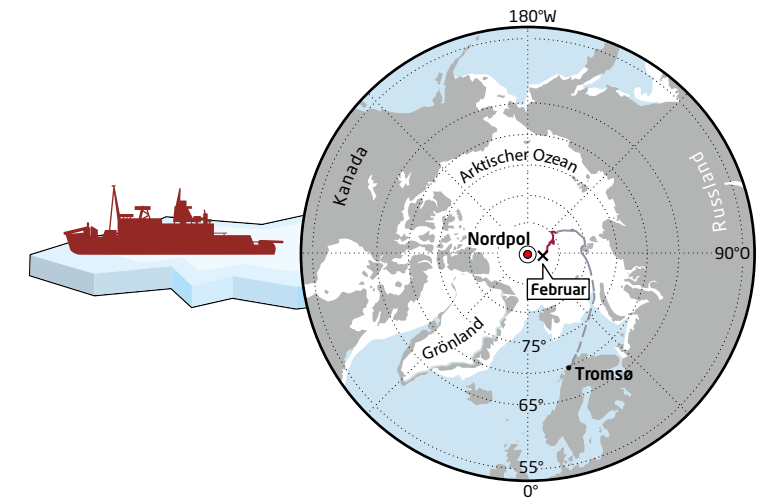


Pitch: 22.5  
Roll: 0.0  
22.02.2020  
Heading: 289.7  
09:25  
Depth

Mit dem AWI-Tauchroboter BEAST (o.) erkundeten die Forscher die Meeresunterseite und entdeckten dort Wolken (u.) aus dünnen, bis zu 15 Zentimeter langen Eiskristallen, dem sogenannten Plättcheneis.



### DriftStory 04

## Glitzernde Wolken unter dem Eis

In welchen Schritten das arktische Meereis wächst und dicker wird, wurde schon in Lehrbüchern erklärt als AWI-Meereisphysiker Christian Katlein noch die Uni besuchte. Während der MOSAiC-Expedition macht der 34-jährige dennoch eine Neuentdeckung: Als er mit dem AWI-Tauchroboter unter der MOSAiC-Scholle auf Erkundungstour geht, fällt ihm ein Phänomen auf, welches Polarforscher bislang nur aus der Antarktis kannten.

**Das Dickenwachstum** des arktischen Meereises ist im Grunde ganz einfach zu erklären. Man nehme einen Ozean, lege eine junge, dünne Meereisdecke darauf und lasse nun unter Ausschluss der Sonne (Polarnacht) einen eiskalten Wind wochenlang über Meer und Eis fegen. Wenn man möchte, kann man diese Kühlung an jedem neuen Wintertag ein kleines Stückchen weiter herunterregeln – so, wie es die Natur im zurückliegenden MOSAiC-Winter auch getan hat. Zum Ende des Winters 2019/20 zeigten die Thermometer eine Lufttemperatur von minus 39 Grad Celsius an.

Unter derart extremen Bedingungen gibt der Ozean trotz seines Deckels aus Eis relativ viel Wärme an die Luft ab. Diese wandert von der obersten Wasserschicht durch das Eis

hindurch und entweicht an der Eisoberfläche in die Atmosphäre. Gleichzeitig kühlt das salzige Meerwasser an der Eisunterseite so weit aus, dass es seinen Gefrierpunkt von minus 1,8 Grad Celsius erreicht. Neue Eiskristalle entstehen und die Eisdecke wächst von unten – allerdings nicht vollkommen gleichmäßig.

„Das Interessante am Meereis ist, dass es nicht ganzheitlich durchfriert wie das Eis auf einem See oder Teich“, erklärt AWI-Meereisphysiker Dr. Christian Katlein. „Stattdessen sammelt sich das im Meerwasser enthaltene Salz in Form von Salzlake in kleinen Linsen oder Kanälen zwischen den Eiskristallen. Ein großer Teil dieser Sole sickert ins Meer, der Rest aber verbleibt im Eis und führt dazu, dass das Meereis lamellenartig nach unten wächst. Schaut man sich die Eisunterseite aus der Nähe an, erkennt man Reihen von Eiskristallen und zwischendrin sind diese Soleschichten eingelagert.“

### DER SPION UNTER DEM EIS

Genau hinzusehen und das Wachsen der MOSAiC-Eisscholle einen Winter lang über eine möglichst große Fläche zu dokumentieren, war eine der Hauptaufgaben, die Christian



Der AWI-Tauchroboter ist kein Leichtgewicht, sodass es der Muskelkraft zweier Forscher bedarf, ihn durch ein Einstiegsloch hindurch ins Wasser zu hieven. Ein Zelt, welches über dem Loch errichtet wurde, schützt die Meereisphysiker vor Wind und Schnee.

Katlein und sein Team auf dem zweiten Fahrtabschnitt der Arktis-Expedition erfüllten. Im Gegensatz zu allen anderen Meereiskollegen an Bord Polarsterns aber untersuchten sie das Eis nicht von der Oberfläche aus oder via Satellit aus dem All, sondern wagten den Perspektivwechsel, indem sie mit dem AWI-Tauchroboter BEAST einen Hightech-Spion unter das Eis schickten – direkt ins Geschehen hinein; dorthin, wo sich ununterbrochen Wasser in Eiskristalle verwandelte.

BEAST ist ein ferngesteuerter Tauchroboter (Remotely Operated underwater Vehicle, ROV) und im Prinzip vergleichbar mit einer quaderförmigen Flunder. Alle Eissensoren und -messinstrumente sitzen auf seiner Oberseite und sind nach oben ausgerichtet. Unterwasserkameras garantieren Sicht in Fahrt- und Gegenrichtung und über ein 300 Meter langes Glasfaserkabel kann Pilot Christian Katlein das etwa 130 Kilogramm schwere Gerät per Joystick steuern und gleichzeitig alle Daten direkt in den Pilotenstand auf dem Eis holen. Dabei handelt es sich um eine kleine Leichtmetallhütte, in welcher das Steuerpult steht und die das ROV-Team aufwendig gedämmt hat, um während der langen BEAST-Tauchfahrten nicht völlig auszukühlen.

Eines der wichtigsten Geräte auf dem BEAST ist das sogenannte Fächerecholot. Mit ihm tastet der Roboter auf einem Streifen von etwa 25 bis 30 Meter Breite die gesamte Eisunterseite ab, erfasst dabei jede Unebenheit und ermittelt den Eistiefgang, von dem sich mit ziemlich hoher Genauigkeit auf die Eisdicke schließen lässt. Für die wöchentlichen MOSAiC-Eisdickenmessungen im ROV-Messfeld steuert Christian Katlein das BEAST in 20 Metern Tauchtiefe in etwa so, als würde er den Rasen in einem Fußballstadion mähen. Vom Startpunkt aus, dem ROV-Zelt mit dem Einstiegsloch, geht es zunächst mit einer Geschwindigkeit von einem Knoten (etwa 1,85 km/h) im Autopilotenmodus immer geradeaus bis zum Rand des kreisrunden Messfeldes. Dort heißt es dann „Autopilot aus“, im Bogen wenden, „Autopilot wieder ein“ und auf geradem Wege zurück bis zum nächsten Wendepunkt. Streifen für Streifen, insgesamt sechs bis sieben Stunden lang.

„Das Ergebnis dieser Messungen ist eine komplette, räumlich hoch aufgelöste Karte der Eisdicke, welche unsere Dickenmessungen auf dem Eis hervorragend ergänzt und sehr gut veranschaulicht, wie das Eis in der Fläche dicker wird“, sagt Christian Katlein. Im MOSAiC-Winter legte das Eis wöchentlich sechs bis acht Zentimeter zu. War der jüngere, dünne Teil der MOSAiC-Scholle im Oktober 2019 noch 20 bis 30 Zentimeter dick, dokumentierte das BEAST dort Anfang März 2020 rund 130 Zentimeter Eisdicke; im Bereich des älteren, mehrjährigen Eises waren es sogar zwei Meter.

### ÜBERRASCHUNG AM SILVESTERTAG

Wie entscheidend der Blick von unten auf das arktische Meereis sein kann, erfährt Christian Katlein am Silvestertag. Als sich das BEAST bei einer Erkundungstauchfahrt langsam der Eisfläche von unten nähert, erkennt er auf seinem Steuermonitor plötzlich Ansammlungen filigraner Eisplättchen, die wie Cirruswolken unter dem Eis hängen und im Scheinwerferlicht des Roboters glitzern. Christian Katlein erinnert der Anblick im ersten Moment an das Funkeln eines verschneiten Winterwaldes. „Plättcheneis kannten wir bis zu diesem Tag nur aus der Antarktis. Es jetzt auch in größeren Mengen im Winter unter



**DR. CHRISTIAN KATLEIN**

forscht als Meereisphysiker am Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung und hat den AWI-Tauchroboter BEAST federführend mitentwickelt. Christian Katlein war von Mitte Dezember 2019 bis Anfang März 2020 an Bord des Forschungsschiffes Polarstern.

der MOSAiC-Scholle zu finden, hat uns wirklich überrascht“, erzählt der Physiker. Eine anschließende Literaturrecherche ergibt, dass bislang so gut wie kein anderer Polarforscher Plättcheneis in der Arktis entdeckt, es gründlich untersucht und darüber in einem Fachbuch oder -magazin berichtet hat. Die wenigen Hinweise, die sich dazu bisher finden lassen, haben eher anekdotischen Charakter.

Aus diesem Grund beginnen Christian Katlein und sein Kollege, AWI-Ozeanograph Dr. Benjamin Rabe, das Phänomen genauer zu untersuchen. Eine erste Spur entdecken sie in den Temperaturoaufzeichnungen der Ozean-Messbojen, die im Umfeld der MOSAiC-Eisscholle ausgebracht sind. Sie alle zeigen an, dass die Wassersäule während des kalten Winters in den oberen fünf Metern unterkühlt ist. Das heißt, ihre Temperatur liegt etwa 0,01 Grad Celsius unter dem eigentlichen Gefrierpunkt des Meerwassers. Warum aber gefriert dieses Wasser dann nicht?

„Das arktische Meerwasser ist so ruhig und vor allem so sauber, dass es kaum Kristallisationskeime wie Staubpartikel, Algen oder andere winzige Störungen enthält. Diese aber werden benötigt, damit sich Eiskristalle bilden können“, erklärt Christian Katlein. Erst, wenn das unterkühlte Wasser an der Meereisunterseite mit Kristallisationskeimen zusammentrifft, entstehen die oft plättchenförmigen Eiskristalle. Denselben Effekt beobachten die Wissenschaftler auch, wenn sie Seile oder metallene Messstangen von der Eisoberfläche aus in das superkalte Wasser tauchen. Innerhalb kurzer Zeit sind Seil oder Stange von Eiskristallen überzogen.

Angespornt von der Entdeckung unter der MOSAiC-Scholle weiten die Forscher nun ihre Temperaturanalysen auf ozeanographische Messreihen außerhalb des Expeditionsumfelds aus. Abermals werden sie fündig, abermals gibt es Hinweise auf ein sogenanntes



Die Meereisphysiker sind auf der MOSAiC-Expedition nicht die Einzigen, die Eisbohrkerne ziehen. Hier bohren Biogeochemiker ein Loch in einen frisch gewonnenen Kern, um dessen Temperatur zu messen.



Das Plättcheneis der Arktis unterscheidet sich klar von jenem der Antarktis: Es bildet zum einen keine meterdicken Schichten; zum anderen entsteht es im superkalten Wasser an der Meereisunterseite - und nicht in großer Tiefe unter Schelfeisen.

Super-Cooling des von Meereis bedeckten Oberflächenwassers. „Der Temperaturunterschied ist jedoch so gering, dass er bislang vermutlich als Messfehler abgetan wurde und noch niemand dem Ganzen genauer nachgegangen ist“, sagt Christian Katlein. „Wir konnten jetzt aber zeigen, dass es bei uns definitiv kein Messfehler war. Herauszufinden, dass im Winter in großen Teilen der Arktis ein Prozess stattfindet, der in dieser Form noch niemandem aufgefallen war, ist die größte Überraschung dabei.“

In der Antarktis bildet sich das Plättcheneis unter den **Schelfeisen**, wird von aufsteigenden Wassermassen mitgerissen und sammelt sich schließlich in fünf bis zehn Meter dicken Schichten unter dem Meereis. Da ein Teil der filigranen Plättchen irgendwann an der Meereisunterseite festwächst, können Wissenschaftler bei Kristalluntersuchungen des antarktischen Meereises das Plättcheneis später auch in der Meereisstruktur wiedererkennen. In den Eisproben von der MOSAiC-Scholle aber suchen Christian Katlein und Kollegen vergeblich nach eingefrorenen Spuren der Plättchen. Selbst eine Untersuchung im Labor an Bord Polarsterns liefert keine brauchbaren Spuren.

„Vermutlich liegt es daran, dass sich die Voraussetzungen der Plättcheneisbildung in der Arktis und Antarktis deutlich voneinander unterscheiden“, sagt Christian Katlein. In der Arktis bilden sich die Eisplättchen in der unterkühlten Wasserschicht direkt unter dem Meereis und wachsen direkt an dessen Unterseite und nicht im freien Wasser. Im Gegenzug sind die arktischen Plättcheneiswolken nur 10 bis 20 Zentimeter dick. „Und da das normale Meereis im Winter sehr schnell wächst, gehen wir davon aus, dass es auch mit hohem Tempo durch die Plättcheneisschicht hindurchwächst und die einzelnen Plättchen dabei gewissermaßen verschlingt“, erklärt der Meereisphysiker.

Einen weiteren Beweis für die Existenz der außergewöhnlichen Eiskristallwolken aber braucht das AWI-Team auch gar nicht. Das BEAST hat den „glitzernden Winterwald“ unter dem Meereis der Arktis gefilmt und sogar den Kristallen bei ihrer Entstehung zugeschaut. Christian Katlein und Kollegen arbeiten jetzt an einem Fachartikel, in dem sie über ihre Beobachtungen und Untersuchungsergebnisse berichten werden. Die Meereis-Lehrbücher, so scheint es, werden demnächst überarbeitet werden müssen. ■

Als Schelfeis bezeichnet man den auf dem Meer schwimmenden Fortsatz eines Eisschildes oder Gletschers - also jenen Teil, der nicht mehr auf dem Land oder dem Meeresboden aufliegt. Solche Eiszungen können zwischen 50 und 1500 Meter dick sein.