

Einfluss von El Niño auf Eismassenschwankungen des Westantarktischen Eisschildes

Die Schwerefeldmission GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) hat auch Eismassenschwankungen des Westantarktischen Eisschildes registriert. Forscher des Deutschen GeoForschungsZentrums Potsdam (GFZ) konnten nachweisen, dass in zwei Regionen in der Westantarktis, die an den Pazifischen Ozean grenzen, Fließgeschwindigkeiten extrem sind und die Gletscher kontinuierlich an Masse verlieren.¹

In der Westantarktis wird gegenwärtig eine Erwärmung beobachtet, die den globalen Mittelwert überschreitet. Augenscheinlich schrumpfen dadurch die der Antarktischen Halbinsel vorgelagerten Schelfeisgebiete, insbesondere im Weddellmeer. Im Gebiet der Amundsensee, zwischen Ellsworth Mountains und Mary Bird Land, verringert sich für einige Gletscher die Eismächtigkeit rapide und Gletscher und Eisströme enden deutlich früher im Landesinneren. Dort treten momentan die größten Fließgeschwindigkeiten und Massenverluste des Westantarktischen Eisschildes auf (zur Lage der beiden Gebiete vgl. Bild 3).²

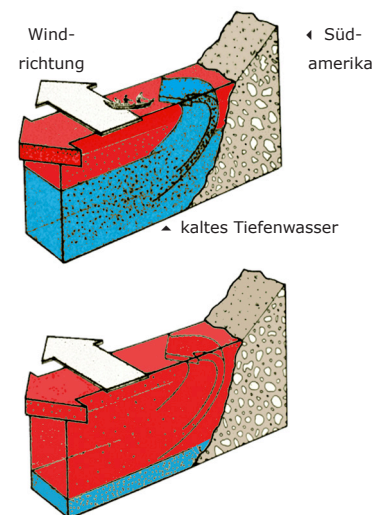


1 - Der Satellit GRACE (Quelle: www.gfz-potsdam.de)

Eine Neuberechnung der Massenbilanz beider Regionen aus Schwerefelddaten der GRACE-Mission erbrachte unter Einbeziehung von Daten des European Centre for Medium Range Weather Forecast (ECMWF) für den Zeitraum August 2002 bis August 2009 deutlich niedrigere Schätzungen für den Massenverlust als konventionelle Massenbilanzverfahren. GRACE-Zeitreihen lassen erkennen, dass die Variationen der Eismassen in den beiden Gebieten durch von Jahr zu Jahr gegenläufig schwankende Niederschläge verursacht werden.

Seit längerem ist ein Zusammenhang zwischen Schneefall in der Westantarktis und dem komplexen Klimasystem ENSO bekannt (die Abkürzung verbindet das Klimaphänomen El Niño und die atmosphärisch-ozeanische Südliche Oszillation, womit ein über mehrere Jahre eintretender Wechsel zwischen zu warmen und zu kalten Witterungsphasen über dem Pazifik beschrieben wird). Diese Arbeiten beruhen auf der Analyse von meteorologischen Modellen.³ Dieser Zusammenhang konnte nun für die Masse des Westantarktischen Eisschildes erstmals mit GRACE-Daten belegt werden.¹

Normalerweise liegen die Wassertemperaturen im tropischen Westpazifik nahe 28-29°C, im östlichen Pazifik dagegen nur bei 20-25°C. Durch diese Temperaturdifferenz entsteht eine atmosphärisch-ozeanische Zirkulation. Sie ist der Motor für die Passatwinde. Sie wehen entlang der südamerikanischen Pazifikküste zunächst von Süden nach Norden und bewirken, dass das oberflächennahe Wasser nach Westen abgelenkt wird. Durch das dadurch im Osten entstehende Wasserdefizit strömt kälteres, nährstoffreiches Tiefenwasser nach und ein Auftriebsprozess wird in Gang gesetzt (Bild 2 oben). In Äquatorhöhe biegen die Passatwinde der Südhalbkugel in westliche Richtung um. Durch die aufsteigende Feuchtigkeit über dem warmen Ozean im Westen kommt es über Indonesien und Nordaustralien zu den ergiebigen Monsunregen.



2 - Wassermassenströme im Pazifik bei normaler (oben) und in einer El Niño-Situation (unten). Der Unterschied liegt in der Tiefenlage der Grenze zwischen kaltem und warmem Wasser (Grafik: J. Laudien, AWI)

Das El Niño-Phänomen ist dadurch gekennzeichnet, dass diese atmosphärisch-ozeanische Zirkulation in bestimmten Regionen des Pazifiks erheblich verändert wird.

• • •

Bei einer El Niño-Situation breiten sich die warmen Wassermassen entlang des gesamten äquatorialen Bereichs zwischen dem Inselbogen im westlichen Pazifik und der südamerikanischen Küste aus und die Niederschläge bewegen sich auf das Zentrum des Pazifiks zu. Dadurch werden die Passatwinde abgeschwächt und der Wiederaufstieg kalter, nährstoffreicher Wassermassen im Ostpazifik behindert, so dass sich die warmen Wassermassen bis an die südamerikanische Küste ausbreiten können. Durch das Absinken der Grenze zwischen kalten und warmen Wassermassen (der so genannten Sprungschicht; Bild 2 unten) wird das Aufströmen kalten Wassers gehemmt, das normalerweise Nährstoffe (Dünger) an die Oberfläche bringt, die zur Vermehrung des Phytoplanktons beitragen. Dadurch verändert sich die gesamte Nahrungskette zwischen Phytoplankton und Fischen. ⁴

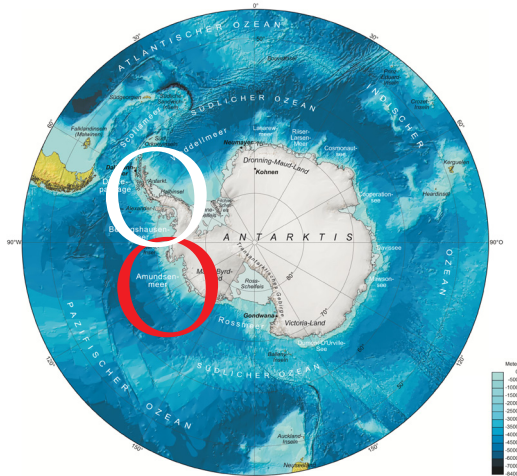
Im Gegensatz zu den El Niño-Phasen, die vor der südamerikanischen Küste durch zu warmes Wasser gekennzeichnet sind, dehnt sich in so genannten La Niña-Phasen im Pazifik eine Kaltwasserzone weit nach Westen aus. Über dieser kühlen Wasseroberfläche halten sich im tropischen Pazifik Verdunstung und Energieabgabe an die Atmosphäre quasi die Waage. Das führt in solchen Gegenden, die während El Niño-Ereignissen starke Niederschläge verzeichnen, zu Trockenheit. In anderen Regionen kommt es zu ergiebigen Niederschlägen, wie z.B. im Dezember 2010 im Norden Kolumbiens.

Die beiden Phasen wechseln sich in einem charakteristischen Intervall ab. Die warme El Niño-Phase tritt durchschnittlich alle vier, als stärkeres Phänomen alle sieben Jahre auf, während die zwischenzeitlichen La Niña-Kaltphasen manchmal nicht sehr deutlich ausfallen können. Es wird auch diskutiert, ob diese Phasen die normale Situation über dem Pazifik darstellen. Drastische biologische Auswirkungen kommen nur bei starken und sehr starken El Niños vor. Während der Ablauf dieser Oszillation inzwischen gut bekannt ist, weiß man immer noch nicht genug über die Hintergründe für das Auftreten der warmen El Niño-Phasen.

Die GRACE-Daten belegen für den beobachteten Zeitraum zwischen August 2002 und August 2009 im südlichen Pazifik vor der antarktischen Küste charakteristische Veränderungen im Niederschlagsmuster. Der Feuchtigkeitstransport entlang der westantarktischen Küste wird wesentlich durch die Lage und Stärke der Tiefdruckgebiete in der Amundsensee gesteuert. In El Niño-Warmphasen ist es auf der Antarktischen Halbinsel trocken, Niederschläge lassen nach und die Massenbilanz ist vergleichsweise negativ. Im Hinterland der Amundsensee bringen zu dieser Zeit reiche Niederschläge Schnee und eine positive Massenbilanz.

In der Westantarktis entwickelt sich in den kühleren La Niña-Phasen über der Amundsensee ein ausgeprägtes Tiefdruckgebiet. Es führt entlang der Antarktischen Halbinsel zu hohen Niederschlägen und Massenzuwachs. Im Hinterland der Amundsensee dominiert zu dieser Zeit aber trockene Luft aus dem Landesinneren, so dass die Niederschläge ausbleiben.

Dieser Rhythmus prägt also das Niederschlagsmuster über der Westantarktis. Wenn die Massenbilanz für beide Gebiete der Westantarktis aber negativ ist, obwohl beide abwechselnd Niederschläge erhalten, dann muss es noch einen weiteren Faktor geben, der für die negative Massenbilanz verantwortlich ist. Wahrscheinliche Ursachen sind höhere Kalbungsraten und zunehmendes Schmelzen.



3 - Übersichtskarte der Antarktis mit der Lage der Antarktischen Halbinsel (weißer Kreis) und dem Gebiet der Amundsensee (roter Kreis) (Quelle: AWI)

Starke El Niño-Ereignisse können in Sedimenten nachgewiesen werden, die bis zu über 5000 Jahre alt sind (Caviedes 2005, S. 130)⁵. Untersuchungen an Foraminiferen im Golf von Mexico und im Pazifik haben gezeigt, dass sich am Ende des Tertiärs, ab ca. 6 Millionen Jahren vor heute, die Temperaturen zu beiden Seiten der Mittelamerikanischen Landbrücke unterschiedlich entwickelt haben - der Pazifik kühlte ab. Diese separate ozeanische und atmosphärische Entwicklung von Atlantik und Pazifik war möglicherweise der Auslöser für die Entwicklung des El Niño-Phänomens. Nähere Untersuchungen an dem Eisbohrkern vom Tales Dome im Nordvictorialand, auf der östlichen Seite des Rossmeeres, können hierzu in Zukunft möglicherweise weitere Erkenntnisse bringen.⁶

Mehr Informationen:

- ¹ *www.gfz-potsdam.de, Pressemitteilung vom 29.10.2010: Schmilzt das Eis am Südpol?; Originalarbeit: „Satellite Gravimetry Observation of Antarctic Snow Accumulation Related to ENSO“ by I. Sasgen, H. Dobslaw, Z. Martinec and M. Thomas, in: Earth and Planetary Science Letters (2010), doi:10.1016/j.epsl.2010.09.015*
- ² *Zur Gletscherdynamik siehe z.B. Der Geologische Kalender 2007, Februar; 2008, September*
- ³ *Bromwich, D.H., Rogers, A.N., Kallberg, P., Clather, R.I., White, J.W.C., Kreutz, K.J. (2000) ECMWF analyses and reanalyses of ENSO signal in Antarctic precipitation. J. Climate 13 (8), 1406-1420*
- ⁴ *Zur El Niño-Problematik siehe z.B. Arntz, W.E. und Laudien, J. (2006) Die Mär vom grenzenlosen Reichtum: Was macht die Ozeane (un)produktiv? - In: Wunder, E., Clemens, J., Gamerith, W., Gebhardt, H., Lossau, J., Marxhausen, C. und Schwan, T.: Ozeane - Äquatoriales Afrika - Rund um das Dach der Welt - Besonderheiten der politischen Landkarte Europas. HGG-Journal 19+20, Heidelberg, 3-22*
- ⁵ *César N. Caviedes (2005) El Niño. Klima macht Geschichte. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt*
- ⁶ *www.awi.de, Pressemitteilung vom 3.12.2010 „1620 Meter langer Eiskern aus der Antarktis untersucht“*

Monika Huch, Adelheidsdorf (25.01.2011)
www.DGP-EV.de