



U Bremen
Research
Alliance

Impact

Ausgabe

02

Juli 2020

Das Wissenschafts-Magazin der
U Bremen Research Alliance



- 04 Im Eis
der Arktis
- 08 Mit Aluminium
ins All
- 12 Korallen –
Zeugen des
Klimawandels

U Bremen Research Alliance

Ein Netzwerk aus zwölf
Forschungseinrichtungen

Von der Tiefsee bis ins Weltall

Meeres-, Polar- und
Klimaforschung

Materialwissenschaften
und ihre Technologien

Gesundheits-
wissenschaften

Minds, Media,
Machines



Liebe Leserinnen und Leser,

die Corona-Pandemie machte sich selbst im Nordpolarmeer bemerkbar; sie wirbelte den Zeitplan von MOSAiC, der größten Polarexpedition aller Zeiten, gehörig durcheinander. Die Einschränkungen im weltweiten Verkehr beeinträchtigten den regelmäßigen Austausch der Expeditionsteams, ohne allerdings die Forschungsreise als solche zu gefährden.

MOSAiC ist eine Expedition der Superlative. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 20 Nationen erforschen über ein Jahr lang den Einfluss der Arktis auf das globale Klima. Dass sie maßgeblich von Mitgliedseinrichtungen der Bremen Research Alliance durchgeführt wird, vom Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), und dem Institut für Umweltphysik (IUP) der Universität Bremen, ist kein Zufall. In dieser Ausgabe erzählt Dr. Gunnar Spreen, Leiter der Arbeitsgruppe „Fernerkundung der Polarregion“ am IUP, von der Bedeutung der Expedition und seinen ganz persönlichen Erfahrungen.

So wie das Eis der Arktis sind auch die Korallen dem Klimawandel ausgesetzt. Diese empfindlichen Ökosysteme von beeindruckender Schönheit leiden massiv unter der Meereserwärmung. Als „Archive des Meeres“ geben sie zugleich Auskunft über

Klimaveränderungen der Vergangenheit und helfen dabei, sogar in die Zukunft zu blicken. Das Ausmaß der Erderwärmung in tropischen Gewässern ist ebenfalls Gegenstand der Forschungen in der Allianz, unter anderem am Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT) im internationalen Projekt OASIS.

Sie sehen: Das Meer und unser Klima sind Schwerpunkte dieser zweiten Ausgabe von „Impact“. In den Mitgliedseinrichtungen der U Bremen Research Alliance wird natürlich noch an vielen weiteren Themen geforscht. In ihr kooperieren die Universität Bremen und elf Institute der außeruniversitären Forschung finanziert von Bund und Ländern. Sie beschäftigen zusammen über 6.000 Menschen, die das Bundesland Bremen zu einem führenden Wissenschaftsstandort machen.

Die Zusammenarbeit erstreckt sich über vier Wissenschaftsschwerpunkte und somit buchstäblich „Von der Tiefsee bis ins Weltall“: Wie kommende Trägerraketen mit leichteren, kostengünstigeren und ressourcenschonenderen Raketenstrukturen abheben können, gefertigt mit einer innovativen Legierung im 3D-Druck, berichten wir im Artikel „Mit Aluminium ins All.“

Wir wünschen Ihnen viel Spaß bei der Lektüre!



Prof. Dr.-Ing. Bernd Scholz-Reiter
Rektor der Universität Bremen
Vorsitzender U Bremen Research Alliance e. V.



Prof. Dr. Iris Pigeot
Institutsdirektorin Leibniz-Institut für
Präventionsforschung und Epidemiologie – BIPS
stv. Vorsitzende U Bremen Research Alliance e. V.

Im Eis der Arktis

Die größte Polarexpedition aller Zeiten wird maßgeblich von Mitgliedseinrichtungen der U Bremen Research Alliance durchgeführt. Geleitet vom Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 20 Nationen über ein Jahr lang den Einfluss der Arktis auf das globale Klima. Mit an Bord des Forschungsschiffes „Polarstern“ war Dr. Gunnar Spreen vom Institut für Umweltphysik (IUP) der Universität Bremen.

Diverse Messinstrumente wie verschiedene Mikrowellenradiometer (Mitte) erfassen Eigenschaften des Schnees und Eis.





Die Polarstern (L.) wird von einem russischen Eisbrecher unterstützt. Wissenschaftler (u.) ziehen einen Eisbohrkern.

Zwei, drei Klicks am Computer und er ist wieder dort – inmitten von Schnee und Eis, bei Temperaturen von zeitweise minus 35 Grad Celsius in einer Landschaft mit meterhohen Presseisrücken, Eisrinnen und Schneeverwehungen, die ihn fasziniert. Welche Messungen sind heute durchgeführt, welche Proben genommen, welche Fortschritte gemacht worden? Täglich verfolgt der 44-jährige Physiker in einem internen Logbuch für Expeditionsteilnehmer auf der MOSAiC-Website den Berichten der Kolleginnen und Kollegen, tauscht sich mit ihnen aus, immer noch.

„Im Winter vor Ort zu sein, die Dynamik des Eises zu erleben wie mit der ‚Polarstern‘, das ist schon sehr besonders.“

Dr. Gunnar Spreen, Leiter der Arbeitsgruppe „Fernerkundung der Polarregion“ am IUP, war schon oft in der Arktis – einmal war er mit einer norwegischen Expedition eingefroren. „Aber im Winter vor Ort zu sein, die Dynamik des Eises zu erleben wie mit der ‚Polarstern‘, das ist schon sehr besonders“, erzählt Spreen nicht frei von Wehmut. Zweifellos: Für einen auf Meereis spezialisierten Wissenschaftler ist MOSAiC ein Höhepunkt der Laufbahn.

Das Kürzel MOSAiC steht für „Multidiziplinäres Driftobservatorium zur Untersuchung des Arktisklimas“ und für eine Expedition der Superlative, wobei das Observatorium die 118 Meter lange und 25 Meter breite „Polarstern“ ist. Wie einst Fridtjof Nansen mit seiner „Fram“ treibt das Forschungsschiff, umgeben von Eis, ein Jahr lang durch das Nordpolarmeer, nie



–35

Grad Celsius und darunter gilt es zu widerstehen.

zuvor ist ein Schiff im Winter so weit in den Norden vorgedrungen. 300 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Disziplinen aus 20 Ländern wechseln sich abschnittsweise an Bord ab. Zur ersten Gruppe gehörte Spreen.

Die Arktis verändert sich rasant – mit Folgen für das Klima weltweit. Seit den 1980er Jahren hat sich die Eisdecke im Sommer um über 40 Prozent zurückgezogen. Schmilzt das Meereis, vergrößert sich die Wasserfläche entsprechend. Sie nimmt im Sommer mehr Sonnenstrahlen auf, Wasser und Atmosphäre erwärmen sich, was zu noch weniger Eis führt. Rückkopplungseffekte wie diese untersuchen die Forschenden beispielsweise und sammeln dafür vor Ort Daten.

Wer auf Arktisforschung spezialisiert ist, für den führt kaum ein Weg am Bundesland Bremen vorbei. Als der Wissenschaftler das Angebot bekam, seine eigene Arbeitsgruppe für die Meereisfernerkundung aufzubauen, zögerte er nicht lange. „Das IUP der Uni Bremen ist in der Satellitenfernerkundung weltweit führend, und das AWI mit seiner Expertise in der Polarforschung hat eine ungeheure Anziehungskraft“, meint Spreen. Dass er an dieser Jahrhundert-Expedition teilnehmen würde, war 2015, als er vom Norwegischen Polarinstitut in Tromsø an das IUP wechselte, dennoch nicht absehbar.

Der Physiker betreibt seine Arbeitsgruppe gemeinsam mit dem AWI. Seine Doktorandinnen und Doktoranden sowie zwei Postdocs arbeiten tageweise dort, dann wieder am IUP. „Diese Kooperation in der U Bremen Research Alliance ist gelebter Alltag, sie könnte enger gar nicht sein“, freut sich Spreen. Und sie manifestierte sich in eben jener Anfrage, die Spreen, kaum im neuen Job, von einem AWI-Kollegen bekam: ob er bei MOSAiC dabei sein wolle!

Im September 2019 verließ die „Polarstern“ den Hafen seiner alten Wirkungsstätte in Tromsø mit dem Umweltphysiker an Bord. Er ist Teil des „Project Boards“, des Führungsteams, und verantwortet die Satellitenfernerkundung. Ob Ökologen, Biogeochemiker, Ozeanographen, Atmosphären- oder Meereisforscher – viele Wissenschaftlerinnen und



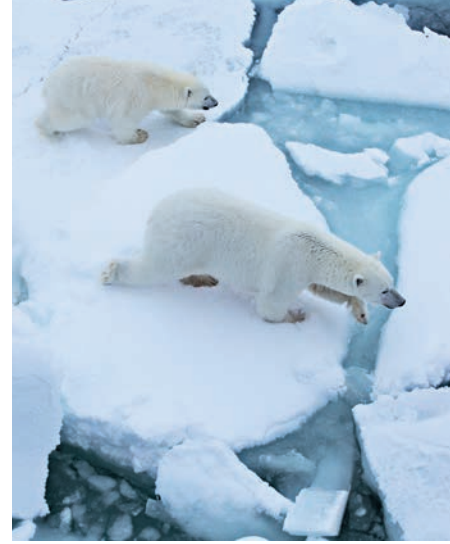
Experte für Satellitendaten:
Dr. Gunnar Spreen.

Ganz viel Grau:
Satellitenbild der Arktis



40

Prozent der sommerlichen Eisdecke der Arktis ging seit den 1980er Jahren verloren. Eisbären waren seltene Besucher der Expedition.



„Die Kooperation in der U Bremen Research Alliance ist gelebter Alltag, sie könnte enger gar nicht sein.“

Wissenschaftler auf dem Forschungsschiff arbeiten mit Satellitendaten. Eine von Spreens Aufgaben im Vorfeld der Reise bestand darin, Weltraumagenturen in Japan, Korea, den USA und Europa zu überzeugen, ihre Satelliten auf MOSAiC zu richten und die Daten mit den Forschenden zu teilen. Das gelang auf beeindruckende Art und Weise. Noch nie blickten so viele Augen verschiedenster Nationen aus dem All auf die Arktis. Schon bei der Suche nach einer passenden Scholle für die Überwinterung der „Polarstern“ erwies sich dies als vorteilhaft. Groß, stabil und dick genug musste sie sein, auch zum Aufbau des Wissenschafts-Camps mit seinen zahlreichen Instrumenten. Über die Auswertung der Daten war Spreen unmittelbar an der Auswahl beteiligt.

In seinem Arbeitsalltag analysiert der Wissenschaftler das Eis der Nordpolarregion mithilfe von Satellitenaufnahmen aus 800 Kilometer Höhe. Für seine eigenen Experimente hat er Instrumente auf dem Eis aufgebaut, die auch in den Satelliten vorhanden sind: Mikrowellenradare etwa und eine Hyperspektralkamera. „Wir wollen verstehen, wie die Signale, die wir per Satellit messen, durch unterschiedlichen Schnee und Eis beeinflusst werden“, erklärt er.

Die Ausdehnung des Eises, seine Schneedicke, das Alter des Eises – das alles messen Satelliten. Sie tun das aber nicht direkt, die Daten müssen umgerechnet werden, und sie werden beeinflusst durch sich ändernde Umweltbedingungen, etwa durch Schmelztümpel, die die Signale abändern. Wie aber genau

geschieht das? „Um bessere Methoden zur Nutzung unserer Satellitendaten entwickeln zu können, müssen wir mit den gleichen Instrumenten vor Ort sein“, sagt Spreen.

Gut 300 Meter von der „Polarstern“ entfernt haben die Wissenschaftler die Geräte aufgebaut: eine anstrengende Arbeit bei bis zu minus 35 Grad Celsius, geschützt vor der Kälte mit einem speziellen Anzug und begleitet von bewaffneten Eisbärwächtern. Kabel werden verlegt, Schrauben angezogen, Proben entnommen. Mit Handschuhen ging das oft nicht. „Bei den Fingern musste man am meisten aufpassen, dass es nicht zu Erfrierungen kam.“

„Wir wollen verstehen, wie die Signale, die wir per Satellit messen, durch unterschiedlichen Schnee und Eis beeinflusst werden.“

Jeden Tag war Spreen draußen auf dem Eis unterwegs in fast totaler Dunkelheit, nur erhellt durch das Licht der „Polarstern“ und gelegentlich durch die Kraft des Mondes. Was ihn besonders beeindruckt hat in dieser Zeit? „Die Dynamik des Eises“, sagt er sofort. „Einmal waren wir auf dem Eis, da bildeten sich Risse. Schollen bewegten sich gegeneinander, türmten sich mit lauten Geräuschen innerhalb kurzer Zeit zu Eisrücken auf. Das war nicht gefährlich, aber sehr, sehr beeindruckend.“ Wer das jemals erlebt habe, wer jemals in der Arktis gewesen sei, den lasse diese Landschaft so schnell nicht mehr los, schwärmt er.

Anfang 2020 ging es für Gunnar Spreen zurück nach Bremen. Die Forschung im nächsten Zeitabschnitt setzte zunächst sein Mitarbeiter Dr. Markus Huntemann vom AWI fort, der zu Spreens Arbeitsgruppe gehört. Dann kam das Virus und wirbelte den Zeitplan der Expedition gehörig durcheinander – mit der Folge, dass Spreen auf dem letzten Fahrabschnitt ab dem 15. Juli bis Mitte Oktober erneut an Bord der „Polarstern“ sein wird. Auch nach dem Ende der Forschungsreise wird sie ihn weiter beschäftigen, mit der Auswertung der Daten werden sich viele Doktorandinnen und Doktoranden befassen. „Mit MOSAiC“, sagt Gunnar Spreen, „haben wir noch Jahre zu tun.“



Auf der Brücke der „Polarstern“:
Welches ist der beste Weg durch das Eis?

MOSAiC erleben – im Deutschen Schiffahrtsmuseum

Gleich zwei Ausstellungen im Deutschen Schiffahrtsmuseum / Leibniz-Institut für Maritime Geschichte in Bremerhaven vermitteln bis zum 14. Oktober 2020 die Faszination und Bedeutung von MOSAiC. So können Museumsgäste in der Ausstellung „360° Polarstern – Eine virtuelle Forschungsexpedition“ mit dem weltbekannten Eisbrecher auf Entdeckungsfahrt gehen. Dabei werden digitale Ausstellungsinhalte mit realen Exponaten von Bord des Schiffes kombiniert. Eisscheinwerfer, Forschungsgeräte, Expeditionskleidung oder persönliche Erinnerungsstücke und Fotografien aus vier Jahrzehnten Forschungsschiffahrt erzählen Geschichte und Geschichten von Bord. Die gesamte Ausstellung findet auf einem Grundriss der Polarstern im Maßstab 1:2 statt.

Klima- und Meereswandel sind unmittelbar miteinander verbunden. Den Einfluss des Klimawandels auf das Meer, die enormen Auswirkungen für die Polarregionen, die Schifffahrt und Ökosysteme zeigt die Sonderausstellung „Sea Changes – Welt und Meer im Wandel“. Sie thematisiert auch die historische Dimension, indem Beispiele aus den verschiedenen Etappen der Forschungsschiffahrt der vergangenen 150 Jahre bis heute vorgestellt werden.

www.dsm.museum/polarstern und
www.dsm.museum/seachanges

Mit Aluminium ins All

Bauteile in Trägerraketen sind extremen Bedingungen und Kräften ausgesetzt. Für den Einsatz im Weltraum entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der U Bremen Research Alliance im Projekt „@ALL“ neue Legierungen – mit einzigartigen Eigenschaften.

30

Ein Laser fährt in einem metallischen 3D-Drucker über das Pulverbett und erzeugt einen Blitz.

Jahre reichen die Wurzeln der 3D-Technologie zurück.





Über Jahrzehnte haben sich Ingenieurinnen und Ingenieure mit dem Verbrennungsmotor beschäftigt, ihn verfeinert, perfektioniert. Und dann kommt da der Elektroantrieb daher, eine neue Technologie, die das Alte über kurz oder lang ablöst und die Grenzen des Machbaren verschiebt.

So ähnlich sei das auch mit der 3D-Drucktechnologie, erklärt Dr. Axel von Hehl, Leiter der Abteilung Leichtbauwerkstoffe am IWT, dem Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien. Diese verschiebe die Grenzen nicht nur um Millimeter, sondern gleich um etliche Zentimeter. Von einer disruptiven Innovation spricht von Hehl gar. „Bis vor Kurzem war es völlig unvorstellbar, solche zum Teil widerstrebenden Werkstoffeigenschaften zu erzielen. Dass so etwas mit dieser Technologie nun möglich ist, ist ziemlich cool.“

Das IWT nutzt die 3D-Technologie, deren Wurzeln bereits über 30 Jahre zurückreichen und die mit den immer weiter steigenden Anforderungen an die einzelnen Werkstoffe momentan einen bedeutsamen Aufschwung erlebt. Die Forschenden am Leibniz-Institut wenden sie etwa für das im Sommer 2018 gestartete Forschungsprojekt „@All – Additive Fertigung für Aluminium-Trägerraketenstrukturen“ an. Gefördert mit rund einer Million Euro durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und das Land Bremen sind an ihm die Ariane Group beteiligt, Airbus, die Unternehmen Materialise und Innojoin, Spezialisten für den 3D-Druck und das Laserschweißen – sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Leibniz-IWT und des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), das ebenfalls Mitglied in der U Bremen Research Alliance ist.

„Das Ziel ist, mithilfe des 3D-Drucks eine leichte, hochfeste, aber doch flexible und zugleich kostengünstigere und ressourcenschonendere Legierung für die Raumfahrt zu entwickeln.“

Ihr gemeinsames Ziel: mithilfe des 3D-Drucks eine leichte, hochfeste, aber doch flexible und zugleich kostengünstigere und ressourcenschonendere Legierung für die Raumfahrt zu entwickeln, einen alternativen Werkstoff, gefertigt aus verschiedenen Metallen. Oder auf eine Kurzformel gebracht: Titan raus, Aluminium rein.

Titan wird in vielen Bauteilen von Trägerraketen wie der Ariane 5 verwandt. Es ist teuer, äußerst energieintensiv in der Herstellung und soll daher möglichst ersetzt werden. Zum jetzigen Zeitpunkt gilt eine Legierung mit Namen „Scalmalloy“ als das Nonplusultra, in der die Seltene Erde Scandium enthalten ist. Vor allem durch dieses Element erzielt die Legierung genau die Eigenschaftskombination, die den besonderen Anforderungen im Weltall gerecht werden kann. Doch der Aufbereitungsprozess des Leichtmetalls Scandium ist äußerst kompliziert. Geliefert wird es von nur wenigen Ländern wie China oder Russland, der Abbau ist weit davon entfernt, ressourceneffizient zu sein. Zudem ist Scalmalloy durch Patente geschützt. Die Folge: enorm hohe Preise und Lizenzgebühren für die Legierung – ein Grund mehr, sich auf alternative Legierungen zu konzentrieren. „Scalmalloy wollten wir schlagen“, sagt von Hehl.

Mit Würfeln wie diesen werden
die Materialeigenschaften getestet.



Von der Pulverherstellung bis zur Materialprüfung: Marcel Hesselmann verantwortet das Projekt am IWT.



Die Eigenschaften eines Materials sind weitgehend temperaturabhängig. Es verändert sich mit steigender oder abnehmender Temperatur. Im Weltall ist es vor allem kalt, sehr kalt sogar. Bis 77 Kelvin, was rund minus 200 Grad Celsius entspricht, sind Materialproben getestet worden. In der Regel verlieren Metalle unter diesen Bedingungen ihre Verformbarkeit und drohen, unter hohen Belastungen zu brechen. Zudem müssen die Legierungen in den Raketen hohe Vibrationen und Lastwechsel aushalten und sollten möglichst leicht sein. Beim Bestreben, mehr Nutzlast mitzunehmen, zählt jedes Gramm.

Für die Entwicklung des Materials und für spätere Demonstrationen hat das Projektkonsortium zwei Beispielstrukturen ausgewählt. „Dabei geht es zum Beispiel um ein Bauteil, das die Stabilisierung von Tankleitungen umfasst, die durch die Rakete laufen. Diese Leitungen vibrieren beim Start der Rakete stark. Zudem dehnen sie sich aufgrund der Temperaturschwankungen im All aus und ziehen sich später wieder zusammen. Das Bauteil muss also auch sehr flexibel sein“, erläutert Marcel Hesselmann, Projektverantwortlicher für @ALL am IWT.



Der 26-jährige Wissenschaftler steht an einem unscheinbaren grauen Kasten mit zwei kleinen Sichtfenstern. In dem Metall-3D-Drucker fährt ein ständig aufblitzender Laser über das graue Pulverbett und zieht eine Schmelzspur hinter sich her, die sofort abkühlt. Hier entstehen aus unterschiedlichsten Elementen etwa zehn mal zehn Millimeter kleine Würfel, deren jeweilige Eigenschaften sodann untersucht werden.

„Die Legierungen müssen hohe Vibrationen und Lastwechsel aushalten, sie sollten möglichst leicht sein.“

Das Pulver ist die Basis der Legierung. Die Forschenden stellen es selbst in einer schlauchartigen Anlage her, die sich über mehrere Stockwerke erstreckt. Sie verwandelt Metallblöcke verschiedenster Zusammensetzung in viele winzige Partikel, die in Mikrometern gemessen werden. Ein Mikrometer entspricht 0,001 Millimetern. Vor der Verarbeitung werden die Partikelgrößen exakt bestimmt und ihre Eigenschaften charakterisiert. „Wir können am IWT die gesamte Prozesskette abdecken: von der Pulverherstellung über die Untersuchung der Partikeleigenschaften bis hin zur Verarbeitung im 3D-Drucker, der Wärmebehandlung und Prüfung der Materialeigenschaften. Das ist in Deutschland einmalig“, erläutert Hesselmann.

–200

Grad Celsius kann es im Erdorbit kalt werden. Diese Temperaturen muss das Material aushalten.

50

Prozent Gewichtsreduktion
wären theoretisch möglich.

Was sie selbst nicht können, steuern die Kolleginnen und Kollegen vom AWI bei. Sie sind für die Optimierung der Geometrie des Bauteils zuständig, das möglichst leicht, fest und doch flexibel sein soll. Dabei greifen sie auf Vorbilder aus der Natur zurück. Bei einem solchen bionischen Design nutzen die Forschenden Algorithmen, um Bauprinzipien der Natur nachzubilden, die eine möglichst optimale Materialnutzung ermöglichen. @All greift beispielsweise auf Streben und Gitter zurück, deren einzelne Dicken und Anordnung genau auf die Belastung abgestimmt sind. Diese Prinzipien finden sich etwa bei Mikroorganismen aus dem Meer – bei Kieselalgen, die im Laufe der Evolution besonders effiziente Leichtbaustrukturen in Form von Waben, Gittern oder Streben entwickelt haben.

„Wir können Bauteile entwickeln, die bei derselben mechanischen Leistung erheblich leichter sind oder bei selbem Gewicht eine bessere Leistung ermöglichen.“

So wird ein Minimum an Material genutzt. „Mit diesem Verfahren können wir Bauteile entwickeln, die bei derselben mechanischen Leistung erheblich leichter sind oder bei selbem Gewicht eine bessere Leistung ermöglichen“, sagt Nils Kaiser, Projektingenieur am AWI. Im Idealfall seien Gewichtsreduktionen von bis zu 50 Prozent möglich. Alle zwei, drei Wochen stimmten sich die Projektbeteiligten über die bisherigen Fortschritte und die nächsten Aufgaben ab. „Wir ergänzen uns in unseren Kompetenzen sehr gut“, freut sich Kaiser.

Unscheinbar grau, komplett unspektakulär wirkt das neue Material. Seine vielfältigen Fähigkeiten sieht man ihm wahrlich nicht an. Welche Metalle es außer Aluminium enthält – die genaue Rezeptur also – ist ein Geheimnis, das, wenn überhaupt, erst nach Projektende im Spätsommer gelüftet werden wird. Noch stehen einige abschließende Tests aus. Die Legierung könnte ein Meilenstein werden, nicht

Die neu entwickelte
Trägerrakete Ariane 6



nur hinsichtlich ihrer Eigenschaften, sondern auch, was die Kostenseite betrifft. Sie wird deutlich günstiger als Scalmalloy sein. Die Projektpartner von der Ariane Group haben jüngst eine neue Trägerrakete entwickelt, die Ariane 6. Im kommenden Jahr soll sie erstmals Satelliten ins All transportieren. In einer der kommenden Versionen der Rakete könnte die neue Legierung zum Einsatz kommen. Auch andere Anwendungsmöglichkeiten über die Raumfahrt hinaus halten die Wissenschaftler für sehr gut möglich – etwa in der Luftfahrt oder im Schienenverkehr. „Wir stehen“, ist Axel von Hehl überzeugt, „erst am Anfang unserer Möglichkeiten.“

Additive Fertigung

Sie ist eine Fertigungstechnologie mit großem Potenzial und bietet viele Vorteile gegenüber herkömmlichen Fertigungsverfahren, die insbesondere für die Luft- und Raumfahrtbranche interessant ist. Denn: In kaum einer anderen Branche spielt Gewicht eine so große Rolle wie bei der Entwicklung und beim Bau von Flugzeugen und Raketen. Kein Wunder also, dass sich Bremen – einer der wichtigsten europäischen Raumfahrtstandorte – zu einem Innovationsmotor in der Additiven Fertigung entwickelt hat, angetrieben durch die Mitglieder der U Bremen Research Alliance. Hier forschen Materialwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler der Universität Bremen, des Leibniz-IWT sowie des Fraunhofer IFAM. Gemeinsam mit Forschungspartnern aus anderen Wissenschaftsdisziplinen wie Meereswissenschaften, Bionik und Robotik entstehen im Netzwerk Ideen für neue Anwendungsbereiche, interdisziplinäre Projekte und wegweisende Innovationen.

Korallen – Zeugen des Klimawandels

Sie sind die Archive der Meere. An Korallen lässt sich feststellen, wie stark sich menschliches Handeln auf unsere Ozeane auswirkt. Gefördert von der deutsch-französischen Forschungsinitiative „Make Our Planet Great Again“ untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in der U Bremen Research Alliance das Ausmaß der Erderwärmung in tropischen Gewässern.



Bedrohtes Ökosystem:
ein tropisches Korallenriff

100.000

Jahre alt sind die ältesten Korallen, die Dr. Henry Wu am ZMT untersucht.

Der unterarmdicke weißliche Bohrkern, den Dr. Henry Wu vom Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT) in der Hand hält, hat eine weite Reise hinter sich. Er stammt von einer Steinkoralle aus der Küstenregion vor Rotuma, einer Insel der Republik Fidschi, mehr als 15.000 Kilometer von Bremen entfernt. Die ältesten Korallen, die der Paläoklimatologe untersucht, sind mehr als 100.000 Jahre alt. In ihnen haben sich im Laufe ihres Lebens viele Informationen angesammelt.

Korallen wachsen im Durchschnitt wenige Millimeter pro Jahr. Sie fühlen sich am wohlsten in sauberem Wasser und leben bis zu 50 Meter unter der Meeresoberfläche, wo die Sonnenstrahlen sie noch erreichen. Wie die Jahresringe von Bäumen erzählen die Mikroproben aus ihrem Kalkskelett von den sich wandelnden Umgebungsbedingungen: von Temperaturschwankungen, Niederschlägen, der Versauerung des Wassers und dem Salzgehalt – und das auf Monate genau.

„Wenn wir die Vergangenheit kennen, können wir bessere Vorhersagen über die Zukunft machen.“

Diese Archive des Meeres nutzt Wu im Rahmen seines auf fünf Jahre angelegten Forschungsprojekts. „Das Klima hat sich auf natürlichem Weg immer wieder verändert. Wir wollen wissen: Wie tiefgreifend waren diese Veränderungen? Welchen Einfluss hat die Industrialisierung seit Beginn des 19. Jahrhunderts?“, erzählt der Wissenschaftler. „Wenn wir die Vergangenheit kennen, können wir bessere Vorhersagen über die Zukunft machen.“



Schätzt den Forschungsstandort Bremen:
Dr. Henry Wu vom Leibniz-Zentrum für
Marine Tropenforschung (ZMT)

OASIS hat der 40-Jährige das Projekt genannt. Das Kürzel steht für „Witnesses to the Climate Emergency: Ocean acidification crisis and global warming observations from tropical corals“. Der Titel hat zudem eine wörtliche Bedeutung: „Für mich sind Korallenriffe wie Oasen in der Wüste: Sie sind Orte voller Leben.“ Nirgendwo in den Ozeanen existieren so viele verschiedene Arten wie in den tropischen Korallenriffen, schätzungsweise sind es eine Million. Sie sind nicht nur ein bedeutsames Ökosystem, sondern zählen zu den schönsten und spektakulärsten Lebensräumen der Erde.

Dass Wu mit seinem Team diese bedrohten Oasen erforschen kann, hat auch mit Donald Trump zu tun. Der amerikanische Präsident schuf ungewollt die politischen Voraussetzungen für OASIS. Als eine Reaktion auf den Ausstieg der USA aus dem Pariser Klimaabkommen gründete der französische Präsident Emmanuel Macron im Jahr 2017 die Forschungsinitiative „Make Our Planet Great Again“. Ihr schlossen sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) an. Rund 300 Forschende bewarben sich um die Förderung, eine Experten-Jury des DAAD wählte in Deutschland 13 Projekte aus – darunter für den Bereich „Erdsystemforschung“ das Vorhaben Wus am ZMT, das mit einer Million Euro gefördert wird.



Doktorandin Sara Todorović, vom Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT) nimmt Mikroproben vom Kalkskelett (r.) einer Koralle.



„Wir ergänzen uns sehr gut und profitieren etwa von der gemeinsamen Nutzung der Forschungsinfrastrukturen und dem Fachwissen hier am Standort.“

Bei dem Projekt arbeitet Wu mit Kolleginnen und Kollegen vom Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) der Universität Bremen und dem Alfred-Wegener-Institut (AWI) in Bremerhaven zusammen. Beide Institutionen gehören wie das ZMT der 2016 gegründeten U Bremen Research Alliance an, welche die Universität Bremen und die elf außer-universitären Forschungsinstitute im Land Bremen miteinander verbindet. „Wir ergänzen uns sehr gut und profitieren etwa von der gemeinsamen Nutzung der Forschungsinfrastrukturen und dem Fachwissen hier am Standort“, erzählt der Wissenschaftler.

Die Ozeane absorbieren etwa 90 Prozent der überschüssigen Wärme, die bei der Erwärmung der Erde durch den Klimawandel entsteht. Sie nehmen zudem rund ein Drittel des Klimagases Kohlendioxid (CO₂) auf. Überschüssiges CO₂ reagiert mit Wasser zu Kohlensäure, der pH-Wert des Meerwassers sinkt. Das saurere Milieu erschwert es kalkbildenden Organismen wie einigen Planktonarten, Muscheln und Korallen, ihr Kalkskelett zu bilden. Diese Zusammenhänge sind bekannt. Aber das Wissen über die praktischen Auswirkungen der Ozeanversauerung in den Tropen ist begrenzt; es fehlt an Langzeitmessungen.

Wie sehr sich der pH-Wert des Meerwassers verändert hat, lässt sich an der Analyse von Bor-Isotopen in den Bohrkernen der Korallen feststellen. Bor ist ein natürlicher Bestandteil von Meerwasser, die Korallen nehmen es auf, während sie ihr Kalkskelett bilden.

Der pH-Wert bestimmt hierbei, in welchem Verhältnis die Bor-Isotope in das Skelett eingebaut werden. Die Forschenden wollen aber nicht nur die Veränderungen des pH-Wertes vor und seit der Industriellen Revolution bestimmen, sondern auch die damit einhergehende Veränderung der Meeresoberflächentemperatur und der Wasserchemie. Dies geschieht weltweit in Regionen des Atlantiks, Pazifiks und des Indischen Ozeans. Zu den Forschungsstandorten gehören unter anderem Indonesien, die Andamanen in Indien, Fidschi, Kuba und Costa Rica.

Die Isotopenanalyse des Kalkskeletts wird im Labor von Prof. Dr. Simone Kasemann vom MARUM durchgeführt, ein aufwendiges Verfahren, das einen Reinraum benötigt. In den Laboren des AWI untersucht Henry Wu gemeinsam mit Prof. Dr. Jelle Bijma die Korallenbohrkerne auf Spurenelemente wie Lithium, Bor, Magnesium und Barium. „Unsere Expertise am ZMT liegt in der Ökologie“, erklärt der Klimaforscher.

Der in Taiwan geborene Henry Wu kennt das MARUM sehr gut: Es war sein erster Arbeitgeber in Deutschland nach Studium und Promotion in den USA. Warum er dieses für so viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gelobte Land verlassen hat? „Als ich die Möglichkeit hatte, als Postdoc nach Bremen zu kommen, habe ich nicht gezögert. Die Einrichtungen der Meeres-, Polar- und Klimaforschung in Bremen haben weltweit einen ausgezeichneten Ruf.“ Nach einer Zwischenstation am French National Centre for Scientific Research (Centre national de la recherche scientifique, CNRS) in Paris kehrte er 2017 zurück nach Bremen, diesmal ans ZMT. Dort leitet er die Nachwuchsarbeitsgruppe Korallen-Klimatologie.

Nachhaltige Forschung:
Die älteren Bohrkern
werden mit neuen
Methoden untersucht.



1,5

Grad Celsius im Durchschnitt:
So sehr haben sich die Ozeane seit
dem 19. Jahrhundert erwärmt.

Neben den Einrichtungen der Forschungsallianz sind an OASIS auch internationale Partner verschiedenster Wissenschaftsdisziplinen aus den USA, Puerto Rico und Neukaledonien beteiligt, die teilweise eigene Bohrkerne in das Projekt einbringen. „Für eine nachhaltige Forschung greifen wir wie bei den Kernen aus Rotuma auf vorhandene Proben zurück“, erzählt Wu. Werden neue Bohrkerne gewonnen, werden die Löcher in den Korallen zum Schutz gegen Mikroorganismen und Tiere mit Beton verfüllt. Die Korallen wachsen unbeeinträchtigt weiter.

Bereits in früheren Projekten hat sich Henry Wu mit Korallen und den Auswirkungen des Klimawandels auf Riffe beschäftigt. Seine bisherigen Erkenntnisse zeichnen ein wenig ermutigendes Bild. Die Ozeane haben sich seit dem 19. Jahrhundert erheblich erwärmt, im Durchschnitt um 1,5 Grad Celsius. Zugleich sind die Meere saurer geworden, der pH-Wert ist um 0,2 gesunken. „Das sind Unmengen an CO₂, die diesen Effekt verursacht haben“, so Wu.

**„Ich habe Gigabytes an Daten,
welche die von Menschen
verursachte Erwärmung
der Ozeane belegen.“**

In jüngster Zeit waren die Korallen noch nie ähnlichen Belastungen ausgesetzt. Die heutigen erhöhten Wassertemperaturen führen zur Korallenbleiche und zum Absterben der Korallen. „Das Ausmaß und die Geschwindigkeit, mit der sie eingehen, sind beispiellos“, betont Henry Wu. „Das ist deprimierend zu sehen.“ Sterben die Korallen, hat dies weitreichende negative Folgen für das gesamte Ökosystem mit seiner Flora und Fauna. Dennoch wird es bei einer fortschreitenden Ozeanversauerung auch einzelne Gewinner geben. Bestimmte Steinkorallen sind robuster, sie passen sich eher an. „Die Diversität nimmt allerdings ab, daran besteht kein Zweifel.“

Das ZMT verfügt zu
Forschungszwecken
über eine eigene Meer-
wasserversuchsanlage.



Am Klimawandel an sich könne es daher keine Zweifel geben, obwohl sie von manchen immer noch geäußert werden. Diese Leute könnten sich bei ihm vom Gegenteil überzeugen, betont Henry Wu: „Ich habe Gigabytes an Daten, welche die von Menschen verursachte Erwärmung der Ozeane belegen.“

Korallenforschung in Bremen

Korallenriffe zählen zu den bedeutendsten Ökosystemen unseres Planeten, sie dienen Fischen als Kinderstube und als Wellenbrecher schützen sie die Küsten. Mehrere Mitglieder der U Bremen Research Alliance beschäftigen sich mit Korallen und ihrer Bedeutung. Sie forschen nicht nur in den Tropen, sondern in allen Weltmeeren und Wassertiefen. An interdisziplinären Projekten arbeiten die Einrichtungen oft gemeinsam. Fossile Korallen dienen als Klimaarchive, sie werden in Bohrkernen im Bremer IODP-Bohrkernlager am MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften der Universität Bremen gelagert, an dem sich Forschende mit Kaltwasserkorallen in der Tiefsee beschäftigen. Hier hat auch das Alfred-Wegener-Institut einen Forschungsschwerpunkt. Die Korallen der Tropen und die nachhaltige Nutzung tropischer Küsten-ökosysteme sind Gegenstand natur- und sozialwissenschaftlicher Arbeiten am Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT). Das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie forscht zur effizienten Kartierung von Riffen mittels Hyperspektalkameras und Künstlicher Intelligenz.



In der U Bremen Research Alliance kooperieren:



www.uni-bremen.de/research-alliance

Impressum/Fotonachweis

Herausgeber: U Bremen Research Alliance e. V.

Redaktion und Text: Rainer Busch

Korrektur und Lektorat: Dr. Maria Zaffarana

Gestaltung: Büro 7 visuelle Kommunikation GmbH

Fotos: Jens Lehmkuhler; außer: Seite 1: Melanie Bon, Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT); Seite 1, 4 u. 7: Stefan Hendricks; Seite 2: MARUM u. DLR; Seite 3: Universität Bremen; Seite 5: Jan Rohde u. Esther Horvath; Seite 6: Esther Horvath; Seite 11: ESA – David Ducros; Seite 12: Lisa Röpke, Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT)

Druck: Print74

