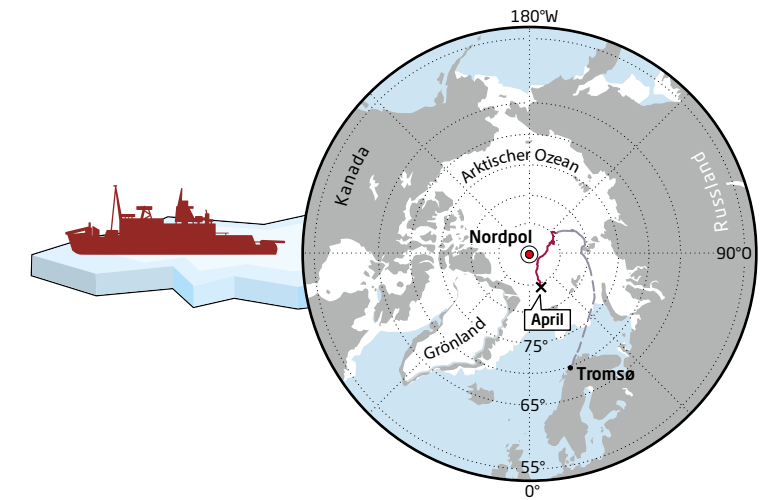


In der zentralen Arktis schneit es vergleichsweise selten. Dafür wird der gefallene Schnee vielfach verweht. Meist sammelt er sich dann hinter Hindernissen wie Presseisrücken an.



DriftStory 06

Schnee, die unbekannte Größe

Die Wintertage, an denen es in der zentralen Arktis schneit, lassen sich an einer Hand abzählen. Dennoch entscheidet die Schneemenge auf dem Meereis maßgeblich darüber, wie schnell das Eis wächst und wann es im Frühling schmilzt. Viel aber weiß man bisher nicht über die weiße Pracht. Für MOSAiC haben AWI-Meereisphysiker daher ein einzigartiges Schnee-Forschungsprogramm initiiert.

Frisch gefallener Schnee ist ein Wunderwerk der Natur. Kein anderer Naturstoff auf der Erde reflektiert einfallendes Licht in so großen Mengen wie er. Keine andere natürliche Auflage isoliert so gut gegen Kälte wie eine Decke aus Abermilliarden winziger Schneekristalle. Trägt die Arktis ihr schneeweißes Winterkleid, strahlt dieses bis zu 90 Prozent des einfallenden Sonnenlichtes zurück in das Weltall und verhindert mit diesem sogenannten Albedo-Effekt eine Erwärmung der Polarregion. Gleichzeitig schützt die Schneedecke an Land Pflanzen und Tiere vor dem Erfrieren. Während die bodennahe Luft im arktischen Winter unter Umständen auf bis zu minus 40 Grad Celsius abkühlen kann, bleibt es unter der Schneedecke erträglich mild. Die Temperatur dort beträgt – je nachdem, wie hoch



sich der Schnee aufgetürmt hat – bis zu null Grad Celsius. Ein Unterschied, der Kleintieren wie Hermelinen das Überleben sichert.

Betrachtet man Schnee allerdings aus der Perspektive eines Meereisforschers, wirft die weiße Auflage in erster Linie Fragen auf. Bislang weiß nämlich niemand genau, wie viel Schnee über dem Arktischen Ozean überhaupt fällt und wie viel davon wo auf dem Meereis liegen bleibt. Dabei entscheidet der Schnee maßgeblich über das Schicksal des Meereises. Im Winter hindert die isolierende Auflage das Eis daran, in einem größeren Maße auszukühlen und noch schneller zu wachsen. Im Frühling wiederum reflektiert sie das einfallende Sonnenlicht und zögert auf diese Weise die Schmelze des Meereises hinaus – allerdings nur so lange, bis der Schnee selbst schmilzt. Sammelt sich sein Schmelzwasser auf dem Eis entstehen Pfützen, sogenannte Schmelzwassertümpel. Sie wiederum nehmen Sonnenwärme auf, erwärmen sich und treiben die Meereisschmelze voran. Eis und Schnee stehen demzufolge in einer ausgesprochen komplexen und wechselhaften Beziehung zueinander.

Inwiefern jedoch Schneemengen und -höhen in diesem Wechselspiel einen Unterschied machen und welche physikalischen und chemischen Prozesse über das Jahr hinweg in der Schneedecke ablaufen, ist bislang noch wissenschaftliches Neuland. Die AWI-Meereisphysiker haben das Thema Schnee deshalb ganz bewusst in den Mittelpunkt ihrer



Forscher haben einen SnowMicroPen auf dem Schnee platziert (l.), um sein Dichteprofil zu erstellen. Dazu sticht der Messstab senkrecht in den Schnee und misst mit einem Sensor an seiner Spitze den Widerstand. Bei Sturm fragen sich alle: Schneit es wirklich oder wirbelt der Wind nur lose Kristalle umher (o.).



DR. STEFANIE ARNDT

arbeitet als Meereisphysikerin am Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven und untersucht seit Jahren die Rolle des Schnees in den Polarregionen. Ihre Forschung führte sie in der Vergangenheit vor allem in die Antarktis. Für MOSAiC aber reiste die 31-jährige nun auch mal wieder in den hohen Norden.

MOSAIC-Forschungsarbeiten gerückt und ein breitgefächertes Messprogramm entwickelt, mit dem sie die Meereisaufgabe seit Oktober 2019 täglich bis wöchentlich auf allen zeitlichen und räumlichen Skalen untersuchen.

Diese Feldarbeit ist Grundlagenforschung pur – angefangen bei winzigen Schneekristallen und ihrer Metamorphose zum Schneekorn; über die Entstehung verschiedener Schneeschichten, deren Dichte, Mikrostruktur, Wärmeleitfähigkeit, Temperatur, Wasser- und Salzgehalt; bis hin zur Verteilung des Schnees auf der gesamten MOSAiC-Eisscholle und darüber hinaus. Entstanden ist so einer der wertvollsten MOSAiC-Datensätze, dessen erste Zwischenergebnisse bereits aufhorchen lassen. Dabei schneit es in der nördlichen Polarregion deutlich seltener, als man es vielleicht erwarten würde. Modellberechnungen zufolge fallen in der zentralen Arktis pro Monat zwischen 10 bis 40 Liter Niederschlag pro Quadratmeter Meereis, mehr als 60 Prozent davon in Form von Schnee. Das heißt, im Monatsmittel fällt in der Nordpolregion in etwa genauso viel Niederschlag wie in der Sahara-Wüste.

VOM WINDE VERWEHT

„Die Tage, an denen wir auf unserem Expeditionsabschnitt Schneefall wirklich bewusst wahrgenommen haben, können wir an einer Hand abzählen“, erzählt AWI-Meereisphysikerin Dr. Stefanie Arndt, die das Schneeprogramm auf dem dritten MOSAiC-Fahrtabschnitt (März-Mai) geleitet hatte. Wenn nämlich Flocken durch die Luft wirbelten, wehte meist



**DR. MARCEL
NICOLAUS**

leitet das arktische Schneebojen-Programm der AWI-Meereisphysik. Auf seinen vielen Expeditionsreisen in die Arktis und Antarktis untersucht er vor allem die Wärme-, Licht- und Energieflüsse durch das Meereis und seine Schneeauflage.

auch ein starker Wind. „Wir konnten in diesen Momenten kaum erkennen, ob tatsächlich Neuschnee fiel oder aber der Wind bereits gefallene Schneekristalle wieder aufgewirbelt hatte und sie neu auf der Eisscholle verteilte“, so Stefanie Arndt.

Die Wissenschaftlerin zog daher am Ende ihres Aufenthaltes im MOSAiC-Eiscamp daselbe Zwischenfazit wie auf den Fahrtabschnitten zuvor bereits ihre AWI-Kollegen Daniela Krampe und Dr. Marcel Nicolaus: Für den lokalen Schneezuwachs auf dem arktischen Meereis scheinen Schneeverwehungen eine viel wichtigere Rolle zu spielen als die Niederschlagsmenge insgesamt. „Aufgrund des starken Windes bleibt der frisch gefallene Schnee nicht einfach liegen. Er wird verfrachtet und lagert sich in großen Mengen an Unebenheiten auf der Eisoberfläche ab, so zum Beispiel im Windschatten der aufgetürmten Presseisrücken“, berichtet Daniela Krampe.

Bestätigt wird diese wiederholte Beobachtung der AWI-Forscher durch Messreihen der 14 Schneebojen, die ein AWI-Team zum Auftakt der MOSAiC-Expedition auf ebenem Eis installiert hatte. Während die Schneedecke auf dem ebenen Eis nur langsam zunahm und zum Ende des Winters nicht einmal an die 30 Zentimeter-Marke heranreichte, versanken die Forscher hinter den Eisbarrieren alsbald hüfhtief im Schnee.

„Die Umverteilung des Schnees einen ganzen Winter lang zu beobachten und zentimetergenau zu vermessen, war für uns eine einmalige Gelegenheit“, berichtet AWI-Meereisphysiker Marcel Nicolaus. Er hatte vor MOSAiC schon häufig an Polarstern-Expeditionen in die Arktis teilgenommen. Auf diesen Sommerreisen aber erreichte das Schiff die zentrale



Die Schneedünen im Windschatten der Presseisrücken sind die einzigen Stellen auf der Eisscholle, an denen die Wissenschaftler auch mal hüfhtief im Schnee versinken. Überall sonst ist die Schneedecke zum Ende des Winters nicht einmal 30 Zentimeter tief.

Arktis meist erst gegen Ende Mai oder Anfang Juni. „Die vom Wind angehäuften Schneemassen waren zu diesem Zeitpunkt schon wieder zu einem großen Teil geschmolzen, sodass wir keine Vorstellung davon hatten, welches Ausmaß die winterlichen Schneeverwehungen tatsächlich annehmen“, erzählt der 44-Jährige.

NEUE KOMPONENTE FÜR MEEREIS-MODELLE

Die vielen neuen Daten zur Schneehöhe und -umverteilung werden jetzt ausgewertet. Anschließend stehen die AWI-Forscher vor der Aufgabe, ihr neues Wissen in bestehende Eismodelle einzubauen. „In unseren Modellen ist der Schnee bislang zumeist gleichmäßig über alle Eisflächen verteilt. Das bedeutet, ihnen fehlt eine ganz wesentliche Komponente, die wir benötigen, um die Energieflüsse und -bilanzen richtig zu berechnen und somit auch die zukünftige Entwicklung des arktischen Meereises besser vorherzusagen“, sagt Marcel Nicolaus. Er selbst hatte bereits vor Jahren in einer Studie untersucht, welchen Unterschied der Schnee in der Energiebilanz des Meereis-Ozean-Systems machen kann. Dabei kam heraus: Schmilzt die Schneedecke nur 14 Tage früher im Jahr, schmilzt auch das Meereis so schnell, dass der Ozean den Sommer über bis zu 50 Prozent mehr Sonnenenergie aufnimmt, als wäre der Schnee später geschmolzen. Ein echtes Aha-Erlebnis, weshalb die AWI-Meereisforscher auch die Frühlingssschmelze des Schnees gespannt verfolgten. Aufgrund der Corona-bedingten Unterbrechung des MOSAiC-Eiscamps klappte dies von



Aller Schnee schmilzt im Sommer. Sein Schmelzwasser bildet dann Tümpel auf dem Eis, deren dunkle Wasseroberfläche Sonnenlicht nur mäßig reflektiert. Stattdessen absorbiert sie die Strahlung: Das Wasser erwärmt sich und beschleunigt die Eisschmelze.



DANIELA KRAMPE

Daniela Krampe untersucht als Doktorandin den Rußpartikelgehalt von Schnee auf arktischem Meereis und hatte auf dem zweiten MOSAiC-Fahrtabschnitt die einmalige Gelegenheit, Schneeproben aus der unmittelbaren Nordpol-Region zu nehmen.

Mitte Mai bis Mitte Juni allerdings nur per Satellit. Die Schneebojen auf der Eisscholle sendeten jedoch verlässliche Schneedickendaten. Diese verraten unter anderem, dass im Mai vier Tage mit einer Lufttemperatur von weniger als ein Grad Celsius über Null genügten, um die Höhe der Schneeeauflage um die Hälfte schrumpfen zu lassen – von 20 auf 10 Zentimeter. An diesen und den vielen anderen neuen MOSAiC-Schneedaten der AWI-Meereisphysik werden sich Meereis- und Klimamodelle mit einer Schneekomponente künftig messen lassen müssen. Bisher ist es nämlich noch niemandem gelungen, einen ganzen Winter lang und darüber hinaus so konsistente und vor allem verlässliche Daten zum Schnee auf dem arktischen Meereis zu sammeln.

NUR WENIG SCHNEE GEHT IN EISRINNEN VERLOREN

Neu gedacht werden muss nach dem MOSAiC-Winter auch die Antwort auf die Frage, wie viel Schnee verloren geht, wenn sich Risse im Eis bilden oder aber Schollen auseinander-treiben und der Schnee direkt ins Wasser fällt. „Bisher sind wir davon ausgegangen, dass Eisrinnen zum Schneeverlust beitragen. Im MOSAiC-Eiscamp aber konnten wir jetzt unzählige Male beobachten, dass neu gebildete Rinnen aufgrund der eisigen Lufttemperaturen binnen weniger Stunden wieder überfrozen sind“, berichtet Stefanie Arndt. Das heißt, der Schnee verschwand nicht mehr im Meer, sondern sammelte sich nach kurzer Zeit auf dem neuen Eis an, von wo ihn dann der Wind unter Umständen neu verteilte.

TATZENABDRÜCKE IM SCHNEE

Bei ihrer Arbeit auf dem Eis beobachtete Stefanie Arndt zudem noch ein zweites Phänomen: Angesichts der Tatsache, dass in den Wintermonaten vergleichsweise wenig Schnee gefallen ist, führte die stete Schneedrift dazu, dass Spuren im Schnee monatelang erhalten blieben – auch die Fußabdrücke vierbeiniger Besucher. „Auf einer unserer Messstrecken konnten wir sogar noch im April 2020 ganz deutlich die Spuren eines Eisbären erkennen, der vermutlich im Dezember 2019 im MOSAiC-Eiscamp gewesen ist. Seit Januar gab es nämlich während unseres Expeditionsabschnitts keine neuen Eisbärensichtungen, erzählt die 31-jährige Meereisphysikerin.

Sie und ihre AWI-Meereiskollegen warten jetzt gespannt auf das Ende der Expedition und die Rückkehr Polarsterns nach Bremerhaven. Im Kühlcontainer des Schiffes lagern nämlich schon jetzt unzählige Schneeproben, welche die AWI-Wissenschaftler in regelmäßigen Abständen an verschiedenen Stellen des Eiscamps genommen haben. Die Proben sollen unter anderem Aufschluss darüber geben, wie viele Rußpartikel sich im Schnee abgelagert haben oder aber wie viel Mikroplastik aus der arktischen Luft in den Schnee übergegangen ist. Außerdem sind Untersuchungen der Wasserisotopen geplant.

Deren Ergebnisse lassen unter anderem darauf schließen, woher der Niederschlag gekommen ist, bevor er sich als Schnee auf dem arktischen Meereis abgesetzt hat, und wie sich der Schnee selbst im Laufe der Zeit auf dem Eis verändert hat. Außerdem erkennen die Meereisphysiker anhand der Wasserisotopen von Schnee und Eis sehr genau, welcher Anteil des Eises sich ursprünglich aus Schnee gebildet hat und nicht aus Meerwasser. Dazu

muss man wissen, dass die Schneeschicht auf dem Meereis unter Umständen auch so dick werden kann, dass ihr Eigengewicht das Meereis unter die Wasseroberfläche drückt. Dadurch gelangt Wasser auf die Eisscholle und durchnässt den Schnee – etwa, indem es durch Poren oder Risse im Eis emporsteigt. Gefriert dieses Wasser anschließend wieder, bildet sich das sogenannte Schnee-Eis, welches die Eisscholle von oben wachsen lässt. Das Thema Schnee wird die AWI-Meereisforscher also noch weit über die MOSAiC-Zeit hinaus beschäftigen. Die riesige Anzahl des Schneeproben und die Vielzahl der gesammelten Datensätze lassen vermuten, dass sie dabei noch jede Menge Hochinteressantes und Neues entdecken werden. ■



Eisbären näherten sich dem Schiff im Laufe der Expedition immer wieder mal und statteten ihm einen Besuch ab. Wirklich gefährliche Begegnungen zwischen Mensch und Tier aber gab es glücklicherweise nicht.