Der El Niño von 1997/98

Kurt G. Baldenhofer

- Überblick
- Die meteorologisch-ozeanographische Entwicklung
- Die Delayed Oscillator-Theorie und der El Niño 1997/98
- Auswirkungen des El Niño 1997/98
  - Allgemeine Auswirkungen
  - El Niño-Auswirkungen auf den globalen Niederschlag im Winter 1997/98
  - Auswirkungen auf die Aktivität tropischer Wirbelstürme
  - Der El Niño 1997/1998 und Landwirtschaft
  - Indonesien und der El Niño von 1997/98: Feuerprobleme und langfristige Lösungen
  - Der El Niño 1997/1998 und Fischerei
  - Die guten Seiten des El Niño von 1997/98
- Ausblick und Vergleich
- Quellen

Überblick

Ein kräftiger El Niño begann im April 1997 und dauerte bis zum Mai 1998. Er wurde vielfach als ‚Jahrhundert-El Niño' bezeichnet, da er in den Aufzeichnungen verschiedener Messverfahren die stärksten Werte aufwies. Er brachte viele Wetterextreme mit sich, sowie ungewöhnliche Wettermuster in verschiedenen Teilen der Erde. Dazu gehörten großräumige Dürren, Überschwemmungen und andere Naturkatastrophen. Er war für das Absterben von ca. 16 % der weltweiten Korallenriffe verantwortlich und erhöhte die globale Durchschnittstemperatur um 1,5 °C, verglichen mit dem üblichen Anstieg von 0,25 °C anlässlich von El Niño-Ereignissen (Trenberth 2002).

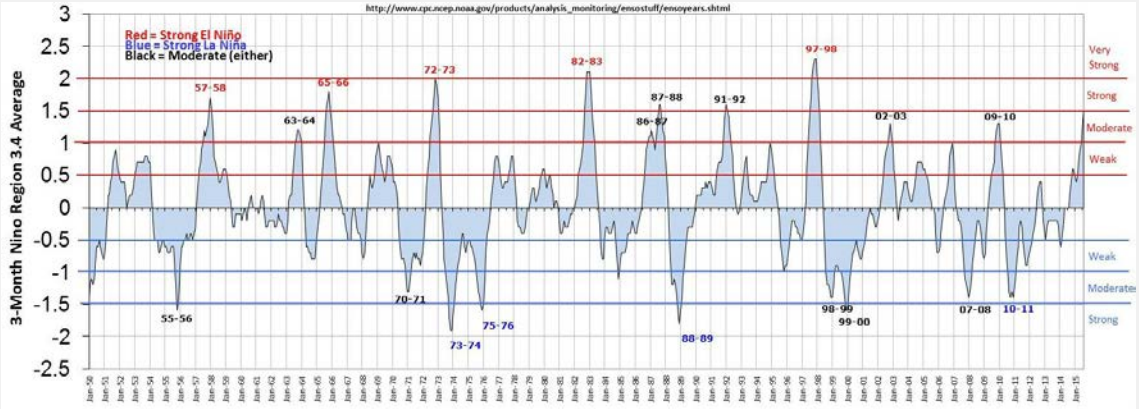

Abb. 1 Diagramm des Oceanic Niño Index von 1950 bis Mitte 2015. Bis dahin war der El Niño von 1997/98 der stärkste in den neuzeitlichen Aufzeichnungen. Quelle: Jan Null (Golden Gate Weather Services)

Der El Niño von 1997/98 führte zu einem schweren Ausbruch von Rifttalfieber (engl. *Rift Valley fever*) nach extremen Regenfällen in NO-Kenia und S-Somalia (WHO 1999). Er bewirkte auch Rekordniederschläge in Kalifornien und eine der schlimmsten Dürren in Indonesien. 1998 wurde durch sein Auftreten das bis dahin wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen.

Das Ereignis erfuhr eine beispiellose Berichterstattung in den Medien, so dass der Begriff ‚El Niño' Eingang in die Umgangssprache fand. El Niño wurde für viele Dinge verantwortlich gemacht, und einige von ihnen waren tatsächlich von El Niño beeinflusst, obwohl in manchen Fällen die Verbindung höchstens als schwach bezeichnet werden kann.

Abb. 2 Lessons Learned from the 1997–98 El Niño: Once Burned, Twice Shy? (Glantz 2000)

Nach dem katastrophalen El Niño von 1982/83, der weder vorhergesagt und nicht einmal bis kurz vor seinem Höhepunkt entdeckt war, wurde zwischen 1985-1994 ein internationales Forschungsprogramm durchgeführt. Es hatte das Ziel, El Niño besser zu verstehen, rascher zu erkennen und ENSO-bezogene Variabilität vorherzusagen. Zuvor waren ozeanographische Daten nach ihrer Erhebung erst nach Monaten, in manchen Fällen erstnach Jahren für eine Auswertung verfügbar (McPhaden 2003).

Neue Netze aus verankerten und frei treibenden Bojen, Insel- und Küsten-basierte Gezeitenpegel und Schiff-gestützte Messungen wurden eingerichtet. Satelliten lieferten fortan globale Beobachtungen von Ozean und Atmosphäre. Computermodelle wurden entwickelt um El Niño- und La Niña-Ereignisse vorherzusagen, im Idealfall mit einer Vorlaufzeit von bis zu einem Jahr. Eines der wichtigsten Merkmale dieses Systems war, dass die meisten Daten via Satellitenübertragung innerhalb von Stunden nach der Datenerhebung an die Bodenstationen übertragen wurden.

Über das Erkennen des El Niño-Ereignisses 1997/98 durch Klimatologen im Vorhinein gibt es unterschiedliche Aussagen (Glantz 2000, McPhaden 1998). Es war wohl nur eine einzige Vorhersagegruppe, die mit ihrem Klimamodell richtig lag. Den Wissenschaftlern stand inzwischen das „ENSO Observing System" zur Verfügung, ein System bestehend aus Satellitenmessungen und in situ-Messungen, vor allem den Daten der Bojenfelder des Tropical Atmosphere Ocean (TAO) Projekts. Allgemein wurden die Wissenschaftler aber von der Stärke und der raschen Entwicklung des Ereignisses überrascht.

Als dann der El Niño unterwegs war, wurden die Vorhersagen der sich in der folgenden Zeit einstellenden Meeresoberflächentemperaturen (SST) im tropischen Pazifik in vielen Fällen dadurch verbessert, dass man die Modellläufe mit den nun beobachteten, stark anomalen Daten der atmosphärischen und ozeanischen Bedingungen initialisieren konnte. Diese SST-Vorhersagen waren höchst wertvoll zur Erstellung von weitreichenden Wettervorhersagen für verschiedene Teile der Erde während der weiteren Entwicklung des El Niño-Ereignisses.

Die neuen Daten lieferten nicht nur die bis dahin umfassendste Beschreibung eines herausragenden El Niño-Ereignisses, sondern führten auch zu verbesserten saisonalen Wettervorhersagen weltweit.

Die meteorologisch-ozeanographische Entwicklung

Im Januar 1997 entdeckten Satelliten, die Informationen über Wassertemperaturen und Meeresspiegelhöhen sammeln, ein Gebiet mit ungewöhnlich warmem Wasser in der westlichen Hälfte des tropischen Pazifiks. Vor Ort-Untersuchungen ergaben, dass in etwa 150 m unter der Oberfläche die Temperaturen ca. 3 °C über den üblichen Werten lagen, was auf den Beginn eines ENSO-Ereignisses hindeutete. Gleichzeitig waren die Temperaturen vor Peru und im äquatorialen Ostpazifik noch anomal kühl (s. Abb. 3).

Januar 1997

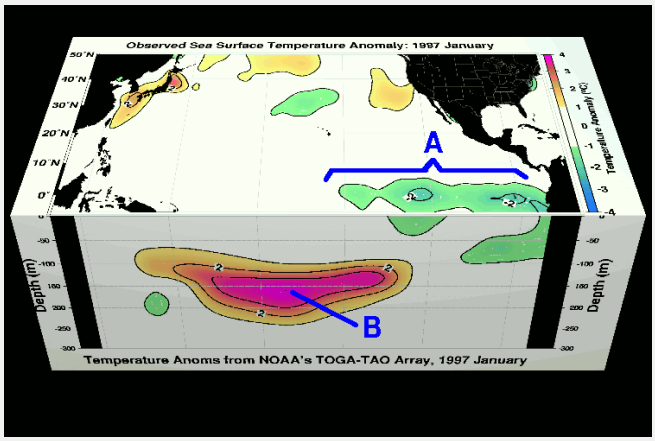

Abb. 3 You are looking at a "three-dimensional" picture of temperature anomalies in the ocean. A temperature anomaly shows how the temperature is different from normal at that time of year; yellows and reds mean warmer than usual, greens and blues mean colder than usual. The top half of the picture shows what's happening on the *surface* of the ocean.

The bottom half shows what's happening *beneath* the ocean, to a depth of about 300 meters. This is really only the topmost little bit of the ocean; the ocean is generally is 3,000 meters or more deep in the middle of the ocean, but for an El Niño, most of the action happens in the top few hundred meters.

In January of 1997, the ocean was *colder* than usual off the coast of Peru (indicated by the blue/green colors marked "A" on the picture). But an El Niño is when the ocean is *warmer* than usual off the coast of Peru. So, you can see that the year started out with surface temperatures exactly opposite what you get with an El Niño.

Here is the interesting part. Look at the water marked "B" on the picture. That's water about 3 °C warmer than usual, at about 150 meters depth, spread across the western half of the Pacific. Quelle: (Pierce 1998)

Eine Abschwächung und sogar eine Umkehrung der Passate im äquatorialen West- und Zentralpazifik führte zu der raschen Bildung von ungewöhnlich warmen Meeresoberflächentemperaturen (SST) östlich der Datumsgrenze im Frühjahr 1997 (s. Abb. 4 und 5). Zusammen mit dem Zusammenbruch der Passate wanderte der westpazifische Warmwasserkörper (*Western Pacific Warm Pool*) ostwärts, und die äquatoriale Kaltwasserzunge - der Streifen kühlen Wassers, in dem äquatoriales Upwelling stattfindet, und der normalerweise zwischen der südamerikanischen Küste und der Datumsgrenze anzutreffen ist - entwickelte sich während des Nordsommers und -herbstes 1997 nicht (s. Abb. 4).

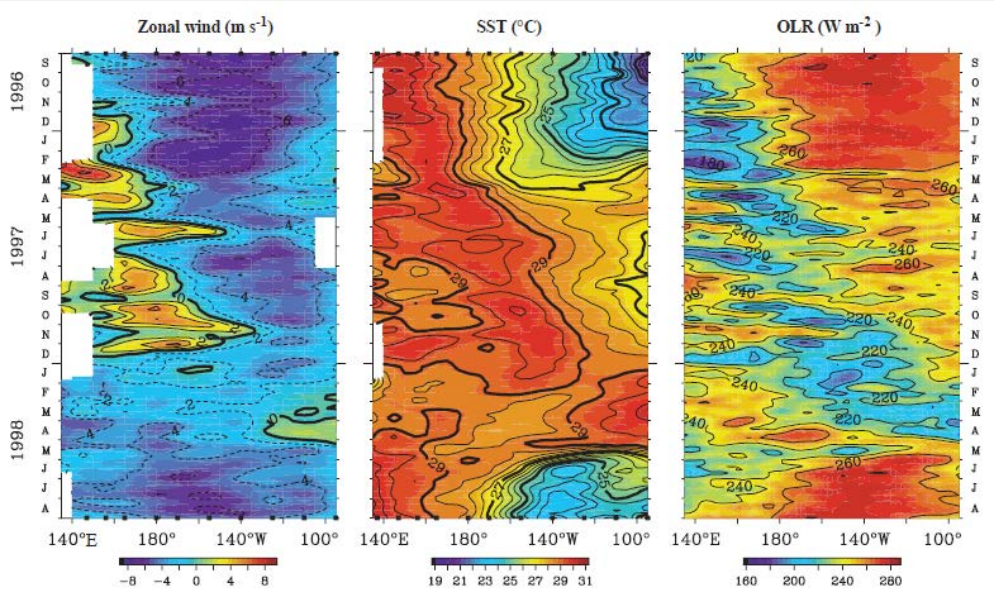

Abb. 4 Time versus longitude sections of surface zonal wind (left), SST (middle), and outgoing longwave radiation (OLR) (right) from September 1996 to August 1998. Analyses are based on 5-day averages for between 2°N and 2°S for the TAO data, and between 2.5°N and 2.5°S for OLR. Black squares on the abscissas of the wind and SST plots indicate longitudes of data availability at the start (top) and end (bottom) of the time-series record. Positive winds are westerly, negative winds are easterly. OLR values below about 235 W/m² indicate an increased likelihood of deep cumulus cloudiness and heavy convective precipitation. OLR data are from the National Centers for Environmental Prediction. Quelle: McPhaden 1998

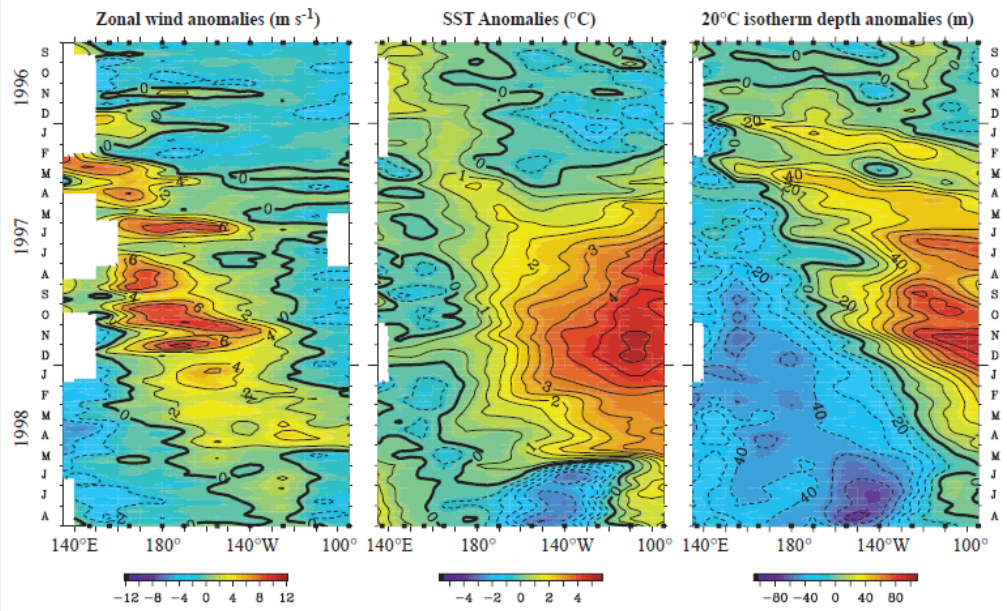

Abb. 5 Time versus longitude sections of anomalies in surface zonal wind (left), SST (middle), and 20 °C isotherm depth (right) from September 1996 to August 1998. Analysis is based on 5-day averages between 2°N and 2°S of moored time-series data from the TAO array. Anomalies are relative to monthly climatologies that were cubic spline-fitted to 5-day intervals. The monthly SST climatology is based on data from 1950-79. The monthly wind climatology is based on data from 1946-89. The monthly 20 °C isotherm depth climatology is based on subsurface temperature data primarily from 1970-91. Positive winds are westerly, and positive 20 °C isotherm depths indicate a deeper thermocline. Black squares on the abscissas indicate longitudes where data were available at the start (top) and end (bottom) of the time series. Quelle: McPhaden 1998

Die Entwicklung der El Niño-Bedingungen wurde maßgeblich durch das Auftreten von westlichen Winden entlang des Äquators bestimmt. Diese Westwinde waren ein Ausdruck der Madden-Julian Oszillation (MJO), einer atmosphärischen Störung mit Wolken und Niederschlag, die sich aus dem Indik

kommend in den Tropen ostwärts bewegt und alle 30 bis 60 Tage erneut auftritt. Hohe atmosphärische Konvektion und westliche Winde in Verbindung mit der MJO werden gewöhnlich nur über relativ warmem Oberflächenwasser beobachtet. In Übereinstimmung mit diesen Beziehungen ergaben die Beobachtungen 1997, dass die stärksten oberflächennahen Westwinde sowie hochreichende Konvektionsvorgänge nur über Wassermassen auftraten, die wärmer waren als ca. 29 °C (Abb. 4 und 5).

Im Frühjahr 1997 hatte das Scripps Institution of Oceanography vorausgesagt, dass ein El Niño wahrscheinlich in der zweiten Hälfte des Jahres 1997 stattfinden werde. Den ganzen Februar hindurch begannen die Wassertemperaturen unter der Wasseroberfläche in großen Teilen des tropischen Pazifiks anzusteigen. Dieser Vorgang erreichte fast auch Peru, aber die Oberflächentemperaturen waren noch nahe normal.

Angetrieben von den Westwinden hatten Ozeanströmungen warmes Wasser entlang des Äquators nach Osten transportiert. Infolgedessen expandierte der Warmwasserkörper und vergrößerte die Warmwasserfläche, über der mehrere MJO-Zyklen auf den Ozean einwirken konnten. Die Fläche mit den überdurchschnittlich hohen Wassertemperaturen hatte einen Durchmesser von etwa 11.000 km und erstreckte sich beinahe von Neuguinea bis nach Südamerika.

Die zunehmend starken Westwinde erzeugten äquatoriale Kelvin-Wellen und damit einhergehendem Downwelling. Diese Wellen bewegten sich ostwärts quer durch das ganze Pazifikbecken in ca. 2 Monaten und senkten dabei im Spätjahr 1997 die Thermokline im Ostpazifik um mehr als 90 m ab (s. Abb. 5). Eine abgesenkte Thermokline begünstigt die Entwicklung von warmem Oberflächenwasser, da das kalte Wasser, das normalerweise das Upwelling in der Kaltwasserzunge nährt, nunmehr in größere Tiefen hinuntergedrückt wird.

Andererseits war im Westpazifik die Thermokline im Laufe des Jahres 1997 um 20 bis 40 m angestiegen, da Rossby-Wellen sich durch das initiale Abschwächen der Passate nach W in Richtung Indonesien und Neuguinea ausbreiteten. Die SST kühlten dann im W ab, vermutlich bedingt durch Verdunstung aus dem Ozean und durch verstärkte, von der MJO angeregte Durchmischungsvorgänge der Wasserschichten unter der Oberfläche. Als Ergebnis dieser Prozesse ergab sich eine Verflachung der Thermokline und das Verschwinden der normalen Ost-West-Gradienten der SST entlang des Äquators. Der geschwächte großräumige SST-Gradient bewirkte seinerseits eine großräumige Abschwächung der Passate, innerhalb derer die Westwind-Ereignisse eingebettet waren.

Im April war der El Niño voll entwickelt, die Wasseranomalien überstiegen 5 °C in einer Wassersäule bis in 150 m Tiefe. Vor der Küste Perus betrugen die Wassertemperaturen an der Oberfläche 3 °C über dem Normalwert.

Mai 1997

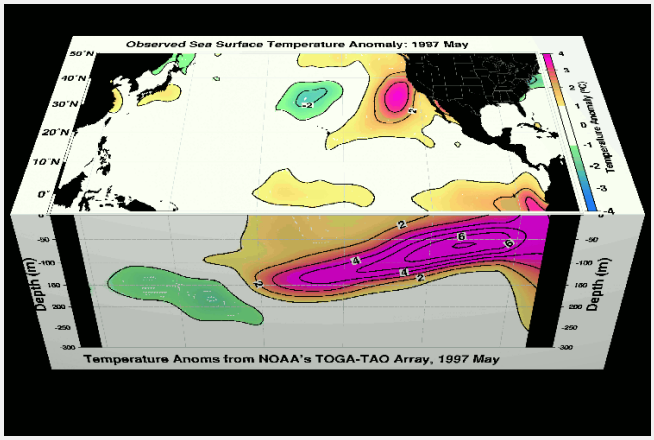

Abb. 6 By May, it's starting to look like it's going to be a big El Niño. The warm patch in the center of the Pacific, the one you could see forming in April, has started expanding to the east. At the same time, the surface waters off Peru are starting to get unusually warm. The warm anomaly below the surface is quite strong, over 6 degrees Celsius.

Im Mai zeigten sich außerordentlich warme Wassermassen, besonders vor der Küste Südamerikas, wo die Anomalien 7 °C über normal erreichten. Weiter im Norden stiegen die Meeresoberflächen-temperaturen (SST) entlang der Pazifikküste von Nordamerika, wo ein großer Warmwasserkörper 3 °C über normal erreichte. Im September 1997 wurde El Niño sehr mächtig, wobei die SST zwischen Südamerika und der Datumsgrenze zwischen 2-4 °C über normal lag. Zusätzlich dehnte sich das warme Wasser entlang der Pazifikküste von Nordamerika weiter aus und erstreckte sich nun von Alaska bis nach Südmexiko. Ein dazu im Kontrast stehendes Gebiet mit anomal kühlen Wassermassen bildete sich ebenfalls im September vor der Küste Australiens. Ihre Temperaturen in 150 m Tiefe lagen bei 4 °C unter normal. Entlang der Pazifikküste von Nord- und Südamerika war das Volumen der Wassermassen mit Temperaturen zwischen 21 °C und 30 °C etwa 30 Mal größer als das der gesamten Wassermassen der Großen Seen in den USA. Die von dieser Anomalie geschaffene zusätzliche Energie war 93 Mal höher als die Energie, die durch fossile Energieträger in den USA im Jahr 1995 bereitgestellt wurde.

Im Januar 1998 nahm die Temperatur der Wassermassen vor Peru weiter zu und erreichte Werte, die bis 11 °C über dem Durchschnitt lagen. Die SST im Ostpazifik überschritt 29 °C als die jahreszeitlich übliche Erwärmung noch überlagert wurde durch die Wärmeanomalien (s. Abb. 5). Die ostwärts vorgerückten Wärmeanomalien wurden begleitet von Westwindanomalien, allerdings mit geringerer Stärke als zu Beginn des El Niño-Ereignisses.

Januar 1998

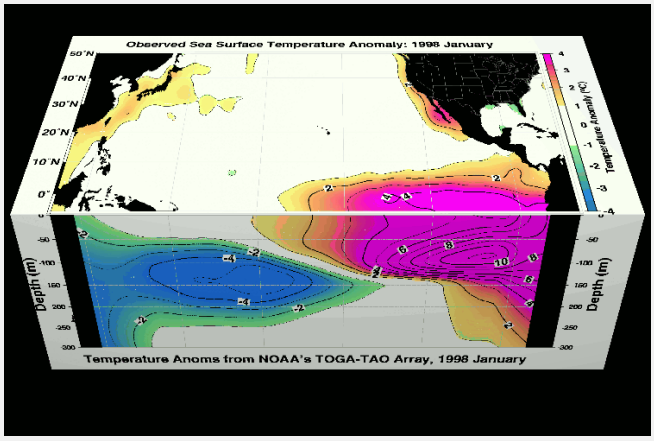

Abb. 7 In January of 1998, the El Niño is fully underway. Look, though, at how the unusually cold water at depth in the western Pacific has expanded towards the East. Our forecast model predicts that this anomaly will spread across to the coast of South America by the latter part of 1998, initiating the cold-water event known as "La Niña".

Die Anhebung der Thermokline, die anfänglich auf das Gebiet westlich der Datumsgrenze beschränkt war, vollzog sich langsam auch im Zentral- und im Ostpazifik. Die SST östlich der Datumsgrenze blieben vorläufig aber noch anomal hoch, da die lokalen Winde dort zu Anfang des Jahres 1998 schwach waren.

Im Westpazifik wurde das Gebiet mit anomal kühlen Temperaturen gleichzeitig immer größer, was ein deutlicher Vorbote für die Entwicklung einer La Niña im späteren Teil des Jahres 1998 war. Nur zwei Monate später ging die Fläche mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen deutlich zurück, El Niño schwächte sich ab.

Als die Passate Mitte Mai 1998 im Ostpazifik recht abrupt zu fast normaler Stärke zurückfanden, konnte das kalte Tiefenwasser wirksam an die Oberfläche gelangen. Die SST im Bereich der äquatorialen Warmwasserzunge fielen wegen der jetzt oberflächennahen Thermokline stark ab. An einer Stelle (0°, 125°W), fiel die SST um 8 °C in 30 Tagen, was das Zehnfache der normalen Abkühlungsrate zu dieser Jahreszeit bedeutete. Genau so rasch und unerwartet, wie es ein Jahr zuvor begonnen hatte (Glantz 2000) endete das El Niño-Ereignis von 1997/98 schließlich im Mai/Juni 1998 als unterdurchschnittlich

hohe Wassertemperaturen sich über weite Teile des Pazifiks ausbreiteten. La Niña nahm ein paar Monate später seinen Platz ein. (Pierce 1998, McPhaden 1999)

Mai 1998

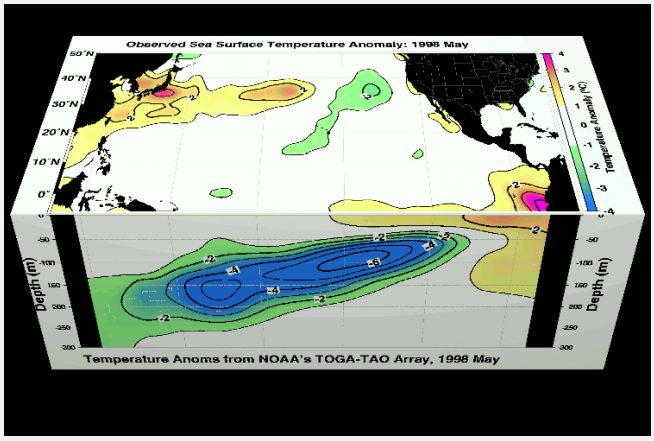

Abb. 8 By May of 1998, the region of unusually warm water associated with El Niño has all but disappeared. The El Niño of 1997/1998 is essentially over. It's interesting to see how the region of unusually cold water, which you can see below the surface, has continued to expand to the east (towards South America).

Die Delayed Oscillator-Theorie und der El Niño 1997/98

Nach der Theorie des verzögerten Oszillators, die eine der gängigen Erklärungsmuster für den ENSO-Zyklus ist, wird die Entwicklung des Klimasystems im tropischen Pazifik auf jahresübergreifenden Zeitskalen vom Wechselspiel zwischen großskaligen Prozessen mit äquatorialen Ozeanwellen und Ozean-Atmosphäre-Rückkopplungen bestimmt.

Die englische Bezeichnung drückt aus, dass es sich um einen Prozess handelt, bei dem zeitlich verzögerte Signale eine Rolle spielen. Der Wassertransport wird als ein Mechanismus gesehen, der durch zwei unterschiedliche ozeanische Wellen bestimmt wird, die schnelle, entlang des Äquators von West nach Ost wandernde Kelvinwelle und die langsame, nördlich und südlich des Äquators von Ost nach West wandernde Rossbywelle. Durch beide Wellen wird warmes und kaltes Wasser zonal transportiert. Die Kelvinwellen bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 2-3 m/sec ostwärts und brauchen für die Überquerung des pazifischen Beckens etwa zwei Monate, die Rossbywellen mit 0,6-0,8 m/sec westwärts und benötigen 1-2 Jahre vom Ost- zum Westrand des Pazifiks.

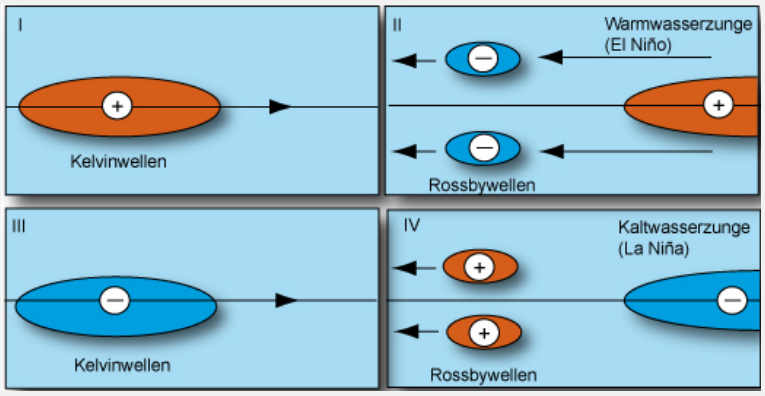

Abb. 9 Schematische Darstellung des "delayed oscillator". Dargestellt sind verschiedene Phasen des ENSO-Zyklus.
Quelle: Hamburger Bildungsserver

Die Theorie geht davon aus, dass der Aufbau eines Wärmevorrats im Westpazifik, welcher durch Passatwind-getriebene und mit Downwelling verbundene äquatoriale Rossbywellen herbeigeführt wird, ein Vorläufer von El Niño ist.

Die Reflexion der Rossbywellen am westlichen Beckenrand kann El Niño-Ereignisse auslösen, indem sie äquatoriale Kelvinwellen mit Downwelling erzeugt, die sich nach Osten fortpflanzen und dann in der äquatorialen Kaltwasserzunge für Erwärmung sorgen. Jedoch ergaben sich beträchtliche Diskussionen ob die Physik des Delayed Oscillators, so wie sie ursprünglich begriffen war, die Entstehung von El Niños schlüssig erklären kann. Der El Niño von 1997/98 bot nun die Gelegenheit diese Theorie im Lichte eines sehr starken Klimasignals zu untersuchen, das durch neue Daten außerordentlich gut beschrieben ist.

Seit wenigstens einem Jahr vor dem Beginn des El Niño vollzog sich der Aufbau eines Wärmevorrats im äquatorialen Westpazifik, was auf anomal starke Passatwinde zurückzuführen ist, verbunden mit einer schwachen La Niña. Dieser Aufbau eines beträchtlichen Wärmegehaltes war auch verbunden mit ungewöhnlich warmen SST westlich der Datumsgrenze.

Obwohl diese Bedingungen wohl den Boden für die Entwicklung eines El Niño bereitet haben mögen, begann das 1997/98-Ereignis erst, als sich im Spätjahr 1996 die MJO über dem Westpazifik intensivierte. Die MJO durchläuft einen normalen jahreszeitlichen Zyklus mit größeren Amplituden im Nordwinter und -frühling.

Mit ihrem Beginn im Spätjahr 1996 verstärkten sich die MJO-bedingten Variationen oberflächennaher Winde über dem ungewöhnlich warmen Westpazifik immer mehr. Die am deutlichsten ausgeprägten ozeanischen Kelvinwellen am Beginn des El Niño von 1997/98 waren jene, die von den episodischen, mit der MJO verbundenen Westwinden angeregt waren. Hingegen waren Kelvinwellen, die am Westrand des Pazifikbeckens durch die Reflexion von Rossbywellen erzeugt wurden, nicht leicht erkennbar.

Die Theorie des Delayed Oscillators beinhaltet auch, dass die Reflexionen am westlichen Beckenrand bedeutsam sind für die Beendigung von El Niño. Rossbywellen, die bei Beginn des El Niño durch den Zusammenbruch der Passatwinde erzeugt werden, erfahren am westlichen Beckenrand eine Reflexion und breiten sich dann als Kelvinwellen nach Osten aus, wobei sie die Thermokline im Ostpazifik anheben. Eine angehobene Thermokline schafft die Voraussetzungen für eine Abkühlung durch das von lokalen Passatwinden betriebene Upwelling von kühlerem Tiefenwasser. Die aus der Reflexion von Rossbywellen am westlichen Beckenrand hervorgegangenen und mit Upwelling verbundenen Kelvinwellen traten erst nach dem eigentlichen Beginn des El Niño auf.

Das spätere Auftreten von anomalen Ostwinden über dem Westpazifik im Spätjahr 1997 und im Frühjahr 1998 erzeugten ebenfalls Kelvinwellen mit Upwelling. Die Entwicklung dieser Ostwindanomalien in der intensivsten Phase des El Niño von 1997/98, eine mit historischen Daten übereinstimmende Erscheinung, wurde interpretiert als Reaktion der atmosphärischen Druckmuster über anomal kühlem Wasser im Westpazifik bei der Entwicklung des El Niño. So schufen direkter Windschub und Reflexionen am westlichen Beckenrand im Ozean die Voraussetzungen für einen Niedergang des El Niño in den Monaten Mai - Juni 1998.

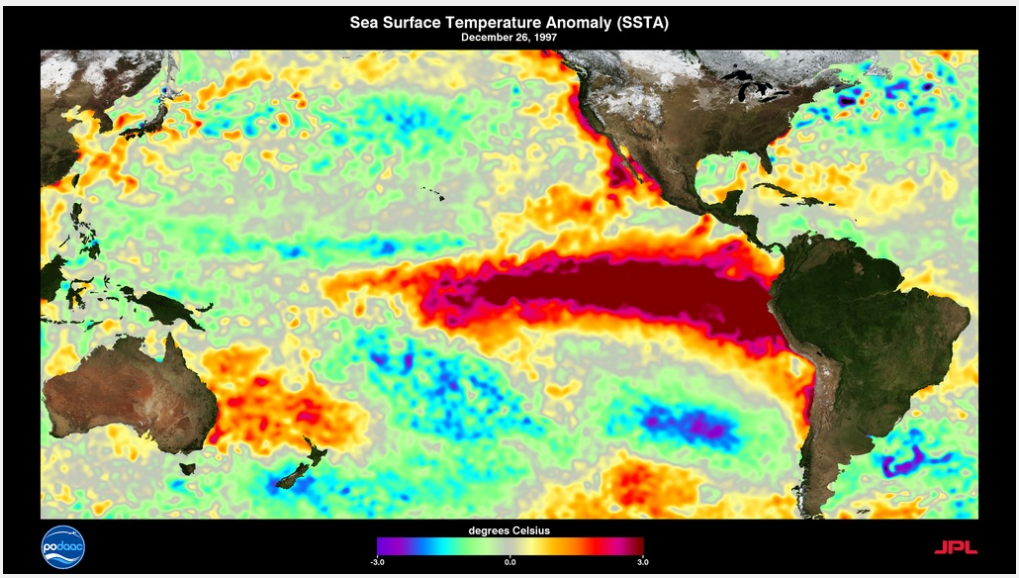

Abb. 10 ENSO is a quasi-periodic fluctuation of ocean temperatures in the equatorial Pacific. The temperatures generally fluctuate between two states: warmer than normal central and eastern equatorial Pacific (El Niño) and cooler than normal central and eastern equatorial Pacific (La Niña).

The 1997-98 event was the first major El Niño that was observed extensively by satellites, including those that measured SST and sea surface height (SSH). These measurements are helpful to examine the evolution of an El Niño event. The animation illustrates the evolution of sea surface temperature anomaly (SSTA) associated with the1998-1998 El Niño in the Pacific Ocean.

More information on this topic available at: PODAAC

To download the animation go to: NASA

Der Delayed Oscillator ist ein stark vereinfachtes Modell, das mit einigen der beobachteten Eigenschaften von ENSO übereinstimmt, aber z.B. nicht die eher unregelmäßige Abfolge von Warm- und Kaltphasen zu erklären vermag. Klimamodelle, die auf diesem Mechanismus beruhen, zeigen eine sehr regelmäßige Abfolge von El-Niño- und La-Niña-Ereignissen, die nicht vollständig mit der Wirklichkeit übereinstimmt.

Auswirkungen des El Niño 1997/98

Allgemeine Auswirkungen

Der El Niño von 1997–1998 beeinträchtigte das Leben von mehreren zehn Millionen Menschen rund um den Globus. Bedeutsame Störungen erfuhren die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Transportwesen, Kommunikation, Energieerzeugung, öffentliche Gesundheit und weitere klimasensitive Bereiche menschlicher Aktivitäten. Witterungsbezogene Katastrophen und Krankheitsausbrüche während dieses El Niño kosteten weltweit über 22.000 Menschenleben und verursachten wirtschaftliche Schäden im Wert von 36 Milliarden US$ (McPhaden 2003), wobei die in der Literatur zu findenden Schadenssummen stark variieren (Glantz 2000).

Mit Überschwemmungswasser kontaminierte Wasserversorgungen in manchen Gebieten führten zum Ausbruch von Cholera und Ruhr. Tümpel mit stehenden Resten von Überschwemmungswasser boten ideale Bedingungen für Moskitos und andere Insekten, die ansteckende Krankheiten übertragen, wie Malaria und Dengue-Fieber. In Teilen Südostasiens, Südamerikas und Afrikas entstanden medizinische Notstandssituationen als diese Krankheiten Tausende Menschen heimsuchten.

Schwere Niederschläge und Überschwemmungen beschädigten oder zerstörten Straßen, Brücken, Gebäude, sowie Telefon- und Stromkabel in vielen Teilen der Erde. Viele Menschen verloren ihre Häuser und ihren persönlichen Besitz wegen der Stürme, Überschwemmungen, Schlammlawinen und Hangrutschen. Die Bereitstellung von Elektrizität aus Wasserkraft ging in Gebieten geringerem Regen und niedriger Wasserführung zurück. Viele Firmen hatten Einkommensverluste als Ergebnis von

wetterbedingten Schließungen, Rohstoffknappheit oder durch geänderte Marktnachfrage von Konsumgütern.

Auch der Tourismus wurde von Extremwetter beeinträchtigt, z.B. in Südkalifornien und Florida.

Die Fangmengen der peruanischen Anchoveta gingen deutlich zurück wie schon in früheren El Niño-Jahren. Als Vorbeugungsmaßnahme vor einer Übernutzung der verbleibenden Bestände wurde der Fischfang von der Regierung vorübergehend verboten. Vor der Westküste von Baja California führte der starke Rückgang der Fangmengen bei drei der wichtigsten Fischarten (Thun, Kalmar, Sardine) zu wirtschaftlicher Not.

Nicht alle El Niños haben weltweit gesehen die gleichen Auswirkungen, aber ein Platz, der immer negativ betroffen ist, ist **Peru**. Die Erwärmung des östlichen Pazifik während eines El Niño-Ereignisses führt immer zu überdurchschnittlich hohen Niederschlägen in Peru, manchmal, wie z.B. 1997/98, mit Katastrophencharakter.

Abb. 11 Three men help a woman trying to cross the overflowing Nepena River Chimbote, Peru, in February 1998.The devastating 1997-98 El Nino killed hundreds of people around the world.
Quelle: USA Today

So erhielt Tumbes in NW-Peru zwischen Dezember 1997 und Mai 1998 2.100 mm Niederschlag, davon alleine 730 mm im Januar. Tumbes liegt in einer semi-ariden Klimaregion und hat im Jahresdurchschnitt 258 mm Niederschlag. Überschwemmungen und Schlammlawinen kosteten über 200 Menschen in Peru das Leben und über 250 in Ecuador. Nach Angaben der peruanischen Regierung verursachten die Schäden an der Infrastruktur des Landes Kosten in Höhe von ca. 2 Mrd. US $.

Ungewöhnlich niedrige Wasserstände in den Seen, die den **Panamakanal** speisen, zwangen die Behörden den Verkehr durch die Wasserstraße zum ersten Mal seit 15 Jahren zu beschränken.

Honduras rief den Energienotstand aus, nachdem die schwindenden Stauseen die Wasserkraftwerke nicht mehr versorgen konnten.

In den **USA** zeigten sich die bedeutsamsten Auswirkungen dieses El Niño als Rekordniederschläge in Kalifornien. Die Nordhälfte der Nation erfuhr in der kalten Jahreszeit deutlich wärmere Temperaturen sowie geringere Regen- und Schneefälle als üblich. Man schreibt 189 Todesfälle den Fernwirkungen des El Niño zu, die meisten verursacht von Tornados. Die hauptsächlichen ökonomischen Verluste betrafen Eigentums- und Ernteschäden durch Stürme, Einkommenseinbußen im Tourismusgewerbe und in den

Wirtschaftszweigen, die sich mit der Herstellung und dem Verkauf von Schneeräumgeräten befassen. Dazu kamen noch Kosten für staatliche Nothilfemaßnahmen.

Abb. 12 Homes in Pacifica, California, slide into the ocean during the 1997-98 El Nino event which caused extreme weather worldwide. Quelle: Independent

Auf der Nutzenseite stehen statistisch gesehen 850 Menschen, die wegen der weniger strengen Winterwitterung nicht ums Leben kamen. Bereiche von bedeutsamem ökonomischem Nutzen (vor allem im Norden der USA) waren geringere Ausgaben und damit Kosten für Erdgas- und Erdöl zu Heizzwecken, saisonale Rekordergebnisse im Einzelhandel und bei Immobilien, ausgebliebene Überschwemmungsschäden, Rekordzahlen beim Häuserbau und Kostenersparnisse beim Straßen- und Lufttransport. Darüber hinaus erlitt die Nation keine Verluste durch größere Hurrikane über dem Atlantik. Der ökonomische Nettoeffekt war überraschend positiv, und weniger staatliche Nothilfe war erforderlich als in vorangegangenen Wintern ohne El Niño-Einflüsse. (Siehe auch „Die guten Seiten des El Niño von 1997/98“)

Die geschätzten direkten Verluste wurden landesweit mit ca. 4 Mrd. $ beziffert und die Nutzeffekte auf ca. 19 Mrd. $. Ein beträchtlicher Anteil an den Nutzeffekten ist auf die Langfristvorhersagen zurückzuführen, die im Sommer vom Climate Prediction Center herausgegeben wurden. So traf z.B. Kalifornien eine Reihe von Vorsorgemaßnahmen und konnte so die Schäden und damit die Kosten geringer halten. Verschiedene Energieversorgungsunternehmen im Norden der USA änderten auf der Grundlage der Vorhersagen ihre Einkaufsstrategie für Erdgas, was für ihre Kunden zu beträchtlichen Ersparnissen führte.

Währenddessen hatte **Indonesien** auf der anderen Seite des Pazifiks mit einer der schwersten Dürreperioden seiner Geschichte zu kämpfen, und 1998 war in weiten Teilen von Ost- und Südostasien eines der wärmsten Jahre. **Malaysia** verzeichnete in Chuping am 9. April seinen Hitzerekord mit 40,1 °C und in der **Mongolei** erreichte die Höchsttemperatur im Sommer 1998 42,2 °C.

Im afrikanischen Kenia erfuhr **Kenia** eines seiner trockensten Jahre, wohingegen **Mosambik** eines seiner trockensten Jahre erlebte.

Überschwemmungen in **Europa** töteten 55 Menschen in Polen und 60 in der Tschechischen Republik.

Australien war insgesamt wenig betroffen, aber im südlichen und östlichen Victoria kam es zu ausgeprägter Trockenheit.

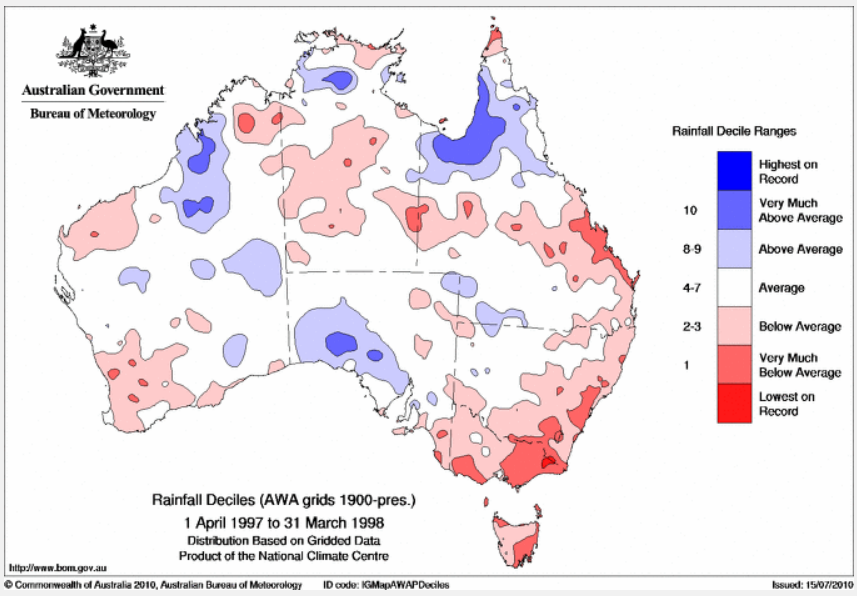

Abb. 13 Regenanomalien in Australien im Zeitraum 1.4.1997 bis 31.3.1998. Quelle: BOM

El Niño-Auswirkungen auf den globalen Niederschlag im Winter 1997/98

Das El Niño-Ereignis 1997/98 wirkte sich in vielen Regionen der Erde durch ungewöhnlich starke bzw. lange andauernde Klimaanomalien aus, deren typische Muster sich auch in den Analyseprodukten des im Deutschen Wetterdienst eingerichteten Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN) widerspiegeln.

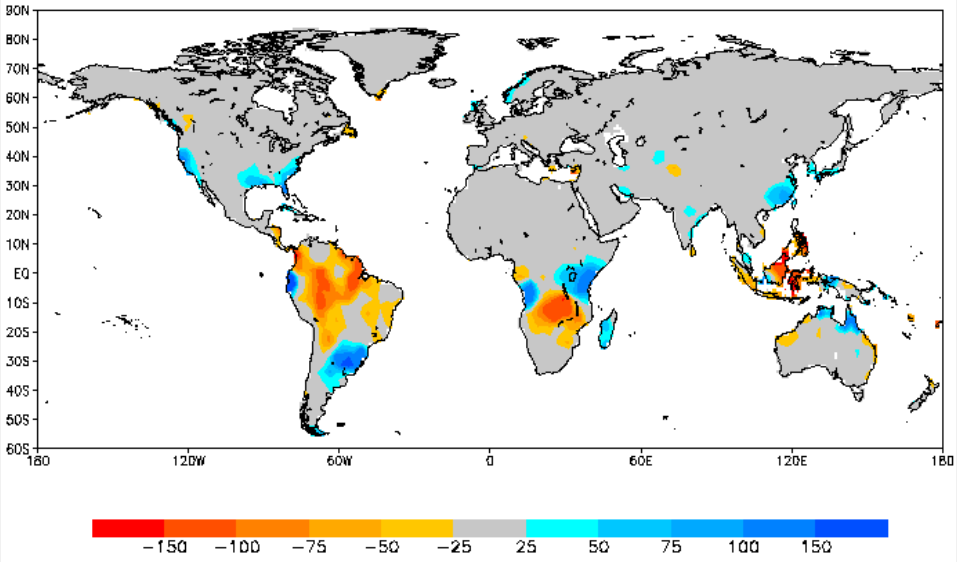

Abb. 14 Analysierte Niederschlagsanomalien von den Bezugswerten 1961-1990 in mm im Winter 1997/98 (Quelle: DWD/WZN)

Vergleicht man die analysierten globalen Niederschlagsabweichungen von den Bezugswerten 1961-1990 im Winter 1997/1998 (s. Abb. 14) mit Niederschlagsanomalien (s. Abb. 15), die typischerweise im Winter während warmer ENSO-Ereignisse zu erwarten sind, so ist auffällig, dass alle in Abb. 15 hervorgehobenen Gebiete mit Niederschlagsanomalien in der WZN-Analyse in Abb. 14 wiedergefunden werden können.

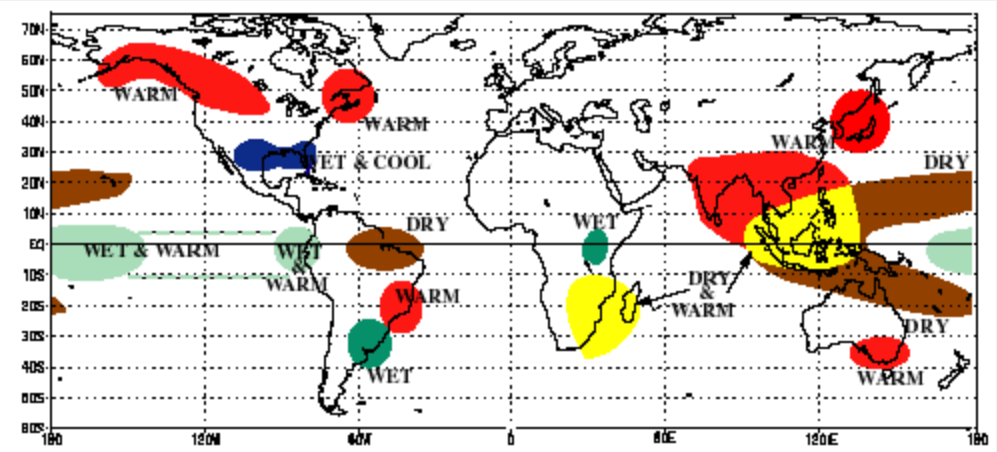

Abb. 15 Erwartete Niederschlagsanomalien im Winter (DJF) während El Niño-Ereignissen (Quelle: NCEP/CPC, USA)

Das deutet darauf hin, dass im Winter 1997/1998 viele globale Niederschlagsabweichungen vom "Normalzustand" eng mit dem El Niño-Ereignis von 1997/1998 zusammenhingen. Hierzu zählen speziell die anomal niedrigen Niederschläge in Indonesien und Nordost-Brasilien und die anomal hohen Niederschläge in Nordost-Argentinien und im äquatorialen Ostafrika. (Fuchs 1998)

Auswirkungen auf die Aktivität tropischer Wirbelstürme

Das El Niño-Ereignis von 1997/98 hatte weltweit verschiedene Auswirkungen auf die Aktivität tropischer Wirbelstürme. Im Pazifikbecken traten überdurchschnittlich viele tropische Wirbelstürme auf, wobei es im südpazifischen Becken zwischen 160° O und 120° W zu 16 tropischen Wirbelstürmen kam, verglichen mit 8 Wirbelstürmen in einer normalen Wirbelsturmsaison. Das Gebiet, in dem sich die meisten Wirbelstürme entwickelten, war nach Osten verlagert, sodass Teile der Cook-Inseln und von Französisch-Polynesien betroffen waren.

Im September 1997 bildete sich vor der Küste Mexikos der Hurrikan Linda, der sich zum bis dahin stärksten tropischen Wirbelsturm im Ostpazifik entwickelte. Er hatte anhaltende Winde mit Geschwindigkeiten bis zu 185 mph und einen Kerndruck, der am 12. September bis auf 900 hPa sank. Einen Monat später traf der ostpazifische Hurrikan Pauline auf Mexiko, tötete 250-400 Menschen und ergoss 686 mm Regen auf die Stadt San Luis Actatlan. Dies war das zweitstärkste Niederschlagsereignis, das Mexiko im Gefolge eines pazifischen Hurrikans traf.

Das westpazifische Teilbecken erfuhr eine Rekordzahl von 11 Super-Taifunen, von denen 10 die Kategorie 5 erreichten. Drei von ihnen waren die intensivsten bis dahin gemessenen Wirbelstürme, zwei davon traten gleichzeitig auf: Joan mit 872 hPa Kerndruck am 19. Oktober, Ivan mit 872 hPa am 18.Oktober und Keith mit 878 hPa am 2. November.

Der Accumulated Cyclone Energy (ACE) Index erreichte in diesem Becken den Wert von 594,1 ACE Einheiten. (Chappel 2000; RSMC Nadi 2007; NIWA)

Der El Niño 1997/1998 und Landwirtschaft

Zwischen April 1997 und April 1998 wurden aus über 40 Ländern Überschwemmungen gemeldet, Dürren oder Trockenphasen aus 22 Ländern, und zwei Staaten litten unter großflächigen Waldbränden (Indonesien und Brasilien). Von all diesen Witterungsanomalien und ihren Folgen nimmt man an, dass sie zu einem bestimmten Grad durch das El Niño-Ereignis verursacht oder verstärkt wurden.

Viele Gebiete erfuhren ausgedehnte Ernteausfälle und Nutztierverlust aufgrund dieser Dürren und Überschwemmungen. In Indonesien verdorrten ca. 400.000 ha Reisfelder.

Obwohl 1997 die Getreideproduktion in Entwicklungsländern insgesamt nur schwach gesunken war gegenüber dem guten Niveau des Vorjahres, stieg die Zahl der Länder, die sich in einem Notstand bei der Nahrungsmittelversorgung befinden, binnen Jahresfrist auf 37, vor allem wegen des El Niño (FAO).

Auf die **Tierhaltung** hatte die El Niño-bezogene Dürre besonders Auswirkungen in Indonesien und den Philippinen, wo es zu überdurchschnittlich vielen Schlachtungen kam und als Folge davon zu starken Preisrückgängen.

Auch die Geflügel- und Schweineproduktion war rückläufig, da dürrebedingt nicht ausreichend Futtergetreide verfügbar war.

In Ostafrika (bes. in Kenia, Somalia und Äthiopien) kam es neben den direkten Nutztierverlusten durch heftige, nicht saisongemäße Regenfälle und Überschwemmungen zusätzlich zu krankheitsbedingten Verlusten. Die in Tümpeln zurückgebliebenen Wassermassen boten krankheitsübertragenden Insekten beste Brutbedingungen.

Die **FAO** (Food and Agriculture Organization of the United Nations) brachte sich aktiv ein bei der Vorsorge und der Nothilfe bezüglich der nachteiligen Wirkung von El Niño. In mehreren Ländern hat die Organisation bei Regierungen das Bewusstsein für witterungsbedingte Gefahren gestärkt. Zu den Maßnahmen, die von der FAO unterstützt wurden, gehören:

- Unterstützung bei Brunnenbohrungen und bei der Entwicklung von kleinskaligen Bewässerungsprogrammen im südlichen Afrika und in Mittelamerika
- Entwicklung von Dürre- und Hurrikan-widerständige Anbauverfahren, sowie angepasste landwirtschaftliche und fischereiwirtschaftliche Praktiken für Südasien, den Sahel, das südliche und östliche Afrika, sowie die Karibik
- Unterstützung für die Entwicklung einer Notfallvorsorgestrategie für die Mitgliedstaaten der Intergovernmental Authority on Development
- Bereitstellung von Informationen und direkter Hilfe für Mitgliedstaaten zu angemessener Forstpolitik und -planung, beim Waldmanagement und bei Landnutzungsentscheidungen, umweltverträglicher Holzeinschlag, Brandüberwachung usw.
- Unterstützung bei der Überschwemmungsprävention durch integrierte Programme bei Maßnahmen in Flusseinzugsgebieten in erodierten Gebirgsregionen und Unterstützung bei der Planung und beim Management von Nahrungsmittelreserven

Seit dem Beginn des El Niño-Ereignisses hat die FAO mit ihrem Global Information and Early Warning System (GIEWS) ihre Bemühungen zur Überwachung der Wetterentwicklung und der globalen Ernteaussichten intensiviert. Einige spezielle Berichte über die Auswirkungen des Phänomens auf die Ernten in Lateinamerika, Asien und Afrika wurden herausgegeben. (FAO)

Indonesien und der El Niño von 1997/98: Feuerprobleme und langfristige Lösungen

Der El Niño von 1997/98 gehört zu den stärksten jemals beobachteten, und der ihn begleitende geringe Niederschlag über Indonesien bereitete die Voraussetzungen für ausgedehnte Brände.

Während die Witterungsbedingungen, die Dürren und entflammbare Wälder verursachen, natürliche Ursachen haben, sind die Faktoren, die diese Ereignisse zu Katastrophen machen durch Menschen verursacht. Sie sind das Ergebnis von sozialen, ökonomischen und politischen Entscheidungen, die die Umwandlung von Wäldern in Ländereien für Baumfrüchte (Ölpalmen) und Reisfelder angeregt haben, bei gleichzeitiger Missachtung des Wertes der Wälder für die einheimische Bevölkerung, deren bevorzugte Landnutzungspraktiken zu deren Erhalt beitragen.

Gleichzeitig wurde bei diesem Ereignis offensichtlicher als in der Vergangenheit, dass viele Brände vorsätzlich gelegt wurden. Man muss sie verstehen im Kontext der Landansprüche von Seiten privater und staatlicher Firmen einerseits und lokaler Bevölkerung mit Gewohnheitsrechten bei der Landnutzung andererseits. Und sie sind das Resultat von bewusster Politik der fehlenden Vorbereitung und des ausbleibenden Handelns angesichts der Brände.

Der El Niño von 1997/98 ist der erste, bei dem die Ressourcen von Satellitendaten und des Internets genutzt wurden um deutlich zu zeigen, wo die Brände auftreten und weshalb.

Diese Brände verdeutlichen die Defizite sowohl bei Waldmanagementsystemen und -strategien, als auch bei den Verordnungen, die die Waldabholzung zugunsten von Agrarland regulieren sollen.

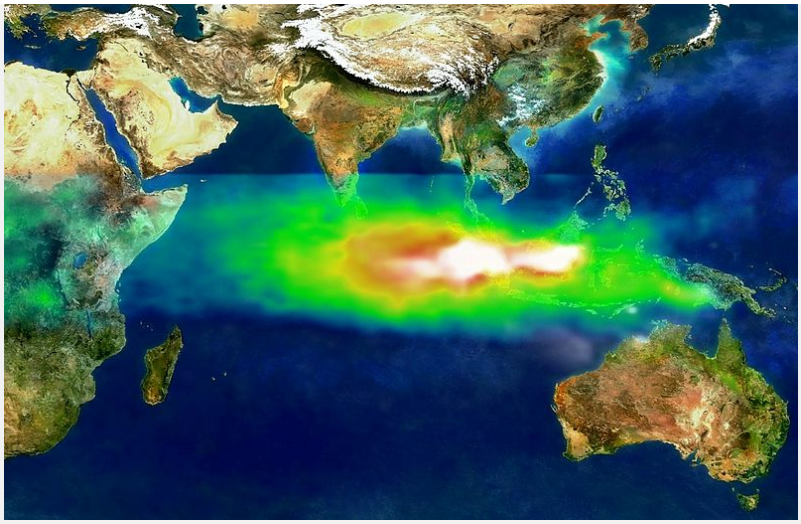

Abb. 16 Pollution over Indonesia and the Indian Ocean on October 22, 1997. White represents the aerosols (smoke) that remained in the vicinity of the fires. Green, yellow, and red pixels represent increasing amounts of tropospheric ozone (smog) being carried to the west by high-altitude winds.

Researchers have discovered that smoke and smog move in different ways through the atmosphere. A series of unusual events several years ago created a blanket of pollution over the Indian Ocean.

In the second half of 1997, smoke from Indonesian fires remained stagnant over Southeast Asia while smog, which is tropospheric, low-level ozone, spread more rapidly across the Indian Ocean toward India.

Researchers tracked the pollution using data from NASA's Earth Probe Total Ozone Mapping Spectrometer satellite instrument. "TOMS is the only satellite instrument that follows both smoke and smog, globally," said Anne Thompson, NASA Earth Scientist at Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD. "The extreme pollution generated during the Indonesian fires was the first time we saw smoke move more slowly and in different directions from where smog moved."

Quelle: NASA / Wikipedia

Das Ausmaß der Smog-Belastung (engl. *tropical haze*), die große Teile Indonesiens und benachbarter Länder bedeckte, legt die Vermutung nahe, dass die von Bränden betroffenen Flächen riesig gewesen sein müssen. Dennoch war es zum Höhepunkt der Krise erstaunlich schwierig, genau zu ermitteln, wie viele Flächen von Bränden betroffen waren oder auch nur wo genau die Brände waren und wie schnell sie sich ausbreiteten. Nach Regierungsangaben waren nur ca. 170.000 ha Wald verbrannt, wohingegen Umweltorganisationen von 10-fach höheren Zahlen ausgehen.

Es gab auch viel Verwirrung darüber, welche Vegetationsarten von den Bränden betroffen waren und auf wessen Land dies geschah.

Medienberichte unterschieden im Allgemeinen nicht zwischen unberührtem Regenwald, Torfwäldern, baumlosen Imperata-Grasländern, dem komplexen Flickenteppich aus Bauerngärten, Obstbäumen oder Brachland im Besitz von Kleinbauern und den stark degradierten Waldflächen, die offiziell ausgewiesen wurden zur Konversion in Ölpalmen-, Gummi- oder Holzplantagen. Die Entscheidung des WWF, die Aufmerksamkeit für die Brände zu benutzen, um Schutzkampagnen für die Oran-Utans durchzuführen, verstärkte die Einsicht, dass der Verlust des tropischen Primärwaldes das Hauptproblem darstellte.

Es wird allgemein angenommen, dass im Spätjahr 1997 die Gesundheit von über 20 Mio. Menschen in Südostasien beeinträchtigt war, insbesondere durch Infektionen der oberen Atemwege und durch Asthma. Besonders betroffen waren junge, alte und kranke Menschen. Die Volkswirtschaften von Indonesien, Singapur, Malaysia waren stark betroffen durch vorübergehende Firmenschließungen, krankheitsbedingte Fehlzeiten, Flugverspätungen, Flugzeug- und Schiffunglücke, weitere Unfälle und

verminderte Einnahmen im Tourismus, zusätzlich zu den direkten Kosten durch die Brandschäden. Schließlich wurden auch Millionen Dollar zur Brandbekämpfung aufgewendet, was oft vergeblich war, da die Ursachen im Vorfeld nicht ausreichend analysiert waren.

Hinsichtlich der Lösungen der Probleme mit den Bränden ist zunächst anzumerken, dass Ressourcen, die man zur Feuerlöschung verwendet, nur eine unbedeutende Wirkung haben, so gut gemeint sie auch sein mögen. Die wirkliche Lösung ist die Übernahme von besseren Langfriststrategien und Regulierungen, welche die allgemeinen Standards im verantwortlichen Umgang mit Landflächen verbessern und sicherstellen, dass Brände dieser Größenordnung sich bei künftigen El Niño-Ereignissen nicht wiederholen.

Ein wichtiges langfristiges Ziel muss es sein, sicherzustellen, dass Programme zur Landerschließung für die Landwirtschaft die potentielle Brandgefahr berücksichtigen. Generell sollte man zurückhaltend sein, Flächen mit Torfuntergrund für die Landwirtschaft zu erschließen. Hierbei gibt es gewaltige Probleme bei der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, und in vielen Fällen wird die sinnvollste ökonomische Nutzung mit Langfristcharakter irgendeine Form von Waldbewirtschaftung sein. Entscheidungen über großflächige Rodungen sind oft getroffen worden ohne vollständige Kenntnis und Berücksichtigung der waldbestandenen Flächen. Die trifft insbesondere zu auf den Wert der Wälder für lokale Gemeinwesen, die typischerweise einen wesentlichen Teil ihres Lebensunterhalts aus dem Wald bestreiten.

Durch die wichtige Rolle der internationalen Medien und zunehmend auch der grenzüberschreitenden Verfügbarkeit aller Arten von Informationen, können die nötigen Maßnahmen leichter akzeptiert und durchgeführt werden, als dies nach dem El Niño von 1983 noch der Fall war (vgl. Box).

The role of the media

Few analysts doubt that Indonesia's fires would have remained an internal and largely unreported issue, but for the detailed and extensive coverage of the public health effects in Singapore and Malaysia. Public health was much more seriously endangered in towns and rural areas in Indonesian Borneo and Sumatra than in these other countries, but went largely unreported locally, owing to the suppression of media coverage.

But international media coverage has had a great impact, on this occasion in changing the nature of the public debate about the fires. In every other ENSO/fires/haze occurrence in recent memory, it had been possible for governments to point to the traditional burning practices of indigenous people as they cleared their fields for cultivation and to attribute much of the blame to them. This time, however, international media crews, drawing on satellite imagery among other sources of information, were able to show clearly that far more of the damage was emanating from deliberate commercial clearing activities, for oil palm in particular.

The role of the internet was also very significant for the first time, as websites such as those of the CRISP centre in Singapore and the US Forest Service clearly displayed satellite imagery which offered incontrovertible and independent data showing the origins of the fires and the haze.

As a result, the Indonesian Ministers for Forests and for the Environment explicitly recognised the major culpability of politically influential figures owning large plantations, and the nature of the political and technical debate was fundamentally changed. For the first time in Indonesia, it was clear that the fires were not escaped wild-fires resulting from the 'careless behaviour of ignorant small farmers', but rather deliberate land-clearing activities, often under government-sponsored or protected schemes, which ignored prohibitions and pleas not to use fire. (Byron 1998)

Der El Niño 1997/1998 und Fischerei

Das Gebiet vor der Westküste von Südamerika ist eine der wichtigsten Upwelling-Regionen der Welt. Von dort werden 12 bis 20 % des globalen Fischfangs angelandet. Und das Gebiet gehörte zu den am stärksten vom El Niño 1997/1998 betroffenen Regionen. Der Anstieg der küstennahen Meerestemperaturen und die Abschwächung des Upwelling haben zu einem schwerwiegenden Rückgang der Biomasseproduktion und der gesamten Produktion von kleinen Freiwasserfischen geführt, die ansonsten in diesen Gewässern weit verbreitet sind, insbesondere vor Ecuador, Peru und Chile. Dies hat der Fischereiwirtschaft in der Region bedeutende Verluste eingebracht und auch eine weltweite Verknappung von Fischmehl und Fischöl.

Von besonderer Bedeutung waren die Auswirkungen von El Niño auf die peruanische Sardelle (engl. *anchovy*; lat. *Engraulis ringens*), deren Bestände vor Peru und Chile auf ein sehr niedriges Niveau sanken.

Im gleichen Gebiet waren wichtige Sardinenbestände bereits vor dem El Niño-Ereignis auf dem Rückgang und obwohl leicht wärmeres Wasser für die Sardinen in dieser Region günstig ist, wurden die Aussichten auf eine Erholung durch die Stärke des Ereignisses aufgehoben oder die Situation sogar noch verschlimmert.

Die Fangmengen von Holzmakrele waren auch deutlich niedriger als in vorangegangenen Jahren, was besonders die Gewässer vor Chile betrifft. Dies war vor allem einem südwärtigen Wegzug der Bestände oder in Richtung offene See geschuldet. Die Fänge von anderen pelagisch und benthonisch lebenden Fischarten kleinerer und mittlerer Größe waren auch im gesamten Ostpazifik betroffen.

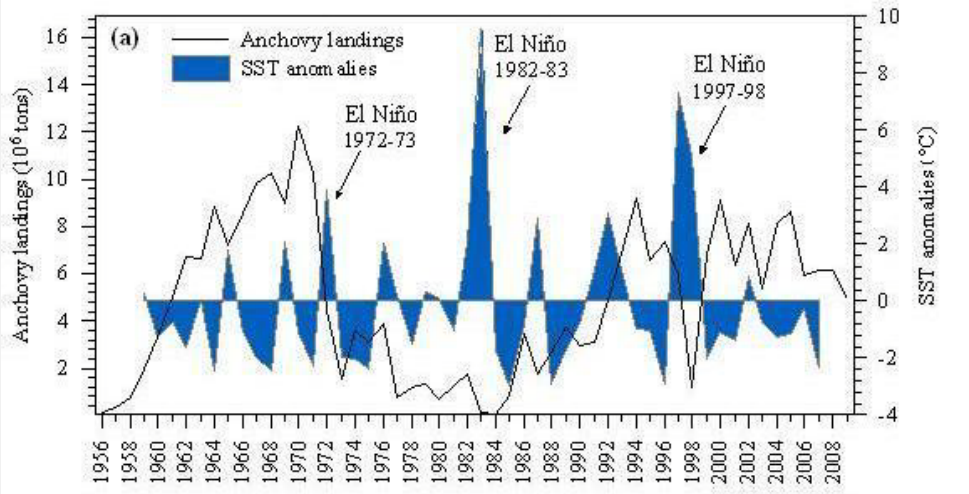

Abb. 17 Peruvian anchovy landings, sea surface temperature (SST) anomalies and three El Niño extreme events since 1956

Quelle: Schreiber 2011

Obwohl der El Niño von 1997/98 zu einem Rückgang der Anlandungen von normalerweise reichlich vorhandenen und verbreiteten Fischarten führte und in manchen Regionen die Erträge von Garnelenkulturen durch Starkniederschläge und Überschwemmungen zurückgingen, nahmen die Fänge von anderen eher in den Tropen beheimateten pelagischen Arten zu, so bei der Gemeinen Goldmakrele, tropischen Haiarten und bei Thunfisch.

Auch nahm in manchen Gebieten die Gesamtmenge an gefangenen wilden Garnelen und Krustentieren dank des wärmeren Wassers zu.

Weitere negative Effekte von El Niño sind auch aus anderen Regionen der Welt berichtet worden. Von besonderer Bedeutung war das noch nie dagewesene Ausbleichen von Korallenriffen im Indischen Ozean und im tropischen Ost- und Westpazifik. Besonders betroffen waren die Gewässer um die

Galapagos Inseln, jene vor der Küste Panamas und im australischen Great Barrier Reef. (FAO 1998; McPhaden 2003)

Die Sardinenfischerei des Golfes von Kalifornien ist die mengenmäßig bedeutendste mexikanische Fischerei, aber während El Niño-Jahren bleibt die Population bei den Big Islands und besetzt nicht die normalen Laichgründe im zentralen Golf. Um während El Niño die Fischschwärme zu erreichen, müssen die Fischer längere Fahrten in Kauf nehmen, und sie haben höhere Betriebskosten. Als Folge sank die Sardinen-Anlandung im Frühjahr 1998 um 40 % in Sonora und um 24 % in Sinaloa, was einem Verlust von ca. 4,5 US $ entsprach. Auch andere wichtige pelagische Fischereien (Thunfisch, Tintenfisch) in dieser Region waren durch Abwanderung und entsprechenden Fangrückgang betroffen. Dies traf auch für kleinere Küstenfischerei und Sportfischerei zu.

Auch hier haben Wanderungen der Fischpopulationen teilweise zu vorübergehenden Nutzeffekten geführt, z.B. vor der Westküste der Halbinsel Baja California bei der Garnelenart *Penaeus californiensis*. Schon in der ersten Hälfte des Jahres 1998 wurden 836 Tonnen gefangen, gegenüber ca. 100 Tonnen im gleichen Zeitraum des Vorjahres (ohne El Niño-Einfluss).

Spezies mit geringer Mobilität sind nicht in der Lage, ihr normales Verbreitungsgebiet während eines El Niño zu ändern und sind daher schwerwiegendem Umweltstress ausgesetzt. Die mit dem Riesentang (*Macrocystis pirifera*) vergesellschafteten Felsgemeinschaften vor der Pazifikküste von Baja California zeigten solche Einflüsse. Diese Gemeinschaften sind nicht nur aus ökologischer Sicht bedeutsam, sondern auch wegen des fischereiwirtschaftlichen Nutzens ihrer Komponenten. El Niño war direkt verantwortlich für den Fangrückgang von Seeohrschnecken (*Haliotis spp*.), offenbar durch Nahrungsmangel und direkte physiologische Effekte aufgrund der höheren Temperaturen. Ein weiteres Mitglied dieser Gemeinschaften ist die Kalifornische Languste (*Panulirus interruptus*), sie erfuhr ebenfalls einen starken Einbruch der Fangmengen. (WMO 1999)

Die guten Seiten des El Niño von 1997/98

Wie oben schon teilweise angemerkt, brachte der El Niño von 1997/98 trotz der Verluste an Menschenleben, Besitz und Einkommen auch einigen Nutzen (Changnon 1999). Die sonst üblichen Verluste durch atlantische Hurrikane waren stark reduziert, da nur einer von drei dieser tropischen Wirbelstürme auf Land übertrat. Teile des U.S.-amerikanischen Mittleren Westens und der Region um die Großen Seen erlebten den mildesten Winter seit über 100 Jahren, als die Temperaturen zwischen November 1997 und Februar 1998 Rekordhöhen erreichten. Der ungewöhnlich milde Winter reduzierte die Heizkosten, wetterbedingte Verspätungen im Transportwesen und Todesfälle durch Erfrierungen.

Für die USA insgesamt wurde geschätzt, dass der El Niño von 1997/98 einen ökonomischen Nettogewinn von ca. 16 Mrd. Dollar erbrachte und 650 weniger Todesfälle bewirkte als ohne ihn aufgetreten wären. Auch wurden nicht alle Fischarten vom El Niño betroffen. Obwohl ein deutlicher Rückgang bei den meisten kommerziell gefangenen Fischarten zu verzeichnen war, wurden diese Rückgänge teilweise wettgemacht durch einen achtfach höheren Fang der lukrativeren Shrimps. Ähnlich erhöhten sich die Shrimp-Fänge vor der Küste von Ecuador, was eine Erhöhung der Exporterlöse um 40 % im Jahr 1997 zur Folge hatte.

Eine nordwärtige Wanderung von wärmeliebenden Fischarten wie Marlin, Thun und Mahi-Mahi (Gemeine Goldmakrele) bedeutete einen Boom für die Sportfischerei vor der Westküste der USA.

Auch für den Großraum Los Angeles hatten die starken Niederschläge vorübergehend eine gute Seite: Seit fünfzig Jahren war die Luft über der kalifornischen Megacity nicht mehr so sauber. Der Regen befreite sie gründlich von Schadstoffen.

Zu den gewerblichen Gewinnern des Wetterchaos zählten in den USA zudem Versicherungsmakler, Dachdecker, Baugeologen und Sandsackhändler.

Der El Niño von 1997/98 warf ein Schlaglicht auf gesellschaftliche Anfälligkeiten und Verwundbarkeiten gegenüber jahresübergreifenden Klimaschwankungen in globalem Maßstab. Er zeigte auch auf, dass

Verluste und Gewinne von Natur aus ungleich über Wirtschaftssektoren und nationale Grenzen verteilt sind.

Teilweise von den dramatischen Folgen dieses El Niño angeregt, haben sich neue Felder von interdisziplinärer Forschung entwickelt, welche die Anwendung von El Niño-bezogener Klimainformation bei der wirtschaftlichen Planung und bei politischen Entscheidungen untersucht. Diese Anstrengungen beziehen sowohl Sozial- als auch Naturwissenschaftler ein, wobei der Fokus nicht nur darauf liegt, wie Vorhersagen erzeugt werden, sondern auch wie sie verbreitet, wie sie interpretiert und wie auf sie reagiert wird.

Ausblick und Vergleich

Seit dem El Niño von 1997/98 gab es drei weitere Warmereignisse, von denen zwei als schwach und eines als schwach bis mäßig eingestuft wurden (BOM). Erst der aktuelle El Niño von 2015/16 - man darf ihn nach den Prognosen der NOAA wohl so bezeichnen - kommt dem El Niño aus den neunziger Jahren an Stärke sehr nahe und wird ihn vielleicht sogar übertreffen.

El Niño: 1997 vs. 2015 - Will 2015 be a repeat of 1997?

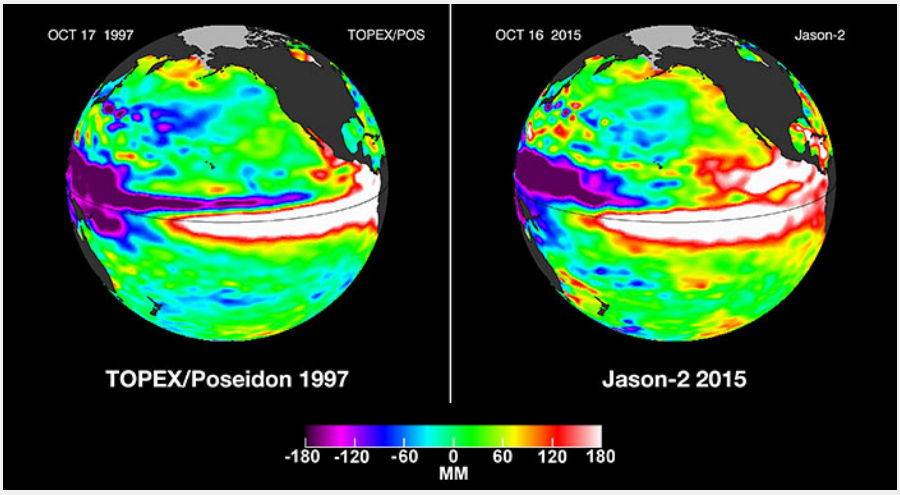

Abb. 18 Interest in the present developing 2015 El Niño is high. Here we provide side by side comparisons of Pacific Ocean sea surface height (SSH) anomalies of what is presently happening in 2015 with the Pacific Ocean signal during the famous 1997 El Niño. These 1997 and 2015 El Niño animations were made from data collected by the TOPEX/Poseidon (1997) and the OSTM/Jason-2 (2015) satellites. Jason-2 continues to provide an uninterrupted time-series that originated in 1992 with TOPEX/Poseidon. TOPEX/Poseidon, Jason-1 and Jason-2 is use space-based radar altimetry to collect sea surface height data of all the world's oceans. Here, these images are processed to highlight the interannual signal of SSH. The mean signal, seasonal signal, and the trend have been removed.

To learn more, read What is sea-surface height? Quelle: NASA JPL

Leider haben sich mit dem aktuellen El Niño schon seit Wochen einige der schwerwiegenden und vom El Niño 1997/98 bekannten Auswirkungen eingestellt: Die BBC und die regionale Presse in Malaysia, Singapur, den Philippinen und Indonesien berichten über intensiven Tropical Haze als Folge der indonesischen Brandrodung. Und die NOAA dokumentiert eine aktuelle gobale Korallenbleiche.

Zur Verfolgung der weiteren Entwicklung seien unter anderen die o.g. Seite der NOAA, der ENSO Wrap-up des australischen BOM, der Link zur NASA in Abb. 18, die Altimetrieseiten der CNES, sowie ein relativ neu eingerichtetes ENSO Blog der NOAA empfohlen.

Quellen:

- Burt, Christopher C. (2014): The El Niño of 1997-1998
- Byron, Neil und Shepherd, Gill (1998): Indonesia and the 1997-98 El Niño: Fire Problems and long-term solutions. ODI, London
- Changnon, Stanley A. (1999): Impacts of 1997-98 El Niño Generated Weather in the United States. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 80, 1819-1827
- FAO (2014): Understanding the drought impact of El Niño on the global agricultural areas: An assessment using FAO's Agricultural Stress Index (ASI). Rome
- Fuchs, Tobias und Schneider, Udo (1998): ENSO-Auswirkungen auf den globalen Niederschlag im Winter 1997/98. DWD, Offenbach
- Glantz, Michael H. (2000): Lessons Learned from the 1997-98 El Nino: Once Burned, Twice Shy? A UNEP/NCAR/UNU/WMO/ISDR Assessment. Tokyo
- McPhaden, Michael J. (2003): El Niño and La Niña: Causes and Global Consequences. In: Volume 1, The Earth system: physical and chemical dimensions of global environmental change, pp 353–370
- McPhaden, Michael J. (1998): Genesis and Evolution of the 1997-98 El Niño. 12 February 1999, Vol. 283, Science
- Schreiber, M. A. et al. (2011): Coping Strategies to Deal with Environmental Variability and Extreme Climatic Events in the Peruvian Anchovy Fishery. Bremen
- Trenberth, K.E. (2013): El Niño Southern Oscillation (ENSO)
- Wikipedia - 1997-1998 El Niño Event
- WMO (1999): The 1997-1998 El Niño Event: A Scientific and Technical Retrospective. A contribution to the UN Task Force on El Niño for implementation of UN General Assembly Resolutions 52/200 and 53/185. Geneva
- http://rainforests.mongabay.com/08indo_fires.htm (20.10.2015
- http://www.fao.org/News/1998/980703-e.htm (21.10.2015)
- http://www.fao.org/docrep/004/w7174e/w7174e11.htm (21.10.2015)
- http://www.fao.org/NEWS/1998/elnin2-e.htm (21.10.2015)
- http://www.nationalgeographic.com/elnino/mainpage.html (25.10.2015)
- http://www.ericjlyman.com/elnino.html (25.10.2015)
- https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/fs_palmoel_aus_indonesien_november_2014_1.pdf (25.10.2015)