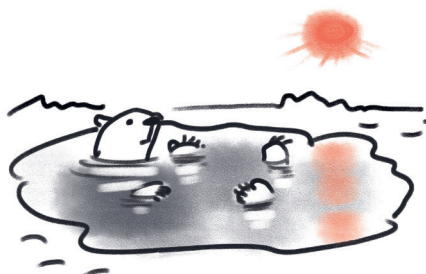




WIE WIRKT DAS MEEREIS AUF DAS KLIMA IN DER ARKTIS?



Höhere Temperaturen führen dazu, dass das Meereis¹ im Sommer dünner wird und sich mehr Risse und große Schmelzwassertümpel bilden. Diese manchmal riesigen Tümpel lassen das Meereis schneller schmelzen.

Woher kommen die besonderen Eigenschaften des Meereises?



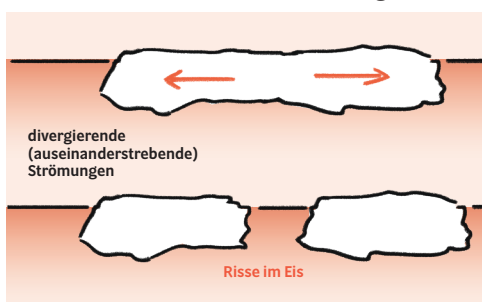
Schmelztümpel und Risse im arktischen Eis
©Niehaus

Meereis ist salzig. Tatsächlich ist Meereis nicht so salzig wie man denken könnte²: Salz entsteht im Meereis, wenn Meerwasser gefriert, wobei das Salz nicht mit einfriert. Es wird ausgeschieden und lagert sich in kleinen Taschen im Eis³ ein. Mit der Zeit wandert das Salz immer weiter nach unten, bildet Salzkanäle und wird irgendwann wieder in den Ozean gespült. Die Salzkanäle machen das Eis insgesamt brüchiger. Durch eingelagertes Salz und die Kanäle wird das Sonnenlicht im Eis stärker gestreut, weshalb das Meereis nicht transparent, sondern weiß aussieht⁴.

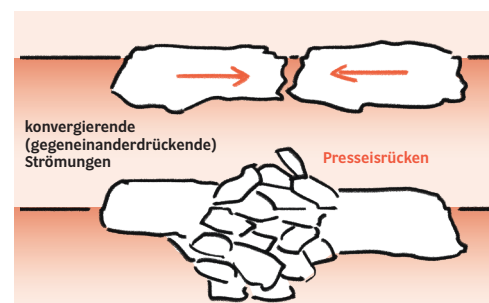
Meereis bewegt sich. In den Ozeanen gibt es nicht nur Gezeiten und Stürme,

die das Meer in Bewegung halten, sondern auch globale Meeresströmungen. Die sogenannte „Transpolar drift“ zum Beispiel transportiert Meereis und Wassermassen von Sibirien durch die zentrale Arktis bis vor die Küste Grönlands⁵. Das Eis driftet, man nennt es in der zentralen Arktis deshalb Drifteis. Das Gegenteil ist Festeis, das mit dem Land verbunden ist und sich kaum bewegt. Festeis macht nur einen geringen Teil der Eismassen in der Arktis aus.

Es bilden sich Risse. Auf das Drifteis wirken große Kräfte, wenn die Meeresströmungen nicht gleichförmig in eine Richtung verlaufen. Wenn Wind oder Meeresströmungen nicht in dieselbe Richtung wirken, also divergent sind, wird auch das Eis auseinander gezogen und bricht auf. Es entstehen **Risse (Eisrinnen; in Englisch Leads⁶)**, die schnell größer werden können. Sie sind manchmal nur wenige Meter breit, können aber kilometerlang sein.



Eine geschlossene Eisschicht wirkt wie ein Deckel auf dem relativ warmen Ozean, der nicht kälter als -1.8°C (abhängig vom Salzgehalt) sein kann, da das Wasser sonst gefrieren würde. Wird diese Schutzschicht aufgebrochen, so findet ein größerer Wärmeaustausch zwischen dem Ozean und der kälteren, oberflächennahen Atmosphäre statt. Am Polartag im Sommer führen offene Wasseroberflächen zu einer verstärkten Absorption von Sonnenstrahlung⁷. Das verändert den Energiehaushalt in der Arktis und damit das arktische Klima.

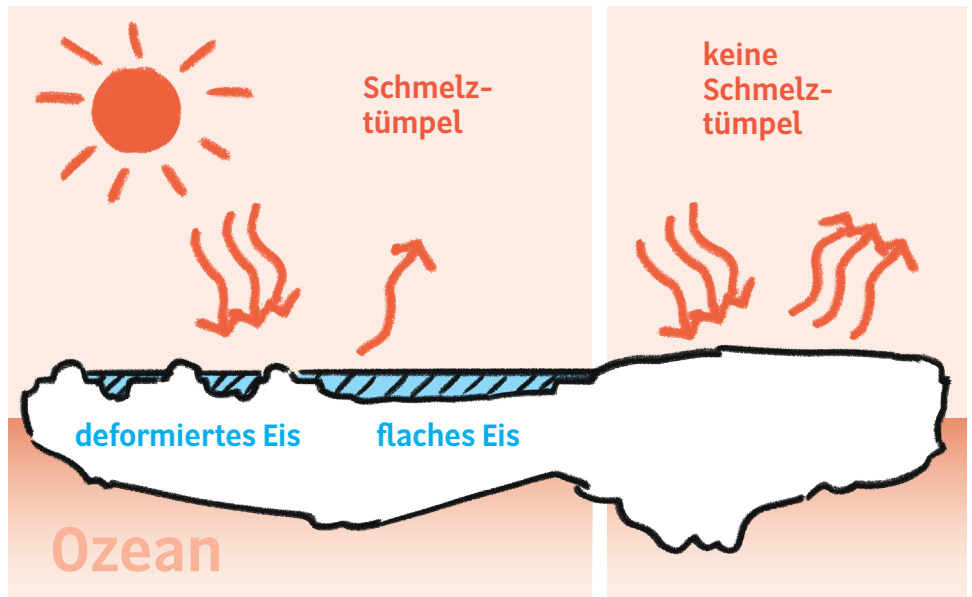


Presseisrücken türmen sich auf. Wenn Meeres- und Windströmungen nicht auseinanderlaufen, sondern konvergieren, werden die Eisschollen gegeneinander gedrückt. Sie brechen auf, schieben sich übereinander und können sich mehrere Meter hoch auftürmen, es entstehen **Presseisrücken**.

Enorme Kräfte wirken und Deformierungen finden sich auch an der Unterseite des Eises, da durch den Dichteunterschied zwischen Eis und Wasser nur 15% vom Eisvolumen aus der Wasseroberfläche herausragen. Der Effekt, den Meeres- und Luftströmungen auf die Bewegung des Eises haben, wird dadurch vergrößert⁸. Zusätzlich bestimmen die Unebenheiten auf der Oberfläche die Verteilung von Schneeannehlungen im Winter und Schmelzwasser im Sommer.

Schmelztümpel bilden sich. Im Sommer steigen in der Arktis die Lufttemperaturen über den Gefrierpunkt, Eis und Schnee beginnen zu schmelzen. Die Eisschicht wird dünner, Schmelzwasser sammelt sich in **Schmelztümpeln**. Die Verteilung und Entwicklung der Tümpel wird dabei vor allem durch die Oberflächenbeschaffenheit des Eises bestimmt, zum Beispiel durch die Presseisrücken⁹.

Am Anfang bilden sich Schmelztümpel vor allem in Vertiefungen. Später breiten sie sich auf weiten, ebenen Flächen aus, wo sie nicht durch Erhebungen begrenzt werden¹⁰. Ebenso wie die Risse tragen Schmelztümpel im Sommer zur Erwärmung der Arktis bei. Zwar sehen die Tümpel auf dem Eis nicht ganz so



dunkel aus wie der Ozean, aber sie machen in der zentralen Arktis einen erheblichen Anteil der Oberfläche^{11,12} aus und können viel weniger Sonnenstrahlung reflektieren als das weiße Eis. Diese Eigenschaft des Reflektionsvermögens bezeichnet man als Albedo. Die Schmelztümpel haben eine **geringere Albedo** als das Eis. Das bedeutet, dass die Strahlungsenergie zu größeren Teilen absorbiert oder in den Ozean übertragen, anstatt zurück in die Atmosphäre reflektiert wird. Das System heizt sich auf und sorgt für die Entstehung von noch mehr Schmelztümpeln. Es

entsteht ein Kreislauf, der sich selbst verstärkt und als Eis-Albedo-Effekt¹³ bekannt ist.

Das arktische Meereis verändert sich.

In den letzten Jahren ist die Meereisdecke in der Arktis nicht nur geschrumpft, sie ist auch dünner geworden^{14,15,16}. Dickes, mehrjähriges Eis gibt es immer weniger. Stattdessen besteht die Eisschicht zunehmend aus dünnem, jüngerem Eis, auf dem sich das Schmelzwasser im Sommer besser ausbreiten kann.

Eine geschlossene Eisschicht wirkt wie ein Deckel auf dem Ozean. Je schneller und größer die Risse im Eis aufreißen und sich die blauen Schmelztümpel vergrößern, desto eher entsteht der sich selbst verstärkende Eis-Albedo-Effekt, der das Klima der Arktis so schnell verändert.

Hannah Niehaus, Physikerin/Umweltwissenschaftlerin. Sie studierte Physik in Aachen und Lissabon, für ihre Promotion wechselte sie an das Institut für Umwelphysik Bremen. Dort arbeitet sie an einem Algorithmus, mit dem aus optischen Satellitendaten die Schmelzwasserentwicklung in der Arktis und das damit verbundene Reflektionsvermögen berechnet wird. Um diese Berechnungen mit der Realität abzugleichen, war sie auch an Messungen auf dem arktischen Eis beteiligt. niehaus@uni-bremen.de

Foto: privat, Illustrationen www.hey-mach.live

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

