

Global Change

Beitrag von R. Albert zur Ringvorlesung „Humanökologie“
im WS 2005/06

Themenfelder

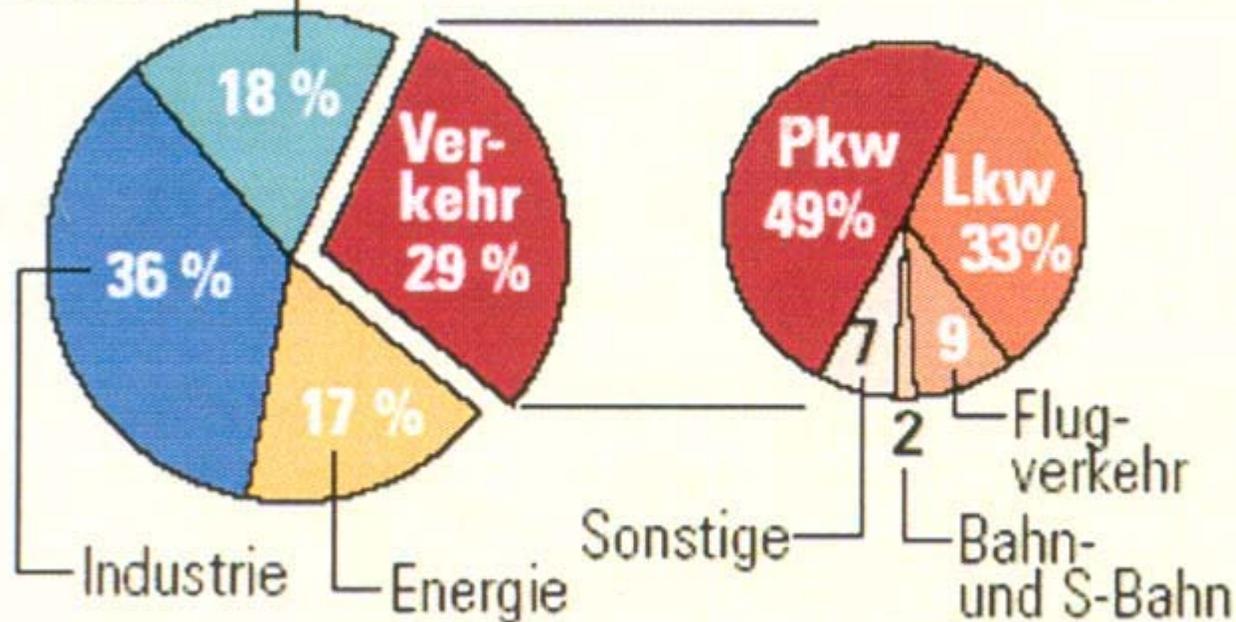
- * **CO₂, Energienutzung und Klimawandel**
- * **Landnutzung („land use practices“)**
- * **Lebensmittelproduktion**
- * **Biodiversität**
- * **Urbanisierung**
- * **Kommunikations- und Informationsgesellschaft**
- * **Soziale Schere - arm:reich**
- * **.....**

(ohne Gewähr auf Vollständigkeit !)

Klimawirksame Gase

Der Verkehr ist für fast 30 Prozent der CO₂-Emissionen in Österreich verantwortlich

Klein-
verbraucher



Quelle: BMLFUW
Grafik: VCO 2002

Abb.5: Anteil verschiedener Sektoren an den CO₂-Emissionen

CO₂ Emissionen pro Kopf (1995)

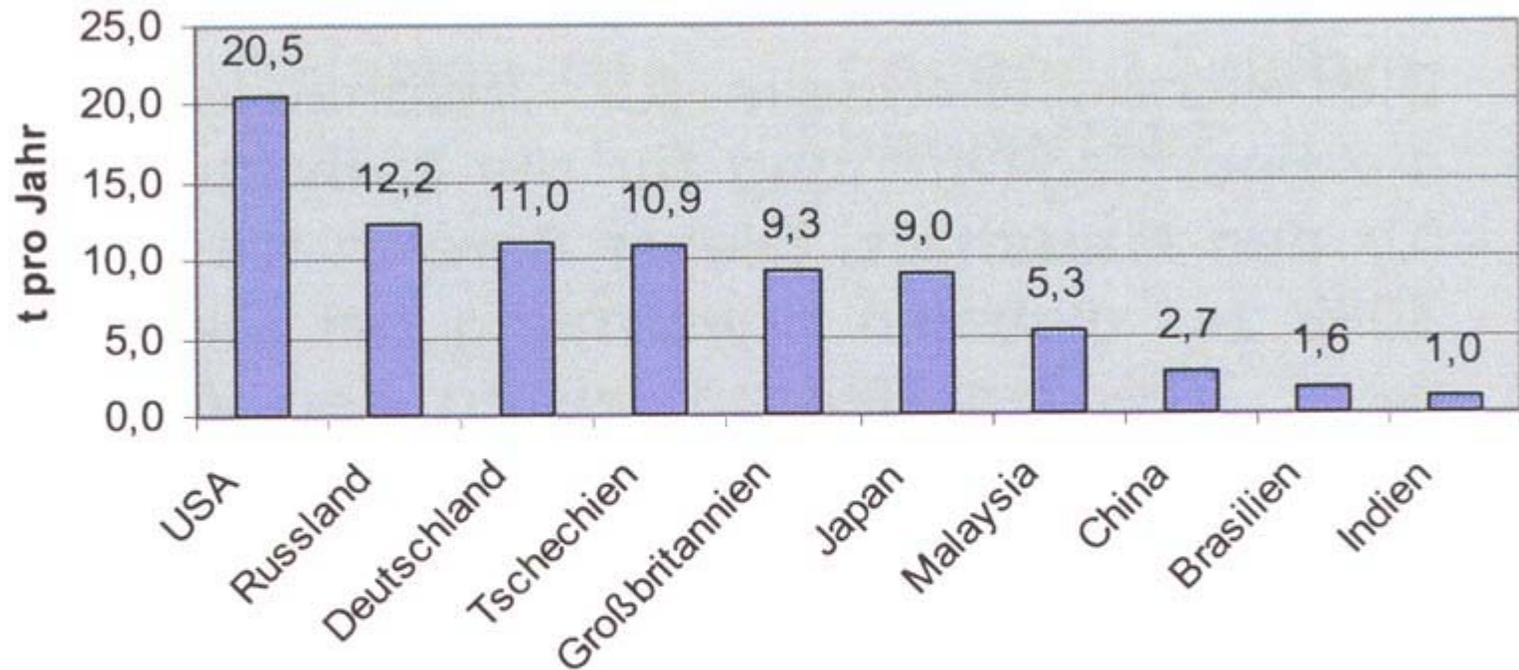
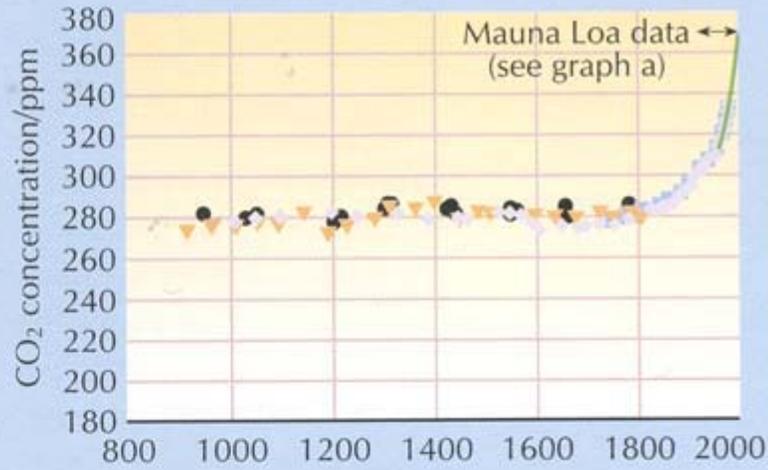


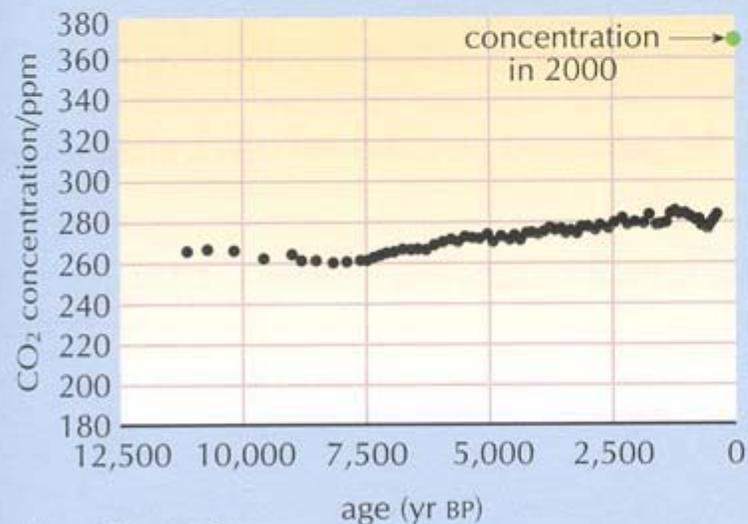
Abb.3: Pro-Kopf-Vergleich der CO₂-Emissionen (in Tonnen CO₂) für ausgewählte Länder (Quelle: UNEP-IUC; Umweltbundesamt)



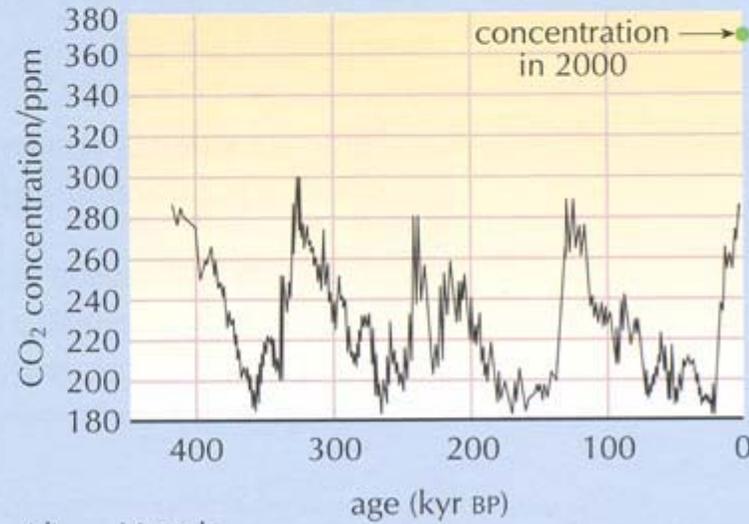
(a) — CO₂ Mauna Loa — CO₂ South Pole



(b) — Mauna Loa — Law Dome — Siple
— Adelie Land — South Pole



(c) Taylor Dome



(d) Vostok

Figure 6.18 Variations in atmospheric carbon dioxide concentrations on four different timescales: (a) from 1958 to 2000 (b) from 800 to 2000 (c) from 12,500 years BP to present day (d) from 400,000 years BP to present day. The rising trend from Mauna Loa, detailed in Figure a, is also shown (in green) in Figure b.
Source: adapted from IPCC, 2001b, Figure 3.2.

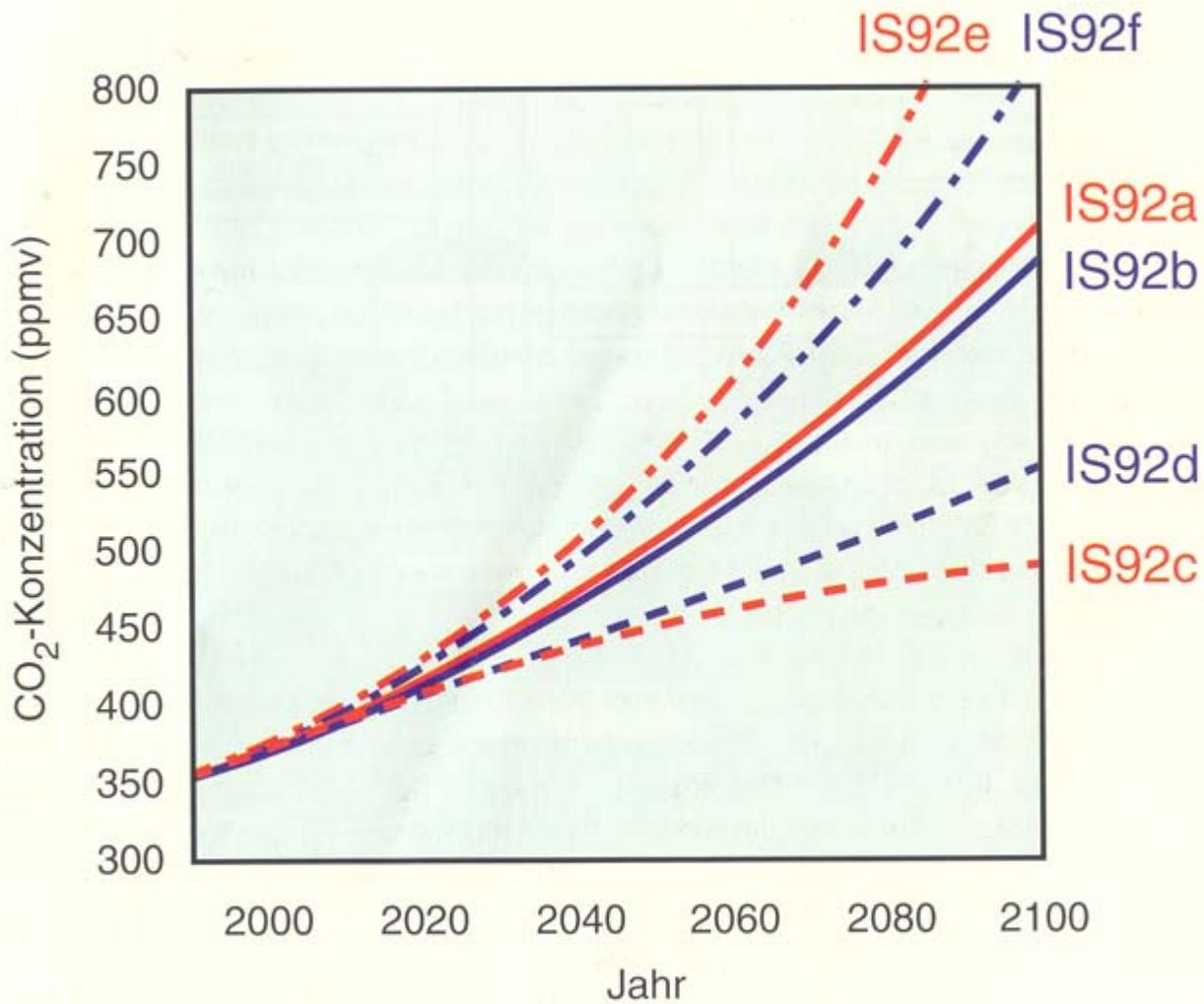


Abb. 5.3: Kohlendioxid-Konzentrationsszenarien (Quelle: MPI/DKRZ)

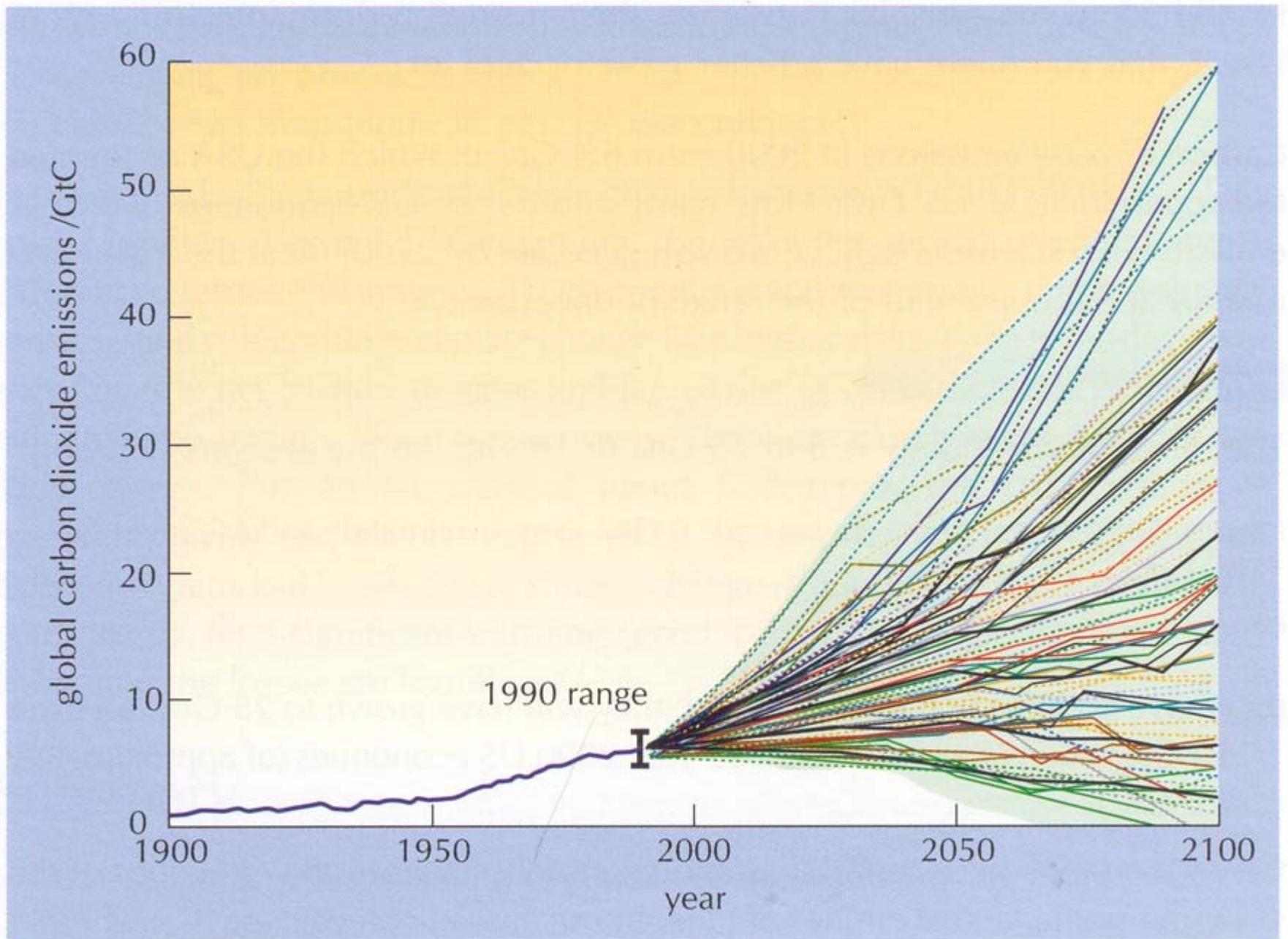
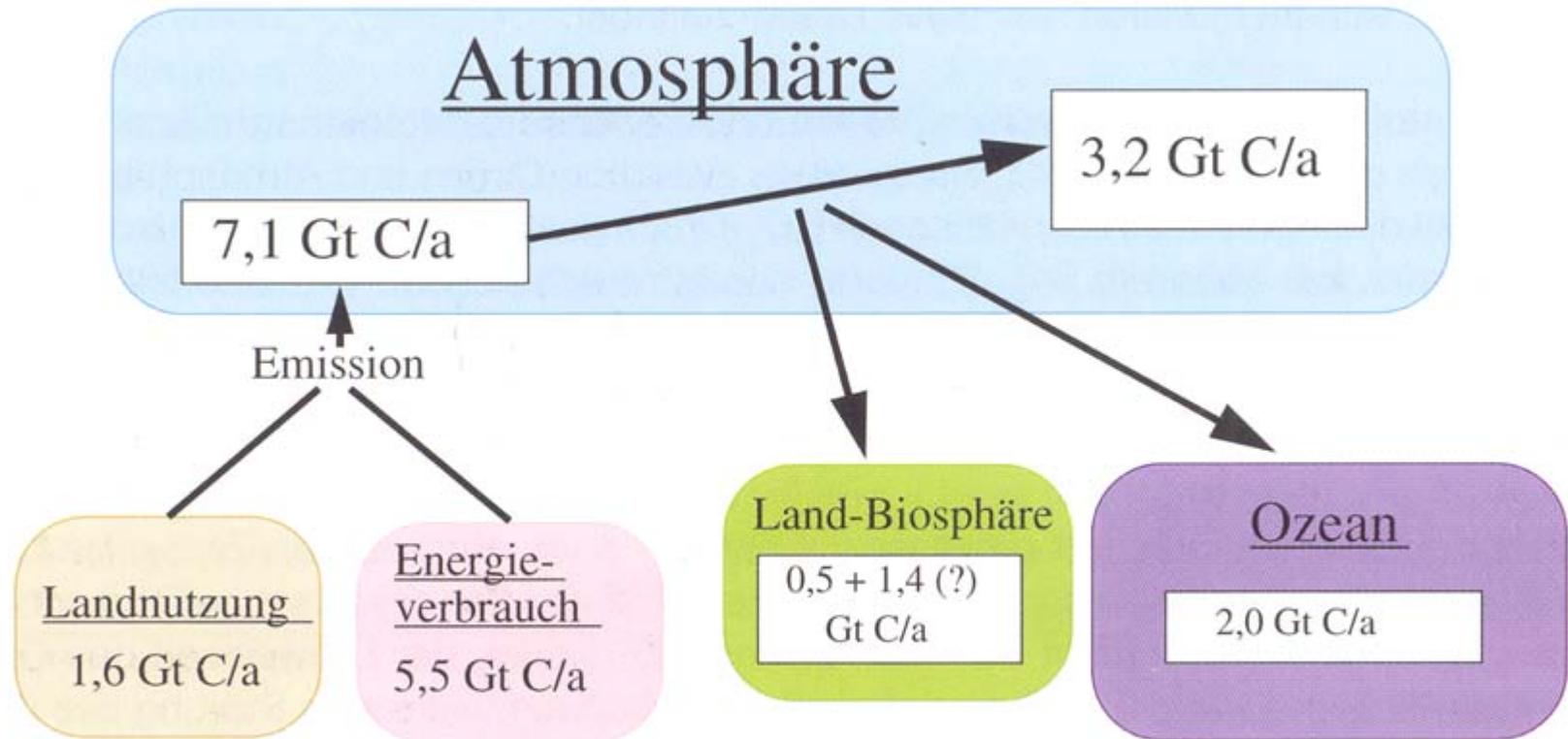


Figure 5.5 Future emissions are uncertain: the range of estimates in the IPCC TAR.

Anthropogene CO₂-Emissionen und ihre Senken 1980-1989



Daten nach Joos/Sarmiento Phys.BI. 1995

Abb. 5.5: Der anthropogene Kohlenstoffkreislauf
(Quelle: MPI/DKRZ)

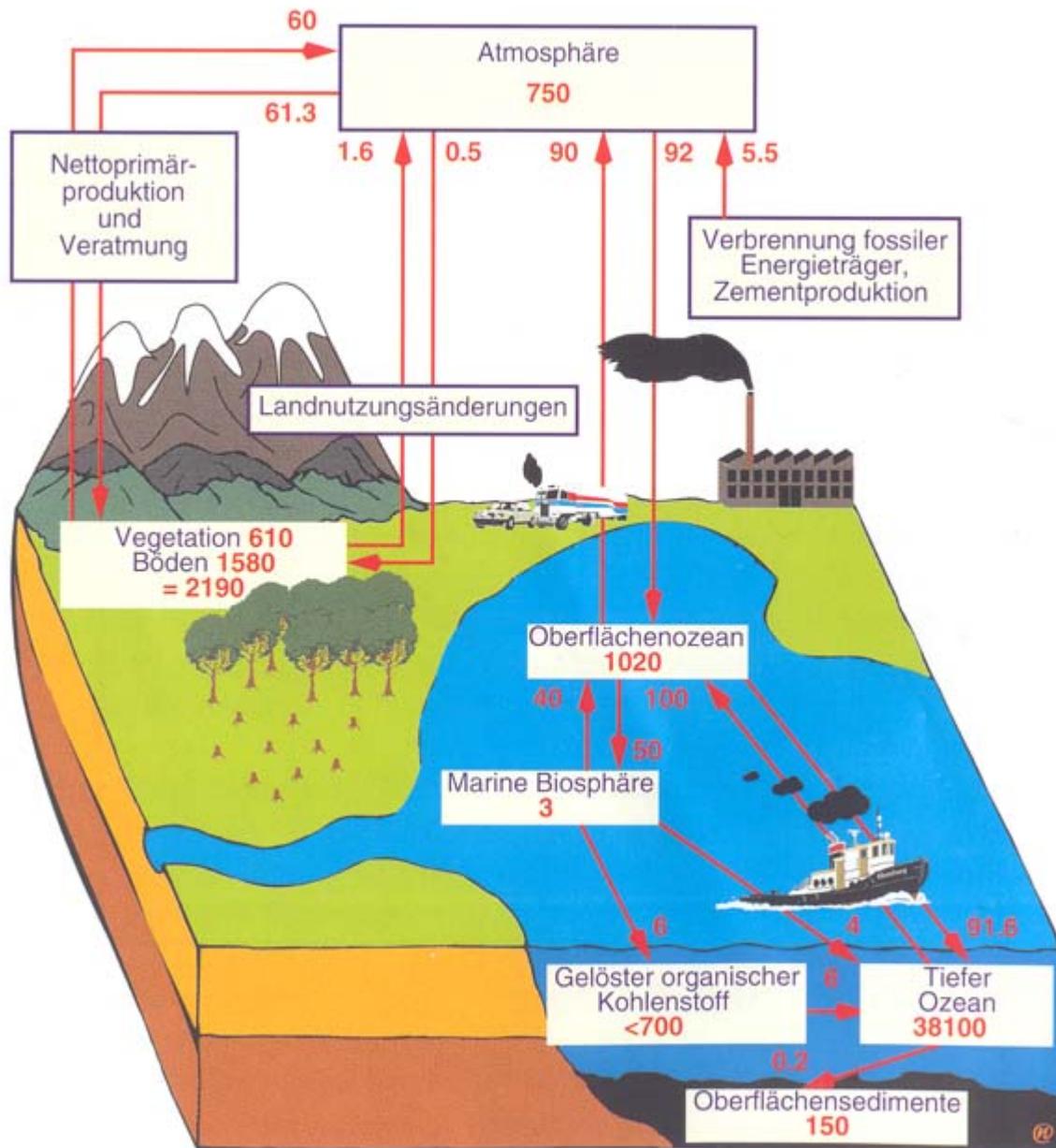
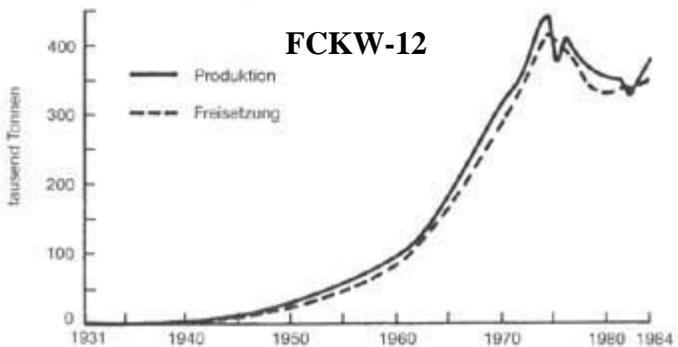
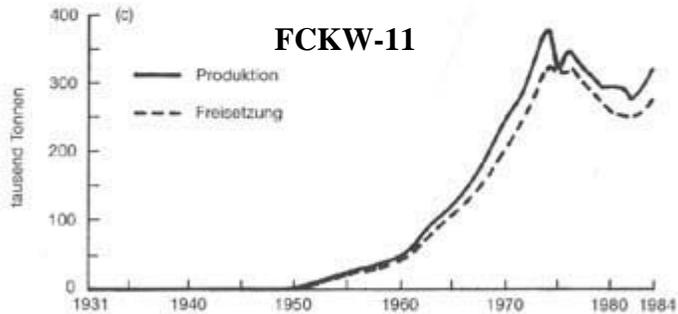
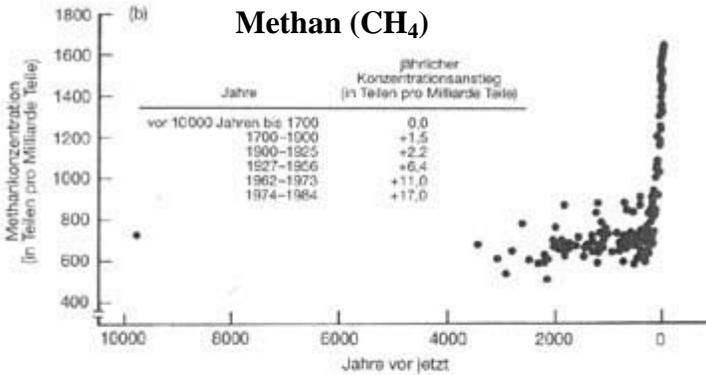
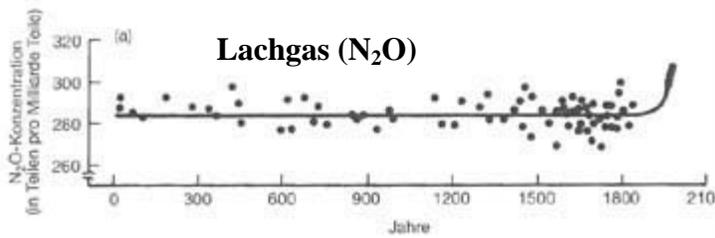


Abb. 5.4: Der Kohlenstoffkreislauf; Werte in Gigatonnen (Quelle: MPI/DKRZ)

Entwicklung der Konzentrationen klimawirksamer Gase in der Atmosphäre



Klimaänderung

(a) die letzten 140 Jahre

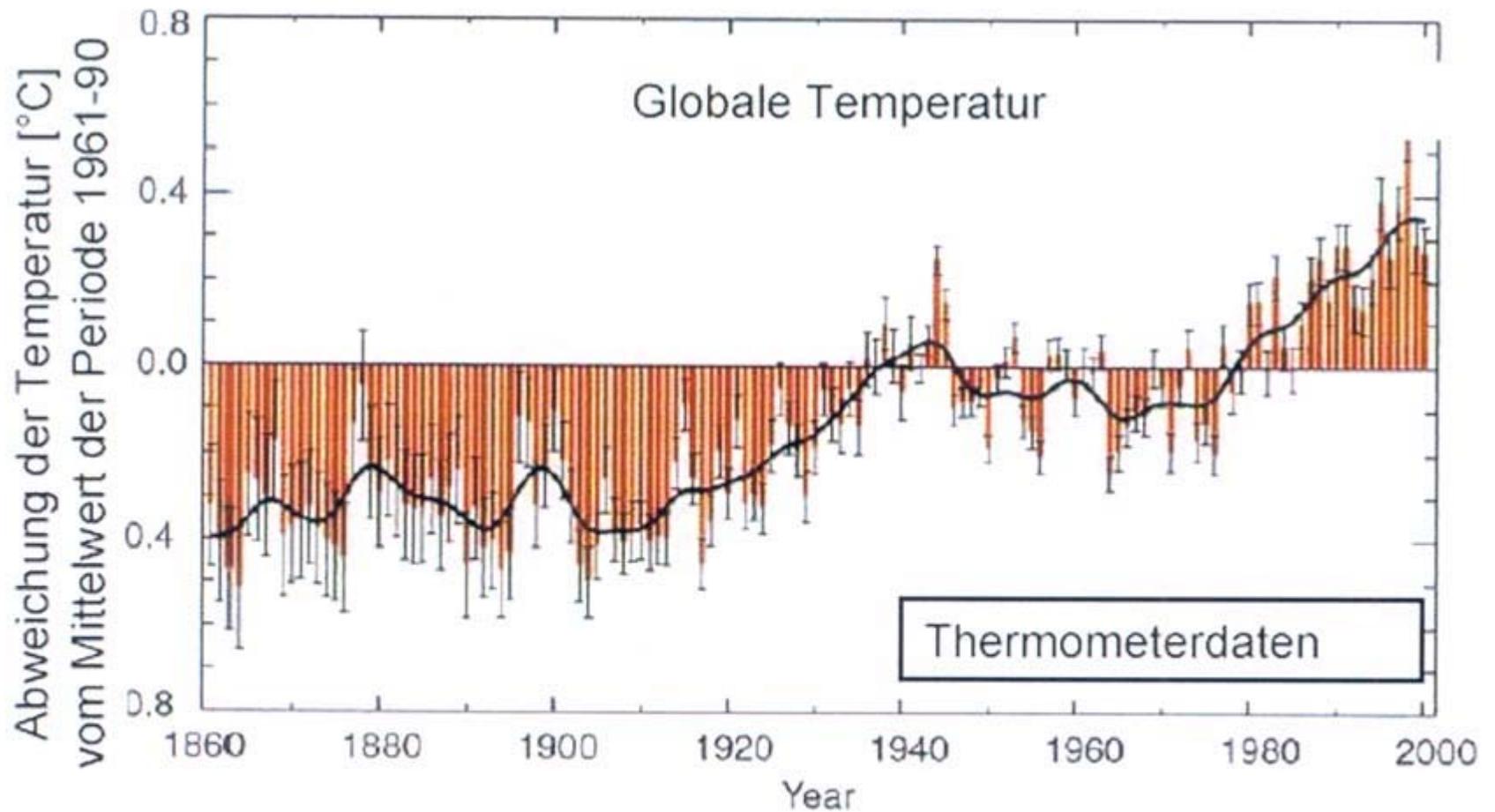


Abb. 4: Die Abweichungen von der Durchschnittstemperatur (nach IPCC)

Quelle (Stand März 2004):

<http://www.ipcc.ch/pub/spm22-01.pdf>, Seiten 2-18

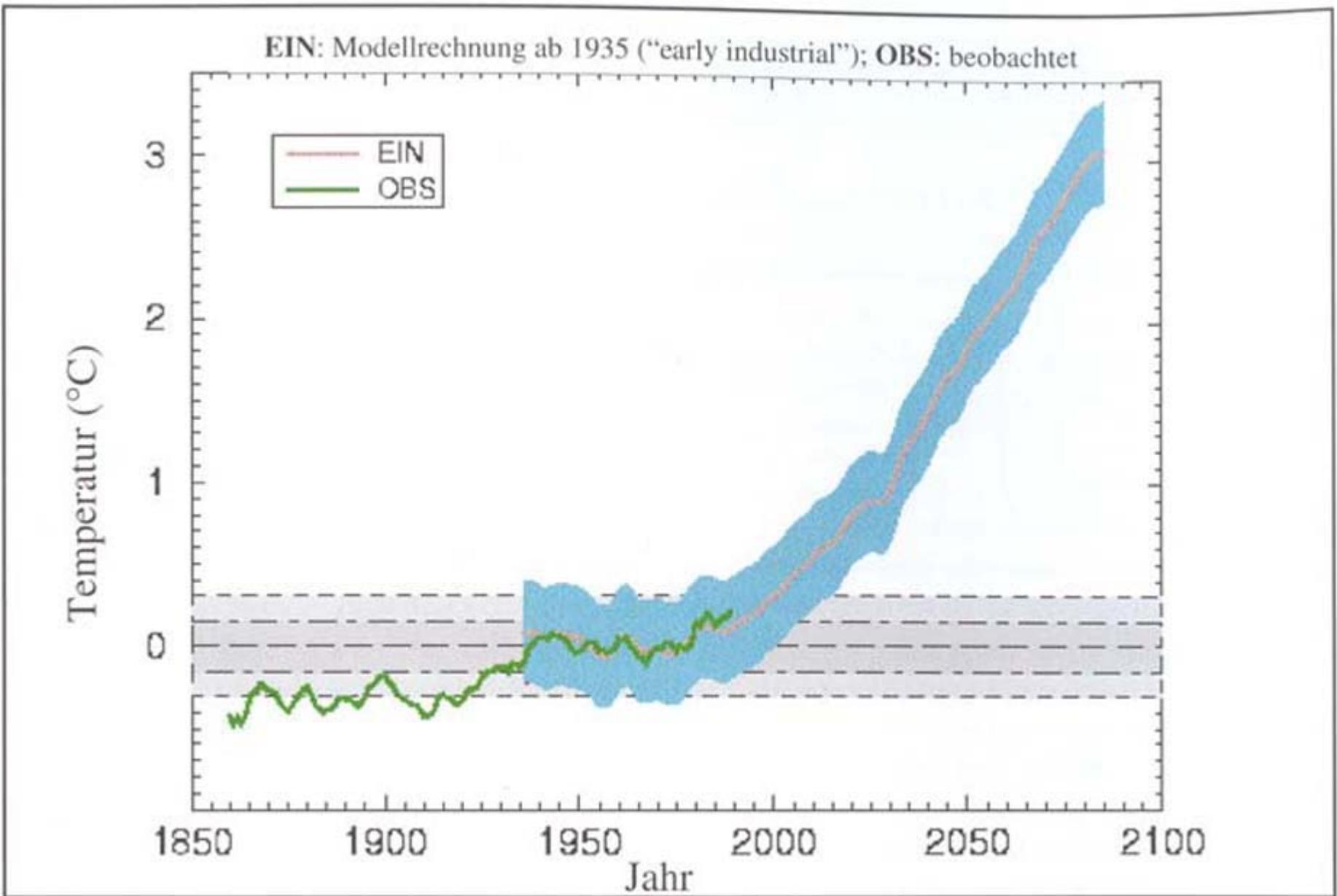


Abb. 3.2: Veränderung der globalen Mitteltemperatur 1935-2085

(Quelle: MPI/DKRZ)

globaler Temperaturanstieg bis 2100

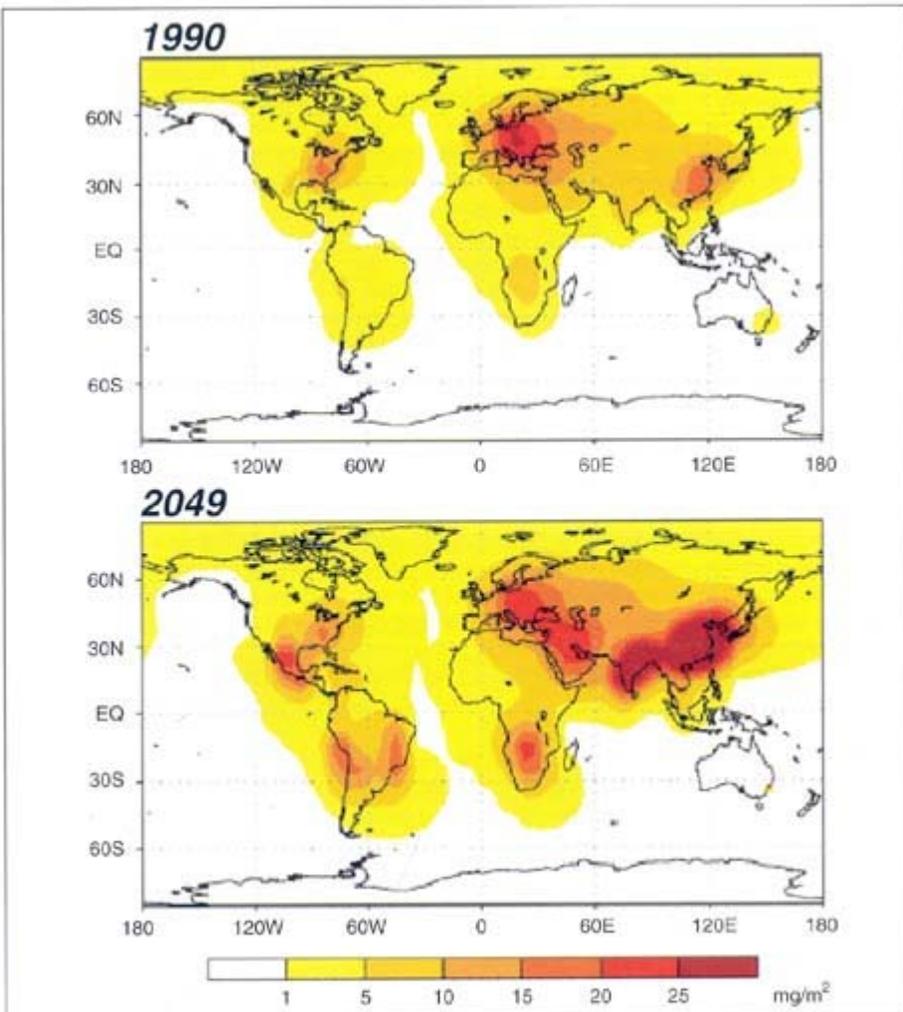
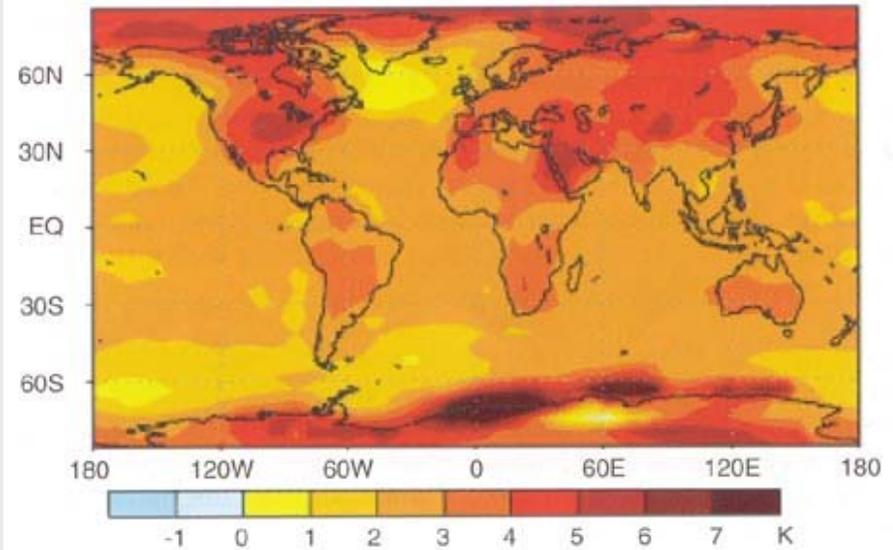
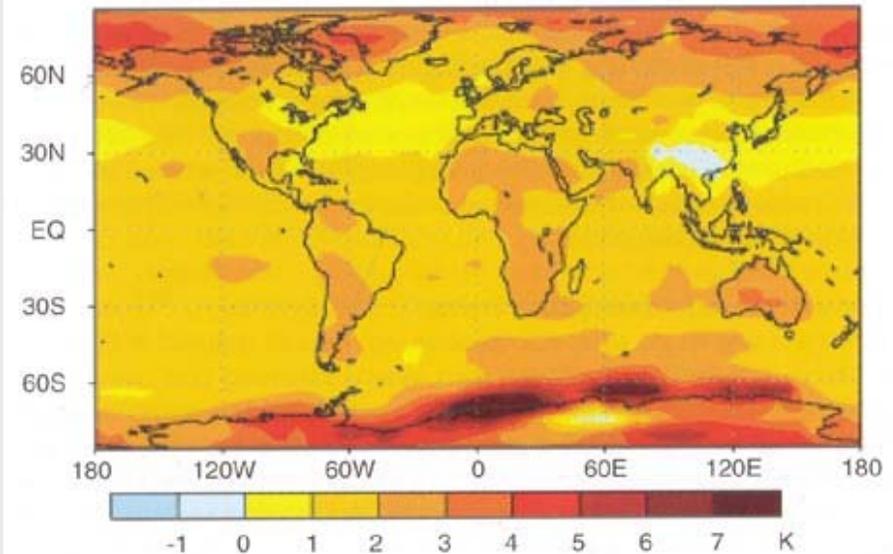


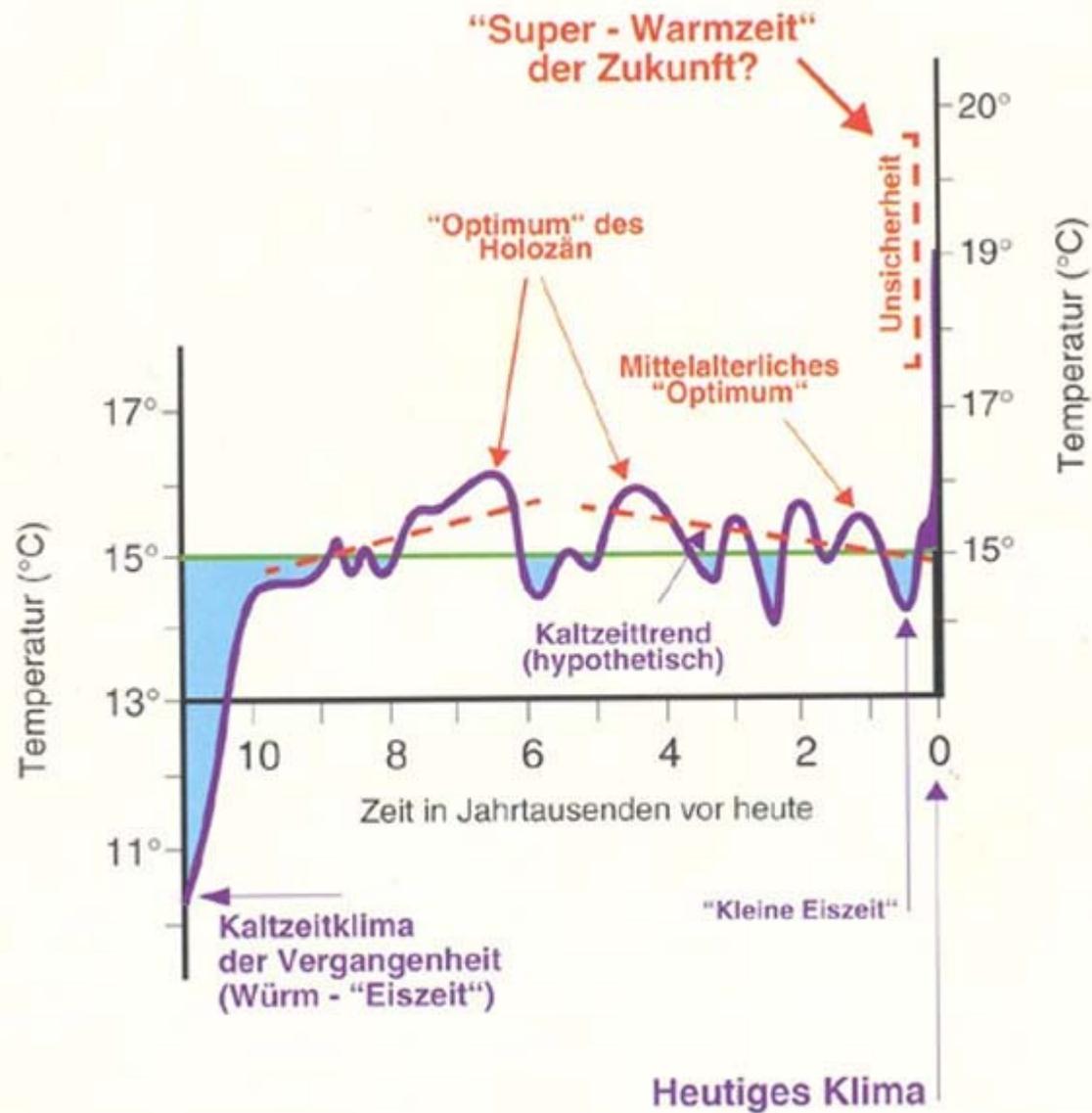
Abb. 3.4: Verbreitung anthropogener Aerosole 1990 und 2049
(Quelle: MPI/DKRZ)

nur CO_2



CO_2 + Aerosole





(nach: Christian Schönwiese, Klimaänderungen, 1995)

Abb. 1.5: Temperaturveränderungen in den letzten 11000 Jahren

Tabelle 2.1: Klimaschwankungen und ihre natürlichen Ursachen

Klimaschwankungen	Ursachen	Zeitskalen
Wechsel von Warm- und Kaltzeiten	Änderungen der Erdbahnparameter	Zyklen von über 100 000 Jahren
extreme Temperaturwechsel am Ende der letzten Kaltzeit	plötzliche Änderungen in der ozeanischen Zirkulation (z.B. Golfstrom)	Jahrzehnte
wärmere und kältere Perioden in der Nacheiszeit	- Solaraktivitäten des Gleissberg-Zyklus - Variabilität der ozeanischen Zirkulation über längere Perioden	mehrere Jahrzehnte bis Jahrhunderte
kurzfristige Temperaturschwankungen	Solaraktivität des Schwalbe-Zyklus	11 Jahre
kurzfristige Temperaturerhöhung	El-Niño-Ereignisse	wenige Jahre
kurzfristige Temperaturerniedrigung	Vulkanausbrüche, La-Niña-Ereignisse	wenige Jahre

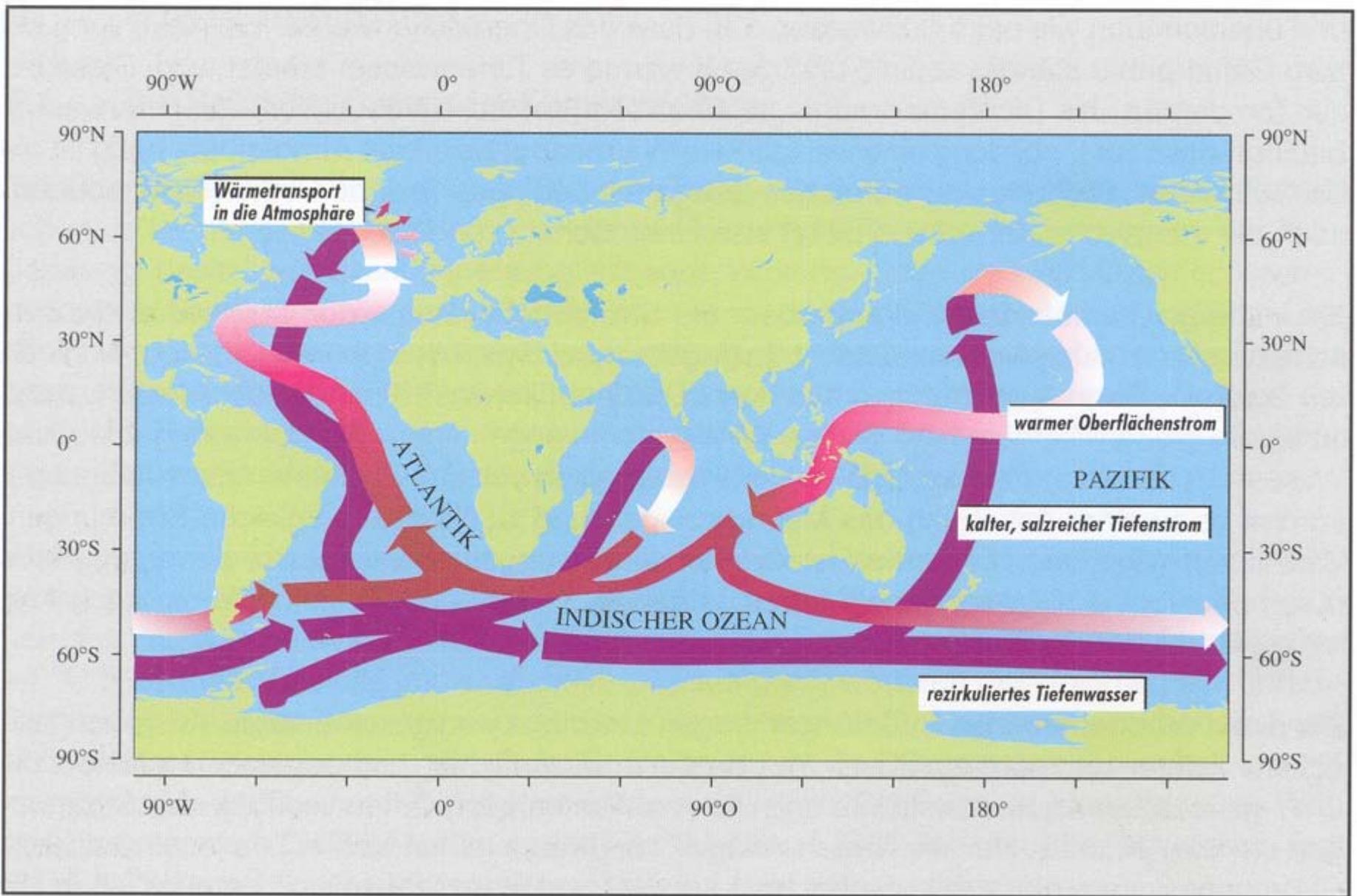


Abb. 6.1: Das große marine Förderband

(Quelle: MPI/DKRZ, nach BROECKER)

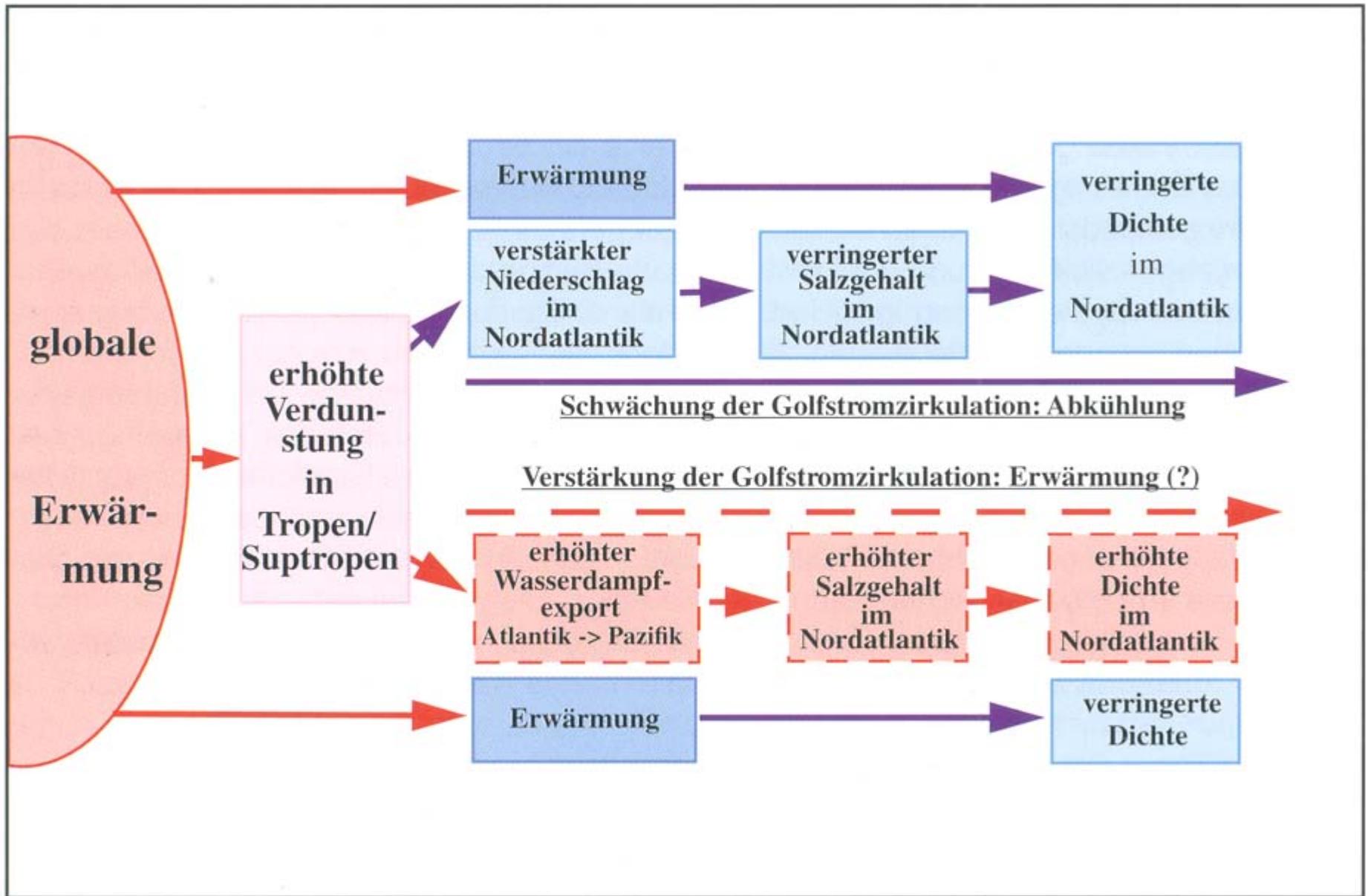


Abb. 6.4: Treibhauseffekt und thermohaline Zirkulation (Quelle: MPI/DKRZ)

Meeresoberflächenanomalien Dez. 1997

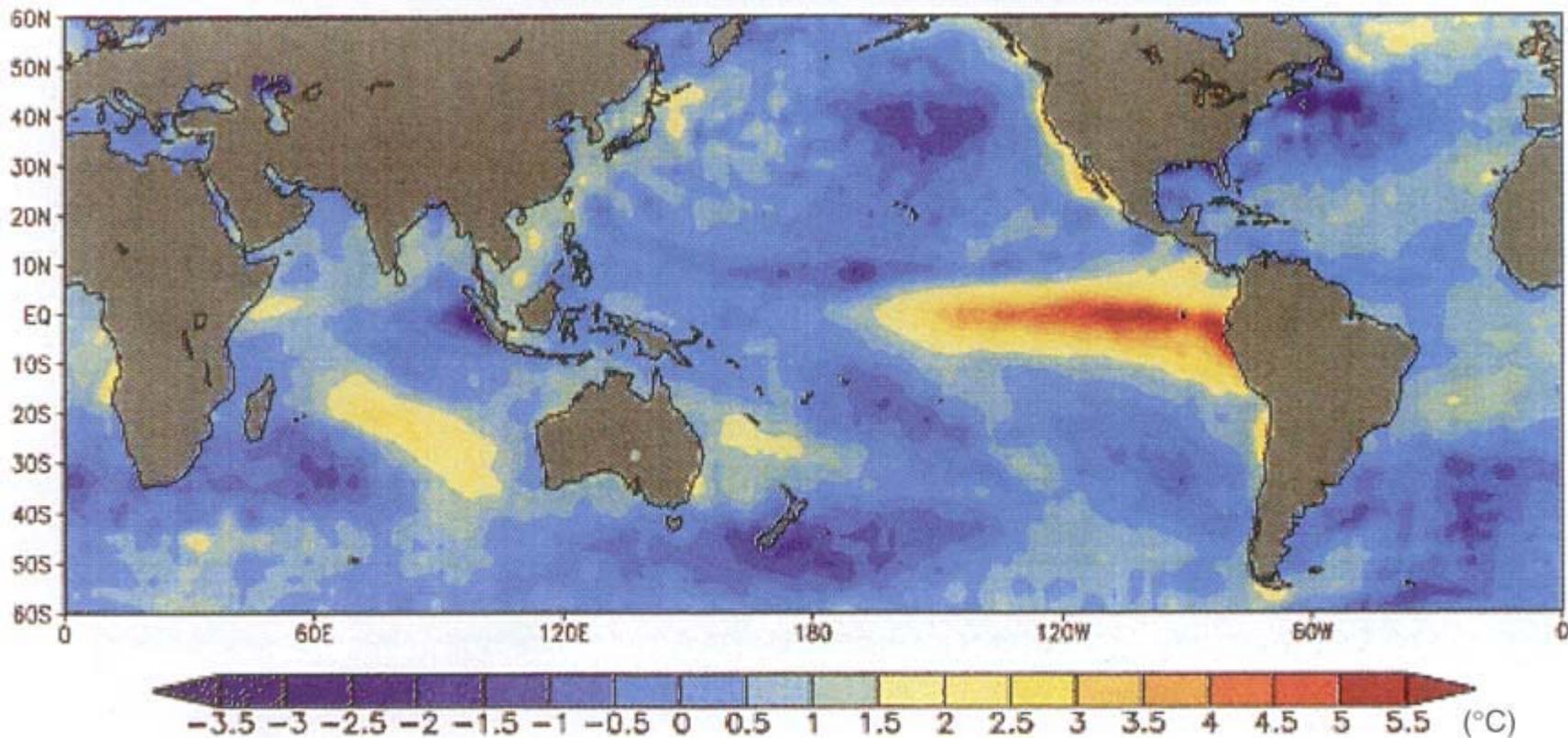


Abb. 6.5: Anomalie der Meeresoberflächentemperatur während des El Niño 1997/98

(Quelle: MPI/DKRZ)

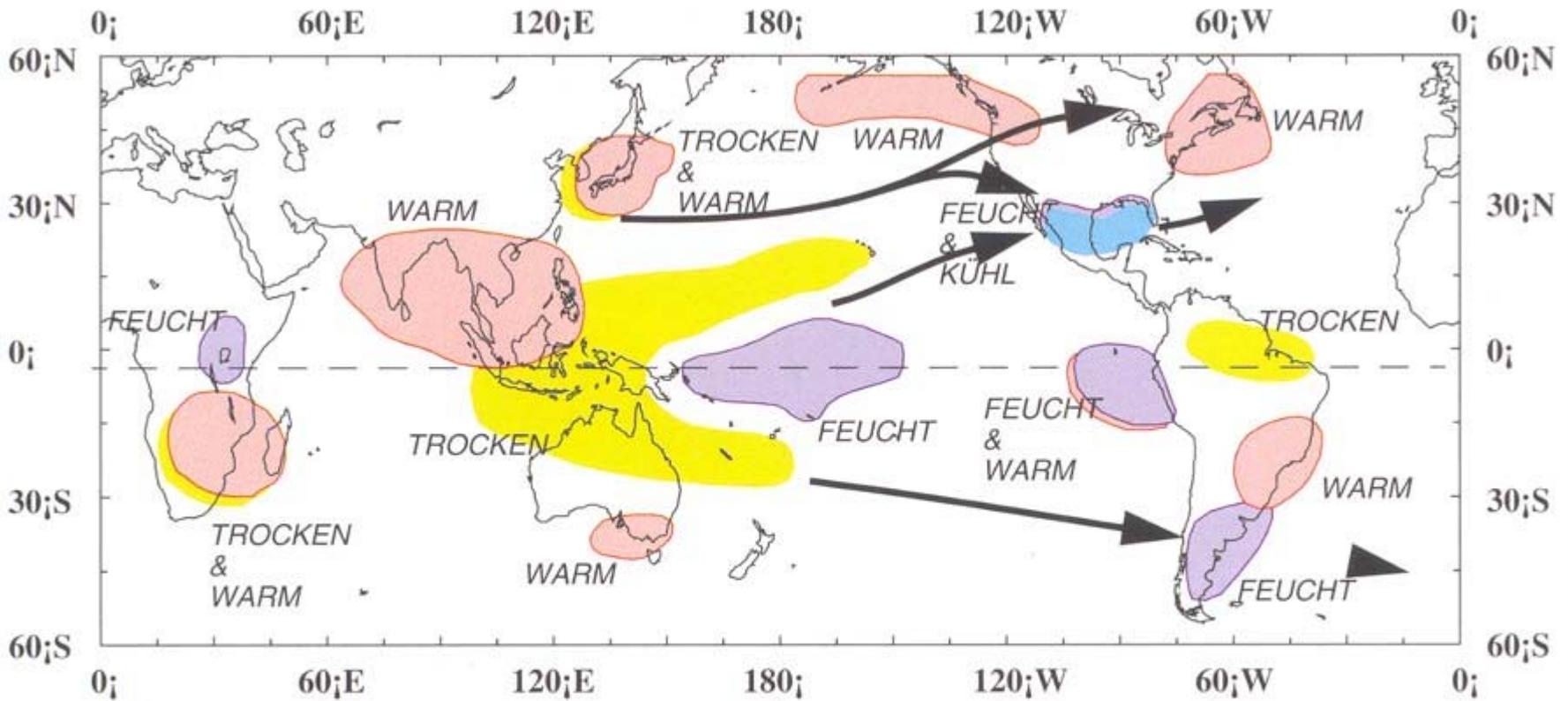


Abb. 6.6: El-Niño-Folgen im Nord-Winter

(Quelle: MPI/DKRZ)

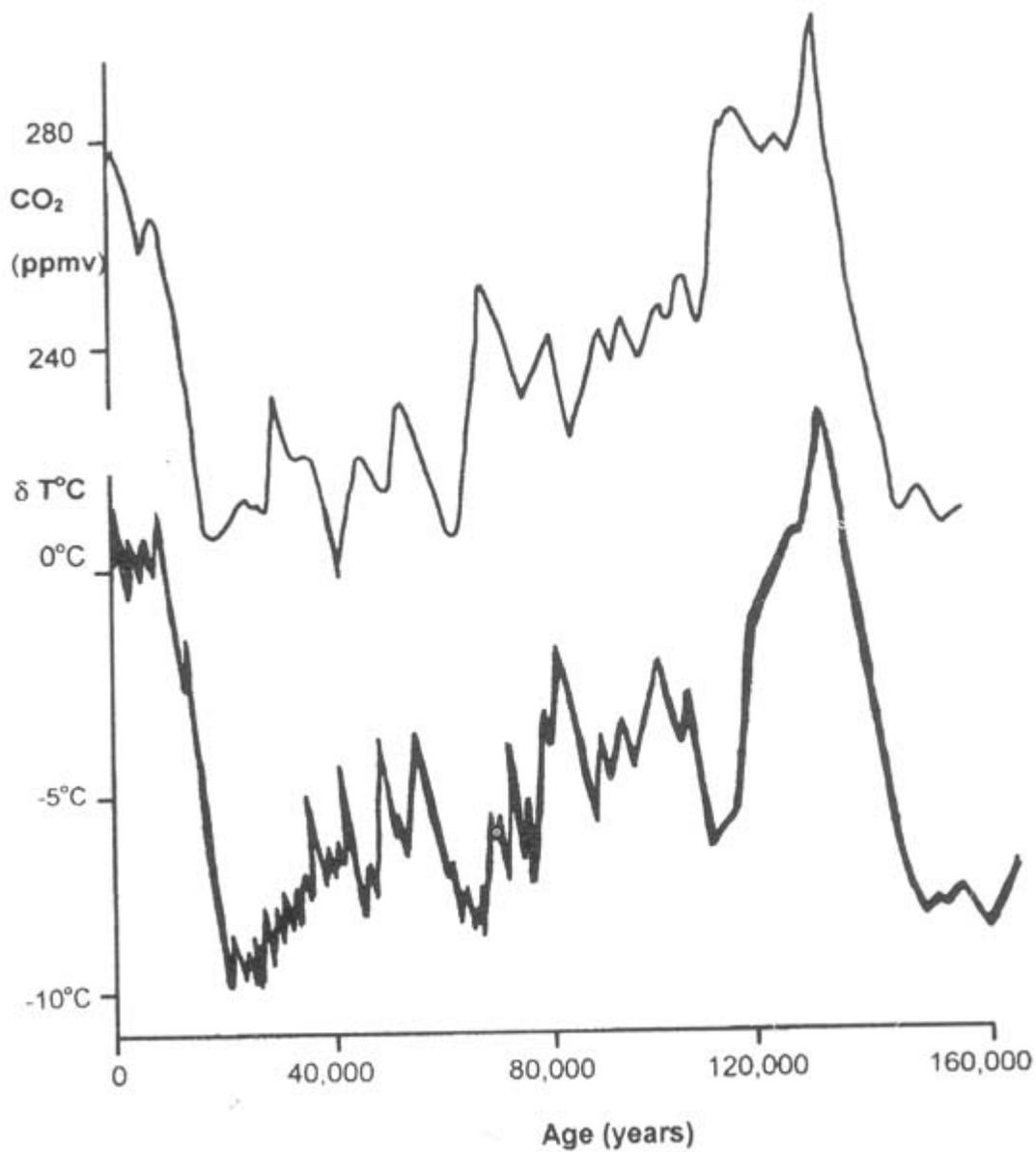
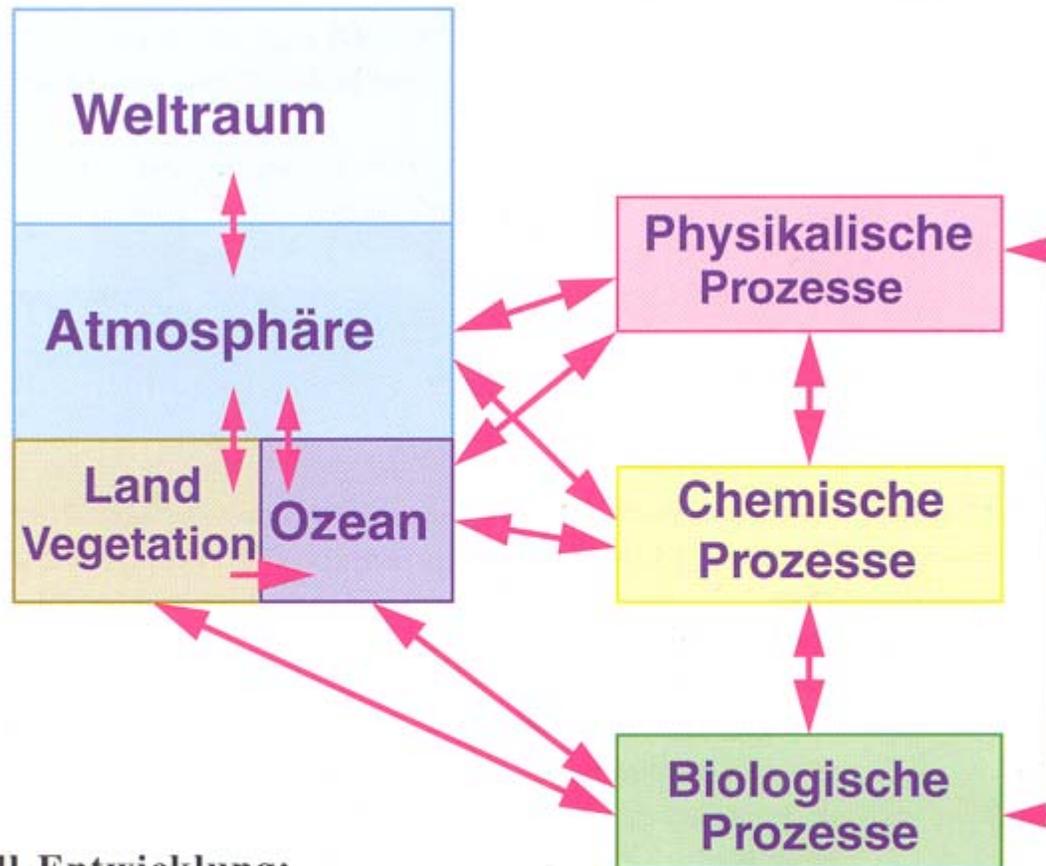


Figure 3.3 Atmospheric carbon dioxide (top) and temperature change (bottom) as inferred from the Vostok (Antarctica) ice core over the past 160 000 years to the last interglacial. The temperature change ($\delta^{\circ}T$) here is the temperature relating to the Antarctic ocean water evaporating and then condensing as snow

Das Klimasystem



Modell-Entwicklung:

vor 1960: Deskriptive Methoden

1960-1980: Entwicklung mathematischer Atmosphärenmodelle

1980-1990: Entwicklung von Atmosphäre-Ozean-Kopplungsmodellen

seit 1990: Entwicklung komplexer Modelle des ganzen Klimasystems

Abb. 7.2: Das Klimasystem im Modell

(Quelle: MPI/DKRZ)

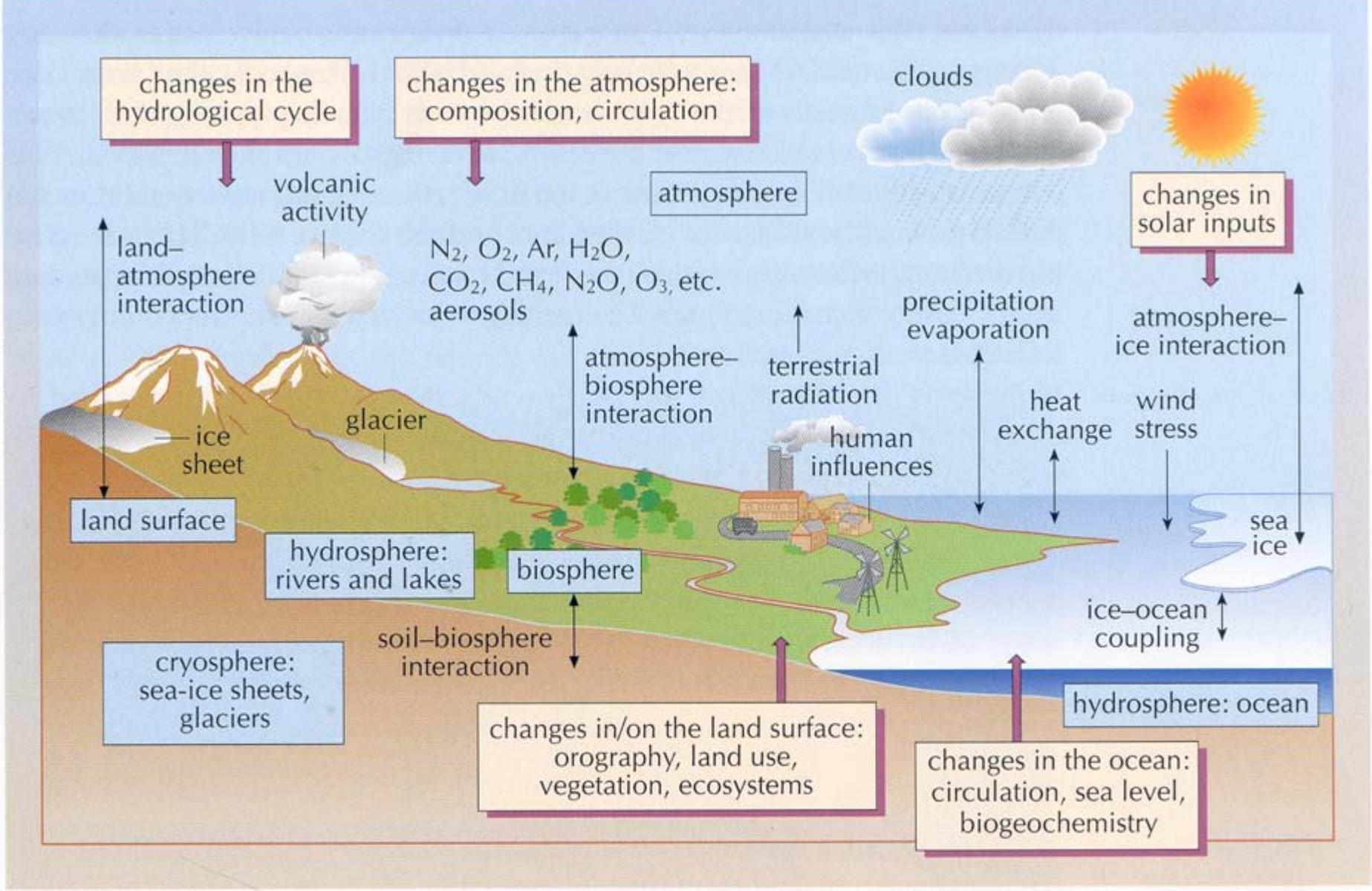


Figure 6.13 Schematic diagram of the global climate system illustrating the five realms of the Earth system (in blue boxes) and some of the interactions between them. Components and processes likely to contribute to change are in pale yellow boxes.

Source: adapted from IPCC, 2001b, Figure 1.1.

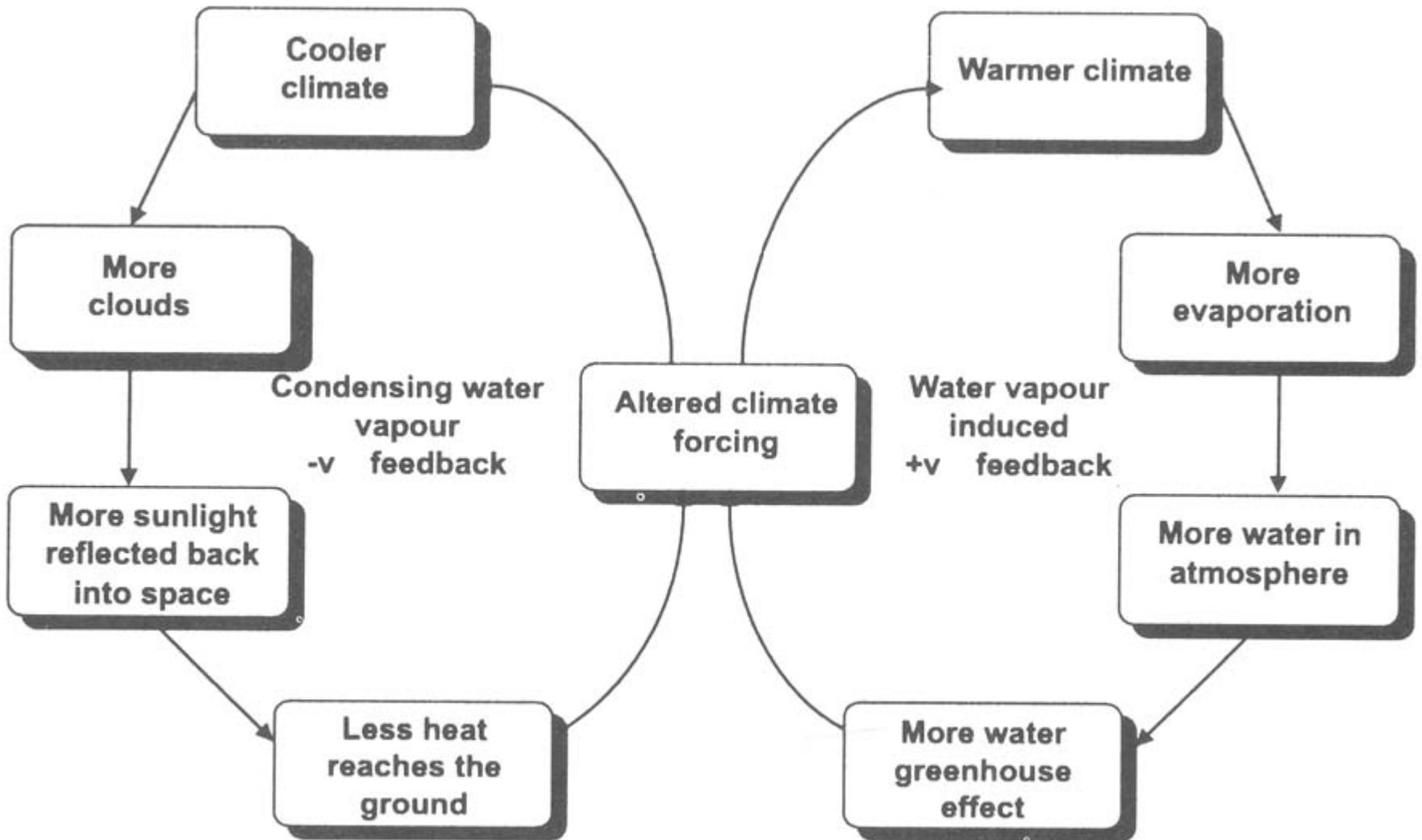
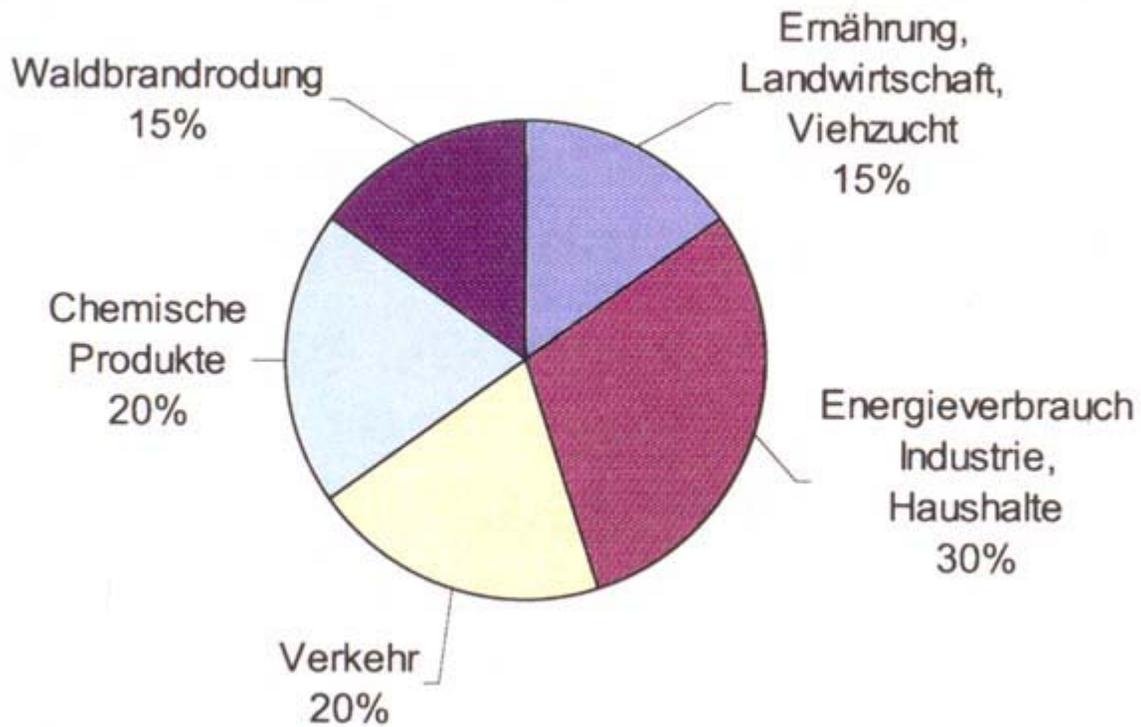


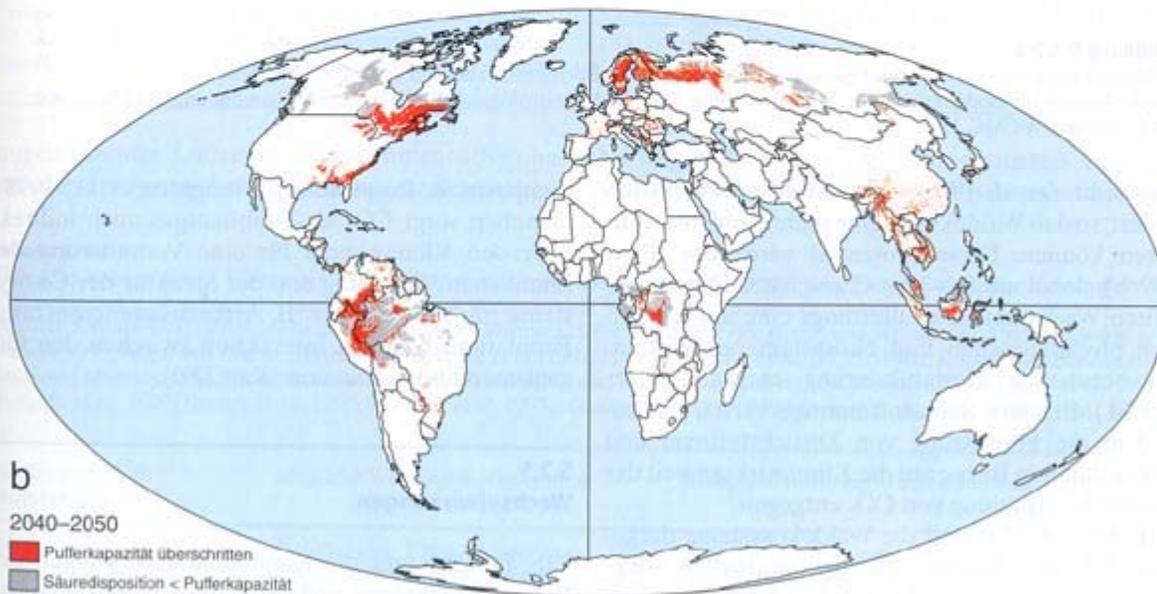
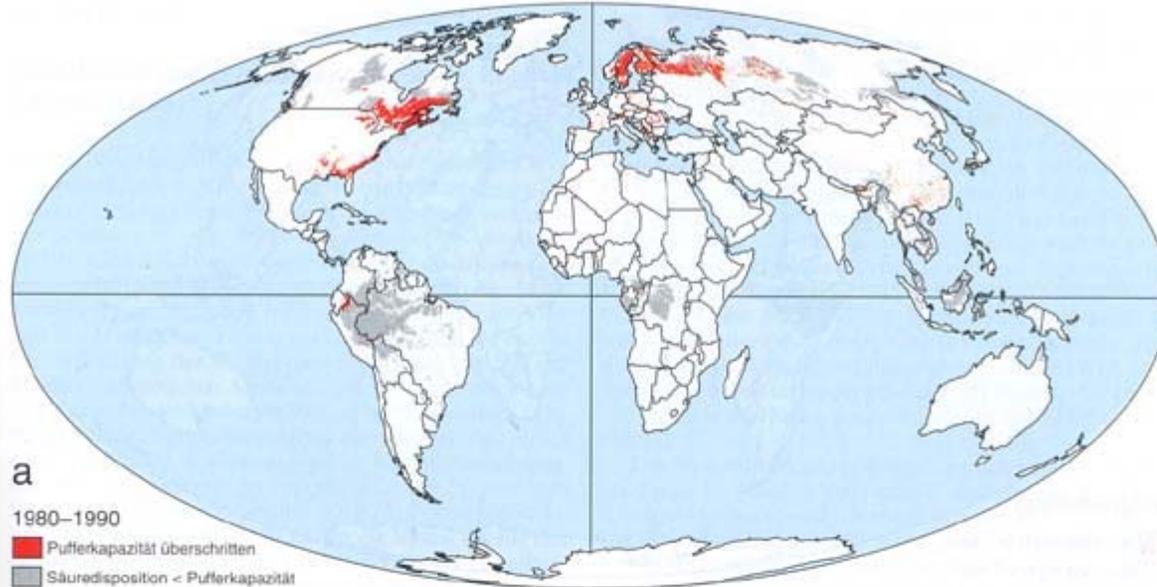
Figure 4.3 Examples of +v (positive) and -v (negative) feedback cycles in determining climate forcing

Beitrag zur Globalen Erwärmung



.... Weitere Änderungen

Gewässer



Abbildungen D 5.2-5

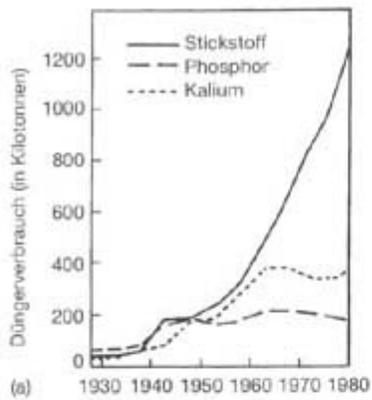
Überschreitung der Pufferkapazität von versauerten bzw. versauerungssensitiven Böden unter Waldökosystemen.

a Abschätzung für 1980–1990, **b** Abschätzung für 2040–2050.

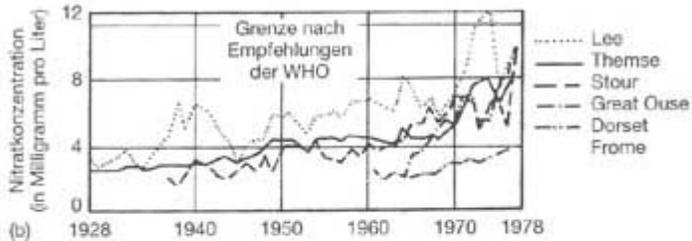
Quellen: Institut für Bodenkunde und Waldernährung, MPI für Meteorologie und WBGU unter Verwendung der Daten von IPCC, 1992; FAO, 1995 und WCMC, 1997

Nitrate in Oberflächen- und Grundwässern von Grossbritannien:

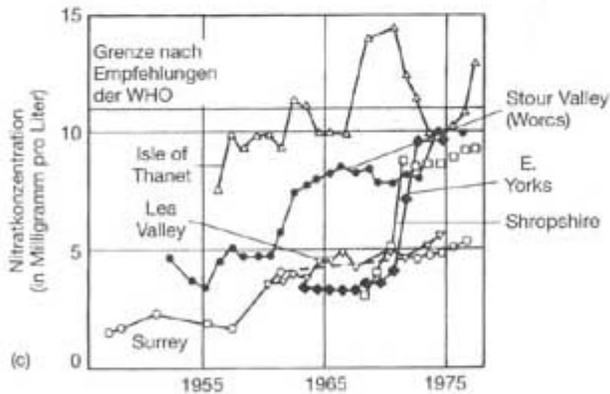
a) Verläufe des jährlichen Verbrauchs von Düngern von 1928 - 1980.



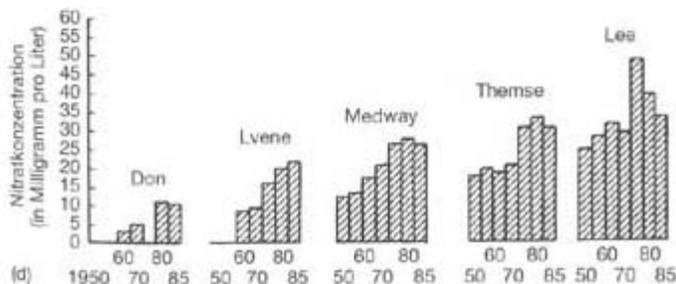
b) Verläufe der mittleren jährl. Nitratkonz. in 5 Flüssen.



c) Nitratkonz. in im Wasser ausgewählter Versorgungsbrunnen aus Wasseradern in Kreide oder triassischem Sandstein.



d) Veränderungen der Nitratkonz. in 5 britischen Flüssen. Die einzelnen Säulen stellen Fünfjahresmittelwerte dar.



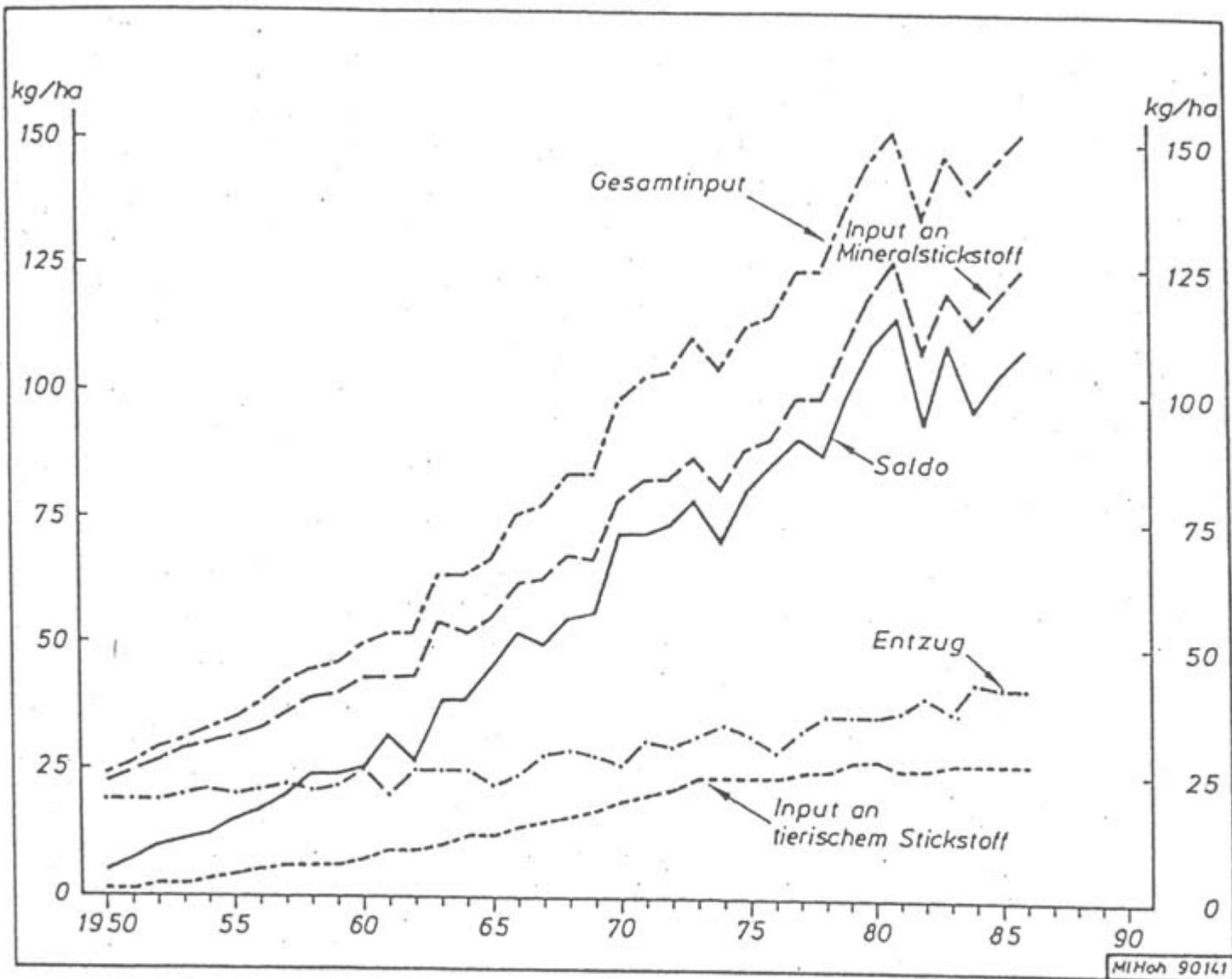
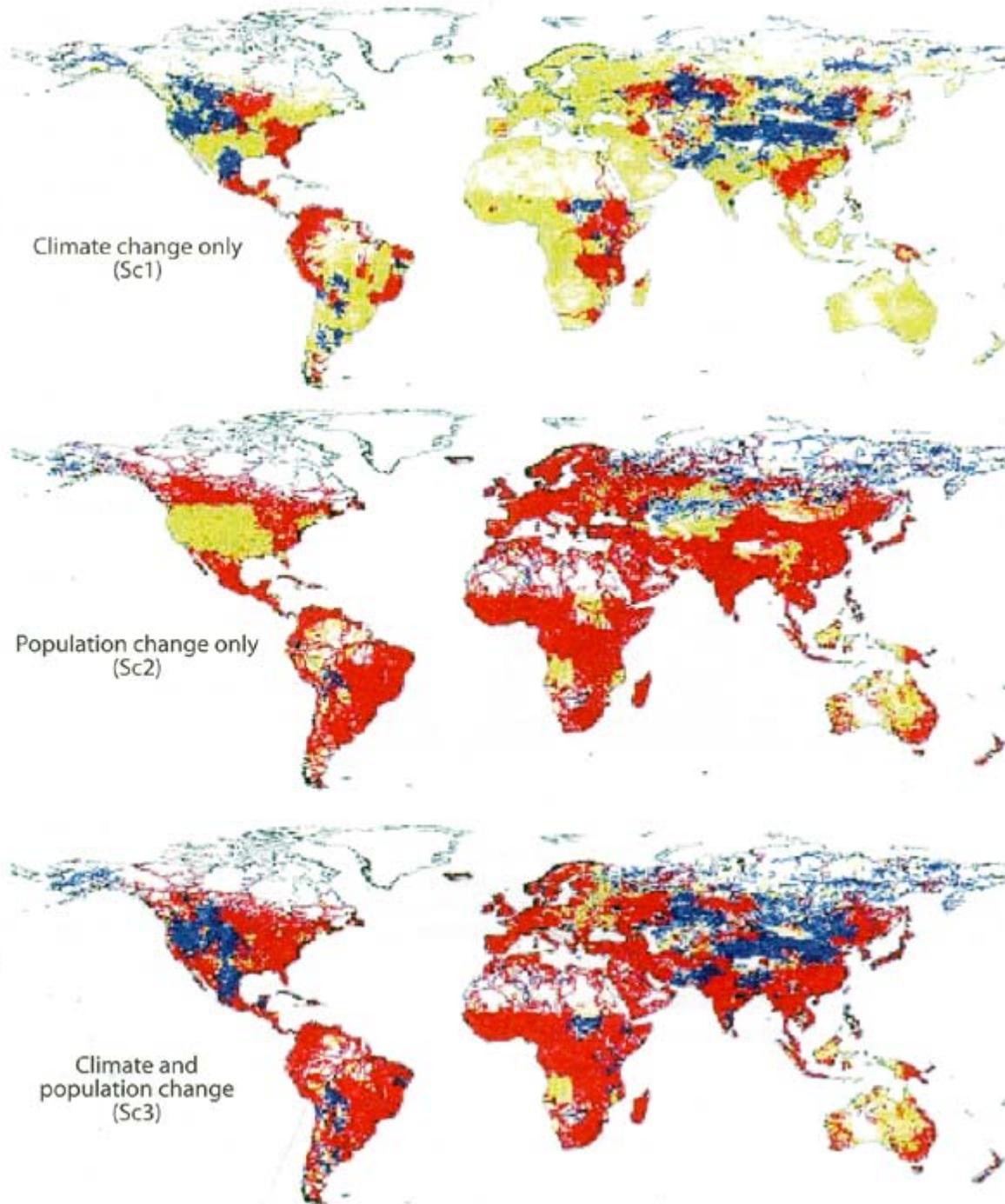


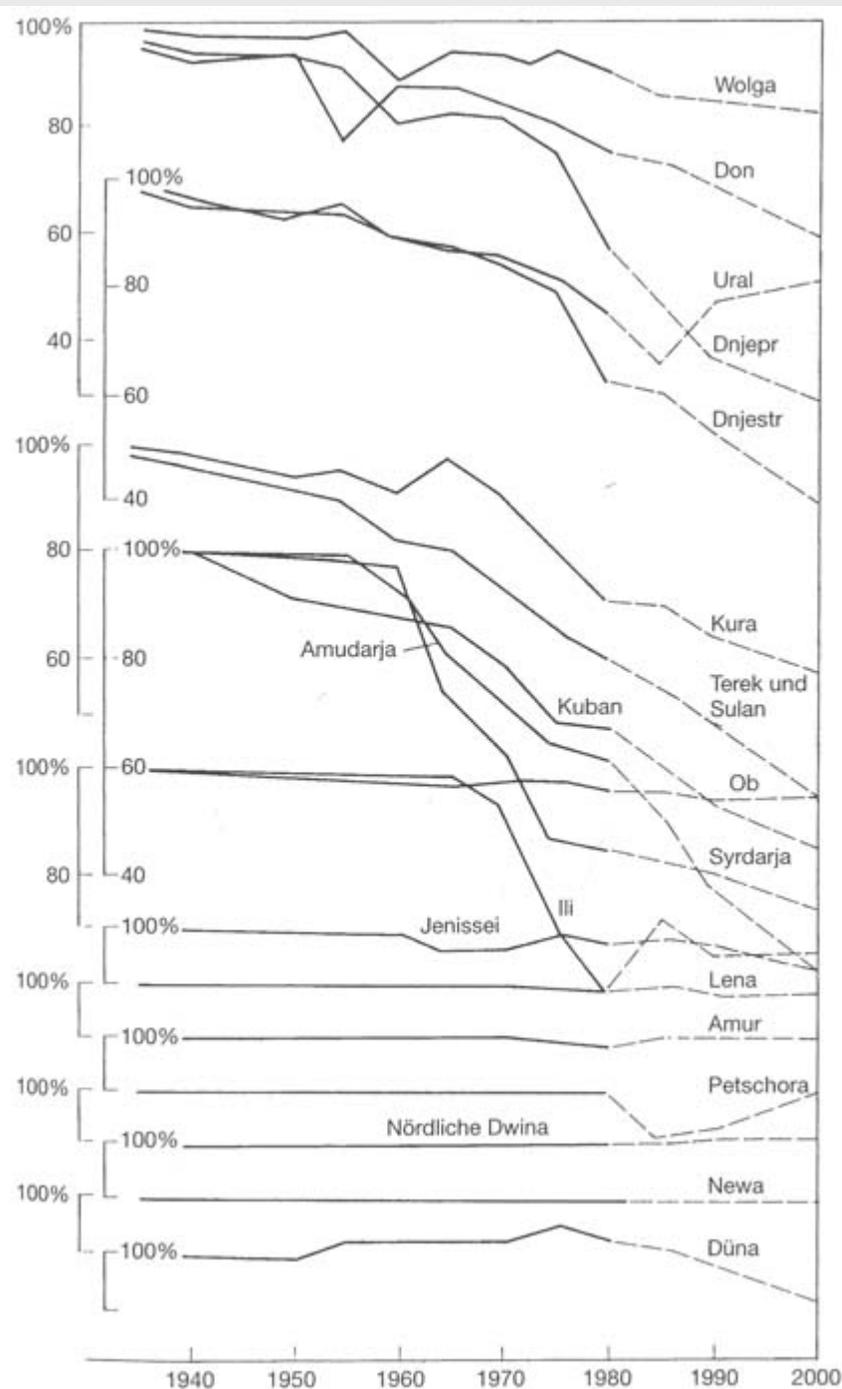
Abb. 9.1.: Stickstoffbilanz für die landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Bundesrepublik Deutschland (1950-1986) (nach KÖSTER et al., 1988; In: NICKLIS, 1991)

Fig. 5.22.

Maps of the change in water reuse index (defined as the quotient of the combination of domestic, industrial and agricultural sectors water demand to the mean annual surface and subsurface runoff accumulated as river discharge) as predicted by the CGCM1/WBM model with climate change alone (*Scenario 1*), population and economic development only (*Scenario 2*), and the effects of all drivers of change (*Scenario 3*) (Vörösmarty et al. 2000). Changes relative to contemporary conditions are shown and a threshold of $\pm 20\%$ is used to highlight areas of substantial change



Veränderungen des jährlichen Wassertransports von Flüssen in Asien auf Grund menschlicher Aktivitäten zwischen 1936 und 2000



Biodiversität, Ökosystementwicklung und Landnutzung

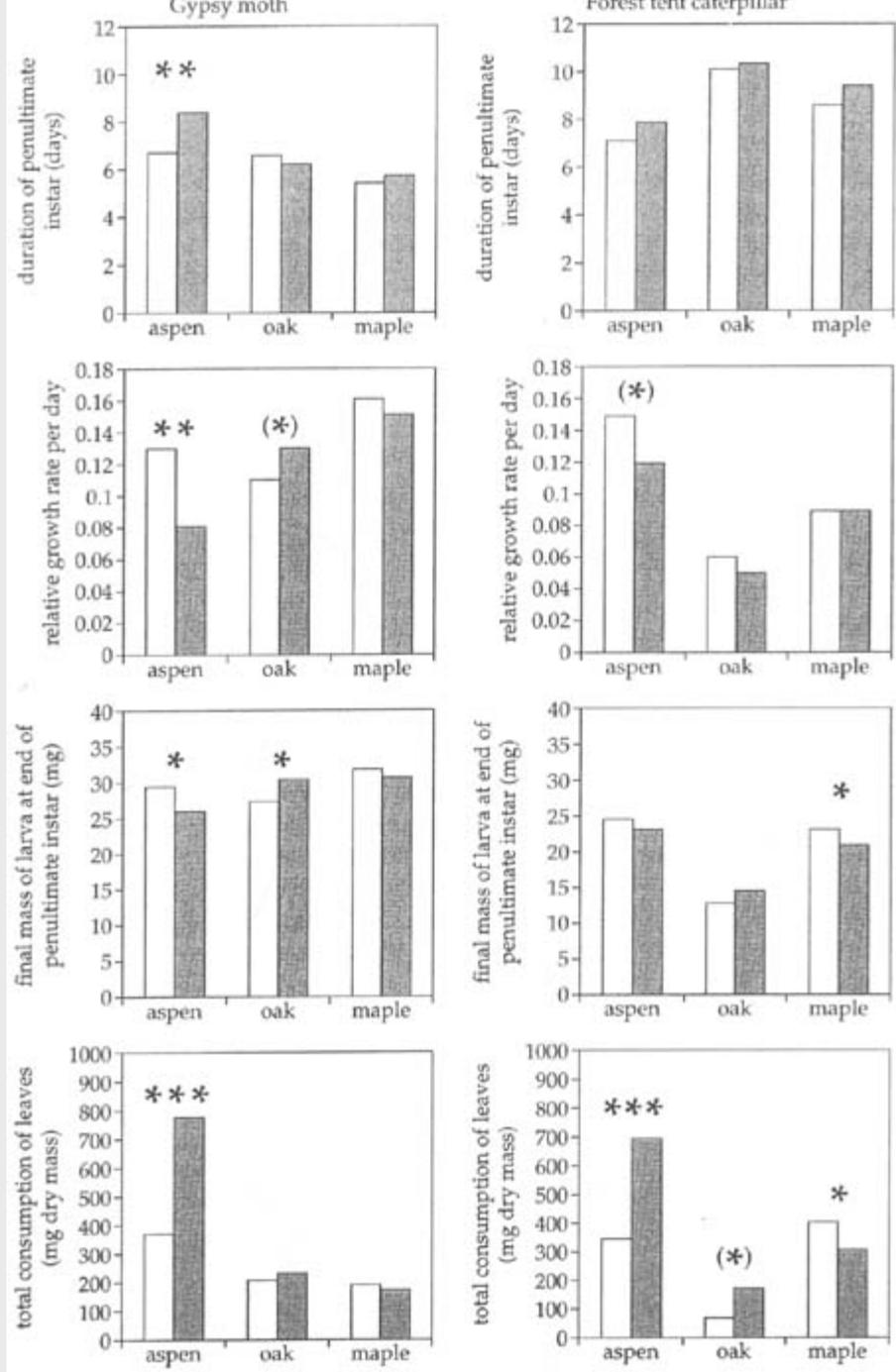
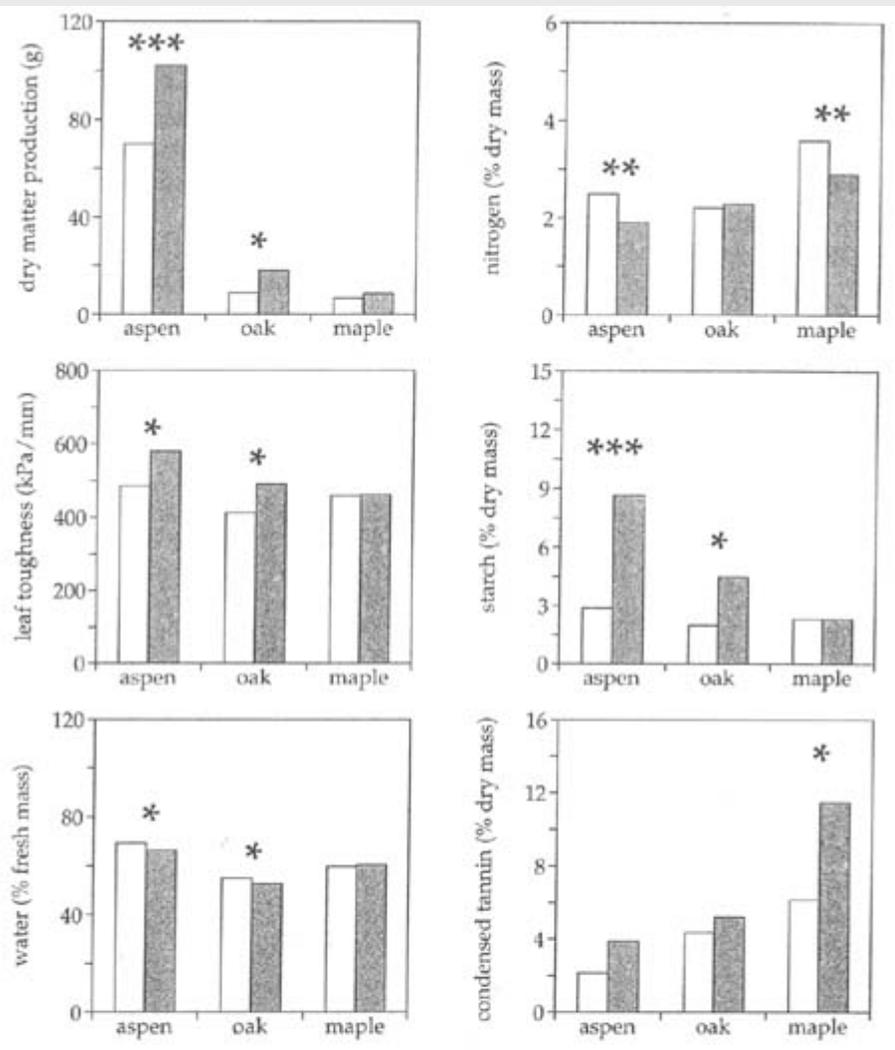
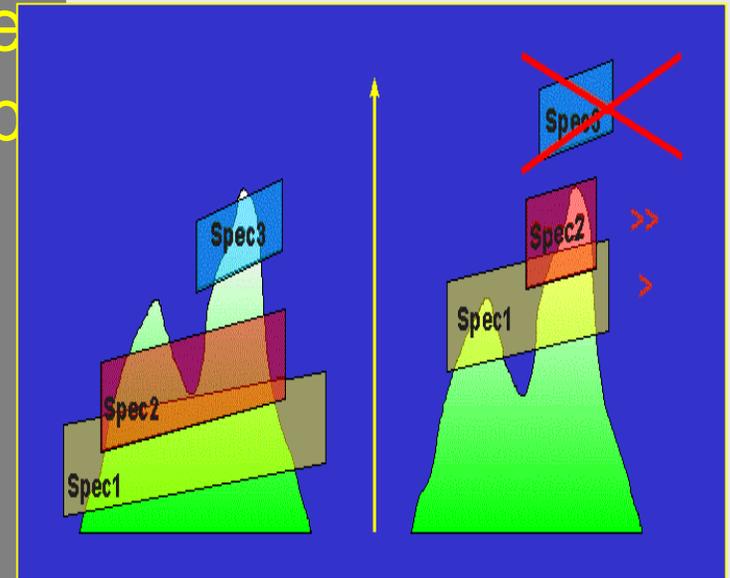


Figure 4.4 Changes in plant quality for three tree species grown in present-day (385 ppm; open bars) and elevated CO₂ (642 ppm; shaded bars) environments and growth responses of forest tent caterpillars and gypsy moth caterpillars. The data show that different species of tree and of caterpillar have unique responses, and that it is unwise to try to generalize.

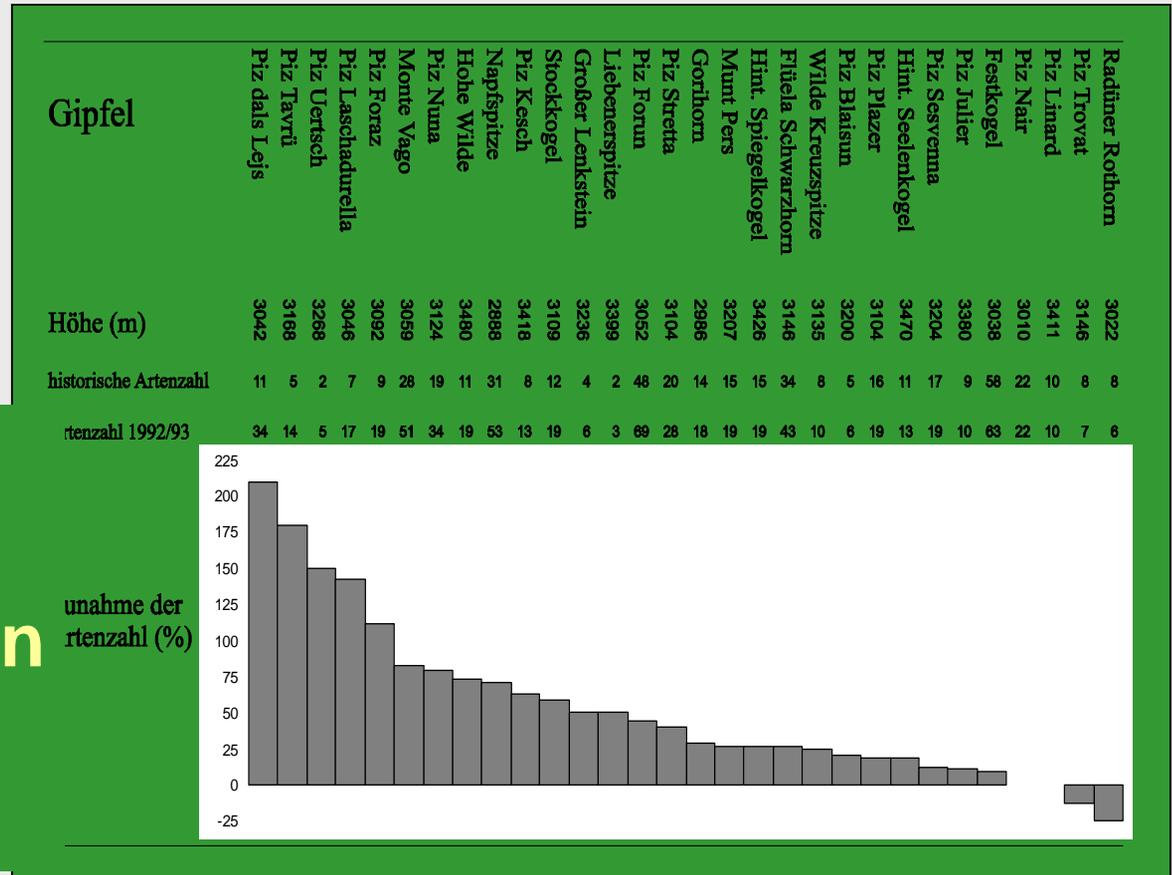
Pro 100 Höhenmeter nimmt die Temperatur im Mittel $0,55^{\circ}\text{C}$ ab.
Bei einer Erwärmung von $1,4 - 5,8^{\circ}\text{C}$ würde sich die gegenwärtige Vegetation langfristig um ca. 300 bis 1200 m nach oben verlagern.



⇒ Hochgebirge sind “hot spots” der Biodiversität - etwa 1/4 bis 1/5 der Flora des gesamten Alpenraumes hat ihren Schwerpunkt oberhalb der Waldgrenze.

Pflanzenarten tieferer Zonen wandern hinauf und verdrängen die ursprüngliche Gipfflora

30 dieser Gipfel wurden 1992/93 wieder-untersucht:



⇒ fast alle Gipfel zeigten einen deutlichen Anstieg der Artenzahl.

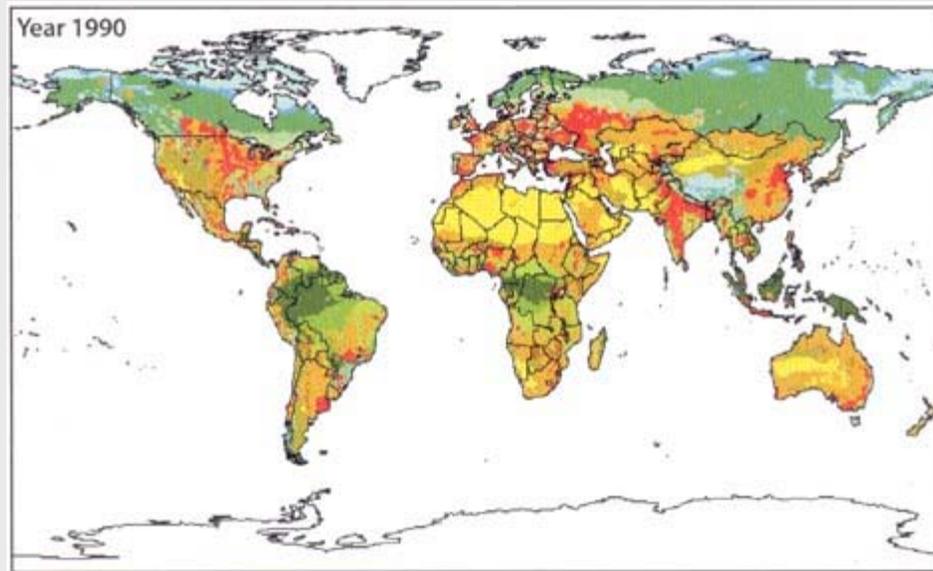
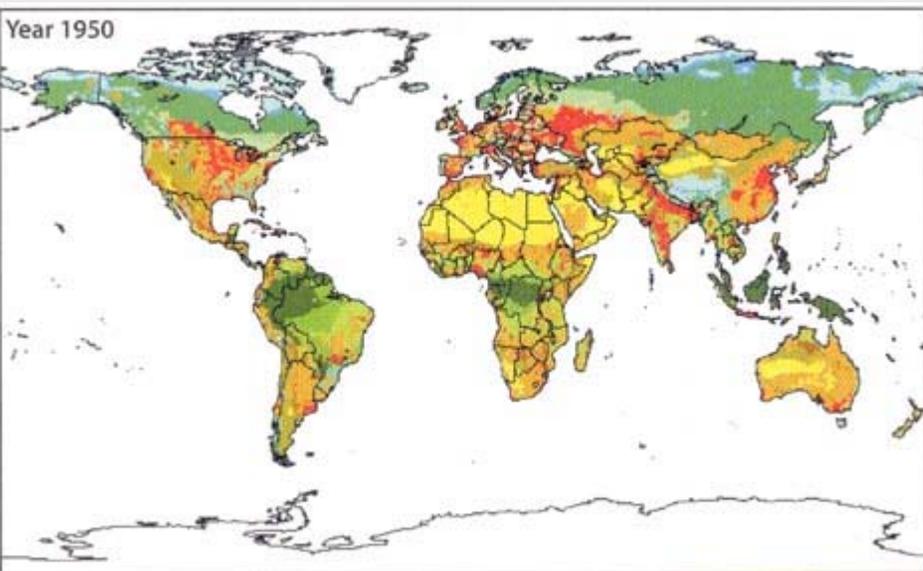
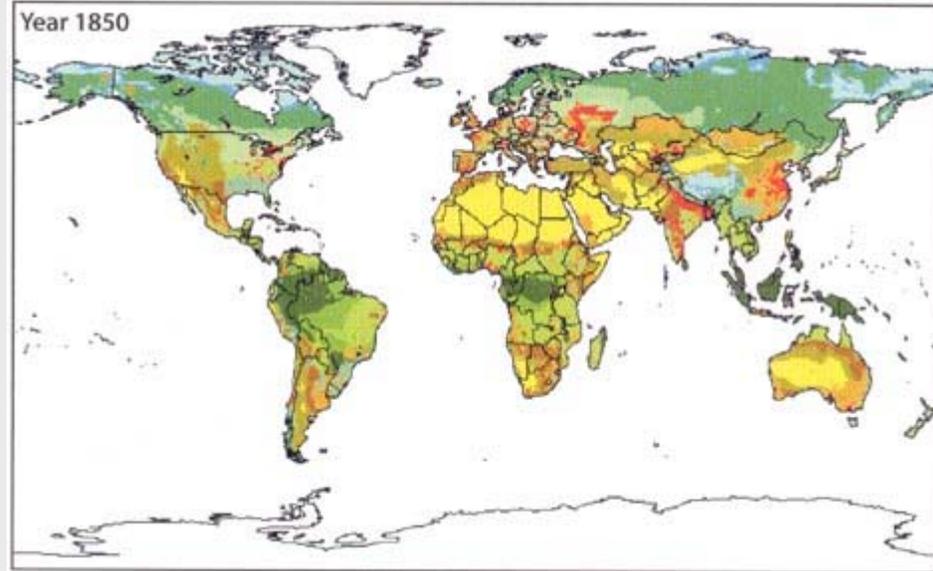
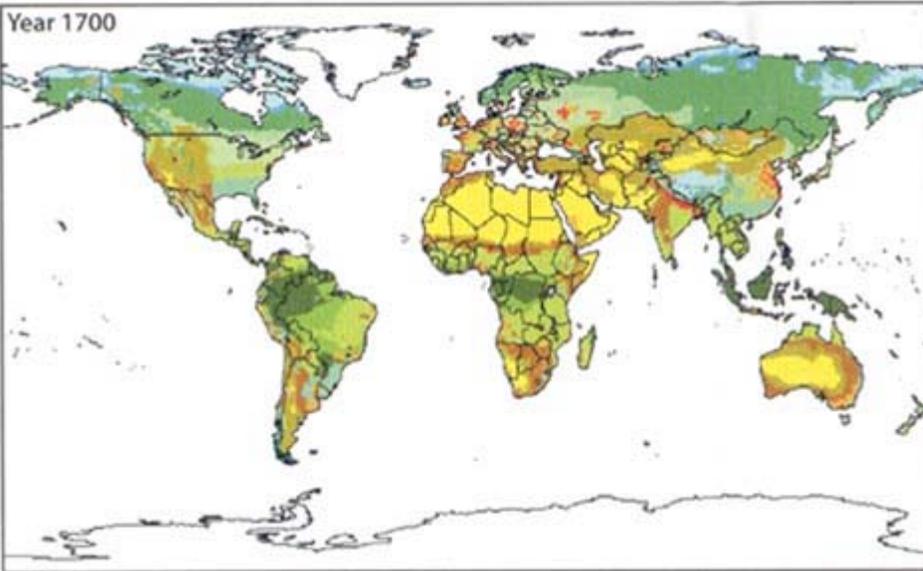


Fig. 3.22a. Transformation of the Earth's land surface by human activities over the past 300 years (Ramankutty and Foley 1998; Klein Goldewijk 2001)

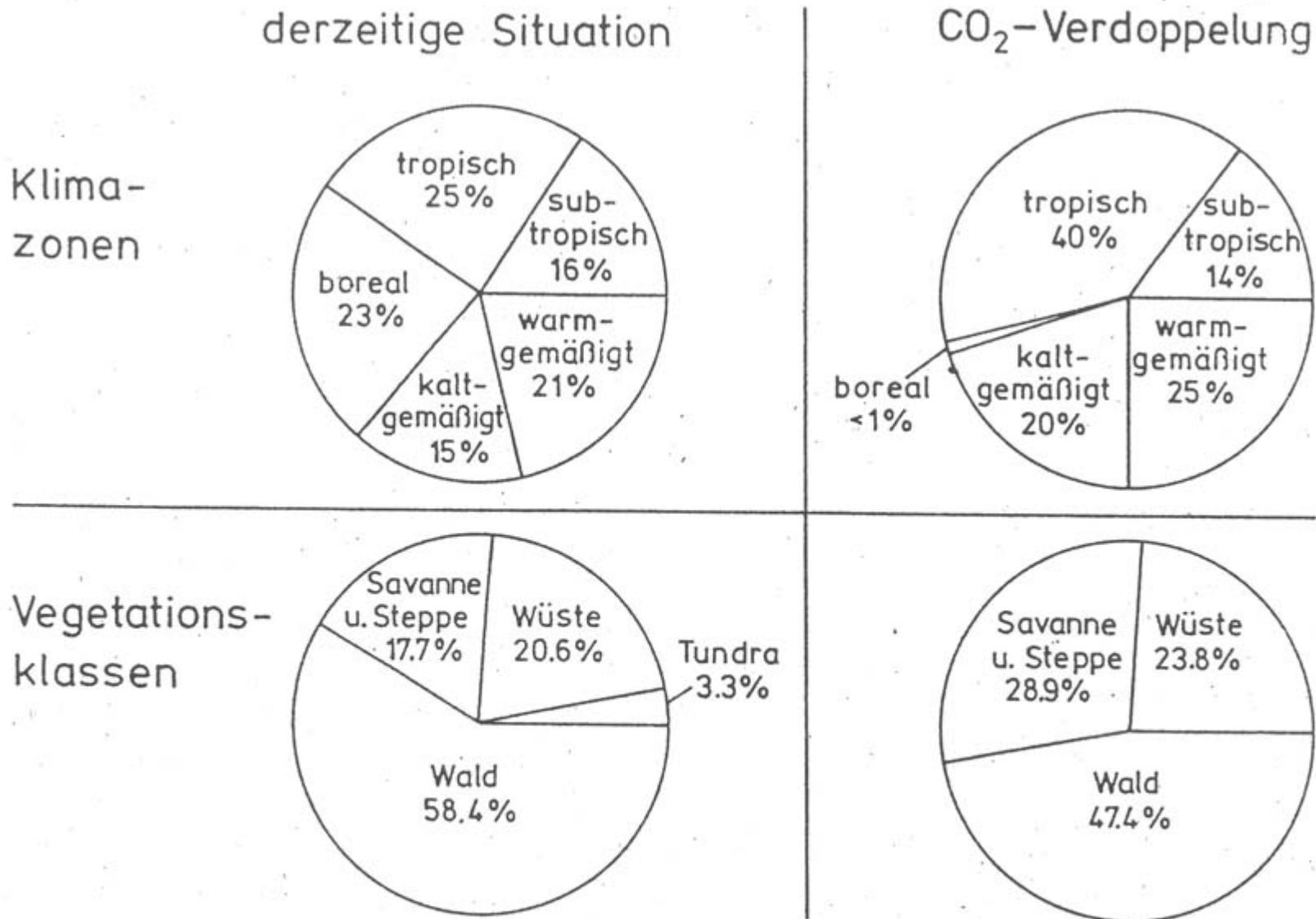


Abb. 8.8.: Klimazonen und natürliche Vegetationsklassen heute und im Fall einer Verdopplung des atmosphärischen CO₂ (SCHÖNWIESE, 1992 a)

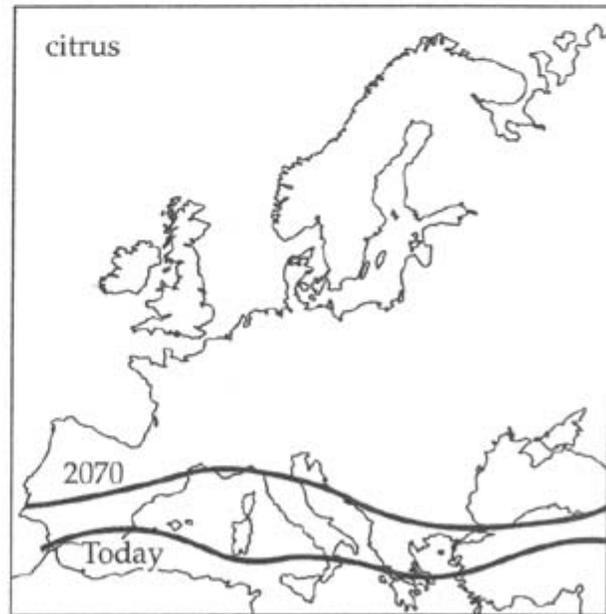
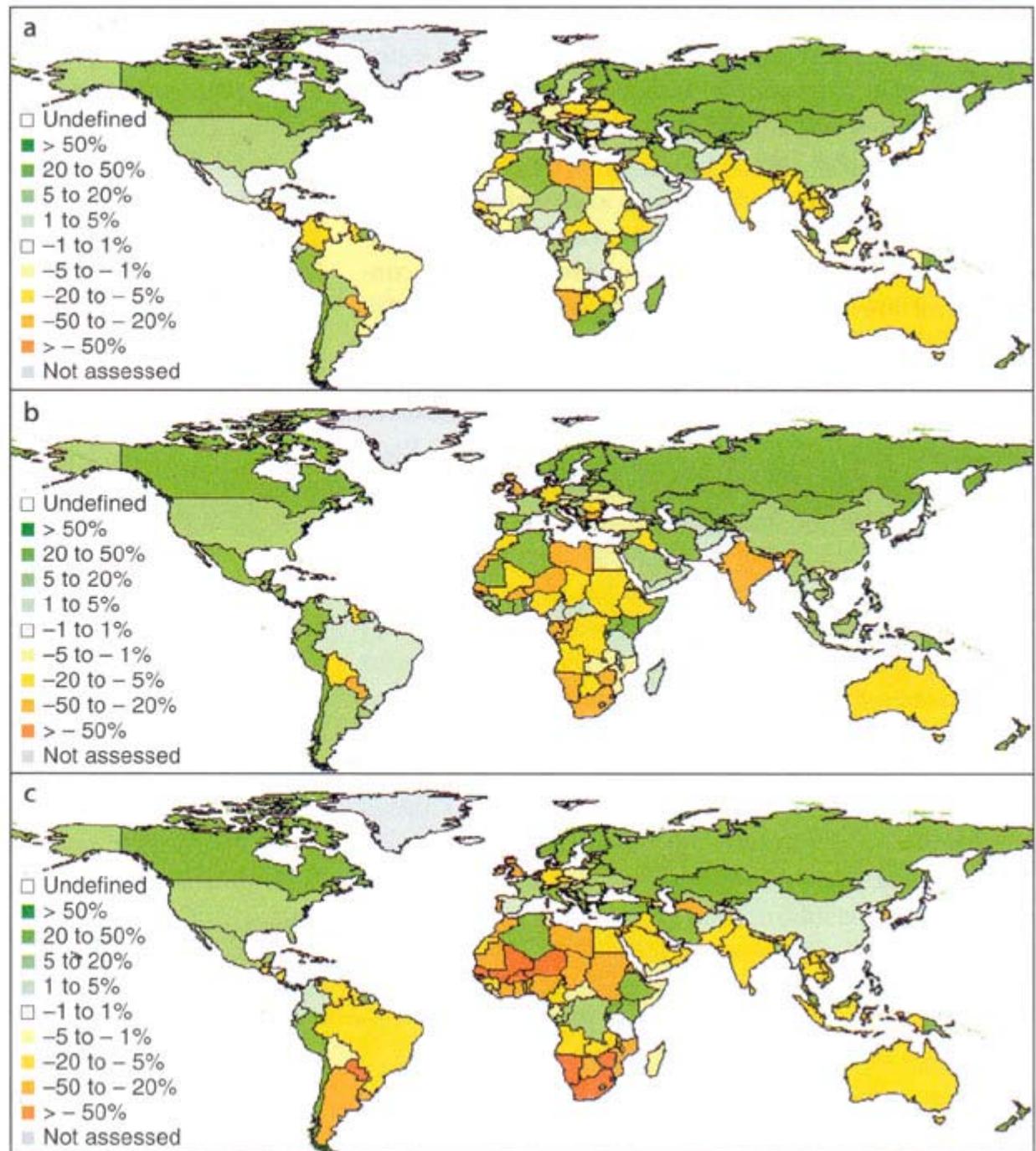


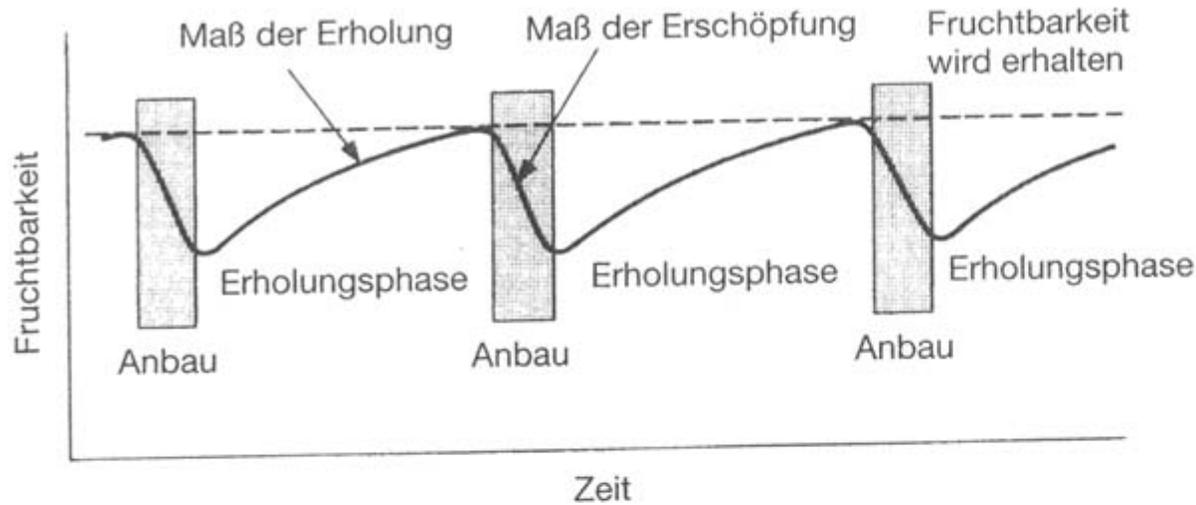
Figure 5.7 Predicted changes in the northern cropping boundary of four selected crops in Europe.

Fig. 5.13.

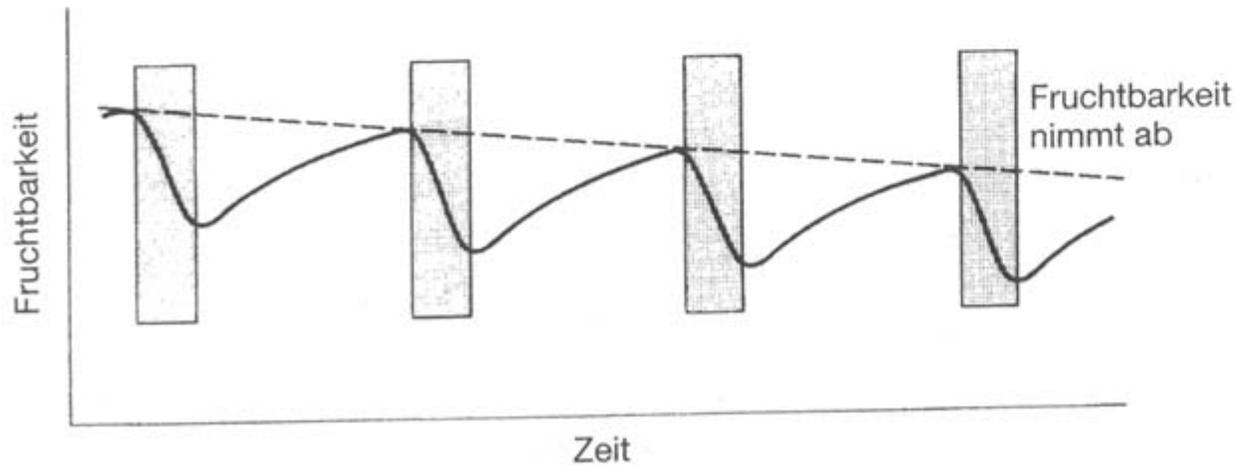
Country-level climate change impacts for the 2080s based on cereal production potential on currently cultivated land: **a** Max Planck model; **b** Hadley model; **c** Canadian model (Fischer et al. 2001)



a) langer Zyklus



b) kurzer Zyklus



9.1 Zyklen der Landnutzung und Bevölkerungsdichte. Die Beziehung der Bodenfruchtbarkeit zu den Zyklen des Wanderfeldbaues mit Abbrennen der Vegetation: a) Ein hohes Fruchtbarkeitsniveau wird bei geringer Bevölkerungsdichte mit entsprechend langen Zyklen aufrechterhalten. b) Bei einer Zunahme der Populationsdichte mit entsprechend kürzeren Zyklen nimmt die Bodenfruchtbarkeit kontinuierlich ab. Man beachte, daß die Kurven der Verarmungs- und Erholungsphasen in beiden Diagrammen gleich steil verlaufen. (Nach Haggett 1979, Abbildung 8.4.)

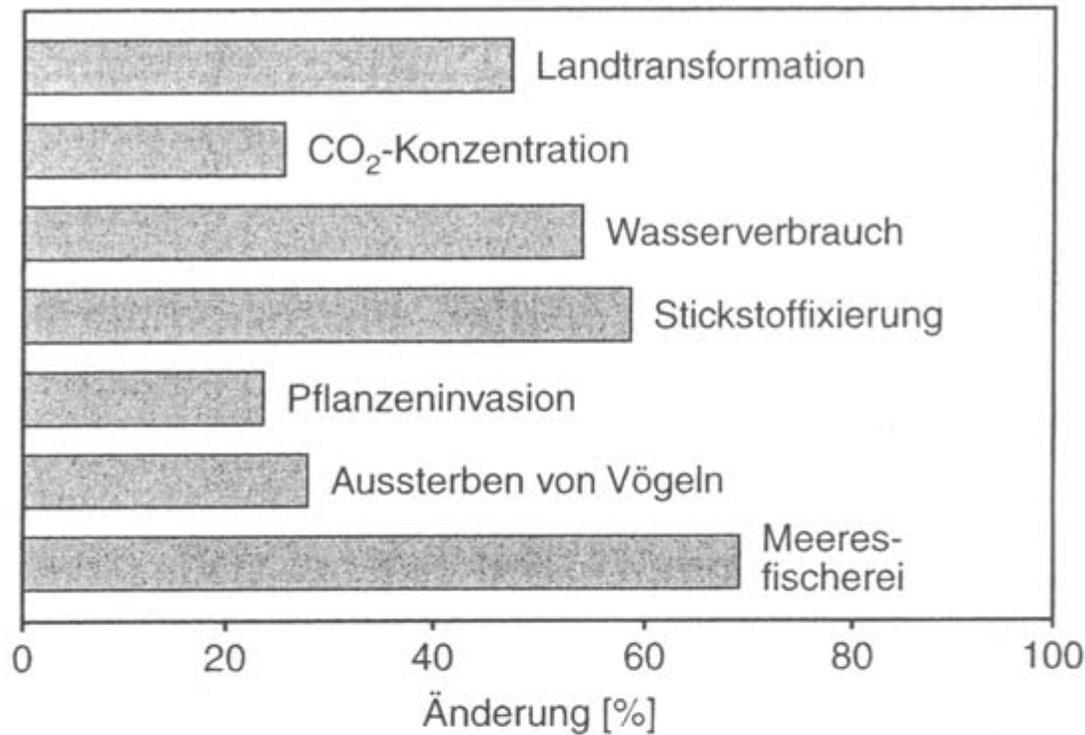
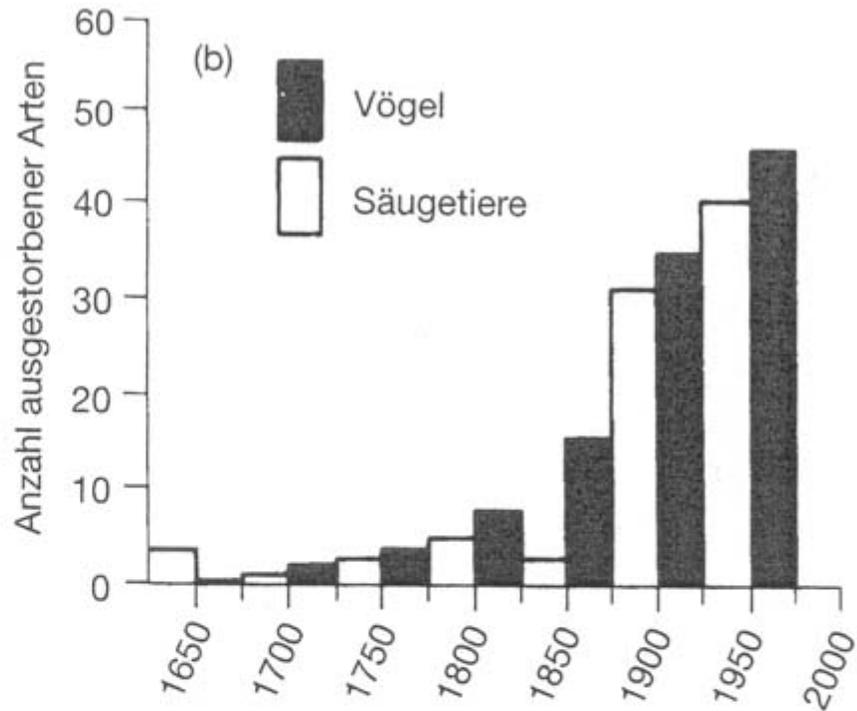
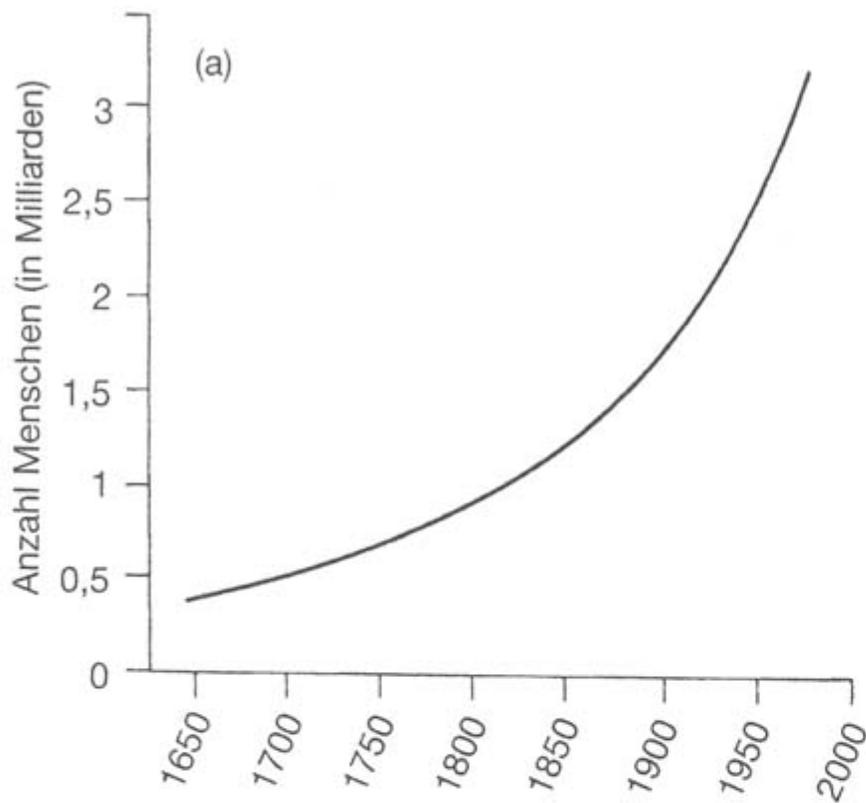


Abbildung D 4.1-1

Einfluß des Menschen auf die Biota der Erde. Dargestellt sind die anthropogenen Veränderungen wichtiger Kompartimente der Biosphäre in Prozent des vom Menschen unbeeinflussten Zustands (globale Umwandlung der Landoberfläche, Veränderung der atmosphärischen CO₂-Konzentration, weltweite Nutzung des verfügbaren Oberflächensüßwassers, terrestrische Stickstofffixierung, eingeschleppte Pflanzenarten in Kanada, in den letzten 2.000 Jahren ausgestorbene Vogelarten weltweit, überfischte oder ausgerottete marine Fischbestände).

Quelle: Vitousek et al., 1997



3.24 Die exponentielle Zunahme der menschlichen Bevölkerung (a) und die parallel dazu steigende Zahl ausgestorbener Vögel und Säugetiere (b) legen nahe, daß mit der wachsenden Anzahl der Menschen immer mehr Arten von Lebewesen ausgerottet werden. (Nach Ziswiler in: National Academy of Sciences 1972, Abbildung 3.2.)

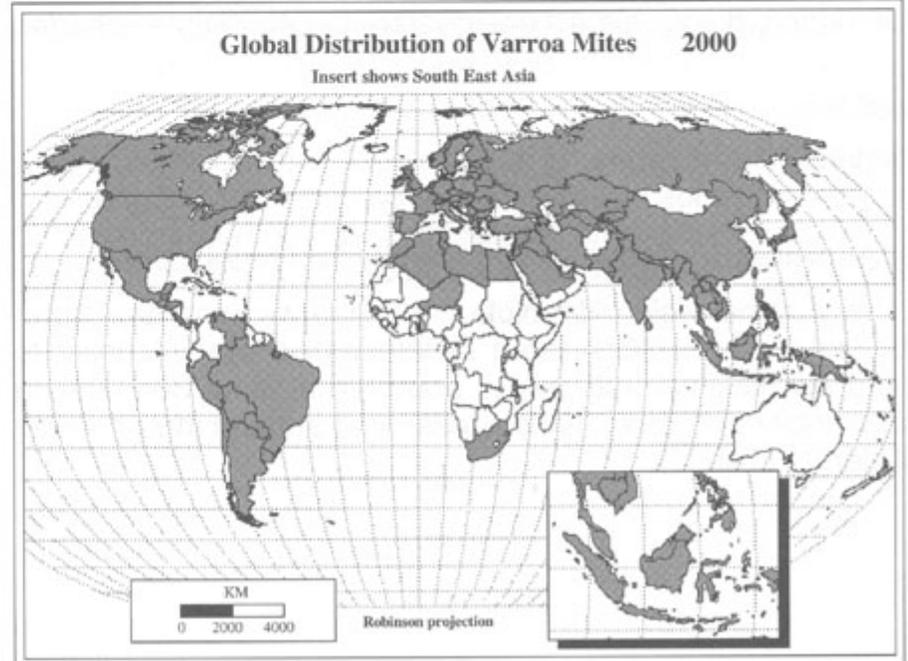
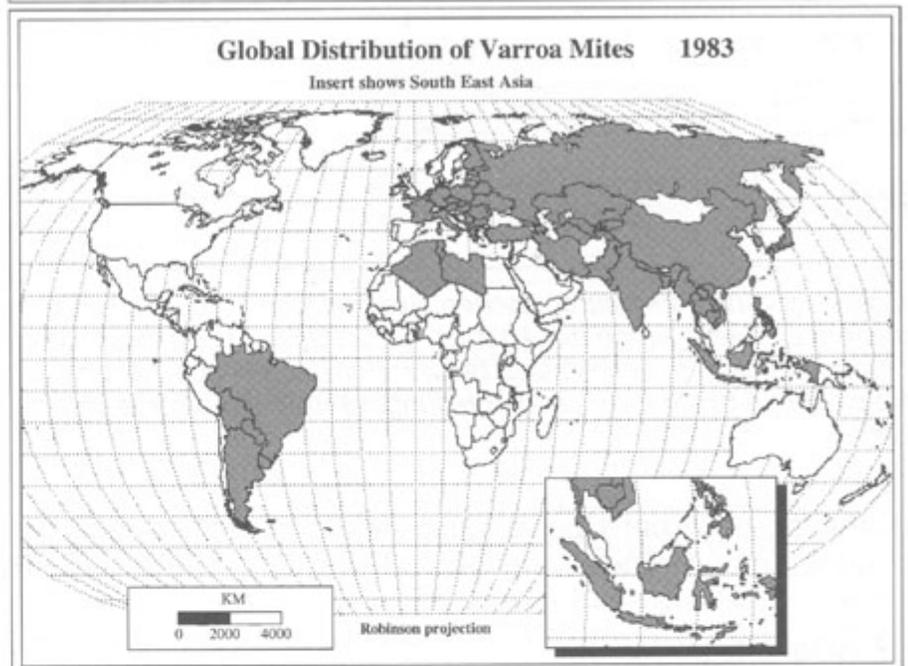
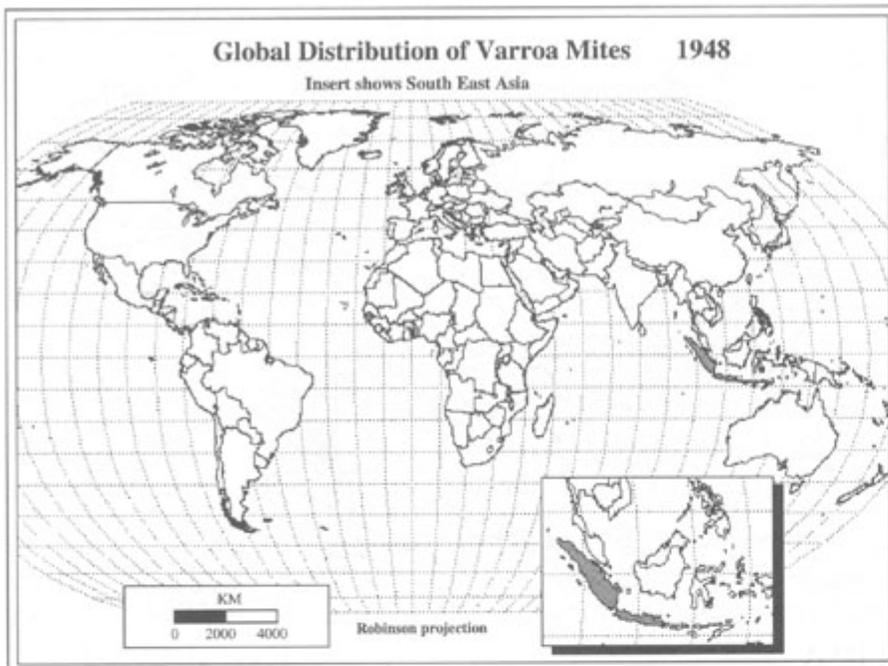
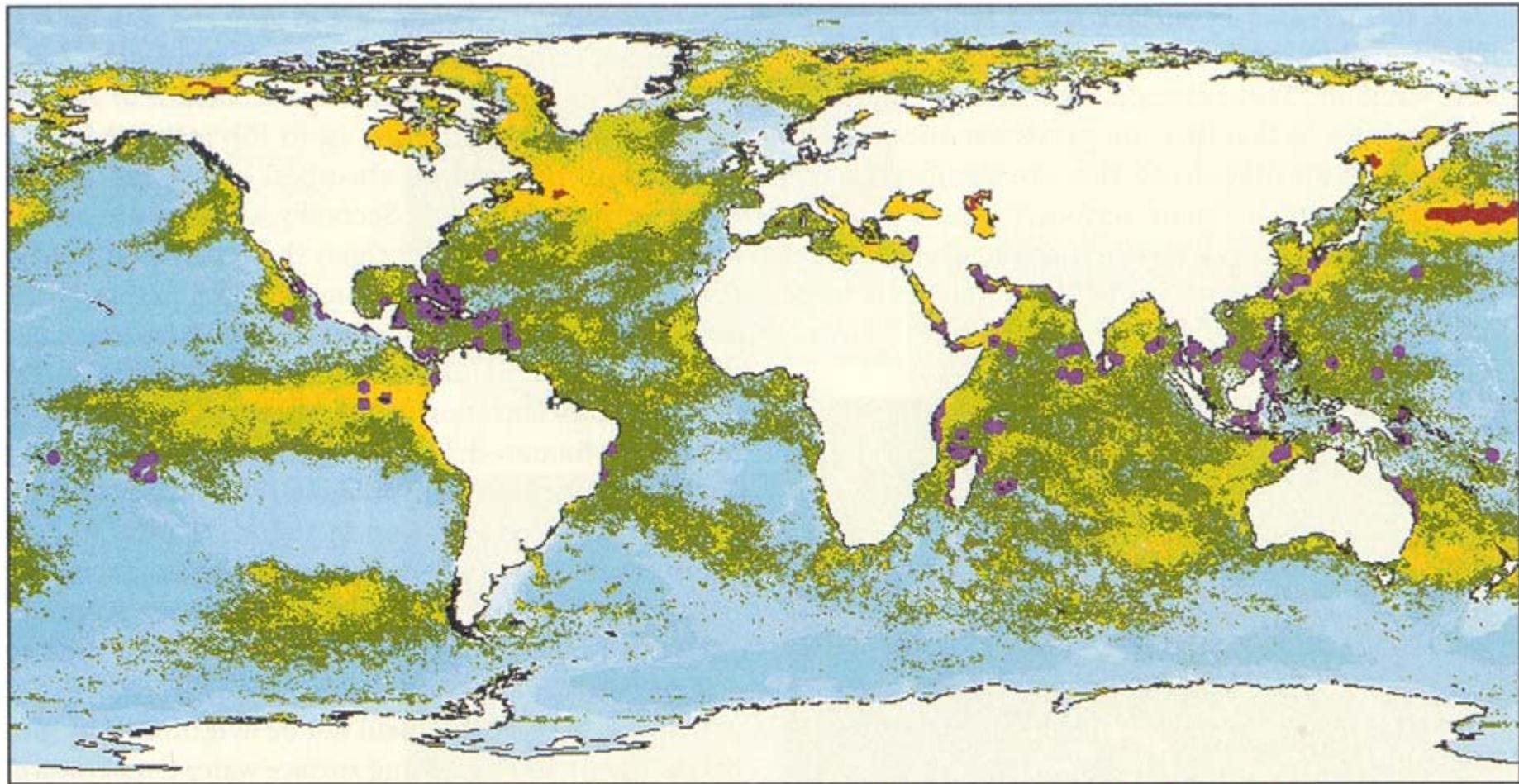


Abb. 4:
 Ausbreitung der Varroamilbe zwischen 1948, 1983
 (dem Jahr der Erstmeldung für Österreich) und 2000 (vgl.
<http://www.map.govt.nz/biosecurity/>).



Fig. 5.43. In Maoxian county, near the border between China and Nepal, people pollinate apple trees by hand because the bees which were pollinating these trees have become extinct. It takes 20–25 people to perform the work of two bee colonies. (*photos: ICIMOD*)





● Observed bleaching event Temperature anomaly: ■ +1 °C ■ +2 °C ■ +3 °C ■ +4 °C

Fig. 4.49. Distribution of sea surface temperature anomalies during the 1997–1998 El Niño period and locations of coral bleaching events (WRI 2001). Exposure for one month at temperatures one or two degrees Celsius higher than the mean averages at the warmest time of year is sufficient to cause the corals to bleach. Actual coral death reaches 95% in some locations

Urbanisierung

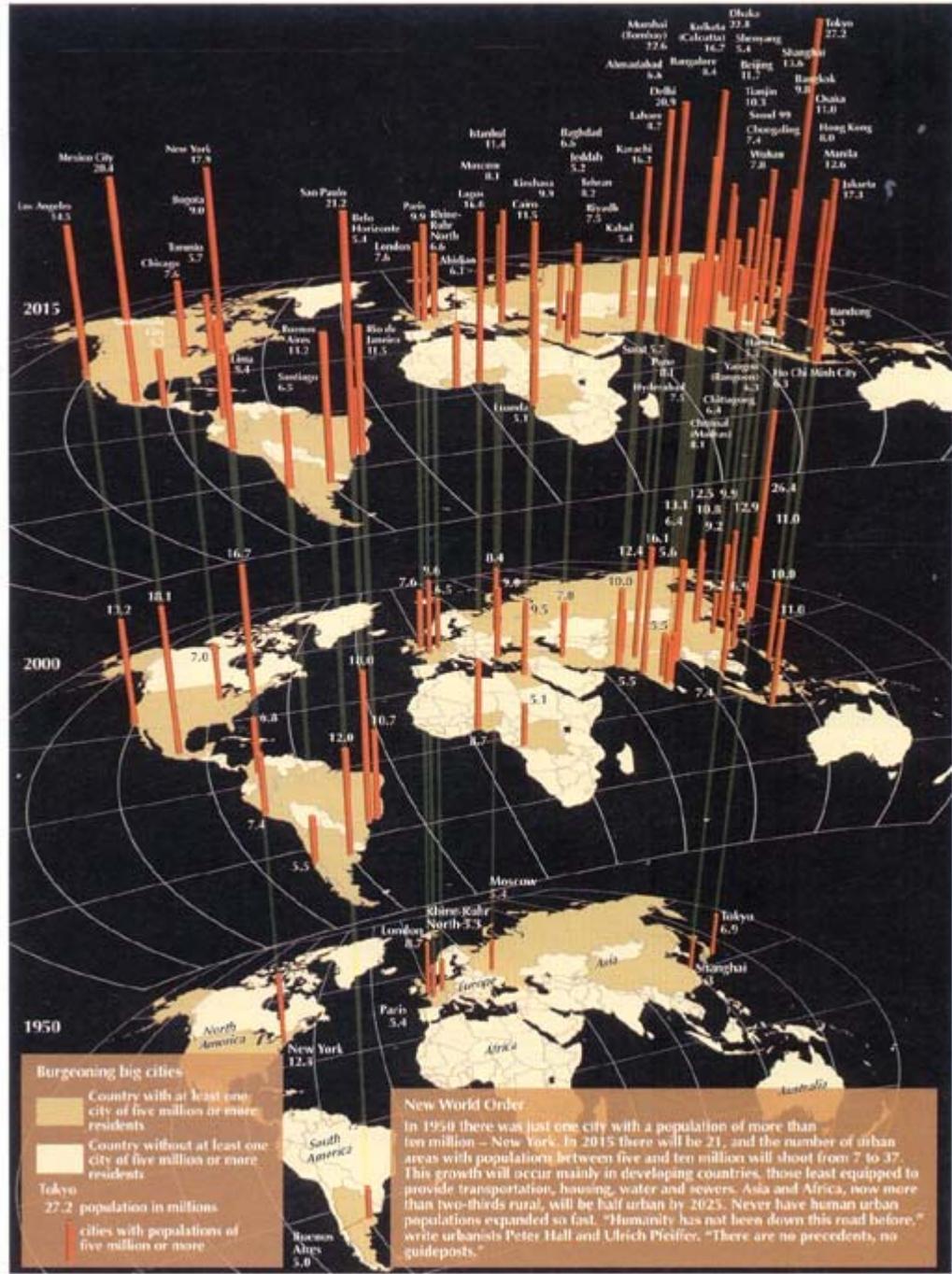
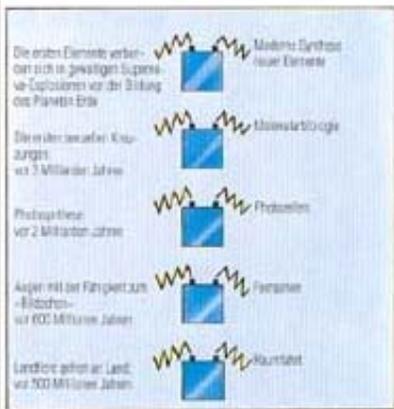


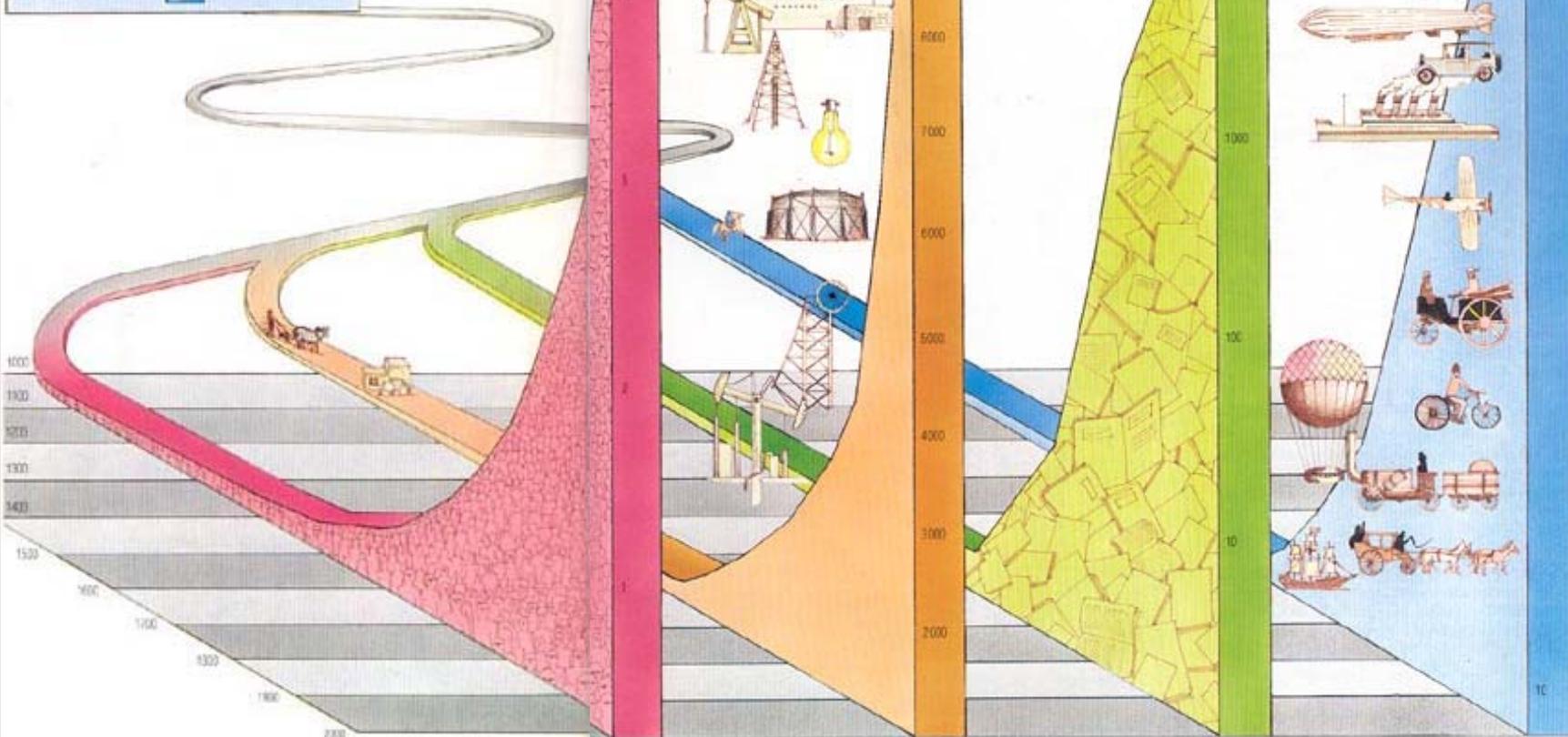
Figure 2.2 Megacities. Locations of the world's biggest cities.

Wir leben in einem Zeitalter
exponentieller Änderungen



Evolution: Revolution

Wir betreten uns an einem einzigartigen Punkt der Evolution, an dem Veränderungen mit größter Geschwindigkeit vorstatten gehen als jemals zuvor. Vier Beispiele für ein sich beschleunigendes Wachstum werden in dem Schaubild (rechts) aufgezeigt. Durch die Entwicklung der Weltraumtechnologie ist unsere Spezies in der Lage, die Biosphäre zu verlassen und in des Welttraum zu reisen: eine Entwicklung, die ebenso revolutionär ist wie der Schritt aus dem Wasser ans Land vor 300 Millionen Jahren. Ähnlich bedeutungsvolle Durchbrüche werden im Kontext (links) gezeigt.



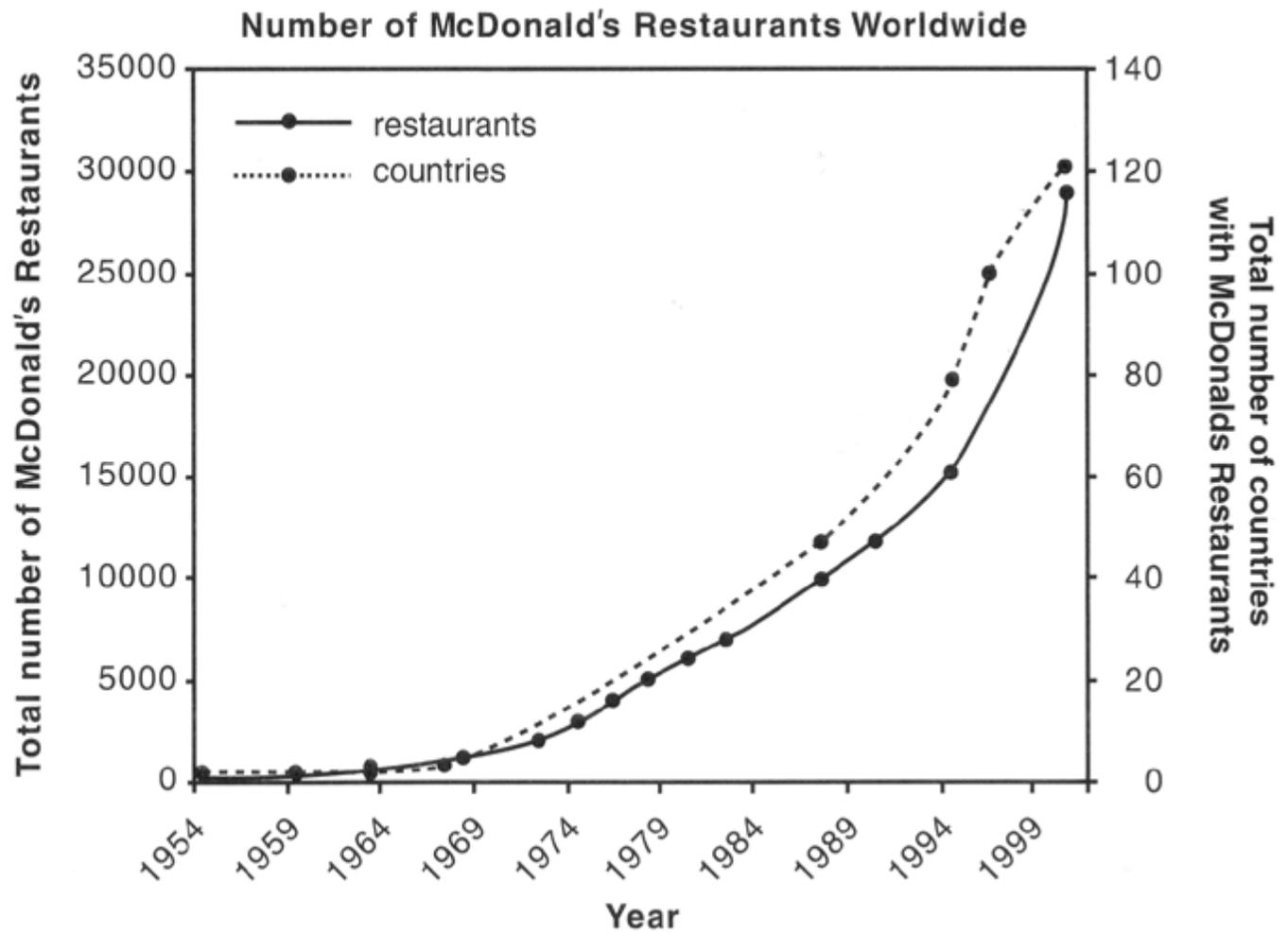
Bevölkerung
(in Milliarden)

Energieverbrauch pro Kopf
(in Watt)

Information
(Zahl der wissenschaftlichen Zeitschriften)

Mobilität
(km/h)

Fig. 3.61.
Increase in the number of
McDonald's restaurants
globally (McDonald's 2002:
<http://www.mcdonalds.com>)



Syndrome und Risiken
gesellschaftlicher Wandel
und politische Ohnmacht

Tabelle E 4.2-1

Syndrome des Globalen Wandels.

Quelle: WBGU

Syndrom(gruppe)	Beschreibung
SYNDROMGRUPPE „NUTZUNG“	
Sahel-Syndrom	Überbeanspruchung einer marginalen reproduktionsnotwendigen Ressourcenbasis
Raubbau-Syndrom	Konversion bzw. Übernutzung von Wäldern und anderen Ökosystemen
Landflucht-Syndrom	Umweltdegradation durch Preisgabe traditioneller Landnutzungsformen
Dust-Bowl-Syndrom	Nichtnachhaltige industrielle Bewirtschaftung von Böden und Gewässern
Katanga-Syndrom	Umweltdegradation durch Abbau nichterneuerbarer Ressourcen
Massentourismus-Syndrom	Erschließung und Schädigung von Naturräumen für Erholungs- und Erlebniszwecke
Verbrannte-Erde-Syndrom	Umweltdegradation durch militärische Nutzung
SYNDROMGRUPPE „ENTWICKLUNG“	
Aralsee-Syndrom	Umweltschädigung durch zielgerichtete Naturraumgestaltung im Rahmen von Großprojekten
Grüne-Revolution-Syndrom	Umweltdegradation durch Verbreitung standortfremder landwirtschaftlicher Produktionsverfahren
Kleine-Tiger-Syndrom	Vernachlässigung ökologischer Standards im Zug hochdynamischen Wirtschaftswachstums
Favela-Syndrom	Umweltdegradation durch unregelmäßige Urbanisierung
Suburbia-Syndrom	Landschaftsschädigung durch geplante Expansion von Stadt- und Infrastrukturen
Havarie-Syndrom	Singuläre anthropogene Umweltkatastrophen mit längerfristigen Auswirkungen
SYNDROMGRUPPE „SENKEN“	
Hoher-Schornstein-Syndrom	Umweltbelastung durch weiträumige diffuse Verteilung von meist langlebigen Wirkstoffen
Müllkippen-Syndrom	Umweltverbrauch durch geregelte und unregelmäßige Deponierung zivilisatorischer Abfälle
Altlasten-Syndrom	Lokale Kontamination von Umweltschutzgütern an vorwiegend industriellen Produktionsstandorten

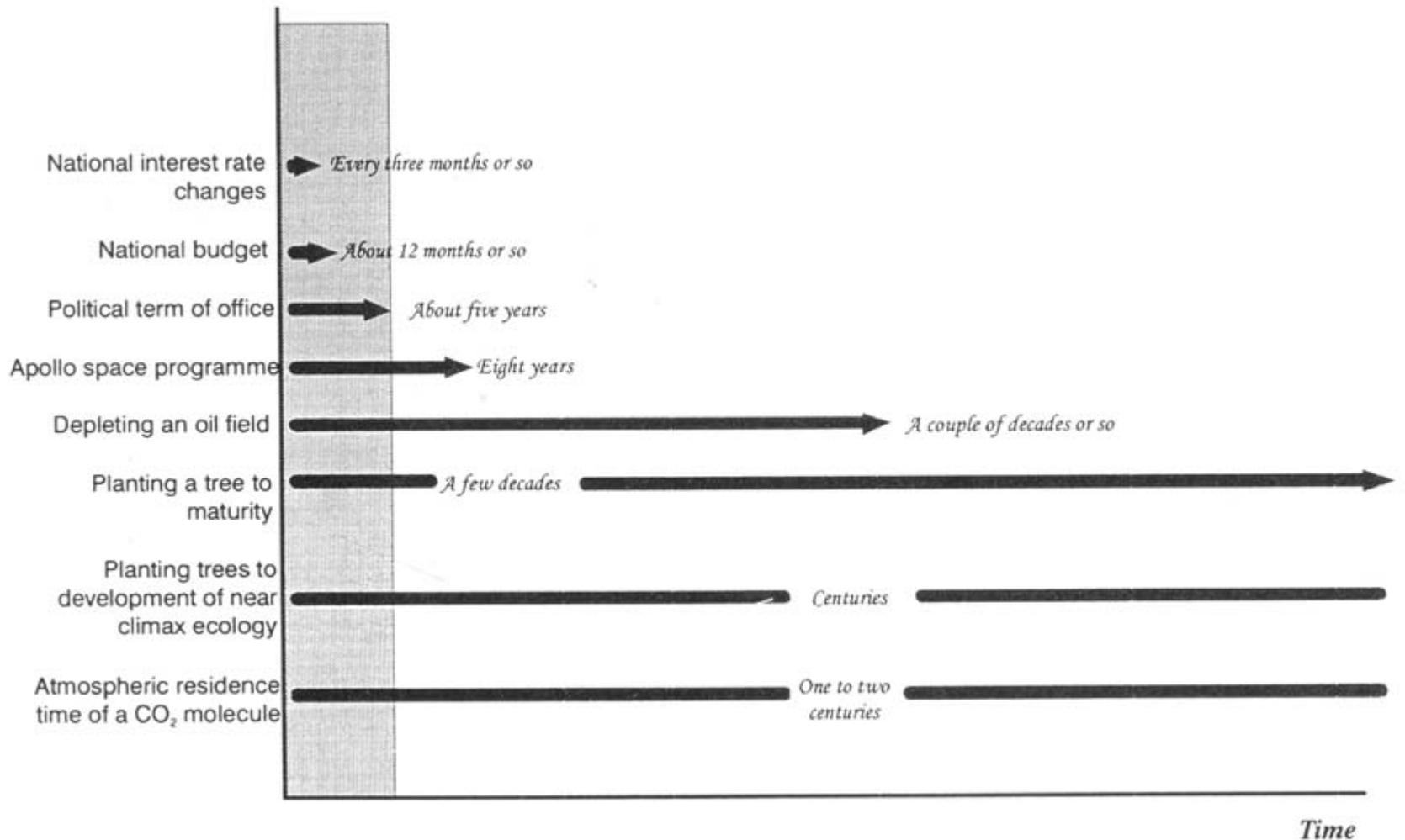


Figure 10.1 Time horizons of various human activities, natural processes and atmospheric CO₂. The political time horizon is primarily dictated by the length of term of office which is a few orders of magnitude less than many energy-related natural processes; this time horizon (the shaded area in the figure) is also the typical period of *direct* policy involvement (responsibility)



Figure 3.9 Countries need strong incentives if they are to begin investing in environmental conservation.

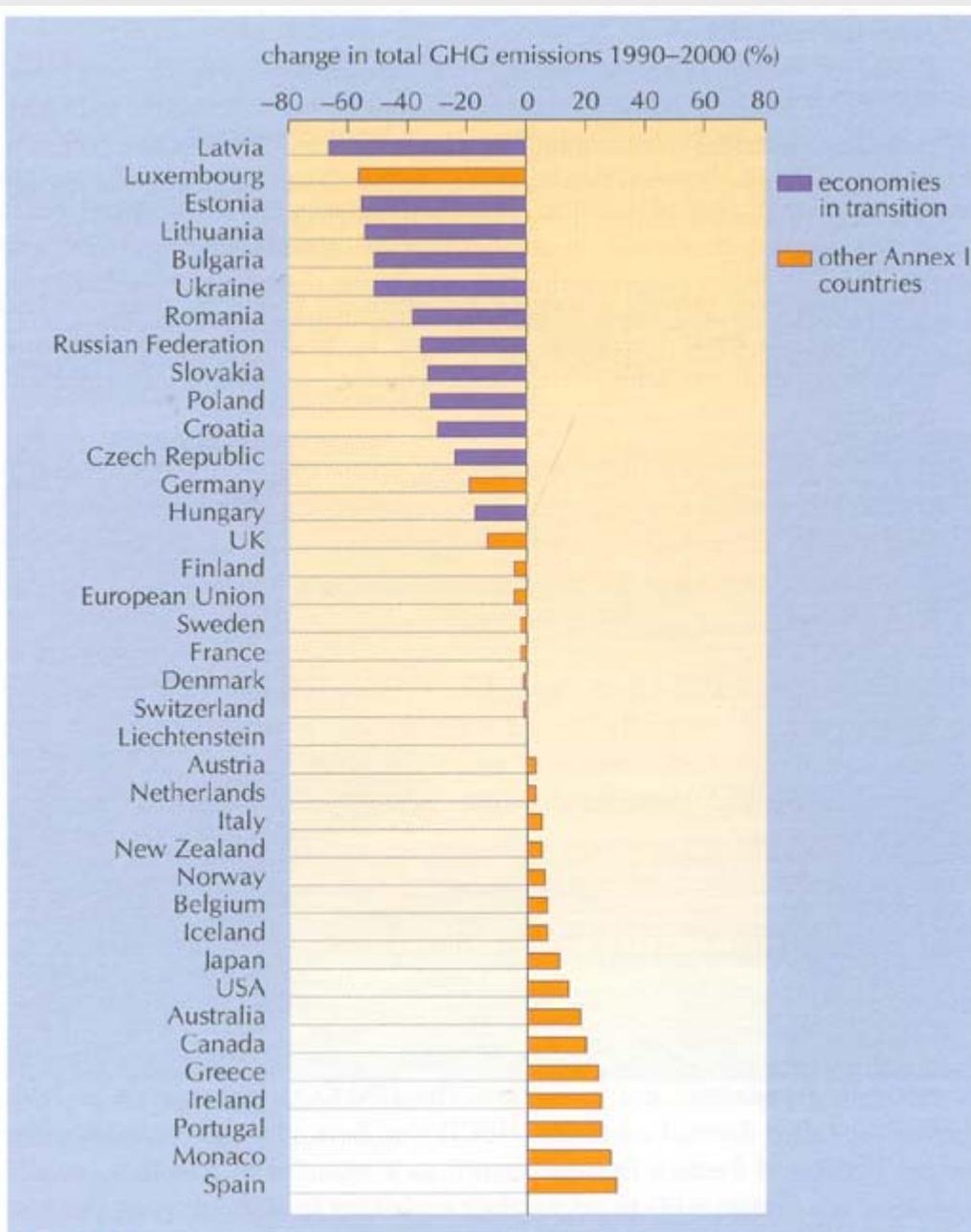
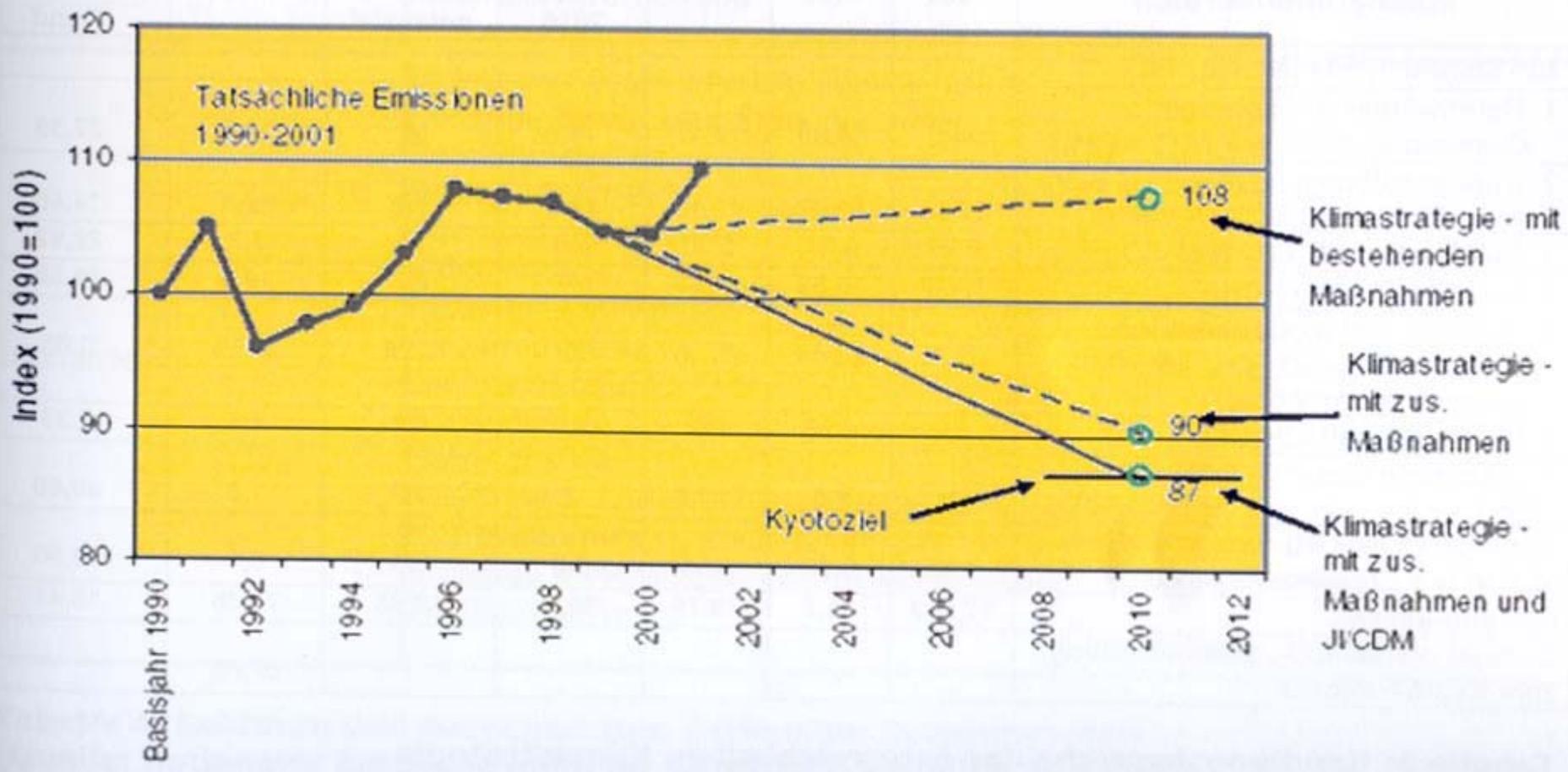


Figure 5.24 Hot air and broken promises. Who kept their 1992 promise to return their emissions to 1990 levels by 2000 and who did not?

Source: <http://unfccc.int/resource/docs/2002/sb/inf02.pdf>



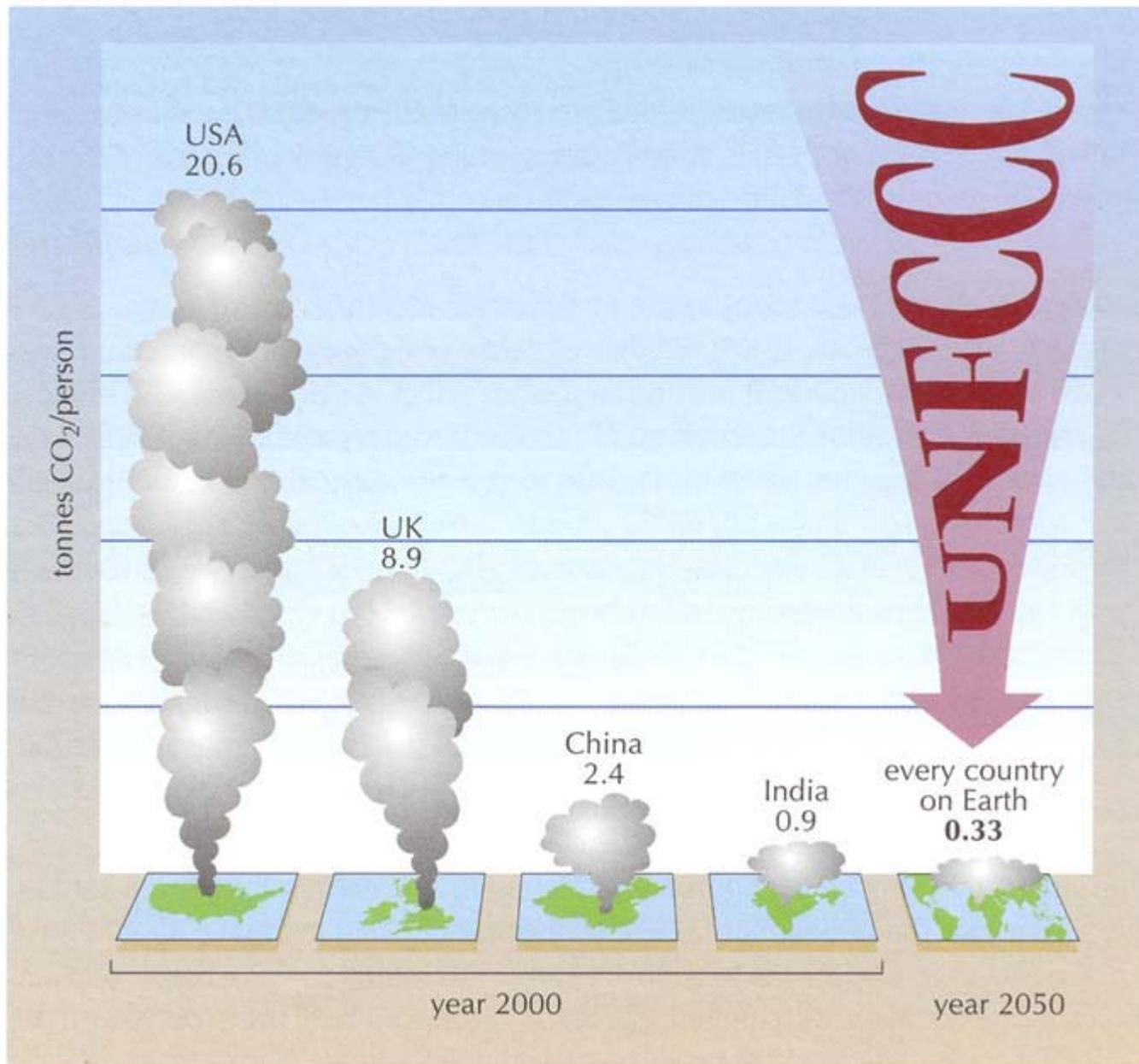


Figure 5.32 An illustration of the implications of contraction and convergence if it were adopted by the UNFCCC process. In this example, global emissions contract by 50 per cent by 2050 and are then shared equally among 9 billion people.

„Global Change“ und Risikopotenziale

A. Technologische Risiken

Kernenergie (inkl. Nuklearwaffen)
großchemische Anlagen
Staudämme
best. Anwendung der Gentechnologien
elektromagnetische Felder

B. globale Gesundheitsrisiken (Seuchen)

AIDS
Vogelgrippe (Influenza A)
BSE

C. Umweltrisiken durch Organismen

Massenentwicklung anthr. geförderter Arten
(Stichwort: invasive Pflanzen und Tiere)
Freisetzung und Inverkehrbringen transgener
Organismen (v.a. Pflanzen)
Artenschwund
(Stichwort: Destabilisierung von Ökosystemen
Einengung des Nutzarten-Potenzials)

D. Stoffliche Risiken

Stoffeinträge (z.B. Säuren, Stickstoff, ...)
(Stichwort: Destabilisierung von Ökosystemen)
persistente org. Schadstoffe
endokrin (hormonell) wirkende Stoffe

E. Klimarisiken

anthropogener Klimawandel
Zusammenbruch der thermohalinen Zirkulation
sich aufschaukelnder Treibhauseffekt
Instabilität der antarktischen Eisschilde

F. Risiken durch Naturereignisse

Überschwemmungen
Erdbeben
Vulkaneruptionen
Meteoriteneinschläge

*Quelle: Jahresgutachten 1998 des wiss. Beirats „Globale Umweltveränderungen“
der deutschen Bundesregierung*

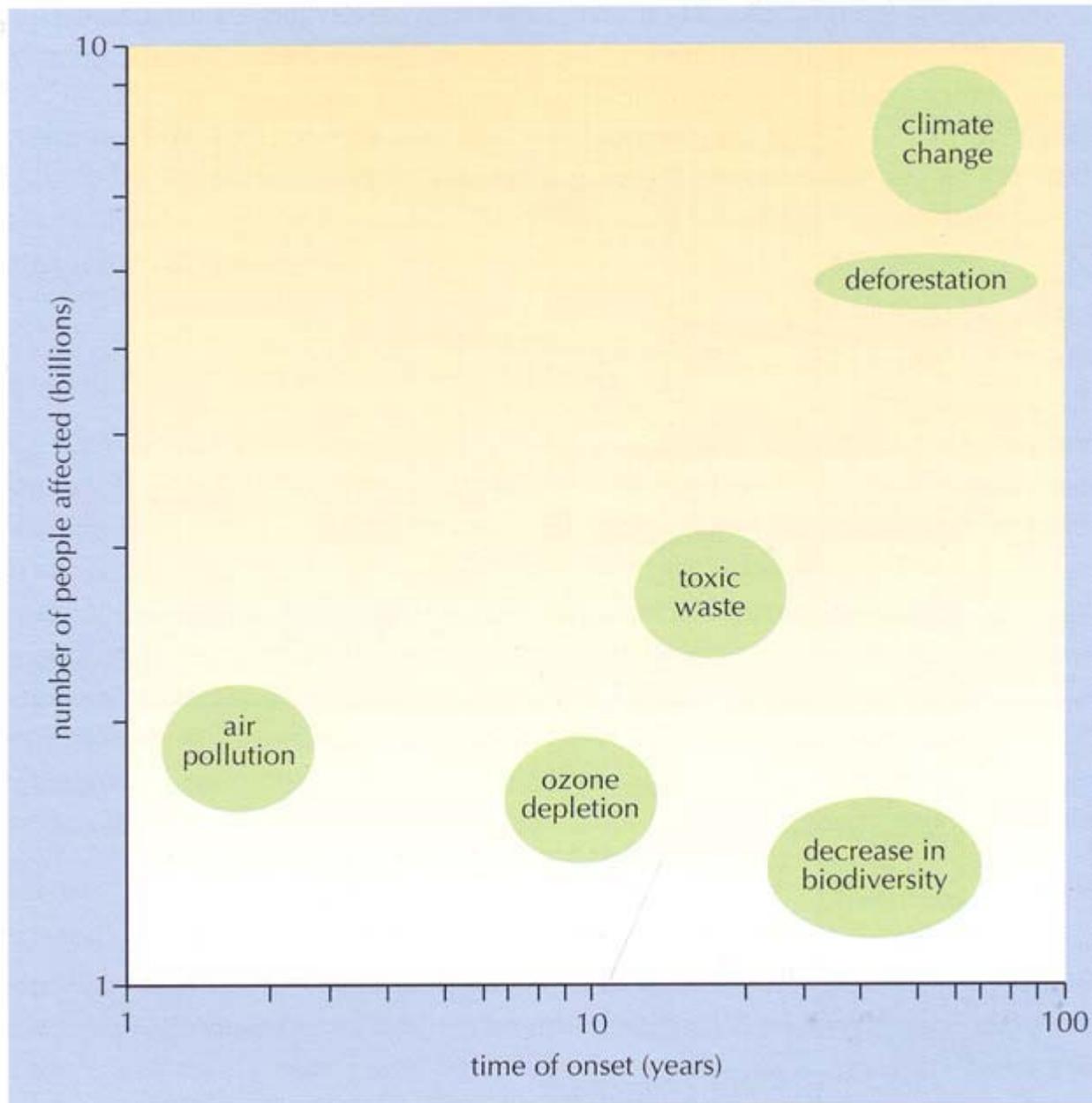


Figure 2.6 Ranking of environmental risks. This illustrates issues of time and space and the need for intergenerational equity. Note: the axes use a logarithmic scale to accommodate greater scales.

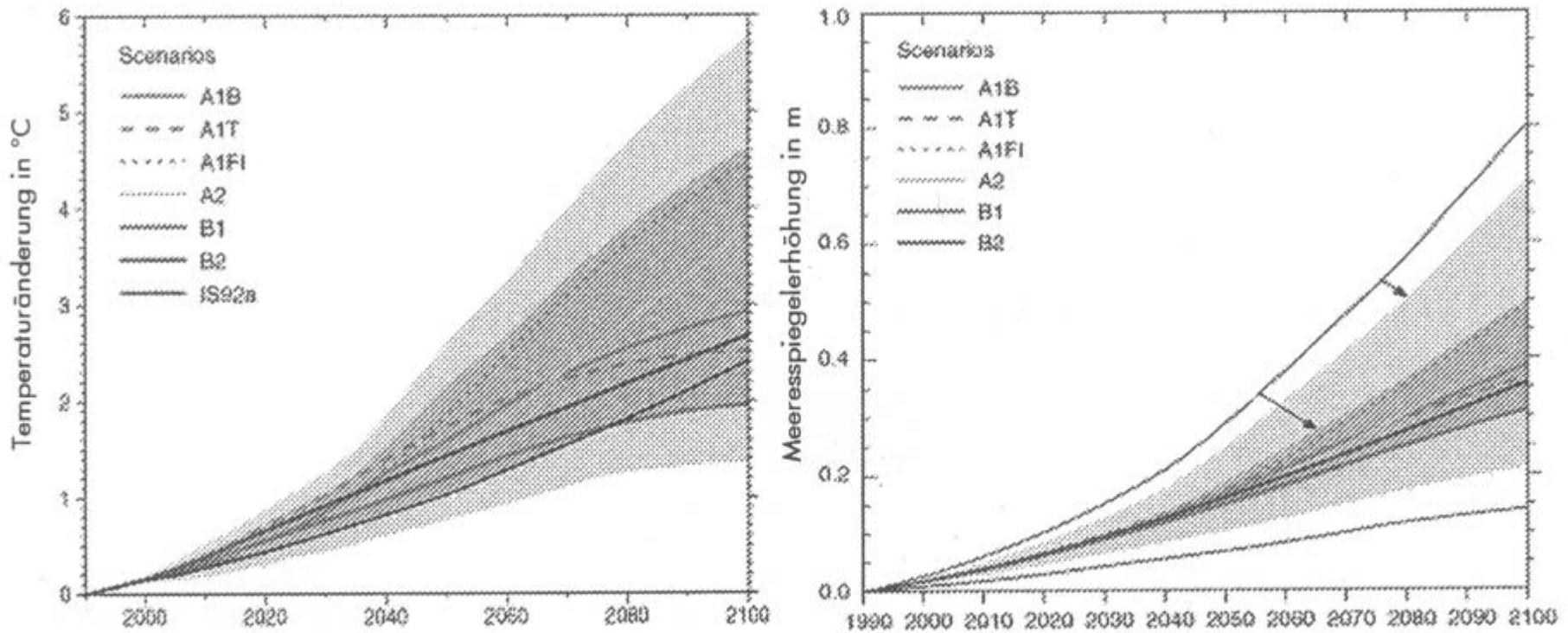
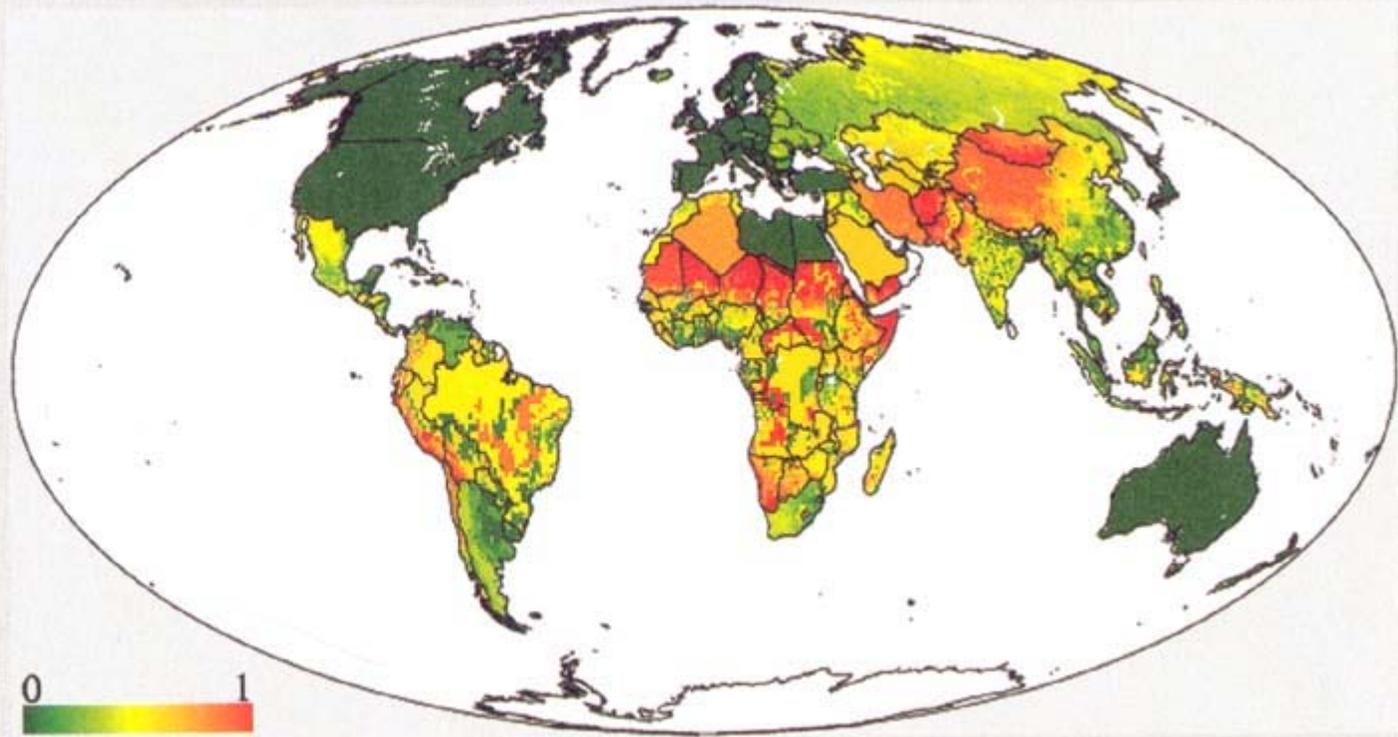


Abb. 3: Global gemittelte Temperaturerhöhung und Meeresspiegelanstieg in 100 Jahren als Ergebnis verschiedener Modelle mit verschiedenen CO₂-Ausstoß-Szenarien

Fig. 3.20.
Geographical distribution of
regions with various levels
of vulnerability (0 denotes
low vulnerability, 1 highest
risk) in the Sahel Syndrome
(Lüdeke et al. 1999)



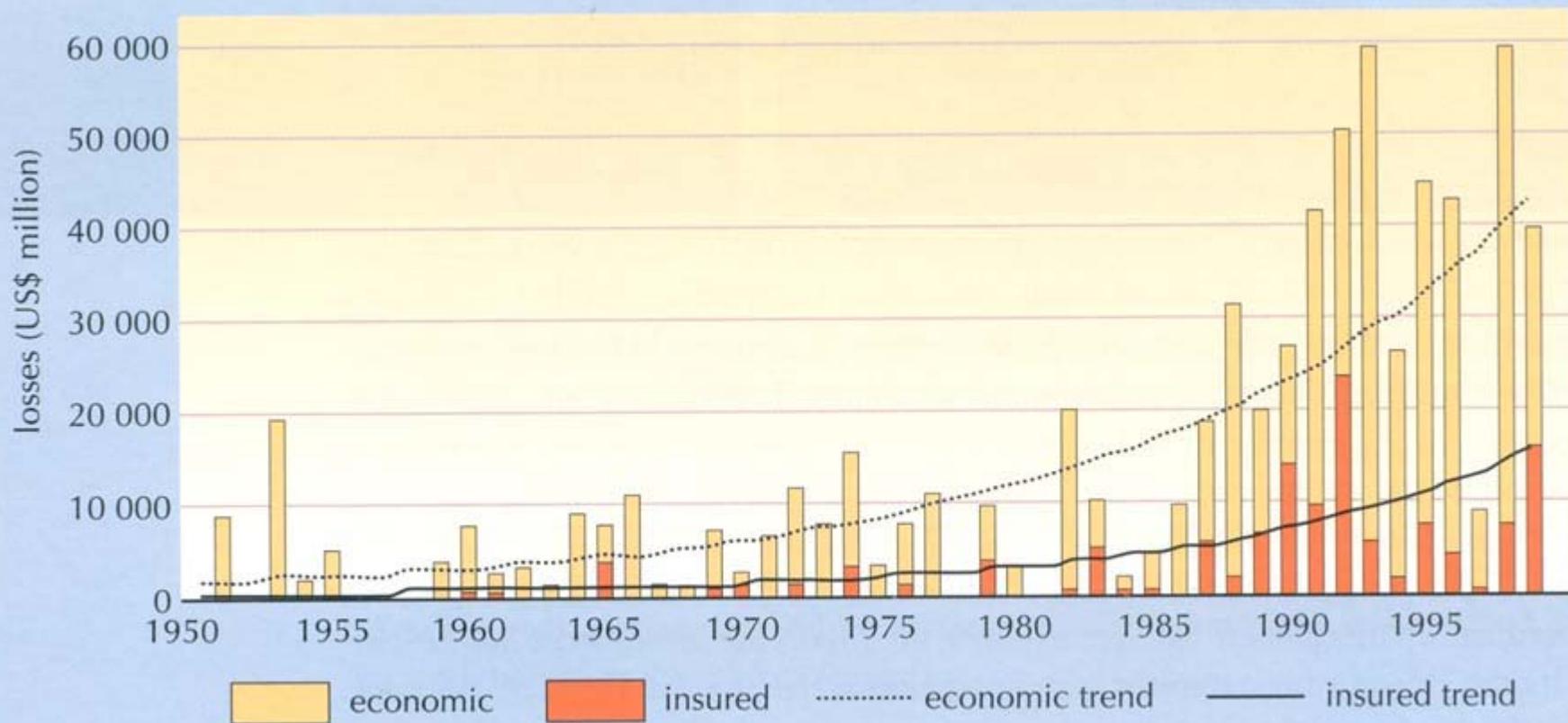


Figure 6.23 The economic impact of major weather and flood disasters from 1950–1999.
 Source: adapted from IPCC, 2001d, Figure 8-1.



Malaria in Kolumbien

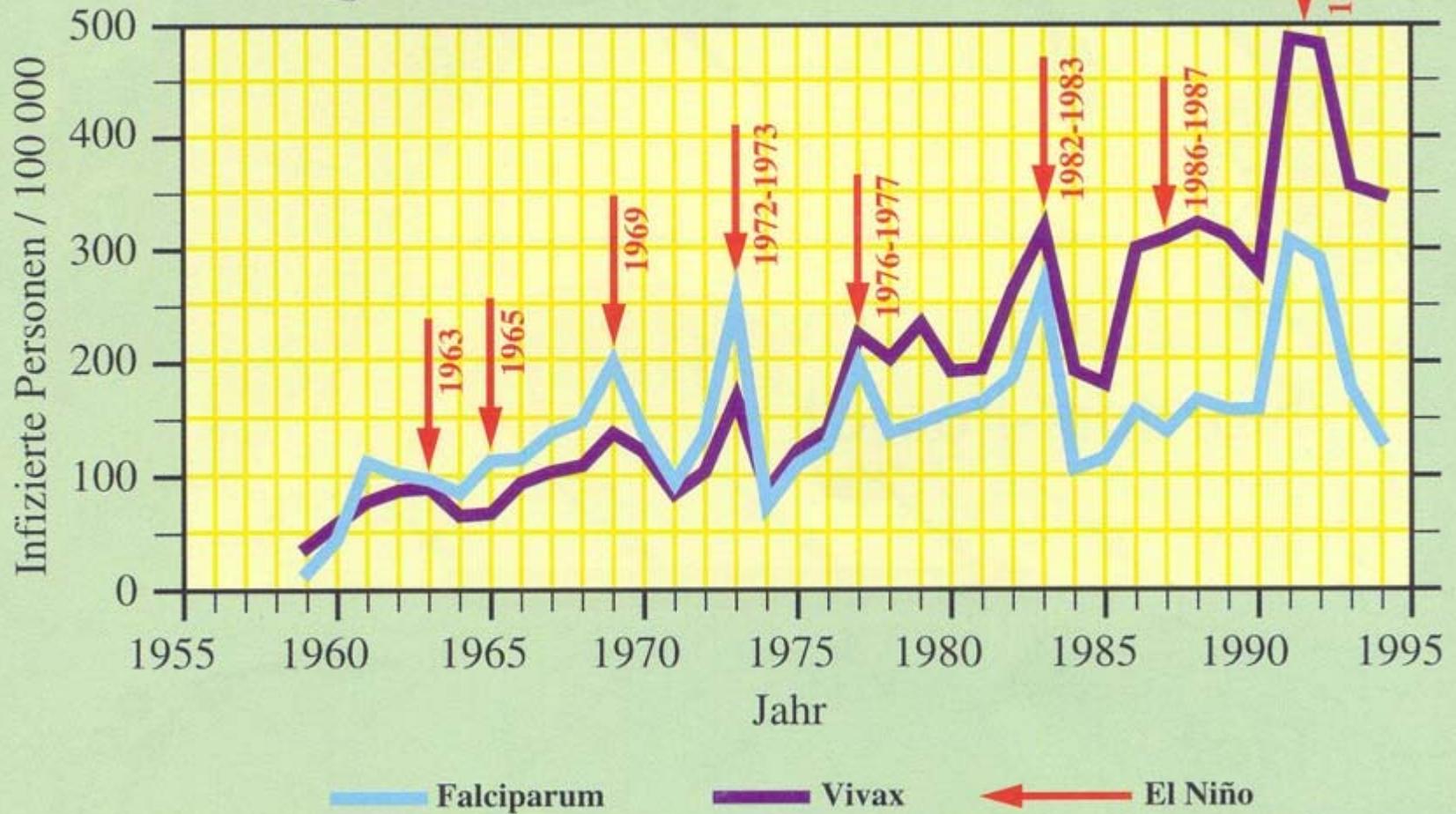


Abb. 6.7: Anzahl der durch die beiden wichtigsten Malaria-Erreger („Vivax“ und „Falciparum“) infizierten Personen in Kolumbien. Die Pfeile deuten El-Niño-Jahre an.²

Tabelle 9.3: Einfluß des Menschen oder der Natur? Einige Beispiele mit Angabe der betreffenden Seitenzahlen dieses Buches

Veränderung	Ursachen	
	natürliche	anthropogene
Aussterben von Tieren im späten Pleistozän	Klima	Jagd
Baumsterben in der Savanne	Bodenversalzung durch klimatisch verursachten Grundwasseranstieg	Überweidung
Desertifikation in semiariden Gebieten	Klimawandel	Überweidung usw.
holozäne Entwicklung von Torfmooren im britischen Hochland	Klimawandel und fortschreitende Verschlechterung des Bodens	Entwaldung und Pflugfeldbau
holozäner Rückgang von Ulmen und Linden	Klimawandel	Fütterung und Stallhaltung von Tieren
Eindringen von Bäumen in alpines Weideland in den USA	günstigere Temperaturen	Einstellung des Legens von Bränden
Gullybildung	Klimawandel	Änderung der Landnutzung
klimatische Erwärmung zu Beginn des 20. Jahrhunderts	Veränderungen der Sonneneinstrahlung und der Vulkanaktivität	durch Kohlendioxid erzeugter Treibhauseffekt
fortschreitende Rückverlagerung von Küsten	Anstieg des Meeresspiegels	Unterbrechung des Antransports von Sedimenten
Zunahme des Überflutungsrisikos an Küsten	Anstieg des Meeresspiegels, natürliche Absenkung	Absenkung, hervorgerufen durch Auspumpen von Wasseradern
Zunahme des Ausmaßes von Überschwemmungen durch Flüsse	Regen stärkerer Intensität	Anlage von Drainagegräben
Zusammenbruch der Bodenstruktur und -chemie	Prozesse der Karstbildung	Senken der Wasservorräte durch zu starkes Auspumpen
Waldsterben	Dürre	Luft-, Boden- und Wasserverschmutzung

„Global Change“ ist Tatsache !

Wir können viele Entwicklungen weder stoppen noch umkehren, sondern allenfalls nur verzögern, um Zeit für notwendige Anpassungen an die neuen Rahmenbedingungen zu gewinnen

Angelpunkte zwischen **„Global Change“** und **„Nachhaltigkeit“**

- * Energie und Rohstoffe - alternative Technologien
- * Ernährung und nachhaltige Landwirtschaft
- * Gesundheitswesen
- * Umweltethik - Wiedererrichtung von kulturellen und spirituellen Wertsystemen
- * Visionen und alternative Zukunft
- * Erziehung und „Umweltbildung“
- * Frieden und Konfliktlösung
- * Menschen- und Bürgerrechte
- * Minderheitenschutz

Literatur zum Beitrag von R. Albert „Global Change“

(Die genannten Bücher sind an der BOKU-Bibliothek verfügbar; es gibt dort aber noch zahlreiche weitere interessante Bücher zum Thema!)

Morris D., Freeland J., Hinchliffe, St. & S. Smith (Eds.) (2003): Changing Environments. John Wiley and sons, in association with „The Open University“.

Blowers A. & St. Hinchliffe (Eds.) (2003): Environmental Responses. John Wiley and sons, in association with „The Open University“.

Walker B., Steffen W., Canadell J. & J. Ingram (Eds.) (1999): The Terrestrial Biosphere and Global Change – Implication for Natural and Management Ecosystems. The International Geosphere-Biosphere Programme Book Series, Vol. 4. Cambridge University Press.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (1998): Welt im Wandel: Strategien zur Bewältigung globaler Umweltkrisen. Jahrgutachten 1998. Springer-Verlag Berlin etc.

Steffen W., Sanderson A., Tyson P.D., Jäger J., Matson P.A., Moore B. III, Oldfield F., Richardson K., Schellnhuber H.J., Turner B.L. II, & R.J. Wasson (2004): Global Change and the Earth System – A Planet Under Pressure. Springer Berlin etc.