



Bargteheide, den 11.06.2016

Eine Facharbeit über

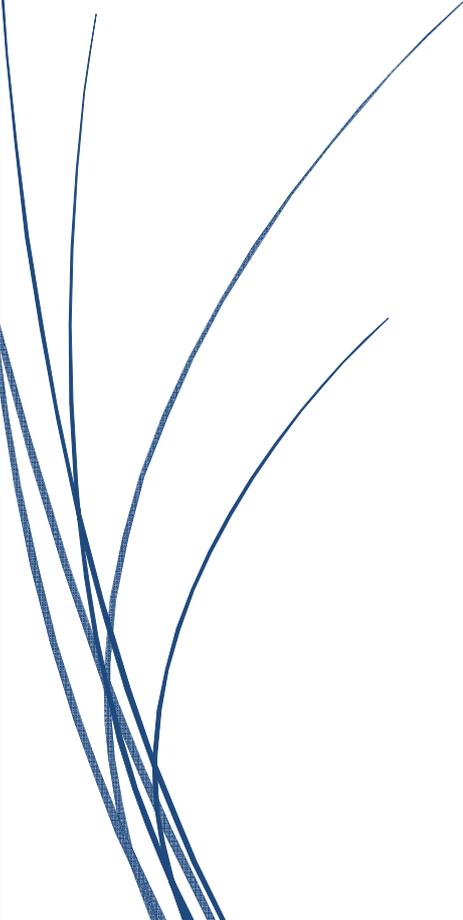
Die Auswirkungen des anthropogenen
Klimawandels auf das El Niño
Phänomen

Geografie

Frau Jenny Ibbeken

Klasse 11b

Anne-Frank-Schule Bargteheide



Justus Porbadnigk, Nouri Alexander Hilscher,
Justus Juchem, Niklas Rieck

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	- 3 -
2. Wetterlage im Pazifik in normalen und El Niño Jahren.....	- 4 -
2.1 Die Wetterlage im Pazifik in normalen Jahren	- 4 -
2.1.1 Der Humboldtstrom.....	- 4 -
2.1.2 Südäquatorialstrom.....	- 4 -
2.1.3 Die Walker-Zirkulation.....	- 5 -
2.1.4 Die Hadley-Zelle	- 6 -
2.2 Die Wetterlage im Pazifik in einem El Niño Jahr.....	- 7 -
2.3 These Nr.1	- 9 -
2.4 These Nr.2.....	- 11 -
2.5 These Nr.3.....	- 12 -
3. Fazit	- 13 -
4. Quellen.....	- 15 -
4.1 Literatur	
4.2 Professoren und Experten	- 17 -

1. Einleitung

Unsere wissenschaftliche Arbeit befasst sich mit den Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels auf das El Niño Phänomen. Das Ziel dieser Arbeit ist es dem Leser näher zu bringen, welche Einflüsse der Mensch auf Naturphänomene und im speziellen auf das El Niño Phänomen hat, da dies auf unseren Grundgedanken zur Erforschung der, vom Menschen hervorgerufenen, Veränderung an El Niño aufbaut. Der El Niño ist für große Wetterumschwünge, in Form von Dürren in Indonesien und Australien, Überschwemmungen in Südamerika und Nordamerika und starken Stürmen im Nordatlantik und im Nordpazifik verantwortlich¹. Der Grund warum wir den El Niño untersucht haben ist, dass uns dieses Phänomen zuvor noch nicht geläufig war und wir erstaunt über die weitläufigen Auswirkungen dieses Phänomens waren, obwohl wir selber in den Medien vorher nicht darüber aufgeklärt wurden. Die zuvor erwähnten Auswirkungen sorgten bei uns für großes Interesse an dem Phänomen El Niño. Zum Erforschen dieses Themas hatten wir uns zunächst mit den Meeres- und Luftströmungen im Bereich des El Niños, also dem Pazifik, auseinandergesetzt, um die Wirkungen des Phänomens auf diese Strömungen besser zu verstehen. Daraufhin hatten wir mit unseren Thesen und zu dem Zeitpunkt bereits gesammelten Informationen, zu den Auswirkungen und der Funktionsweise des El Niños, Kontakt zu Herr Dr. Tobias Bayr aufgenommen, dem wir an dieser Stelle unseren Dank für seine Fachliche Unterstützung bei unseren Forschungen aussprechen möchten. Dr. Tobias Bayr stellte uns 10 Seiten einer englischen Forschungsarbeit zum El Niño zur Verfügung, zudem hatten wir von ihm auch hilfreiche Links zu Webseiten erhalten, auf denen detailliertere Informationen zu finden waren. In der nun folgenden Arbeit werden wir die Wetterlage im Pazifik in "normal" Jahren und El Niño erklären, die Auswirkungen in kurzer Form darstellen und eigene Kausalketten bilden, die eine Verbindung zwischen dem anthropogenen Klimawandel und dem Naturphänomen El Niño herstellen. Wichtig zu erwähnen ist aber dennoch, dass es sich bei unseren Thesen meist um ausschließlich spekulative Thesen handelt, welche zwar logisch dargestellt sind, aber zum momentanen Zeitpunkt nicht verifiziert werden können, da die Klimaforscher zurzeit noch dieses Phänomen untersuchen.

¹ Vgl Die Wetterlage im Pazifik in einem El Niño Jahr auf Seite Nr. 7

2. Wetterlage im Pazifik in „normal“ und El Niño Jahren

Um die Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels auf das El Niño Phänomen zu untersuchen, ist es notwendig, die verschiedenen Luftzirkulationen und Meeresströmungen im Pazifik bei „normaler“ Wetterlage und bei einer El Niño Wetterlage zu betrachten. Als erstes widmen wir uns dem Humboldtstrom und dem Südäquatorialstrom. Anschließend der Walker-Zirkulation, der Hadley-Zelle und der Wetterlage im Pazifik in einem El Niño Jahr.

2.1 Die Wetterlage im Pazifik in „normal“ Jahren

2.1.1 Der Humboldtstrom

Der Humboldtstrom ist ein Meeresstrom, der durch das Eis der Antarktis seinen „Antrieb“ erhält und von der Antarktis entlang der Westküste Süd-Amerikas in Richtung Äquator fließt. Die kalten, das Meer bedeckenden Eismassen der Antarktis sorgen für eine Abkühlung des Meerwassers in dieser Region, welches folglich zu Boden absinkt und durch die nachfolgenden Wassermassen nach Norden in Richtung Äquator gedrückt wird. In der Nähe der Osterinseln wird das warme Wasser durch ein sich dort befindendes Hochdruckgebiet von der Küste weggedrückt, was dafür sorgt, dass das kalte Wasser aus der Antarktis an die Meeresoberfläche gelangen kann. Durch diesen Vorgang entsteht die Kaltwasserzunge vor Südamerika. Der Südpassatwind erfasst die kalte Wasserfläche und lässt sie Richtung Westen abdriften, entlang des Äquators. Durch die Erwärmung des Wassers im Bereich des Äquators wird auch der Humboldtstrom erwärmt. Der Humboldtstrom wird abgeleitet und fließt über in den Südäquatorialstrom².

2.1.2 Südäquatorialstrom

Der aus dem Humboldtstrom entstandene Südäquatorialstrom fließt südlich des Äquators von der Westküste Südamerikas in Richtung Westen nach Indonesien. Das Wasser des Südäquatorialstroms erwärmt sich hierbei stetig, was für einen

² Vgl. Abbildung 1 „Die Zirkulationsverhältnisse bei „normaler“ Wetterlage“

Unterschied der Wassertemperatur zwischen der Küste Indonesiens und der Westküste Südamerikas sorgt und als Grundlage für die Walkerzirkulation dient³.

2.1.3 Die Walker-Zirkulation

„Normale“ Wetterlage



Abbildung 1: Bildungswiki Klimawandel: Die Zirkulationsverhältnisse bei „normaler“ Wetterlage, Quelle: <http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:ENSO-wetterlage.jpg> (Lizenz: CC BY-NC-SA)

Bei dieser Zirkulation handelt es sich um eine parallel zum Äquator verlaufende, geschlossene Luft-Zirkulation bestehend aus mehreren Zellen. Durch das kalte Wasser des Humboldtstroms sinken die Luftmassen vor der Küste Südamerikas ab, was für die Entstehung eines Hochdruckgebietes verantwortlich ist. Auf der anderen Seite entsteht vor der Indonesischen Küste ein durch die sich erwärmenden Wassermassen des Südäquatorialstromes und die Passatwinde, die die Wassermassen nach Westen drücken, hervorgerufenen Tiefdruckgebiet. Diese Hoch- und Tiefdruckgebiete beeinflussen den Verlauf der Walkerzirkulation. In Indonesien sorgt die hohe Temperatur des Meerwassers für eine Kondensation und einen Aufstieg des Meeresswassers, was für hohe Luftfeuchtigkeit und Niederschlagsraten sorgt. Die Luft strömt bei zunehmender Höhe nach Osten und Westen ab und ist durch die Nähe zum Äquator nicht von der Corioliskraft beeinflusst. Über dem Ost Pazifik sinkt die Luft durch den Kaltwasserbereich vor der Westküste Südamerikas ab. Dort entsteht ein Hochdruckgebiet was für eine primär trockene Wetterlage in diesem Bereich sorgt. Ein Teil der Luftmassen strömt in Bodennähe wieder in Richtung des Tiefdruckgebietes vor Indonesien. Auf diesem Weg erwärmt es sich mit dem Südäquatorialstrom und schließt den Kreislauf, bevor

³ Vgl. Abbildung 1 Die Zirkulationsverhältnisse bei normaler Wetterlage

es wieder aufsteigt. Durch die Walker-Zirkulation wird der Südäquatorialstrom angetrieben⁴.

2.1.4 Die Hadley-Zelle

Der untere Teil dieser Zirkulation ist besser bekannt als Passatwinde, welche sich sowohl auf der Nordhalbkugel als auch auf der Südhalbkugel befinden. Diese Passatwinde entstehen durch die Tief- und Hochdruckgebiete nahe des Äquators. Die Sonne erwärmt die Tropische Klimazone, da sie einen hohen Einfallswinkel hat und z.T. im Zenit steht. Die erwärmte Luft steigt am Äquator auf und dehnt sich aus. Zudem befördert sie die Feuchtigkeit in die Höhe und bei ausreichender Höhe kondensiert das Wasser aus der Luft und es entstehen Wolken. Die hier entstandenen Wolken steigen bis zur Tropopause auf und werden nach Norden und Süden abgelenkt. Die Luft kühlt auf ihrem Weg nach Norden und Süden ab und beginnt zu sinken. Entgegenwirkend steigt im Bereich der Passatwinde weitere Luft auf, die sich ebenfalls abkühlt. Zwischen diesen Schichten gibt es einen Unterschied: auf der einen Seite die warme abgesunkene Luft und auf der anderen Seite unter ihr lagert die kalte aufgestiegene Luft, zusammen ergeben diese Schichten die Passatinversionsschicht. Die kalte Luft verhindert, dass die wärmere Luft weiter sinkt, weil die kalte Luft schwerer ist als die warme. Es entstehen also keine Wolken und dadurch auch keine Niederschläge. Ein Großteil der Luftmassen sinkt bei 30° Nord und 30° Süd ab, hier bilden sich die Subtrophenhochdruckgebiete. An diesen Hochdruckgebieten wird auch ein kleiner Teil der Luft vom Äquator weggedrückt. Sie verlaufen außerdem nicht orthogonal zum Äquator, sondern leicht versetzt durch die Corioliskraft. Die Passatwinde werden auf der Nordhalbkugel zum Nordostpassat und auf der Südhalbkugel zum Südostpassat. Die Passate strömen am Äquator wieder zusammen (sie konvergieren). Deshalb wird die Äquatoriale Tiefdruckrinne auch Innertropische Konvergenzzone (ITC) genannt⁵.

⁴ Vgl. <http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Walker-Zirkulation>

⁵ Vgl. <http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Hadley-Zelle>

2.2 Die Wetterlage im Pazifik in einem El Niño Jahr

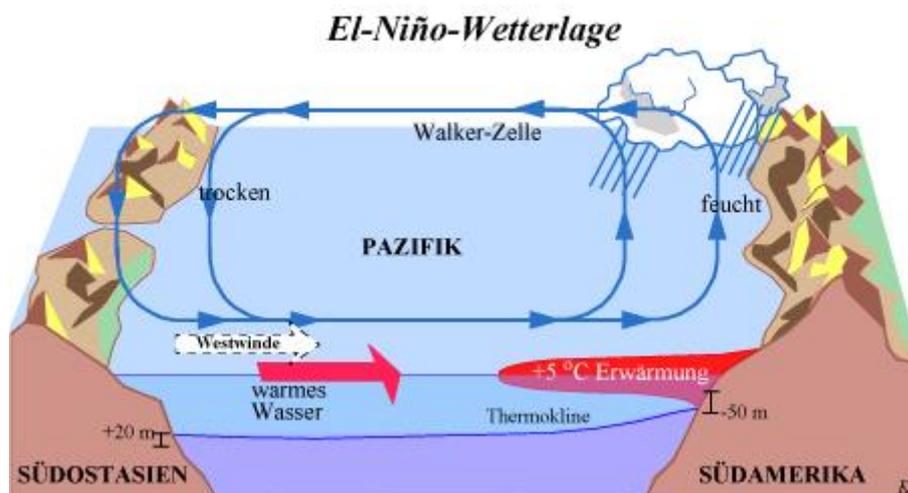


Abbildung 2: Bildungswiki Klimawandel: Die Zirkulationsverhältnisse bei El-Niño-Wetterlage,
Quelle: <http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:ENSO-wetterlage.jpg> (Lizenz: CC BY-NC-SA)

Beim El Niño setzen die Passatwinde aus bzw. werden geschwächt. Das warme Wasser kann sich durch die Schwächung der Passatwinde ausbreiten, was zu einem Austausch der Hoch- und Tiefdruckgebiete führt. Dies sorgt für eine Umkehrung der Walker-Zirkulation, was sich auch auf den Südäquatorialstrom ausweitet. Durch den Ausfall der Passatwinde ist zuvor ein Meeresflächenunterschied von 60 Zentimetern entstanden. Um die Ost-Seite des Pazifiks auszugleichen treten sogenannte Kelvinwellen auf, die auch das warme Wasser in Richtung Osten transportieren. Das warme Wasser sorgt dort für eine Erwärmung der Kaltwasserfront um ca. 5°C.

Als Auswirkungen des El Niños gelten die kräftigen Niederschläge über Südamerika, welche oft zu Überschwemmungen führen sowie für Hangrutsche. In nordwestlichen Teilen der USA und in Südostchina herrschen ebenfalls diese Auswirkungen des El Niños. Auf der anderen Seite sorgt der El Niño in Australien und Indonesien für Dürrezeiten und erhöhte Anzahl von Buschfeuern und Waldbränden. Das Gleiche passiert in Südafrika. In Indien sind die Auswirkungen des El Niño Phänomens erhöhte Temperaturen sowie Dürre und niedrigere Ernteerträge.

El Niño - Klimaänderungen [Nordwinter]

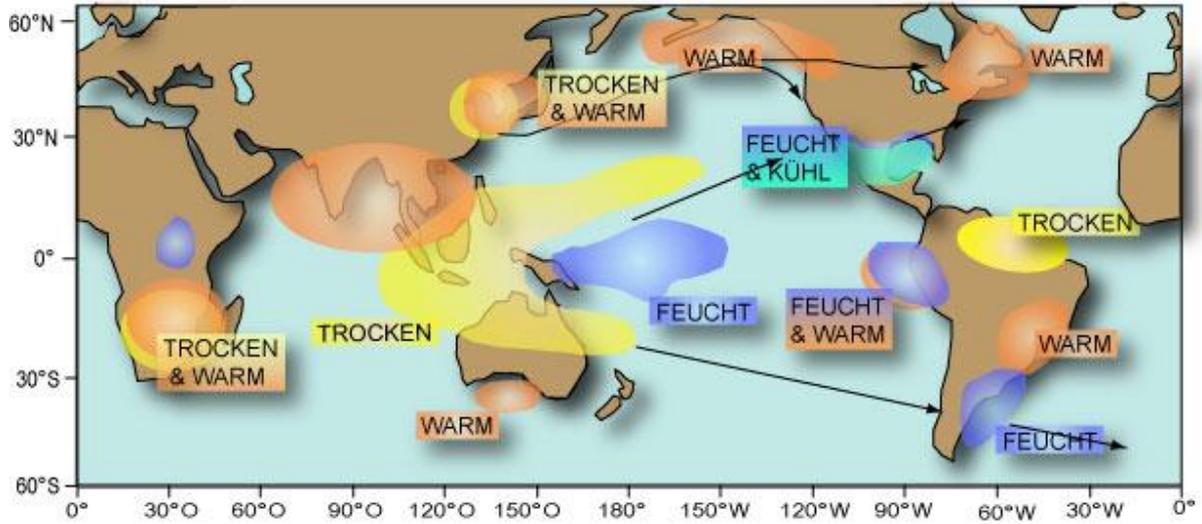


Abbildung 3: Bildungswiki Klimawandel: Weltweite Folgen eines El Niño im Nord-Winter,
Quelle: http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:ENSO_folgen.jpg (Lizenz: CC BY-NC-SA)

2.3 These Nr.1

Durch den anthropogenen Klimawandel ist die Kaltwasserfront vor Südamerika nicht mehr groß genug, was zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit des El Niños Phänomen führt.

Wie im ersten Teil unserer wissenschaftlichen Arbeit dargestellt, in der wir die Meeres- und Luftströmungen thematisiert haben, entsteht der Humboldtstrom in der Nähe der Antarktis. Das warme Wasser wird durch die Eismassen der Antarktis abgekühlt, sinkt nach unten ab und wird durch die folgenden Wassermassen in Richtung des Äquators gedrückt. Durch ein Hochdruckgebiet in der Nähe der Osterinseln gelangen die kalten Wassermassen an die Oberfläche und bilden später die Kaltwasserzunge vor Südamerika. Durch den anthropogenen Klimawandel werden in Zukunft große Teile der Eismassen in der Antarktis schmelzen.

Temperatur-Differenz nach RCP 8.5

Jahr 2071-2100 minus 1971-2000

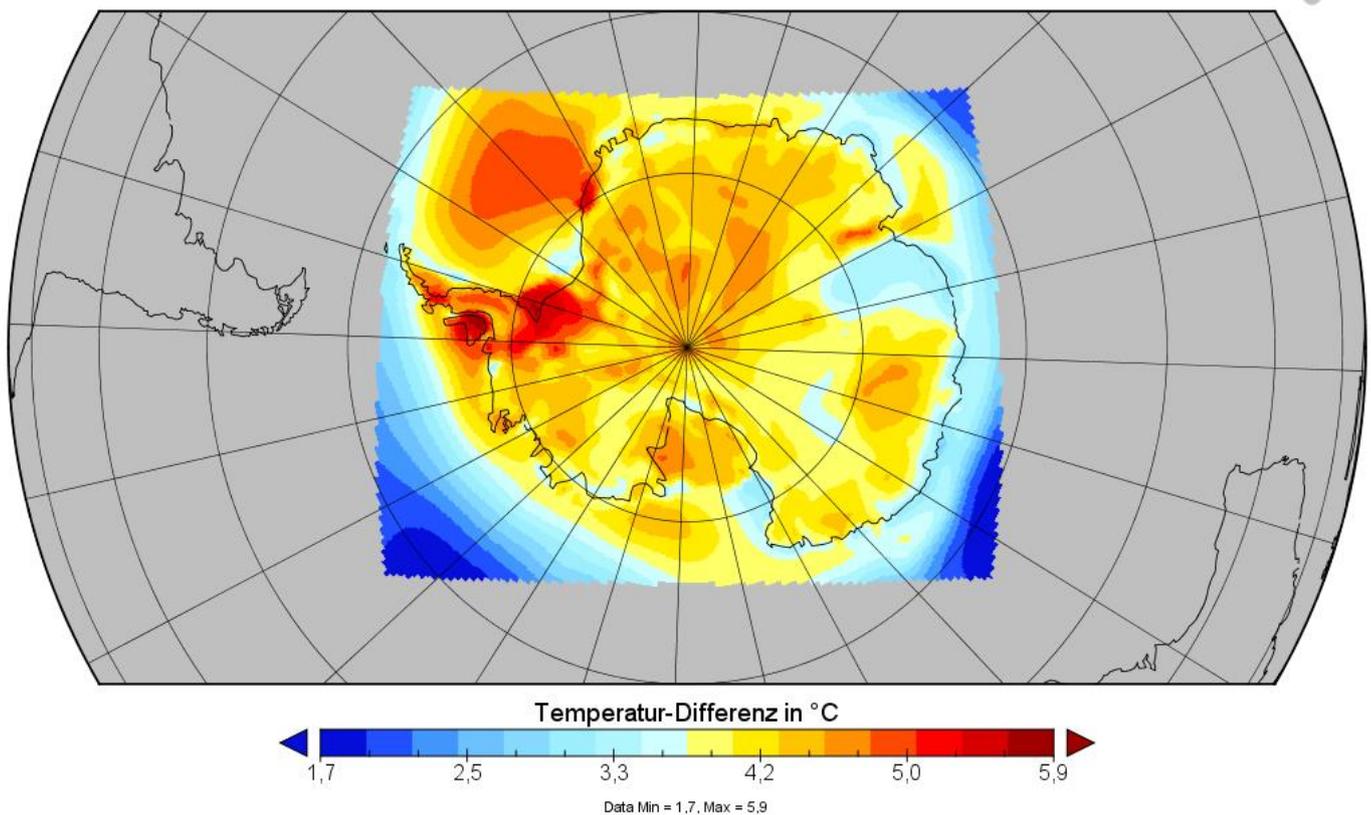


Abbildung 4: Klimakarte zur Temperatur-Differenz im antarktischen Raum nach RCP 8.5 in den Jahren 2071-2100 minus 1971-2000, erzeugt mit Panoply, Quelle der Daten: Portal der Earth System Grid Federation (<http://esgf-data.dkrz.de/>), 18.03.2015

Die erste Grafik bezieht sich auf die Temperaturdifferenzen im Antarktischen Raum.

Sie zeigt die Temperaturdifferenz vom Jahr 2071-2100 und 1971-2000, dargestellt nach dem Szenario RCP 8.5. Schon im Überblick erkennt man, dass sich die

Grundtemperatur um 3°C. Bezieht man sich auf den Entstehungsraum des Humboldtstroms, so ist klar zu erkennen, dass die Temperatur um 4-5.5°C steigen wird. Die Temperaturen sind ausschlaggebend für die Meereisbedeckung.

Meereisbedeckungsgrad-Differenz nach RCP 8.5

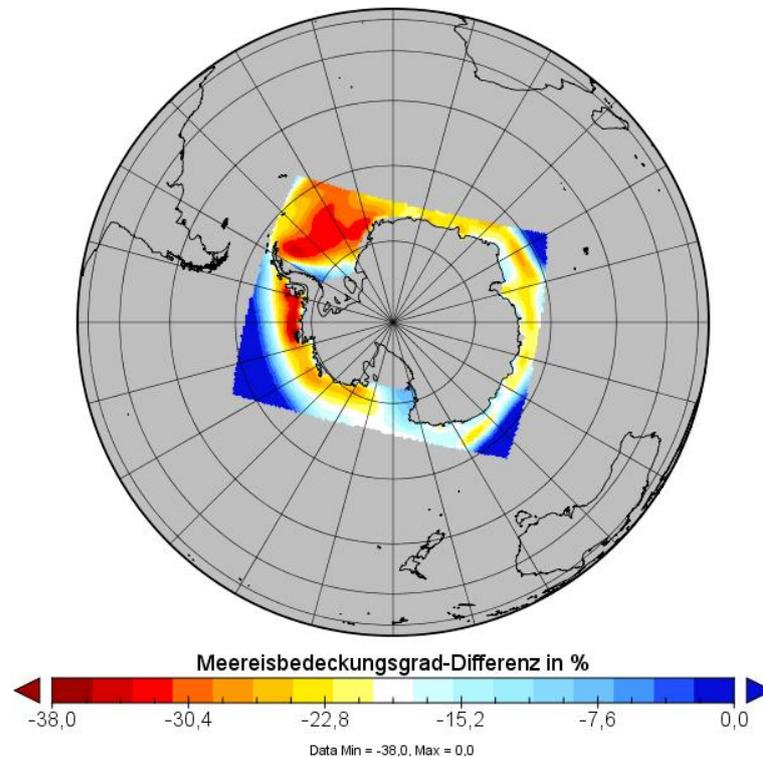


Abbildung 5: Klimakarte zur Meereisbedeckungsgrad-Differenz in % im antarktischen Raum nach RCP 8.5 in den Jahren 2071-2100 minus 1971-2000, erzeugt mit Panoply, Quelle der Daten: Portal der Earth System Grid Federation (<http://esgf-data.dkrz.de/>, 18.03.2015)

Die zweite Grafik bezieht sich auf den Meereisbedeckungsgrad mit denselben Differenzjahreswerten, welche auch in der letzten Grafik verwendet wurden, jedoch wird die Meereisbedeckungsgrafik in Prozent dargestellt. Der Temperatur Anstieg der ersten Grafik spiegelt sich bei der Meereisbedeckungsdifferenz der zweiten Grafik wider. Es ist im allgemeinen eine klare Abnahme von mindestens 8% ersichtlich. In der Zone des Ursprungs vom Humboldtstrom wird eine Abnahme der antarktischen Eismassen von bis zu 30,4% erwartet. Durch die schwindenden kalten, das Meer bedeckenden Eismassen der Antarktis sinken die dort vorhandenen Wassermassen nicht mehr so stark ab. Dies hat zur Folge, dass der Antrieb des Humboldtstromes geschwächt wird. Des Weiteren wird der Druck der nachfolgenden Wassermassen gemindert und durch ausbleibenden Kaltwasserstrom die kalte Wasserfront vor Südamerika gemindert. Denkt man die Kausalkette weiter, reduziert sich dadurch das Hochdruckgebiet vor der Küste Südamerikas. Das Hochdruckgebiet ist ausschlaggebend für den Verlauf der Walkerzirkulation. Fällt dieses Hochdruckgebiet

weg beziehungsweise wird es abgeschwächt, könnte es zu dem Ausfall oder der Umkehrung der Walkerzirkulation und des Südäquatorialstroms führen.

Das Wegführen des warmen Wassers würde durch den Ausfall der Walkerzirkulation und des Südäquatorialstroms verhindert oder gestoppt werden, was zu Erwärmung der Pazifikmeeresoberfläche führt. Die schon beschriebenen Klimakarten sowie die beschriebene Kausalkette sprechen für diese These. Gegen diese These spricht der Fakt, dass sich bei einer El Niño Wetterlage der Humboldtstrom verschiebt und somit als „Antrieb“ des El Niños dient.

2.4 These Nr.2

Durch den anthropogenen Klimawandel verstärkt sich der Druck der Passatwinde, was zu einer erhöhten Menge des transportierten Wassers in Höhe des südäquatorialen Pazifiks führt und somit für ein reduziertes Auftreten von El Niño Phänomenen sorgt.

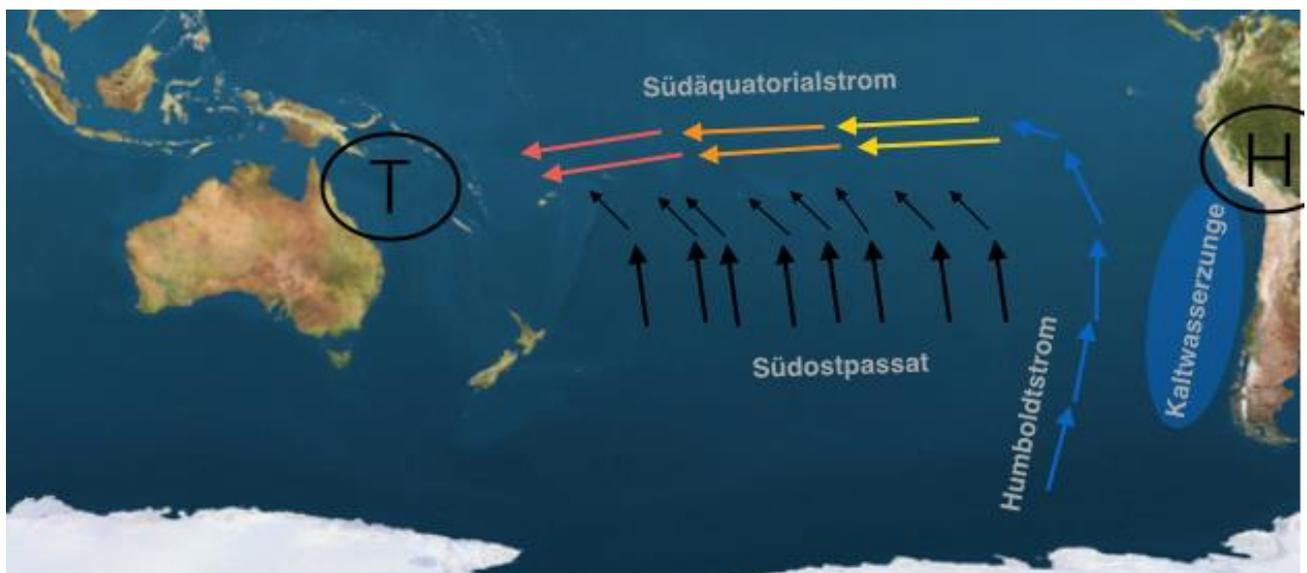


Abbildung 6: Verhalten bzw. Aussehen der Strömungen bei erhöhtem Druck der Passatwinde im Südpazifik zwischen Australien und Südamerika, Quelle der Originalkarte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pacific_Ocean_satellite_image_location_map.jpg (Lizenz: public domain) (verändert und bearbeitet)

Wie im ersten Teil unserer Arbeit beschrieben, unterstützten die Passatwinde den Wassertransport der Wassermassen im Südäquatorialstrom, welcher vor der Küste Südamerikas seinen Ursprung hat und die Wassermassen bis vor die Küste Indonesiens transportiert. Außerdem unterstützen die Passatwinde die Strömungsrichtung der Walkerzirkulation in „normalen“ Jahren⁶. Durch Erkenntnisse in der Klimaforschung wurde ein erhöhter und steigender Druck der Passatwinde

⁶ Siehe „Wetterlage im Pazifik in „normalen“ Jahren“

festgestellt, was sich auf Meeresströmungen, Luftströmungen, Wetterlage und die allgemeine klimatische Situation im Pazifik in Zukunft auswirken wird. Durch die stärkeren Passatwinde erhöht sich die Menge der warmen Wassermassen, die vom Südäquatorialstrom transportiert werden, da die Passatwinde die Strömungsrichtung des Südäquatorialstroms unterstützen, was folglich zu einer erhöhten Menge von warmem Wasser vor der Küste Indonesiens führen wird⁷. Diese größeren warmen Wassermassen erhöhen die Stärke des Tiefdruckgebietes in der Nähe von Indonesien sowie die Stärke des Hochdruckgebietes vor der westlichen Küste Südamerikas und wirken so einer Umkehrung der Walkerzirkulation, wie es in El Niño Jahren der Fall ist, entgegen. Des Weiteren sorgt ein stärkerer Druck der Passatwinde für eine erhöhte Warmwasserspeicherkapazität im Pazifik⁸. Die erhöhte Warmwasserkapazität kommt zustande, indem die Winde die Schichten des Meeres austauschen. Somit wechselt sich die Oberflächenschicht mit der darunterliegenden Schicht ab. Durch diesen Austausch erhöhen sich die Wärme, die der Pazifik speichert, und die Temperatur der Wassermassen im Pazifik im Allgemeinen.

2.5 These Nr.3

Durch den anthropogenen Klimawandel verstärken
sich die Auswirkungen des El Niño Phänomens.

Wie in der vorherigen These bereits erläutert, wird sich die im Meer gespeicherte Temperatur zeitgleich mit dem der erhöhten Temperatur des globalen Durchschnittsklimas erhöhen, welche beim Eintritt des El Niños teilweise wieder freigesetzt wird⁹. Diese im Meer gespeicherte Temperatur kann jedoch nur bis zu einem Maximum der Außentemperatur steigen. Sobald ein Teil dieser gespeicherten Temperatur durch den El Niño, freigegeben wird, steigt auch die globale Temperatur. Als Folge der erhöhten globalen Durchschnittstemperatur werden häufigere Dürrezeiten in Australien und eine erhöhte Häufigkeit von Hurrikanen im Pazifik vorkommen. Die Häufigkeit der Hurrikane lässt sich mit der erhöhten Meeresoberflächentemperatur erklären, denn wenn die Oberflächentemperatur und die Temperatur in bis zu 50 Metern Tiefe um 26,5°C erhitzt wird, kann ein Hurrikan entstehen. Dies geschieht mit den erhöhten Temperaturen des El Niños und den starken Passatwinden schneller

⁷ Vgl. Prof. Hartmut Graßl, 2014 www.klimaretter.info/forschung/nachricht/15714-passatwinde-bremsen-erwaermung

⁸ Vgl. University of Hawaii 2013

⁹ Vgl. <http://bildungsserver.hamburg.de/ozean-und-klima/4337358/enso-waermepumpe-artikel/>

als gewöhnlich; wenn sich der El Niño durch den anthropogenen Klimawandel erhitzt, geht dieser Vorgang noch etwas schneller. Vor der Küste Australiens steigt ebenfalls die Temperatur des Meeres und es kommt durch diese erhöhte Temperatur zu erhöhten Wahrscheinlichkeiten von Regengüsse¹⁰. Zudem kommt es bei der globalen Temperatur durch die vom El Niño freigesetzte Temperatur zu einem kleinen klimatischen Sprung. Die Ergebnisse des Klimaforscher-Trios um Robert Carter, welche die Wetterdaten der letzten 50 Jahre auswerten zeigen beispielsweise, dass die globale Temperatur sich durch den El Niño um 70% erhöht hat, in den Tropen sogar um 81%. Allerdings werden diese Temperatur Schwankungen, nach diesem Klimaforscher Trio, durch Vulkan-Ausbrüche etwas gebremst. Denn die in die Luft geschleuderten Ascheteilchen verringern die direkte Sonneneinstrahlung. Außerdem würden bei der Verifizierung der ersten These auch andere Auswirkungen auftreten. Würde sich die Wetterlage, wie zuvor beschrieben, durch den anthropogenen Klimawandel ändern, kommt es zu einer totalen Temperatur-Erhöhung des Pazifiks. In Folge der totalen Temperatur-Erhöhung herrscht ein Algensterben im Pazifik, was dazu führt, dass viele Fischarten keine Nahrungsquellen mehr haben und sich in anderen Gebieten der Erde ausbreiten müssen.

3. Fazit

Mit den vorangegangenen Thesen haben wir versucht die Frage zu beantworten, inwiefern der anthropogenen Klimawandel Auswirkungen auf den El Niño hat. Unsere Kausalketten, die wir hauptsächlich mit nachvollziehbarer Logik kreiert haben, sind zum Teil spekulativ. Trotzdem wollen wir unsere aufgestellten Thesen und die damit verbundene Kausalkette in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens im nachfolgenden Teil bewerten.

Die Kernaussage der ersten These ist, dass durch den anthropogenen Klimawandel die Kaltwasserzunge vor Südamerika nicht mehr in der Form vorhanden sein wird und dadurch ein erhöhtes Auftreten des El Niño Phänomens zu beobachten sein wird. In Betrachtung der Argumente für und gegen diese These ist unser Fazit, dass unter zusätzlicher Betrachtung der Klimakarten eine Erwärmung in der Antarktis und

¹⁰ Vgl. 17.08.2015 Enso and greenhouse warming S. 1-2

ein Rückgang der Meereismassen droht. Des Weiteren ist nach Fortführung der Kausalkette (siehe These 1) die Erwärmung der Kaltwasserzunge logisch. Trotzdem wird die These durch die Anfangsformulierung stark geschwächt, denn das Schmelzen der Eismassen der Antarktis und die Schwächung des Antriebes, des Humboldtstroms, sprechen nicht für das ursprüngliche El Niño Phänomen, sondern könnten ein komplett anderes Phänomen darstellen. In unseren Augen kann die Veränderung so stattfinden, jedoch ist die Formulierung, dass die El Niño Phänomene öfter auftreten, falsch. Sondern es würde zu einer neuen Wetterlage in dem Raum des Pazifiks führen.

Die zweite These setzt den Druckzuwachs der Passatwinde durch den Anthropogenen Klimawandel in Verbindung mit einem geringeren Auftreten von El Niño Phänomenen. Unter dem Blickwinkel, dass die Passatwinde an Druck zunehmen, ist die von uns gewählte Argumentation im Kontext schlüssig¹¹. Unsere letzte These beinhaltet die Einflüsse des anthropogenen Klimawandels auf die Auswirkungen des El Niño. Zudem beinhaltet diese These auch das Zusammenspiel zwischen der Klimaerwärmung und El Niño. Dies beschreiben wir so, dass die Klimaerwärmung den Pazifik erwärmt und die, durch den El Niño, freigesetzte Temperatur des Pazifiks dem Klima ebenfalls einen kleinen klimatischen Schub gibt. In unseren Augen sind diese Argumente logisch und nachvollziehbar, wir gehen durch diese Argumente von verstärkten Auswirkungen und von einer proportional steigenden Klimaerwärmung durch den El Niño und umgekehrt aus. Nach Vergleich unserer wissenschaftlichen Arbeit mit den neuesten Forschungsergebnissen im Bereich des El Niño Phänomens haben sich unsere Kausalketten als plausibel herausgestellt. Diese Forschungsergebnisse erhielten wir durch unseren Kontakt zu dem Klimaforscher Dr. Tobias Bayr. Im Allgemeinen ist aus unserer Sicht vieles über die Wirkung des anthropogenen Klimawandels auf El Niño noch unklar. Es ist nicht möglich genau vorherzusagen, wie sich der El Niño in Zukunft beeinflussen lässt, aber für uns ist es ziemlich eindeutig, dass der anthropogene Klimawandel im Pazifischen Ozean für Veränderungen sorgen wird.

¹¹ Vgl. 17.08.2015 Enso and greenhouse warming S.1-2

4. Quellen

4.1 Literatur

AMMAN, Christoph (o.J.): El Niño. Die Infoseite zur Klimaanomalie im Pazifik.

URL: <http://www.elnino.info/k1.php>

Zuletzt eingesehen am 16.03.2016 um 18:00 Uhr.

BALDENHOFER, Kurt G. (2016): Klimaphysik: Humboldt

URL: <http://home.arcor.de/drrhpeters/Klimaphysik/Humboldt.html>

Zuletzt eingesehen am 13.03.2016 um 11:55 Uhr.

CARTER, Robert M. (2015): Professor Robert M. Carter - ICSC Chief Science Advisor

URL: http://www.climate-science-international.org/index.php?option=com_content&id=394

Zuletzt eingesehen am 15.06.2016 um 10:40 Uhr

CAVIEDES, César N. (2005): El Niño. Klima macht Geschichte. Primus Verlag

DI LIBERTO, Tom (2014): The Walker Circulation: ENSO's atmospheric buddy

URL: <https://www.climate.gov/news-features/blogs/enso/walker-circulation-ensos-atmospheric-buddy>

Zuletzt eingesehen am 14.03.2016 um 17:00 Uhr.

FELDBERG, Quinten (2017) (letzte Änderung): Robert M. Carter

URL: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Robert_M._Carter

Zuletzt eingesehen am 15.06.2016 um 10:45 Uhr

GARDE, Peter-Matthias (Hrsg.)(2008): GEO Themenlexikon Band 31: Wetter und Klima - Phänomene, Begriffe, Entwicklungen. Wissenmedia.

HENNEBERGER, Kathrin (2014): Passatwinde bremsen Erderwärmung

URL: www.klimaretter.info/forschung/nachricht/15714-passatwinde-bremsen-erwaermung

Zuletzt eingesehen am 07.06.2016 um 19:00 Uhr

KASANG, Dieter (o.J.): ENSO als Wärmepumpe

URL: <http://bildungsserver.hamburg.de/ozean-und-klima/4337358/enso-waermepumpe-artikel/>

Zuletzt eingesehen am 06.06.2016 um 19:30 Uhr

KASANG, Dieter (2013): ENSO Folgen

URL: http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/ENSO_Folgen

Zuletzt eingesehen am 15.06.2016 um 10:30 Uhr

KASANG, Dieter (2017): Hadley-Zelle
URL: <http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Hadley-Zelle>
Zuletzt eingesehen am 14.03.2016 um 17:31 Uhr.

MELDAHL, Keith (2011): El Niño - La Niña
URL: https://www.youtube.com/watch?v=tyPq86yM_Ic
Zuletzt eingesehen am 14.03.2016 um 18:00 Uhr.

MÜLLER, Katja (2012): Infoblatt Humboldtstrom
URL: <https://www.klett.de/alias/1018051>
Zuletzt eingesehen am 13.03.2016 um 11:30 Uhr.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION: Pacific Marine Environmental Laboratory (o.J.): El Niño Theme Page: What is El Niño?
URL: <https://www.pmel.noaa.gov/el-nino/what-is-el-nino>
Zuletzt eingesehen am 14.03.2016 um 17:48 Uhr

ODENWALD, Michael (2015): Der stärkste El Niño aller Zeiten? Monster-El-Niño wird Klimawandel weiter vorantreiben
URL: http://www.focus.de/wissen/klima/klimaprognosen/der-staerkste-el-nino-aller-zeiten-monster-el-nino-wird-klimawandel-weiter-vorantreiben_id_4855576.html
Zuletzt eingesehen am 15.06.2016 um 10:33 Uhr.

POLIWODA, Guido: César N. Caviedes (o.J.): El Niño
URL: <http://www.sehepunkte.de/2006/06/8827.html>
Zuletzt eingesehen am 14.03.2016 um 16:45 Uhr.

PYRITZ, Lennart (2015): Klimaphänomen El Niño: Meteorologe: Globale Erwärmung kann Folgen für Europa verstärken.
URL: http://www.deutschlandfunk.de/klimaphaenomen-el-nino-meteorologe-globale-erwaermung-kann.676.de.html?dram:article_id=339449
Zuletzt eingesehen am 15.06.2016 um 10:33 Uhr.

RISER, Micha (o.J.): El Niño
URL: <http://www.povworld.org/michariser/de/el-nino5.shtml>
Zuletzt eingesehen am 14.03.2016 um 16:56 Uhr.

SMITH, Thomas M. & SMITH, Robert L. (2009): Ökologie. Kapitel 3.4: Klima: Luftmassen zirkulieren rund um die Erde. München: Pearson Studium.
Zugriff auf Leseprobe. URL: <https://files.pearsoned.de/inf/ext/9783863267704>
Zuletzt eingesehen am 14.03.2016 um 17:33 Uhr.

UNIVERSITY OF HAWAII (2013): Klimawandel verstärkt El Niño
URL: <http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-16341-2013-07-01.html>
Zuletzt eingesehen am 15.06.2016 um 10:30 Uhr

4.2 Professoren und Experten

Dr. Tobias Beyer, der uns mit hochwertiger Information versorgt hat.