

El Niño

Eine Schülerarbeit im Rahmen des „Schulprojekt Klimawandel“

Von: Eric Heinrich und Noah Prochnow

Schule am Burgfeld

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Was ist El Niño?	3
3. Die drei möglichen Phasen des ENSO-Phänomens	4
3.1 In der neutralen Phase	5
3.2 In der El-Niño / La-Niña-Phase	8
4. Folgen von El Niño	9
4.1 Flora und Fauna	11
4.2 Korallenbleiche	12
4.3 Wirtschaft	13
5. Gegenmaßnahmen	15
6. ENSO und der Klimawandel	16
7. Fazit	18
8. Literaturverzeichnis	19
9. Eigenständigkeitserklärung	22

1. Einleitung

In unserem Klimaprojekt haben wir uns mit dem Thema El Niño beschäftigt. Grund dafür ist einerseits die große Relevanz die El Niño durch seine weitreichenden Folgen für das Klima und somit auch für alle Lebewesen hat. Andererseits gilt das Thema weitestgehend noch als eher unerforscht, woraus resultiert, dass vielen Menschen das Phänomen gar nicht bekannt ist. Die Leitfragen, mit denen wir uns beschäftigt haben, lauten:

Gibt es eine Korrelation zwischen El Niño und dem Klimawandel?

Inwiefern sind der Mensch und seine Umgebung von El Niño beeinflusst?

Gerade weil die globale Mitteltemperatur in den letzten 100 Jahren bis auf einige Ausnahmen stetig steigt, könnten die oben stehenden Fragen damit zusammenhängen.¹

2. Was ist El Niño?

Viele Menschen haben durch die mediale Berichterstattung schon einmal den Begriff El Niño oder ENSO zu hören bekommen. Die meisten bringen diesen Begriff mit Auswirkungen wie dem Schrumpfen der Fischbestände, Überschwemmungen in Südamerika oder unerwarteten Dürreperioden und dadurch entstehende Waldbrände in Indonesien und Ost-Australien in Verbindung. Doch was genau eigentlich hinter dem Begriff El Niño beziehungsweise ENSO steckt, wissen nur die wenigsten.

Einfluss auf unser Klima haben nicht nur äußere Faktoren, wie beispielsweise die Solarstrahlung oder Treibhausgase, auch innerhalb des Klimas kommt es zu natürlichen Anomalien. Eine der wichtigsten kurzfristigen Klimaanomalien ist das erwähnte El Niño oder Southern Oscillation-Phänomen (kurz ENSO). Bei diesem Phänomen kommt es seit mehreren hundert Jahren in zwei bis sieben jährigen Abständen immer wieder zu einer Abweichung des Klimas von seinem eigentlichen Mittelwert.^{2 3}

Peruanische Fischer haben dieses Phänomen im 19. Jahrhundert auf den Namen El Niño getauft. El Niño bedeutet übersetzt das (Christus-)Kind beziehungsweise der Junge, womit man einen Bezug zum Zeitpunkt des Auftretens innerhalb eines El

¹Vgl. Klimawiki (2017)(b): Aktuelle Klimaänderungen

²Vgl. Klimawiki (2018)(c): ENSO

³Vgl. Ammann, Christoph (1998)(b): Was ist El Niño?

Niño Jahres herstellen will. Die durch das Phänomen entstehende Wassererwärmung an der Küste Perus spielt sich in El Niño Jahren immer um die Weihnachtszeit herum ab und ist für die peruanischen Fischer von großer Bedeutung, da diese für sie bei einem starken El Niño eine existenzgefährdende Flaute beim Fischfang in einer sonst so ertragreichen Regionen bedeuten kann. Das Phänomen ereignet sich allerdings nicht nur vor der peruanischen Küste, sondern im gesamten Pazifikraum zwischen der Westküste Südamerikas und den im südostasiatischen Raum liegenden Gebieten Indonesien und Australien.

Der Name El Niño/ Southern Oscillation ist eine Zusammensetzung aus zwei Namen, die zum einen für die Temperaturänderungen im Ozean, also die bei einem El Niño auftretende, ungewöhnliche Erwärmung im östlichen Pazifikraum und zum anderen für die Luftdruckschwankungen in der Atmosphäre über dem Pazifik stehen. Die Southern-Oscillation definiert den Luftdruckaustausch und das Schwanken des Druckunterschieds zwischen dem Hochdruckgebiet über dem Südostpazifik und dem asiatisch-australischen Tiefdrucksystems des Pazifiks.^{4 5}

3. Die drei möglichen Zustände des ENSO-Phänomens

Beim ENSO-Phänomen gibt es drei verschiedene Zustände, in die man das Ozean-Atmosphären-System des äquatorialen Pazifikraums zwischen der Westküste Südamerikas und dem südostasiatischen Raum meistens unterscheidet.

Zum einen gibt es den als neutral bezeichneten Zustand dieses Systems, der sich durch sein häufiges und gemäßigtes Dasein von den Extremphasen El Niño und La Niña unterscheidet. Wie gerade schon angeführt, gibt es neben dem "Normalzustand" den Zustand während eines El Niños, welchen man durch seine Zirkulationsverhältnisse als den gegenteiligen Zustand des neutralen Zustands bezeichnen kann. Darüber hinaus gibt es die La-Niña-Phase, in welcher die Zirkulationsverhältnisse eine Extremform des neutralen Zustands darstellen.

Zunächst einmal muss betont werden, dass der durchschnittliche Zustand als neutral bezeichnet wird, damit dieser sich von den Extremen El Niño und La Niña abhebt. Man könnte durch diese Bezeichnung allerdings den Schluss ziehen, dass die oben

⁴Vgl. Baldenhofer, Kurt G. (2017): ENSO. Das Phänomen im Überblick

⁵Vgl. Klimawiki (2018)(c): ENSO

genannten Extremphasen anomal oder nicht zum eigentlichen Spektrum dazugehörig sind. Dieser Gedanke ist jedoch falsch, denn ebenso wie die Extreme ist die neutrale Phase eine Ausprägungsvariante des Systems.⁶

3.1 In der neutralen Phase

Befindet sich das Ozean-Atmosphären-System des tropischen Pazifiks im Normalzustand, so befindet sich die Meeresoberflächentemperatur entlang des Äquators in einem deutlichen Gefälle.

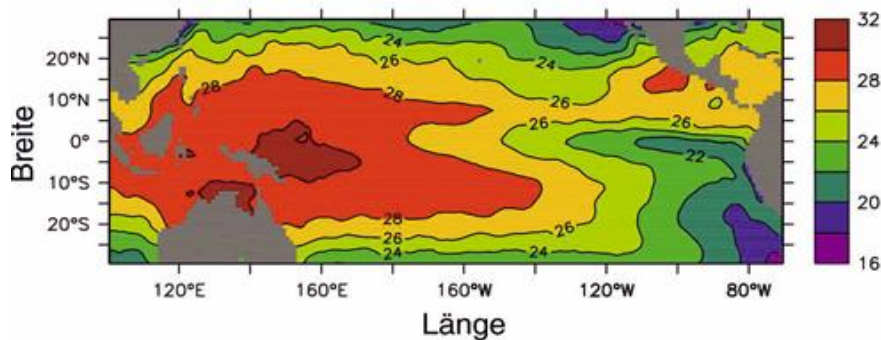


Abb. 1: Meeresoberflächentemperatur des tropischen Pazifik im Dezember 1996^{6a}

In der oben stehenden Abbildung ist die Meeresoberflächentemperatur des tropischen Pazifiks aus dem Dezember 1996 dargestellt. Der Grafik ist zu entnehmen, dass sich im Westpazifik ein sogenannter Warmwasserkörper mit einer Temperatur von bis zu 32° C befindet. Im Ostpazifik ist das Oberflächenwasser mit Temperaturen um 20° C herum weitaus kälter. Darüber hinaus befindet sich im Ostpazifik entlang des Äquators der durch kaltes Auftriebswasser entstehende Humboldtstrom.⁷

Im Normalzustand des Ozean-Atmosphären-Systems ist die Luftdruckverteilung über dem Pazifik in einer ähnlichen Ungleichheit, wie das Verhältnis der Meeresoberflächentemperatur zwischen West- und Ostpazifik. Denn über dem östlichen Pazifikraum befindet sich ein Hochdruckgebiet, das einen Luftdruck von 80-100 w.L. hat und von den Wassertemperaturen vor der südamerikanischen Küste so stabilisiert wird, dass es als beständigstes Druckgebilde unserer Erde gilt. Der Warmwasserkörper, welcher in der oben stehenden Grafik abgebildet ist, gilt als der größte der Erde und sorgt für Feuchtigkeit, wodurch der aufsteigende Ast der Walker-

⁶Vgl. Baldenhofer, Kurt G. (2017): ENSO. Das Phänomen im Überblick

^{6a} Latif, M. (2006): Das El Niño/Southern Oscillation-Phänomen. In: promet 32. Jahrgang, Heft 3/4, 123-126

⁷Vgl. Baldenhofer, Kurt G. (2017): ENSO. Das Phänomen im Überblick

Zirkulation angetrieben wird. Durch die hohen Temperaturen des Warmwasserkörpers, ist der darüber "liegende" Luftdruck mit (110-150 ö.L.) dementsprechend niedrig.

25° nördlich bis 25° südlich des Äquators befinden sich die Passatwinde. Sie wehen immer von Osten nach Westen in Richtung des Äquators und versuchen den eben beschriebenen Luftdruckunterschied auszugleichen, da sie über dem Ostpazifik kräftiger als über dem Westpazifik wehen.⁸

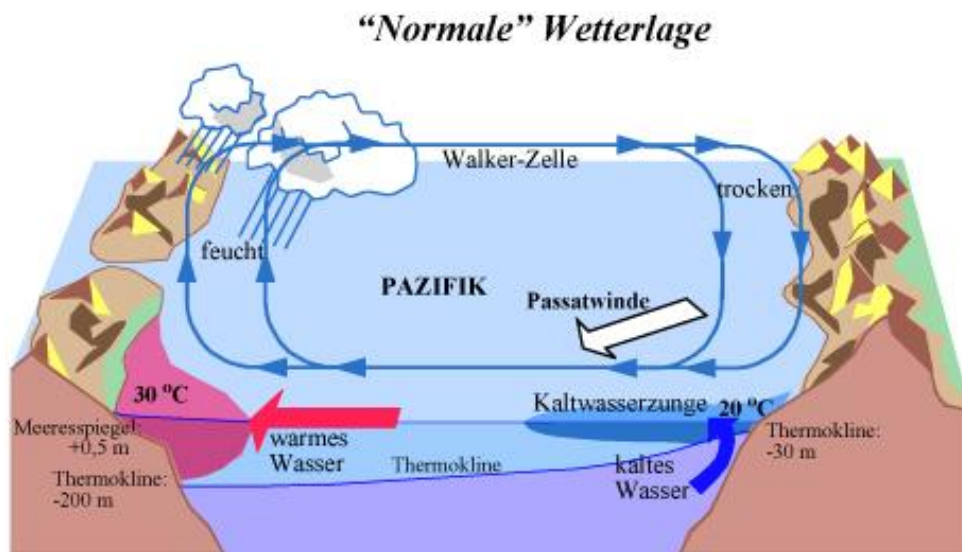


Abb. 2: Zirkulationsverhältnisse bei normaler Wetterlage⁹

Das im westlichen Pazifik liegende Zentrum des Tiefdruckgebietes entsteht durch einige Faktoren der, in der sogenannten „Hadley-Zelle“ begriffenen, Zirkulation. Am Äquator ist die Sonneneinstrahlung so extrem, dass die sich dort befindlichen, durch die innertropischen Konvergenzzone (ITC) wehenden und bodennahen Luftmassen so stark erwärmt werden, dass diese an Dichte verlieren, sich deshalb ausdehnen und über dem Westpazifik aufsteigen. Je weiter die wasserreiche Luft nun aufsteigt, desto mehr verliert diese an Wärme. Ab einer Höhe von ungefähr 18 Kilometern ist der Luftdruck so hoch, dass die Luftmassen diesem in Richtung Norden und Süden entweichen. Gelangt die Luft nun an ihren Wendekreis, so verliert diese an Höhe und strömt zum Äquator zurück. Am Äquator wieder angelangte Luftmassen konvergieren und steigen erneut auf. Wegen der unterschiedlichen Land-Meer-Verteilung auf der Nord- und der Südhalbkugel kommt es 8-10° abseits des Äquators zur Konvergenz.

⁸Vgl. Was ist Was (o.J.): Was sind die Passatwinde?

⁹ Abbildung 2: Zirkulationsverhältnisse bei normaler Wetterlage,

Quelle: <http://klimawiki.org/klimawandel/upload/ENSO-wetterlage.jpg>

Dies führt dazu, dass die an Höhe verlierenden und zum Äquator zurückfließenden Luftmassen durch die Erdrotation der Corioliskraft ausgesetzt sind. Unter Einfluss der Corioliskraft werden die Luftmassen in Richtung Westen gelenkt, wodurch auf der Nordhalbkugel der Nordost-Passat und auf der Südhalbkugel der Südost-Passat entsteht.¹⁰

Der Nord- und der Süd-Äquatorialstrom fließen durch den Antrieb der Passatwinde in Ost-West-Richtung. Wie bereits erwähnt liegt vor der südamerikanischen Westküste eine Kaltwasserzunge, der sogenannte Humboldtstrom. Der Humboldtstrom fließt erst küstenparallel in Richtung Norden und wird dann vom Südost-Passat in Richtung Westen getrieben. Durch diesen Vorgang gelangen kalte und nährstoffreiche Wassermassen aus der Tiefe des Ozeans an die Küste Perus. Dies ist der Grund für den großen Fangerfolg der peruanischen Fischer.^{11 12}

Die Luft über den Wassermassen, die von dem Südost-Passat nach Westen geleitet werden, nimmt durch Verdunstung Feuchtigkeit auf, da sich die Meeresoberflächentemperatur des Wassers beim Fließen in Richtung Westen immer weiter erhöht, wodurch der beschriebene Wasseroberflächentemperaturunterschied zwischen Ost- und Westpazifik entsteht. Über dem Westpazifik steigen die Luftmassen auf, wodurch die aufgenommene Feuchtigkeit über dem australisch-indonesischen Raum abgeregnet wird. Wie bereits erwähnt, strömt die aufgestiegene Luft dann wieder zurück Richtung Osten und sinkt über dem Ostpazifik ab. Dieses Absinken der trockenen Luft sorgt für ein trockenes Klima am südamerikanischen Küstenstreifen. Man nennt diese, sich am Äquator entlang abspielende Zirkulation, die "Walker-Zelle".^{13 14}

Das von den Passaten nach Westen getriebene Oberflächenwasser staut sich vor der Küste Südostasiens so auf, dass sich der Meeresspiegel hier einen halben Meter über dem der Küste Perus befindet. Außerdem kommt es zu einem ungleichen Verhältnis der Thermokline, da die Zone zwischen warmen Oberflächenwasser und

¹⁰Vgl. Wikipedia (ohne Autor) (2016)(b): Hadley-Zelle

¹¹Vgl. Klimawiki (2018)(c): ENSO

¹²Vgl. Ammann, Christoph (1998)(b): Was ist El Niño?

¹³Vgl. Klimawiki (2018)(c): ENSO

¹⁴Vgl. Baldenhofer, Kurt G. (2017): ENSO. Das Phänomen im Überblick

kaltem Tiefenwasser im Westen ca. 30 Meter und im Osten ca. 150 Meter unter dem Meeresspiegel liegt.

3.2 In der El-Niño / La-Niña-Phase

Während des Auftretens eines El Niños kommt es zu einer enormen Veränderung der Zirkulationsverhältnisse des pazifischen Ozean-Atmosphären-Systems. Der Druckunterschied zwischen dem Hochdruckgebiet und dem Tiefdruckgebiet kann sich so stark verändern, dass dieser nicht nur abgeschwächt, sondern komplett gegenteilig zur neutralen Situation vorliegt.¹⁵



Abb. 3: Zirkulationsverhältnisse bei El-Niño-Wetterlage¹⁶

Daraus resultiert entweder ein ausgesprochen starkes Abschwächen oder gar ein vollständiges Verschwinden der Passatwinde, was wiederum dazu führt, dass Westwinde die Passate ersetzen. Wenn die Passatwinde nur noch schwach über dem Pazifikraum, so nimmt natürlich auch der Transport des Oberflächenwassers vom Ost- zum West-Pazifik ab. Darüber hinaus erwärmt sich die im Ost-Pazifik liegende Kaltwasserzunge um 5°C, sodass das Temperaturverhältnis der beiden Pazifik-Regionen stark verringert wird. Dieser verringerte Temperaturunterschied verstärkt das Abschwächen beziehungsweise Verschwinden der Passatwinde noch zusätzlich. Durch die Erwärmung der Kaltwasserzunge gelangt zusätzlich weniger nährstoffreiches Auftriebswasser an die peruanische Küste, was der Grund für den schlechten Fischfang peruanischer Fischer in El-Niño-Jahren ist. Der Meeresspiegel

¹⁵Vgl. Klimawiki (2018)(c): ENSO

¹⁶Abbildung 3: Zirkulationsverhältnisse bei El-Niño-Wetterlage,
Quelle: <http://klimawiki.org/klimawandel/upload/ENSO-wetterlage.jpg>

des östlichen Pazifiks gewinnt nun 20 Zentimeter an Höhe, wohingegen sich die Themokline hier nun 50 Meter tiefer befindet.

Stößt das Phänomen an den Höhepunkt der Entwicklung, so kommt es zu einer Umkehrung der Walker-Zirkulation. Dadurch steigt feuchte Luft über dem Ostpazifik auf, wodurch es in den eigentlich trockenen Küstenregionen Südamerikas zu Niederschlägen kommt. Somit kommt es über dem Westpazifik zum Absinken trockener Luft, was wiederum zu einem trockenen Klima in Australien und Indonesien führt.

Ist eine El-Niño-Phase vorüber, so folgt in der Regel immer eine La-Niña-Phase. Während man den El-Niño-Zustand weitestgehend als das Gegenteil des Normalzustands bezeichnet, handelt es sich beim La-Niña-Zustand um eine Verstärkung der neutralen Phase.

Folgt also nach einer El-Niño-Phase der La-Niña-Zustand, kommt es zu einer Verstärkung des Luftdruck- und Meeresoberflächengegensatzes. Dadurch werden wiederum auch andere Faktoren wie z.B. die Passatwinde oder das Absinken der Meeresoberflächentemperatur vor der Küste Perus verstärkt.

4. Folgen von El Niño

Das Klimaphänomen El Niño hat weitreichende Folgen, die sich nicht nur während des direkten Ereignisses bemerkbar machen, sondern auch noch danach. Dies betrifft insbesondere Bereiche der Wirtschaft (regional wie global), Flora und Fauna und die Bevölkerung in den betroffenen Gebieten. Alle Bereiche müssen sich an die neuen klimatischen Bedingungen während eines El Niños anpassen und mit den Folgen zurecht kommen.

Um die Folgen eines El Niños zu erklären, muss man zunächst die genauen klimatischen Veränderungen in den betroffenen Regionen betrachten:

Bei einem El Niño kommt es oft zu überdurchschnittlich hohen Temperaturen an der Meeresoberfläche insbesondere in der Pazifikregion. Eine Änderung der Strömung und des Windes sind die Konsequenz. Weitreichende Wetterkapriolen, regionale Wetterextreme und Umweltkatastrophen wie Überschwemmungen oder Trockenheit

kennzeichnen dann die Existenz von El Niño.

An der Westküste Südamerikas sowie in Nordamerika kommt es zu starkem Regen. In Südostasien und in Australien hingegen kommt es häufig zu Buschfeuern und Waldbränden, die aus der langen Dürreperiode resultieren. Aber auch im Amazonasregenwald, in dem es sonst immer sehr feucht ist, kommt es zu Trockenheit.¹⁷ Der Monsun in Indien hingegen ist verstärkt.¹⁸ Wirbelstürme treten in untypischen Regionen auf.

Europa bleibt von den direkten Folgen eines El Niños eher unversehrt, wengleich die Auswirkungen diskutiert werden, zum Beispiel in Bezug auf harte Winter. Es wird vermutet, dass es ein ähnliches, aber weitaus schwächeres Phänomen, auch über dem Atlantik gibt.¹⁹

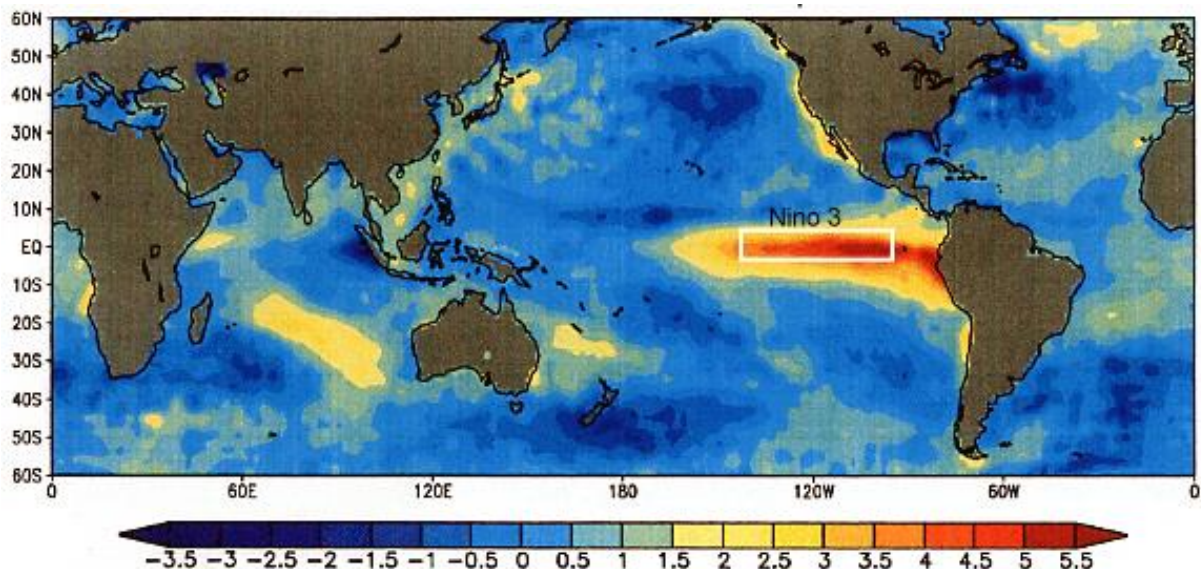


Abb. 4: Abweichung der Meeresoberflächentemperatur in °C vom Mittel im Dezember 1997²⁰

Die Abbildung zeigt das Temperaturmuster im Oberflächenwasser des Pazifiks während des El Niños 97/98. Von der Westküste Südamerikas zieht sich eine Zunge mit ungewöhnlich stark erwärmten Wassers entlang des Äquators zum zentralen Pazifik.²¹

In dem sonst trockenen Osten des Pazifiks kann es jetzt heftig regnen, während es in

¹⁷Vgl. Kühn; Michael (o.J): El Niño bringt extreme Wetterphänomene

¹⁸Vgl. Klimawiki (2018)(c): ENSO

¹⁹Vgl. Ammann, Christoph (1998)(f): Beeinflusst El Niño das Wettergeschehen in Europa und wie weit ist der Mensch an dieser Klima-anomalie Schuld?

²⁰ Abbildung 4: Abweichung der Meeresoberflächentemperatur in °C vom Mittel im Dezember 1997, Quelle: http://klimawiki.org/klimawandel/upload/El-Nino_Dec1997.jpg

²¹Vgl. Cal, Wenju / Santoso, Agus / Wang, Guojian (2015): 2015-16 is shaping up to deliver a rollercoaster from strong El Niño to La Niña

der westlichen Region, zum Beispiel in Australien, zu extremer Trockenheit kommen kann.

4.1 Flora und Fauna

Durch die veränderte Klimasituation während eines El Niños kommt es zu weitreichenden Folgen für Ökosysteme, in denen sonst ein ganz anderes Klima herrscht. El Niño spielt sich hauptsächlich in der Atmosphäre oder im Wasser ab. Das Klima, welches am Land herrscht, ist davon sehr stark abhängig, da die Ozeane als Wärmespeicher gelten und über ihnen durch die Wolkenbildung der Niederschlag, der über dem Land fällt, entsteht.

Während einer El Niño-Phase wird der natürliche Austausch von Tiefenwasser mit Oberflächenwasser an den westlichen Seiten der Kontinente am Pazifik und an manchen Stellen des Äquators gestört.

Den Transport von Tiefenwasser an die Oberfläche nennt man Auftrieb.²² Dieser ist von großer Bedeutung für alle im Meer lebenden Organismen, denn durch den Austausch von Oberflächenwasser und Tiefenwasser gelangen viele wichtige Nährstoffe, die sich im Tiefenwasser befinden, an die Oberflächen. Die Nährstoffe sammeln sich im Tiefenwasser durch Zersetzung von organischem Material an. Sie sind von großer Wichtigkeit für die Nahrungskette, da sie dafür verantwortlich sind, dass sich Phytoplankton sehr stark vermehren kann. Phytoplankton ist die Grundlage der Nahrungsketten in Ozeanen.²³ Von ihrer Existenz hängen viele weitere Arten in den Ozeanen ab.²⁴

Außerdem gelangt bei dem Austausch der beiden Schichten kaltes Wasser nach oben, was dazu führt dass sich die oberen Schichten abkühlen. Dieser Abkühleffekt ist von extrem großer Bedeutung für naheliegende Küsten und das Landesinnere. Durch die Abkühlung der oberen Schichten setzt sich beispielsweise der Taupunkt, ab dem sich Nebel bildet, stark herab. Somit kann sich leichter und häufiger Nebel in den betroffenen Gebieten bilden. Er kann dann durch Seewind ins Landesinnere getragen werden, wo er in niederschlagsarmen Gebieten Pflanzen und Tiere mit Wasser versorgt.

²² Vgl. Wikipedia (ohne Autor) (2016)(a): Auftrieb (Ozeanographie)

²³Vgl. EarthNow Team (2013): Effects of El Niño and La Niña on Phytoplankton and Fish

²⁴Vgl. Ammann, Christoph (1998)(c): Wie kommt die Tierwelt mit den von El Niño verursachten anormalen Verhältnissen zurecht?

Der Kreislauf von Wasseraustausch in den unterschiedlichen Schichten wird jedoch während eines El Niños stark verlangsamt. Das hat zur Folge, dass der Nährstoffaustausch stark oder komplett eingeschränkt wird. Es bildet sich folglich deutlich weniger Phytoplankton und somit kommt es zu einer Gefährdung von allen Organismen, die in der maritimen Nahrungskette über dem Plankton stehen.²⁵ Mit der verringerten Basis der Nahrungskette schrumpft auch der Rest der Nahrungspyramide, was in der Konsequenz viele Lebewesen sterben oder, wenn sie die Möglichkeit haben, in kühlere Gebiete, in denen sie genug Nahrung finden, abwandern lässt. Die dezimierten Beständen brauchen oft Jahre, wenn sie stark von El Niño getroffen wurden, um sich zu erholen.

Ebenso wie das Leben im Wasser wird auch das Leben am Land getroffen: Durch den erhöhten Taupunkt während des El Niños entwickelt sich auch weniger Nebel und somit wird das an das Gebiet angrenzende Landesinnere nicht mehr mit der gleichen Menge Wasser versorgt. Trockenheit und Dürre sind die Folge.

4.2 Korallenbleiche

Korallenriffe haben eine große Bedeutung für Ozeane, ihre Bewohner und die anliegenden Küstenregionen und sogar global. Sie bieten Schutz, Zuhause und sind Nahrungsquelle für tausende Tier- und Pflanzenarten. Korallenriffe dienen als Küstenschutz, denn sie brechen Wellen, die sonst ungebremst auf die Küsten treffen und dort verheerenden Schaden anrichten würden. Sie gelten als Touristenmagnet und somit kurbeln sie die Wirtschaft anliegender Länder an und bilden dadurch die Existenzgrundlage für viele Menschen.

Zusätzlich speichern die Riffe viel Kohlendioxid, das sonst in die Atmosphäre gelangen würde. Bei einer Korallenbleiche mit folgendem Korallensterben würden all diese positiven Aspekte wegfallen.^{26 27}

Die Korallenbleiche wird durch eine Erwärmung des Wassers begünstigt. Korallen sind eine Temperatur von 20-30 Celsius gewohnt. Sind die Korallen einer wärmeren Temperatur ausgesetzt, kann dies die Korallen in einen Stresszustand versetzen.

Um sich mit ausreichend Energie zu versorgen, gehen die Polypen, die Pflanzen im Korallenriff, eine Symbiose mit grünbraunen Algen ein. Eine Symbiose ist eine

²⁵Vgl. EarthNow Team (2013): Effects of El Niño and La Niña on Phytoplankton and Fish

²⁶ Vgl. Wikipedia (ohne Autor) (2018)(d): Koralle

²⁷Vgl. Uni Stuttgart (o.J.): Bedeutung der Korallenriffe

Verbindung, von der beide Beteiligten profitieren. Unter normalen Umständen produzieren die Algen Zucker und ermöglichen den Polypen genügend Energiezufuhr durch Kohlenhydrate und sichern so ihr Überleben. Sobald sich die Algen jedoch in einem „Schockzustand“ befinden, der durch die erhöhte Wassertemperatur hervorgerufen wird, produzieren sie giftige Moleküle. Um keinen Schaden davon zu tragen, werden die grünbraunen Algen abgestoßen und die Symbiose der beiden Organismen wird abgebrochen. Standardgemäß ist der Polyp farblos, durch die Algen bekommt er seine Farbe. Verlassen diese ihn, wird er bleich. Wenn der Zustand zu lange andauert und sich immer mehr Algen von dem Polyp trennen, wird er an Nahrungsmangel sterben.²⁸

Bei dem El Niño 1997/98 war die Wassertemperatur im Zeitraum von einem Monat mehr als drei Grad wärmer als normal, was zur Folge hatte, dass viele Korallen, besonders im Indischen Ozean und im westlichen Pazifik, ausgebleicht wurden. Die Korallen bei den Malediven traf es am schwersten. Von ihnen bleichten in dieser Zeit 98% aus.²⁹ Da die Malediven unter anderem durch die Vielzahl der Korallen als ein Touristenmagnet gelten, ist die Bleiche der Korallen auch hier eine Gefahr für viele Existenzen und für die Variabilität der Tiere und Pflanzen, wie eingangs beschrieben.

4.3 Wirtschaft

El Niño hat einen großen Einfluss auf die Volkswirtschaft der betroffenen Länder. Als Volkswirtschaft bezeichnet man die Totalität aller Wirtschaftseinheiten innerhalb eines bestimmten Wirtschaftsraumes.³⁰ Dieser ist normalerweise ein Staat oder ein Staatenbund, wie es zum Beispiel die Europäische Union ist und umfasst hier die wirtschaftliche Leistung der öffentlichen Haushalte, Privathaushalte und Betriebe. Industrie und Gewerbe eines Wirtschaftsraumes werden in bestimmte Wirtschaftssektoren, also Bereiche, unterteilt: die Urproduktion (zum Beispiel Rohstoffe und Landwirtschaft) auch Primärsektor, die verarbeitende Industrie als Sekundärsektor sowie die Dienstleistung als Tertiärsektor.

Je nachdem wie stark abhängig die Wirtschaft innerhalb eines Landes von einem bestimmten Wirtschaftssektor oder einzelnen Wirtschaftszweigen ist, wirken sich die

²⁸ Vgl. Ammann, Christoph (1998)(a): Weltweites Korallensterben infolge von Korallenbleiche! Ist das El Niño-Phänomen daran Schuld?

²⁹ Vgl. Wikipedia (ohne Autor) (2017)(c): Korallenbleiche

³⁰ Vgl. Wikipedia (ohne Autor) (2018)(e): Volkswirtschaft

Folgen regional oder national unterschiedlich stark in dem betroffenen Land aus. Wird ein bestimmter Wirtschaftszweig zum Beispiel durch einen Wechsel der klimatischen Bedingungen zerstört oder beschädigt, kann eine starke nationale Wirtschaft diesen Verlust auf nationaler Ebene kompensieren. Gleichzeitig kann Unterstützung zum Beispiel durch Gelder oder Katastrophenschutz in der betroffenen Region geleistet werden, um die Schäden, die regional entstanden sind, in Grenzen zu halten und einen Wiederaufbau des beschädigten Wirtschaftszweiges voranzubringen.

Dies war bei dem bisher stärksten El Niño 1997/98 in Australien der Fall. Ein Jahr zuvor erzielten Australiens Weizenbauern eine Rekordernte, mussten aber durch die lang anhaltende Hitze 1997/98 einen Ernteverlust von 28% gegenüber dem Vorjahr hinnehmen.³¹ Aber dadurch, dass Australien ein Industriestaat ist und genug andere stabile Wirtschaftszweige und -sektoren sowie gute Bewältigungsstrategien hat, konnte der entstandene Verlust in Grenzen gehalten werden und somit wurde die Wirtschaft nur regional und temporär geschwächt.

Anders sieht dieses Szenario in Entwicklungsländern oder in Ländern, die nur einen großen Wirtschaftszweig innerhalb eines Sektors haben, aus. Wenn dieser zerstört wird, kann die nationale Wirtschaft den Verlust nicht auffangen und somit wird die Wirtschaft nicht nur über eine kurze Periode geschwächt, sondern für lange Zeit. Der Wiederaufbau des betroffenen Bereichs bedarf der finanziellen Unterstützung in Form von Geldern und sonstigen Hilfsleistungen aus anderen Ländern. Diese wird auch durch Publikation in den Medien oft nur unmittelbar nach der Katastrophe geleistet, sodass es nach der akuten Situation schnell zu einem Mangel an Geldern für langfristige Hilfe kommt.³²

Außerdem wird der Wiederaufbau in Entwicklungsländern oft durch einen Mangel an Fachpersonal, durch schlechte Infrastruktur sowie instabile politische Verhältnisse erschwert. Mit einer derartigen Situation musste Peru 1997/98 zu Recht kommen. Durch erhöhte Temperaturen auf den Fischgründen vor Peru starben viele Fische, die normalerweise im Land zu Fischmehl weiterverarbeitet werden. Peru musste einen Exportverlust von Fischmehl von 43% im Vergleich zum Vorjahr hinnehmen.³³

³¹Vgl. Australien-Info (o.J.): Klima: El Niño- und La Niña-Effekt in Australien

³²Vgl. Welt (2013): Die Länder sind von Klimakatastrophen betroffen

³³Vgl. Ammann, Christoph (1998)(e): El Niño und seine Auswirkungen auf die Weltwirtschaft

Dies konnte nicht aufgefangen werden, wie es vermutlich bei Industriestaaten der Fall gewesen wäre (siehe Beispiel Australien), im Gegenteil dadurch, dass das Hauptwirtschaftsruder lahmgelegt wurde, wurde die nationale Wirtschaft von Peru nachhaltig beschädigt.

Das Klimaphänomen bringt regional aber nicht nur negative Folgen mit sich, auch wenn diese überwiegen. In Nordamerika zum Beispiel kommt es während eines El Niños zu weniger Wirbelstürmen. Im Vergleich dazu gibt es aber in anderen Regionen zur gleichen Zeit mehr Wirbelstürme, als es normalerweise der Fall wäre. Mitunter kommt es auch zu Niederschlägen in Regionen, in denen es vorher monatelang trocken war. Dies wird von der Bevölkerung und insbesondere den Bauern vor Ort genutzt, um die Wasservorräte aufzufüllen und die Landwirtschaft wieder voranzubringen. So auch in Kalifornien, dort regnete es für vier Jahre gar nicht und viele Bauern hofften auf einen El Niño, damit es endlich wieder regnen würde und sie somit neue Wasservorräte für die Landwirtschaft zu Verfügung haben.³⁴

Momentan verzeichnet Kalifornien überdurchschnittlich hohe Niederschläge, die fast das Ausmaß einer Sinnflut haben.³⁵

5. Gegenmaßnahmen

Da ENSO noch nicht sehr erforscht ist und noch viele Fragen offen sind, lernt die Menschheit aus jedem weiterem El Niño. So war es auch 1997. Man hatte aus dem bisher stärksten El Niño 1982/83 gelernt. Damals entstanden Schäden im Wert von 13 Milliarden US Dollar. Um sich auf das kommende vorzubereiten, investierten die USA zum Zeitpunkt der Prognose über das enorme Ausmaß des folgenden El Niños 1997/98 Milliarden. Im Zuge der Aufklärung wurden zusätzlich viele Krisenkonferenzen abgehalten, um die möglichen Folgen sowie Strategien und Katastrophenmanagement zu besprechen.³⁶

Ähnliches wurde zu dem Zeitpunkt in Peru getan. Peru, das 1982/83 auch sehr stark betroffen war, fing noch vor dem Ereignis an, Notunterkünfte in sicheren Gebieten des Landes zu bauen, um den möglichen Opfern der prognostizierten Katastrophe schnell eine alternative Unterkunft bieten zu können. Um dieses Unterfangen zu

³⁴Vgl. Pitzke, Marc (2015): Kalifornien hofft auf den „Super-El-Niño“

³⁵Vgl. WOBLEIBTDIEGLOBALEERWAERMUNG (2017): „Unendliche Dürre in Kalifornien beendet! Schwere Regen- und Schneefälle füllen die großen Stauseen ó die Landschaft ergrünt!“

³⁶Vgl. Ammann, Christoph (1998)(d): Präventionsmaßnahmen in den gefährdeten Gebiete

ermöglichen wurde Peru von der Interamerikanischen Entwicklungsbank ein Kredit von 250 Millionen US Dollar gewährt.³⁷

Durch neue Errungenschaften in Wissenschaft und Technik wird den heutigen Wissenschaftlern ein frühes Voraussagen von einem El Niño ermöglicht. So kann sich die Bevölkerung auf die kommenden Extreme vorbereiten. Dies ist von existenzieller Wichtigkeit, denn so können zum Beispiel Bauern andere Pflanzen anbauen, die der klimatischen Veränderung gewachsen sind. In Gebieten, in denen es häufig zu Überschwemmungen kommt, können sie beispielsweise Reis anbauen, da dieser viel Wasser braucht. Dort, wo es durch El Niño eher extrem trocken ist, können die Bauern hingegen hitzeresistente Getreidesorten anbauen. Durch diese Strategien werden sowohl die Existenzen der Landwirte als auch die Nahrung für die Bevölkerung gesichert.³⁸

In Regionen, in denen es in Folge El Niños viel regnet und somit leicht zu Erdbeben kommt, werden präventiv insbesondere Hänge bepflanzt und anderweitig befestigt, um das Abrutschen zu verhindern. Darüber hinaus hilft die Befestigung von Straßen, die Infrastruktur in einem Chaos aufrecht zu halten. So wird der Einsatz von Hilfsorganisationen und Katastrophenschutz sowie der Wiederaufbau erleichtert.

Die Folgen des natürlichen Phänomens El Niño werden verschärft durch menschliche Eingriffe in die Natur, wie zum Beispiel die Abholzung, die eine Bodenerosion nach Regenfällen begünstigt.³⁹ Dringend erforderliche Konsequenzen aus der Einsicht in diese Zusammenhänge, heißt ein Bewusstseinswandel, wären eine gute Prävention.

6. ENSO und der Klimawandel

In einer unserer Leitfragen beschäftigen wir uns mit der Korrelation zwischen El Niño und dem Klimawandel. Unter Korrelation versteht man in diesem Zusammenhang das gegenseitige Beeinflussen von El Niño und dem Phänomen des Klimawandels. Es ist wichtig für das Verständnis zeitgenössischer Klimaphänomene, zu untersuchen, ob und inwiefern diese miteinander korrelieren.

³⁷Vgl. Ammann, Christoph (1998)(e): El Niño und seine Auswirkungen auf die Weltwirtschaft

³⁸Vgl. Ammann, Christoph (1998)(e): El Niño und seine Auswirkungen auf die Weltwirtschaft

³⁹Vgl. Schaller, Sven (2010): Leid, Tod und Zerstörung durch das Christkind

Viele Teilbereiche der Erscheinungsformen von El Niño gelten als noch eher unerforscht. Der Grund dafür ist, dass die frühesten Messungen zu El Niño erst Ende des 19. Jahrhunderts getätigt wurden. Hinzu kommt, dass diese unzureichend informativ beziehungsweise ausführlich waren, um aus diesen genaue Schlüsse ziehen zu können. Dementsprechend ist das Vergleichen von aktuellen ENSO-Aktivitäten mit denen, bei welchen noch keine Satellitenbeobachtungen miteinbezogen wurden, schwierig. Erst Anfang der 1980er Jahre wurden Satellitenbeobachtungen hinzugezogen, welche das Erlangen besserer Erkenntnisse ermöglichten.

Anhand der Messungen nach 1950 kann man erkennen, dass die ENSO-Aktivität zwischen den 1980er und den 1990er Jahren als recht aktiv einzustufen ist, wohingegen die der 1950er und 1960er eher wenig bis gar nicht aktiv war, weswegen man die ENSO-Aktivität nach 1950 als eher schwankend bezeichnet. Allerdings gab es in der ENSO-Aktivität seit 1982 eine deutliche Zunahme, denn die El Niños von 1982/83 und 1997/98 heben sich aufgrund ihrer Intensität von anderen aufgezeichneten El-Niño-Ereignissen ab und gelten deshalb sogar als Jahrhundert-Ereignisse.

Im Zeitraum zwischen dem El Niño von 1997/98 bis zu dem im Jahr 2015 waren die aufgezeichneten El-Niño-Ereignisse so schwach, dass diese nicht von besonderer Bedeutung waren. Diese beruhigte Phase wurde dann mit dem El Niño aus dem Jahr 2015 beendet, da es den Ausmaßen des Monster-El-Niños von 1997/98 sehr nahe kam und laut der amerikanischen Ozeanbehörde NOAA hinter diesem der zweitstärkste war, der jemals dokumentiert wurde.

Klimaforscher sind sich im Bezug auf die Aussage, dass El Niño und der Klimawandel zusammenhängen nicht einig, da mithilfe von Proxy-Daten von weit zurückliegenden El Niños einerseits belegt werden kann, dass es schon früher zu Intensitätsschwankungen der El Niño-Ereignisse gekommen ist. So besteht die Annahme, dass der El Niño aus dem Jahr 2015 auch nur Teil einer Intensitätsschwankung war.

Andererseits gibt es Analysen, die aussagen, dass es einen Zusammenhang zwischen dem immer stärker werdenden Treibhauseffekt und dem Klimaphänomen gibt. Diese lassen sich aktuell jedoch nicht bestätigen, da El Niño von vielen äußeren Faktoren beeinflusst wird, so dass die speziellen Bedingungen noch nicht umfassend geklärt sind.

Der Klimawandel könnte Faktoren der Walker-Zirkulation dahingehend verändern, dass El Niño nachhaltig beeinflusst wird. Ob und wie sich die globale Erwärmung auf äußere Faktoren und diese wiederum auf das ENSO-Phänomen auswirken, ist nach aktuellem Wissensstand weitestgehend ungeklärt.⁴⁰

7. Fazit

Zusammenfassend kann man sagen, dass das Klimaphänomen El Niño mit seinen weitreichenden Folgen ein komplexes Ereignis ist, da es in vielen Aspekten noch unerforscht ist. Die Wechselwirkungen des tropischen Ozean-Atmosphären-Systems und des ihm zugrunde liegende Mechanismus gelten nach aktuellem Wissensstand als ausreichend erforscht. Allerdings sind die Bedingungen für das Auftreten noch nicht vollständig geklärt, da die El Niños vor 1950 nicht ausreichend analysiert werden konnten. Hier steht der Wissenschaft nur eine geringe Dichte an Informationen zur Verfügung.

El Niño ist ein spannendes zeitgenössisches Phänomen. Der Zusammenhang mit dem Klimawandel und dem Treibhauseffekt ist Gegenstand der aktuellen Forschung, wie auch die Frage inwiefern der Mensch beteiligt ist. Die regionale Ernährungssicherheit und gerade auch die Versorgung mit dem wertvollen Rohstoff Wasser werden ein immer größeres Politikum.

Die Klimaforschung ist maßgeblich daran beteiligt, dem Klimawandel zu begegnen, der unsere Existenz, zumindest so wie wir sie kennen und gewohnt sind, mehr und mehr in Frage stellt.

⁴⁰Vgl. Klimawiki (2018)(d): ENSO und der anthropogene Treibhauseffekt

8. Literaturverzeichnis

Ammann, Christoph (Ersterscheinen: 1998)(a): Weltweites Korallensterben infolge von Korallenbleiche! Ist das El Niño-Phänomen daran Schuld?

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

Ammann, Christoph (Ersterscheinen: 1998)(b): Was ist El Niño?

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

Ammann, Christoph (Ersterscheinen: 1998)(c): Wie kommt die Tierwelt mit den von El Niño verursachten anormalen Verhältnissen zurecht?

URL: <http://www.elnino.info/k3.php>

Ammann, Christoph (Ersterscheinen: 1998)(d): Die Präventionsmaßnahmen in den gefährdeten Gebiete

URL: <http://www.elnino.info/k4.php>

Ammann, Christoph (Ersterscheinen: 1998)(e): El Niño und seine Auswirkungen auf die Weltwirtschaft

URL: <http://www.elnino.info/k5.php>

Ammann, Christoph (Ersterscheinen 1998)(f): Beeinflusst El Niño das Wettergeschehen in Europa und wie weit ist der Mensch an dieser Klimaanomalie Schuld?

URL: <http://www.elnino.info/k6.php>

Australien-Info (o.J.): Klima: El Niño- und La Niña-Effekt in Australien

URL: http://www.australien-info.de/el_nino.html

Baldenhofer, Kurt G. (2017): ENSO. Das Phänomen im Überblick

URL: <http://enso.info/enso.html>

Cal, Wenju / Santoso, Agus / Wang, Guojian (2015): 2015-16 is shaping up to deliver a rollercoaster from strong El Niño to La Niña

URL: <https://theconversation.com/2015-16-is-shaping-up-to-deliver-a-rollercoaster-from-strong-el-nino-to-la-nina-46135>

EarthNow Team (2013): Effects of El Niño and La Niña on Phytoplankton and Fish

URL: <http://sphere.ssec.wisc.edu/20130315/>

Klimawiki (2016)(a): Einzelne El-Niño-Ereignisse

URL: http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Einzelne_El-Ni%C3%B1o-Ereignisse

Klimawiki (2017)(b): Aktuelle Klimaänderungen

URL: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Aktuelle Klima%C3%A4nderungen](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Aktuelle_Klima%C3%A4nderungen)

Klimawiki (2018)(c): ENSO

URL: <http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/ENSO>

Klimawiki (2018)(d): ENSO und der anthropogene Treibhauseffekt

URL: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/ENSO und der anthropogene Treibhauseffekt](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/ENSO_und_der_anthropogene_Treibhauseffekt)

Kühn, Michael (o.J.): El Niño bringt extreme Wetterphänomene. Weltweit brauchen Menschen Hilfe gegen die Auswirkungen wie Starkregen und Dürre

URL: <http://www.welthungerhilfe.de/el-nino.html>

Pitzke, Marc (2015): Kalifornien hofft auf den sSuper-El-Niño%

URL: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/kalifornien-hofft-auf-den-super-el-nino-a-1055953.html>

Schaller, Sven (2010): Leid, Tod und Zerstörung durch das Christkind

URL: [http://www.quetzal-leipzig.de/themen/ressourcen-und-umwelt/leid-tod-und-zerstörung-durch-das-christkind el nin-19093.html](http://www.quetzal-leipzig.de/themen/ressourcen-und-umwelt/leid-tod-und-zerstörung-durch-das-christkind_el_nin-19093.html)

Uni Stuttgart (o.J.): Bedeutung der Korallenriffe

URL: <http://www.unistuttgart.de/bio/bioinst/zoologie/exkursionen/sinai01/korallenriffe/bedeutung/bedeutung.html>

Was ist Was (o.J.): Was sind die Passatwinde?

URL: <http://www.wasistwas.de/archiv-wissenschaft-details/was-sind-die-passatwinde.html>

Welt (2013): Die Länder sind von Klimakatastrophen betroffen

URL: <https://www.welt.de/wissenschaft/article121830280/Diese-Laender-sind-von-Klimakatastrophen-betroffen.html>

Wikipedia (ohne Autor) (2016)(a): Auftrieb (Ozeanographie)

URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/Auftrieb_\(Ozeanographie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Auftrieb_(Ozeanographie))

Wikipedia (ohne Autor) (2016)(b): Hadley-Zelle

URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Hadley-Zelle>

Wikipedia (ohne Autor) (2017)(c): Korallenbleiche
URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Korallenbleiche>

Wikipedia (ohne Autor) (2018)(d): Koralle
URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Koralle>

Wikipedia (ohne Autor) (2018)(e): Volkswirtschaft
URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Volkswirtschaft>

wbleibtdieglobaleerwaermung (2017): sUnendliche%Dürre in Kalifornien beendet!
Schwere Regen- und Schneefälle füllen die großen Stauseen - die Landschaft ergrünt!

URL: <https://wbleibtdieglobaleerwaermung.wordpress.com/2017/01/20/unendliche-duerre-in-kalifornien-beendet-schwere-regen-und-schneefaelle-fuellen-die-grossen-stauseen-die-landschaft-ergruent/>

9. Eigenständigkeitserklärung

Erklärung

Wir versichern hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Sämtliche Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, wurden in jedem Fall durch Quellenangaben (einschließlich des World Wide Web und anderen elektronischen Text- und Datensammlung) und nach den üblichen Regeln wissenschaftlichen Zitierens kenntlich gemacht. Dies gilt auch für Zeichnungen, Skizzen, bildliche Darstellungen und dergleichen.

Wir sind uns bewusst, dass wahrheitswidrige Angaben als Täuschungsversuch behandelt werden.