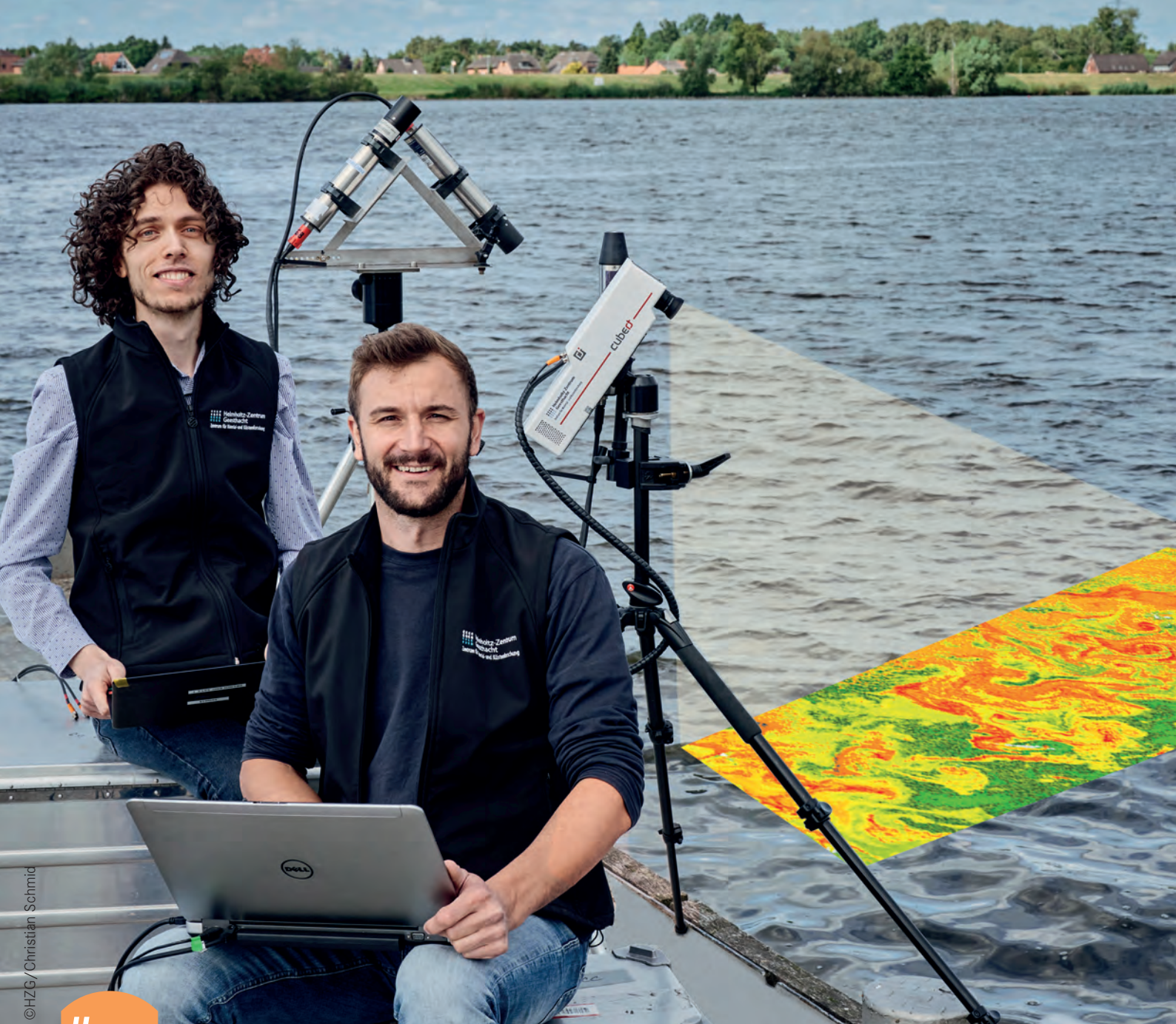


# in2science

Das Magazin über Menschen mit Ideen



©HZG/Christian Schmid

#10

Farbpalette des Meeres • Seit 40 Jahren auf See •  
Zwei Botschafter für den Wasserstoff • Der Geheimagent  
unter den Forschern • Auf der Spur des Mikroplastiks

 **Helmholtz-Zentrum  
Geesthacht**

Zentrum für Material- und Küstenforschung

# Warum ist Internationalität so wichtig für die Forschung?

In Zeiten von #BlackLivesMatter und der "Woher kommst du eigentlich"-Debatte möchten wir als international aufgestelltes Forschungszentrum ein Zeichen setzen: Die rund 1.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an unseren Standorten und Außenstellen stammen aus über 55 Nationen. Forschung und Wissenschaft funktionieren nur im gemeinsamen Austausch. Am HZG haben Rassismus und Diskriminierung keinen Platz.



©HZG/Charleen Schwabe



**Dr. Giovanni Capurso, Wissenschaftler, Systementwicklung**

Wie bei vielen anderen Aktivitäten (Kunst, Musik, Kochen, ...) machen Multikulturalität und Vielfalt unsere Arbeit als Forscher besser – denn wir alle können von der Sichtweise von Kollegen mit unterschiedlichem Hintergrund und Fachwissen profitieren, das in verschiedenen Bereichen und Universitäten erworben wurde. So ist es auch in der Materialwissen-

schaft: In den meisten Fällen werden die Eigenschaften einer Legierung oder eines Verbundwerkstoffes verbessert, wenn verschiedene Elemente und/oder Phasen miteinander vermischt werden! Wissenschaft ist Ausdruck der menschlichen Kultur und muss daher offen und dynamisch sein: Internationalität ist in der Forschung grundlegend. Ich freue mich, dass das HZG Wissenschaftler aus der ganzen Welt willkommen heißt.

**Dr. Henry Ovri, Wissenschaftler, Experimentelle Werkstoffmechanik**



©privat

Ich denke, es ist gut nachvollziehbar, dass Internationalität für die Forschung von Vorteil ist, wenn wir uns alle mit der Tatsache abfinden, dass es wissenschaftlich gesehen keinen Zusammenhang zwischen Hautfarbe und intellektuellen Fähigkeiten gibt. Der Pool an intellektuellen, natürlichen und finanziellen Ressourcen, die zur Lösung der komplexen Herausforderungen in unserer Welt benötigt werden, und dementsprechend auch das Potenzial zur Lösung dieser Herausforderungen, werden zumindest dann deutlich erhöht, wenn Wissen, Ideen und Zusammenarbeit über nationale Grenzen und Hautfarben hinaus ausgedehnt werden. Darüber hinaus stärkt die Vielfalt, die jeder Einzelne mitbringt, die Forschung eher, als dass sie sie schwächt.

**Ragle Raudsepp, Doktorandin, Nachhaltige Energietechnik**



©HZG/Christian Schmid

Einer der größten Vorteile, wenn man Wissenschaftler ist, ist die Möglichkeit, mit Menschen aus verschiedenen Ländern auf der ganzen Welt zusammenzuarbeiten. Es spielt in der Forschung keine Rolle, woher man kommt – wir arbeiten alle an ähnlichen Problemen und sprechen die gleiche Sprache. Durch das HZG habe ich viele Freunde unterschiedlicher Nationalitäten gefunden. Ich freue mich darüber, dass ich jeden Tag nicht nur etwas Neues über mein Forschungsthema lerne, sondern auch viel über verschiedene Länder, ihre

Kultur und auch ein bisschen von ihrer Sprache. Für mich ist es eine Möglichkeit, die Welt kennen zu lernen, ohne zu reisen. Nach Abschluss meiner Doktorarbeit würde ich gerne eine Stelle in einem ähnlich internationalen Arbeitsumfeld wie am HZG finden.

**Elina Valli, Gleichstellungsbeauftragte des Helmholtz-Zentrums Geesthacht**



©HZG/Nicole Thiemann

Unser international bunt gemischtes Kollegium ist der Reichtum des HZG! Gut gemischte Teams sind dynamischer und erfolgreicher durch verschiedene Perspektiven, Kenntnisse und Lösungsansätze. Ich selbst habe als Finnin nordisches Gedankengut in die Gleichstellung gebracht. Wir lernen durch Freundschaften mit ausländischen Kollegen und Kolleginnen verschiedene Kulturen, Lebensweisen und Umgangsformen kennen, verstehen und respektieren. Wir profitieren gegenseitig voneinander! Um uns allen im HZG eine möglichst wertschätzende und konfliktarme Unternehmenskultur anbieten zu können, arbeiten wir gerade an einem Diversitätskonzept. Das soll uns dabei helfen, die Vielfalt unseres Kollegiums positiv zu entfalten.

# Liebe Leserinnen und Leser,

2020 – was für ein Jahr! Auf einen Schlag hat die Coronapandemie unser Leben massiv umgekrempelt. Auch im HZG haben viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihre Arbeit aus dem Homeoffice verrichtet: Daten ausgewertet, wissenschaftliche Veröffentlichungen geschrieben, Literatur durchgearbeitet, Anträge verfasst. Zum Glück konnten einige unserer Kolleginnen und Kollegen unter den geltenden AHA-Regeln (Abstand, Hygiene, Alltagsmaske) und Sicherheitsvorkehrungen zeitweise ins Labor und auf See. In dieser zehnten Ausgabe der in2science nehmen wir Sie wieder mit auf eine Reise durch die Werkstoff-, Küsten-, Biomaterial- und Polymerforschung.

Welche Farbe hat das Meer? „Blau“ schießt es dem ein oder anderen sicherlich durch den Kopf. In unserer Fotostory zeigen die Küstenforscher, dass die Farbpalette des Meeres sehr viel mehr Farben aufweist und für spannende Forschungsfragen genutzt wird.

Im Juni dieses Jahres hat die Bundesregierung die Nationale Wasserstoffstrategie beschlossen. Wie gut die norddeutschen Länder mit der Zukunftstechnologie Wasserstoff aufgestellt sind, darüber sprechen Hamburgs Wirtschaftssenator Michael Westhagemann und HZG-Institutsleiter Thomas Klassen. Industrie, Verkehr, Energie – in diesen Bereichen wird Wasserstoff in Zukunft eine große Rolle spielen. Am HZG wird an der klimaneutralen Wasserstofferzeugung und sicheren Speicherung in speziellen Tanks geforscht. Mit einer Brennstoffzelle soll auch das neue Geesthachter Forschungsschiff betrieben werden, das jetzt bewilligt wurde. Ein guter Zeitpunkt, um auf 40 Jahre Küstenforschung mit der LUDWIG PRANDTL zurückzublicken.

Geht es um die HZG-Materialforschung am DESY, lesen Sie von uns häufig den Ausdruck „Das Unsichtbare sichtbar machen“ – doch wie funktioniert das eigentlich? Darüber klärt die Infografik in der Heftmitte auf. Passend dazu stellen wir neue Systeme vor, mit denen unterschiedlichste Proben untersucht werden.

Auch in dieser Ausgabe stellen wir Ihnen zwei herausragende Personen im Porträt vor: Burkard Baschek, Ozeanograph und der „Geheimagent“ unter den Forschern und Nan Ma, leitende Wissenschaftlerin in der Biomaterialforschung.

Aus Teltow haben wir mehrere spannende Themen mitgebracht: Polymermaterialien, die als Muskeln für Softroboter eingesetzt werden; die Möglichkeit, die Lebensdauer von Kunststoffen vorherzusagen und individuelle 3D-Modelle von Patientenherzen, mit denen minimal-invasive Eingriffe vor der OP geübt werden. Diese Themen aus der Biomaterialforschung können Sie online in 360 Grad erleben sowie Video-Interviews mit den Forschenden ansehen.

Die Arbeit unserer Polymerforschung ist seit Jahren im sogenannten Algenhaus in Hamburg verbaut: Mithilfe der Membranen wird Kohlendioxid aus der Gasheizung abgetrennt und als Futter für die "lebendige" Fassade genutzt.

Außerdem berichten wir über die Detektivarbeit, die Forschende verrichten, wenn es darum geht, kleinste Plastikpartikel aufzuspüren.

**Viel Freude beim Lesen und Eintauchen in unsere Forschung!**

Ihre Redaktion



Gesa Seidel Hilke Hilke

# Wir freuen uns, Ihnen die zehnte 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](mailto:in2science@hzg.de)



Hier können Sie die in2science kostenlos abonnieren,  
online lesen oder downloaden: [www.hzg.de/in2science](http://www.hzg.de/in2science)

## Impressum

**in2science - Das Magazin über Menschen mit Ideen**  
E-Mail: [in2science@hzg.de](mailto: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:** Frank Grotelüschen, Lars Klaaßen,  
Jenny Niederstadt, Charleen Schwabe

**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/ EnviroClever (hergestellt aus 100% Recyclingpapier  
zertifiziert mit dem Blauen Engel (RAL-UZ 14))

**Dezember 2020**  
**Auflage: 2.000**

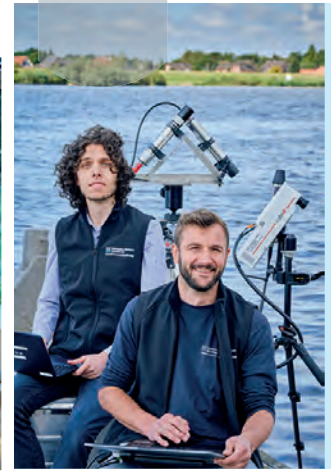
24



14



06



30



18



**FOTOSTORY**

06 Bunt statt blau:  
die Farbpalette des Meeres

**IM GESPRÄCH**

14 Zwei Botschafter für den Wasserstoff

**AKTUELLES**

18 Bis ins kleinste Detail:  
Neue Systeme an der Beamline

**SO FUNKTIONIERT DAS**

22 Tiefer Einblick mit Röntgenlicht

**PORTRÄT**

24 Der Geheimagent unter den Forschern  
Was bewegt den Institutsleiter  
Prof. Burkard Baschek?

**BLICK IN DIE ZUKUNFT**

26 Etablierte Wege verlassen  
27 Muskeln für die Softroboter  
29 Lebensdauer von Kunststoffen vorhersagen  
29 Genau ins Herz: mit digitalem Blick und  
3D-Druck

**PORTRÄT**

30 Die Trainerin der Stammzellen:  
Prof. Nan Ma

**AKTUELLES**

32 Nachrichten aus dem Zentrum  
34 LUDWIG PRANDTL - 40 Jahre auf See  
38 Detektivarbeit: Küstenforscher auf der Spur  
des Mikroplastiks

**WAS UNS BEWEGT**

40 CO<sub>2</sub>: Futter für *Chlorella sorokiniana*  
*marakechensis*

34



40



38



# Bunt statt blau: die Farbpalette des Meeres

Ob Kind oder Künstler: Wasser wird blau gemalt. Dabei ist Wasser farblos. Manchmal erscheinen Seen, Flüsse oder Küstenwasser eher grün, braun, grau, schwarz oder sogar rot. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Abteilung „Fernerkundung“ nutzen die unterschiedlichen Wasserfarben für spannende Forschungsfragen. Denn aus der Farbe lassen sich bestimmte Eigenschaften des Wassers ableiten. Dafür begeben sie sich an, auf und über das Wasser und nehmen Wasserproben mit in ihr Labor. Dort messen sie neben der „Farbe“ des Wassers Konzentrationen verschiedener Schwebstoffe, Algen (Chlorophyll) und organischer Abbauprodukte wie Gelbstoff sowie deren optische Eigenschaften.

Wichtige Unterstützung erhalten sie bei ihrer Arbeit aus dem All: Satelliten beobachten seit rund 40 Jahren systematisch den Zustand der Meere und Gewässer. Die Konzentrationen der Substanzen werden dabei aus den sogenannten Reflektanzen abgeleitet. Dabei handelt es sich um das Verhältnis zwischen reflektierter und einfallender Lichtintensität. Einflüsse der Atmosphäre, die den größten Anteil des gemessenen Signals ausmachen, müssen herausgerechnet werden, die sogenannte „Atmosphärenkorrektur“.

Ein Hauptaugenmerk der Forscher liegt auf der genauen Beschreibung der optischen Eigenschaften, das heißt Absorptions- und Streueigenschaften sowie Reflexionsvermögen der Wasserinhaltsstoffe. Das erfolgt hier im Optik-Labor: In definierten Messreihen mischen die Küstenforscher dem Wasser Phytoplankton und weitere Inhaltsstoffe zu und messen die Lichtabsorption und Streuung. Die Werte lassen sich mit den Satellitendaten abgleichen und geben Auskunft über die Menge, Verteilung und Art des Planktons sowie anderer Inhaltsstoffe im Meer. Behörden für Bade- und Trinkwasserqualität nutzen die Satellitendaten ebenso wie Fischerei, Klimaforscher und Ozeanografen.





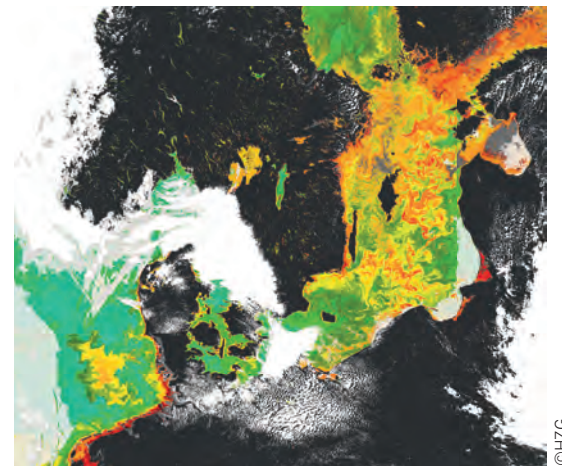


©HZG / Christian Schmid

## Streuverhalten und Absorptionsspektrum

Je nach Algenart wird das Licht unterschiedlich gestreut und zurückgeworfen. Außerdem haben die unterschiedlichen Algen charakteristische Farben: Blaualgen, Grünalgen, Kieselalgen oder Dinoflagellaten.

Dr. Jacopo Agagiate präpariert Wasserproben, um diese mit Licht einer bestimmten Wellenlänge zu beleuchten. Diese Daten werden zur Strahlungstransport-Modellierung genutzt. In definierten Messreihen mischen die Forscher dem Wasser Plankton und weitere Inhaltsstoffe zu und messen die Absorption.



©HZG

Das Satellitenbild wurde im Juli 2018 vom europäischen Sentinel-3A Ocean and Land Colour Instrument (OLCI) aufgenommen und zeigt Teile der Nord- und Ostsee. Mithilfe von Ocean Colour-Algorithmen werden die spektralen Bilddaten analysiert und Wasserinhaltsstoffe wie die Konzentration von Phytoplankton in der oberen Wasserschicht abgeschätzt. Zu dieser Jahreszeit kommt es in der Ostsee regelmäßig zu Blüten von Blaualgen (Cyanobakterien), die von wirbelartigen Meeresströmungen transportiert werden.

## Optischer Fingerabdruck der verschiedenen Algen

Etwa die Hälfte unseres Sauerstoffs stammt aus dem Meer: Das Phytoplankton nutzt Sonnenlicht und Kohlendioxid und setzt Sauerstoff bei der Photosynthese frei. Algen bilden außerdem die Grundlage der Nahrungskette. Einige Algen produzieren aber Giftstoffe, die gefährlich sein können für Mensch und Umwelt. Die Bestimmung der Biomasse und Unterscheidung von Algenarten durch Fernerkundung beruhen vor allem auf geringfügigen Unterschieden der spektralen Absorptionseigenschaften.



## Darum hat das Meer meist eine blaue Farbe:

Der Mensch kann Licht mit Wellenlängen zwischen 380 Nanometern (violett) und 750 Nanometern (rot) sehen. Ungefiltertes Sonnenlicht dieses Wellenlängenbereichs ist weiß. Erst wenn diesem Licht bestimmte Wellenlängen entnommen werden, werden Farben sichtbar. Trifft Licht auf Wasser, wird ein Teil davon an der Oberfläche zurückgespiegelt, während ein anderer Teil eindringt und von Wasserteilchen absorbiert und gestreut wird. Die verschiedenen Farben verhalten sich dabei unterschiedlich. Am schnellsten wird rotes Licht vom Wasser geschluckt, blaues Licht hingegen reicht tief ins Wasser und wird in der oberen Wasserschicht zurückgestreut. Ist das Wasser sehr klar und tief, sieht das Blau besonders intensiv aus. Gelöste Stoffe, Partikel oder Schmutz verändern die Farbe des Wassers. So bewirken Organismen wie Plankton eine Grünfärbung, aufgewirbelter Sand führt zu einem gelblichen Eindruck, gelöstes Eisen und spezielle Algenarten sorgen für eine rote Färbung.

Das ein- und austretende Licht wird mit Radiometern gemessen. Henning Burmester kalibriert das Gerät im Labor mithilfe einer Lichtquelle.



©HZG/Christian Schmid



Abteilungsleiter Dr. Rüdiger Röttgers (Vordergrund) und Dr. Martin Hieronymi (hinten) untersuchen Wasserproben im Labor. Sie führen verschiedene Absorptions- und Streumessungen durch.

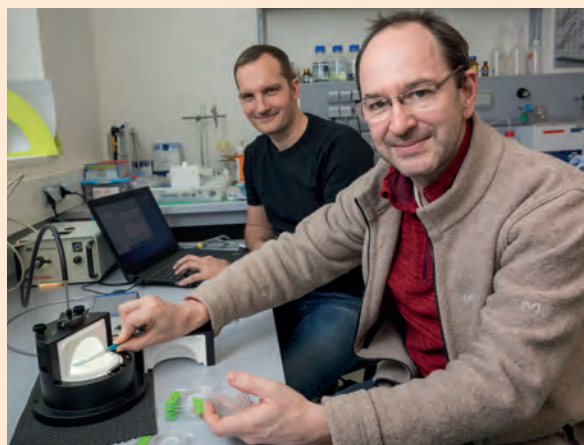
**Welche Algengruppen lassen sich spektral unterscheiden? Welche Biomasse-Konzentration ist dafür nötig? Wie wird die Algen-Erkennung durch Sedimente und gelöste organische Stoffe in Binnen- und Küstengewässern eingeschränkt?**

Diese Fragen klärt die Veröffentlichung der Geesthachter Küstenforscher: Xi, H., Hieronymi, M., Krasemann, H. & Röttgers, R. (2017). Phytoplankton Group Identification Using Simulated and In situ Hyperspectral Remote Sensing Reflectance. *Frontiers in Marine Science*, 4:272, 1-13.

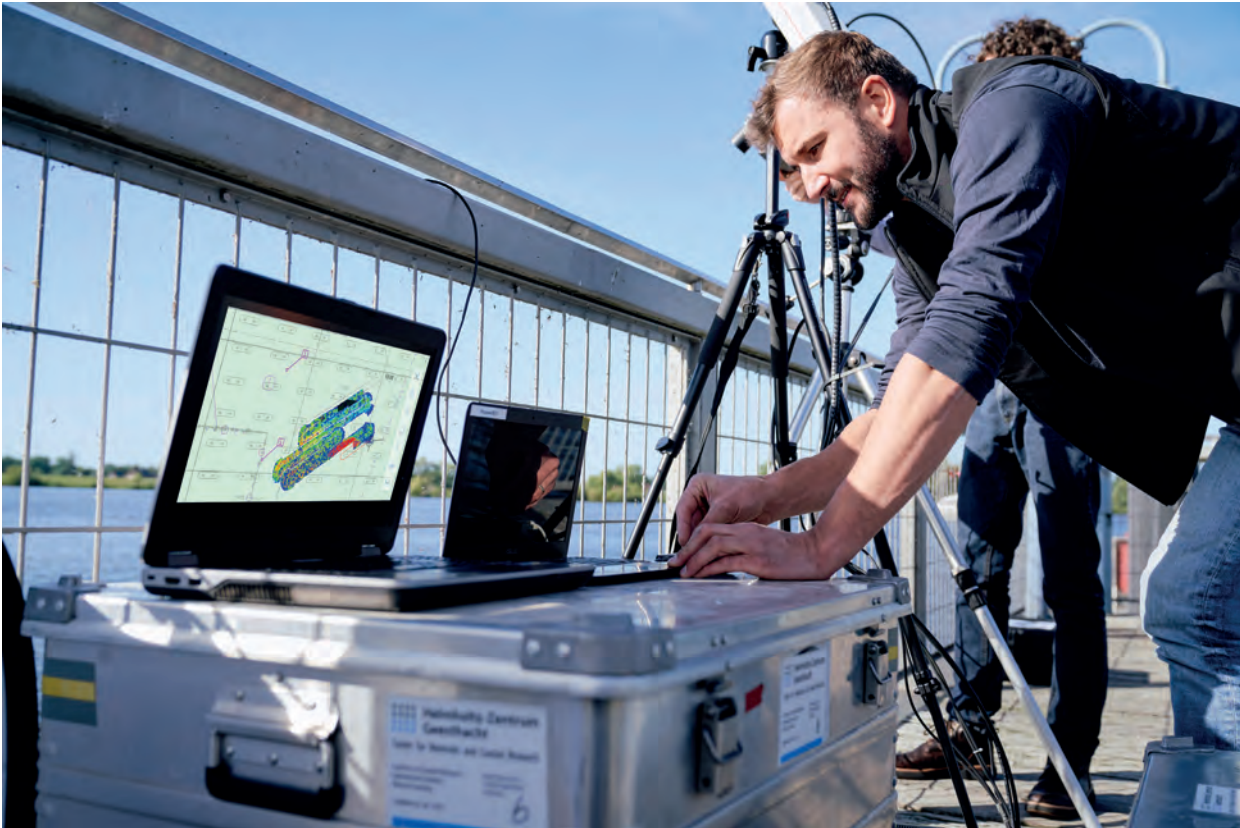
Zur Publikation:



[doi.org/10.3389/fmars.2017.00272](https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00272)



©HZG/Jan-Rasmus Lippels



©HZG/Christian Schmid

### Messung aus dem All und vom Steg

Auf dem Steg an der Elbe bei Tesperhude werden Kamera und Radiometer getestet. Henning Burmester überprüft die Daten, die auf dem Monitor erscheinen. Erst später werden die Daten mithilfe der Satellitenbilder ausgewertet. Verschiedene Satelliten sind operationell im Einsatz und machen ihre Aufnahmen meist gegen Mittag. Mit etwas Glück ist die Szene wolkenfrei, so kann das Team Messdaten direkt an der Wasseroberfläche vergleichen und damit die Ocean Colour-Algorithmen validieren.



### Eine Art Sonnenbrille für Sensoren

Die Sensoren des Satelliten messen im sichtbaren und nahen Infrarot-Bereich und zwar nur in definierten Ausschnitten des Spektrums. Nur rund 10 bis 20 Prozent der blauen Farbtöne, die der Satellit erkennt, stammen vom Wasser selbst.

Das Glitzern der Sonne, Wasserdampf oder Ozon in der Atmosphäre beeinflussen die Messung und müssen korrigiert werden. Mit ihren Instrumenten bestimmen die HZG-Küstenforscher diese Werte direkt am Wasser und gleichen sie mit den Satellitendaten ab.

## Mit der Kamera auf Wirbeljagd

In weiteren Projekten erforschen die Wissenschaftler nicht nur Plankton, sondern auch die Temperatur der Wasseroberfläche und damit kleine Ozeanwirbel. Diese werden unter anderem mit einer Spezialekamera aufgespürt, die an einem Flugzeug befestigt wird. Das letzte Ziel waren die Kapverdischen Inseln. Dort hat das Team gemeinsam mit Professor Burkard Baschek (HZG-Institutsleiter) und Forscherinnen und Forschern des GEOMAR Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel im Rahmen des Umweltbeobachtungsprogramms MOSES extrem sauerstoffarme Wirbel untersucht.

Wirbel spielen eine große – bisher nur wenig bekannte – Rolle bei der Verteilung von Energie, natürlicher Treibhausgase, Sauerstoff oder auch Nährstoffen im Ozean und haben darüber hinaus Einfluss auf die Physik und Biogeochemie ganzer Ozeanbecken. Die Fernerkundung vom Flugzeug und aus dem All gibt einen sehr guten Überblick über alle Größen von Wirbelstrukturen im Meer.

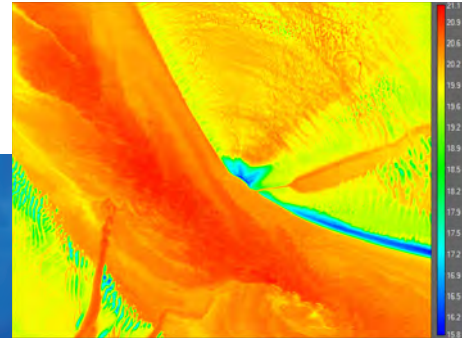


Foto: ©Arne Körtzinger/GEOMAR

## Mehr als nur Wasser

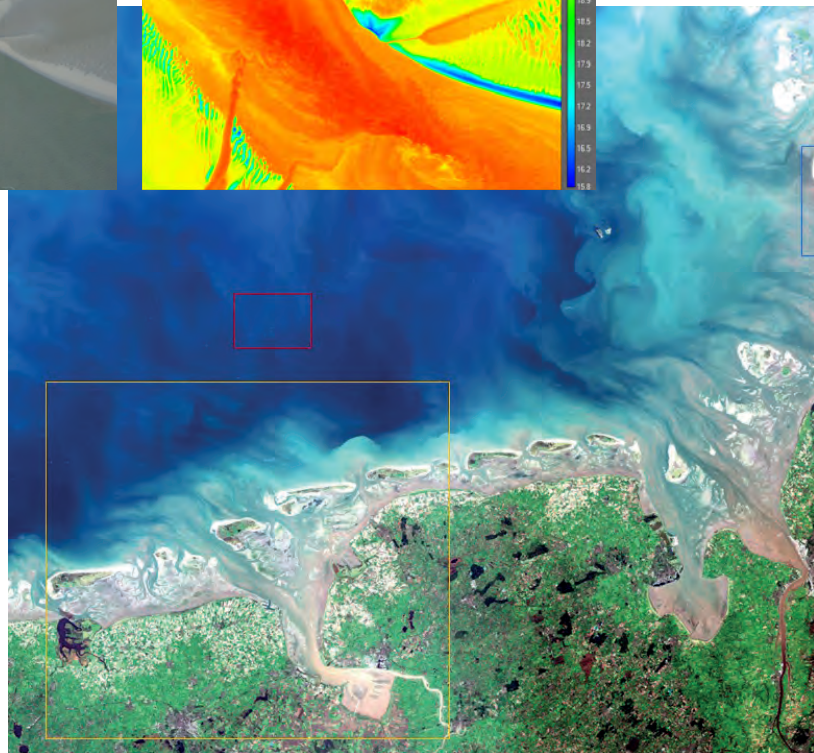
An Bord sind zwei Kamerasysteme installiert: eine Hyperspektralkamera und eine Thermalkamera. Mit den gelieferten Bildern gewinnen die Forschenden die unterschiedlichsten Erkenntnisse.

Hier zu sehen ist ein Thermal-Kamerabild einer Wattfläche (Mitte rechts). Zu erkennen sind Oberflächentemperaturen in Grad Celsius. Die Wattflächen werden von der Sonne unterschiedlich schnell aufgeheizt und vom Wind abgekühlt. Daraus ergeben sich Rückschlüsse auf die Wasserbedeckung.



©HZG/KOF

Die Deutsche Bucht aus der Satellitenperspektive (Sentinel-2/MSI, ESA): Hierdurch lassen sich Austauschprozesse zwischen Land, Watt und Meer studieren sowie Effekte von Offshore-Windparks (oberes Bild) beobachten.



## Technik an Bord

Henning Burmester überprüft die Hyperspektralkamera. Dieses Gerät zeichnet mit seinen speziellen Sensoren bis zu 160 verschiedene Bänder des Lichtspektrums auf, vom sichtbaren Licht bis hin zu Infrarot, und bestimmt so die Farbe des Wassers. Die Wissenschaftler treffen damit Aussagen über den Zustand und das Wachstum der Algen aus der Luft.

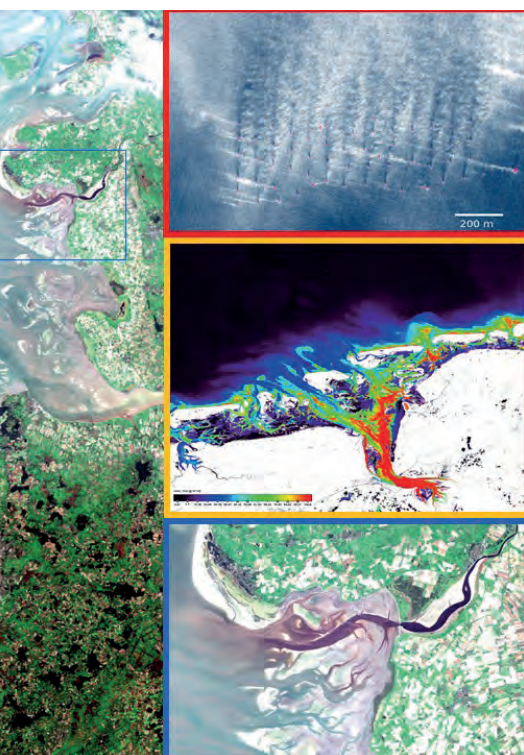
Das Forschungsflugzeug Stemme der FH Aachen mit den Fernerkundungs-Messsystemen des Helmholtz-Zentrums Geesthacht auf der kapverdischen Insel Sal kurz vor dem Start ins Messgebiet über dem offenen Ozean.

Weitere Fotostories finden Sie in unserer Mediathek:

[www.hzg.de/mediathek](http://www.hzg.de/mediathek)



©FelixStübing / FH Aachen



©ESA/HZG/JFK/KOF



©HZG/Henning Burmester

Die Stemme auf der kapverdischen Insel Fogo.

# Zwei Botschafter für den Wasserstoff

**Wasserstoff gilt als eine Schlüsseltechnologie für die Energiewende. Er kann regenerativen Strom speichern, Autos, Schiffe und Flugzeuge emissionsfrei antreiben und eine CO<sub>2</sub>-neutrale Stahlproduktion ermöglichen. Doch wie lässt sich eine Wasserstoffwirtschaft flächendeckend etablieren? Darüber diskutieren zwei, denen die neue Technologie besonders am Herzen liegt: Der Hamburger Wirtschaftssenator Michael Westhagemann verfolgt die Vision, den Hafen der Hansestadt mithilfe von Wasserstoff klimafreundlicher zu machen. Und HZG-Institutsleiter Professor Thomas Klassen entwickelt Technologien, mit denen sich der grüne Energieträger effizienter als bislang erzeugen und speichern lässt.**

**Es gibt viele erfolgreiche Pilotprojekte zur Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff. Was ist nötig, um der Technologie zum Durchbruch zu verhelfen?**

**Westhagemann:** Wir müssen jetzt zeigen, dass die Wasserstoffwirtschaft wirtschaftlich sein kann. Dafür braucht es große Anlagen im Industriemaßstab, zum Beispiel für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Wasserstoffproduktion. Um das umzusetzen, wollen wir im Hamburger Hafen einen Elektrolyseur bauen, der Wasser mithilfe von regenerativ erzeugtem Strom spaltet und dadurch grünen Wasserstoff produziert. Mit einer Leistung von 100 Megawatt wird dieser Elektrolyseur deutlich größer sein als alle bisherigen Projekte – ein regelrechtes Leuchtturmprojekt. 2023 könnte diese Anlage bereits fertig sein. Die ersten Abnehmer könnten ein Stahlwerk sein und ein Öl-Konzern, der synthetisches Kerosin herstellen will. Später ließen sich dann die vielen Lkw, die täglich im Hafen unterwegs sind, mit Wasserstoff antreiben und sogar kleinere Schiffe.

**Klassen:** Technologisch sind wir in Deutschland weit vorne. Woran es zum Teil noch fehlt, ist das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten, das Zusammenwirken von Erzeugung, Speicherung und Verbrauch in großen, industriellen Systemen und Anwendungen. Hier ist die Po-

litik gefragt, und Michael Westhagemann zählt zu den Protagonisten, die das Thema wirklich voranbringen. Seine Initiative, einen 100-Megawatt-Elektrolyseur im Hamburger Hafen zu bauen, ist ein Projekt, das die Potenziale von Wasserstoff eindrucksvoll demonstrieren kann.



#### Zur Person

**Michael Westhagemann** ist seit 2018 Wirtschaftssenator in Hamburg. Zuvor hatte der parteilose Industriemanager lange Zeit die Siemens-Region Nord geleitet und dort unter anderem den Bereich Windenergie verantwortet. Westhagemann ist Mitglied des Hochschulrats der TU Hamburg sowie Vorstandsvorsitzender des Vereins zur Förderung des Clusters Erneuerbare Energien Hamburg (EEHH).



#### Zur Person

**Prof. Dr. Thomas Klassen** leitet am Institut für Werkstofforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht den Geschäftsbereich Werkstofftechnologie. Außerdem ist er Professor an der Fakultät für Maschinenbau der Helmut-Schmidt-Universität in Hamburg und Direktoriumsmitglied des Zentrums für Hochleistungsmaterialien, einer Kooperation des HZG mit der TU Hamburg.



Fotos: ©HZG/Christian Schmid

Wasserstoff zwischen Strategie und angewandter Forschung. Institutsleiter Thomas Klassen (links) lud den Hamburger Wirtschaftssenator Michael Westhagemann (rechts) zum Gespräch nach Geesthacht ein.

**Michael Westhagemann:**  
**Die Nationale Wasserstoffstrategie und der „Green Deal“ der Europäischen Union werden als Turbo die Entwicklung großer Wasserstoff-Projekte beschleunigen.**



**Es gibt ja sicher noch Forschungsfragen. Welche sind das? Und wie kann das Helmholtz-Zentrum Geesthacht helfen, sie zu lösen?**

**Klassen:** Wir arbeiten an der Speicherung in Metallhydriden, das sind Metalle, die Wasserstoff aufsaugen können wie ein Schwamm. Das Verblüffende: In einen Metallhydrid-Tank passt doppelt so viel Wasserstoff wie in einen gleichgroßen Druck- oder Flüssiggas-Tank für Wasserstoff. Um unsere Forschung in die Praxis umzusetzen, arbeiten wir mit der Automobilindustrie in Deutschland zusammen und sind da auf einem guten Weg. Außerdem entwickeln wir sogenannte fotoelektrochemische Zellen. Sie können Wasser direkt mit Sonnenlicht spalten und haben das Potenzial, Wasserstoff hocheffizient zu erzeugen. Kleine Prototyp-Zellen haben wir schon gebaut und ich könnte mir vorstellen, dass wir in fünf bis zehn Jahren marktreife Produkte haben. Und schließlich arbeiten unsere Polymerforscher an Membranen, die Wasserstoff aus einem Gasgemisch herausfiltern. So ist vorstellbar, mit überschüssigem Windstrom Wasserstoff herzu-

stellen und in das Hamburgische Gasnetz einzuspeisen. Wird der Wasserstoff irgendwo benötigt, ließe er sich mit diesen Membranen vom Erdgas trennen. Damit könnte Wasserstoff einfach im Gasnetz transportiert werden, ein eigenes Netz aus Wasserstoff-Pipelines wäre nicht nötig.

**Herr Westhagemann, Sie haben die norddeutsche Wasserstoffstrategie mitinitiiert. Und im Juni hat die Bundesregierung die Nationale Wasserstoffstrategie vorgestellt, ein Multi-Milliarden-Programm. Auch die EU möchte mit ihrem „Green Deal“ die Technologie fördern. Was darf man sich von diesen Initiativen erhoffen?**

**Westhagemann:** Das ist natürlich ein Turbo, der die Entwicklung stark beschleunigen dürfte. Nun stehen Fördergelder zur Verfügung, mit denen man größere Projekte realisieren kann, und zwar in den verschiedensten Bereichen. Etwa in der durch die Coronapandemie stark gebeutelten Luftfahrt: Hier wird es für die Airlines in Zukunft immer wichtiger, klimaverträgliche Flüge gerade für die Kurzstrecke an-

zubieten. Airbus hat bereits darauf reagiert und entwickelt einen wasserstoffbetriebenen Passagierjet, der 2030 marktreif sein soll. Ein anderer Bereich ist der Schwerlastverkehr: Einen Lkw oder einen Bus mit Batterien anzutreiben, ist wenig sinnvoll, denn Batterien sind schwer und brauchen lange zum Aufladen. Das haben die Hersteller in Asien längst begriffen und setzen auf Wasserstoff und Brennstoffzelle. Ein weiteres Beispiel ist die Schifffahrt: Hier finde ich den HZG-Plan hochinteressant, ihr neues Forschungsschiff mit einem Wasserstoff-Antrieb auszustatten.

### Welche Gemeinschaftsprojekte des HZG und Hamburg gibt es bereits, welche sind geplant?

**Klassen:** In einem größeren Konsortium wollen wir helfen, den Hamburger Hafen auf grünen Wasserstoff umzustellen. Dazu gehört die gesamte Logistik, aber auch das Thema Schiffsantriebe. Hier kooperieren wir mit diversen Hamburger Unternehmen und Universitäten, aber auch mit dem neuen DLR-Institut für Maritime Energiesysteme, das derzeit in Geesthacht ent-

steht und unter anderem klimafreundliche Antriebe für Schiffe entwickeln wird. In einem weiteren Projekt kooperieren wir mit Stromnetz Hamburg, Gasnetz Hamburg sowie der Helmut-Schmidt-Universität zur Kopplung von Strom- und Gasnetz. Außerdem arbeiten wir mit Airbus und der TU Hamburg zusammen an einem Konzept zur Entwicklung der Energie-Infrastruktur: Es nützt ja nichts, wenn ein Flugzeug mit Wasserstoff fliegt, aber nirgendwo tanken kann. Dazu gibt es zwei Optionen. Es wäre möglich, dass ein Flugzeug – wie von Airbus geplant – direkt mit Wasserstoff fliegt und alle Flughäfen zukünftig Wasserstoff bereitstellen. Der Wasserstoff lässt sich aber auch dazu nutzen, synthetisches Kerosin herzustellen, mit dem die heutigen Maschinen fliegen könnten. Beide Wege führen letztlich zum Ziel. Hier muss sich noch zeigen, was der wirtschaftlichere und klimaverträglichere Weg für kurze oder lange Flugstrecken ist.

**Westhagemann:** Vor allem diese Netzwerke sind sehr wichtig, um die Wasserstoffwirtschaft weiterzuentwickeln und neue Themenfelder zu identifizieren. Allerdings ist es alles andere als einfach, solche

Netzwerke aufzubauen und zu gestalten, die Partner müssen sich ja erst einmal finden. Das ist hier sehr gut gelungen, und ich bin dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht dankbar, dass wir diese Themen gemeinsam in einem Netzwerk entwickeln können.



**Michael Westhagemann:**  
Wir wollen im Hamburger Hafen einen Elektrolyseur bauen, der Wasser mit regenerativ erzeugtem Strom spaltet und so grünen Wasserstoff produziert. Mit einer Leistung von Hundert Megawatt wird dieser Elektrolyseur deutlich größer sein als alle bisherigen Projekte.



Im HZG-Labor erklärt Wasserstoffforscher Dr. Julian Jepsen (Mitte), wie das Rohmaterial für die im Helmholtz-Zentrum Geesthacht entwickelten Speicher auf Metallhydrid-Basis hergestellt wird. Die Leichtmetalle werden zu immer feinerem Pulver zermahlen, sodass sich ihre Oberfläche vergrößert und mehr Wasserstoff aufgenommen werden kann.





Zum Fuhrpark des Helmholtz-Zentrums Geesthacht zählt ein Wasserstofffahrzeug. Dieses tankt Wasserstoff, der in einer Brennstoffzelle in Strom umgewandelt wird. Der Strom treibt den Elektromotor an, als Abgas entsteht nur Wasserdampf. Links im Bild Institutsleiter Klassen, rechts Politiker Westhagemann.



**Thomas Klassen:**  
Wichtig ist die Sektorenkopplung, also die Verzahnung von Strom, Wärme und Mobilität. Damit ließen sich erneuerbare Energien optimal nutzen.

### Für eine umfassende Wasserstoffwirtschaft bräuchte es große Mengen an grünem Strom. Wo könnte der herkommen?

**Westhagemann:** Vermutlich werden wir nicht alles selber produzieren, sondern müssen dorthin schauen, wo sich Wasserstoff mit regenerativen Energien günstig herstellen lässt, zum Beispiel mit Solarenergie. Das sind sonnenreiche Länder wie Portugal, Spanien und Italien sowie die arabische Welt. Denn Staaten wie Saudi-Arabien und die Vereinigten Arabischen Emirate wollen perspektivisch aus dem Erdöl aussteigen und haben eine neue Chance erkannt – als Exporteure für grünen Wasserstoff.

### Die Wasserstoffwirtschaft benötigt eine eigene Infrastruktur aus Tankstellen und Speichern. Wie soll sie flächendeckend aufgebaut werden?

**Westhagemann:** Derzeit besitzt Deutschland ein Netz aus rund 100 Tankstellen, bis Ende 2022 sollen es 200 sein. Die Frage lautet: Wie sieht es jenseits der Grenzen aus? Es wäre natürlich ungünstig, wenn ein Lkw, der nach Skandinavien unterwegs ist, in Dänemark keinen Wasserstoff nachtanken kann. Deshalb sind wir mit unseren Nachbarstaaten in Dialog ge-

treten und wollen einen nordeuropäischen Kongress aufsetzen, um uns künftig besser zu synchronisieren und über die Landesgrenzen hinweg eine Infrastruktur zur Verfügung zu stellen.

**Klassen:** Wir entwickeln Konzepte, bei denen Tankstellen in die bestehenden Energie-Infrastrukturen integriert werden. Diese Standorte können dann sowohl überschüssige Energie im Netz zur Wasserstoffherstellung für die Tankstelle nutzen als auch Wasserstoff für die Rückverstromung oder Wärmeerzeugung nutzen. Im Rahmen der Norddeutschen Wasserstoffstrategie erarbeiten wir gemeinsam mit einem Expertenkreis geeignete Kriterien für die Standortbestimmung.

### Noch ein Blick in die Glaskugel: In welchem Bereich könnte sich Wasserstoff als erstes durchsetzen – im Verkehr, in der Industrie oder im Energiesektor? Und wo werden wir in fünf bis zehn Jahren stehen?

**Westhagemann:** Was den Hamburger Hafen angeht: Für 2025 hoffe ich auf größere Projekte mit der Mineralölbranche und der chemischen Industrie. Die ersten Lkw im Hafen sollten schadstoffarme Antriebe haben, vielleicht auch einige Züge. Dann ließe sich besser als heute prognos-

tizieren, wie viel CO<sub>2</sub> sich mit der neuen Technologie einsparen lässt und was man sich perspektivisch bis 2030 vornehmen könnte. Als erste wirkliche Massen Anwendung könnte ich mir Lkw und Busse vorstellen, die mit Brennstoffzelle und Wasserstoff unterwegs sind.

**Klassen:** Wichtig ist auch die Sektorenkopplung, also die Verzahnung von Strom, Wärme und Mobilität. Damit ließen sich die erneuerbaren Energien optimal nutzen und in unser System integrieren. Ein Beispiel: Bislang verschwenden wir jedes Jahr in Deutschland 1,5 Milliarden Euro an grünem Strom, der wegen eines Überangebots an Wind nicht ins Netz eingespeist wird. Mit diesem Überschussstrom ließe sich Wasserstoff herstellen, den man anschließend für verschiedene Sektoren nutzen könnte – sei es für die Rückverstromung, wenn der Wind mal nicht weht, sei es als Treibstoff für Fahrzeuge, sei es für die Wärmeerzeugung. In dieser Sektorenkopplung sehe ich ein Riesenpotenzial, auch wirtschaftlich.

### Vielen Dank für das Gespräch.

Das Interview führte der Wissenschaftsjournalist Frank Grotelüschen.

# Bis ins kleinste Detail: Neue Systeme an der Beamline

Das Unsichtbare sichtbar machen – das ist das Ziel der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die an den HZG-Endstationen der Beamlines am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg arbeiten. An der Imaging-Beamline (IBL) haben die Teams des HZG völlig neue und einzigartige Detektorsysteme installiert, die es den Forschenden erlauben, ihre winzigen Proben noch schneller und genauer zu untersuchen.

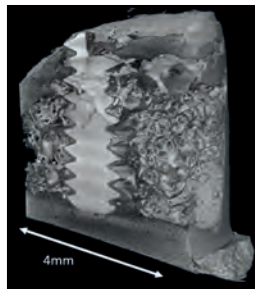
Am DESY befindet sich die brillianteste Speicherring-Röntgenstrahlungsquelle weltweit: Petra III. Der Speicherring ist 2304 Meter lang und hat 24 Strahlführungen (Beamlines). Eine davon ist die Imaging Beamline P05. Sie gehört dem HZG und wird von dessen Forschenden betreut.

Zur P05 gehören zwei Messplätze mit festen Forschergruppen: die Mikro- und die Nanotomographie. An beiden wurde in den vergangenen Jahren sowohl eigene Forschung betrieben als auch externe Nutzergruppen bei deren Vorhaben unterstützt – denn niemand kennt die Beamlines so gut wie das IBL-Team selbst. Deshalb kommen Nutzer aus aller Welt, um ihre Proben im Röntgenstrahl durchleuchten zu lassen.

## Zerstörungsfrei durchleuchten

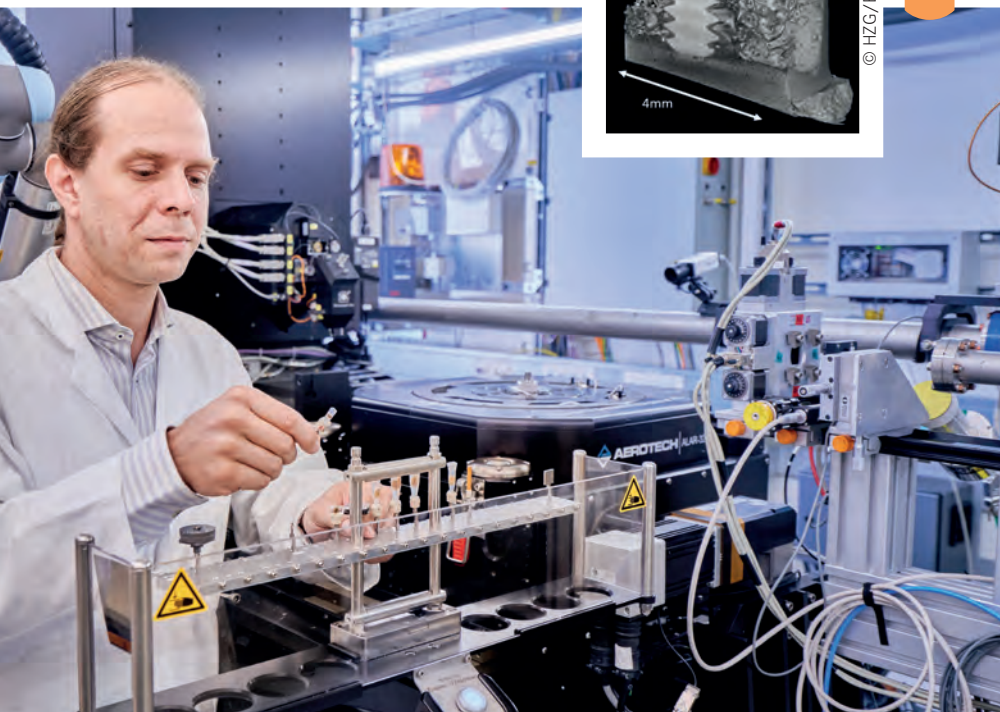
Das Besondere daran ist, dass die Wissenschaftler mit den Methoden einen Blick in das Innere von verschiedenen Materialien werfen können, ohne diese zu zerstören – egal ob Metall oder biologische Probe. Die IBL wurde speziell für In-situ-Messungen entworfen und ist so flexibel gebaut, dass von Materialwissenschaften über Medizin und Biologie bis hin zu Paläontologie die unterschiedlichsten Wissenschaften bedient werden. Nur wer die Struktur der Materialien bis hinunter auf die Nanometer-Skala kennt, kann beginnen zu verstehen, wie sie funktionieren oder wo bestimmte Eigenschaften herrühren.

Das Ziel der Forschenden ist es, einen möglichst großen Bereich der Proben extrem schnell und hochaufgelöst mit bestem Kontrast als dreidimensionales Bild am Computer abzubilden. Alle Punkte konnten jedoch technisch nicht gleichzeitig erfüllt werden. Mit den neuen Detektorsystemen an der Mikro- und Nanotomographie kommen die HZG-Wissenschaftler dem Ideal jedoch ein großes Stück näher. Denn einhergehend mit den immer neuen Entwicklungen auf dem Markt der Handykameras wurden auch die Detektoren, die in der Wissenschaft eingesetzt werden können, immer besser.

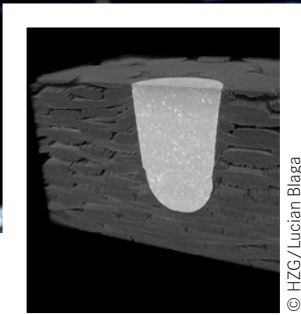


© HZG/Berit Zeller-Plumhoff

#1



Fotos: ©HZG/Christian Schmid



© HZG/Lucian Blaga

#2

Hat die Proben im Blick: Beamline-Wissenschaftler Dr. Fabian Wilde arbeitet seit 2010 in der Röntgenbildgebung mit Synchrotronstrahl.

## Mikro

**Einzigartig: An der Mikrotomographie-Station können Proben mit einem Durchmesser von einem Zentimeter durchleuchtet und auf einen Mikrometer genau abgebildet werden.**

### Was gibt es Neues?

Die neuen Detektoren an der „Mikro“ haben mit nun 50 Megapixeln eine fünfmal so hohe Auflösung wie die alten und sind extrem sensitiv. Außerdem können die Proben mit neuen Kontrastverfahren deutlich schneller vermessen werden, wobei größere Bilder der Proben entstehen.

## #1

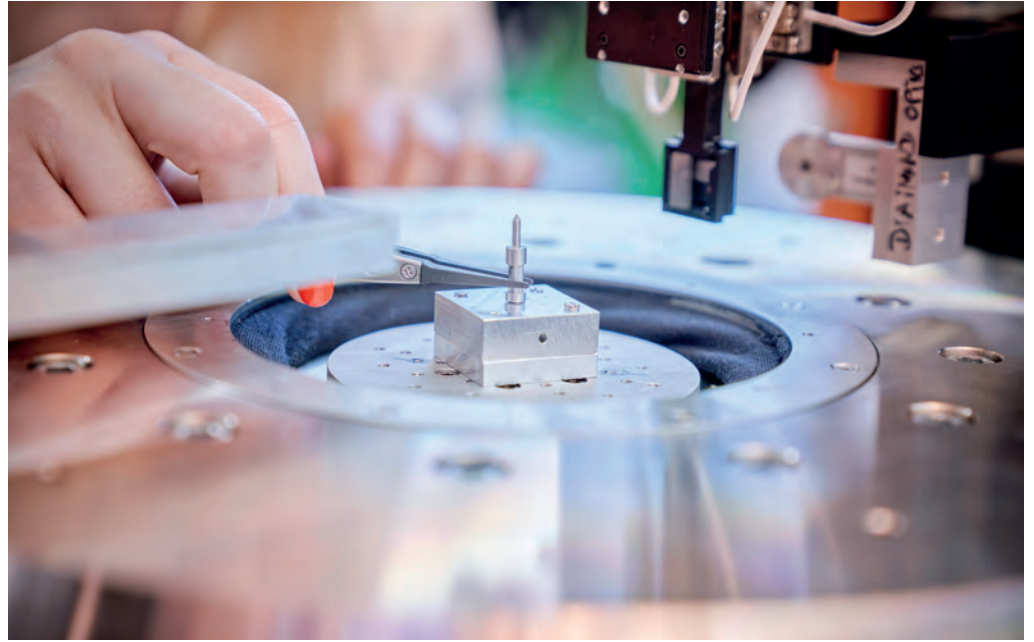
### Magnesium-Implantat

Die Knochenschraube aus Magnesium stammt aus dem HZG-Teilinstitut „Metallische Biomaterialien“. Um untersuchen zu können, wie genau sich das Implantat im Knochen auflöst, wird die 5x5 Millimeter große Probe durchleuchtet. Mit den alten Kameras konnten nur Ausschnitte der Probe angeschaut werden, wobei die einzelnen Bilder anschließend zusammengesetzt werden mussten. Jetzt kann die gesamte Probe mikrometergenau als 3D-Datensatz auf dem Computer dargestellt werden.

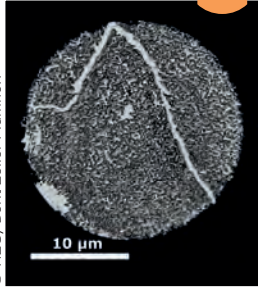
## #2

### Fügeverfahren

Mit innovativen Fügeverfahren aus dem Institut für Werkstofforschung werden die verschiedensten Werkstoffe miteinander verbunden: Metall mit Kunststoff, Komposit mit Aluminium oder Titan mit Stahl. Die Proben werden bis ins kleinste Detail durchleuchtet. So können die Forschenden überprüfen, wie sich die Materialien beim Fügen verhalten und den Prozess besser verstehen. Hier ist eine Verbindung zu sehen, die mittels U-Joining, einem vom HZG patentierten Verfahren, durchgeführt wurde. Dabei ist eine Titanlegierung mit einem faserverstärkten Kunststoff verbunden.

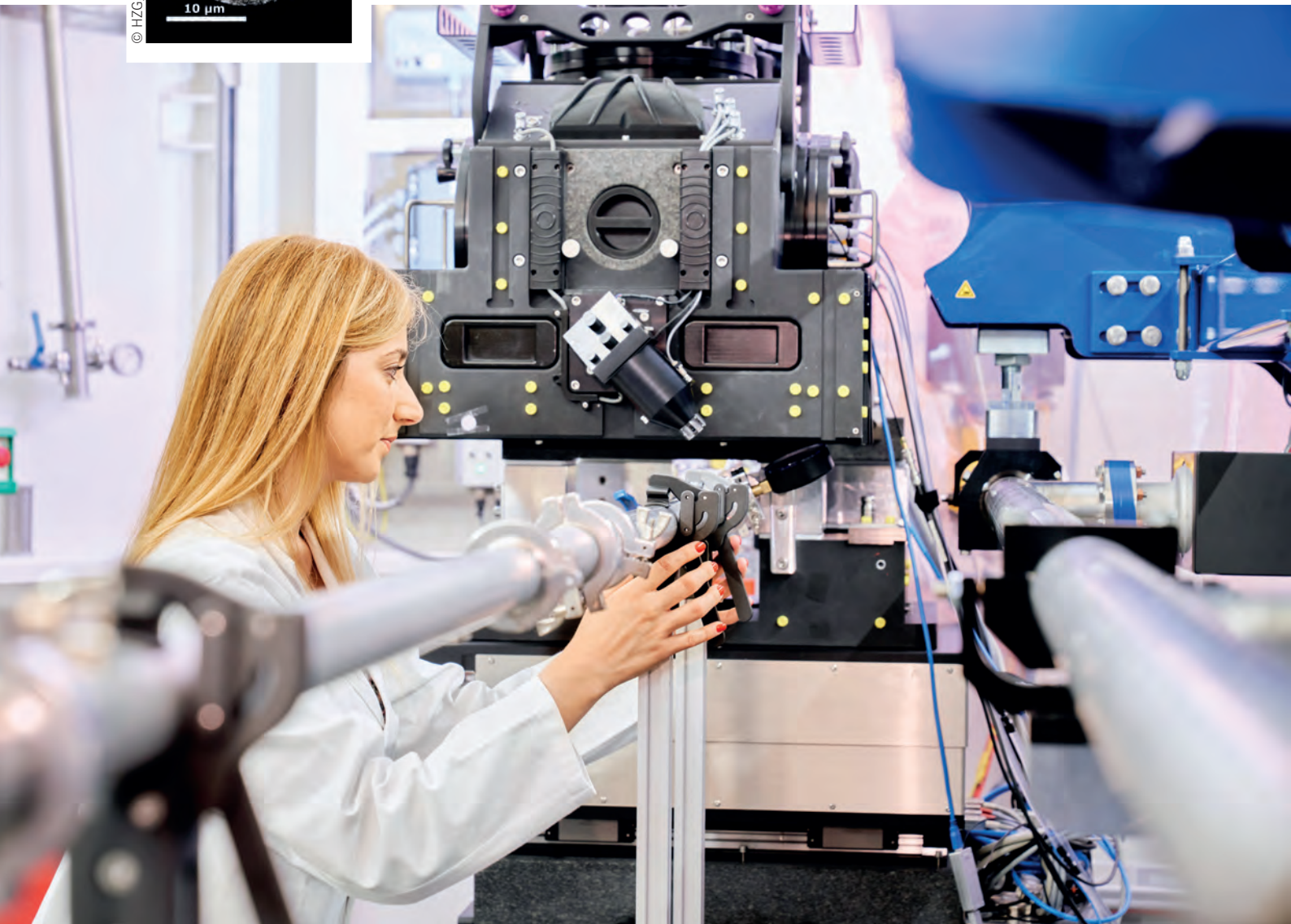


Fotos: ©HZG/Christian Schmid



© HZG/Berit Zeller-Plumhoff

#3



## Nano

Wenn es um kleinere und noch detailliertere Aufnahmen als an der Mikro geht, wird die Nanotomographie eingesetzt. Die Proben, die hier untersucht werden, sind oft nur so dick wie ein menschliches Haar. Mithilfe der Röntgenoptiken können Strukturen abgebildet werden, die unter 40 Nanometern groß sind - das ist weniger als ein Tausendstel der Dicke eines Haares.

## Was gibt es Neues?

Das Technikum des HZG hat den neuen Kameratum exakt nach den Vorstellungen der Forschenden an den Beamlines gebaut – so einen gibt es kein zweites Mal auf der Welt! Durch den neuen Kameratum können jetzt die neuen Detektoren aus der

Mikrotomographie auch in der Nanotomographie eingesetzt werden. Dadurch wird die Flexibilität der Nanotomographie deutlich erhöht. Für einen Scan, der früher acht Stunden benötigte, reichen mit den neuen Kameras jetzt wenige Minuten. Damit können die Forschenden im Vergleich zu anderen sehr schnell messen.

## #3 Magnesium-Implantat

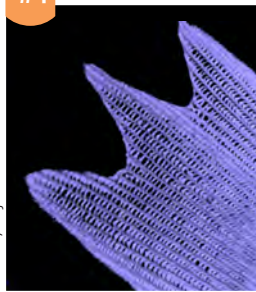
Um exakte Korrosionsprozesse an der Grenzschicht zwischen Schraube und Knochen untersuchen zu können, wird das Beispiel #1 der Mikrotomographie noch einmal in der Nanotomographie untersucht. Dafür werden winzige Stücke aus der Korrosionsschicht ausgeschnitten und in dem Röntgenstrahl positioniert.

## #4 Schmetterlingsschuppe

Schmetterlingsflügel leuchten oft in den tollsten Farben – einige Arten wie der Himmelfalter wenden dafür einen Trick an: Sie haben keine Farbpigmente auf den Schuppen ihrer Flügel, sondern farblose Schuppen, die tannenbaumartig angeordnet sind. Diese Anordnung verschluckt alle Farben des Sonnenlichts, bis auf das blaue Licht, das zurückgeworfen wird. Deshalb erscheint der Himmelfalter blau. Wie genau die Struktur aufgebaut ist, haben Wissenschaftler der Universität Sheffield mithilfe der Nanotomographie des HZG untersucht. Mit dem Wissen könnten „Farben“ hergestellt werden, die nicht ausbleichen.



#4



Dr. Elena Longo ist seit zwei Jahren in der HZG-Außenstelle am DESY in Hamburg tätig und überprüft hier mit Doktorandin Silja Flenner die Aufnahmen der Schmetterlingsschuppe.

© HZG/Silja Flenner



Ausblick

## PETRA IV

Am DESY wird bereits die nächste Generation der Speicherring-Röntgenstrahlungsquelle geplant. Mit PETRA IV wird der Strahl noch fokussierter. Für die HZG-Wissenschaftler werden damit optimierte Phasenkontrastverfahren möglich, von denen besonders die Materialwissenschaften profitieren. Die neue Anlage soll im bestehenden PETRA III-Ringtunnel gebaut werden und 2027 in Betrieb gehen. „Mit PETRA IV und der bahnbrechenden Nanofokussierung bieten sich uns hervorragende Forschungsmöglichkeiten zur Herstellung neuer zukunftsweisender und ressourcenschonender Materialien“, so Professor Matthias Reahn, Wissenschaftlicher Geschäftsführer des HZG.

# Tiefer Einblick mit Röntgenlicht

An den HZG-Beamlines am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg wird ein spezielles Röntgenlicht erzeugt. Dieses Licht aus dem Beschleuniger ist bis zu eine Million Mal heller als die Röntgenröhre der Arztpraxis. Die Forschenden untersuchen damit verschiedene Materialien, etwa Gewebe oder geschweißte Verbindungen. Durch ihre Experimente verstehen sie die Materialeigenschaften viel besser und schaffen die Basis für innovative Werkstoffe.



## Kontrollraum

Hier beobachten die Forschenden ihre Experimente und werten später die Ergebnisse aus. Mit der Anlage werden pro Jahr rund 120 Experimente vom HZG durchgeführt. Auch zahlreiche andere Nutzergruppen aus Wissenschaft und Wirtschaft können an den HZG-Beamlines ihre Versuche durchführen.

## Experimentiereinrichtung

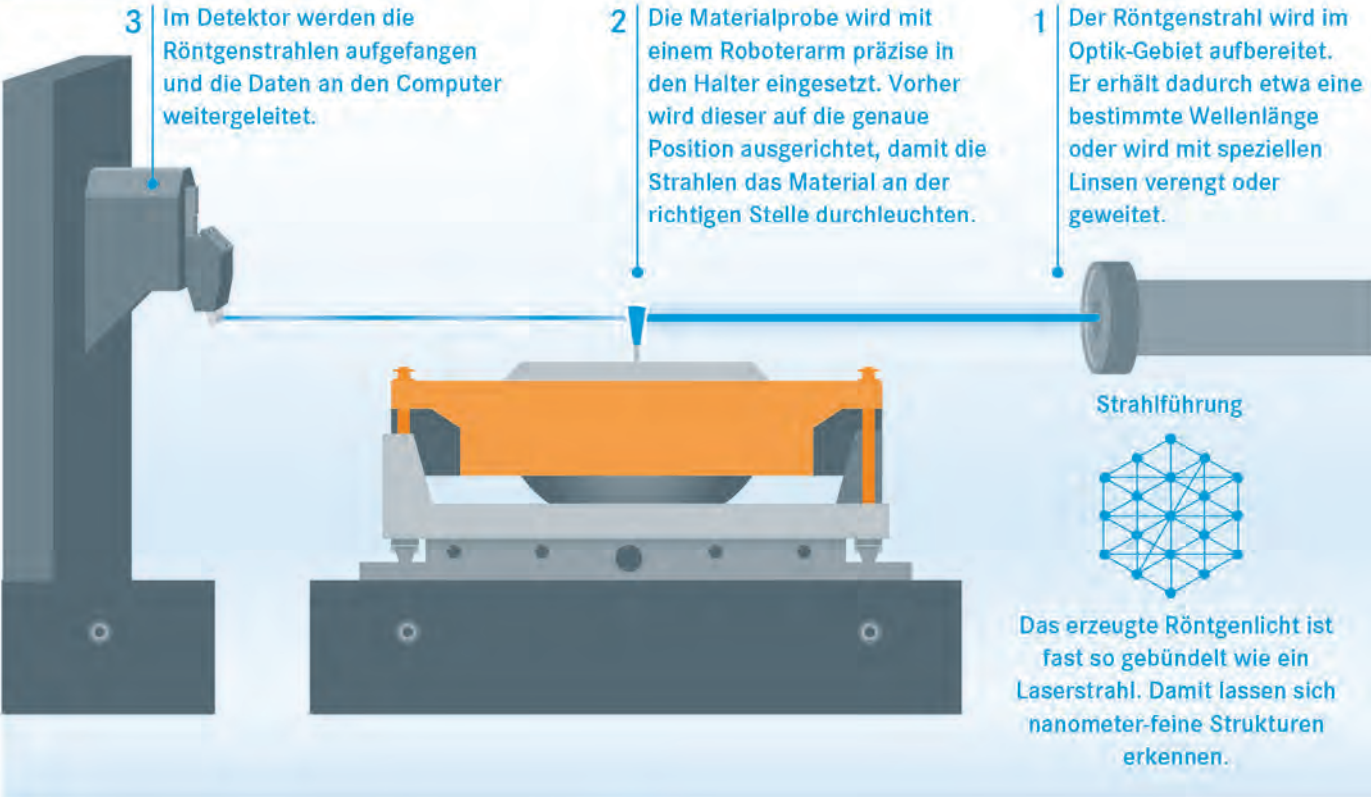
Hier trifft das Röntgenlicht auf die Materialprobe. Je nachdem, welches Material durchleuchtet werden soll und wie die Probe aussieht, gibt es unterschiedliche Verfahren, zum Beispiel Mikro- oder Nanotomographie als bildgebende Verfahren und Röntgendiffraktion zur Untersuchung der atomaren Struktur.

## Optik

Die aus dem Ringbeschleuniger abgelenkte Strahlung muss optisch vorbereitet werden. Der Strahl erhält dadurch etwa eine bestimmte Wellenlänge.



Der Aufbau eines Experiments

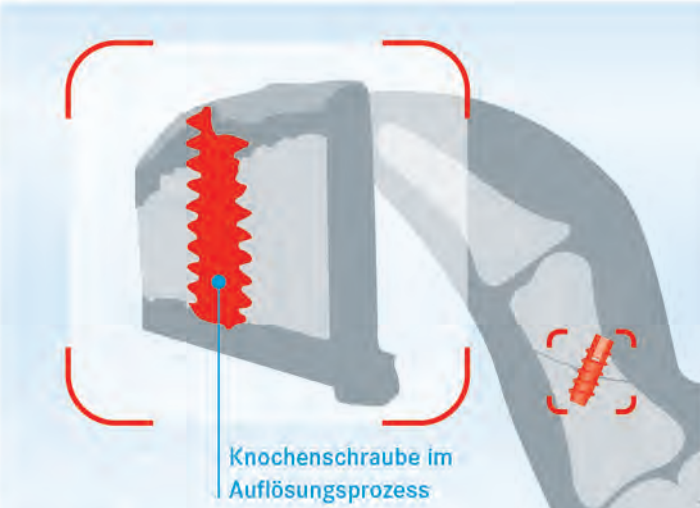


Wie werden die Beamlines für die Forschung genutzt?



BEISPIEL 1

Beim Rührreißschweißen werden feste Verbindungen, z.B. zwischen Materialien wie Kohlefaser-verstärkten Kunststoffen und Metall erzeugt. Mit den Röntgenstrahlen des Teilchenbeschleunigers am DESY können die Ergebnisse bis auf die molekulare Ebene überprüft werden, ob die Verbindung gelungen ist und wie die Schweißnaht im Inneren aussieht.



BEISPIEL 2

Am HZG wurde eine Knochenschraube entwickelt, die sich im Körper während des Heilungsprozesses langsam zersetzt. Eine weitere Operation, um die Schraube zu entfernen, entfällt damit. Wie sich der Abbau genau entwickelt und was dabei mit den Molekülen im Gewebe und im Knochen passiert, kann erst durch die Synchrotron-Bilder richtig nachvollzogen werden.



# Der Geheimagent unter den Forschern

Was bewegt den Institutsleiter  
Burkard Baschek?

Weitere Porträts finden Sie online:



[www.hzg.de/portraits](http://www.hzg.de/portraits)



**Lange scheiterte die Wissenschaft daran, kleine Wasserwirbel zu erforschen: Zu kurzfristig bewegen sie die Oberfläche der Meere. Dem Ozeanografen Burkard Baschek gelang der Durchbruch – seitdem lassen ihn die Strudel nicht mehr los. Mit einer Mischung aus Hightech und Handwerk erforscht er heute das Phänomen.**

Physik? „Das Fach habe ich in der Schule so früh wie möglich abgewählt“, sagt Burkard Baschek, weltweit anerkannter Meeresforscher – und Physiker. Der 49-Jährige grinst. Denn er weiß, wie überraschend seine damalige Abneigung heute wirken mag. Schließlich gilt er längst als einer der führenden Wissenschaftler für die Physik des Ozeans. Vor allem dessen Dynamik hat es ihm angetan: Baschek erforscht die kleinen Wirbel an der Meeresoberfläche. Sie treten unberechenbar auf, bewegen die Wasserschichten der See mit enormen Kräften – und lösen sich dann, schon nach wenigen Stunden, wieder auf. Kaum ein anderer Forscher studiert dieses Phänomen weltweit so intensiv wie Baschek, Institutsleiter am Institut für Küstenforschung am HZG.

Doch als Kind fasziniert ihn eher die Biologie des Meeres. „Bei meinem Zivildienst im Watt auf Sylt stellte ich aber fest: Mich interessiert nicht allein der Naturschutz“, erinnert sich Baschek heute zurück.

**„ Ich wollte das System Meer viel umfassender begreifen.**

Deshalb also doch ein Physikstudium, zunächst in seiner Heimatstadt Heidelberg, dann, nach zwei Jahren, wechselt Baschek nach Kiel, wo er physikalische Ozeanografie studiert.

Danach zieht es ihn in die Ferne, nach Kanada und in die USA: 13 Jahre lang forscht und lehrt er dort. Damals wird der Meereswissenschaftler gerade erst bewusst, dass es eine noch unerforschte Triebkraft in den Ozeanen gibt: Rechenmodelle zeigen, dass sich überall auf den Weltmeeren kleine Wirbel bilden. Aber noch nie ist es gelungen, ihr Auftreten zu dokumentieren oder systematisch Messungen im Wasser durchzuführen – es fehlt die Idee, wie sich diese Daten gewinnen lassen. Denn die kleinen Wirbel zerfallen deutlich schneller als die großen Ströme der Meere, etwa der Golfstrom. „Messungen sind deshalb kaum zu planen“, erklärt Baschek, „sondern wir Forscher müssen spontan reagieren, sobald wir aus der Luft einen Wirbel sichten und dann möglichst viele Messungen durchführen.“

Seine Lösung dafür ist zunächst ein Spezialseil, an dem gleich mehrere Sensoren befestigt sind – diese Messleine zieht er mit ungewöhnlich hoher Geschwindigkeit durchs Meer.

Außerdem schickt Baschek Flugzeuge gen Himmel, die mit speziellen Wärmebildkameras ausgestattet sind: Sie können Temperaturunterschiede von nur 0,03 Grad registrieren. So eröffnen sie den Blick dafür, wie sich die unterschiedlich temperierten Wasserschichten in einem Wirbel mischen. Bis heute ist dieses Messsystem einzigartig – und weltweit führend. Und tatsächlich gelingt es dem Forscher damit, zum ersten Mal Daten aus dem Inneren eines Wirbels aufzuzeichnen.

**Prof. Burkard Baschek**  
leitet den Bereich Operationelle Systeme,  
Institut für Küstenforschung

Es sind raffinierte Entwicklungen wie diese, die Baschek den Ruf als „James Bond-Wissenschaftler“ eingebracht haben: Er tüftelt gerne, erprobt sowohl den Einsatz modernster Technik (aktuell etwa: künstliche Pinguine und Augmented Reality-Brillen), kombiniert aber auch immer wieder einfache, altbekannte Geräte miteinander.

Doch Technik dürfe kein Selbstzweck sein, sagt Baschek, sondern müsse immer im Verhältnis stehen zum Ziel eines Forschungsprojektes. Für seine bislang bekannteste Expedition etwa, Uhrwerk Ozean, ließ er 2016 nicht nur Schnellboote, Flugzeuge und Unterwasserroboter starten, sondern auch einen Zeppelin quer über Deutschland bis zum Einsatzgebiet über der Ostsee schweben. Das brachte dem Projekt enorme Aufmerksamkeit ein, diente aber zualterererst der Forschung. Denn über dem Meer lassen sich Zeppeline wie kein anderes Fluggerät in der Luft parken. So erlauben sie einen optimalen, konstanten Blick auf die Meereswirbel. Bis heute ist dieses Messsystem einzigartig – und weltweit führend.

Expeditionen wie diese seien „Highlights im Leben eines Forschers“, sagt Baschek. Im vergangenen Jahr etwa reiste er mit Kollegen zu den Kapverden. Im Wasser vor der Inselgruppe untersuchte er den Nährstofftransport durch Wasserwirbel. Unklar ist, ob sie Nährstoffe auch aus unteren Meeresschichten in den oberen, lichtdurchfluteten Bereich transportieren und damit das Wachstum von Algen anregen. „Derzeit vermuten wir, dass etwa die Hälfte des Phytoplanktons weltweit in den kleinen Meereswirbeln entsteht“, so Baschek. Entsprechend wichtig könnten die Strudel für das Leben im Meer sein. Teamarbeit ist dem Institutsdirektor auf diesen Expeditionen besonders wichtig:

**„ Wir gewinnen doch alle dazu, wenn unterschiedliche Disziplinen gemeinsam auf eine Region oder eine Forschungsfrage blicken.**

Teampartner ist Baschek aber auch privat: Er spielt Kanupolo und geht gerne mit Freunden auf Tauchgang, etwa am Great Barrier Reef. Die Korallen vor der Küste Australiens faszinieren den Forscher: „In ihrer Artenvielfalt zeigen sie uns sehr genau, was wir verlieren, wenn wir unsere Meere nicht schützen.“ Dass Häuser wie das Hamburger Tropenaquarium lebende Korallen zeigen und den Schutz wilder Riffe unterstützen, sei deshalb ein wichtiger Baustein für den Artenschutz, erklärt der Ozeanograf.

Doch so wichtig ihm der Austausch mit Freunden und Kollegen auch ist: Mitunter zieht sich Baschek gerne ganz zurück. Frühe Paddeltouren führten ihn bis nach Alaska, fünf Wochen fuhr er dort allein durch die Wildnis. „Dabei bin ich auch durch die Wirbel gepaddelt, die ich erforsche“, sagt Baschek. „Aber in solchen Momenten sehe ich nur die Natur: das Meeresleuchten und kalbende Gletscher, Orcas, die neben meinem Kajak auftauchen oder Bären, die am Ufer jagen.“ Da ist sie dann wieder: Die Begeisterung für die Biologie der Meere. In Gestalt eines Physikers.

**Autorin: Jenny Niederstadt**

# Etablierte Wege verlassen

**Am Institut für Biomaterialforschung in Teltow werden die Möglichkeiten der Medizin revolutioniert, künstliche Muskeln für Softroboter geschaffen und Erkenntnisprozesse dramatisch beschleunigt.**

„Wir werden künftig verstärkt mit altersbedingten Erkrankungen konfrontiert“, sagt Andreas Lendlein, Leiter des HZG-Instituts für Biomaterialforschung in Teltow. „Deshalb konzentrieren wir uns auf Innovationen in den Bereichen Gesundheitstechnologien, Medizintechnik und Biotechnologie.“ Die Forscherinnen und Forscher arbeiten dabei auch an Anwendungen, die ältere Menschen in ihrer häuslichen Umgebung unterstützen, bevor sie überhaupt krank werden. Sind Gewebe oder Organe geschädigt oder erkrankt, gilt es, den Körper dabei zu unterstützen, sich komplett zu regenerieren. Hierfür bedarf es

neuer polymerbasierter Biomaterialien. Das sind synthetische oder halbsynthetische Stoffe, die aus Makromolekülen bestehen.

„Unsere Arbeit erstreckt sich von der Grundlagenforschung bis hin zur Anwendung“, erläutert der Institutsleiter. „Wir suchen neue Wege bei Erkrankungen, die für das Gesundheitssystem besonders relevant sind, verbessern Therapien oder entwickeln alternative Ansätze.“ Um präklinische Forschung effizient in die klinische Entwicklung zu bringen, werde von Beginn an auf eine interdisziplinäre Herangehensweise gesetzt. Dabei kommen Biologie, Chemie, Materialforschung und Medizin zusammen. Von den Forschungsaktivitäten bis zur Entscheidungsfindung arbeitet das Institut eng mit Partnern aus der Medizin im In- und Ausland zusammen.

„Wir entwickeln unter anderem Materialien für Implantate, die sich vollständig ins Gewebe integrieren oder dieses sogar funktionell unterstützen“, erläutert Lendlein. „Entzündungseffekte werden minimiert, Regenerationsprozesse stimuliert und idealerweise in die gewünschte Richtung mitgestaltet.“ Je nachdem aus welchem Biomaterial ein Implantat besteht, baut es sich in einem gewünschten Zeitraum komplett ab und fördert bis dahin die vollständige Wiederherstellung des umliegenden Gewebes.

Mithilfe von Algorithmen macht man am HZG-Institut zudem Sprünge bei der Vorhersagbarkeit des Langzeitverhaltens der Polymere, sodass die Forschungszyklen sowohl dramatisch beschleunigt als auch ihre Ergebnisse schneller in die Praxis umgesetzt werden können.

**Autor: Lars Klaaßen**



Auf dem Forschungscampus in Teltow-Seehof liegt das HZG-Institut für Biomaterialforschung. Auf dem Campus entsteht auch das neue SEE:LAB Kompetenzzentrum für Biomaterialien. SEE:LAB soll die Ansiedlung innovativer Unternehmen im unmittelbaren Umfeld der Forschungseinrichtungen ermöglichen.



Prof. Andreas Lendlein leitet das Institut für Biomaterialforschung seit 2002.

Videos und 360°-Clips zum Standort:



[campus-teltow.hzg.de/standort](https://campus-teltow.hzg.de/standort)

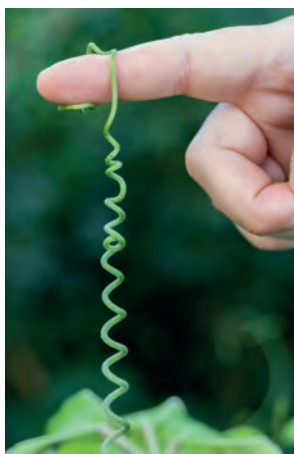
# Muskeln für die Softroboter

**Neuartige Kunststoffe reagieren auf Signale wie Temperatur oder Magnetfeld und bewegen sich entsprechend. Solche Materialien sind reprogrammierbar - ihnen können unterschiedliche Bewegungsabläufe antrainiert werden.**

In einer Gesellschaft, die zunehmend von Dienstleistung geprägt ist, in der immer mehr alte Menschen im Alltag und im medizinischen Bereich auf Unterstützung angewiesen sind, werden künstliche Assistenten an Bedeutung gewinnen, sogenannte Softroboter. Weiche und empfindsame Materialien ermöglichen es, dass solche Assistenten sich der Umwelt besser anpassen und gefahrlos mit Menschen zusammenarbeiten können. Vorbilder sind dabei unter anderem Schlingpflanzen, die ihre Umgebung ertasten und darauf reagieren sowie südamerikanische Kakteen, die sich fortbewegen können.

„Um Materialien für bestimmte Einsätze zu ertüchtigen, programmieren wir sie“, erläutert Marc Behl, Leiter der Abteilung Aktive Polymere. „Diese Fähigkeit verleihen wir ihnen durch das Zusammenwirken von Prozessen auf molekularer und morphologischer Ebene.“ Den Effekt, dass ein Material unter bestimmten Umständen seine Form ändert, kennen wir von hitzeempfindlichen Schrumpffolien oder -schläuchen: Werden diese mit dem Fön erhitzt, können beispielsweise Koffer fest verpackt werden. Ein Manko: Rückgängig lässt sich diese Schrumpfung bislang nicht machen.

„Ein wesentlicher Fortschritt ist uns vor wenigen Jahren gelungen, indem wir weiche Aktuatoren mit einem Formgedächtnis geschaffen haben, die sich dann auch wieder zurückbewegen“, betont Andreas Lendlein, Leiter des Forscherteams. „Kontrolliert werden die Plastikstränge oder Fäden, die sich drehen oder knicken, je nach Bedarf durch unterschiedliche Signale wie Temperatur oder Magnetfeld.“ Darüber hinaus lassen sich solche Bewegungsabläufe völlig kontrolliert in einzelnen Schritten vollziehen, mit Pausen von gewünschter Länge, in denen das Material stillsteht.



Die tendrillenartigen Pflanzen wachsen und suchen, bis sie einen Halt finden. Dadurch können sie sich bewegen und Distanzen überwinden.

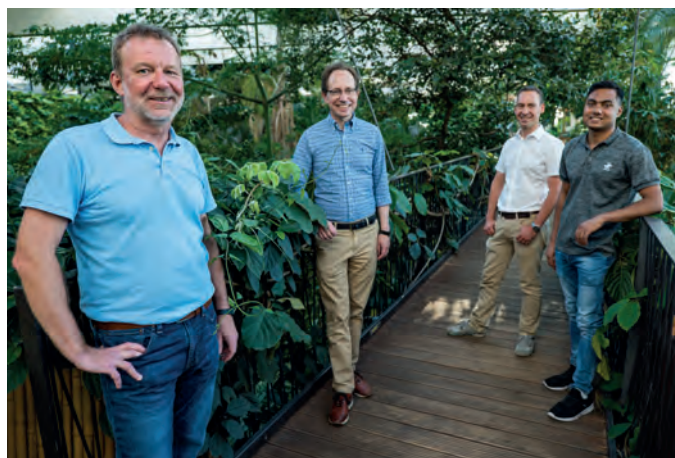
Aus solchen Aktuator-Materialien ließen sich künftig Erntehelfer bauen, die sich von Baum zu Baum hangeln oder Pflegeassistenten, die Menschen umbetten. Um künstliche Muskeln für Roboter zu entwickeln, kooperieren die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Teltow nun mit Expertinnen und Experten für Soft Robotics.

**Autor: Lars Klaaßen**

Videos und 360°-Clips zum Thema:



Wissenschaftler Anil Bastola untersucht die Probe eines speziellen Kaktus aus Südamerika. Nach dessen Vorbild werden künstliche Muskeln für Softroboter hergestellt.



Von links nach rechts: Nicholas Rowe (CNRS), Andreas Lendlein, Marc Behl und Anil Bastola (alle drei HZG) arbeiten gemeinsam im EU-Projekt GrowBot an Soft-Robotern.

# Die Lebensdauer von Kunststoffen vorhersagen

**Ein nachhaltiger Ressourceneinsatz kann durch einen ausgewogenen Produktlebenszyklus erzielt werden. Dabei ist entscheidend, Lebensdauer und Langzeitverhalten zu kennen. Das würde die Umwelt entlasten und die Medizin voranbringen. Hierbei helfen ultradünne Filme und Simulationen.**

Kunststoffabfälle, etwa in Form von Mikroplastik, belasten die Umwelt, vor allem die Ozeane. Einige Materialien sind deutlich länger haltbar als ursprünglich vermutet – und als nötig wäre.

Andere lösen sich schneller auf als erwartet, was ebenso problematisch sein kann. Zu wissen, wann sich bestimmte Kunststoffe unter welchen Bedingungen komplett biologisch abbauen, hätte viele Vorteile. Zum Beispiel bei einem Nahtmaterial, das sich nach einem medizinischen Eingriff zur gewünschten Zeit einfach auflöst. Temperatur, pH-Wert, Enzyme, mechanische Beanspruchung sowie die Interaktion mit Zellen und Geweben haben einen starken Effekt auf die Dauer solcher Prozesse. „Um die Entwicklung neuer Materialien zu beschleunigen, die jeweils gewünschte Eigenschaften und Funktionen aufweisen, arbeiten wir an einer Vorhersagemethode für deren Langzeitverhalten“, sagt Natalia Tarazona, Wissenschaftlerin am HZG-Institut für Biomaterialforschung in Teltow. „Unser Ziel lautet, innerhalb weniger Stunden quantitative Aussagen zum Abbauverhalten von Polymeren treffen zu können, abhängig von Umweltparametern sowie chemischer Zusammensetzung und Struktur.“



Fotos: ©HZG/Gesine Born

Dr. Natalia Tarazona erforscht das Langzeitverhalten von Bioplastik. Das Abbauverhalten ultradünner Schichten liefert hierzu wichtige Erkenntnisse in kurzer Zeit. Die experimentell gewonnenen Daten kombinieren die Forscherinnen und Forscher mit Computermodellen, um Vorhersagen für makroskopische Formkörper zu liefern. Einer von ihnen ist Dr. Rainhard Machatschek.

Dazu werden wenige Mikrogramm Material zu nanoskopisch dünnen Filmen ausgebreitet, die auf einer Wasseroberfläche schwimmen. Durch den Abbau der kettenförmigen Moleküle entstehen wasserlösliche Fragmente, was die Fläche des Films reduziert. Letztere lässt sich präzise messen. Diese experimentell gewonnenen Daten kombinieren die Forscherinnen und Forscher mit Computermodellen, um Vorhersagen für makroskopische Formkörper zu liefern. Denn zur vollständigen Beschreibung des Abbauverhaltens von medizinischen Implantaten oder Alltagsgegenständen fehlt noch ein weiterer Baustein: Der Transport von

kleinen Molekülfragmenten aus dem Material hinaus sowie die Diffusion von Wasser, welches Voraussetzung für die molekularen Prozesse des Abbaus ist, können bei diesem Experiment nicht erfasst werden. „Hierzu eignen sich multiskalige Computersimulationen, in die wir die Ergebnisse mit den ultradünnen Filmen integrieren“, sagt Tarazona. „Mittelfristig wollen wir schon vor der Herstellung von Probekörpern wissen, wie das Langzeitverhalten eines Materials in verschiedenen Szenarien aussieht.“

„Eine Stoffklasse, die uns momentan sehr interessiert, sind die Polyhydroxyalkanoate“, so Tarazona. „Diese PHA haben gegenüber anderen Kunststoffen biologischen Ursprungs den großen Vorteil, dass sie komplett in Bakterien synthetisiert werden, welche man etwa mit Agrarabfällen füttern kann.“ PHA waren zunächst spröde und bildeten schnell Risse. Neuere Vertreter wie Polyhydroxyoctanoat (PHO) sind deutlich elastischer und flexibler. „Da über das Langzeitverhalten dieser PHO nur sehr wenig bekannt ist, haben wir uns das Material unter verschiedenen Umwelteinflüssen angeschaut“, so Tarazona. „Sie sind vollständig abbaubar.“

Videos und 360°-Clips zum Thema:



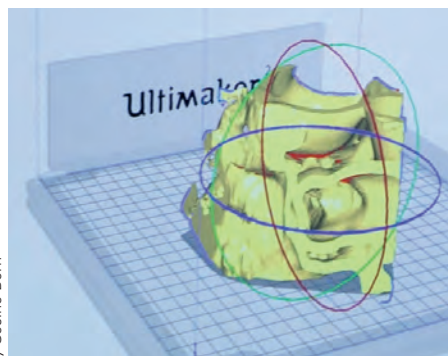
[campus-teltow.hzg.de/flasche](https://campus-teltow.hzg.de/flasche)

**Autor: Lars Klaaßen**

# Genau ins Herz: mit digitalem Blick und 3D-Druck

**Minimal-invasive Eingriffe an Herzklappen können an Modellen geübt werden, die die individuelle Anatomie des Organes exakt darstellen.**

Erkrankungen des Bewegungsapparates und des Herz-Kreislauf-Systems bilden den Schwerpunkt klinischer Forschung am Institut für Biomaterialforschung. Im Fall einer undichten Herzklappe etwa war bis vor wenigen Jahren noch eine Operation am offenen Herzen vonnöten, um die Klappe gegen ein Implantat auszutauschen. Für Ältere oder Menschen mit Vorerkrankungen stellt solch ein Eingriff eine enorme Belastung dar. Mittlerweile ist es auch möglich, die natürliche Klappe mit minimal-invasiven Methoden wieder zu ertüchtigen – theoretisch.



Fotos: ©HZG/Gesine Born



Dr. Markus Reinhaller entwickelt schonende Behandlungsmethoden für Eingriffe am Herzen. Trainiert wird mit individuellen 3D-Modellen aus Polymer.

Bei dieser Art der Behandlung wird ein Clip mittels eines Katheters in den rechten Vorhof geführt. Während des Eingriffs werden die Ränder der undichten Klappe durch den Clip punktuell miteinander verbunden, was das Leck zumindest verringert. Da es sich hierbei nicht um einen offenen chirurgischen Eingriff unter Sicht handelt, ist eine gute Bildgebung essentiell. Um etwas sehen zu können, nutzen Mediziner bislang eine Ultraschall-Sonde. Die Qualität ist allerdings zu oft unzureichend. „Mithilfe digitaler Visualisierungsmethoden, 3D-Druck und einer Ultraschallsonde, die direkt in die Herzhöhle vorgebracht wird, können wir bei diesem Problem Abhilfe schaffen“, sagt Markus Reinhaller. Der Leiter Strukturelle Herzerkrankung am Campus Benjamin Franklin der Charité, der auch am HZG-Institut für Biomaterialforschung tätig ist, arbeitet gemeinsam mit weiteren Forscherinnen und Forschern an dieser Lösung. Die zusätzliche Option zur Bildgebung: Eine kleine Ultraschallsonde (ICE-Katheter) wird sehr nah an die Herzklappe eingeführt. Die Klappe wird dadurch besser dargestellt. Da kardiale Strukturen sich von Patient zu Patient stark unterscheiden, bedarf es für jedes Herz eines methodischen Trainings,

um sich dort zurechtzufinden. Darüber hinaus befinden sich dann zwei Katheter im Einsatz: die Sonde und das Implantat-tragende Kathetersystem.

„Unser Ansatz ist ein individuelles 3D-Herz-Modell aus Polymer, mit dem man den bestgeeigneten Manöverablauf für die Sonde mit den entsprechenden Positionen und Ausrichtungen finden und trainieren kann“, erläutert Reinhaller. Hierzu wurden aus CT-Datensätzen der Patienten dreidimensionale Herzmodelle erstellt und daraus mit einem 3D-Drucker ein physisches Objekt geschaffen.

Eine Studie, die Patienten verglich, die mit dem bisherigen und dem neuen Verfahren behandelt worden sind, erbrachte ein ermutigendes Ergebnis: Der mithilfe von 3D-Modellen eingeübte Einsatz der ICE-Sonde ermöglichte die Behandlung von Patienten, die mit konventioneller Bildgebung nicht oder nur eingeschränkt hätten therapiert werden können.

**Autor: Lars Klaaßen**

Videos und 360°-Clips zum Thema:



[campus-teltow.hzg.de/herz](https://campus-teltow.hzg.de/herz)



Mark Schröder im 3D-Drucklabor in Teltow: Mit Modellen aus speziell gefertigtem Material können die Forschenden die tatsächliche Anatomie jedes Menschen exakt nachbilden.

# Die Trainerin der Stammzellen



Weitere Porträits finden Sie online:



[www.hzg.de/portraits](http://www.hzg.de/portraits)

## Prof. Dr. Nan Ma

leitet die Abteilung „Polymere in Regeneration“,  
Institut für Biomaterialforschung

„**Die Materialwissenschaft ist ein großartiger Forschungsbereich – wir haben nicht nur die Möglichkeit, Grundlagenforschung zu betreiben und Entdeckungen zu machen, sondern können Lösungen liefern. Lösungen für die größten Herausforderungen der Medizin. Das ist ein wahnsinnig gutes Gefühl!**“

Das erzählt Nan Ma mit funkelnden Augen. Die Begeisterung dafür, dass sie in der Forschung arbeiten kann, sieht man der gebürtigen Chinesin sofort an.

Nan Ma arbeitet am Institut für Biomaterialforschung. Dass sie nach ihrem Medizinstudium und der Promotion in Singapur in Deutschland gelandet ist, verdankt sie ihrem inneren Antrieb, mehr erreichen zu wollen und ihrem Mut, neues Land zu betreten. Die heute 48-Jährige wollte als Kind Journalistin werden, aber nach der Schule war für die Tochter zweier Akademiker klar: Medizin sollte es sein. Schnell merkte sie nach ihrem Studium in Changchun jedoch, dass sie als praktizierende Ärztin mit Schwerpunkt auf Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie immer wieder an Grenzen kam. Nicht an ihre eigenen, sondern an die der Technik. „Ich habe viele Patienten leiden sehen, beispielsweise an Zungenkrebs. Wir hatten nur die Möglichkeit die Praktiken anzuwenden, die wir gelernt haben. Oft hieß das: alles betroffene Gewebe herauschneiden“, erinnert sie sich. „Zwischen Gesprächen mit Oberärzten, Patienten und Schwestern waren die einzigen ruhigen Stunden die im OP-Saal. „Das hat mir nicht gereicht, mein Kopf war immer voll, ich hatte keinen Raum zum Denken und für die Wissenschaft.“

Daraufhin ging Nan Ma zunächst nach Beijing, um ihren Master in Immunologie zu machen. Für die anschließende Promotion entschied sie sich für Singapur – das Forschungsthema im Bereich Gentherapie lockte sie. Praktisch, dass ihr Ehemann dort eine Position im Bereich der Materialwissenschaften innehatte. Kurz vor der Geburt ihrer Tochter veröffentlichte sie mit ihrer Arbeitsgruppe eine Publikation, die es auf die Titelseite des Fachjournals *Molecular Therapy* schaffte. Damit konnte sie das tun, was ihr immer schon besonders lag: die Grenzen des bereits Erforschten hinter sich lassen und Neues ausprobieren.

In Singapur boten sich ihr zahlreiche Möglichkeiten: Forschungsgelder, Equipment, Ressourcen. Nan Ma war nicht nur die erste Doktorandin des Instituts und eine der wenigen Frauen, sie hatte auch die Aufgabe, ein Labor komplett neu aufzubauen und auszustatten. Doch sie wollte Europa kennenlernen.

Nur mit einem Koffer kam sie 2003 für eine Post-Doc-Stelle nach Deutschland, um in der Herzchirurgie der Universität Rostock zu arbeiten. „Ich hatte keine Winterkleidung dabei, schließlich wollte ich nur ein halbes Jahr bleiben. Der Kulturschock war zu Beginn immens. Es gab ja noch nicht mal ein

chinesisches Restaurant in Rostock! Mein Mann hat meine Karriere sehr unterstützt, deshalb zog meine Familie kurze Zeit später nach Deutschland.“ Dieser Mut hat sich gelohnt: Im Rahmen eines Sonderforschungsbereichs lernte die Wissenschaftlerin Andreas Lendlein kennen, den Leiter des HZG-Instituts für Biomaterialforschung in Teltow. „Er hat an mich geglaubt und mir vorgeschlagen, mich als Nachwuchsgruppenleiterin in der Helmholtz-Gemeinschaft in Rostock zu bewerben. Ich hätte es nicht erwartet, aber den Job habe ich bekommen.“

Fünf Jahre später, 2011, kam sie als Abteilungsleiterin nach Teltow, wo sie mithilfe der Unterstützung von Andreas Lendlein ein Labor und eine Gruppe aufbaute. Bereits 2013 wurde sie für eine gemeinsame Professur für Biomaterialcharakterisierung mit der Freien Universität Berlin berufen. Das wichtigste Equipment waren für die Molekularbiologin damals schon die konfokalen Mikroskope. „Ich kann etwas erst glauben, wenn ich es sehen kann.“ Was sie mit ihren mehr als zehn Mikroskopen beobachtet, ist faszinierend: Sie schaut Stammzellen beim Wachsen zu und versucht deren Entwicklung mit physikalischen Faktoren zu beeinflussen. Auf eine Publikation ist sie besonders stolz: Anfang 2020 konnte sie zeigen, dass man Stammzellen mithilfe einer besonderen Polymerfolie antrainieren kann, sich zu Knochenzellen zu entwickeln. Die Folie wirkt wie ein künstlicher Muskel mit einem Formgedächtnis, der auf Temperaturveränderungen reagiert. Im Moment bewegt sich die Arbeit von Nan Ma und ihrem Team noch im Bereich der Grundlagenforschung. Sie träumen davon, dass ihre Forschung irgendwann dabei helfen kann, verschiedenste medizinische Probleme zu lösen.

„**Für mich sind die Stammzellen wie kleinste Computer. Wenn wir lernen, wie wir sie gezielt programmieren können, sind wir einen großen Schritt weiter.**“

Die Zellen könnten beispielsweise lernen, sich zu Hautzellen zu entwickeln, die nach großflächigen Verbrennungen eingesetzt werden könnten. Am Knochen können sie Brüche heilen, Herzzellen würden Transplantationen ersetzen und Herzkrankheiten heilen. „Ich bin eine sehr schüchterne Person. Meine liebste Arbeit ist die im Labor, wenn ich mich voll auf die Wissenschaft fokussieren kann. Ich sehe es als ein Privileg an, so arbeiten zu dürfen.“

Nan Ma forscht bereits seit vielen Jahren – ihre Ausdauer trainiert sie auch beim Sport. Am liebsten geht sie zum Spinning ins Fitnessstudio. Sie lebt mit ihrem Mann und den zwei Kindern in Berlin. „Hier merkt man den Kulturunterschied deutlich weniger als in Rostock. Berlin ist multikulturell – und es gibt eine große Auswahl an hervorragenden chinesischen Restaurants“, schmunzelt Nan Ma.

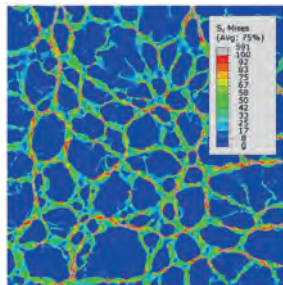
**Autorin: Gesa Seidel (HZG)**

# Nachrichten aus dem Zentrum

## Neues Materialkonzept: Muskulöses Silizium

Ob Smartphone, Laptop oder Smart Watch: Das chemische Element Silizium findet sich in jedem elektronischen Bauteil und noch so kleinen Computerchip. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ist es nun gelungen, Silizium Muskelkraft zu verleihen. Mit dieser neuen Eigenschaft kann das Material erstmals elektrische Signale in mechanische Bewegungen umwandeln. Damit bietet das neue Hybridmaterial völlig neue Perspektiven für die chipbasierte Technik von morgen. An dem Projekt arbeiten Forschende der Technischen Universität Hamburg, des Helmholtz-Zentrums Geesthacht, der Universität Hamburg und des Deutschen Elektronen-Synchrotron zusammen.

Damit der Lautsprecher in einem Smartphone funktioniert, bedarf es sogenannter aktorischer Materialien. Diese führen kleine Bewegungen im Mikrometer- und Nanometerbereich elektrisch und sehr präzise aus und bringen damit beispielsweise Luft zum Schwingen. Bisher konnte Silizium derartige Funktionen nicht übernehmen.



Simulation der Spannungen in den Silizium-Wänden von circa 10 Nanometer Dicke (grün-rot) infolge Ionenbeladung des Polypyrrols (blaue Bereiche).

Das Forscher-Team stattete kleinste Nanokanäle im Silizium mit dem künstlichen, umweltfreundlichen und weichen Muskelpolymer Polypyrrol aus. So ist es gelungen, dass sich diese Muskelmoleküle und damit das komplette Siliziumgerüst des Hybridmaterials unter elektrischer Spannung ausdehnen und anschließend wieder zusammenziehen. Um die Strukturen des Materials korrekt darzustellen, mussten zunächst Abbildungen, die durch Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) erzeugt wurden, in ein kalibriertes Computer-Modell überführt werden. Dieser Schritt wurde erfolgreich im Institut für Werkstofforschung des HZG durchgeführt. Materialforscher Professor Norbert Huber, Co-Autor der Studie, erklärt: „Das TEM-Bild zeigt nur unterschiedliche Graustufen. Es war zunächst schwer zu unterscheiden, was davon Polypyrrol und was Silizium ist. Am Ende konnten wir das TEM-Bild in ein realitätsgetreues Finite-Elemente-Modell überführen und haben dadurch eine Menge über die tatsächlichen Eigenschaften der sehr unregelmäßig ausgeformten Siliziumwände sowie über ihre Rolle im Mechanismus des Aktors gelernt.“ Die Studie wurde im CIMMS und dem Sonderforschungsbereich SFB 986 durchgeführt und im Fachmagazin *Science Advances* veröffentlicht.

Die wissenschaftliche Publikation finden Sie online:



## Herzlichen Glückwunsch Digital Earth!

Im September erhielt das Team des Projekts Digital Earth den Sonderpreis für „Digital Science“ bei den „Digital Leader Awards“. Die Preise werden branchenübergreifend an Projekte und Teams vergeben, welche die digitale Transformation vorantreiben.

In dem interdisziplinären Projekt Digital Earth verbinden Forschende naturwissenschaftliche Themen wie Fluten und deren Auswirkungen sowie Methanquellen in der Deutschen Bucht mit Methoden aus den Datenwissenschaften. Dr. Diana Rechid vom GERICS erklärt: „Wir wollen ein umfassendes Bild von Ereignissen wie einem Elbe-Hochwasser und seinen Ursachen und Auswirkungen erhalten und wie sich solche Ereignisse in Zukunft unter sich ändernden Klimabedingungen ausprägen.“ Dr. Viktoria Wichert ergänzt: „Dafür kombinieren wir unzählige Daten aus den verschiedensten Bereichen miteinander und nutzen zum Beispiel neue Methoden der Datenwissenschaften wie Machine Learning.“

„Das Besondere an Digital Earth ist die Vielzahl von unterschiedlichsten Disziplinen, die zusammenkommen müssen, um gemeinsam Ergebnisse wie den ‚Flood Explorer‘ oder andere standardisierte Ansätze zu entwickeln. Wir haben alle viel gelernt und es hat Spaß gemacht“, sagt Küstenforscher Dr. Holger Brix. Insgesamt acht Helmholtz-Zentren sind an Digital Earth beteiligt. Aus dem HZG sind sowohl Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem Climate Service Center Germany (GERICS) als auch aus dem Institut für Küstenforschung beteiligt: Holger Brix, Viktoria Wichert, Diana Rechid, Laurens Bouwer, Christine Nam, Bente Tiedje, Lennart Marien, Volker Matthias, Ulrich Callies, Andrey Vlasenko, Nicola Abraham und Jan Arndt.

Mehr Informationen:





# Auffällig unauffällig – Extremwellen in der südlichen Nordsee

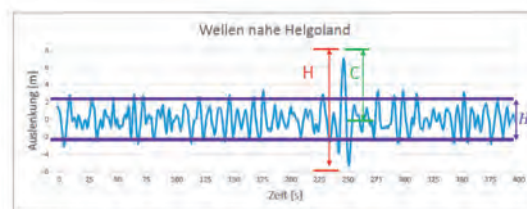
Eine Million – so viele Messreihen haben HZG-Küstenforscherin Ina Teutsch und ihre Kollegen ausgewertet, um herauszufinden, wo, wann und wie oft sogenannte Extremwellen (im Englischen Rogue Waves) in der südlichen Nordsee auftreten. Die Daten stammen von elf Messbojen und Radaren, die an verschiedenen Stationen im Meer aufgebaut beziehungsweise verankert sind.

„Eine Messreihe zeigt Daten für einen Zeitraum von 30 Minuten. Für diese Zeitspanne wissen wir dann, wie hoch die einzelnen Wellen waren. Wir schauen uns an, wie die durchschnittliche Höhe des höchsten Drittels der Wellen in der halben Stunde ist. Wellen, die mehr als doppelt so hoch wie diese sogenannte signifikante Wellenhöhe sind, bezeichnen wir als Extremwellen“, erklärt Ina Teutsch. Die meisten statistischen Extremwellen sind laut der Wissenschaftler ein bis zwei Meter hoch – also weniger extrem als Laien vielleicht erwarten – und treten mehrmals täglich auf.

Ergebnisse der aktuellen Studie: Die Verteilung dieser Wellen ist über das Jahr hinweg relativ konstant – die Jahreszeiten scheinen keinen Einfluss zu haben. Auch gibt es keine auffälligen Gebiete, in denen häufiger Extremwellen vorkommen als in anderen. Aber: „Wir hätten nicht damit gerechnet, dass die Wellen so häufig auftreten“, so die Doktorandin, die seit drei Jahren in der Küstenforschung des HZG tätig ist. Die Studie wurde gemeinsam mit dem

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie erstellt und im Fachmagazin *Natural Hazards and Earth System Sciences* veröffentlicht.

Die Forschenden wissen nun, wie häufig die Extremwellen auftauchen, die Gründe dafür sind jedoch noch nicht abschließend geklärt. Ina Teutsch: „Wir vermuten, dass Wetterlage, Strömungen und Gezeiten einen Einfluss auf die Bildung der Extremwellen haben. Wie genau das im Zusammenspiel funktioniert, müssen wir weiter untersuchen.“ In Zukunft soll die Arbeit der Extremwellen-Forscher dabei helfen, Vorhersagen und Planungen für die Schifffahrt oder Offshore-Anlagen zu erleichtern.



H- Wellenhöhe C- Amplitude  $H_s$ - signifikante Wellenhöhe (der 33% höchsten Wellen)

Extremwellen sind Wellen, die mehr als doppelt so hoch wie die sogenannte signifikante Wellenhöhe  $H_s$  sind.

Die wissenschaftliche Publikation finden Sie online:

<https://doi.org/10.5194/nhess-20-2665-2020>

## Frischer Wind für Wasserstoff

Wasserstoff ist das häufigste Element in unserem Universum. Wird die Energie dieses besonderen Gases genutzt, hinterlässt es kein umweltschädliches  $\text{CO}_2$  oder Methan, sondern ausschließlich Wasser. Klimafreundlich und platzsparend speicherbar, gilt Wasserstoff als zentraler Baustein der Energiewende. Forschende entwickeln Verfahren für die sichere Herstellung, Speicherung, Transport und Nutzung des wertvollen Gases.

Um Wasserstoff umweltfreundlich herzustellen, wird regenerative Energie benötigt. 2050 soll in Deutschland der Anteil der erneuerbaren Energien bei 80 Prozent liegen. Deshalb werden unter anderem Offshore-Windkraftanlagen massiv ausgebaut. Der Wind weht aber nicht ständig in gleichem Maße. Weht er im Überfluss, kann mit dem überschüssigen Strom der Windkraftanlagen mithilfe sogenannter Elektrolyseure Wasserstoff produziert werden.

Dieser Wasserstoff lässt sich speichern oder im Gasnetz zu den Abnehmern transportieren. Materialforscher am HZG entwickeln spezielle Speicher, in denen das Gas fest an Metalle gebunden wird. Die Vorteile gegenüber einem herkömmlichen Druckgastank:

Es wird mit deutlich geringerem Druck gearbeitet, was die gesamte Kette energieeffizienter gestaltet, und das Volumen der Tanks wird wesentlich verringert. Um die Prozesse im Inneren dieser neuartigen Tanks zu verstehen und sie weiter zu optimieren, nutzen die HZG-Wissenschaftler ihre Messplätze am DESY in Hamburg (dazu siehe auch Seite 18 bis 23) und an der Forschungs-Neutronenquelle FRM II in München.

Ob über Gasleitung transportiert oder im Feststoff-Tank gespeichert: Die dem Wasserstoff innewohnende Energie wird für industrielle Prozesse sowie auch im Verkehrssektor fast immer nach Rückumwandlung in elektrische Energie genutzt. Dies gelingt schadstofffrei in Brennstoffzellen. Schon bald sollen Schiffe mit diesen klimafreundlichen Antrieben ausgestattet werden – unter anderem die geplante LUDWIG PRANDTL II (siehe Seite 37). Auch autonome Unterwassergleiter sollen Mini-Brennstoffzellen erhalten und zukünftig der Geesthachter Küstenforschung dienen.

Mehr Informationen:

[hgz.de/frischer-wind-fuer-wasserstoff](https://hgz.de/frischer-wind-fuer-wasserstoff)

# Forschungsschiff LUDWIG PRANDTL 40 Jahre auf See

Sanft wiegt sie auf den ruhigen Wellen der Elbe in ihrem Heimathafen Oortkaten hin und her und wartet auf das nächste spannende Abenteuer: Das HZG-Forschungsschiff LUDWIG PRANDTL.

Benannt ist das Schiff nach dem Physiker Ludwig Prandtl, dem es 1904 erstmalig gelang, mit einem Wasserkanal Strömungsvorgänge zu visualisieren. 1983 lief das Schiff in Hamburg vom Stapel. Heute nutzen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die LUDWIG PRANDTL, um diverse Proben aus dem Wasser oder vom Meeresboden zu sammeln und sie hinsichtlich verschiedener Aspekte zu untersuchen. Aufgrund ihres geringen Tiefgangs (nur 1,7 Meter!) wird sie insbesondere in Flachwassergebieten eingesetzt – ein wichtiger Faktor für die Forschung an Flüssen und Küsten. Häufig kommt bei der Probennahme die Ferrybox zum Einsatz. Das ist ein Messgerät, das kontinuierlich Daten über unter anderem Temperatur, Salz- und Chlorophyllgehalt, über Trübung und Sauerstoffanteil des Wassers sammelt. Dafür nutzen die Forscherinnen und Forscher die Labore an Deck der LUDWIG PRANDTL sowie weitere Messgeräte.

Bald wird unser Forschungsschiff 40 Jahre alt. Da ist es an der Zeit, ihre schönsten Momente Revue passieren zu lassen.



## Experimente und Messkampagnen

### Eine Fülle an Daten

Jedes Jahr werden zahlreiche Fahrten gemacht, um Daten zu sammeln und neue Kenntnisse zu erlangen. Die PRANDTL wird seit vielen Jahren für Untersuchungen auf der Elbe, Ostsee und Nordsee eingesetzt. Ein wichtiges Forschungsgebiet dreht sich um Nährstofftransport und -umsätze in der Elbe und ihrem Ästuar. Die ersten Untersuchungen zu Nährstoffumsätzen mithilfe modernster Isotopentechniken begannen im Jahr 2005 und werden bis heute fortgeführt. Neue Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Nährstoffeinträge wieder zunehmen – vor allem wegen intensiverer Landwirtschaft und Düngeeinsatz. Die Konzentration von Verbindungen wie Ammonium und giftigem Nitrit im Hafengebiet steigen dadurch auch an. Dies bedeutet zusätzlichen Stress für Fische und andere Lebewesen. In der Elbe können die Wissenschaftler auf eine Fülle an Daten zurückgreifen, unter anderem Nährstoffe, pH-Wert, Salzgehalt und Temperatur und stabile Stickstoffisotope, die es den Forschern erlauben, die biogeochemischen Umsatzprozesse im Detail zu untersuchen und zu bestimmen. Die Untersuchungen sind die Basis vieler Publikationen. Das Forschungsschiff wird auch externen Forschungsgruppen bereitgestellt.





### Messpfahl Oderhaff

Die LUDWIG PRANDTL hilft auch beim Ausbringen von festinstallierten Messgeräten: 2018 wurde ein Messpfahl im Oderhaff (Ostsee) in vier Metern Tiefe verankert, um mithilfe der Wellendynamik die Menge an Energie festzustellen, die durch eine Welle fließt. Die korrekte Beschreibung dieser komplexen Energieflüsse wird unter anderem für die Optimierung mathematischer Klimamodelle genutzt. An dem elf Meter hohen Messpfahl ist daher eine Laserapparatur namens „AirSeaPix“ befestigt. Damit konnten die Wissenschaftler Erkenntnisse über die Entstehung von Hurrikans sammeln. Der Messpfahl zeichnet in der Ostsee kontinuierlich Wellen und den Strom der Nebeltröpfchen auf, aber auch der Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxidgehalt im Meer können durch die Messgeräte bestimmt werden.



Schadstoffsuche  
in der Ostsee

Dr. Jochen  
Horstmann entlässt  
einen Drifter



## Die LUDWIG PRANDTL in den Medien

### Uhrwerk Ozean

Viele Messkampagnen, an denen die PRANDTL teilnimmt, werden gar nicht oder nur wenig publik gemacht. Ein Medienauftritt allerdings machte das Forschungsschiff berühmt: Uhrwerk Ozean. Im Juni 2016 wurde das erste Mal in der Geschichte der Meeres- und Küstenforschung ein Zeppelin zur Untersuchung von Meereswirbeln genutzt, um herauszufinden, welche Rolle diese für den Energietransport und die Nahrungskette im Meer spielen. Die Wissenschaftler haben die Temperaturunterschiede an der Meeresoberfläche gemessen und das Farbspektrum des Wassers bestimmt. Messgeräte wie der Drifter, der Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) oder die Schleppkette unterstützten die Forschungsschiffe LUDWIG PRANDTL, Eddy und ELISABETH MANN-BORGESE bei der Untersuchung der Wirbel. Zahlreiche Daten wurden gesammelt und erstmalig konnte ein Wirbel von seiner Entstehung bis hin zu seinem Verfall vermessen werden.

 [www.uhrwerk-ozean.de](http://www.uhrwerk-ozean.de)

### Forschung vor Anker

Zahlreich besucht ist die LUDWIG PRANDTL während unserer "Forschung vor Anker"-Touren. Seit 2009 werden die Arbeiten der Küstenforschung jährlich entlang der deutschen Nordsee- und Ostseeküste auf dem Forschungsschiff präsentiert. Jeder – ob jung oder alt – kann hier kostenlos einen Rundgang über das „Open Ship“ machen, Wissenschaftsluft schnuppern und Forschern Fragen stellen. Aber es gibt auch etwas zu tun: Die Gäste dürfen selbst Messungen durchführen und lernen so die Küstenforschung auf eine ganz andere Art kennen. Das sorgt stets für große Begeisterung und Beteiligung.

 [www.hzg.de/openship](http://www.hzg.de/openship)



*Kapitän  
Helmut Bornhöft  
hat das Schiff  
jahrzehntelang  
gefahren*



### Auf der Suche nach der Gottfried

Kaum zu glauben, doch in der Elbmündung bei Cuxhaven liegt ein Schatz. Im März 1822 sank dort das Schiff „Gottfried“ mit einer Fracht von hunderten altägyptischen Kostbarkeiten. Bis heute wurde der Schatz nicht gefunden – und das Schiff auch nicht. Im Sommer 2010 stellte das HZG dem Archäologischen Landesamt Schleswig-Holstein die LUDWIG PRANDTL zur Verfügung, um die Ladung der Gottfried mit einem neuartigen, hydroakustischen Verfahren ausfindig zu machen. Für die Schatzsuche wurde unter anderem ein Seitensichtsonar genutzt. Es sendet Tonsignale aus, die vom Meeresboden zurückgestrahlt werden, um auffallende Objekte zu finden. Mithilfe des Sedimentecholots lässt sich im Computer ein vollständiges Bild des Meeresbodens darstellen. Unter optimalen Bedingungen – kein Wind, kein Wellengang und strahlendes Wetter – können die Forscherinnen sogar in den Boden hineinsehen. Die Suche brachte den erhofften Fund nicht ans Tageslicht. Doch die Experten geben nicht auf und suchen weiter nach dem Geisterschiff und seiner kostbaren Fracht.



<https://www.youtube.com/watch?v=4vGLrZrOwjM>

*Steuern jetzt das Schiff:  
Die Kapitäne  
Heiko Gerbatsch  
und Marco Schacht*



### Gute Nachrichten für die Deutsche Forschungsflotte: Bund unterstützt Neubau des Forschungsschiffs LUDWIG PRANDTL II

Bedingt durch das Alter des aktuellen Schiffs wird der Ersatz durch einen Neubau notwendig. Die LUDWIG PRANDTL II soll ein weites, interdisziplinäres Spektrum der Küstenforschung, Werkstoffforschung, Polymerforschung und Digitalisierung abdecken und damit vielfältig vom HZG und seinen Partnern für Forschung und Lehre eingesetzt werden. Rund 13,5 Millionen Euro wird der Neubau kosten. Auf der LUDWIG PRANDTL II sind je ein Nass-, Elektro- und Außenlabor sowie ein Labor für Wasserstofftechnologie geplant, außerdem Beobachtungstechnologien mit autonomen Messgeräten, Instrumente zur Strömungsmessung und verschiedene andere flexibel einsetzbare Systeme. Im Antriebskonzept des Schiffes werden am HZG in Geesthacht entwickelte Metallhydridspeicher-Tanks aus der Werkstoffforschung zum Einsatz kommen. Mit Membranen aus der Polymerforschung soll der Schadstoffausstoß von Motoren, die auf der Verbrennung von Schweröl und Diesel basieren, durch die Aufbereitung der Ladeluft minimiert werden. Zusätzlich soll das Forschungsschiff ein völlig neues Informationssystem und Datenmanagement erhalten. Die Kiellegung ist für 2022 geplant.

Mehr Informationen zur LUDWIG PRANDTL II:



[hgz.de/neues-forschungsschiff](https://hgz.de/neues-forschungsschiff)

Fotos: ©HZG/Christian Schmid, ©HZG/Gesa Seidel, ©HZG/Emma Lefebvre,  
©HZG/Patrick Kalb-Rottmann, ©HZG/Sabine-Billerbeck, ©privat

Autorin: Charleen Schwabe (HZG)

# Detektivarbeit: Küstenforscher auf der Spur des Mikroplastiks

**Ein großes Problem für unsere Ozeane bildet Plastikmüll: Bereits mehr als 5,25 Billionen Kunststoffpartikel schwimmen in den Weltmeeren. Nach Schätzungen sollen etwa 14 Prozent des in den oberen Wasserschichten befindlichen Kunststoffmülls Mikroplastikpartikel sein. Mit neuen Messinstrumenten und verbesserter Analytik arbeiten HZG-Küstenforscher an einer standardisierbaren Methode zur Messung dieses Mikroplastiks. Wie viele Teilchen exakt vorhanden sind und um welche Kunststoffe es sich dabei handelt, soll mit der neuen Methodik weitaus schneller und effektiver bestimmt werden. Denn noch weiß man zu wenig über die Gefahren des feinen Plastikmülls für Umwelt und Mensch.**

Mikroplastikpartikel sind nicht größer als ein halber Zentimeter, können bis zu einem Mikrometer klein sein, damit sind sie 50 bis 80-mal kleiner im Durchmesser als ein Haar dünn ist. Sie entstehen zum Teil durch Zerkleinerung größerer Plastikteile im Meer oder gelangen durch Abwässer in die Flüsse und darüber in die Ozeane. Weltweit haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die alarmierende ökologische Allgegenwärtigkeit und Langlebigkeit von Kunststoffpartikeln nachgewiesen. Jedoch sind die Ergebnisse vieler Studien nur bedingt vergleichbar, sodass aktuell die Gesamtsituation kaum verlässlich abzuschätzen ist.

„Unter anderem auf europäischer Ebene wird es künftig hofentlich neue analytische Richtlinien und gesetzliche Maßnahmen geben, um den Anteil des Mikroplastiks in den Weltmeeren zu überprüfen und die Gefährlichkeit der Stoffe richtig abzuschätzen“, erklärt HZG-Doktorand Lars Hildebrandt. „Für vergleichbare Daten sind aber genaue, zeiteffiziente und robuste analytische Arbeitsabläufe und Techniken zur Erfassung des Mikroplastiks dringend erforderlich – bislang werden noch zu viele unterschiedliche

Methoden verwendet.“ So kommt es oftmals vor, dass natürliche Partikel, wie etwa Sandkörner, visuell als Plastikteilchen identifiziert werden. Falsche Ergebnisse entstehen auch durch ungeeignete Methoden zur Probenahme und Probenaufbereitung im Labor, dies stellt ein weiteres immenses Problem dar.

Um das in der Umwelt vorkommende Mikroplastik sicher, valide und zeitsparend zu messen, entwickelt

Lars Hildebrandt gemeinsam mit seinen Kolleginnen und Kollegen aus der Abteilung Marine Bioanalytische

Chemie automatisierbare Methoden zur Probenahme und Partikelmessung.

Erster Schritt war es, ein Gerät zur Gewinnung der Partikel aus dem Meer zu entwickeln: Die Forschenden nutzen für eine Probenahme auf der Fahrt mit dem Forschungsschiff SONNE im Indischen Ozean und auf der LUDWIG PRANDTL in der Elbmündung erstmals den „Geesthacht Inert Microplastic Fractionator“ (GIMPF). Das Gerät nutzt zwei Edelstahlkerzenfilter, um aus Meerwasser Partikel zweier Größenklassen abzutrennen. Partikel größer als 300 Mikrometer und zwischen 10 und 300 Mikrometern können so aus großen Wassermengen angereichert werden. Die Partikel werden anschließend im Labor analysiert.

## Woher stammt das Mikroplastik?

Es entsteht durch Zerfall größerer Plastikteile, etwa durch Sonneneinstrahlung, Hitze, mechanischen Abrieb und biologischen Abbau größerer Abfallteile im Meer. Andere Quellen sind die Kunststoffindustrie sowie feine „Schleifpartikel“ aus Kosmetika oder aus Funktions- und Alltagskleidung, die in Waschmaschinen durchgewalkt wird. Mikroplastik entsteht auch beim Abrieb von Styropor-Dämmplatten und Reifen, den Regen ins Abwasser spült. Da Kläranlagen Mikroplastik nicht völlig aus dem Wasser entfernen können, gelangt einiges davon in Flüsse und schließlich in die Ozeane.



**Fadi El Gareb:**  
**Mikroplastik ist  
allgegenwärtig.**

„Mikroplastik ist so allgegenwärtig, dass Gefäße, Geräte, aber auch zum Beispiel Handschuhe, der Staub in der Luft und Kleidung als Partikelquelle fungieren können. Um sicherzugehen, dass nur das Mikroplastik aus der Probe gemessen wird, haben die Mikroplastik-Analytiker Labore und Instrumente entspre-

chend präpariert und zum Beispiel den GIMPF vollständig aus Edelstahl und Aluminium gefertigt“, erklärt Masterstudent Fadi El Gareb, der 2019 an Bord der SONNE gemeinsam mit Professor Kay-Christian Emeis, Institutsleiter in der Küstenforschung, die Probennahme durchgeführt hat. Um die Kontamination zu minimieren, wurden alle Arbeiten in kleinen, mobilen Clean Benches durchgeführt, die mit speziellen Filtern ausgerüstet sind, sodass die einströmende Luft kontinuierlich von Partikeln befreit wird. Glasbehälter wurden zuvor mit gefiltertem Alkohol gespült, Dichtungen mit Teflon ummantelt sowie nach jeder Probennahme die Filter und alle anderen Geräte aufwendig gespült.

Danach geht es an Land weiter: Dort werden die Partikel mit optischen Methoden untersucht, doch zuvor müssen störende natürliche organische und anorganische Bestandteile durch eine enzymatisch-chemische Behandlung und ein physikalisches Verfahren aus der Probe entfernt werden.

Für die anschließende Detektivarbeit haben die Wissenschaftler ein weiteres neues Verfahren angewandt: Sie haben eine spektroskopische Methode weiterentwickelt, mit der sich die verschiedenen Kunststoff-Typen sicher und schneller identifizieren lassen. Lars Hildebrandt: „Die Proben haben wir mit einem neuen Quantenkaskadenlaser untersucht. Der Laser beleuchtet die Proben mit Infrarotlicht und analysiert die Absorption des Lichts durch die Partikel. Die verschiedenen Teilchen reflektieren auf unterschiedlichen Wellenlängen verschieden stark, abhängig von ihrer chemischen Zusammensetzung. So wird eine Art molekularer Fingerabdruck einzelner Partikel bestimmt.“ Neu an dieser Methode ist zum einen die sehr schnelle Infrarotlaserquelle, die eine Sekunde für die Erzeugung eines Spektrums benötigt, was bei klassischen Instrumenten über 30 Sekunden dauerte. Zum anderen erfolgt die Auswertung der Spektren in einem automatisierten Prozess, sodass die Forschenden nicht mehr,

wie bislang üblich, die Spektren mit dem bloßen Auge mit einer Substanz-Datenbank vergleichen müssen.

**Lars Hildebrandt:**   
**Unser neues**  
**Verfahren ist viel**  
**schneller und**  
**leistungsfähiger als**  
**klassische Verfahren.**

„Das neue Verfahren ist viel schneller und leistungsfähiger als die traditionelle Infrarot-Spektroskopie und kann deshalb in der gleichen Zeit weitaus größere Mengen von Partikelproben analysieren“, erklärt Hildebrandt. Die vollautomatische Analyse von 800 Partikeln und der Vergleich der erzeugten Spektren mit der Datenbank dauern etwa eine Stunde. Zum Vergleich: Das bislang übliche Auswerten kann sich über Tage hinziehen und die Fehlerquote ist höher, da die subjektive Zuordnung der Spektren vom jeweiligen Wissenschaftler abhängt.

Bis ihre endgültigen Ergebnisse vorliegen, benötigen die Wissenschaftler des HZG noch ein wenig Zeit für die Auswertung. Außerdem werden im Dezember und März zwei weitere große Forschungskampagnen mit dem GIMPF im Atlantischen Ozean folgen.

Denn noch immer ist nicht abschließend geklärt, welchen Schaden Mikroplastik für Mensch und Umwelt bewirken kann. Die Frage „Wie viel Mikroplastik befindet sich in der Umwelt?“ kann ebenfalls nicht beantwortet werden. Es fehlen Daten und einheitliche Bewertungskriterien, wie viel Mikroplastik die Umwelt verträgt, beziehungsweise welche möglichen biologischen Effekte entstehen. Die neuen Methoden der Geesthachter Mikroplastik-Detektive könnten helfen, darauf Antworten zu erhalten.

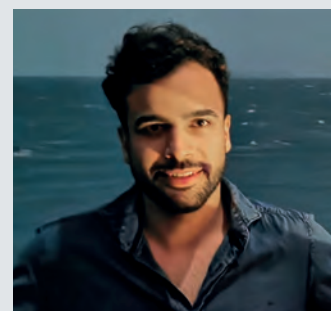
**Autorin: Heidrun Hillen (HZG)**



©HZG/Steffen Niemann

#### ZUR PERSON:

Doktorand **Lars Hildebrandt** ist seit 2018 am HZG in der Abteilung Marine Bioanalytische Chemie tätig. Der Chemiker will in seiner Doktorarbeit einen Beitrag liefern zur Klärung der Umweltrolle von Mikroplastik.



©privat

#### ZUR PERSON:

Masterstudent **Fadi El Gareb** studiert Geowissenschaften an der Universität Hamburg. Gemeinsam mit HZG-Küstenforscher Professor Kay-Christian Emeis hat er 2019 an einer Forschungsfahrt mit der SONNE von Honkong nach Mauritius quer über den Indischen Ozean teilgenommen.

Die Abteilung Marine Bioanalytische Chemie unter der Leitung von HZG-Küstenforscher Daniel Pröfrock besitzt umfangreiche Erfahrungen im Bereich der Ultrapurenanalytik. Neben der Untersuchung von Mikroplastik liegen die Arbeitsschwerpunkte der Abteilung in der Erforschung von Herkunft und Transport von neuen anorganischen Schadstoffen in der aquatischen und marinen Umwelt.

# CO<sub>2</sub>: Futter für *Chlorella sorokiniana marakechensis*

## Membranen der Geesthachter Polymerforschung im Einsatz für das Algenhaus

Gasblasen strömen durch die mit Algen und Flüssigkeit befüllte Bioenergiefassade, die meist grün erscheint. Doch nicht nur von außen ist das Algenhaus in Hamburg ein Hingucker: Auch die Technik dahinter ist außergewöhnlich. Mit Membranen aus dem HZG-Institut für Polymerforschung wird aus dem Rauchgas der hauseigenen Gasheizung Kohlendioxid abgetrennt – damit werden die Algen gefüttert.

Thorsten Wolff überprüft noch einmal, ob das Modul richtig angeschlossen ist, dann geht es los: Der erste richtige Arbeitseinsatz für das neue Membranmodul im Algenhaus. Der Verfahrenstechnik-Ingenieur aus der Geesthachter Polymerforschung begleitet das Projekt bereits seit sechs Jahren. Die Anlage funktioniert sehr solide, doch wird immer mal wieder etwas verändert, um das Optimum aus dem System herauszuholen. So wird etwa mit verschiedenen Algenarten experimentiert. Zuletzt wollte der Betreiber schnell wachsende Algen aus Nordafrika, *Chlorella sorokiniana marakechensis*, anbauen.

Die neue-Membran besteht, so wie auch ihr Vorgänger, aus mehreren Polymerschichten. Dabei besteht die eigentliche Trennschicht aus dem Blockcopolymer „PolyActive“. Mithilfe der in Geesthacht hergestellten Membranen kann aus dem Rauchgas, also dem Abgas der herkömmlichen Gasheizung, ein großer Teil des Kohlendioxids (CO<sub>2</sub>) abgetrennt werden. „Das Rauchgas besteht zu zehn Prozent aus Kohlendioxid mit einem Restsauerstoffgehalt von fünf Prozent, der Rest ist Stickstoff und Wasserdampf. Die Membranen lassen CO<sub>2</sub> und Wasserdampf besonders gut durch, sie sind aber nicht zu hundert Prozent selektiv. Daher können wir nicht ausschließlich CO<sub>2</sub> abtrennen. Wir schaffen es aber, einen großen Teil des CO<sub>2</sub> zu konzentrieren, sodass wir ein Gasgemisch erhalten, das zu 40 Prozent aus CO<sub>2</sub> besteht. Dieses Gemisch wird in die Algenflüssigkeit eingeleitet, der Rest geht über den Schornstein nach draußen.“

Durch Photosynthese, also mithilfe des Sonnenlichts, verwerten die Algen CO<sub>2</sub> und Wasser und wandeln diese in Biomasse und Sauerstoff um. „Die neuen nordafrikanischen Algen wachsen besonders schnell und benötigen dafür viel Kohlenstoff, weshalb wir die Membranoberfläche nun um die Hälfte vergrößert und das Modul angepasst haben. Darin sind insgesamt 104 Membrantauschen verbaut. So kann nun deutlich mehr CO<sub>2</sub> abge-







## Über das Algenhaus

Gebaut wurde das Algenhaus im Rahmen der Internationalen Bauausstellung, die 2013 in Hamburg-Wilhelmsburg stattfand. Der Betreiber des innovativen Gebäudes, in dem zwölf Wohnungen in fünf Geschossen untergebracht sind, ist die Biotechnologiefirma SSC Strategic Science Consult GmbH. Ihr Geschäftsführer Dr. Martin Kerner hat seine Habilitation 1996 am GKSS (heute HZG) in der Umweltforschung abgeschlossen.

Die Bioenergiefassade am Algenhaus besteht aus 129 plattenförmigen Modulen, in denen sich auf einer Fläche von 200 Quadratmetern 3.500 Liter Nährflüssigkeit befinden. Die einzelnen Module sind wie eine Isolierglasscheibe aus vier Schichten aufgebaut und etwa zehn Zentimeter dick. Der mit Nährstofflösung gefüllte innenliegende Spalt ist nur zwei Zentimeter dick. Durch Luftblasen werden die Algen in der Lösung ständig durchmischt, so dass alle Algenzellen möglichst gleichmäßig viel Licht bekommen.

An dem Algenhaus wurden seit 2013 unterschiedliche Projekte im Bereich Forschung und Entwicklung durchgeführt: Es konnte beispielsweise gezeigt werden, dass die Algen bei der Abwasserreinigung helfen können, indem sie Medikamentenrückstände aus dem Wasser abbauen. In einem anderen Projekt ging es darum, ein neuartiges Extraktionsverfahren zu entwickeln, mit dem biologisch aktive Substanzen aus Biomasse während der Kultivierung aus den lebenden Algen abgetrennt und angereichert werden können. Heute hat die Technologie im Algenhaus, die nicht nur nachhaltig ist, sondern auch wirtschaftliches Potential hat, Marktreife erreicht. Die Bioenergiefassaden werden durch die SSC-Tochterfirma cellparc GmbH vermarktet.



Fotos: ©HZG/Christian Schmid

Links: Ingenieur Thorsten Wolff hat das neue Membranmodul (mittig im Bild) im Heizungskeller des Algenhauses eingebaut, das von Dr. Martin Kerner betrieben wird.

Oben: Das Algenhaus in Hamburg-Wilhelmsburg ist ein absoluter Hingucker.

Rechts: Thorsten Wolff arbeitet bereits seit seiner Diplomarbeit im Jahr 2003 am HZG in Geesthacht.



trennt werden als vorher“, erklärt Thorsten Wolff. Die Membranfläche beträgt rund zwölf Quadratmeter.

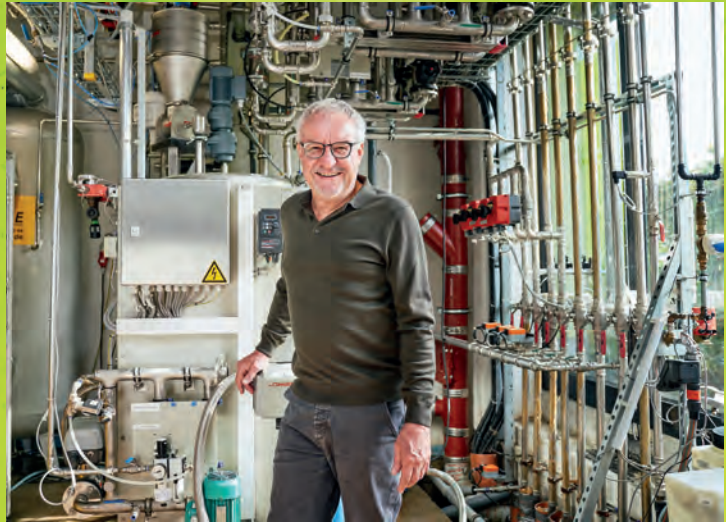
Im Institut für Polymerforschung bilden die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die gesamte Prozesskette ab – ein Alleinstellungsmerkmal in diesem Bereich. Dazu gehören Computersimulationen, die über viele Jahre entwickelt wurden, und zahlreiche Experimente. „Wir gleichen die Messwerte aus unseren Versuchen ständig mit den digitalen Modellen ab. Wenn die Daten übereinstimmen, wissen wir, dass wir auf dem richtigen Weg sind und das Modul fehlerfrei arbeitet.“

Die Membranen werden in der eigenen Membranziehhalle hergestellt und in selbstdesignte Modulbehälter eingebaut. „Gerade die Kombination aus Prozesssimulation, Experimenten, Pilotierung in der Versuchshalle und dem anschließenden Einbau in laufende Anlagen macht die Arbeit hier so spannend“, findet Thorsten Wolff.

Die Algen sind ein wertvoller Rohstoff für diverse Industrien wie die Nahrungsmittel-, Kosmetik- oder Pharmabranche. 30 bis 50 Prozent der gesamten Algenbiomasse werden täglich abgeerntet. Auch das war ein Grund für die neuen Algen: Schnelleres und vermehrtes Wachstum führt zu mehr Biomasse, die dann genutzt werden kann. Während der Betriebszeit zwischen März und Oktober läuft die vollautomatische Anlage bis zu zehn Stunden am Tag in mehreren Zyklen. Pro Stunde werden zehn Kubikmeter Abgas gefiltert, woraus je ein Kubikmeter CO<sub>2</sub>-reiches Gas als „Algenfutter“ entsteht.

Einen weiteren Pluspunkt fürs Klima: Die Bioenergiefassade wirkt wie eine solarthermische Anlage, erzeugt also Wärme. Diese wird ausgekoppelt und seit 2016 dazu genutzt, das Haus komplett mit Warmwasser und Heizwärme zu versorgen. Die nachhaltige Technologie des Algenhauses wird mittlerweile international vermarktet. „Das Algenhaus ist ein einmaliges und sehr schönes Projekt. Ich freue mich sehr, dass wir mit unseren Membranen einen Teil dazu beitragen können“ so Thorsten Wolff. „Außerdem ist es immer ein gutes Gefühl, wenn man sieht, dass es die Forschung in ganz konkrete Anwendungen schafft.“

**Autorin: Gesa Seidel (HZG)**



©HZG/Christian Schmid

1996 hat er seine Habilitation am GKSS (heute HZG) in der Umweltforschung abgeschlossen. Heute ist Dr. Martin Kerner Geschäftsführer der Biotechnologiefirma SSC Strategic Science Consult, die das Algenhaus in Hamburg betreibt.



©HZG/Gesa Seidel

Das im Institut für Polymerforschung entwickelte Modul hat einen Durchmesser von 30 Zentimetern und ist 50 Zentimeter hoch. 104 Membrantaschen sind darin übereinandergeschichtet.

# Warum ist Internationalität so wichtig für die Forschung?

In Zeiten von #BlackLivesMatter und der "Woher kommst du eigentlich"-Debatte möchten wir als international aufgestelltes Forschungszentrum ein Zeichen setzen: Die rund 1.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an unseren Standorten und Außenstellen stammen aus über 55 Nationen. Forschung und Wissenschaft funktionieren nur im gemeinsamen Austausch. Am HZG haben Rassismus und Diskriminierung keinen Platz.



©HZG/Charleen Schwabe

” **Linda van Garderen, Doktorandin, Küstenauswirkungen und Paläoklima**

Da unser persönlicher Bezugsrahmen durch unsere Erziehung und Kultur geschaffen wird, ist es unglaublich wertvoll, eine Gruppe von Wissenschaftlern mit verschiedenen Perspektiven zu haben. Wir alle sehen einen anderen Teil derselben Darstellung, und wir brauchen einander, um einen vollständigen Überblick zu erhalten. Das gilt sowohl für die Internationalität als auch für die Integration unter den Spezialisten. Außerdem macht es großen Spaß, Kulturen und Gewohnheiten auf der Arbeitsebene kennen zu lernen und diese zu vereinen. Wenn man dazu noch etwas kreatives Denken hinzufügt, haben wir im Grunde eine wissenschaftliche (und nicht-aggressive) Version der Avengers, die alle ihre eigenen Stärken in die Mischung einbringen.

” **Dr. Kirti Sankhala, Wissenschaftlerin, Membranen - Materialien und Prozesse**

Internationalität in der Forschung: ein wertvoller Aspekt zur Förderung des Wissens, zur Stärkung der Forschungskapazitäten und zur Gewinnung neuer Perspektiven mit der Vision, Menschen auf der ganzen Welt mit Erkenntnissen zu versorgen. Internationale Forschungszentren wie das HZG bereichern das Forschungs- und Lernumfeld. Internationalität erhöht nicht nur die soziale und kulturelle Vielfalt, sondern hilft dem Team auch, die vorhandenen kulturellen und sprachlichen Unterschiede zu verstehen und davon zu profitieren. Sie gibt den Forschern Klarheit über ihre Stärken und Schwächen und bietet die Möglichkeit, diese auszugleichen. Darüber hinaus wird die Weiterentwicklung von Technologien sinnvoller, wenn sie für alle zugänglich ist. Als Nachwuchswissenschaftlerin möchte ich hinzufügen, dass internationale Zusammenarbeit den Zugang zu zusätzlichem oft spezifischem Fachwissen in der Forschung und den Aufbau von Beziehungen zu anderen Forschern auf diesem Gebiet ermöglicht.



©privat

” **Dr. Jorge dos Santos, Wissenschaftler, Festphase-Fügeprozesse**

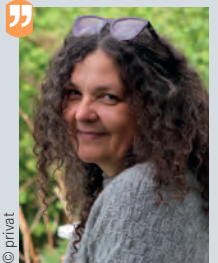
Die HZG-Abteilung Festphase-Fügeprozesse hat seit dem Jahr 2000 etwa 400 ausländische Studierende (Trainees, Bachelor- und Masterstudierende), Doktoranden und Postdocs aufgenommen. Sie kommen aus allen Teilen der Welt und bereichern sowohl die Abteilung als auch das HZG mit ihrer Kultur, ihrer Kreativität, ihrem Einfallsreichtum und ihrer harten Arbeit. Ihr Ansatz und ihre Methodik bei der Bearbeitung wissenschaftlicher und technischer Fragen haben uns in so vielen Fällen die Augen für Lösungen und Ideen geöffnet, die uns anderen wahrscheinlich nicht in den Sinn gekommen wären. Diese „andere Art, die Dinge zu sehen“, ist ein direktes Ergebnis unseres kulturellen Erbes, eine Summe aller Erfahrungen und Ereignisse von der Kindheit bis zum Erwachsenenalter, die in unserer intellektuellen DNA eingebettet ist. Daher ist die Diversität in der Wissenschaft - grundlegend oder angewandt - heute eine Tatsache und kann als treibendes Element des Systems nicht außer Acht gelassen werden. Glücklicherweise ist in wissenschaftlichen Kreisen die Vielfalt "gegeben", und offener Rassismus und Diskriminierung sind eine Ausnahme.



©HZG/Gesga Seidel

” **Prof. Corinna Schrum, Institutsleitung, Systemanalyse und Modellierung**

Wissenschaft ist generell unabhängig von Nationalität und im Idealfall frei von nationalen Interessen. Internationaler wissenschaftlicher Austausch und Zusammenarbeit schaffen neue Anregungen und vergrößern den Raum für Kreativität. Ganz besonders gilt dies für die Küsten-, Meeres- und Klimaforschung, die globale Herausforderungen behandelt. Nur in internationaler Zusammenarbeit lassen sich diese sinnvoll und effizient bearbeiten. Internationalität in Forschung und Ausbildung ist die Grundvoraussetzung dafür, dass wir das nötige Verständnis aufbauen, um kulturelle Barrieren zu überwinden. Nur so können wir sinnvolle Beiträge zu den globalen Herausforderungen leisten.



© privat



## Sturm im Norden: Ist das noch Wetter oder schon Klimawandel? Jetzt online nachschauen auf [sturm-monitor.de](http://sturm-monitor.de)

Stürme verursachen Schäden, hohe Kosten und bergen Sicherheitsrisiken. Wo, wann und wie oft Stürme in Deutschland auftreten, lässt sich nur schwer voraussagen. Doch ob ein schwerer Sturm ein normales Wetterereignis oder schon auf den Klimawandel zurückzuführen ist, klärt die neue HZG-Website „Sturmmonitor“. Der Sturmmonitor vergleicht die aktuelle Sturmsituation mit Winddaten aus den vergangenen sieben Jahrzehnten. So lässt sich ablesen, wie viele Stürme es in der laufenden Saison oder im vergangenen Monat gegeben hat und inwieweit die Zahl vom langjährigen Trend abweicht. [www.sturm-monitor.de](http://www.sturm-monitor.de)

## Neues Handbuch stellt entscheidungsrelevante Forschungsergebnisse zum Klimawandel in Norddeutschland zusammen

Das neue Handbuch „Norddeutschland im Klimawandel“ ist ein Auszug des Hamburger Klimaberichtes. Die Klimaerwärmung hat sich auch in Norddeutschland beschleunigt. Diese Entwicklung kann sich bei einem ungebremsten Treibhausgasausstoß künftig noch verstärken. Neben Handlungsoptionen zur klimaangepassten Stadtplanung werden daher die Folgen des Klimawandels auf wichtige Versorgungsgrundlagen und Infrastrukturen aufgezeigt. Das Buch verdeutlicht: Die Klimawandelfolgen und das 1,5-Grad-Ziel des Pariser Klimaabkommens erfordern einen umfassenden Wandel in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft.

Herausgegeben wird das Buch von Dr. Insa Meinke, Leiterin des Norddeutschen Küsten- und Klimabüros am HZG. Das kostenfreie E-Book können Sie durchblättern oder herunterladen unter [www.hzg.de/norddeutschland-im-klimawandel](http://www.hzg.de/norddeutschland-im-klimawandel)



# Klima im Norden: neues Buch und Webtool



[www.sturm-monitor.de](http://www.sturm-monitor.de)



[www.kuesten-klimabuero.de](http://www.kuesten-klimabuero.de)