

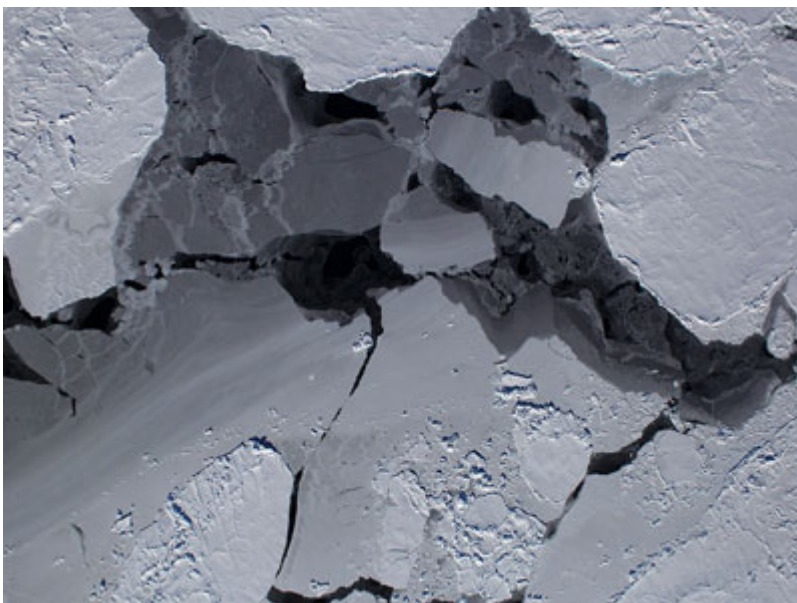
# Unerwartetes Eis



Paul Holland, ein Klimamodellierer des *British Antarctic Survey*, hat die letzten zehn Jahre damit verbracht, das Meereis der Antarktis und das Südpolarmeer zu untersuchen. In letzter Zeit hat er die Jahreszeiten der Antarktis unter die Lupe genommen und untersucht, wie schnell das Eis kommt und geht. Holland glaubt, dass diese Jahreszeiten ein Schlüssel zu einem Rätsel sein könnten: Falls die Temperaturen auf der Erde steigen und das Meereis in der Arktis schnell schrumpft, warum nimmt dann das Meereis in der Antarktis langsam zu?

## Gegensätzliches an den Polen

Meereis ist einfach gefrorenes Meerwasser. Obwohl es nur in der Arktis und der Antarktis vorkommt, beeinflusst es das Klima der Erde [in](#) einem großen Maße. Seine helle Oberfläche reflektiert das Sonnenlicht zurück ins All. Eisige Gebiete absorbieren weniger Sonnenenergie und bleiben relativ kühl. Wenn die Temperaturen mit der Zeit steigen und mehr Meereis schmilzt, reflektieren weniger helle Oberflächen das Sonnenlicht zurück ins All. Das Eis und das freiliegende Meerwasser absorbieren mehr Sonnenenergie und dies führt zu mehr Schmelzen und mehr Erwärmung.



Diese Szene zeigt eine Mischung von Meereisarten, die im Südlichen Ozean häufig vorkommen. Die unterschiedlichen Stärken des Meereises bilden ein Spektrum von Farben und

Formen, das von dunklem, schwarzem, offenem Wasser über eine dünne, fettartige Bedeckung, genannt Fetteis, bis hin zu dickerem, grauem Eis reicht. Älteres Meereis hat eine leuchtend weiße Schneedecke und viele chaotische Deformationsmerkmale, die als Bergrücken und Geröllfelder sichtbar sind und durch die ständige Bewegung des Packeises verursacht werden. (Mit freundlicher Genehmigung von M. Studinger/NASA)

Wissenschaftler haben diese Rückkopplungsschleife von Erwärmung und Schmelzen in der Arktis beobachtet. Für sie ist das arktische Meereis ein zuverlässiger Indikator für ein sich veränderndes globales Klima. Am meisten Aufmerksamkeit schenken sie im September, wenn das arktische Meereis auf seine geringste Ausdehnung pro Jahr schrumpft. Diese minimale Ausdehnung, die seit 1979 von Satelliten gemessen wird, hat bis zu 13,7 Prozent pro Jahrzehnt abgenommen. Das antarktische Meereis hingegen wurde bisher nicht als Indikator für den Klimawandel angesehen. Während das arktische Meereis meist mitten im landumschlossenen Ozean liegt – und damit empfindlicher auf Sonnenlicht und sich erwärmende Luft reagiert – umgibt das antarktische Meereis das Land und ist ständig starkem Wind und Wellengang ausgesetzt.

Laut Klimamodellen sollten steigende globale Temperaturen das Meereis in beiden Regionen schrumpfen lassen. Doch Beobachtungen zeigen, dass die Eisausdehnung in der Arktis schneller geschrumpft ist als von den Modellen vorhergesagt, und in der Antarktis hat sie leicht zugenommen. Die Forscher schauen sich die Antarktis viel genauer an und fragen: „Moment mal, was geht da unten vor?“ Holland ist einer von denen, die fasziniert sind.

„Der Fall Antarktis ist genauso interessant wie der Fall Arktis“, sagte Holland. „Man kann das eine nicht verstehen, ohne das andere zu verstehen.“

### **Der Umgang mit den Modellen**

Für Holland stellt die Diskrepanz Teile der Klimamodelle in Frage. Modellierungsgruppen aus der ganzen Welt arbeiten am *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIP5) zusammen, welches [vermeintlich] das Klima der Erde simuliert und vorhersagt, wie es sich in naher Zukunft verändern wird. Weltpolitiker und Entscheidungsträger verlassen sich darauf, um zu entscheiden, wie stark die Länder den Kohlenstoffausstoß begrenzen sollten, von dem bekannt ist, dass er einige Aspekte des Klimawandels verursacht.

„Fast alle CMIP5-Modelle simulieren eine Abnahme des antarktischen Meereises“, sagte Holland. „Es gibt ein Problem in dem Teil, der die letzten 30 Jahre der Meereis-Variabilität reproduziert.“ Holland war auf der Suche nach Daten, um seine eigene Modellierung der Trends im antarktischen Eis zu verbessern und zu verifizieren, als er bemerkte, dass andere Forscher feststellten, dass die Trends in den verschiedenen Jahreszeiten unterschiedlich stark ausfallen.

Die meisten Studien über Trends im antarktischen Meereis konzentrieren sich auf Veränderungen der Eisausdehnung. Für Holland war es wichtiger, zu untersuchen, wie schnell das Eis von Saison zu Saison wächst oder schrumpft. „Änderungen der Klimaerwärmung wirken sich direkt auf die Geschwindigkeit des Eiswachstums aus“, sagte er, „nicht auf die Menge des Eises.“ Eine Abkühlung von Jahr zu Jahr im Herbst kann zum Beispiel ein schnelleres Eiswachstum im Herbst verursachen, aber nicht unbedingt eine Zunahme der Eismenge im Herbst.



Auf dem Meereis nahe der Scott Base in der Antarktis bildet sich eine Barriere. Dazu kommt es, wenn einzelne Eisschollen zusammenstoßen und sich aufeinander türmen. Oben sind Lenticularis-Wolken zu sehen [sie entstehen häufig im Lee von Gebirgen. A. d. Übers.]. (Mit freundlicher Genehmigung von M. Studinger/NASA)

### **Frühjahrs-Überraschung**

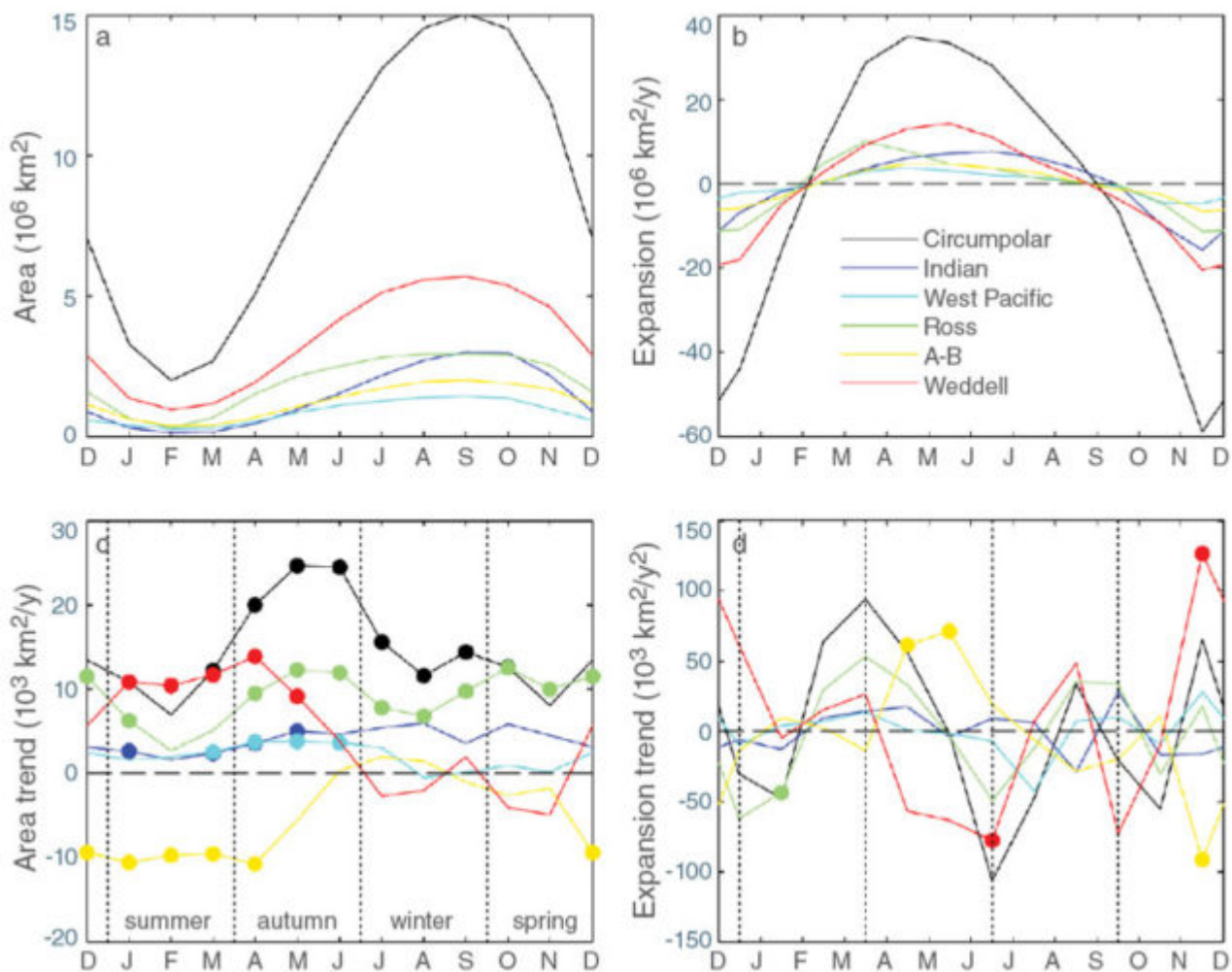
Holland verwendete Daten des *National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center* (NSIDC DAAC) der NASA, um die Wachstumsrate der Eiskonzentration für jeden einzelnen Tag zu berechnen, die er als Intensivierung bezeichnete, und die Wachstumsrate der gesamten Eisfläche, die er als Expansion bezeichnete. „Ich habe das für alle dreißig Jahre an Daten gemacht und die Trends aufgezeichnet“, sagte er. Hollands Diagramme zeigten, dass die verschiedenen Regionen im Südlichen Ozean zum Gesamtanstieg beitrugen, aber sie hatten sehr unterschiedliche Trends im Meereiswachstum. Das deutet darauf hin, dass die Geografie und unterschiedliche Windmuster eine Rolle spielen. Um weitere Erkenntnisse zu gewinnen, untersuchte Holland daher die saisonalen Windtrends für die verschiedenen Regionen.

Holland fand heraus, dass die Winde das Meereis in einigen Regionen ausbreiten und in anderen komprimieren oder intakt halten, und dass diese Effekte im Frühjahr begannen. Dies widersprach einer früheren Studie, in der Holland und Ron Kwok vom *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) der NASA anhand von Daten zur Eisdrift feststellten, dass zunehmende Nordwinde im Herbst die Schwankungen verursachten.

„Ich dachte immer – und soweit ich weiß, dachten das auch alle anderen – dass die größten Veränderungen im Herbst stattfinden müssen“, sagte Holland. „Aber

interessant für mich ist jetzt, dass wir uns den Frühling ansehen müssen. Der Trend ist im Herbst größer, aber es scheint, dass er im Frühling entsteht.“

„Paul hat zwei weitere Meereis-Maßzahlen erstellt, mit denen wir beurteilen können, wie das antarktische Meereis reagiert“, sagte die Forscherin Sharon Stammerjohn und bezog sich dabei auf die Maße der Intensivierung und Ausdehnung. Die neuen Maßzahlen helfen dabei zu beurteilen, wie das System reagiert, im Gegensatz zur einfachen Überwachung des Zustands des Systems. „Sagen wir, Ihre Temperatur liegt bei 37,3°C“, sagte Stammerjohn. „Sie haben keinen Einblick in diese Temperatur, es sei denn, Sie messen sie eine Stunde später erneut und sehen, dass sie sich auf 38,3°C verändert hat. Dann können Sie sagen, okay, mein System reagiert auf etwas.“



Die Tafeln oben zeigen saisonale Schwankungen der Meereismengen für jede Region und den gesamten Südlichen Ozean. Die mittlere monatliche Gesamteisausdehnung (b) erreicht ihren Höhepunkt im Herbst, und die mittlere monatliche Gesamteisfläche (a) erreicht ihren Höhepunkt im Winter. Trends von Jahr zu Jahr in der monatlichen Gesamteisfläche (c) zeigen, dass das antarktische Meereis in den letzten dreißig Jahren dazu tendiert, sich im Herbst auszudehnen. Zwischenjährliche Trends in der monatlichen Gesamteisausdehnung (d) zeigen, dass Veränderungen im Eiswachstum im Frühjahr die Veränderung des Eises im darauffolgenden Sommer und Herbst bewirkten. (Mit freundlicher Genehmigung von P. R. Holland)

## Partielle Erklärungen

Holland untersucht weiterhin den antarktischen Frühling, um besser zu verstehen, warum sich das antarktische Meereis verändert. Während Hollands Arbeit den Forschern hilft, das Problem im Detail zu sehen, entwickeln Wissenschaftler weiterhin Ideen darüber, warum sich das Eis ausdehnt.

Eine Studie legt paradoxerweise nahe, dass die Erwärmung der Ozeane und das verstärkte Abschmelzen des antarktischen Eisschildes die kleine, aber statistisch signifikante Meereisausdehnung in der Region verursacht. Eine andere Studie deutet darauf hin, dass Regen, der durch ein wärmeres Klima verursacht wird, einen Zustrom von Süßwasser in den Südlichen Ozean verursacht hat, wodurch dieser weniger dicht wird und die ozeanische Wärme daran gehindert wird, das Meereis in der Antarktis zu erreichen. Bis heute gibt es keinen Konsens über den Grund für die Ausdehnung.

„Es wurden teilweise Erklärungen angeboten, aber wir haben kein vollständiges Bild“, sagte Ted Scambos, ein Wissenschaftler am NSIDC DAAC. „Dies könnte einfach ein Fall von ‚wir wissen es noch nicht‘ sein.“



Kaiserpinguine ruhen in der Nähe der Küste in der Antarktis und jagen im nahen Meereis nach Nahrung. (Mit freundlicher Genehmigung von K. Watson)

## References

Bintanja, R., G. J. Van Oldenborgh, S. S. Drijfhout, B. Wouters, and C. A. Katsman. 2013. Important role for ocean warming and increased ice-shelf melt in Antarctic sea-ice expansion. *Nature Geoscience* 6: 376–379, [doi:10.1038/ngeo1767](https://doi.org/10.1038/ngeo1767).

Cavalieri, D. J., C. L. Parkinson, P. Gloersen, and H. Zwally. 1996, updated yearly. [Sea Ice Concentrations from Nimbus-7 SMMR and DMSP SSM/I-SSMIS Passive Microwave Data. Southern Hemisphere](#). Boulder, Colorado USA: NASA

National Snow and Ice Data Center (NSIDC) DAAC.

Holland, P. R. 2014. The seasonality of Antarctic sea ice trends. *Geophysical Research Letters* 41, doi:10.1002/2014GL060172.

Holland, P. R. and Kwok, R. 2012. Wind driven trends in Antarctic sea-ice drift. *Nature Geoscience* 5: 872–875, doi:10.1038/ngeo1627.

Holland, P. R., N Bruneau, C. Enright, M. Losch, N. T. Kurtz, R. Kwok. 2014. Modeled trends in Antarctic sea ice thickness. *Journal of Climate* 27: 3,784–3,801, doi:10.1175/JCLI-D-13-00301.1.

Kirkman, C. H., C. M. Bitz. 2011. The effect of the sea ice freshwater flux on Southern Ocean temperatures in CCSM3: Deep-ocean warming and delayed surface warming. *Journal of Climate* 24: 2,224–2,237, doi:10.1175/2010JCLI3625.1.

Scambos, T. A., R. Ross, T. Haran, R. Bauer, and D.G. Ainley. 2013. A camera and multisensor automated station design for polar physical and biological systems monitoring: AMIGOS. *Journal of Glaciology* 59(214): 303–314, doi:10.3189/2013JoG12J170.

Stammerjohn, S., R. Massom, D. Rind, and D. Martinson. 2012. Regions of rapid sea ice change: An interhemispheric seasonal comparison. *Geophysical Research Letters* 39, L06501, doi:10.1029/2012GL050874.

## Weitere Informationen

NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center (NSIDC DAAC)

<u>About the remote sensing data</u>	
<u>Satellites</u>	<u>Nimbus 7 and Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) F8, F11, F13, F17</u>
<u>Sensors</u>	<u>Scanning Multichannel Microwave Radiometer (SMMR), Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I), Special Sensor Microwave Imager/Sounder (SSMIS)</u>
<u>Data set</u>	<u>Sea ice concentrations from Nimbus-7 SMMR and DMSP SSM/I-SSMIS Passive Microwave Data</u>
<u>Resolution</u>	<u>25 kilometers</u>
<u>Parameter</u>	<u>Sea ice concentration</u>
<u>DAAC</u>	<u>NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center (NSIDC DAAC)</u>

Link: <https://wattsupwiththat.com/2021/02/01/unexpected-ice/>

Übersetzt von Chris Frey EIKE