



ERWÄRMEN DIE WOLKEN DAS KLIMA IN DER ARKTIS?

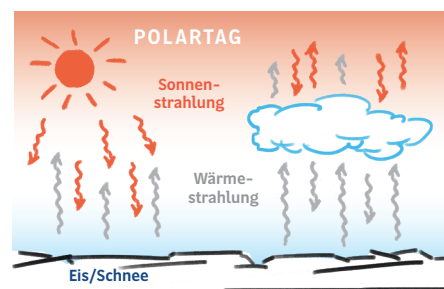


Das wärmere Klima in der Arktis führt zu mehr Wolken. Die verhindern in der Polarnacht, dass Wärmestrahlung von der Erde ins All entweichen kann. Sie führen aber im Polartag dazu, dass die direkte Sonnenstrahlung nicht den Boden erreicht und ihn erwärmen kann.

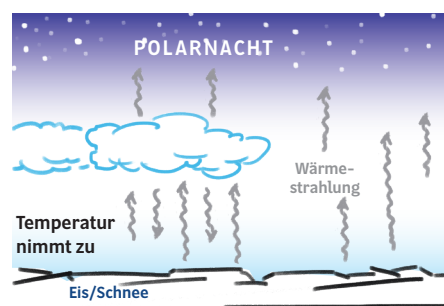
Die Arktis erwärmt sich seit einigen Jahrzehnten schneller als der Rest der Erde¹. Dabei spielen unterschiedliche Prozesse eine Rolle, die sich gegenseitig beeinflussen und die Erwärmung der Arktis verstärken oder abschwächen können. In einigen dieser Prozesse sind Wolken involviert². Woraus besteht eine Wolke? Es gibt drei Arten von Wolken: Flüssig-, Eis- und Mischphasenwolken. Wolken enthalten Wassertröpfchen, Eispartikel oder einer Mischung aus beidem. In der Arktis hat man herausgefunden, dass vor allem die Mischphasenwolken eine wichtige Rolle spielen. Offene Fragen sind in der Tabelle unten aufgelistet.

Wenn wir uns fragen, ob Wolken für die Klimaerwärmung in der Arktis eine Rolle spielen, ist die Antwort: JA!

Ein Effekt, mit dem wir uns besonders beschäftigen, ist der Wolken-Strahlungseffekt: Wolken beeinflussen die Sonnenstrahlung und die vom Erdboden abgegebene Wärmestrahlung. Doch warum interessiert uns das? Weil Wolken einen wärmenden oder kühlenden Effekt haben³. In der Arktis muss zusätzlich zwischen Polarnacht und Polartag unterschieden werden. Im Winter scheint überhaupt keine Sonne und tiefe Wolken verhindern, dass die Wärmestrahlung vom Erdboden ins All abgegeben werden kann. Deshalb haben Wolken in der polaren Nacht einen überwiegend wärmenden



Während des Polartages können Wolken verhindern, dass die direkte Sonnenstrahlung auf die Erde trifft.



Im Winter, in der Polarnacht, können die Wolken verhindern, dass Wärmestrahlung von der Erde abgegeben wird.

Bedeckungsgrad	Wie viel des Himmels ist von Wolken bedeckt?
Optische Dicke und Strahlungsflüsse	Wie gut kann ein Messgerät durch die Wolke „schauen“? Wie viele elektromagnetische Strahlung wird von einer Wolke gestreut oder absorbiert?
Zusammensetzung	Besteht die Wolke aus Eis, flüssigen Wassertröpfchen oder beidem? Wie groß sind und welche Form haben die Eispartikel oder Tröpfchen (Hydrometeore)?
Wolkenobergrenze/ -untergrenze	In welcher Höhe befinden sich die obere/untere Seite der Wolke?
Niederschlag	Gibt es Niederschlag und wenn ja, sind das Wassertropfen oder Schneeflocken?

Effekt auf die bodennahe arktische Luftschicht. Wolken können während des Polartages die Sonnenstrahlung reflektieren, sie davon abhalten auf die Erdoberfläche zu treffen und damit für eine kühlere, bodennahe Luftschicht sorgen. Dazu kommt die Aufteilung in flüssige Wassertropfen und Eispartikel in den Wolken ins Spiel.

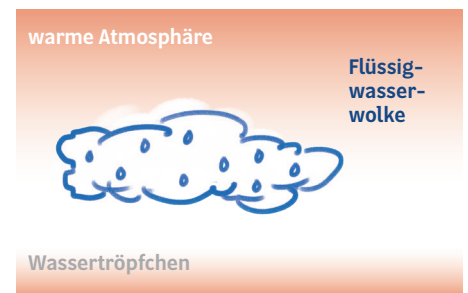
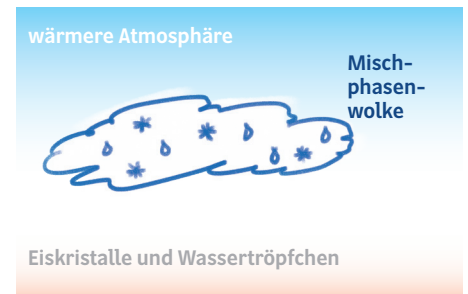
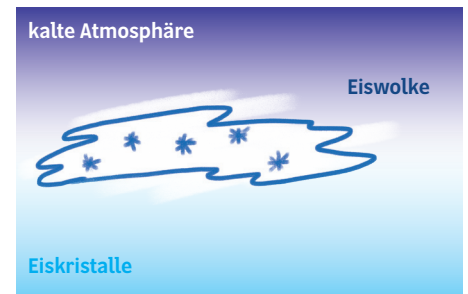
Sie ist entscheidend dafür, wie viele elektromagnetische Wellen (z.B. sichtbares Licht) durch die Wolken absorbiert, reflektiert oder gestreut werden. Ein Eispartikel kann viele Größen und Formen haben: dünn oder kugelig, ein Stäbchen oder ein Plättchen sein, Zacken oder glatte Ränder haben. Wassertröpfchen können in vielen Größen vorhanden sein, als Kugel oder Ellipsoid geformt sein. Wassertröpfchen sind effizienter darin, Strahlung zu blockieren, als Eispartikel. Daher ist es wichtig zu wissen, wieviel Eispartikel und flüssige Wassertropfen in einer Wolke sind.

Wie kann man auf großen Flächen messen, woraus eine Wolke zusammengesetzt ist? Es gibt dafür verschiedene Messgeräte, z.B. Radare oder Ballone mit Messinstrumenten. In Computersimulationen können wir sehen, welche Prozesse eine Rolle spielen. Dennoch sind wir noch nicht so weit, alles im Detail verstehen zu können. Ein Grund dafür ist, dass Wolken sehr groß sein können, gleichzeitig finden viele Prozesse im Millimeter-

oder noch viel kleineren Bereichen statt. Wir können also in den Klimamodellen die Wolken trotz allem Wissen noch nicht genau genug darstellen⁴.

Durch die Erwärmung der Arktis kann mehr Wasser verdunsten. Das hat Auswirkungen sowohl auf die (optische) Dicke als auch auf die Häufigkeit von Wolken (Bedeckungsgrad). Die Wärme beeinflusst auch die Zusammensetzung der Wolken. Ist es wärmer, so enthalten die Wolken mehr flüssige Wassertröpfchen, was den Strahlungshaushalt verändern kann. Dass arktische Wolken häufiger flüssiges Wasser enthalten anstelle von Eis, ist eine Veränderung, die bereits gemessen wird. Dadurch ist der Niederschlag, der sonst in Form von Graupel oder Schnee fällt, nun häufiger Regen^{5,6}.

Es gibt also viele unterschiedliche Aspekte, die Forschende in Betracht ziehen müssen, um dieses Rätsel zu lösen. Aktuell ist der Einfluss der arktischen Wolken auf das Klima der Arktis noch nicht klar verstanden. Weil die Unsicherheiten so groß sind, werden wir dieser Frage auch weiterhin auf den Grund gehen müssen.



Die Wolkenzusammensetzung ändert sich mit der Temperatur.

Wolken spielen eine wichtige Rolle im Klimawandel in der Arktis. Da sie sich durch ihre Größe und Wandelbarkeit bislang einer genauen Forschung entziehen, kann man noch nicht genau sagen, welchen Beitrag sie wirklich zur Klimaerwärmung leisten.

Theresa Kizler, Meteorologin. Sie absolvierte ihr Bachelorstudium in Meteorologie und ihr Masterstudium in Computational Sciences mit Fokus auf Atmosphärenphysik an der Freien Universität Berlin. Forschungsschwerpunkt ist die Repräsentation der Atmosphäre in Computermodellen für Wettervorhersage und Klimaforschung. Ihre Promotion im (AC)3-Projekt ist auf die Region um Ny-Ålesund (Spitzbergen) fokussiert und beschäftigt sich mit den Prozessen in Mischphasen-Wolken und deren Modelldarstellung.

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

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.



UNIVERSITÄT
LEIPZIG



Universität
Bremen



ALFRED-WEGENER-INSTITUT
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR-
UND MEERESFORSCHUNG



Leibniz Institute for
Tropospheric Research

