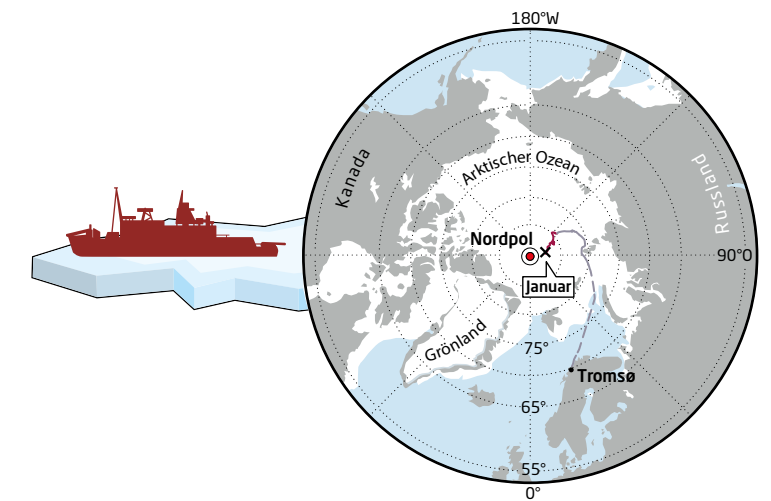




Das arktische Meereis ist keine ebene, spiegelglatte Eisfläche. Im Gegenteil. Überall dort, wo Eisschollen zusammenstoßen oder gegeneinandergedrückt werden, türmen sich sogenannte Presseisrücken auf. Diese können bis zu 20 Meter hoch werden. An der Eisoberfläche aber sieht man davon nur das obere Zehntel.



DriftStory 03

Beben und Barrikaden

Die Dicke des Meereises hängt nicht allein davon ab, wie viel Meerwasser im Winter zu Eis gefriert. Entscheidend ist auch, wie häufig das Eis bebt und bricht, sich Schollen übereinander schieben und auftürmen. Warum das passiert und wieso wir mehr über die Hintergründe wissen müssen, erläutern die AWI-Meereisexperten Luisa von Albedyll und Stefan Hendricks im Interview.

meereisportal.de: Frau von Albedyll, Herr Hendricks: Sie beide untersuchen im Rahmen der MOSAiC-Expedition, wie sich die Dicke des arktischen Meereises im Laufe des Jahres verändert. Warum ist diese Größe für unser Wissen über die Arktis so entscheidend?

Stefan Hendricks: In der aktuellen Klimadebatte wird uns häufig die Frage gestellt, zu welchem Zeitpunkt die arktische Meereisdecke im Sommer erstmals so umfassend schmelzen wird, dass wir von einem eisfreien Arktischen Ozean sprechen können. Solche Vorhersagen zu treffen ist bislang schwierig, weil wir noch viel zu wenig über die tatsächliche Dicke des Eises wissen. Von ihr aber hängt maßgeblich ab, ob Teile der Meer eisdecke den Sommer überleben werden oder nicht, denn bekanntlich braucht dickes Eis deutlich mehr Zeit, um zu schmelzen als dünneres Eis.

Luisa von Albedyll: Die Eisdicke kann durch zwei Prozesse zunehmen: Zum einen natürlich durch die Abkühlung und das Gefrieren des Meerwassers an der Eisunterseite, was so lange funktioniert, wie die Lufttemperatur kalt genug ist und die Eisdecke nicht zu dick wird, als dass sie eine weitere Auskühlung des Wassers verhindert. Je nach Höhe der Schneedecke auf dem Meereis kann das in der Arktis vielerorts schon bei einer Eisdicke von drei Metern der Fall sein. Der zweite Prozess verläuft deutlich schneller, denn hierbei geht es um Bewegungen und Verformungen des Eises, welche durch Wind und Wellen hervorgerufen werden. Das Eis schiebt sich infolgedessen zusammen und türmt sich zu sogenannten Presseisrücken auf, was dazu führt, dass die Eisdecke an vielen Stellen zwischen 10 bis 20 Meter dick ist.

meereisportal.de: *Dabei heißt es doch, das Meereis der Arktis wird immer dünner ...*

Luisa von Albedyll: Das stimmt. Gleichzeitig wird das Eis aber auch immer schneller und beweglicher. Das bedeutet, Bewegungen und Verformungen des Eises werden für die Gesamtdicke der Meereisdecke immer entscheidender. Vielerorts machen sie mittlerweile 50 Prozent der Eisdicke aus. In unseren Klimamodellen aber sind diese Prozesse noch nicht



Zwei Forscher bergen ein Stromkabel, welches verschüttet worden war, nachdem sich ein Presseisrücken aufgetürmt hatte.

so gut verankert, weshalb wir im Zuge von MOSAiC jetzt das Ziel verfolgen, die Deformationsprozesse besser zu verstehen und die Klimamodelle entsprechend anzupassen.

meereisportal.de: *Wie genau beobachten Sie, wie schnell sich das Eis bewegt und in welchem Ausmaß es sich verformt?*

Luisa von Albedyll: Wir kombinieren eine Vielzahl ganz unterschiedlicher Messungen. Zum Beispiel analysiere ich Meereisaufnahmen des Sentinel-1-Satelliten. Das ist ein radargestützter Satellit, der im Mikrowellenbereich misst und Aufnahmen mit einer Auflösung von 50 Metern erzeugt. Das heißt, wann immer der Satellit über das MOSAiC-Zielgebiet fliegt, erhalten wir auch eine sehr gute Aufnahme. Meine Aufgabe lautet nun, herauszufinden, inwiefern sich das Eis zwischen zwei Aufnahmezeitpunkten bewegt hat. Dafür verwende ich einen Algorithmus, der Bild 1 und Bild 2 miteinander vergleicht, in beiden Aufnahmen nach ein und demselben Muster sucht und auf Basis dessen dann berechnet, wie weit sich dieses Muster in irgendeine Richtung bewegt hat. So erhalte ich dann die Driftgeschwindigkeit des Eises und konnte unter anderem mitverfolgen, wie sich FS Polarstern durch die zentrale Arktis bewegt hat. Die Koordinaten des Schiffes sind eine großartige Referenz, mit deren Hilfe ich jederzeit überprüfen kann, ob mein Algorithmus auch richtig gerechnet hat. Außerdem nutze ich die Daten des schiffseigenen Eisradars, welches mir in hoher Auflösung verrät, wie sich das Eis in einem Umkreis von fünf Kilometern bewegt.

meereisportal.de: *Verrät Ihr Algorithmus auch etwas über Eisverformungen?*

Luisa von Albedyll: Ja, wenn ich die Bewegung benachbarter Eisschollen vergleiche, sehe ich, wo sich das Eis zusammenschiebt, wo es auseinanderdriftet, wo Schollen sich aneinander vorbeischieben und wo nichts dergleichen passiert. Interessanterweise ist das Eis in den Zonen, in denen Meereis deformiert wird, oft relativ eben und dünn. Das heißt, wann immer Meereis zusammengedrückt wird, verformt es sich nicht wie ein weicher Schwamm als ganzer Block, sondern reagiert eher wie Holz, das man zu stark beansprucht hat. Das heißt, es bricht und alle Kraft entlädt sich an einer Stelle oder entlang einer Kante; meist dort, wo das Eis am dünnsten ist. Anschließend schiebt es sich übereinander, türmt sich auf und bildet einen Presseisrücken.

Stefan Hendricks: In einem solchen Moment laufen starke Erschütterungen durch die Eisdecke. Auf dem Eis kann man das noch in einiger Entfernung hören. Unsere russischen Kooperationspartner haben deshalb seismische Messgeräte auf der MOSAiC-Scholle ausgelegt, um solche Deformationsereignisse und die dazugehörigen Eisbeben zu detektieren. Außerdem haben wir sogenannte Stress-Bojen im Eis verankert. Diese messen den Druck im Eis. Ergänzt werden diese Datenerhebungen durch regelmäßige Eisdickenmessungen, welche wir seit Beginn der Expedition jede Woche zu Fuß durchführen, den Messschlitten immer im Schlepptau. Dafür haben wir gleich am Anfang zwei Rundkurse auf der Scholle abgesteckt – einen auf dem etwas dickeren Teil der Scholle; den zweiten



DR. STEFAN HENDRICKS

forscht als Meereisphysiker am Alfred-Wegener-Institut. Er hat sich auf die Messung der Meereisdicke mit Hilfe von Satelliten spezialisiert, nimmt aber auch regelmäßig an Schiffs- und Flugzeugexpeditionen in die Arktis teil.



Im ebenen ungestörten Teil einer Eisscholle ist das Vermessen der Eisdicke eine vermeintlich einfache Aufgabe: Ein Forscher geht voran und misst die Schneedicke mit der Magna-Probe; ein zweiter folgt und zieht den Messschlitten.

auf dem dünnen Eis, welches den Sommer 2019 gerade so überlebt hatte. Bis in den November hinein verliefen beide Strecken über glattes, ebenes Eis. Als dann jedoch Mitte November 2019 ein Sturm über uns hinwegzog, bildete sich im dünneren Teil ein Riss im Eis. Die Schollenteile bewegten sich hin und her und schoben sich am Ende enorm zusammen. Was vorher eine ebene, glatte Eisfläche war, glich nun einem Trümmerfeld.

meereisportal.de: **Haben Sie die Eisdickenmessungen daraufhin einstellen müssen?**

Stefan Hendricks: Nein, im Gegenteil. Dieses Deformationsereignis war für uns ausgesprochen interessant. Als wir das Eis wieder betreten durften, sind wir über die Presseis-Barrikaden geklettert, haben den Kurs der alten Messstrecke wieder neu abgesteckt und mit den Messungen an Ort und Stelle weitergemacht. Immerhin bot sich uns die großartige Chance, genau zu dokumentieren, wie sich die Gesamteisdicke verändert, wenn sich eine ebene Eisfläche in ein solches Trümmerfeld verwandelt.

Luisa von Albedyll: Wenn es im Frühjahr wieder heller wird, werden wir die Eisdicke auch wieder vom Bordhubschrauber aus vermessen können. Bei diesen Messungen kommen

dann unser Meereisdickensensor EM-Bird und ein Laserscanner zum Einsatz. Letzterer erstellt uns ein hochaufgelöstes Höhenmodell der Eisoberfläche. Wir erhalten quasi eine sehr genaue 3D-Karte der Eisoberfläche, welche wir dann mit den Satellitendaten und allen anderen Daten zusammenführen können. Genau das ist ja das Großartige an MOSAiC – wir haben die Chance, alles zu messen, was wir wissen müssen, um in der Frage „Wie verändern Eisverformungen die Eisdicke?“, einen großen Schritt voranzukommen.

meereisportal.de: **Was können Sie denn jetzt schon sagen:**

Wie bewegt sich das Eis während seiner Reise durch die zentrale Arktis?

Luisa von Albedyll: Ein großer Teil des arktischen Meereises entsteht in den sibirischen Randmeeren, von wo es der Wind dann auf die offene See hinauschiebt. Anschließend treibt das Eis in der sogenannten Transpolardrift über den Nordpol Richtung Grönland. Innerhalb dieser großen Hauptströmung bewegt sich das Eis aber nicht überall gleich schnell, sondern es wandert in großen Komplexen, von denen jeder ein anderes Tempo haben kann. Diese Eisflächen oder Schollenverbünde können Tausende Quadratkilometer groß sein. An ihren Rändern kommt es immer wieder zu Zusammenstößen, zu Scherbewegungen oder zu einem Auseinanderdriften, weil sich ein Komplex eventuell schneller

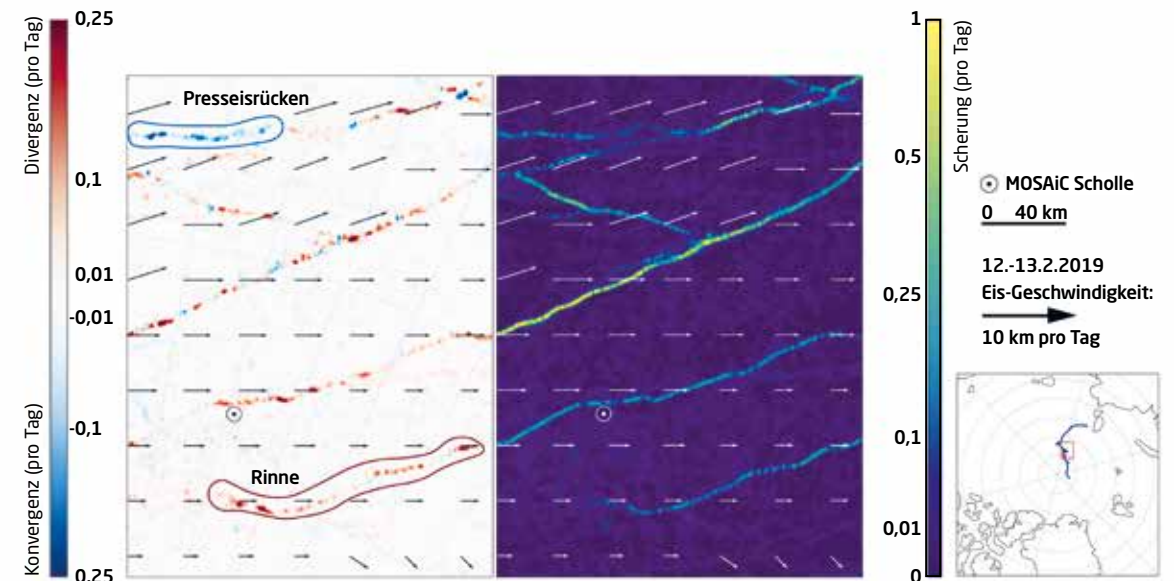
Wo das Eis ächzt und kracht

Umweltphysikerin Luisa von Albedyll nutzt einen Algorithmus, um in Satellitenaufnahmen der Meereisfläche sogenannte Deformationszonen zu lokalisieren. Dabei entstehen solche farbigen Linien. Wo diese rötlich gefärbt sind, ist das Eis auseinandergedriftet; in blauen Bereichen hat es sich zusammengeschoben.



LUISA VON ALBEDYLL

ist Umweltphysikerin und promoviert derzeit an der Universität Bremen zum Thema: Meereisdeformation und Eisdickenänderung. Die erste Hälfte der MOSAiC-Expedition verfolgte sie vom Schreibtisch in Bremerhaven. Anfang April 2020 aber hieß es dann auch für sie: Expeditionssachen packen!





oder aber langsamer bewegt als die Eisflächen in seiner unmittelbaren Umgebung. Es entstehen also sogenannte Deformations- oder Verwerfungszonen, wie wir Wissenschaftler sagen. Die Schollenansammlungen sind zudem nicht starr. Sie können sich im Laufe der Zeit verändern, etwa indem sich Schollen neu anordnen und sich an anderen Stellen Schwachstellen im Eis ergeben. Unter diesen Umständen kann es dann auch passieren, dass eine große Verwerfungszone genau durch die MOSAiC-Scholle läuft, so wie wir es sowohl im November 2019 als auch im März 2020 erlebt haben.

[meereisportal.de](#): **Aber, wenn das Eis in ziemlich engen Verbunden treibt, wie viel Spielraum hat es dann überhaupt, um auseinanderzudriften? Wie muss man sich das vorstellen?**

Luisa von Albedyll: Das ist immer ein Geben und Nehmen. Wenn das Eis an einer Stelle wegdriftet, wird es sich an anderer Stelle auftürmen müssen. Das heißt, wenn sich irgendwo eine Rinne gebildet hat, ist irgendwo anders ein Presseisrücken entstanden. Die Antwort auf die Frage, wo genau sich das Eis aufgetürmt hat, hängt davon ab, wo die Eisdecke am schwächsten gewesen ist. Dort, wo das Eis merklich dünner ist, wird es in der Regel durch das umgebende Eis zusammengeschoben.



Im März 2020 bildeten sich im näheren Umfeld des Forschungsschiffes Polarstern zwei deutlich sichtbare Rinnen im Eis. Ihr Entstehen war nicht vorherzusehen und stellte die Expeditionsteilnehmenden vor so manche logistische Herausforderung, wie das linke Bild zeigt. Für diese wurden dann gemeinsam Lösungen gesucht und auch gefunden.

[meereisportal.de](#): **Wie sieht denn Ihr erstes MOSAiC-Zwischenfazit aus: Überrascht Sie die Dynamik des arktischen Meereises?**

Stefan Hendricks: Ich muss gestehen, dass das Eis bisher wesentlich dynamischer ist als ich mir das vorgestellt hatte. Abgesehen von den Teilnehmenden der russischen Eisdriftstationen hat ja noch niemand zuvor in der zentralen Arktis überwintert und solche Beobachtungen und Messungen vorgenommen. Ich war zum Beispiel im Vorfeld der MOSAiC-Expedition davon ausgegangen, dass wir am Anfang einige Risse im Eis haben werden, die dann zufrieren und dann war es das. Die Realität aber sah anders aus. Selbst im Wintermonat März bildeten sich wieder Risse im Eis.

Luisa von Albedyll: Mich persönlich überrascht die Häufigkeit und Stärke von Eisverformungen, wie wir sie jetzt erleben. Vielleicht sind beides schon Indizien für grundlegende Veränderungen in der zentralen Arktis. Das Meereis war ja von Anfang an auch dünner als erwartet. Es kann aber auch sein, dass der Winter nur ausgesprochen stürmisch war. Die entsprechenden Analysen sind noch nicht abgeschlossen. Fest steht aber, dass wir bisher sehr viele Deformationsereignisse beobachten konnten, was für meine Forschungsfrage natürlich hervorragend war. Die Kollegen auf dem Schiff dürften sich weniger gefreut haben. Für sie bedeuteten solche Ereignisse häufig Mehrarbeit, zum Beispiel, weil sie dann die Messgeräte an einen neuen Standort umziehen müssen.

[meereisportal.de](#): **Vielen Dank für das Gespräch. ■**