



Sabine Stopper

## Das Klimaphänomen El Niño / Southern Oscillation im EK-Unterricht der gymnasialen Oberstufe. – Ein Unterrichtsbeispiel unter Einbeziehung Neuer Medien

Durchgeführt in Klasse 11, Gymnasium im Bildungszentrum Markdorf

### 1 VORBEMERKUNGEN

Das hier in Kurzfassung vorgestellte Unterrichtsbeispiel ist einer Zulassungsarbeit für die zweite Staatsprüfung des höheren Schuldienstes an Gymnasien entnommen. Die Prüfungsarbeit liegt dem Staatlichen Seminar für Schulpädagogik Weingarten (2001) vor.

Das Unterrichtsbeispiel ist eingebunden in die Lehrplaneinheit 1 (EK) der Klasse 11 „Die Atmosphäre – Aufbau und klimawirksame Vorgänge“ (vgl. MKS 1994).

Gegenstand der Unterrichtseinheit ist das Naturphänomen *El Niño-Southern Oscillation* mit seinen Erscheinungsformen, Ursachen und Auswirkungen. Eine vorgeschaltete Unterrichtssequenz der Zulassungsarbeit befasste sich mit der planetarischen Zirkulation, insbesondere der im Untersuchungsgebiet relevanten atmosphärischen Vorgänge, auf deren Darstellung in diesem Auszug verzichtet wird.

Im medialen Zentrum der UE stand die Version 2.0 der CD-ROM "Das ENSO-Phänomen - Informationen zum ozeanographisch-klimatischen Phänomen El Niño / Southern Oscillation", eine Arbeit der Projektgruppe ENSO am Bildungszentrum Markdorf.

Die im zweiten Kapitel dargestellten Ausarbeitungen zu den einzelnen Unterrichtsstunden sind in folgende vier Unterrichtsphasen gegliedert.

Phase	Inhalte	Medien und Hilfsmittel
1	Ozeanische und atmosphärische Zirkulation im Bereich des Pazifik unter Normalbedingungen	CD-ROM, Internet, Arbeitsblätter und Transparente (M 8, 9, 11-15, Abb.1), Atlas
2	Ozeanische und atmosphärische Zirkulation im Bereich des Pazifik während eines ENSO-Ereignisses	CD-ROM, Internet, Arbeitsblätter und Transparente (M 16-21, Abb. 1), Atlas
3	Indikatoren und Vorhersage zu ENSO, Hypothesen zur Erklärung von ENSO, regionale und globale Auswirkungen von ENSO	CD-ROM, Internet, zusätzliche Literatur der Schulbibliothek (M 22-30, Abb. 2)
4	Klassenarbeit zu ENSO	M 31

In der ersten Unterrichtsphase steht das Zusammenspiel des pazifischen Ozean-Atmosphäre-Systems, die *Walkerzirkulation* und das Ökosystem des östlichen Pazifik unter Normalbedingungen im Zentrum der Betrachtungen.

Ausgehend von den dabei gewonnenen Erkenntnissen geht die zweite Phase auf die Erscheinungsformen und Ursachen eines ENSO-Ereignisses ein.

Die dritte Phase beinhaltet die von SchülerInnen frei gewählten und in Kleingruppen selbständig erarbeiteten Themen:

- Indikatoren und Vorhersage zu ENSO
- Modelle zur Erklärung von ENSO
- Auswirkungen von El Niño auf die Fischwelt

- Globale Auswirkungen von ENSO

In der abschließenden vierten Phase wurde eine Lernzielkontrolle durchgeführt. Eine retrospektive Evaluation zu dieser Unterrichtseinheit und einige Anmerkungen zur CD-Rom und zu ihrem Einsatz im Unterricht innerhalb des dritten Kapitels runden diese Arbeit ab. In Kapitel 4 sind die im Unterricht eingesetzten Materialien dieses Auszugs und die verwendeten Quellen zusammengestellt.

## **2 DURCHFÜHRUNG DER UNTERRICHTSEINHEIT**

### **2.1 Ozeanische und atmosphärische Zirkulation im Bereich des Pazifik unter Normalbedingungen.**

Ziel: Das Zusammenspiel und die Wechselwirkungen von Ozean und Atmosphäre im Bereich des Pazifik unter normalen Bedingungen beschreiben und erklären können.

#### Didaktisch-methodische Vorbemerkungen:

Die Bildfolie „Wetterkatastrophen“ (M 11) eignet sich als Einstieg, der die SchülerInnen für die dargestellten gegensätzlichen Naturkatastrophen sensibilisiert. Daran anknüpfend bietet sich die Kurzgeschichte (M 12) peruanischer Fischer an, die auf die lokalen Auswirkungen des Anstiegs der Meeresoberflächentemperatur aufmerksam macht.

Die Hintergrundinformationen zu den Wechselbeziehungen des Systems Ozean-Atmosphäre im Pazifik unter Normalbedingungen erarbeiten die SchülerInnen anhand der Informationen der ENSO CD-ROM (M13, M 14).

### **2.2 Ozeanische und atmosphärische Zirkulation im Bereich des Pazifik während eines ENSO-Ereignisses.**

Ziel: Das Zusammenspiel und die Wechselwirkung von Ozean und Atmosphäre im Pazifik während einer ENSO-Episode beschreiben und erklären können.

#### Didaktisch-methodische Vorbemerkungen:

Zur Erarbeitung der ozeanischen und atmosphärischen Wechselbeziehungen während eines El Niño-Ereignisses bieten sich die Arbeitsblätter M 18 und M 19 an, die in Partnerarbeit anhand der CD-ROM und/oder Internet bearbeitet werden können.

Ursprünglich war hier die Erarbeitung des Folgebildes zu der Situation in „normalen“ Jahren (M 14) vorgesehen. Da sich dieses Arbeitsmaterial für die vorliegende Lerngruppe ungeeignet erwies, wurde alternativ das Arbeitsblatt M 19 eingesetzt.

Die wichtigsten Ergebnisse zum El Niño-Phänomen sind in M 20 stichwortartig festgehalten.

Zur Veranschaulichung der Meeresoberflächentemperaturen (SST) des äquatorialen Pazifiks dient die SST-Animation von 1997/98 (M 21), dem „El Niño des 20. Jahrhunderts“. In

vergleichender Betrachtung kann diejenige des aktuellen Zustandes hinzugezogen werden, da hier die Unterschiede zwischen einer „Normalphase“ und einer „El Niño-Phase“ deutlich zum Ausdruck kommen (vgl. Kapitel „Aktueller Zustand des Pazifiks“ der ENSO CD-ROM).

Zur häuslichen Nachbereitung und Vertiefung der El Niño-Thematik stellt das Schülerbuch (SEYDLITZ S. 61) eine sinnvolle Ergänzung zu Internet und zur CD-ROM dar.

### **2.3 Indikatoren, Vorhersage, Hypothesen, regionale und globale Auswirkungen von ENSO.**

Ziel: Anfertigung eines Kurzreferates.

#### Didaktisch-methodische Vorbemerkungen:

Die Zirkulationsvorgänge während eines ENSO-Ereignisses werden anhand einer Computeranimation und einer digitalen Karte (vgl. Kapitel Basisinformationen der ENSO CD-ROM) wiederholt. Dem Akronym ENSO wird in einer kurzen Erarbeitungsphase unter Verwendung der ENSO CD-ROM nachgegangen (M 25).

Die globalen Auswirkungen eines ENSO-Ereignisses veranschaulicht Bildfolie (M 26).

In Kleingruppen bearbeiten die SchülerInnen weitere Themen zu ENSO. Zur Durchführung der diesbezüglichen Recherchen stehen den SchülerInnen Internet, ENSO CD-ROM, Schulbibliothek und zusätzliche, von der Lehrerin aufbereitete Informationsmaterialien zur Verfügung (M 27). Die Referatthemen sind durch Leitfragen ergänzt, an denen sich die SchülerInnen bei der Erarbeitung orientieren können (M 28). Ferner werden in konkreten Arbeitsanweisungen Anleitungen zu Organisations- und Präsentationstechniken gegeben.

## **2.4 Lernzielkontrolle**

Gegenstand der 45-minütigen Klassenarbeit (M 31) war der Inhalt der gesamten Unterrichtseinheit, umfasste also nicht nur ENSO-relevante Aufgaben.

Das Ergebnis der Arbeit lieferte einen zufriedenstellenden Notendurchschnitt. Probleme ergaben sich bei der Benennung der Luftströmungen des Passatkreislaufs sowie der Situation des Passatkreislaufs im Nord- und Südsommer in Aufgabe 1. Hingegen lieferte die Beschreibung der Passatzirkulation gute Ergebnisse und zeigte, dass sie verstanden wurde. Die einfach zu beantwortende Definition des Begriffes ENSO machte keinerlei Probleme. Die Aufgabe 3 der Zirkulationsverhältnisse im Normaljahr und einem El Niño-Jahr wurde von den meisten sehr gut gelöst, insgesamt zumindest befriedigend beantwortet. Bei der letzten Frage sollten die SchülerInnen in Stichworten ein einfaches Mind-Mapping mit Inhalten aus den Kurzreferaten füllen. Diese Aufgabe bereitete z.T. größere Schwierigkeiten. Nicht eindeutig zu eruieren ist, ob dieser Umstand auf die Wiedergabe der Lerninhalte in Form einer neuen Methode des strukturierten Denkens zurückzuführen ist, oder aus der Schwierigkeit, die darin bestand, aus Referaten gewonnene Informationen kognitiv abzurufen.

## **3 EVALUATION UND BEMERKUNGEN ZUR CD-ROM**

### **3.1 Evaluationsergebnisse**

Das „besondere Interesse an Naturkatastrophen“ und das „bessere Verständnis von klimatologischen Zusammenhängen“ machten für einen Großteil der Lerngruppe das Thema ENSO im Unterricht „interessant“.

Hinsichtlich der Unterrichtsmethoden wurde die Gruppenarbeit bevorzugt, da sie „eine Abwechslung“ darstellt und „der Unterricht in Gruppenarbeit mehr Spaß macht.“

Erwartungsgemäß stellte sich der Einsatz sog. Neuer Medien im Unterricht als sehr motivierend heraus. Nach Schülermeinungen deshalb, „weil es anschaulich erklärt und übersichtlich ist“, „weil man alle notwendigen Sachverhalte übersichtlich vor sich hat“ und „Nichtverstandenes direkt nachschlagen kann“, „weil es interessanter als regulärer Unterricht war“.

Insgesamt wurde zu der Unterrichtseinheit ein positives Feedback gegeben.

### **3.2 Bemerkungen zur ENSO CD-ROM**

Die Gestaltung der CD-ROM wirkt durch die Einbindung von Bildern, Animationen und anderen Grafiken sehr ansprechend. Übersichtlichkeit, gute Strukturierung und solide HTML-Programmierung lassen eine einfache Bedienung und Handhabung zu.

Inhaltlich geht die CD-ROM in manchen Aspekten sehr weit ins Detail und besitzt gelegentlich wissenschaftliche Diktion. Demgegenüber heben sich andere Bereiche durch Einfachheit in Ausdruck und Grammatik deutlich davon ab. Berücksichtigt man das heterogen zusammengesetzte Autorenteam aus SchülerInnen und Lehrer sowie die integrierten Beiträge von Wissenschaftlern, so wird sich dieser Umstand kaum vermeiden lassen, er stellt vielmehr einen besonderen Reiz dar. Manche Begriffsbeschreibungen bzw. -definitionen hätten konkretere

Darstellungen zugelassen, dies gilt insbesondere für das integrierte digitale Lexikon. Davon abgesehen stellt das Lexikon eine überaus große Hilfe dar. Verweise, Links, zusätzliche Informationsquellen, Veranschaulichungen und exemplarische Darstellungen bieten vorteilhafte Möglichkeiten zur gruppeninternen Differenzierung.

Besondere Vorzüge besitzt das Kapitel „Aufgaben“. Es ist in einzelne Themenschwerpunkte zur ENSO CD-ROM gegliedert und ermöglicht entweder anhand der vorgegebenen Leitfragen ein ausgewähltes Schwerpunktgebiet zu erarbeiten oder aber eine Überprüfung des Gelernten vorzunehmen. Im Sinne spielerischen Lernens bietet das ENSO-Quiz für die SchülerInnen die Möglichkeit, selbständig ihr eigenes Wissen überprüfen.

Die viel zitierten Probleme im Zusammenhang mit dem Computereinsatz im Unterricht sind es durchaus wert, angesichts der hohen Motivation der SchülerInnen und der Erprobung neuer methodischer und didaktischer Möglichkeiten, angegangen zu werden. Darüber hinaus machen die Anforderungen unserer heutigen Arbeitswelt neue, darauf vorbereitende Unterrichtsformen immer notwendiger.

## 4 ANHANG

### 4.1 Quellenverzeichnis

#### 4.1.2 Verwendete Literatur

- ARNTZ, W.E., FAHRBACH, E.: El Niño - Klimaexperiment der Natur: die physikalische Ursachen und biologische Folgen. Basel, Boston, Berlin 1991.
- BECHER, J.: El Niño: Eine Meeresströmung lässt das Wetter verrückt spielen. In P.M. Perspektive 7/92, S. 26.
- BRODENGIEIER, E.: El Niño – Naturphänomen an der Westküste Südamerikas. In: Praxis Geographie 3/2000, S. 12-14.
- DIERCKE Weltatlas Braunschweig 1999, 4. aktualisierte Auflage.
- LESER, H., u.a.: DIERCKE Wörterbuch der Allgemeinen Geographie in zwei Bänden. München und Braunschweig 1992, Aufl. 6.
- ENSO: El Niño/Southern Oscillation. Autorenteam: Projektgruppe ENSO am Bildungszentrum Markdorf, 2001, Version 2.0
- GEORGE, U.: Wetterkatastrophen: El Niño – das Teufelskind. In: GEO 1983, H.8, S. 8-36.
- GLANTZ, M. H.: Currents of Change. Impacts of El Niño and La Niña on Climate and Society. Cambridge: University Press, 2001.
- HAUBRICH, H. u.a.: Didaktik der Geographie konkret. München 1993, 5. Auflage.
- KAPPAS, M.: Klima und Wetter im Internet. Das Unterrichtsbeispiel „El Niño“. In: Praxis Geographie 5/2000, S. 20-23.
- LAUER, W.: Klimatologie. Das geographische Seminar. Braunschweig 1999, 3. erg. Aufl.
- LATIF, M.: El Niño - eine Klimaschwankung wird erforscht. Geographische Rundschau 1986, (38), H. 2, S. 90-95.
- MKS: Ministerium für Kultus und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.): Bildungsplan für das Gymnasium der Normalform. Lehrplanheft 4, Stuttgart 1994.
- OBERMANN, H.: Wetter – ein zentrales Thema im Unterricht. In: Praxis Geographie 1999, H.4, S. 31.
- RAMAGE, C.S.: El Niño. In: Spektrum der Wissenschaft, August 1986. S. 92-100.
- RÖSNER, S.: El Niño – eine kurze Einführung.  
[http://www.dwd.de/research/klis/produkte/monitoring/elnino/el\\_nino.htm](http://www.dwd.de/research/klis/produkte/monitoring/elnino/el_nino.htm). (2001)
- SCHRETTENBRUNNER, H.: Das Internet-Maß aller (elektronischer) Dinge? In: Geographie heute 152/1997, S. 2-7.
- SEYDLTIZ: Geographie 11, Baden-Württemberg. Hannover 1998, Druck A 1.

#### 4.1.3 Internet-Adressen

Adresse	Anbieter
<a href="http://geo.bildungszentrum-markdorf.de">http://geo.bildungszentrum-markdorf.de</a> <a href="http://www.el-nino.org/">http://www.el-nino.org/</a>	Projektgruppe ENSO am Bildungszentrum Markdorf
<a href="http://www.pmel.noaa.gov/tao/elnino/el-nino-story.html">www.pmel.noaa.gov/tao/elnino/el-nino-story.html</a>	U.S. Dept. of Commerce: NOAA
<a href="http://www.sma.ch/de/a_z/?nino.shtml">www.sma.ch/de/a_z/?nino.shtml</a>	Schweiz Meteo
<a href="http://www.dkrz.de/klima/elnino/enso.html">www.dkrz.de/klima/elnino/enso.html</a>	Deutsches Klimarechenzentrum
<a href="http://fao.org/sd/eidirect/eian0008.html">http://fao.org/sd/eidirect/eian0008.html</a>	FAO (Food and Agriculture Organization)
<a href="http://www.pmel.noaa.gov/tao/tao-el-nino-home.html">www.pmel.noaa.gov/tao/tao-el-nino-home.html</a>	NOAA-Homepage
<a href="http://www.dir.ucar.edu/esig/elnino/glossary.html">www.dir.ucar.edu/esig/elnino/glossary.html</a>	University of California
<a href="http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/index.html">www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/index.html</a>	NOAA Seite zu ENSO
<a href="http://www.coaps.fsu.edu/lib/elninolinks/">www.coaps.fsu.edu/lib/elninolinks/</a>	Links zu El Nino
<a href="http://www.bom.gov.au/climate/ahead/">www.bom.gov.au/climate/ahead/</a>	BOM, Australia
<a href="http://www.dwd.de/research/klis/produkte/monitoring/elnino/el_nino.htm">www.dwd.de/research/klis/produkte/monitoring/elnino/el_nino.htm</a>	Deutscher Wetterdienst

## 4.2 Materialübersicht:

Die Materialübersicht beinhaltet die Gesamtheit der in der Zulassungsarbeit verwendeten Materialien. Die in der vorliegenden Kurzfassung enthaltenden Materialien sind gekennzeichnet.

Phase	Bezeichnung	Enthalten in Kurzfassung	Material	Quelle
vorgeschaufelte Unterrichtssequenz	M 1		Entdeckung der Jetstreams	Reiter 1970
	M 2		Stammgruppen 1 – 4	Eigener Entwurf
	M 3		Expertengruppen 1 – 4	Eigener Entwurf
	M 4		Luftdruck- und Windsysteme	Obermann 1999
	M 5		Tafelskizze Hadley (1735)	Eigener Entwurf
	M 6		Tropische Passatzirkulation	Eigener Entwurf
	M 7		Tropische Monsunzirkulation	Eigener Entwurf
1	M 8		Computeranimation zur Walkerzirkulation	ENSO CD-ROM 2001
	M 9	✓	Walkerzirkulation	Eigener Entwurf
	M 10		Passatzirkulation / Erwartungshorizont	Eigener Entwurf
	M 11	✓	Drei Schauplätze von Wetterkatastrophen	Georg 1983
	M 12	✓	Kurzgeschichte aus dem Leben peruanischer Fischer	Becher 1992
	M 13	✓	Der normale Zustand im Ozean-Atmosphäre-System des Pazifik	Eigener Entwurf
	M 14	✓	Situation in „normalen Jahren“	Brodengeier 2000
	M 15	✓	EL Niño-Phänomen	ENSO CD-ROM 2001
2	M 16	✓	El Niño - Southern Oscillation	Eigener Entwurf
	M 17	✓	Ozeanisch-atmosphärische Zirkulation unter Normalbedingungen	Eigener Entwurf
	M 18	✓	Situation in El Niño Jahren	ENSO CD-ROM 2001
	M 19	✓	Situation in EL Niño Jahren	KAPPAS 2000
	M 20	✓	Zirkulationsvorgänge während eines El Niño-Ereignisses	Eigener Entwurf
	M 21		SST – Animation 1997 / 1998	ENSO CD-ROM 2001
3	M 22		Walkerzirkulation während eines EL Niño-Ereignisses	ENSO CD-ROM 2001
	M 23	✓	Zirkulationsvorgänge während eines La Niña-Ereignisses	Eigener Entwurf
	M 24	✓	La Niña-Ereignis	Eigener Entwurf
	M 25	✓	Definitionsversuch: ENSO	Eigener Entwurf
	M 26	✓	Globale Auswirkungen	George 1983
	M 27	✓	Informationsquellen zu den Gruppenreferaten	Verschiedene
	M 28	✓	Referatthemen zu ENSO	Eigener Entwurf
	M 29	✓	Anweisungen und Tipps zum Erstellen und Präsentieren von Referaten	Eigener Entwurf
4	M 30		Präsentationsergebnisse	Schülerentwürfe
	M 31	✓	Klassenarbeit	Eigener Entwurf
	M 32	✓	Unterrichtsevaluation	Eigener Entwurf

## 4.3 Verwendete Materialien

### M 9 Walkerzirkulation

#### Walkerzirkulation

Ungleiche Luftdruckverteilung über dem Pazifik südlich des Äquators bildet eine Zonalzirkulation (parallel zum Äquator) aus.

Die klassische Walkerzirkulation überlagert die Meridionalzirkulation (Hadley- bzw. Passatzirkulation). Am Äquator geht die Corioliskraft gegen Null: Luftmassen strömen direkt von H→T ohne Ablenkung

- Luftdruckverteilung in Tropen hauptsächlich Wassertemperaturen abhängig
- Klassische Walkerzirkulation:
  - extreme Trockenheit an Küste Perus (absinkende, trockene Luftmassen): extreme Küsten- und Binnenwüsten (Acatama)
  - intensive Wolkenbildung und kräftige Niederschläge an Küste Australiens (aufsteigende, feuchte Luftmassen)
  - Südost-Passat: Ausgleichsströmungen von H→T
  - Konvektion: erwärmte Luftmassen über Indonesien steigen auf
  - Antipassat: Ostwinde in der Höhe

(eigener Entwurf)

M 11 Drei Schauplätze von Wetterkatastrophen mit einer gemeinsamen Ursache



Wirbelstürme mit Geschwindigkeiten bis

zu 200 km/h zerfetzten in Los Angeles Dächer, wirbelten Menschen durch die Luft und rissen Lastwagen um



Vom Sturm verwüstete Siedlungen in Kalifornien



Verdurstete Impala-Antilope in Südafrika



Erschöpfte australische Fire-fighters

**In Australien brennt der Busch, in Amerika rasen Stürme, in Afrika verdurstet das Wild - drei Schauplätze von Wetterkatastrophen mit einer gemeinsamen Ursache**

(Quelle: GEORGE 1983, 28/29)



## M 12 Kurzgeschichte

### Kurzgeschichte aus dem Leben peruanischer Fischer

*„Die Stimmung in den peruanischen Hafenkneipen ist gedrückt. Die schnauzbärtigen Stammgäste suchen Trost beim Maisbier, sie kippen ihren »Pisco« (südamerikanischen Brandy) hinunter und machen sich Sorgen um die nahe Zukunft. Um zwei Fragen drehen sich ihre Gespräche in diesen Junitagen: Wird sich die Meeresoberfläche zwischen der Hauptstadt Lima und dem Küstenort Talara im Norden des Landes in den kommenden Monaten noch einmal erwärmen? Und wenn ja, um wieviel Grad? Die Männer in den Hafenkneipen sind keine Meteorologen, sondern Fischer. Und was sie beschäftigt, sind weniger die Temperaturdaten, sondern deren Auswirkungen: Denn wärmeres Wasser bedeutet für unzählige Meerestiere den sicheren Tod.“*

(Quelle: BECHER 1992, 26)

## M 13 Arbeitsauftrag

Bearbeite in Partnerarbeit das Aufgabenblatt anhand der ENSO-Basisinformationen zu:

**»Der normale Zustand im Ozean-Atmosphäre-System des Pazifik«**

Hinweise zum Einstieg in das Basiskapitel der ENSO-CD-ROM:

1. Homepage ENSO
2. „Basisinformationen“ durch Doppelklicken laden
3. nach unten Blättern bis
4. „Der normale Zustand des Atmosphäre-Ozean-Systems im Pazifik“

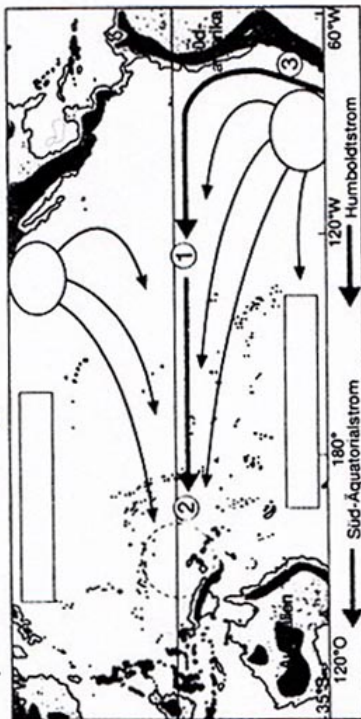
Tipp: blau unterlegte Begriffe können durch Doppelklicken nachgeschlagen werden!

(eigener Entwurf)

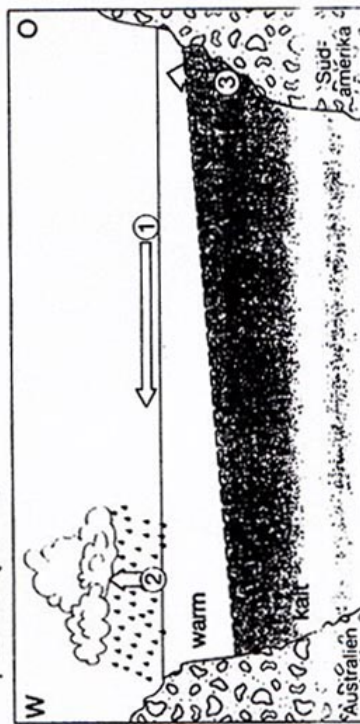
**Situation in „normalen“ Jahren**

**A) Situation in „normalen“ Jahren**

**M 1 Winde, Druckgebiete und Meeresströmungen**



**M 2 Schnitt durch Ozean und Atmosphäre am Äquator**



- 1a. Beschrifte in M 1 die Hoch- und Tiefdruckgebiete mit H und T sowie die Passatwinde.
- 1b. Kennzeichne kalte und warme Meeresströmungen jeweils mit blau bzw. rot.
2. Markiere in M 2 das kalte und warme Wasser jeweils mit dunkel- und hellblau.
3. Beschreibe die mit den Zahlen 1, 2 und 3 gekennzeichneten Vorgänge.

①

.....

.....

②

.....

.....

③

.....

.....

.....

## M 15 Arbeitsauftrag

**Was versteht man unter dem Begriff**

**»El Niño – Phänomen« ?**

### Material:

- ENSO-CD-ROM: 'Basisinformationen', 'Lexikon'
- Internetadresse: [www.dwd.de/research/kliis/produkte/monitoring/el\\_nino/el\\_nino.htm](http://www.dwd.de/research/kliis/produkte/monitoring/el_nino/el_nino.htm)

## M 16 Das El Niño-Phänomen

### El Niño-Phänomen (ENSO: EL Niño-Southern Oscillation)

Klimageschehen: Wechselbeziehung zwischen Ozean und Atmosphäre

El Niño-Phänomen:

- Kurzfristige Klimaschwankung
- Veränderung der großräumigen Luftdruckverteilung in trop.-subtrop. Regionen des Pazifik
- Begriff:  
warme Meeresströmung an Küste Ecuadors und Perus  
periodisch wiederkehrend alle 3-8 Jahre  
Dauer 12-18 Monate  
Im Sommer der Südhalbkugel (Weihnachtszeit: El Niño - „Christkind“)

(eigener Entwurf)

## M 17 Ozeanisch-atmosphärische Zirkulation unter Normalbedingungen

### Ozeanisch-atmosphärische Zirkulation unter Normalbedingungen

- SO-Passat transportiert erwärmte oberflächennahe Wassermassen von W-Küste Südamerikas westwärts
- Kaltwasser steigt aus der Tiefe auf
- Meeresoberflächentemperatur (SST: sea surface temperature) verringert sich
- Über kalten Wasserflächen: stabiles Hoch an Westküste Südamerikas: extreme Trockenheit
- Südwestpazifik: Stau des westwärts transportierten warmen Wassers
- Hohe Verdunstungsrate über warmem Meer: Luftmassen können viel Feuchtigkeit aufnehmen
- Vor Küste Australiens: intensive Wolkenbildung und kräftige Niederschläge

(eigener Entwurf)

## M 18 Arbeitsauftrag

**Bearbeite in Partnerarbeit das Aufgabenblatt „Situation in El Niño-Jahren“.**

Alternativ einsetzbare Medien:

Basisinformationen - »Der Zustand während eines El Niño-Ereignisses« (CD-ROM)  
[www.pmel.noaa.gov/tao/elnino/el-nino-story.html](http://www.pmel.noaa.gov/tao/elnino/el-nino-story.html) (Internet)

(eigener Entwurf)

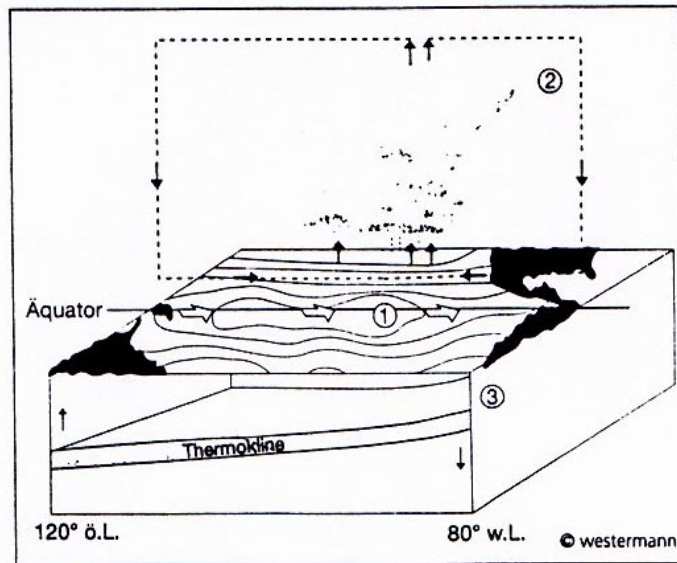
## M 19 Arbeitsblatt

### Situation in El Niño-Jahren

#### Arbeitsauftrag:

Erarbeite anhand der Abbildung die besonderen klimatischen Bedingungen während der El Niño-Phase heraus.

- Kennzeichne das Schaubild mit einer Legende und sinnvoller Farbgebung bzw. Schraffierung
- Beschreibe die mit den Ziffern 1-3 gekennzeichneten Vorgänge, indem Du die Sachverhalte zusammenfassen darstellst.



Neuzeichnung nach: <http://www.pmel.noaa.gov/toga-tao/el-nino/nino-home.html>

① \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

② \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

③ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(aus: KAPPAS 2000, S. 23)

## M 20 Zirkulationsvorgänge während eines El Niño-Ereignisses

### Zirkulationsvorgänge während eines El Niño-Ereignisses

- Zirkulationsverhältnisse kehren sich weiträumig um
- Verschiebung der atmosphärischen Zirkulation und Verlagerung der ITC (Southern Oscillation)
- Abschwächung des Hochs über Südamerika und damit des Druckgefälles
- Abschwächung des SO-Passats führt zum Erliegen der Walkerzirkulation
- Angestautes Oberflächenwasser im Westpazifik strömt als Kelvinwelle (West→Ost) zur südamerikanischen Küste zurück und erwärmt sich
- Warmwasserstau vor Westküste Südamerikas
- Absenkung der Thermokline und Unterbindung des Kaltwasserauftriebs
- Tiefdruckgebiet im Ostpazifik: aufsteigende Luftmassen, starke Niederschläge
- Hochdruckgebiet im Westpazifik: absteigende Luftmassen, Trockenheit.

(eigener Entwurf)

## M 23 Arbeitsauftrag

### Arbeitsauftrag:

1. Wie lässt sich das klimatologische Phänomen La Niña definieren?
2. Welche besonderen Zirkulationsvorgänge sind bei einem La Niña zu beobachten?

(eigener Entwurf)

## M 24 La Niña

### La Niña:

- spanisch *das Mädchen*, („kalte Schwester zu El Niño“)
- alle 3-5 Jahre für 9-12 (24) Monate zwischen El Niño-Ereignissen
- Abkühlung der SST um bis zu 7 °F unter Normal
- überdurchschnittliche Niederschläge im Westpazifik, ozeanisch beeinflusste Kontinente (Mozambik 2000), Südasien, Ost-Australien, ...
- unterdurchschnittliche Niederschläge auf äquatornahen Inseln im zentralen Pazifik, Ostafrika, Südamerika, ...
- evtl. Zusammenhang mit Zunahme von Hurrikans (Hurrikan Mitch 1998) in USA, Karibik während La Niña

### La Niña-Ereignis:

- Absinken der SST im Ostpazifik, Erhöhung der SST im Westpazifik
- erniedrigter Luftdruck über Westpazifik, erhöhter Luftdruck im Ostpazifik
- SO-Passatwinde und Walkerzirkulation verstärken sich
- Thermokline im Ostpazifik nahe der Meeresoberfläche
- Verstärktes Aufdringen von kaltem Tiefenwasser im Ostpazifik
- Ausgeprägte Kaltwasserzunge
- Kaltes Wasser verhindert Konvektion, Bewölkung und Niederschläge

(eigener Entwurf)

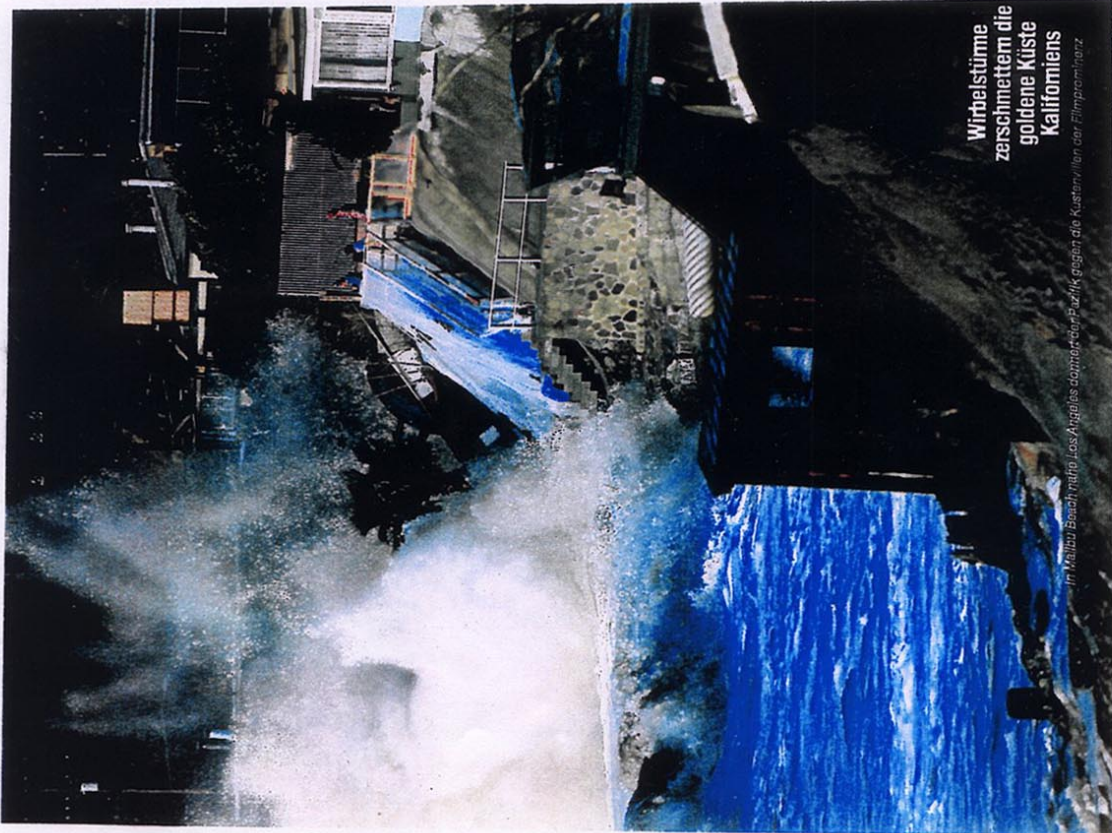
## M 25 ENSO

### Definitionsversuch: ENSO

- ENSO: Akronym für El Niño und Southern Oscillation
- El Niño (La Niña): ozeanographischer Bezug
- Southern Oscillation: meteorologischer Bezug
- Unregelmäßiger ENSO-Zyklus: Warmphase (El Niño), neutrale Phase, Kaltphase (La Niña)
- Beeinflussung von ENSO durch den Treibhauseffekt nicht erwiesen

(eigener Entwurf)

# El Niño: Eine Meeresströmung läßt das Wetter verrückt spielen



Wirbelstürme  
zerschmettern die  
goldene Küste  
Kaliforniens

In Kalifornien beobachteten Los Angeles ab dem Jahr 1982 im Pazifik gegen die Küstenregion von Filmproduzenten



Hochwasser in Köln: Wissenschaftler  
schließen nicht aus, daß auch  
hier El Niños Kräfte wirkten (April 1983).



Verzweifelter Farmer: Während es wo-  
anders Regen und Überschwemmungen  
gab, verdorrte in Kansas das Getreide.

(verändert nach: GEORGE 1983, 16-17 und BECHER 1992, 28)

## M 27 Internetadressen

- [www.sma.ch/de/a\\_z/?nino.shtml](http://www.sma.ch/de/a_z/?nino.shtml) Schweiz Meteo
- [www.dkrz.de/klima/elnino/enso.html](http://www.dkrz.de/klima/elnino/enso.html) Deutsches Klimarechenzentrum
- <http://fao.org/sd/eidirect/eian0008.html> FAO (Food and Agriculture Org.)
- [www.pmel.noaa.gov/toqa-tao/el-nino-home.html](http://www.pmel.noaa.gov/toqa-tao/el-nino-home.html) NOAA-Homepage
- [www.dir.ucar.edu/esig/elnino/glossary.html](http://www.dir.ucar.edu/esig/elnino/glossary.html) University of California
- [www.cpc.ncep.noaa.gov/html](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/html) NOAA Homepage
- [www.coaps.fsu.edu/lib/elninolinks/](http://www.coaps.fsu.edu/lib/elninolinks/) Links zu El Nino
- [www.bom.gov.au/climate/ahead/](http://www.bom.gov.au/climate/ahead/) BOM, Australia

### Fachzeitschriften

- P.M. Perspektive 7/1992, S. 26-31
- GEO 8/1983, S. 8-36.
- Schröder, H., A. Stephan: El Niño 1997/98 in Guayaquil (Equador). In: Geographische Rundschau 9/1999, S. 502-507.

### Literatur

- Arntz, W.E.: El Niño - Klimaexperiment der Natur: die physikalischen Ursachen und biologischen Folgen. Basel, Boston, Berlin 1991.
- Rösner, H.-J.: El Niño. In: Spektrum der Wissenschaft 1986, S. 92-100.

## M 28 Referatthemen zu ENSO

### **Gruppe 1: Indikatoren und Vorhersage zu ENSO**

- Nenne und erläutere mögliche Indikatoren zur Ermittlung meteorologischer Daten zu ENSO!
- Weshalb ist es wichtig, ENSO-Ereignisse vorherzusagen zu können?

### **Gruppe 2: Modelle zur Erklärung von ENSO**

- Nenne und erläutere die z.Z. bekanntesten Erklärungsmodelle für ENSO.

### **Gruppe 3: Auswirkungen von El Niño auf die Fischwelt**

- Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Humboldtstrom und der Fischwelt bzgl. Sauerstoffreichtum, Wassertemperatur, Auswirkungen von Auftriebswasser?

### **Gruppe 4: Globale Auswirkungen:**

- Liste allgemeine Auswirkungen des El Niño-Phänomens auf.
- In Südafrika haben El Niño-Ereignisse verheerende Auswirkungen auf die Niederschläge. Beschreibe diese Veränderungen und die Folgen für die Wirtschaft des Landes, die sich daraus ergeben.
- Erläutere Vorteile einer El Niño-Episode für die Wirtschaft in verschiedenen Teilen Südamerikas.

(eigener Entwurf)



## M 29 Anweisungen und Tipps zum Erstellen und Präsentieren von Referaten

- Versucht das Thema **arbeitsteilig** zu bearbeiten.
- Besprecht gemeinsam die Vorgehensweise und Eure Ergebnisse.
- Jeder Gruppenteilnehmer soll ein Teil des Referats übernehmen und präsentieren.
- Zur Bearbeitung stehen Euch die **ENSO CD-ROM, Internet, Schulbibliothek, Atlas** und **sonstige Informationsquellen** (siehe Folie M 26) zur Verfügung.
- Erstellt für Eure MitschülerInnen ein **Paper**, auf dem das Wesentliche Eurer Arbeit stichwortartig nachvollziehbar ist. Bitte eine einseitige Ausfertigung bis **Mittwoch, den 17. Mai** 2001 mir zur Vervielfältigung zukommen lassen.
- Die **Bearbeitung** des Themas kann während der Unterrichtszeit begonnen und als Hausarbeit zu Ende gebracht werden. Stellt nur das Wesentliche dar und geht möglichst exemplarisch vor.
- **Präsentation** des Themas am Donnerstag, den 18. Mai unter Einsatz von Medien wie bspw. Folien, Wandzeitungen, als Power-Point-Präsentation, o.ä.
- **Vortrag** möglichst in **freier Rede** und in **eigenen Worten** (Spickzettel erwünscht!) max. 5-7 min. (zu Hause vor Bekannten einen „Probenvortrag“ einüben wird sich bewähren!).

(eigener Entwurf)

## M 31 Klassenarbeit

Name: ..... Klasse 11

18.05.01

### ERDKUNDE-KLASSENARBEIT

#### Aufgabe 1:

- a) Beschreibe den Passatkreislauf (1-7) mithilfe der Abbildung 1a) ( /6,5)  
und benenne die Luftströmungen A-F.
- b) Zeichne die Luftströmungen und die Lage der ITC (Äquatoriale Tiefdruckrinne) in die Abbildungen b) und c) ein. ( /3,0)

#### Aufgabe 2:

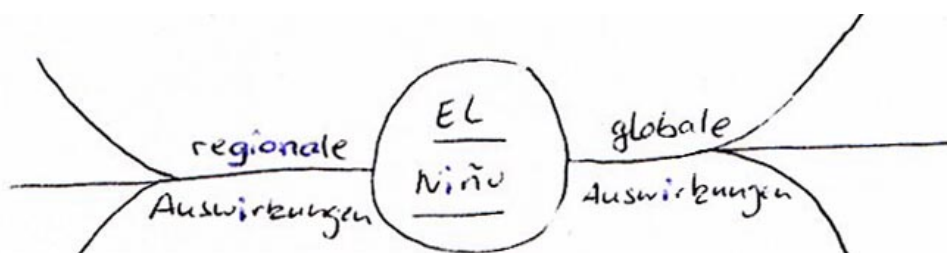
Wofür steht der Begriff ENSO? ( /1,5)

#### Aufgabe 3:

- a) Erkläre die in Abbildung 2a) ablaufenden atmosphärischen und marinen Zirkulationsverhältnisse unter Normalbedingungen ( /6,0)
- b) Stelle anhand der Abbildung 2b) die besonderen atmosphärischen und marinen Zirkulationsverhältnisse sowie deren Auswirkungen auf die betroffenen Küstenregionen während eines El Niño-Ereignisses dar. ( /6,0)

#### Aufgabe 4:

Vervollständige untenstehende Mindmap. ( /3,0)



Punkte: ( /26)

Note:

Abbildung 1: Passatzirkulation

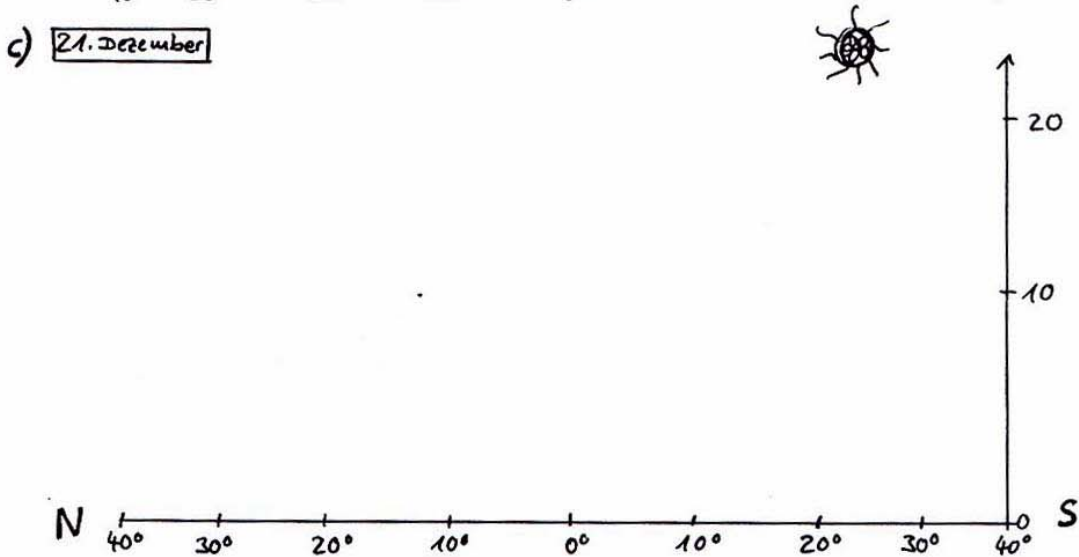
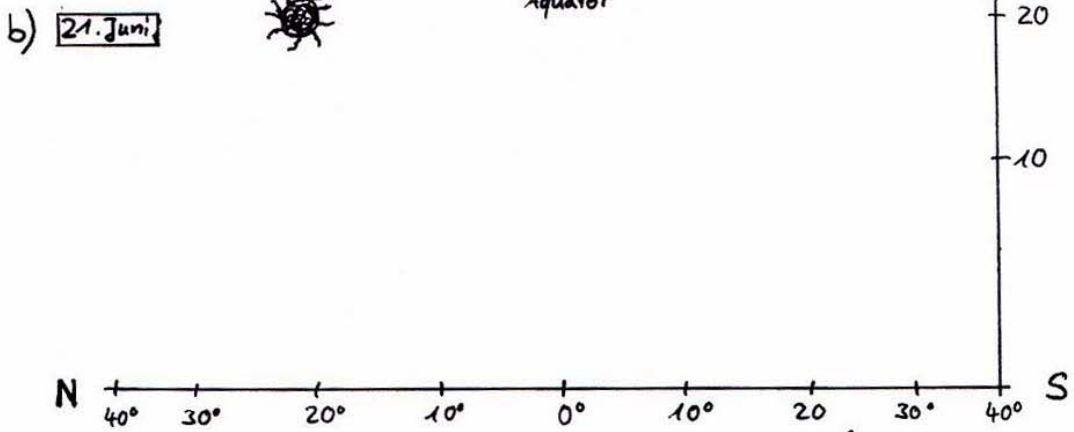
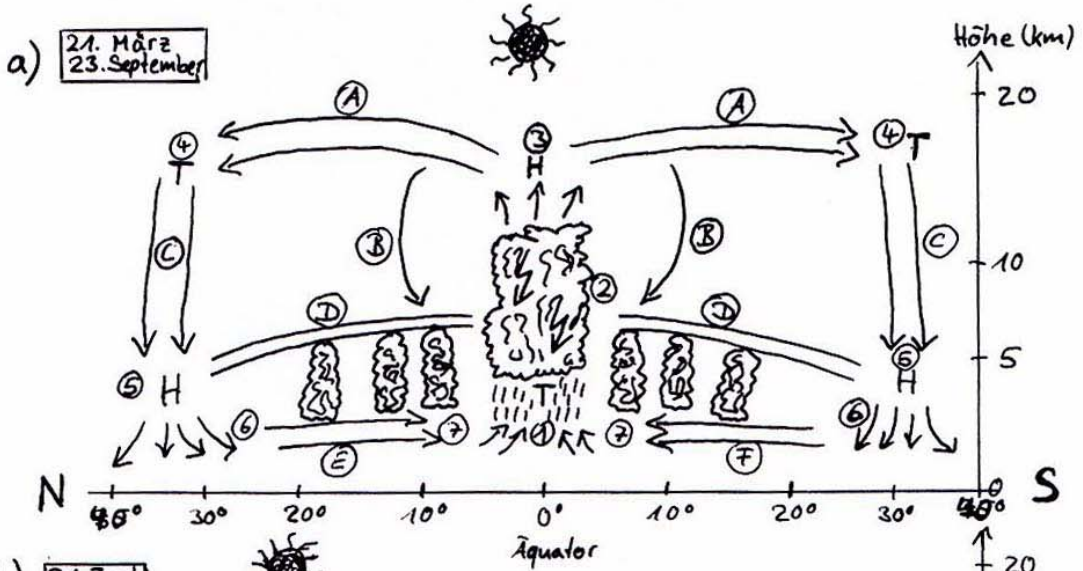
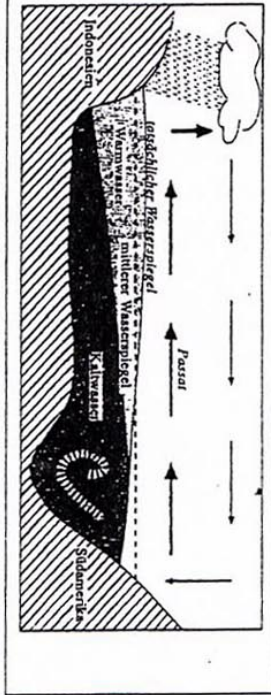


Abbildung 2 a:

Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und Ozean im tropischen Südpazifik (stark vereinfacht und überhöht)  
 Vertikalschnitt entlang des Äquators



Horizontalschnitt

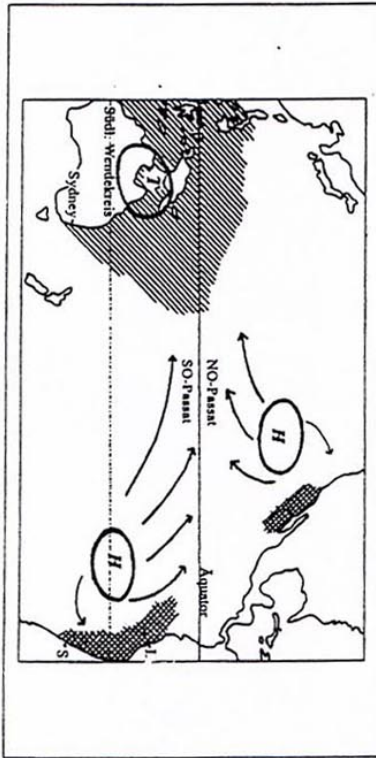
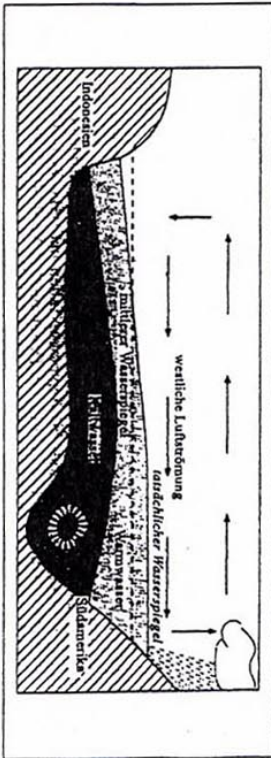
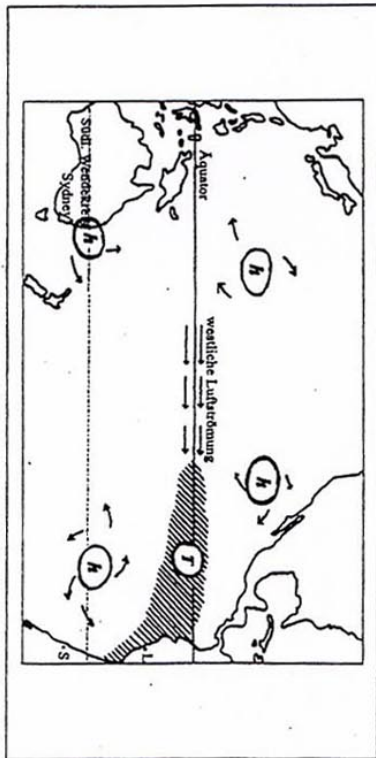


Abbildung 2 b:

Atmosphärische und marine Zirkulationsverhältnisse in einem El Niño-Jahr (stark vereinfacht und überhöht)  
 Vertikalschnitt entlang des Äquators



Horizontalschnitt



Legende zum Horizontalschnitt:

- erhöhte Meeresoberflächentemperaturen
- verminderte Meeresoberflächentemperaturen
- Luftströmung
- schwaches Druckgebiet
- starkes Druckgebiet

**M 32 Evaluation**

**Unterrichtsevaluation**

Zu den neuen Medien (allgemein)

1. Arbeitest Du in der Schule gerne mit Computer?

- Ja
- Nein

2. Mit welchen Medien arbeitest Du am liebsten?

- Arbeitsprogramme (Textverarbeitung, Power Point, ...)
- Internet
- Software (ENSO CD-ROM)
- andere: .....

Zur ENSO CD-ROM

1. Wirkte die Arbeit mit der ENSO-Software auf Dich motivierend im Unterricht?

- Ja
- Nein

2. Hast Du gerne mit der Software gelernt?

- Ja
- Nein

Was waren die Gründe ?

.....

.....

3. In welche Kategorie würdest Du die ENSO-Software einstufen?

- motivierend
- nicht ansprechend
- übersichtlich
- andere: .....

Begründung: .....

.....

4. Waren die Inhalte

- leicht verständlich ?
- schwer verständlich?

(eigener Entwurf)