

## Wasser und Luft im globalen Zusammenhang

### M 3.11 ENSO-El Niño/Southern Oscillation im äquatorialen Pazifik

L. Lippsett: *El Niño und seine Verwandten*. In: *Spektrum der Wissenschaft, Dossier*, 1/2002, S. 20–21. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft 2002

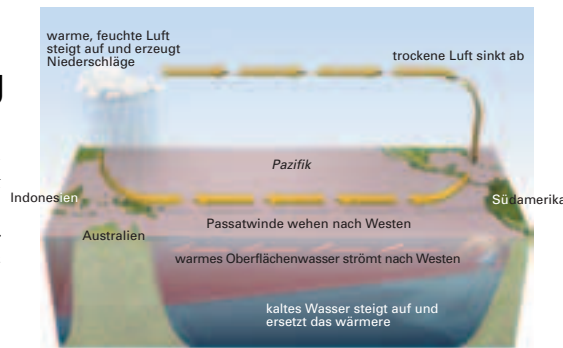
### ENSO – Klimaschaukel im Pazifik

Die regelmäßig wiederkehrenden Wassertemperaturschwankungen im Pazifik, *El Niño* und *La Niña* und das atmosphärische Phänomen Southern Oscillation bewirken kurzfristig weltweite Klimaeränderungen. Diese durch Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre hervorgerufene Klimaerscheinung wird als *ENSO-Phänomen* bezeichnet.

#### Die Zirkulationsverhältnisse im Pazifik (M 3.11)

Unter *El Niño* versteht man die im Mittel alle vier Jahre besonders ausgeprägten und jeweils etwa ein Jahr andauernden außergewöhnlichen Erhöhungen der Meeresoberflächentemperatur vor der Küste Perus und Ecuadors. Sie beginnen um die Weihnachtszeit (*El Niño* = span.: „das Christkind“). Diese Wassertemperaturerhöhungen stehen im Wechsel mit Phasen besonders starker Abkühlung des Oberflächenwassers vor der Westküste Südamerikas, die man als *La Niña* bezeichnet. Besonders stark erwärmt sich das Oberflächenwasser während der *El Niños* 1982/83 und 1997/98.

Normalerweise herrscht im Pazifik ein markantes Temperaturgefälle längs des Äquators. Vor der südamerikanischen Westküste entwickelt sich aus dem Humboldtstrom der Süd-Äquatorialstrom, der aus höheren südlichen Breiten kaltes Wasser mitführt, zunächst küstenparallel strömt und dann unter dem Einfluss des Südost-Passats nach Westen abdriftet. Diese Westdrift bewirkt, dass vor der Küste Perus aus der Tiefe kaltes Auftriebswasser nachströmt, das aufgrund seines hohen Nährstoffgehalts für den Fischreichtum der peruanischen Küstengewässer verantwortlich ist. Das nach Westen geschobene Oberflächenwasser erwärmt sich zunehmend und die Luft darüber



Normalzustand der Zirkulation

nimmt durch Verdunstung Feuchtigkeit auf. Während der Ostpazifik mit Temperaturen unter 20°C relativ kalt ist, misst man im Westpazifik recht hohe Temperaturen bis zu 30°C. Diese Differenz spiegelt sich in den Klimadaten beiderseits des Pazifiks wider.

→ Der Hamburger Klimaforscher M. Latif beschreibt diese Verhältnisse wie folgt:

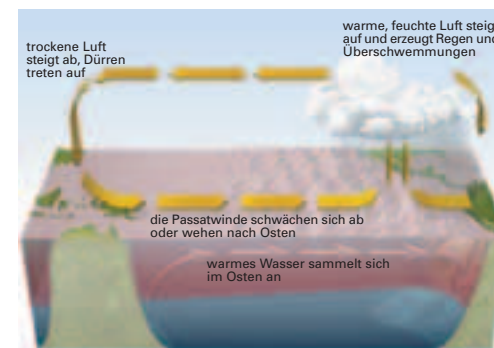
„Im Westen steigt die Luft über dem sehr warmen Wasser auf, was starke Wolkenbildung und ergiebige Niederschläge auslöst – denen die tropischen Regenwälder Indonesiens ihre Existenz verdanken. Auf der anderen Seite, über dem kalten östlichen Pazifik, sinken großräumig Luftmassen ab und schaffen trockene Bedingungen – Voraussetzung für die küstennahen Wüsten Südamerikas.“

Die charakteristische Temperaturverteilung im äquatorialen Pazifik unterliegt jedoch starken Schwankungen. Latif äußert sich auch dazu:

„Während *El-Niño*-Episoden erwärmt sich der Ostpazifik, und dadurch wird das übliche Temperaturgefälle weitgehend aufgehoben. Das hat zur Folge, dass sich das Regengebiet vom Westen zum Osten verlagert – und dass über Südamerika heftiger Regen niedergeht, während Indonesien unter Dürre leidet.“

Im Gegensatz dazu verschärft sich unter *La-Niña*-Bedingungen der Temperaturkontrast längs des Äquators, und es bildet sich eine weit nach Westen reichende Kaltwasserzunge aus: Das bedeutet erhöhte Niederschläge über dem westlichen Pazifik und Teilen Südostasiens, für das westliche Südamerika hingegen ungewöhnlich trockene Verhältnisse.“

M. Latif: *El Niño's kalte Schwester*. *MPG-Spiegel* 3/98

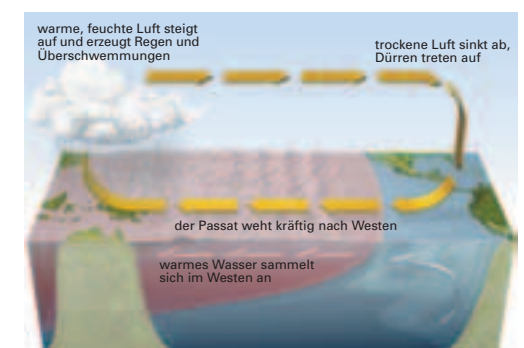


El Niño

#### Die südliche Oszillation – eine Atmosphärische Schaukel

Der Ozean reagiert stark auf die atmosphärischen Windverhältnisse, d. h. auf die Passate, die wiederum durch die Luftdruckunterschiede zwischen Ost- und Westpazifik angetrieben werden. Entscheidend ist dabei der Druckunterschied zwischen dem Hochdruckgebiet im südöstlichen Pazifik (Station Tahiti) und dem asiatisch-australischen Tiefdrucksystem (Station Djakarta). Dieser Druckunterschied unterliegt charakteristischen Schwankungen, die als Südliche Oszillation bezeichnet werden. Eine Abschwächung des Druckunterschieds zwischen Tahiti und Djakarta hat eine Abschwächung des Südostpassats sowie der *Walker-Zirkulation*, der quer zur *Hadley-Zelle* (vgl. M 2.14) liegenden atmosphärischen Zirkulationszelle längs des Äquators, zur Folge. Diese Erscheinung wiederum resultiert aus einem reduzierten Auftrieb von kaltem Wasser vor der peruanischen Küste. Dadurch erwärmt sich der Ostpazifik, was zu einer weiteren Reduzierung des Druckunterschieds zwischen dem Hoch- und Tiefdrucksystem führt. Der Luftdruck über dem östlichen Pazifik verringert sich durch die Erwärmung. Es tritt eine weitere Abschwächung der Passatwinde ein. Dieser Rückkopplungsprozess wird soweit vorangetrieben und damit das *El-Niño*-Phänomen solange verstärkt, bis es zu einem Umkippen dieses Prozesses kommt und eine *La-Niña*-Phase beginnt.

Das derzeitige Verständnis des *El-Niño*-Mechanismus macht eine Vorhersage dieses Ereignisses für beschränkte Zeit möglich, was für die von den Folgen betroffenen Regionen von großer praktischer Bedeutung ist.



La Niña

3.5 Vergleichen Sie die in M 3.11 dargestellten Prozesse und definieren Sie anhand dieser Informationen den „Normalzustand“ dieses Klimasystems.

3.6 Erklären Sie mögliche unterschiedliche regionale Auswirkungen von *El Niño* und *La Niña*.

M 3.12 Folgen von *El Niño* an der Küste Perus: Die Kaltwasser liebenden Sardellenschwärme bleiben wegen der Wassererwärmung aus ...



... und Fischer verlieren ihre Existenz



### Auswirkungen des ENSO-Phänomens

Die Folgen von *El Niño* und *La Niña* sind weltweit zu spüren. Es sind vor allem Klimaschwankungen über dem äquatorialen und südlichen Afrika, dem östlichen Südamerika sowie Nordamerika. Europa wird von ihnen nur schwach und statistisch unauffällig berührt (M 3.13).

In den betroffenen Gebieten jedoch ist ENSO zum Teil mit erheblichen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Folgen verbunden.

So hängen etwa die Erträge des Fischfangs vor der Küste Perus, die Maisernte in Zimbabwe oder der Reisanbau in Südostasien ebenso von der Oberflächentemperatur des tropischen Pazifiks ab, wie

die zum Teil schwersten Dürren mit Ernteausfällen in Australien und im südlichen Afrika. Auch der Kokosölpreis wird in bestimmten Regionen von *El Niño* beeinflusst. Die durch *El Niño* bedingten Missernten führen zur Verknappung von Kokosöl, wodurch der Weltmarktpreis ansteigt.

Die Liste der Beispiele ist noch um vieles länger. Es ist daher nicht nur von rein wissenschaftlichem, sondern auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus wichtig, Einblicke in das System Ozean-Atmosphäre im äquatorialen Pazifik zu gewinnen und zu längerfristigen Vorhersagen zu kommen.

### → Was uns *El Niño* lehrt

Häufig gewinnt man Einblick in den Mechanismus eines komplexen Systems durch Studium eines Teilsystems. Mit diesem Ziel untersuchen Forscher, die sich mit den gesundheitlichen Auswirkungen der Erderwärmung beschäftigen, die Folgen eines klimatischen Prozesses, der in vielen seiner Auswirkungen einer Klimaerwärmung im Kleinen gleicht. Die Befunde sind alles andere als beruhigend. ...

In Jahren mit *El Niño* oder *La Niña* nimmt die Häufigkeit von Krankheiten zu, die durch verunreinigtes Wasser oder andere Überträger bedingt sind, vor allem in Gebieten, die von Überschwemmungen oder Dürren heimgesucht werden. Langzeituntersuchungen in Kolumbien, Venezuela, Indien und Pakistan zeigen, dass *Malaria* verstärkt im Zuge von *El Niño* auftritt. ...“

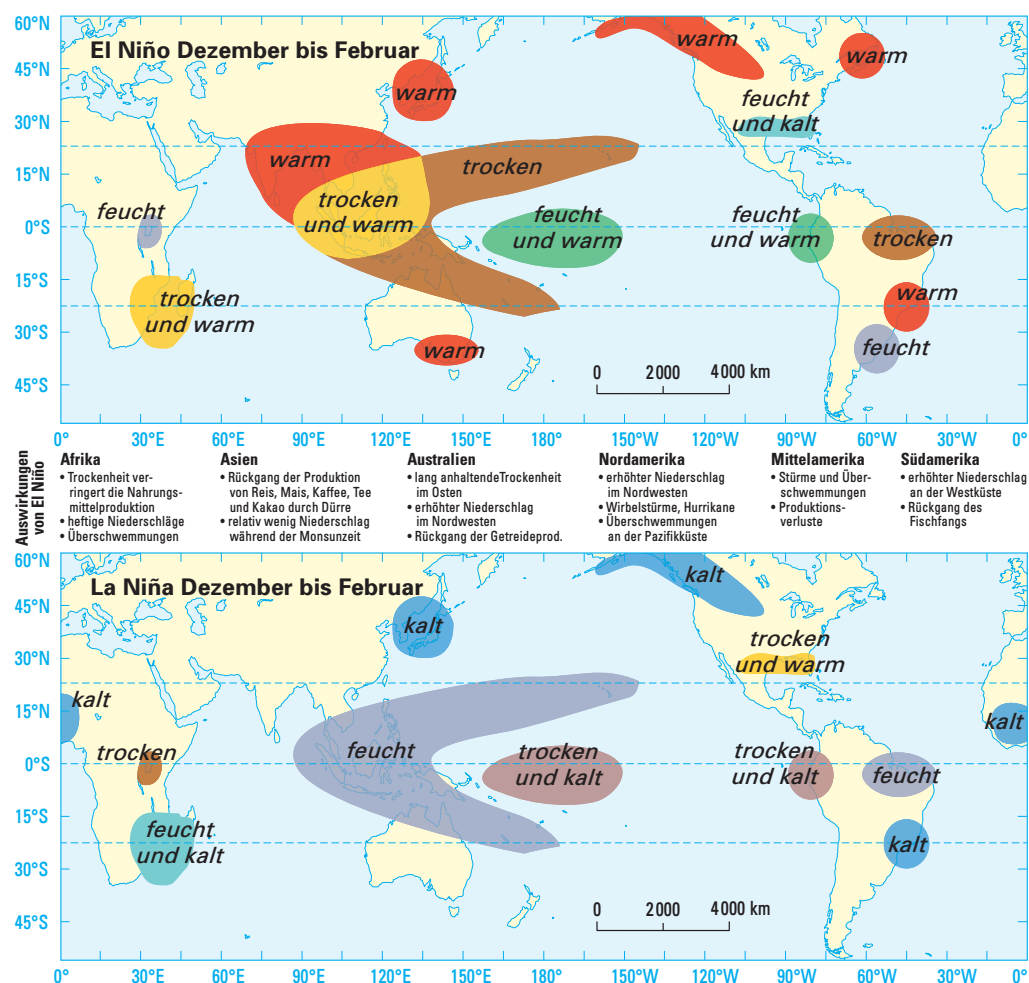
Am Institut für Tropenmedizin von Harvard wurde nachgewiesen, „... dass Gegenden, die während des *El Niño* 1997/98 (dem stärksten in diesem Jahrhundert) unter Überschwemmungen und Trockenheit

litten, häufig auch mit dem Auftreten von Krankheiten zu kämpfen hatten, die von Stechmücken, Nagetieren und Wasser übertragen werden. Darüber hinaus gerieten in vielen trockenen Gebieten Brände außer Kontrolle und verschmutzten großräumig die Luft. ENSO ist nicht nur ein Warnzeichen für zukünftige Probleme, sondern wahrscheinlich auch einer ihrer Mechanismen. Verschiedene Klimamodelle sagen voraus, dass in dem Maße, wie sich die Atmosphäre und die Meere aufheizen, das Phänomen *El Niño* selbst häufiger und heftiger in Erscheinung treten wird, mitsamt den Wetterkatastrophen und den Krankheiten in seinem Gefolge. Tatsächlich hat sich das ENSO-Muster bereits zu wandeln begonnen. Seit 1976 haben Stärke und Dauer zugenommen. Und während der [19]neunziger Jahre gab es jedes Jahr einen *El Niño* oder eine *La Niña* – keine guten Vorzeichen für die Gesundheit des Menschen im 21. Jahrhundert.“

Verkürzt aus P. Epstein: Krankheiten durch Treibhauseffekt. In: Spektrum der Wissenschaft, ebenda, S. 80–81

### M 3.13 Globale Auswirkungen von *El Niño* und *La Niña*

Nach [http://www.dkrz.de/klima/lanina/LaNiña\\_fm5.html](http://www.dkrz.de/klima/lanina/LaNiña_fm5.html) und <http://www.el-nino.org/globaus.html#afrika>



### M 3.14 Auswirkungen von *El Niño* 1997/98 – Ausbruch von Krankheiten

Nach P. Epstein, ebenda.

