

Deutscher Wetterdienst



Annalen der Meteorologie

36

**Vorhersage: Wetter, Klima, Umwelt
Symposium zur Einhundertfünfzigjahrfeier
des Preußischen Meteorologischen Instituts
16. und 17. Oktober 1997 in Berlin**

Zur Herstellung dieses Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

ISSN 0072-4122
ISBN 3-88148-339-X

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Deutschen Wetterdienstes in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm, oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich.

Herausgeber und Verlag:
Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach am Main

INHALT

Seite

E. MÜLLER	
150 Jahre Preußisches Meteorologisches Institut – Einführung	1
Wetteranalyse und-vorhersage	
H. BÖTTGER	
Die Anwendung von Ensemblevorhersagen in der Mittelfristprognose	9
W. WERGEN	
Von der Punktmessung zum Anfangszustand für die Numerische Wettervorhersage	17
D. MAJEWSKI	
Numerical weather prediction at the Deutscher Wetterdienst – From the third to the fourth generation –	39
H.-J. KOPPERT	
Methoden der Präsentation – Von der NWV-Datenbank zum Kunden	65
Klimavariabilität und -vorhersage	
B. FRENZEL	
Klimavariabilität während der Nacheiszeit	75
M. LATIF	
El Niño / Southern Oscillation	95
L. BENGTTSSON	
The hydrological cycle in present and future climate	99
M. CLAUSSEN	
Von der Klimamodellierung zur Erdsystemmodellierung: Konzepte und erste Versuche	119
Atmosphärische Umweltdiagnose und -vorhersage	
P. WINKLER	
Zeitliche Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Erdatmosphäre	131
R. ZELLNER	
Ozonloch und Sommersmog: Erkenntnisse und Fragen zum guten und schlechten Ozon	151
U. SCHUMANN	
Klimawirksamkeit von Emissionen des Luftverkehr	155
I. JACOBSEN	
Vorhersage der Luftqualität und ihre Verifikation	169
Anhang	
H. FORTAK	
Von der Gründung des Preußischen Meteorologischen Instituts bis zur Gegenwart: Eine Geschichte der Meteorologie in Deutschland	183
Anschriften der Autoren	203
Tagungsprogramm	205

El Niño/Southern Oscillation Mojib Latif

Die stärkste natürliche Klimaschwankung auf Zeitskalen von einigen Monaten bis zu mehreren Jahren ist das El Niño/Southern Oscillation-Phänomen (ENSO). Obwohl ENSO seinen Ursprung im tropischen Pazifik hat, beeinflußt es nicht nur das tropische Klima, sondern auch das Weltklima. Außerdem besitzt ENSO weitreichende Auswirkungen auf die tropischen Ökosysteme und auf die Volkswirtschaft verschiedener Staaten, vor allem in den Tropen. ENSO ist daher nicht nur von besonderem wissenschaftlichen, sondern auch von großem öffentlichen Interesse.

Mit El Niño bezeichnet man eine großskalige Erwärmung der Deckschicht des gesamten tropischen Pazifiks, die im Mittel etwa alle vier Jahre auftritt. Abb. 1a (nach Rasmusson und Carpenter 1982) zeigt ein für El Niño typisches Erwärmungsmuster mit stärksten Temperaturerhöhungen im äquatorialen Ostpazifik. Die Southern Oscillation kann man als eine Art Luftdruckschaukel verstehen, wobei die Bodendruckvariationen in der westlichen und in der östlichen Hemisphäre einander entgegengesetzt sind. Die Abb. 1b (nach Walker 1923 und Berlage 1957) verdeutlicht diesen Sachverhalt. Dargestellt ist die Korrelation der jährlichen Druckanomalien in Djakarta (Indonesien) mit denen auf der gesamten Erde. Signifikante Korrelationen existieren nicht nur in der Nähe der Referenzstation, sondern auch weit entfernt von ihr, was den globalen Charakter der Southern Oscillation verdeutlicht.

Bjerknes (1969) war es, der als erster die enge Verbindung zwischen El Niño und Southern Oscillation erkannte und ENSO als Resultat von Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre erklärte. Die Abb. 1c (nach Rasmusson 1984) zeigt dies anhand von zwei einfachen Indizes: der Anomalie der Meeresoberflächentemperatur im Ostpazifik und dem sogenannten Southern Oscillation Index (SOI), der die Druckdifferenz zwischen den beiden Zentren der Southern Oscillation mißt. Die beiden Zeitreihen variieren außer Phase. Beispielsweise fallen positive Anomalien der Meeresoberflächentemperatur (El Niño Phasen) mit negativen Anomalien im SOI zusammen. Da der SOI ein Maß für die Stärke der Passatwinde über dem Pazifik ist, gehen also El Niño Ereignisse mit reduzierten Passatwinden einher. Bjerknes erkannte dies und führte die Variationen in der Meeresoberflächentemperatur auf windinduzierte Veränderungen in der Ozeandynamik zurück. Variationen im Wärmeaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre hingegen wirken dämpfend auf die Meeresoberflächentemperaturanomalien.

Abb. 1c macht auch den oszillatorischen Charakter von ENSO deutlich. Neben den als El Niño bezeichneten Warmphasen treten ebenso häufig Kaltphasen auf, die als La Niña bezeichnet werden. Dies legt die Vermutung nahe, daß ENSO auf einem Zyklus basiert. Schopf und Suarez (1988) formulierten einen derartigen Zyklus, basierend auf der Wanderung von äquatorialen Wellen. Danach werden während ENSO-Extremen (El Niño, La Niña) sog. Rossby-Wellen im Westpazifik ausgelöst, die westwärts wandern, am Westrand in sog. Kelvin-Wellen reflektiert werden, die mit einer gewissen Zeitverzögerung den äquatorialen Ostpazifik erreichen und dort die Meeresoberflächentemperatur derart verändern, daß die anfängliche Anomalie geschwächt und schließlich im Vorzeichen umgekehrt wird. Instabile Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre führen dann zu einem Anwachsen dieses Signals.

Dieser von Schopf und Suarez vorgeschlagene einfache Oszillator stellt sicherlich eine grobe Vereinfachung der tatsächlichen Verhältnisse dar, er beschreibt allerdings die fundamentale

ENSO-Dynamik. Außerdem wird durch dieses Prototypmodell auch ersichtlich, daß ENSO bis zu einem bestimmten Grad vorhersagbar ist, was von enormer praktischer Bedeutung ist (Latif et al. 1994).

Einer der wichtigsten Parameter, die Anomalie der Meeresoberflächentemperatur im Ostpazifik, ist etwa ein Jahr im voraus mit zufriedenstellender Genauigkeit vorhersagbar. Inzwischen werden ENSO Vorhersagen routinemäßig an verschiedenen Instituten durchgeführt und von Regierungen verwendet, um beispielsweise Entscheidungen für den Anbau landwirtschaftlicher Produkte zu treffen.

Literaturverzeichnis:

Berlage, P., 1957: Fluctuations in the general atmospheric circulation of more than one year, their nature and prognostic value. K. Ned. Meteor. Inst. Meded. Verh. 69.

Bjerknes, J., 1969: Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. Mon. Weather Rev. 97, S. 163-172.

Latif et al., 1994: A review of ENSO prediction studies. Climate Dynamics, 1994.

Rasmusson, E. M., 1984: The ocean-atmosphere connection. Oceanus 27, S. 5-13.

Rasmusson, E. M., and T. H. Carpenter, 1982: Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Niño. Mon. Weather Rev. 10, S. 354-384.

Schopf, P. S., and M. J. Suarez, 1988: Variations in a coupled ocean-atmosphere model. J. Atmos. Sci. 45, S. 549-566.

Walker, G. F., 1923: Correlations in seasonal variations of weather. Mem. Indian Meteorol. Dep. 24, S. 75-131.

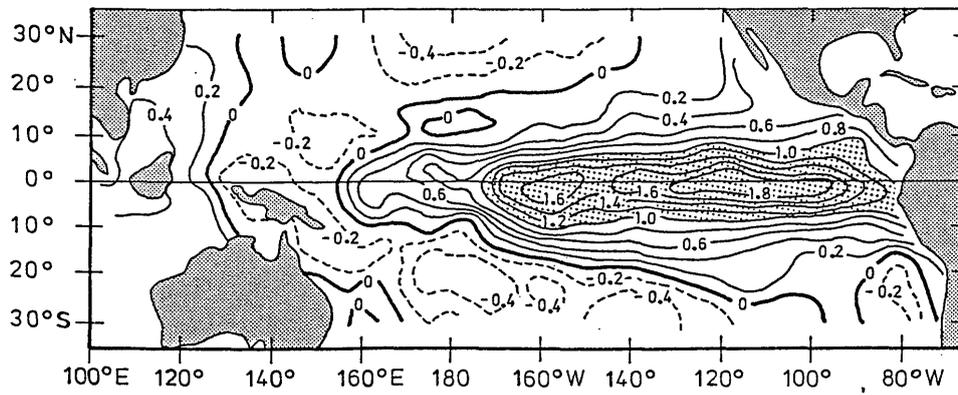


Abb. 1a) Charakteristisches Erwärmungsmuster während eines El Niño Ereignisses. Einheit: Grad C.

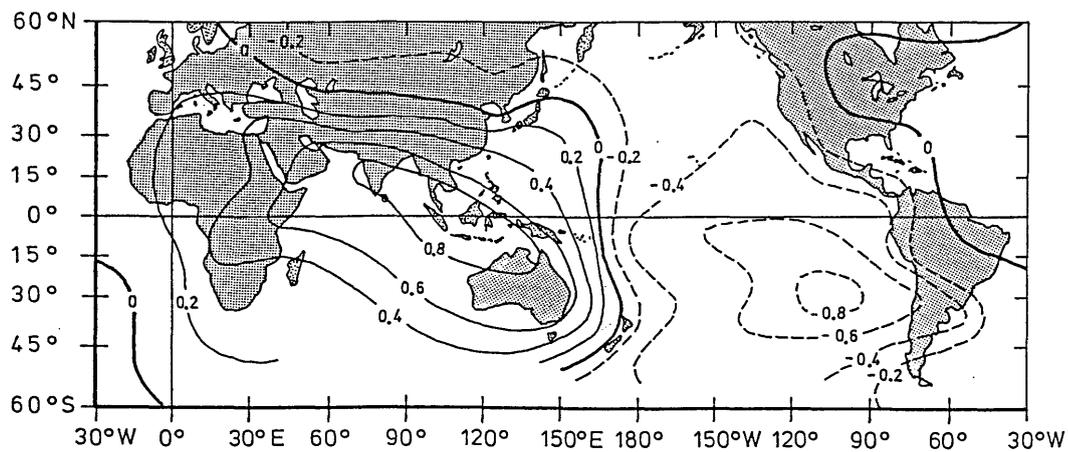


Abb. 1b) Korrelationen jährlicher Bodendruckanomalien mit denen in Djakarta (Indonesien).

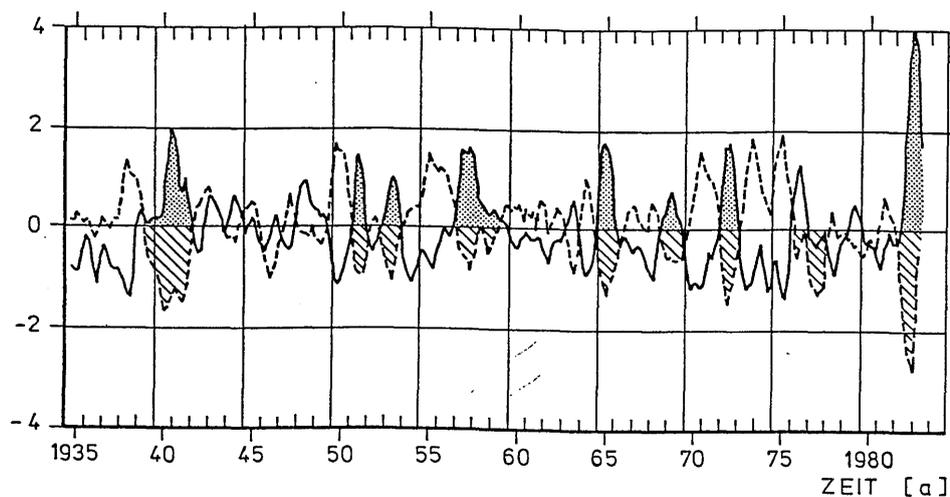


Abb. 1c) Zeitreihen der Anomalien der Meeresoberflächentemperatur und des Southern Oscillation Indexes (SOI). Die Zeitreihen wurden mit der jeweiligen langjährigen Standardabweichung normiert.