

4.3 Reichweite und wirtschaftliche Folgen des »El Niño«-Phänomens

ASTRID BENDIX & JÖRG BENDIX

Global extension and economical consequences of the El Niño-Phenomenon: El Niño holds a key role regarding global atmospheric variability. Because climate affects both, nature and human life, the global consequences of the phenomenon are in the focus of interdisciplinary research activities. Thus, the section presents the most important atmospheric teleconnections of the El Niño phenomenon. Due to the fact that in human life El Niño is always associated with catastrophic events, socio-economic implications of the phenomenon will be discussed. Here, agriculture and food industry are the economic sectors which are mainly affected by losses in areas of droughts and heavy rainfalls during ENSO. But it will be emphasized that other economic sectors can also benefit from an El Niño-event.

Keine andere Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Ozean hat einen derart großen Einfluss auf die globalen Witterungsabläufe wie das pazifische El Niño-Phänomen. Aufgrund der weitreichenden Konsequenzen für Natur und Mensch, beschäftigen sich Wissenschaftler aus den unterschiedlichsten Fachdisziplinen der Natur- und Gesellschaftswissenschaften mit dem El Niño-Phänomen. Nach seiner Forschungsmotivation gefragt, gab Stephen E. Zebiak in einem Interview (in GLANTZ 1996) folgende Antwort, die diese interdisziplinäre Bandbreite erahnen lässt:

» ... *El Niño has been a key player in the earth's climatic variability for a very long time, but it has only recently become appreciated in scientific, economic and social terms. Scientifically, the study of El Niño has led us to a genuinely new understanding of the nature and strength of the interplay between the earth's oceans and atmosphere, and the implications this has for all aspects of climate. The recent advances in predicting El Niño, though limited, are exciting, as they pave the way for more applied forecasts that can be put to immediate use in agriculture, water resources, and a myriad of other implications. There is much about climate and its impacts that is not yet understood, but from the study of El Niño it is already possible to foresee new uses of climate information in aspects of human activities that may benefit societies worldwide. It has been, and remains, a pleasure to participate in this research. ...*«.

Das folgenden Kapitel gibt eine Übersicht über den atmosphärischen Einfluss von El Niño auf andere Weltregionen (Telekonnektionen) und zeigt die wichtigsten ökonomischen Auswirkungen des Klimaphänomens auf.

El Niño als Global Player

Die forschungshistorische Entwicklung El Niños von einem lokalen Klimaphänomen zum Global-Problem

Die ursprüngliche Auffassung von El Niño, der spanischen Bezeichnung für das Christkind, hat im Laufe der Zeit einen Bedeutungswandel erfahren. Traditionell wurde unter El Niño eine Erscheinung verstanden, bei

der im Zuge des Jahreszeitenwechsels das kalte nährstoff- und fischreiche Wasser des Humboldtstroms im Küstenbereich Südecuadors und Nordperus für einen Zeitraum von wenigen Wochen durch warmes, aus Norden vorstoßendes nährstoffarmes Wasser des äquatorialen Gegenstroms verdrängt wird. Dabei wandern Warmwasserfische in die betroffene Küstenregion ein. Da das Phänomen regelmäßig um die Weihnachtszeit einsetzt, betrachteten die ortsansässigen Fischer die sonst seltenen Fische als ein Geschenk des Christkinds, was zur Bezeichnung »El Niño« führte. In einzelnen Jahren erreicht das Phänomen allerdings eine deutlich höhere Intensität und zieht sich über viele Monate hin. Damit einher geht eine grundlegende Änderung der ozeanisch-atmosphärischen Bedingungen im Pazifik, mit weitreichenden Auswirkungen (Telekonnektionen) auf andere Weltregionen. Daher ist es heute üblich, unter einem El Niño nicht mehr das alljährliche weihnachtszeitliche Alternieren der Wassertemperatur im Bereich der tropischen südamerikanischen Westküste zu verstehen, sondern das Phänomen als einen pazifikweiten ozeanisch-atmosphärischen Prozess zu begreifen, der mit deutlichen Luftdruckunterschieden zwischen tropischem Ost- und Westpazifik (Southern Oscillation) einhergeht. Diese global wirkende Witterungsanomalie wird heute als ENSO- (El Niño and Southern Oscillation) Phänomen bezeichnet. Damit hat sich die El Niño-Wahrnehmung von einem Lokal- zum Global-Phänomen gewandelt. Das ENSO-Phänomen umfasst auch die quasi-periodisch auftretende Intensivierung der Normalsituation mit sehr niedrigen Meeresoberflächentemperaturen (hiernach SST, Sea Surface Temperature) des tropischen Ostpazifiks (umgekehrtes El Niño), auch unter dem Namen »La Niña« bekannt.

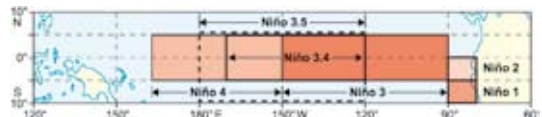


Abb. 4.3-1: Die Lage der El Niño-Regionen.

Im Zuge der ENSO-Forschung wurde auch zunehmend die Bedeutung des Pazifiks für das Weltklima herausgearbeitet. Heute werden daher die Druckverteilung über dem Pazifik, die SSTs und die Oberflächenwinde von 4 sog. El Niño-Regionen im Pazifik ständig beobachtet: Die Niño1- und -2-Regionen, die sich südlich des Äquators direkt an die südamerikanische Küste bis auf die Höhe von Galapagos (90°W) anschließen und die Niño3- und -4-Regionen, die jeweils 5 Breitengrade beiderseits des Äquators einnehmen und wesentliche Teile des tropischen Pazifiks im Auge haben. Für einige Fragestellungen wird die Beobachtung auf engere Bereiche eingegrenzt, die als Niño3.4- und -3.5-Region bezeichnet werden (Abb. 4.3-1).

Änderungen in diesen Regionen implizieren weitere Veränderungen der klimatisch-ozeanischen Verhältnisse im Pazifik bzw. je nach Intensität über den Pazifik hinaus. Eine weitere Einschätzung zum Status des pazifischen ENSOs versucht man über verschiedene Indizes zu erhalten. Der älteste Index ist der Southern Oscillation Index, der die Luftdruckverhältnisse zwischen Ost- und Westpazifik beschreibt. Andere Indizes betrachten die Temperaturzustände oder auch das Zusammenspiel verschiedener Klimaparameter in den einzelnen El Niño-Regionen, um dann Rückschlüsse auf den Einfluss von ENSO auf verschiedene Klimazonen zu ziehen. So ist für das japanische Wetter z.B. die Niño3-Region von besonderer Bedeutung, während für Australien die Niño3.4-Region wichtiger erscheint.

Die Telekonnektionen

El Niño gilt als Klimaphänomen, dem die stärksten Fernwirkungen nachgesagt werden. Die isolierte Betrachtung eines einzelnen Phänomens im Klimasystem ist jedoch nicht sinnvoll, da sich verschiedene Oszillationen wechselseitig beeinflussen. Seit Ende der 1990er Jahre wird daher intensiv an den Zusammenhängen zwischen ENSO und anderen inter- und intrasaisonalen Oszillationen geforscht. So wird das Auftreten von El Niño durch die Pazifisch-Dekadische Oszillation (PDO) (VERDON & FRANKS 2006) und die Quasi-bienal-Oszillation (QBO) (GRAY 1984) beeinflusst (vgl. Kap. 2.3: Latif). Für den Initial-Impuls eines El Niño spielt die Aktivität der Madden-Julian-Oszillation (MJO) eine wichtige Rolle (BENDIX & BENDIX 2004). Daher entscheidet neben der eigentlichen Stärke eines El Niño-Ereignisses auch die Intensität verschiedener anderer klimatischer und ozeanischer Oszillationen sowie ihr gegenseitiges Wechselspiel über die Ausprägungen der Telekonnektionen. Motor der Telekonnektionen ist dabei eine »atmosphärische Brücke« (Abb. 4.3-2, s.a. ALEXANDER et al. 2002), die sich als Reaktion auf die Veränderungen in den ozeanischen Grundbe-

dingungen einstellt. Durch diese zirkulationsgetriebene Brücke werden großräumige Temperatur- und Feuchtigkeitsveränderungen ausgelöst. Hat sich der tropische Ostpazifik durch El Niño erwärmt, ändert sich zunächst der Richtungssinn der äquatorialen Walkerzirkulation bei gleichzeitiger Abschwächung der Hadleyzelle durch Schwächung des Südpazifikhochs. Im Nordpazifik kommt es zu einer Verstärkung und südostwärtigen Verlagerung des Aläuten-Tiefs. Hierdurch wird die Zirkulation im Zentralpazifik gestärkt, was dort wiederum zu einer Abkühlung des Ozeans aufgrund verstärkter Wärmefflüsse in die Atmosphäre führt. Insgesamt kommt es durch ENSO zu Veränderungen der atmosphärischen Wärme- und Feuchtefflüsse, der Druck- und Windfelder, der ozeanischen Strömungssysteme, der SSTs, der Mächtigkeit und Temperaturen der oberflächennahen ozeanischen Mischungsschicht sowie der Salinität des Meerwassers.

Abb. 4.3-3 zeigt die ENSO-induzierten globalen Telekonnektionen, die mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von ca. 80% als gesichert gelten (ROPELEWSKI 1999). Die klimatischen Veränderungen sind zum einen jahreszeitenabhängig, zum anderen benötigen einmal in Gang gesetzte Prozesse auch Zeit für Ihre Entwicklung. Einmal angestoßen, dauern die globalen Fernwirkungen von El Niño mindestens bis in das Folgejahr an. Die stärksten Änderungen sind jedoch in der Kernphase eines El Niño zu registrieren, in der die Erwärmung des tropischen Ostpazifiks am intensivsten ist und damit eine maximale energetische Anomalie gegeben ist. Abb. 4.3-3 verdeutlicht die Telekonnektionen während dieses Zeitsegments.

Während der Kernphase eines El Niño im Nordwinter (Januar–März) entsteht beiderseits des Äquators vom Zentralpazifik bis zum indomalaischen Archipel eine bogenartig verlaufende Trockenzone. Auf der anderen Seite des Pazifiks, im Bereich der tropischen Westküste Südamerikas, bildet sich ein Niederschlagsgebiet mit den höchsten globalen Anomalien aus. Die Verhältnisse resultieren aus den unmittelbar mit El Niño verbundenen Änderungen der SSTs mit Kalt-(Warm)wasservorkommen im Bereich des tropischen

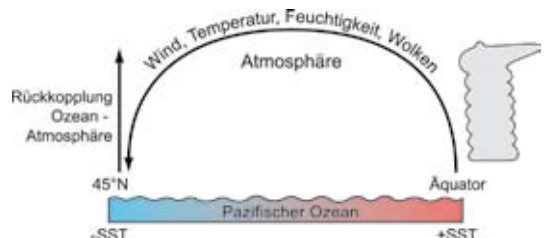


Abb. 4.3-2: Atmosphärische Brücke verändert nach ALEXANDER et al. (2002).

West-(Ost)pazifiks und der damit verbunden Verschiebung der äquatorialen Walkerzirkulation. Ausmaß und Größe der Trocken- oder Niederschlagszonen schwanken jedoch, sie hängen von der spezifischen Ausprägung des El Niño-Ereignisses ab. Selbst bei Extremereignissen – sog. Super-El Niños – müssen sie nicht immer flächenmäßig groß ausfallen. So herrschte in Australien während des zweitstärksten El Niños des letzten Jahrhunderts 1982/83 eine der größten Dürren in der Landesgeschichte, mit gewaltigen Staubstürmen und Bränden bis in den Südosten des Landes. Die westpazifische Trockenzone reichte in diesem Zeitraum von Nord-Indonesien bis Südastralien. Während des stärksten El Niño-Ereignisses des letzten Jahrhunderts 1997/98 jedoch war diese Trockenzone um bis zu 50% kleiner. Australien war nur marginal von Niederschlagsausfällen betroffen, im Dezember und Januar registrierte Nordaustralien sogar überdurchschnittlich hohe Niederschläge (ROPELEWSKI 1999).

In den östlichen äquatorialen Bereich der Trockenzone im indomalaischen Archipel ist ein Niederschlagsgebiet eingebettet. Die Entstehung dieses Regengebietes erklärt sich durch verschiedene Prozesse: In der ersten El Niño-Phase erhält der äquatornahe Zentralpazifik erhöhte Niederschläge durch die ostwärtige Verschiebung der in Normaljahren im Westpazifik angesiedelten Niederschlagszone (ROPELEWSKI & HALPERT 1987). Diese Niederschlagszone kann sich gelegentlich als durchgängiges Band bis zur südamerikanischen Ostküste hinziehen (ROPELEWSKI 1999). Am Ende des Nordwinters kommt es im Verlauf des ENSO-Zyklus zu einer stärkeren nordwärtigen Verschiebung der süd-

pazifischen Konvergenzzone. Diese kann bis in den Winter des Folgejahres (Juni) anhalten (ROPELEWSKI & HALPERT 1987).

Auf dem südamerikanischen Kontinent ist vor allem der Nordosten Brasiliens durch teils extreme Dürren betroffen (s. HASTENRATH & HELLER 1977). Während sich in El Niño-Jahren die südwestpazifische Antizyklone abschwächt, verstärkt sich das Hochdruckgebiet im Südatlantik. Durch den verstärkten antizyklonalen Einfluss über dem südhemisphärischen Atlantik verschiebt sich die Innertropische Konvergenzzone nicht so weit nach Süden wie in Normaljahren und die Niederschläge bleiben aus. Weitere Rückkopplungsmechanismen verstärken diesen Effekt. Analog zu La Niña-Verhältnissen im Pazifik bewirkt das starke Südatlantikhoch eine Intensivierung des Benguelastroms in Verbindung mit einer Senkung der SSTs durch aufquellendes Tiefenwasser. Die Temperaturveränderungen setzen sich bis weit in den Zentralatlantik durch und bewirken eine Verschiebung der atlantischen Walkerzirkulation: Brasilien gerät in den Subsidenzbereich wodurch sich die Trockenheit im Nordosten Brasiliens verstärkt (ROPELEWSKI & HALPERT 1987).

Den USA und Teilen Kanadas beschert El Niño wärmere Winter. Die starke Südostverschiebung des Aläuten-Tiefs bewirkt einen massiven Zustrom maritimer Luftmassen bis weit in das Landesinnere bzw. auch entlang der nordamerikanischen Küste, die zu höheren Wärmesummen führen. Beim Auftreffen auf die ersten Landmassen erhalten diese jedoch auch höhere Niederschläge, weshalb die winterlichen Niederschläge in Kalifornien während El Niño über den Normalwerten

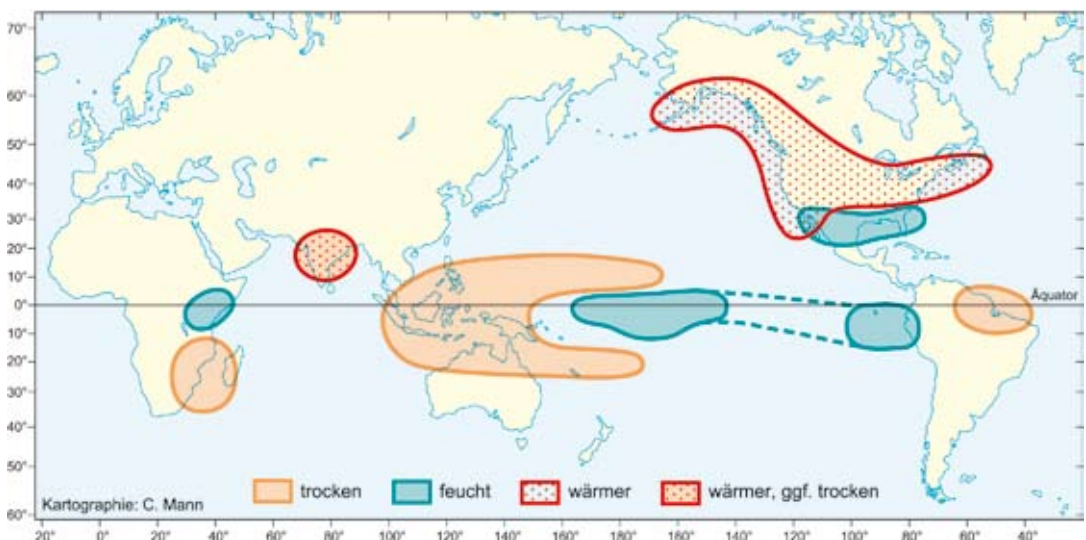


Abb. 4.3-3: mit El Niño verbundene Telekonnektionen, verändert nach ROPELEWSKI & HALPERT (1987) UND ROPELEWSKI (1999).

liegen und es westlich der Rocky Mountains häufig zu Überschwemmungen kommt.

Zudem ist eine El Niño-induzierte globale Änderung in der Aktivität tropischer Zyklone zu beobachten. Aufgrund der erhöhten konvektiven Aktivität im tropischen Zentral- und Ostpazifik wird der Subtropenjet verstärkt und nimmt eine stabile Südlage ein. Dadurch wird die Hurrikan-Aktivität im Ostpazifik erhöht und im Atlantik abgeschwächt. Kalifornien und Arizona liegen im Bereich der Hauptzugbahnen zyklonaler Stürme, sie verzeichnen während El Niño eine um bis zu 50% höhere Hurrikan-Aktivität gegenüber Normaljahren. Über der Karibik und dem Atlantik verstärken sich die Westwinde in der oberen Troposphäre. Hierdurch werden starke Vertikalwindscherungen initiiert, die die Zyklonenaktivität in diesen Gebieten blockieren (GRAY 1984) (vgl. Kap. 2.3; Latif).

Bereits im Rahmen der Forschungen von Sir Gilbert Walker zum indischen Monsun wurde schon im frühen letzten Jahrhundert ein Zusammenhang zwischen Monsun und dem ENSO-Phänomen hergestellt. In den klassischen Forschungsansätzen basierten Prognosen zum Monsun auf den Temperaturverhältnissen des Eurasischen Kontinents im Zusammenspiel mit den SST-Verhältnissen im Indik und Westpazifik. Nach dem heutigen Forschungsstand ist El Niño sicher nur einer von mehreren Faktoren für die Ausprägung des Monsuns. Verschiedene Autoren schätzen eine Beteiligung von El Niño am Monsunzyklus auf 25–35% (s. SELVARAJU 2003). SLINGO (1999) stellt heraus, dass das Ausbleiben des Monsuns mit hohen SSTs im Zentral- und Ostpazifik verbunden ist. Insbesondere die SST-Verhältnisse in der Niño3-Region zeichnen für die Ausprägungen des Monsuns verantwortlich. Analog dazu sind besonders niederschlagsreiche Monsunperioden zumeist mit niedrigen SSTs in der Niño3-Region bzw. extrem starken La Niña-Ereignissen verbunden. Während zahlreiche Telekonnektionskarten den Indischen Subkontinent für den Nordwinter als Dürregebiet ausweisen, stellt die Studie von ROPELEWSKI (1999) nur eine Überwärmung während El Niño fest. Zwar fallen nicht alle Dürren in den Monsunregionen Indiens in El Niño-Jahre, jedoch korrelieren die stärksten Dürren im letzten Jahrhundert eindeutig mit dem Klimaphänomen. Daher bereitete sich Indien bei dem früh vorhergesagten Jahrhundert-El Niño von 1997/98 auf eine Dürrekatastrophe vor, die dann allerdings ausblieb.

Ein weiterer Faktor in den Monsun-ENSO-Telekonnektionen ist der Zustand des Indischen Ozeans. Dieser wird ähnlich dem Pazifik durch den Indian Ocean Dipole (IOD) beschrieben, der die äquatorialen Ost-West-Gegensätze der SSTs im Indik wiedergibt. Wie der ENSO-Zyklus wird er durch eine positive, neutrale

und negative Phase gekennzeichnet, wobei die positive Phase mit hohen SSTs und erhöhten Niederschlägen im Westindik und niedrigen SSTs und Trockenheit im Bereich Indonesiens und Australiens verbunden ist. Das Signal des IOD ist mit ENSO gekoppelt (BAQUERO-BERNAL et al. 2002). KUMAR et al. (1999) deuten jedoch eine durch den Klimawandel bedingte Entkopplung zwischen dem Monsun- und ENSO-Phänomen an, die seit den 1980er Jahren zu beobachten ist. Als Grund sehen sie hierfür eine deutliche Erwärmung des asiatischen Kontinents in den letzten drei Dekaden. Der hierdurch initiierte stärkere Land-See-Temperaturgradient könnte den Einfluss von El Niño unterdrücken.

Über dem afrikanischen Kontinent stehen insbesondere das äquatoriale Ost- und Südafrika mit Niederschlagsüberschüssen bzw. -defiziten mit ENSO in Verbindung, wobei sich diese Telekonnektionen durch eine hohe Variabilität auszeichnen. Für die ostafrikanischen Niederschlagsüberschüsse zeichnet die Veränderung der pazifischen Walker-Zirkulation in Verbindung mit dem IOD verantwortlich. Die niedrigen SSTs im Westpazifik wirken sich auch auf den Indik aus – mit niedrigen SSTs im Osten und höheren vor der afrikanischen Ostküste, wo sich die Konvektion verstärkt. Die Erwärmung des Westindik geht jedoch einher mit einer Abkühlung im Südwest-Indik. REASON & ROUALT (2002) beobachten die Entwicklung einer sehr großflächigen Hochdruckzone ausgehend von Australien, die über den Indischen Ozean bis Afrika reicht. Sie sehen hierin den Grund für die Trockenheit im südöstlichen Afrika.

Ökonomische Auswirkungen von El Niño

Durch die ständige Beobachtung des ENSO-Zustandes im Pazifik lösen Prognosen eines El Niño- bzw. La Niña-Ereignisses sofort Schwankungen der Börsenkurse aus. Allem voran steigen Lebensmittelpreise und damit die Kurse der entsprechenden auf dem Aktienmarkt gehandelten Unternehmen. Dabei sind sowohl in den durch extreme Trockenheit als auch in den durch extreme Niederschläge ausgewiesenen Regionen (Abb. 4.3-3) massive Ernteausfälle zu verzeichnen. Die Münchner Rückversicherung weist dem Super-Niño 1997/98 weltweit ca. 80 Naturkatastrophen eindeutig zu, wovon 30 in Südamerika, bis zu 20 in Nordamerika (zumeist der Südwesten der USA) und Mexiko, 10 in Südostasien, 6 in Australien/Ozeanien und 7 in Afrika zu verzeichnen waren. Die volkswirtschaftlichen Schäden dieser Ereignisse werden mit ca. 14 Mrd. US\$ bilanziert, von denen Schäden in einer Höhe von rund 2 Mrd. US\$ versichert waren (MÜNCHNER RÜCKVERSICHERUNG 1999). Insgesamt sind Bilanzierungen jedoch sehr schwierig, da v.a. die von El Niño betroffenen ärmeren Länder ihre Schäden monetär oft kaum zusam-

menfassend beziffern (können). Tatsächlich liegen die vermuteten weltweiten Schadenswerte weitaus höher. Allein die USA bilanzieren sämtliche durch El Niño induzierte Verluste für das Ereignis von 1997/98 mit 25 Mrd. US\$ (NOAA 2010).

Die stärksten durch El Niño verursachten Schäden sind jeweils am Ost- und Westrand des Pazifiks zu finden. Während im Westpazifik Dürre in Verbindung mit Wald-/Buschbränden große Verluste im Agrarsektor hervorrufen, wird der ostpazifische Raum durch extreme Starkregeneignisse und Überschwemmungen heimgesucht. Auch hier zählt der Agrarsektor zu den Wirtschaftsbereichen mit den stärksten Einbußen. Hinzu kommen noch enorme Verluste im Infrastruktur- und Transportsektor durch die von den Starkregen und Überschwemmungen zerstörten Straßen. Insgesamt gibt es jedoch wenig ausgewiesene Statistiken über die tatsächlichen El Niño-Schäden in den am stärksten vom Wetterphänomen betroffenen Ländern.

Peru beziffert die Verluste im Agrarsektor durch das Super-Niño 1997/98 mit über 21 Mio. US\$, was insgesamt 35% der gesamten Agrarproduktion entspricht (GARNICA 1999). Dabei waren die stärksten Verluste mit über 90% der Agrarproduktion in den nördlichen Landesteilen zu verzeichnen. In Peru ist insbesondere die Fischereiwirtschaft durch El Niño betroffen. Die Änderungen der SSTs sind gleichzeitig mit Modifikationen des Sauerstoff- und Salzgehalts des Wassers verbunden, was zu einer grundlegenden Änderungen der Lebensbedingungen in den Küsten- und anschließenden Ozeanangewässern führt. Die Folge ist ein Abwandern bzw. Absterben ganzer Fischgründe. *Abb. 4.3-4* zeigt die Fischfangträge für den Zeitraum 1980 bis 1999, wobei Sardellen mit über 50% den Hauptanteil des peruanischen Fischfangs ausmachen. Da diese Heringsart in den kalten Auftriebswassern des Humboldtstroms lebt, ist ihr Vorkommen in den Küstengewässern stark temperaturabhängig. Deutlich treten die El Niño-Jahre in der Abbildung durch einen Rückgang der Fangmengen hervor. Insbesondere die Sardellenbestände zeigen eine starke Dezimierung. Auch benötigen die Fischbestände in der Post-El Niño-Phase (z. B. 1983–84, 1987–89) einige Zeit zur Erholung, bevor wieder normale Fangträge erreicht werden können. Ausgeglichen werden die Verluste durch das Einwandern wärmeliebender Fische – so steigt der Thunfischfang während El Niño auf das Vierfache gegenüber Normaljahren an. Bei der Interpretation von *Abb. 4.3-4* ist mit einzubeziehen, dass seit den späten 1980er Jahren eine starke Modernisierung der peruanischen Fischereiflotte stattgefunden hat, was zu einer deutlichen Fangsteigerung führt. Daher fallen auch die Einbußen des El Niño 1991/92 nicht mehr so stark ins Gewicht, wie noch in den 1980er Jah-

ren. Die Vulnerabilität der Fischereiwirtschaft hat sich durch technische Maßnahmen reduziert: Die Boote sind hochseetauglich geworden, wodurch Fänge weiter von der Küste entfernt möglich sind. Zusätzlich verfügen die Fischer über verschiedenartige Netze, die den Fang zusätzlicher Fischarten ermöglichen. Die Modernisierung erlaubt eine schnelle Anpassung der Fischerei an die jeweiligen Gegebenheiten und wird unterstützt durch eine immer bessere Prognose des El Niño-Phänomens. Die Kosten der Modernisierung und der weiteren Fangwege trägt der Verbraucher. Der Rückgang der Fangmengen zwischen 1994/95 hängt jedoch nicht mit einem Naturereignis, sondern mit einer Wirtschaftskrise in Peru zusammen. Das Super-Niño 1997/98 führte allerdings zu einer Fangeinbuße, die durch die Modernisierungsmaßnahmen nicht aufgefangen werden konnten: die SST-Erhöhung setzte bereits sehr früh im Zyklus 1997 ein und zog sich bis 1998 so weit in den Pazifik hinein, dass es für die Fischer nicht lohnte, in See zu stechen. Die eingewanderten wärmeliebenden Fische konnten zahlenmäßig die eingebrochenen Fangmengen nicht mehr ausgleichen.

Gut dokumentiert sind die Auswirkungen von El Niño in den USA. Hier konzentrieren sich wesentliche Bereiche der amerikanischen Wetterdienste auch auf die El Niño-Prognose. Rechtzeitige Präventivmaßnahmen können Schäden minimieren bzw. ganz abwenden. So wurden im Vorfeld des Super-Niños 1997/98 in Kalifornien 165 Mio. US\$ von der FEMA (Federal Emergency Management Agency) in Vorsorgemaßnahmen investiert, um Sturm- und Starkregenschäden zu minimieren. Aktuelle Verluste durch Sturm- und Starkniederschläge wurden 1997/98 mit 1,1 Mrd. US\$ angegeben. Gegenüber dem Super-Niño von 1982/83 – für das aufgrund noch nicht optimierter Vorhersage wenig Vorsorge getroffen werden konnte – wurden die

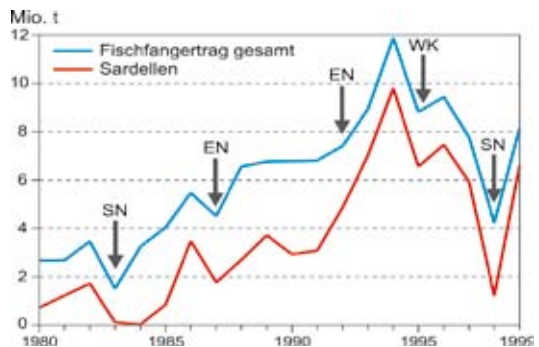


Abb. 4.3-4: Fischfangträge in Peru 1980–1999; EN= El Niño, SN = Super-Niño, WK = Wirtschaftskrise; Daten: Instituto del Mar Peru 2010 (http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_seccion=1013106030000000000000).

Schäden um mehr als die Hälfte minimiert (NOAA 2010). In der Landwirtschaft können durch die Wahl der richtigen Anbauprodukte – je nachdem ob El Niño, La Niña oder der Normalzustand vorherrscht – Verluste von mindestens 265 Mio. US\$ aufgefangen werden (NOAA 2010).

Es gibt aber auch ökonomische »Gewinner« während El Niño. So sinken in den USA durch die milden Winter die Heizkosten sehr stark. Für 1997/98 bilanzieren WEIHER & KITE-POWEL (1999) einen Minderverbrauch von Brennstoffen in Höhe von 2 Mrd. US\$. Ein weiterer globaler Gewinner bei El Niño ist auch die Pharmaindustrie, da in den insbesondere durch Starkregen betroffenen Ländern Ecuador, Peru und Ostafrikas Krankheiten wie Malaria, Denguefieber, Cholera etc. vermehrt auftreten. In den von Dürre und Bränden betroffenen Ländern Asiens und Australien steigen die Atemwegserkrankungen drastisch an.

Ausblick

Die globalen Auswirkungen von El Niño haben die Menschen früher unvorbereitet überrascht und damit große Katastrophen hervorgerufen. Durch ein besseres Verständnis des Klimaphänomens und damit verbunden einer gewissen Vorhersagemöglichkeit können heute viele Schäden durch Präventivmaßnahmen abgemildert werden. Insbesondere der Verlust von Menschenleben konnte durch die Prognose erheblich verringert werden. Daher bleibt die verbesserte El Niño-Prognose eines der bedeutendsten Aufgabenbereiche in der El Niño-Forschung.

Literatur

- ALEXANDER M. A., I. BLADÉ, M. NEWMAN, J. R. LANZANTE, N.-C. LAU, & J. D. SCOTT (2002): The atmospheric bridge: The influence of ENSO teleconnections on air-sea interaction over the global oceans. *Journal of Climate*, Vol. 15: 2205–2231.
- BAQUERO-BERNAL A., M. LATIF & S. LEGUTKE (2002): On Dipole like Variability of Sea Surface Temperature in the Tropical Indian Ocean. *Journal of Climate*, Vol. 15: 1358-1367.
- BENDIX A. & J. BENDIX (2004): El Niño ist an allem schuld!? *Berliner Geographische Arbeiten*, Heft 97: 49-55.
- GARNICA L. (1999): Evaluación Ambiental del Fenómeno "El Niño 1997/98" en el Sector Agrario. *Revista Peruana Biológica*, Vol. Extraordinario: 180-182.
- GLANTZ M. H. (1996): *Currents of Change: El Niño's impact on climate and society*. Cambridge University Press, Cambridge, 194 pp.
- GRAY W. M. (1984): Atlantic seasonal hurricane frequency: Part I: El Niño and 30 mb quasi-biennial oscillation influences. *Monthly Weather Review*, Vol. 112: 1649-1668.
- HASTENRATH S. & L. HELLER (1977): Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol. 103: 77-92.
- KUMAR K. K., B. RAJAGOPALAN & M. A. CANE (1999): On the Weakening Relationship Between the Indian Monsoon and ENSO. *Science*, Vol. 284: 2156-2159.
- MÜNCHNER RÜCKVERSICHERUNG (1999): Naturkatastrophen 1998: ein besonders schweres Katastrophenjahr – Pressemitteilung, (http://www.munichre.com/de/media_relations/press_releases/1999/1999_03_15_press_release.aspx).
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2010): The Economic Implications of an El Niño. *Magazine Online (Story 24)*, 5 Seiten, www.magazine.noaa.gov/Stories/mag24.htm.
- SELVARAJU R. (2003): Impact of El Niño-Southern Oscillation on Indian foodgrain production. *International Journal of Climatology*, Vol. 23: 187-206.
- SLINGO J. (1999): The Indian Summer Monsoon and its Variability. In: Navarra, A. (Hrsg.): *Beyond El Niño – Decadal and Interdecadal Climate Variability*. Springer, Berlin: 103-118.
- ROPELEWSKI C. & M. S. HALPERT (1987): Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, Vol. 115: 1606-1626.
- ROPELEWSKI C. (1999): The Great El Niño of 1997 and 1998: Impacts on Precipitation and Temperature. *Consequences*, Vol. 5, No. 2: 17-25.
- REASON C. J. C. & M. ROUAULT (2002): ENSO-like decadal variability and South African rainfall. *Geophysical Research Letters*, Vol. 29: 1638-1642.
- VERDON D. C. & S. W. FRANKS (2006): Long-term behaviour of ENSO: Interactions with the PDO over the past 400 years inferred from paleoclimate records. *Geophysical Research Letters*, Vol. 33, L06712, 5 PP, doi:10.1029/2005GL025052.
- WEIHER R. & H. L. KITE-POWELL (1999): Assessing the Economic Impacts of El Niño and Benefits of Improved Forecasts. In: Weiher, R. (Hrsg.): *Improving El Niño Forecasting: The Potential Economic Benefits*. U.S. Department of Commerce, o.O: 3-8.

*Dipl.-Geogr. Astrid Bendix
Prof.Dr. Jörg Bendix
Philipps-Universität Marburg
Fachbereich Geographie
LCRS - Laboratory for Climatology and Remote Sensing
Deutschhausstr. 10 - 35032 Marburg
bendixa@staff.uni-marburg.de*