

# Klimaschutz, das Kyoto- Protokoll und die biologischen Senken

Andreas Fischlin

Terrestrische Systemökologie  
ETH Zürich

[andreas.fischlin@env.ethz.ch](mailto:andreas.fischlin@env.ethz.ch)

# Vortragsübersicht

- **Klimaschutz**
- **Die Rolle biologischer Senken**
- **Das Kyotoprotokoll und die Senken**
- **Bedeutung für die Schweiz**

# Klimaschutz

# Zivilisation ...



# Treibhausgase: Zahlen und Fakten

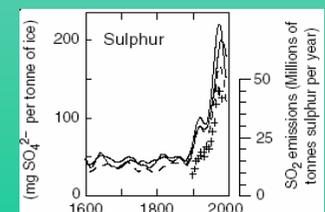
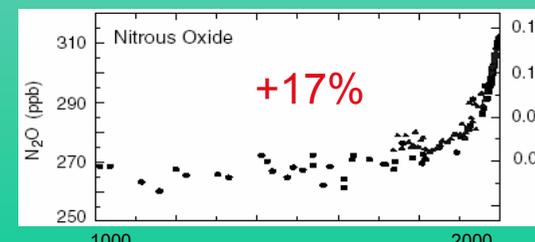
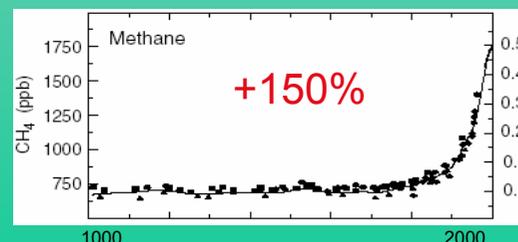
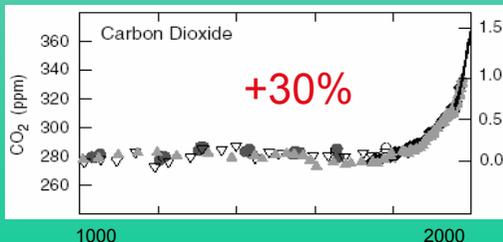
	CO <sub>2</sub> (Carbon Dioxide)	CH <sub>4</sub> (Methane)	N <sub>2</sub> O (Nitrous Oxide)	CFC-11 (Chlorofluoro -carbon-11)	HFC-23 (Hydrofluoro -carbon-23)	CF <sub>4</sub> (Perfluoro- methane)
Pre-industrial concentration	about 280 ppm	about 700 ppb	about 270 ppb	zero	zero	40 ppt
Concentration in 1998	365 ppm	1745 ppb	314 ppb	268 ppt	14 ppt	80 ppt
Rate of concentration change <sup>b</sup>	1.5 ppm/yr <sup>a</sup>	7.0 ppb/yr <sup>a</sup>	0.8 ppb/yr	-1.4 ppt/yr	0.55 ppt/yr	1 ppt/yr
Atmospheric lifetime	5 to 200 yr <sup>c</sup>	12 yr <sup>d</sup>	114 yr <sup>d</sup>	45 yr	260 yr	>50,000 yr

<sup>a</sup> Rate has fluctuated between 0.9 ppm/yr and 2.8 ppm/yr for CO<sub>2</sub> and between 0 and 13 ppb/yr for CH<sub>4</sub> over the period 1990 to 1999.

<sup>b</sup> Rate is calculated over the period 1990 to 1999.

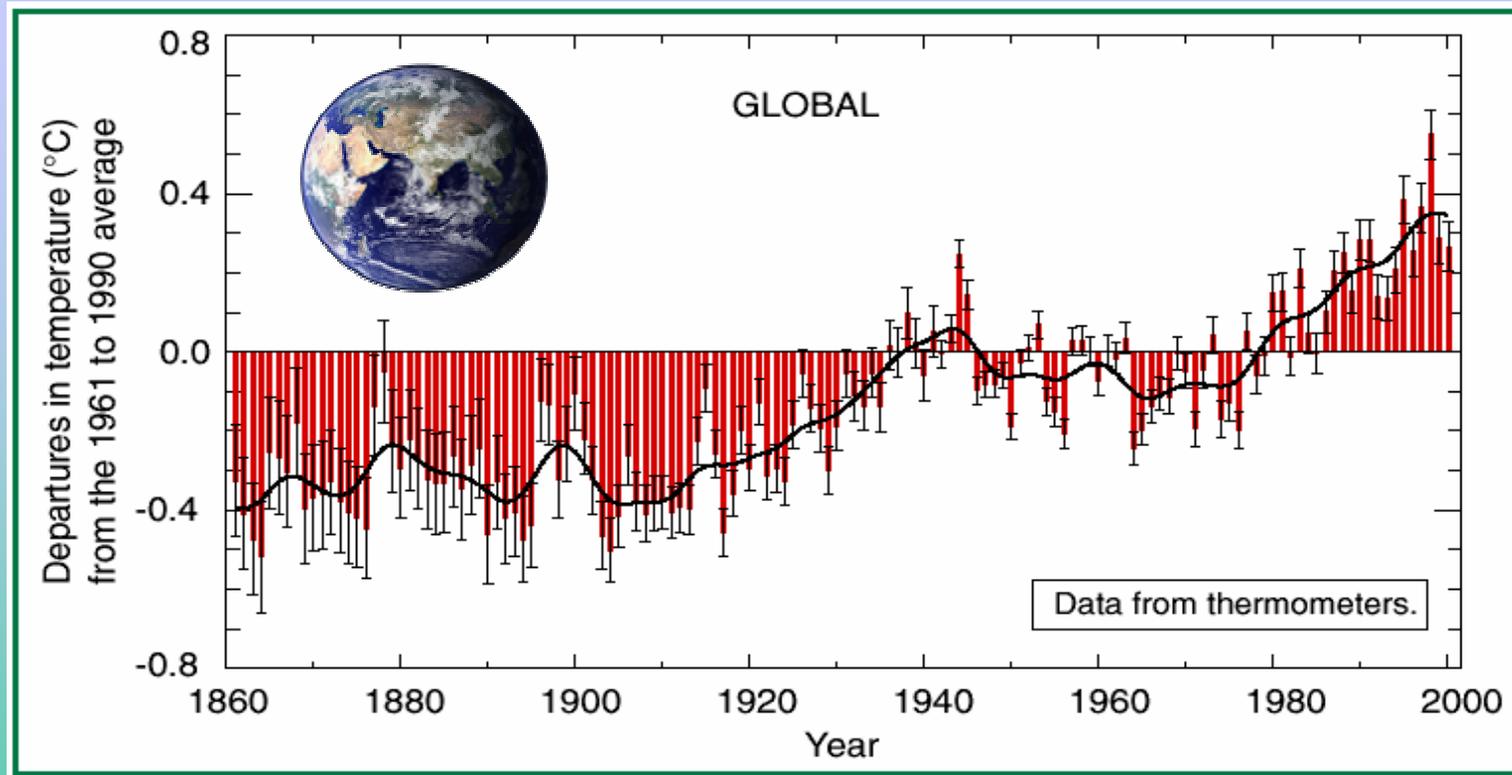
<sup>c</sup> No single lifetime can be defined for CO<sub>2</sub> because of the different rates of uptake by different removal processes.

<sup>d</sup> This lifetime has been defined as an "adjustment time" that takes into account the indirect effect of the gas on its own residence time.



# Das Klima ändert sich

# Die Klimaänderung hat begonnen ...

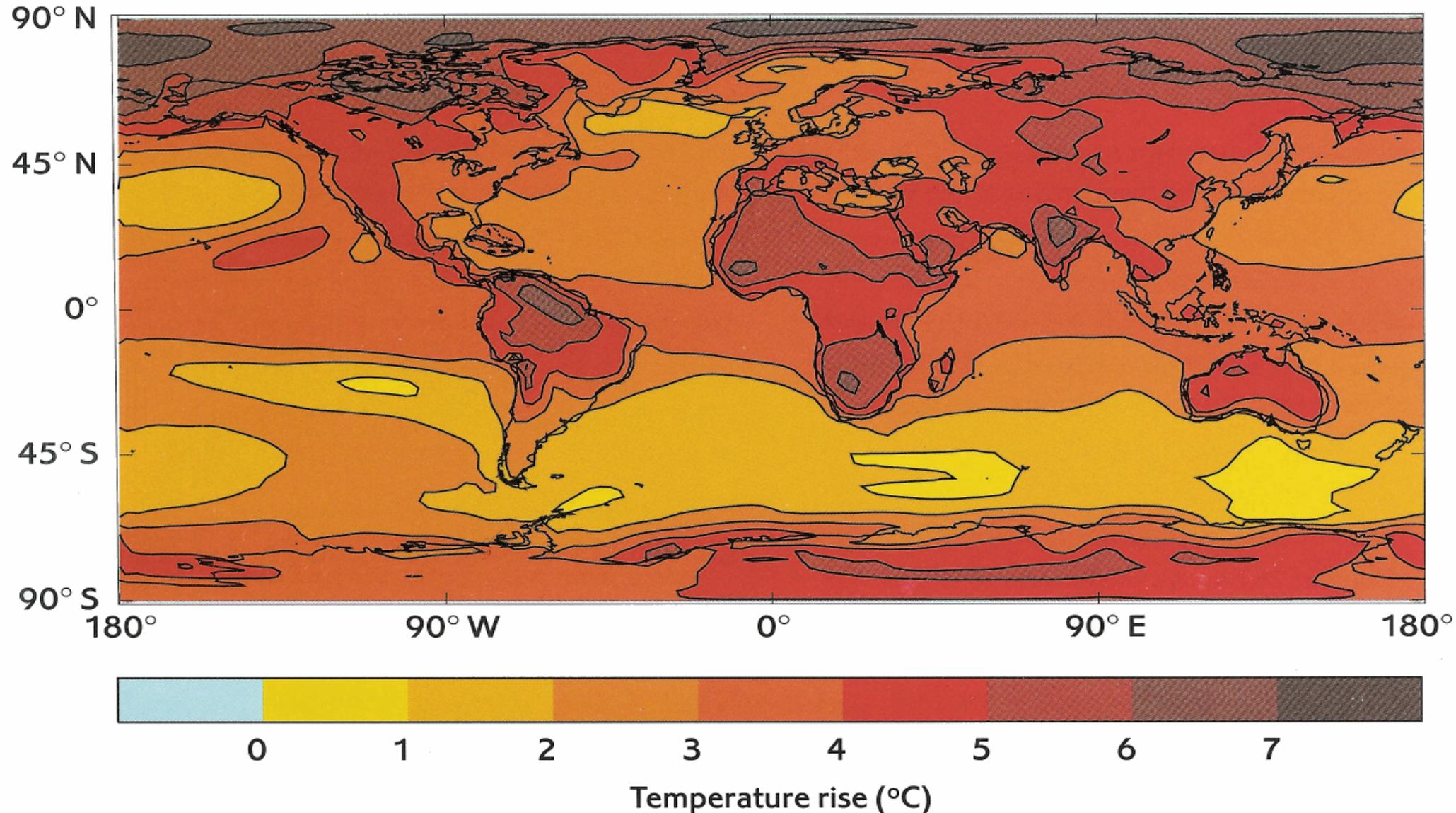


Schweiz 20. Jh. Durchschnittlich  $+1.2^{\circ}\text{C}$

Deutschschweiz:  $+1.3^{\circ}\text{C}$  (1.2-1.5), Westschweiz  $+1.6 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ , Alpensüdseite  $+1.0^{\circ}\text{C}$

# ... kommt erst noch auf uns zu ...

BAU IS92a ~2080 HadCM2

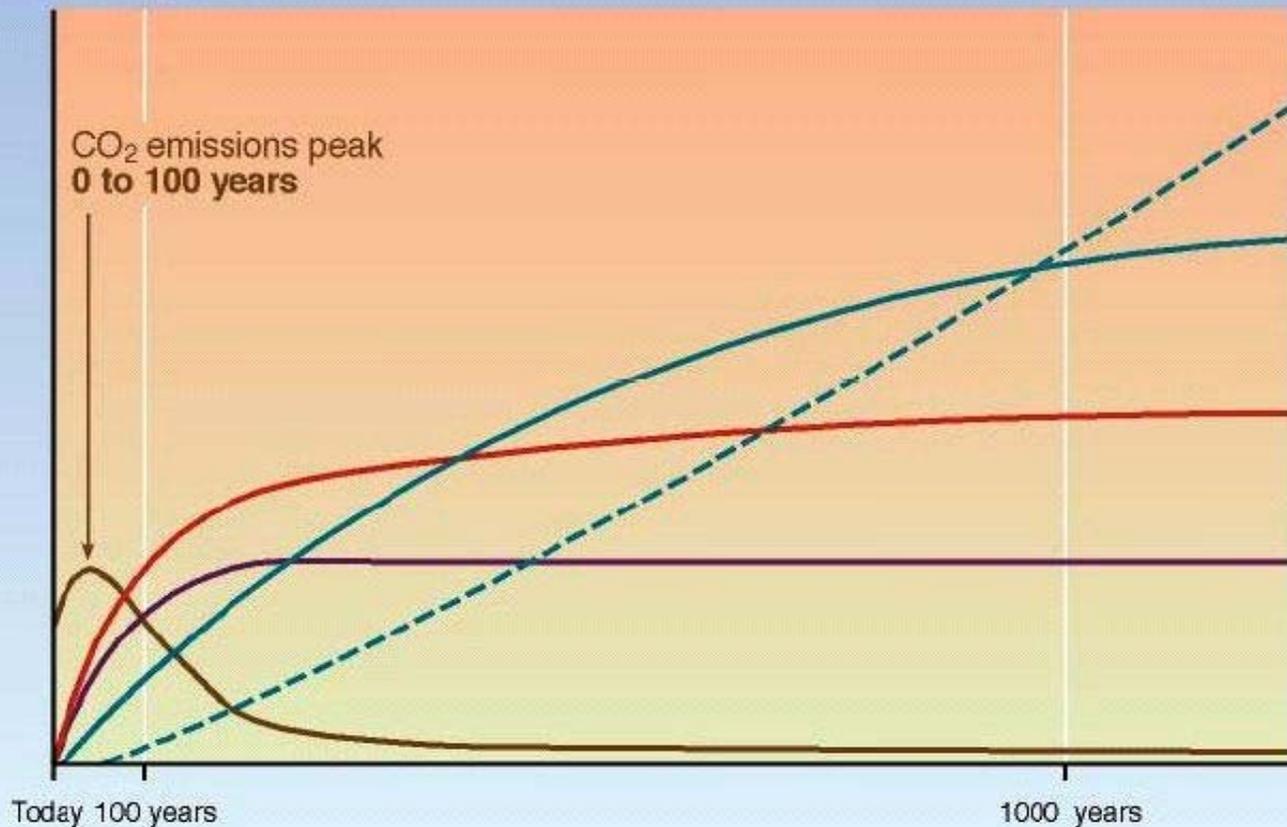


# ... und lang nicht zur Ruh!

CO<sub>2</sub> concentration, temperature and sea level continue to rise long after emissions are reduced

Magnitude of response

Time taken to reach equilibrium



CO<sub>2</sub> emissions peak  
0 to 100 years

Sea-level rise due to ice melting:  
**several millenia**

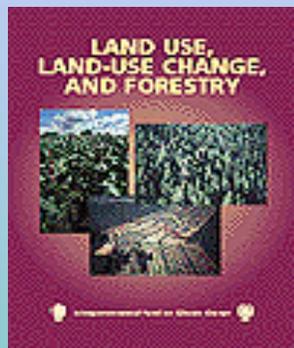
Sea-level rise due to thermal  
expansion:  
**centuries to millenia**

Temperature stabilization:  
**a few centuries**

CO<sub>2</sub> stabilization:  
**100 to 300 years**

CO<sub>2</sub> emissions

# Aussagen zur Klimaproblematik stützen sich auf wissenschaftliche Grundlagen, zusammengestellt durch IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change)



Watson, R.T., Noble, I.R., Bolin, B., Ravindranath, N.H., Verardo, D.J. & Dokken, D.J. (eds.), 2000. *Land use, land-use change and forestry*. Cambridge University Press, Cambridge, 377 pp.



IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001: WG I "Climate Change 2001: The Scientific Basis" / WG II "Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability" / WG III "Climate Change 2001: Mitigation" / "Climate Change 2001: Synthesis Report"  
Cambridge University Press

# Die Auswirkungen sind vielfältig, schwer absehbar und riskant



**Weltbevölkerung 6'436'912'235**

# Klimakonvention (UNFCCC) - Art. 2 Das Ziel

**UNFCCC** (United Nations Framework Convention of Climate Change) im Anschluss an den Weltgipfel in Rio 1992 entstanden.

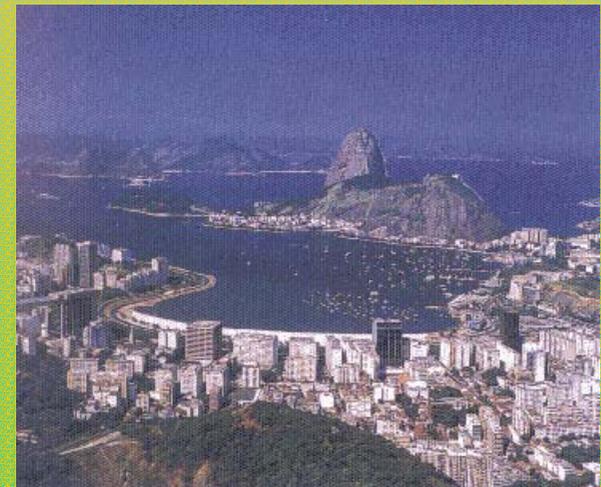
Ist in Kraft und von praktisch allen Ländern der Welt ratifiziert worden, inklusive USA (an 4. Stelle)!

Der Artikel 2 ist von entscheidender Bedeutung:

**Das Endziel dieses Uebereinkommens ist ... die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird.**

**Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraums erreicht werden, der ausreicht, damit sich**

- **die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können,**
- **die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und**
- **die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann.**



# Pfeiler des Klimaschutzes

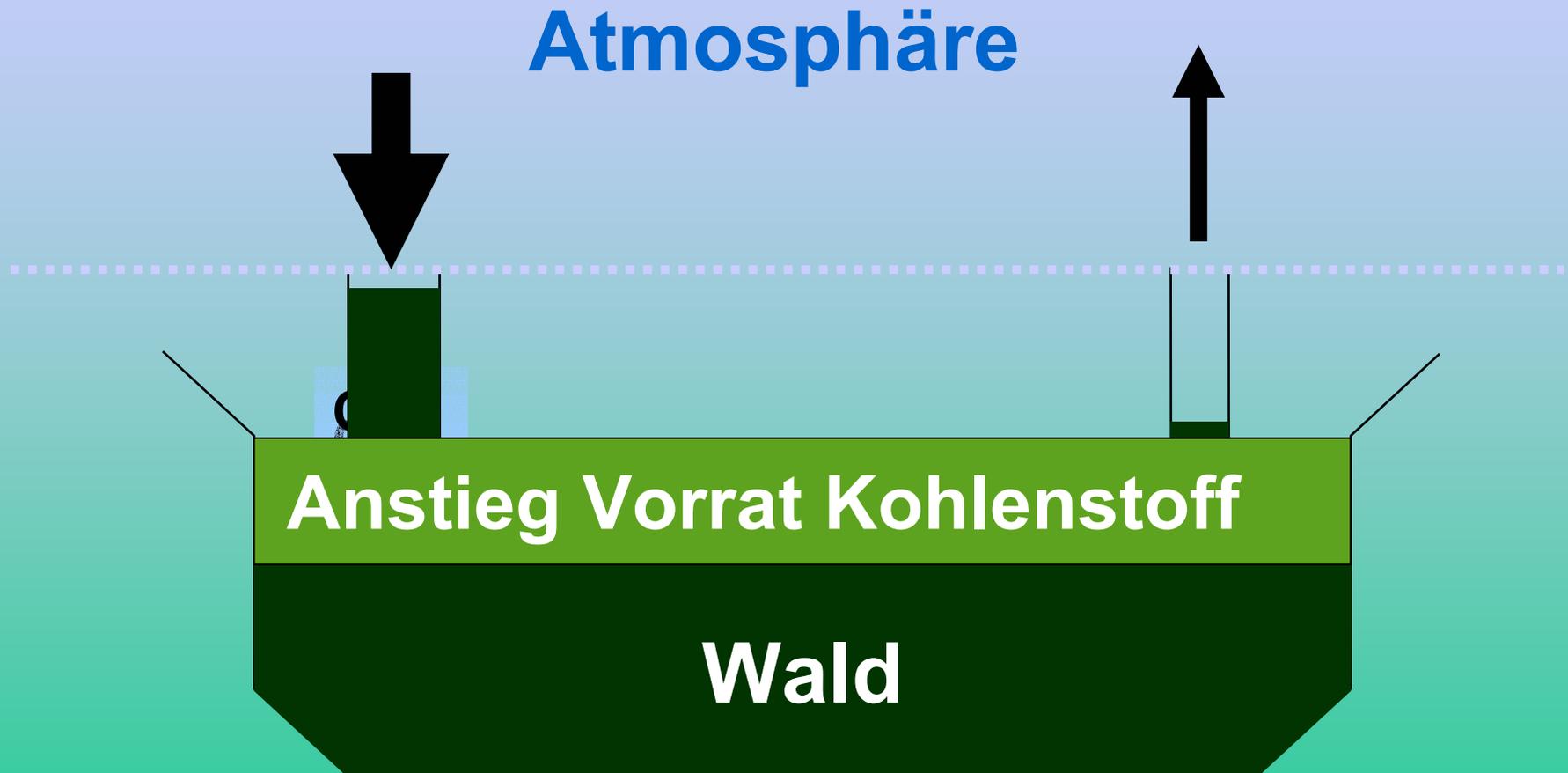
- **Wissenschaft**
- **Verursacherprinzip**
  - Fossile Brennstoffe (CO<sub>2</sub>)
  - Wälder (CO<sub>2</sub>)
  - Landwirtschaft (N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>)
  - Industriell hergestellte Chemikalien (FCKWs etc.)
- **Vorsorgeprinzip**
  - Geschichte ist nicht vorhersagbar!
  - Wissensbedingte Unsicherheiten





# **Die Rolle biologischer Senken und Quellen**

# Was ist eine biologische Senke?



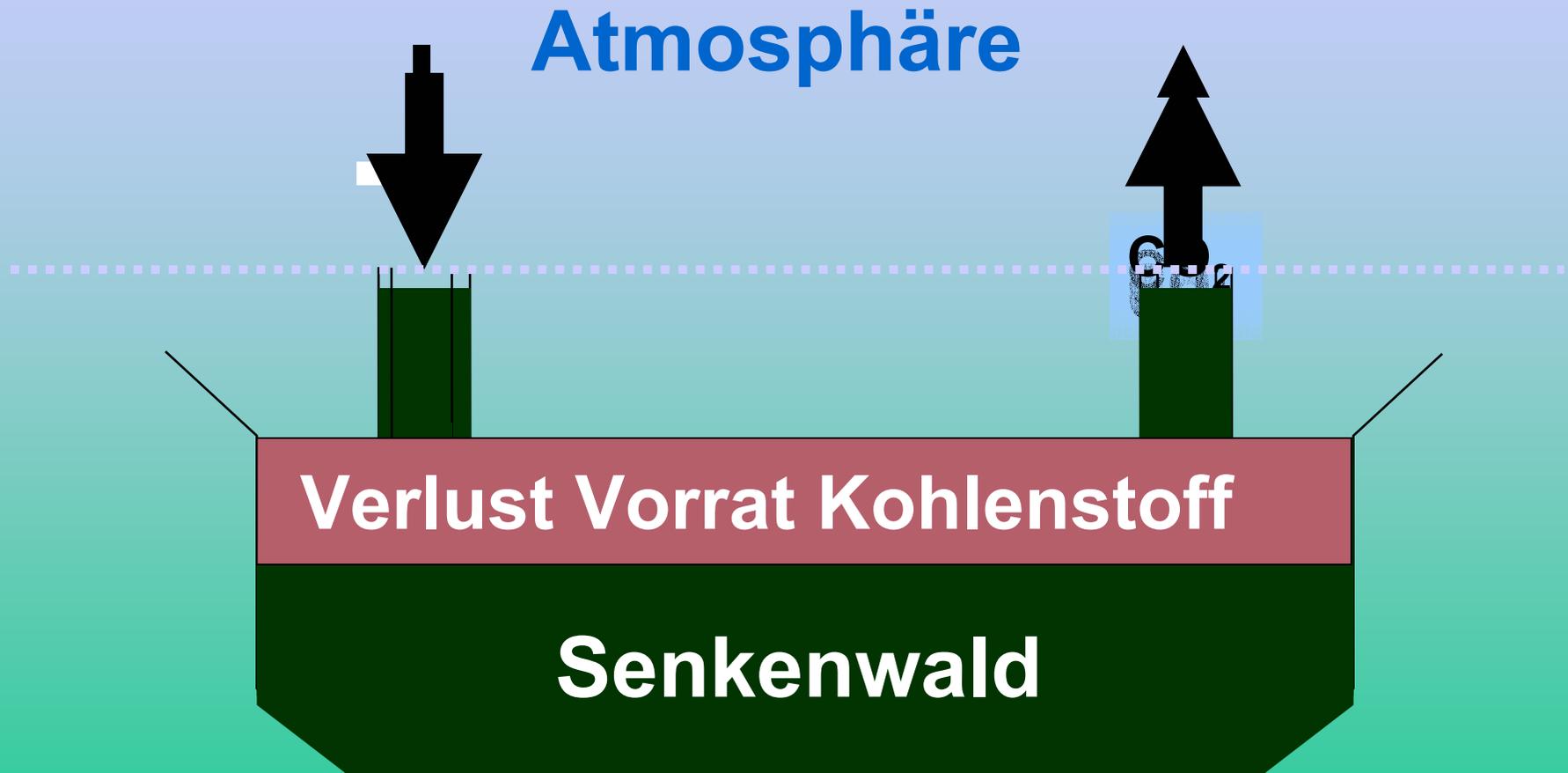
# Beispiel Jungwald



# Wie fördert man Senken?

- Man öffne den Zuflusshahn durch
  - Aufforstungen
  - Wiederaufforstungen
  - Vorrats- bzw. Umtriebszeiterhöhung
  - Verjüngung unter dem Schirm

# Was ist eine biologische Quelle?



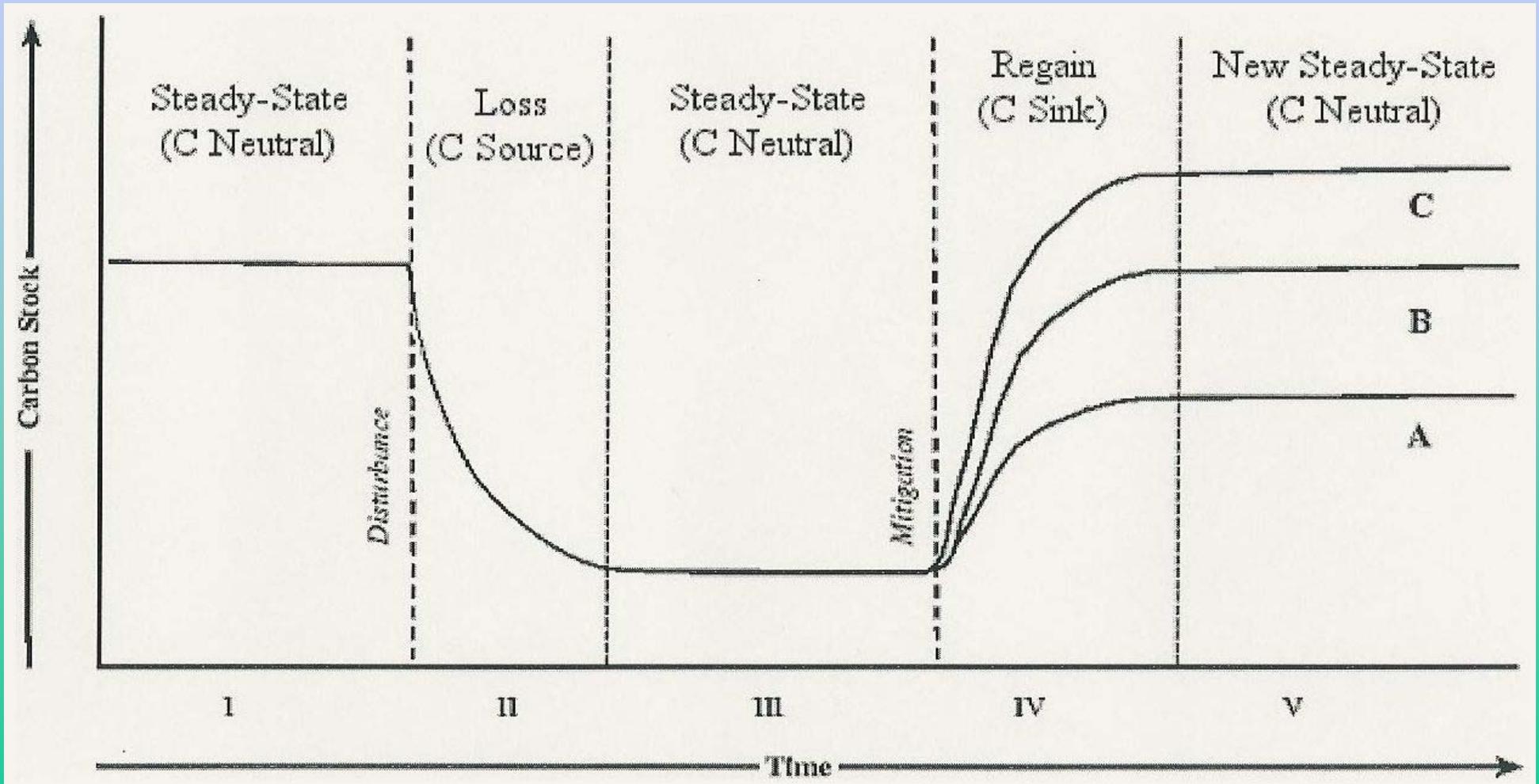
# Waldbrand oberhalb Leuk 13.Aug.2003



# Lothar 26.Dez.1999



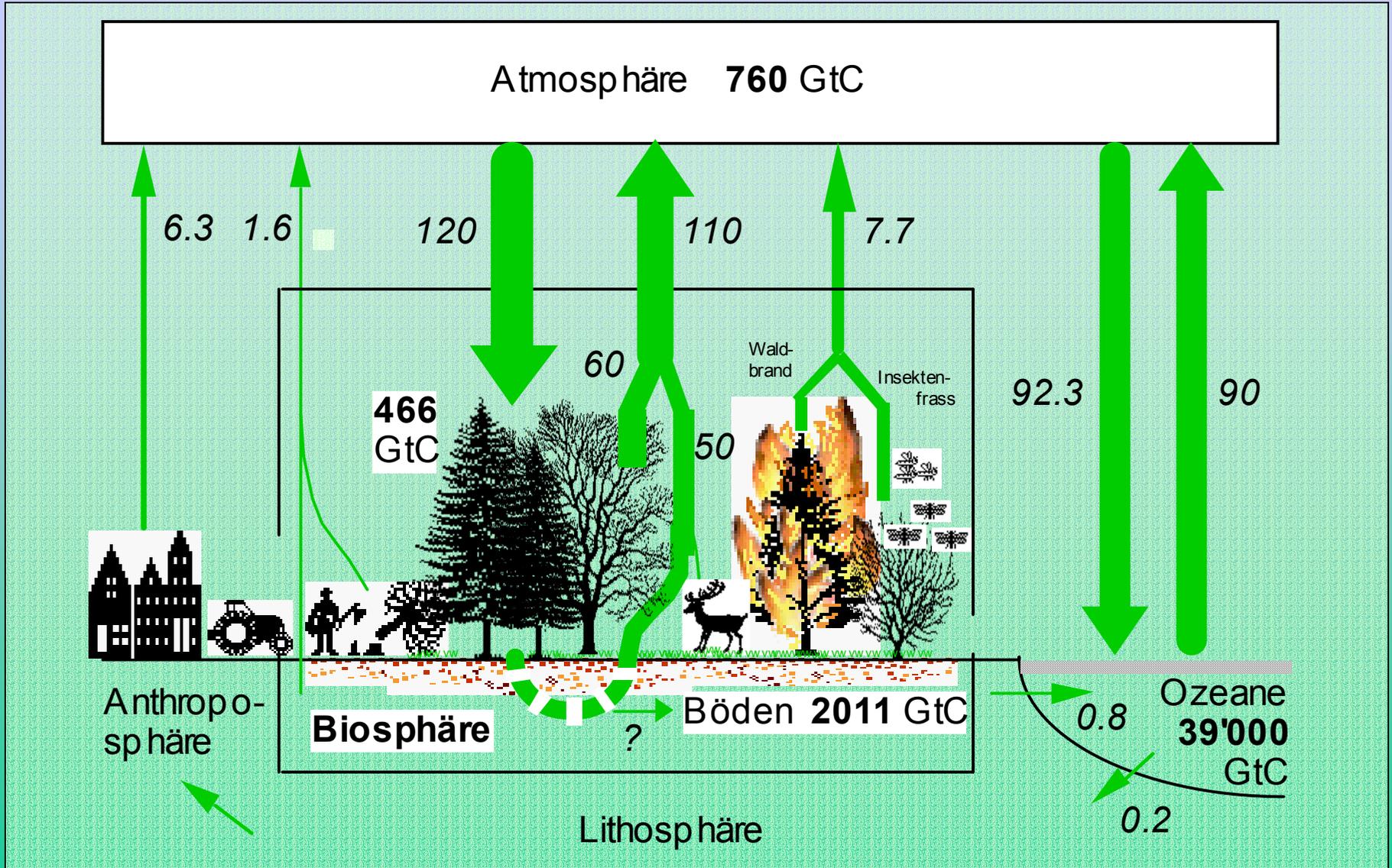
# Landnutzungsänderung und C-Vorrat



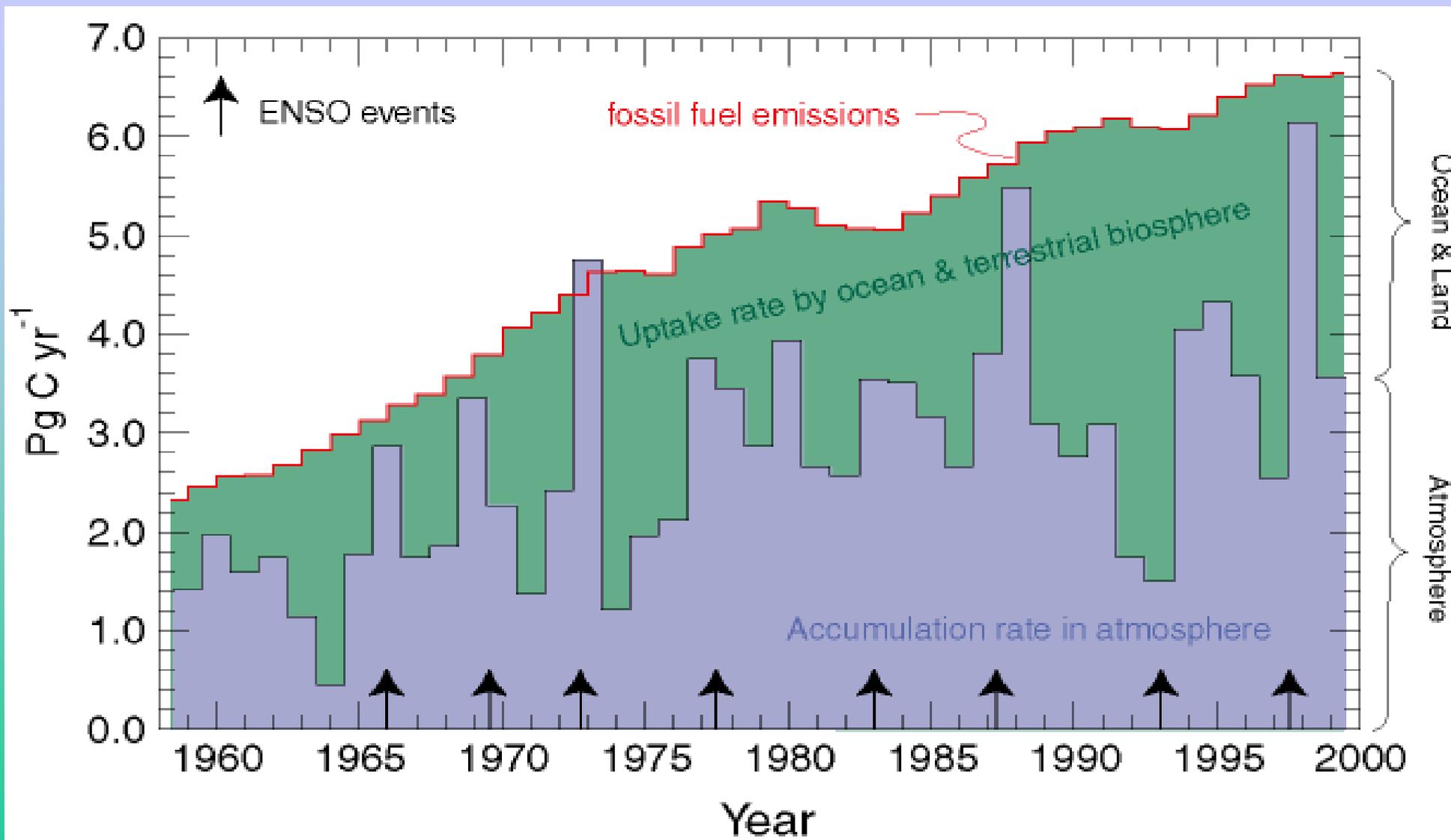
# Wie fördert man Senken?

- Man öffne den Zuflusshahn durch
  - Aufforstungen
  - Wiederaufforstungen
  - Vorrats- bzw. Umtriebszeiterhöhung
  - Verjüngung unter dem Schirm
- Man schliesse den Abflusshahn durch
  - Waldbrandbekämpfung
  - Vermeidung von Rodungen
  - Pfluglosen Ackerbau
  - Verringerten Viehbestand

# Der globale Kohlenstoffkreislauf - biologisch angetrieben



# Interannuelle Variabilität



**Biologische Senken  
und Quellen sind für  
das Klima von  
entscheidender  
Bedeutung!**

# Klimakonvention fordert Senkenschutz

**Art. 4.1 d)** die nachhaltige Bewirtschaftung fördern sowie die Erhaltung und gegebenenfalls Verbesserung von Senken und Speichern aller nicht durch das Montrealer Protokoll geregelten Treibhausgase, darunter Biomasse, Wälder und Meere sowie andere Ökosysteme auf dem Land, an der Küste und im Meer, fördern und dabei zusammenarbeiten;

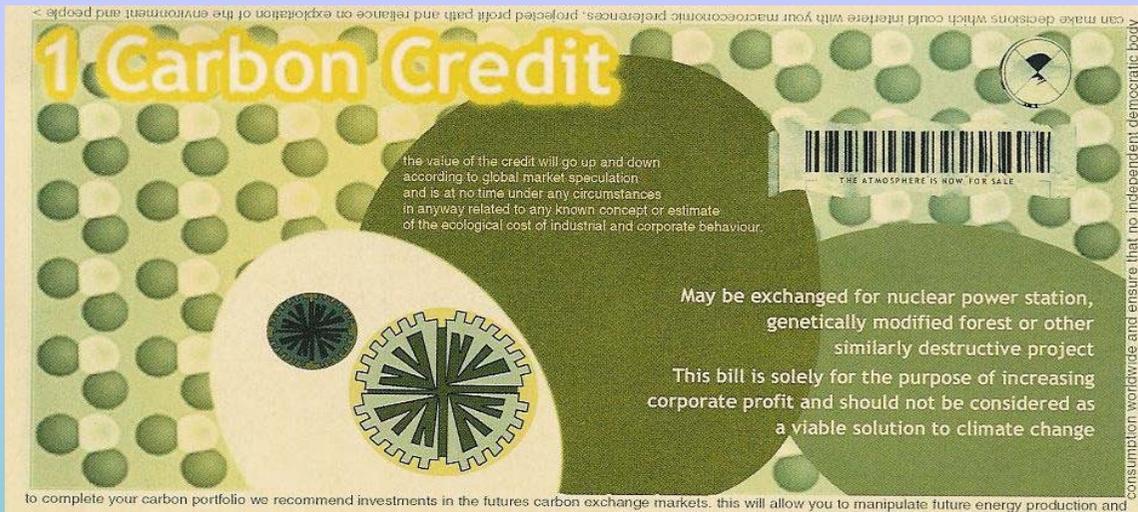


# **Das Kyotoprotokoll und die Senken**

# Das Kyotoprotokoll der Klimakonvention

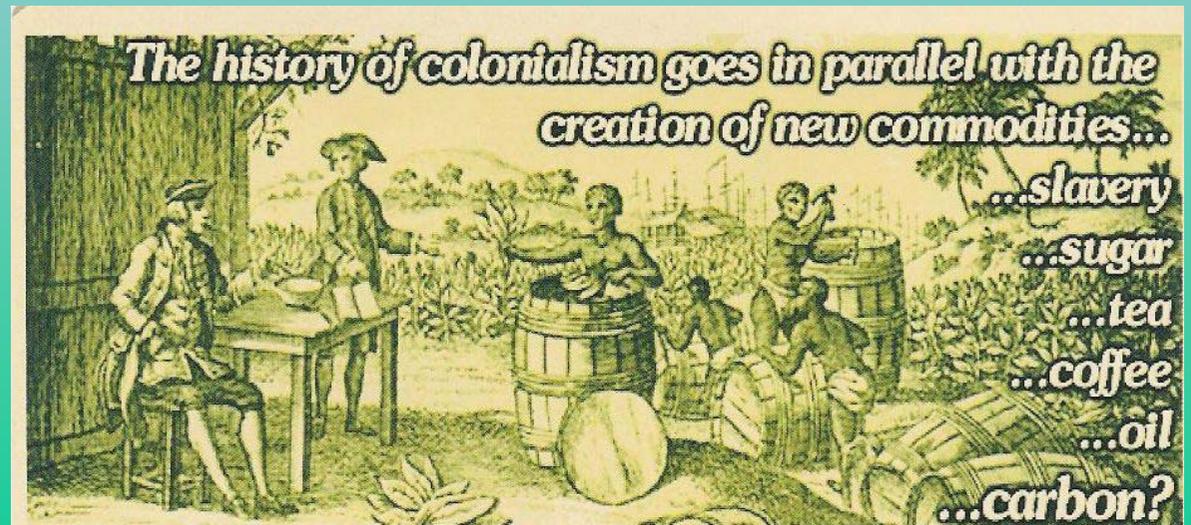
- Reduktionsverpflichtung der Industrie-länder -5.2% CO<sub>2</sub>equiv./a (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>) relativ zu 1990 in 1. Verpflichtungsperiode (2008-2012)
- Politischer Durchbruch dank Bonner Vereinbarung & Marrakesch Übereinkommen:
  - Finanzen (Industrie- → Entwicklungsländern)
  - Flexible Mechanismen (CDM, JI, ET)
  - Rechtliche Verbindlichkeit der Reduktionsverpflichtungen
  - Senken (Artikel 3.3 u. 3.4, CDM, JI)

# Das neue schwarze Gold



Vorgeschmack auf die Zukunft? Scherzgeld, das an der COP6 in Den Haag durch NGOs in "Umlauf" gebracht wurde.

Das Kyoto Protokoll will Anreize schaffen in Wirtschaft, Handel, Land- und Forstwirtschaft



# **Kyoto Protokoll**

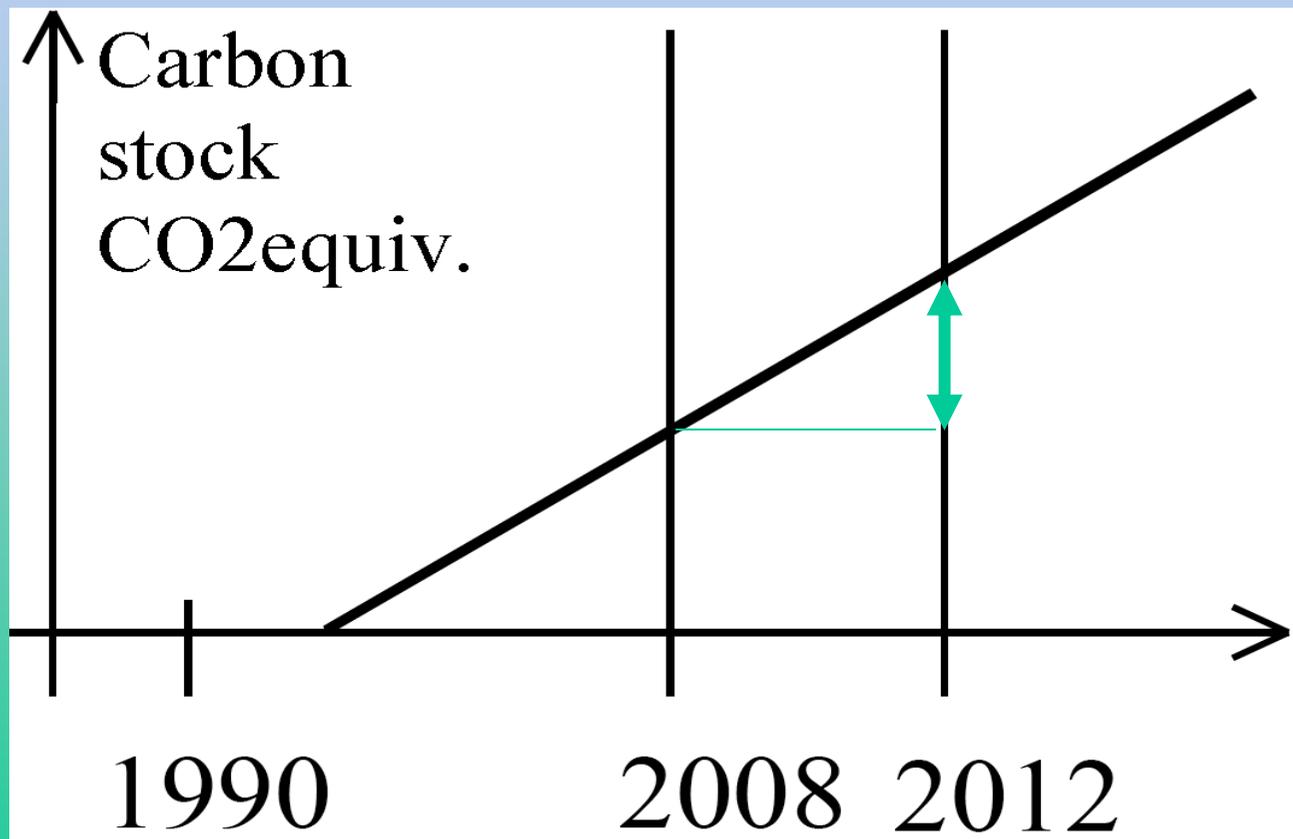
## **▪ Artikel 3.3**

**Aufforstung, Wiederaufforstung, Rodung =  
Änderung der Landnutzung**

**Ist auf jeden Fall anzuwenden!**

# Anrechenbarkeit - z.B. Artikel 3.3

- Aufforstung, Wiederaufforstung, Rodung seit 1990 (credits - debits, verbindlich)



# **Kyoto Protokoll**

## **Artikel 3.4**



**Waldwirtschaft**

**Ackerbau**

**Grünlandbewirtschaftung**

**Vegetationsaufwertung**

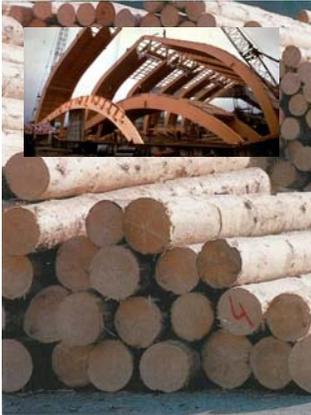
**= Änderung der Bewirtschaftung innerhalb bestehender Landnutzungen**

**1. Verpflichtungsperiode 2008-2012 freiwillig**

# Senken und Holznutzung



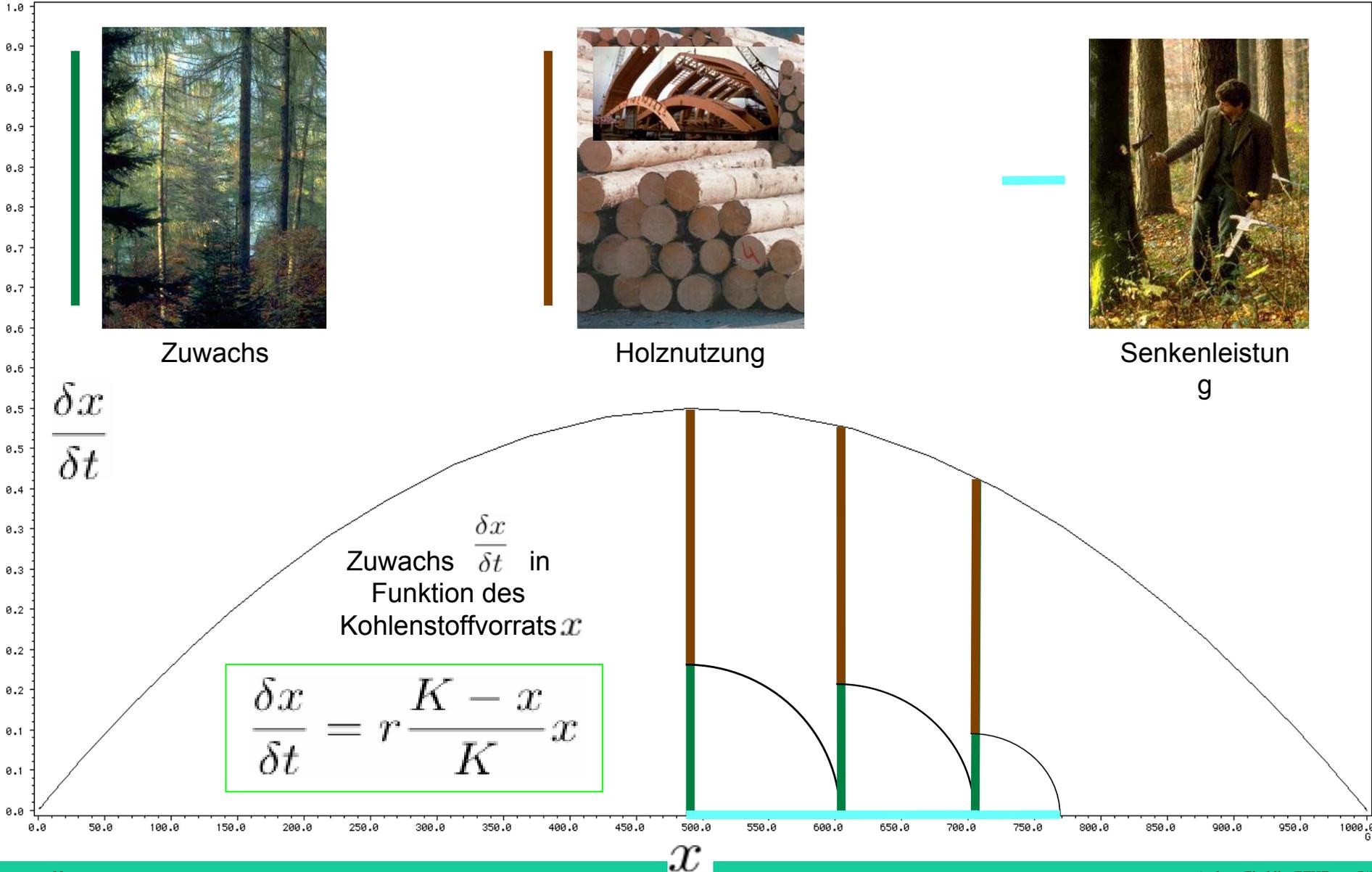
Zuwachs



Holznutzung



Senkenleistung  
g



# Senken im Kyoto Protokoll

## Anrechenbar falls:

- **“menschgemacht” seit 1990**
- **Aufforstung, Wiederaufforstung, Rodung** (d.h. Landnutzung ändert, Artikel 3.3)
- **Forstwirtschaft, Ackerbau, Grünlandbewirtschaftung, Wiederbepflanzung** (d.h. geänderte Bewirtschaftung bei gleicher Landnutzung, Art. 3.4)
- **Forstwirtschaft Obergrenze 0.5 MtC/a**  
(Bonner Vereinbarung / Marrakesh Übereinkunft beschlossen länderspez. Mengenbegrenzung - “Cap”)

# CDM Art. 12 Senkenprojekte in Entwicklungsländern



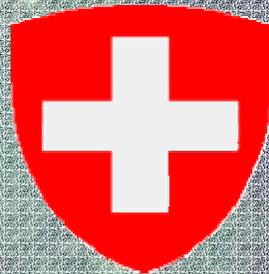
Senken im  
CDM (Clean  
Development  
Mechanism)

gemäss  
Bonner  
Vereinbarung  
und Marrakesch  
Übereinkunft

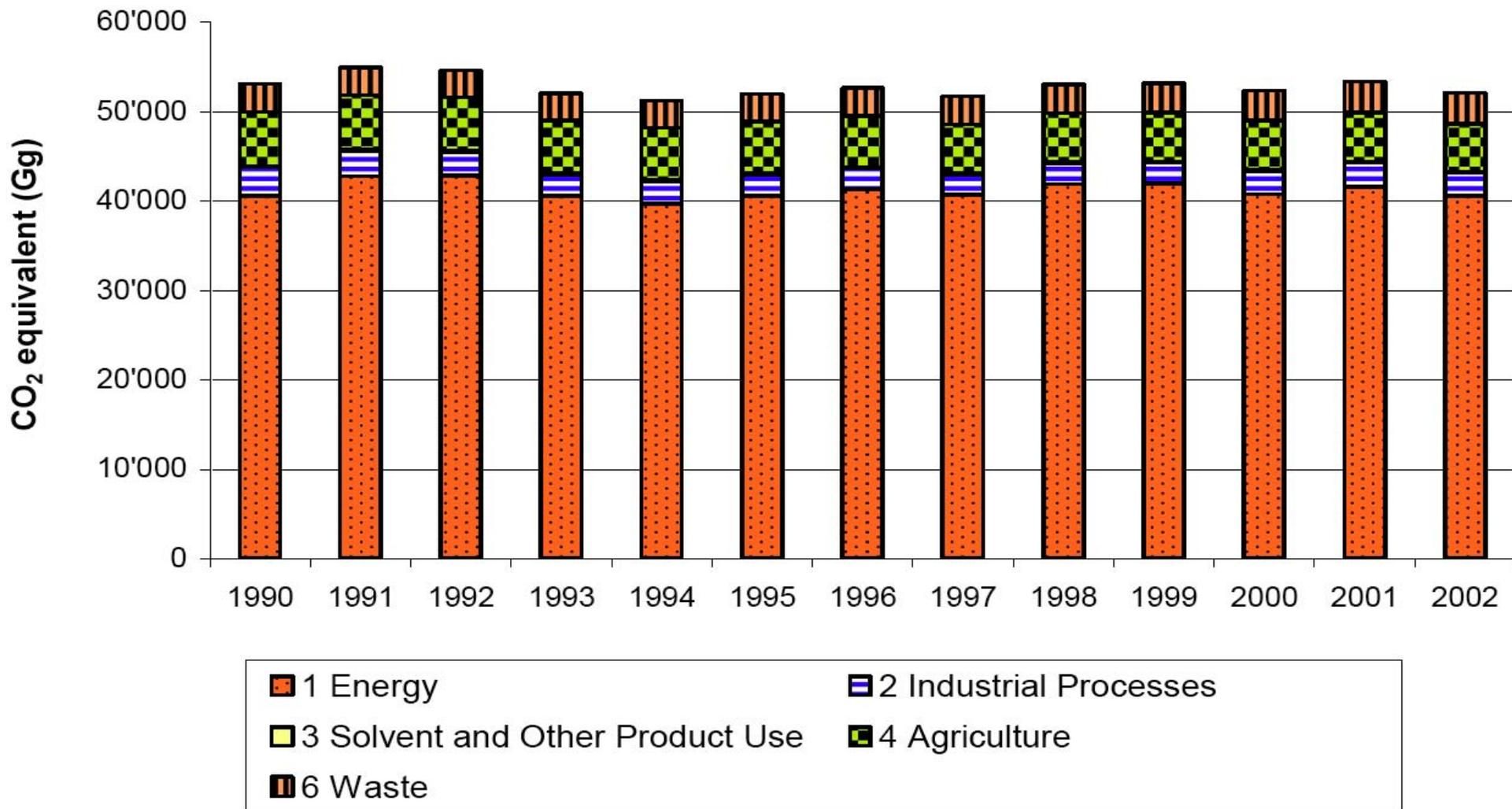
höchstens 1%  
der Emissionen  
Stand 1990

Beschränkung  
auf Auf- u.  
Wiederauf-  
forstungen

# **Bedeutung für die Schweiz**



# CH Treibhausgasinventar 1990-2002



# Schweizerische Senkenpolitik...

Wortlaut der Motion UREK vom 24. Februar 2003: Der Bundesrat wird beauftragt, im CO<sub>2</sub>-Bereich bei den Mitteln zur Erreichung des Reduktionsziels die Senken gemäss Kyoto-Protokoll zu berücksichtigen.

Antwort des Bundesrates  
9. Mai 2003:

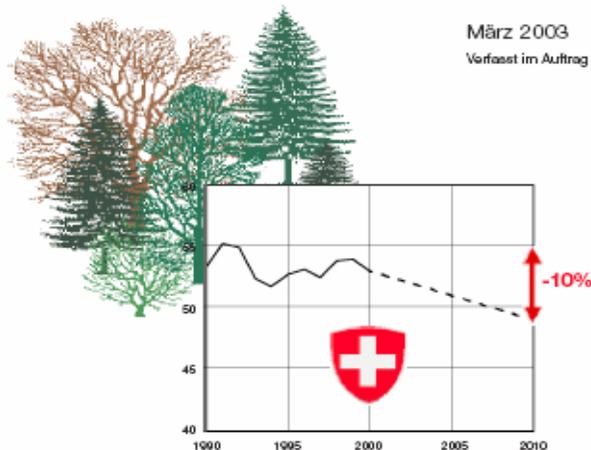
<a href="#">Suchen</a> <a href="#">Sitemap</a> <a href="#">e-shop</a> <a href="#">Kontakt</a>			
<a href="#">Umweltbehörden</a>	<b>Medienservice</b>	<a href="#">Wegweiser</a>	<a href="#">Fachgebiete</a>
 Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL			
<a href="#">Startseite</a> » <a href="#">Medienservice</a> » <a href="#">Medienmitteilungen</a> » Klimapolitik: Bundesrat will Anrechnung von CO <sub>2</sub> -Senken ermöglichen			
<b>Klimapolitik: Bundesrat will Anrechnung von CO<sub>2</sub>-Senken ermöglichen</b>		 	<b>Weiterführende Links:</b>
<p>Die Wälder und die landwirtschaftlichen Böden können mithelfen, das Reduktionsziel für Treibhausgase gemäss Kyoto-Protokoll zu erreichen. Für den Bundesrat ist neben der nachhaltigen Nutzung der erneuerbaren Ressource Holz die Förderung von Kohlenstoffspeichern in der Biomasse und im Boden – so genannten Senken – eine klimapolitische Option, da dadurch der Atmosphäre CO<sub>2</sub> entzogen wird. In diesem Sinn hat der Bundesrat heute eine entsprechende Motion der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie (UREK) des Nationalrates beantwortet. Er ist bereit, die Voraussetzungen zu schaffen, damit Senkenprojekte in der Schweiz realisiert werden können.</p>			<p>..... <a href="#">Faktenblatt zu Senkenaktivitäten gemäss Kyoto Protokoll und ihr möglicher Beitrag an die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz (pdf, 16kB)</a> ..... <a href="#">Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz. Bericht der ETH Zürich</a> ..... <a href="#">Antwort des Bundesrates auf die UREK-N Motion</a></p>
Das Kyoto-Protokoll verpflichtet die Vertragsstaaten zur			



A. Fischlin, B. Buchter  
L. Matile, K. Ammon, E. Hepperle  
J. Leifeld und J. Fuhrer

**Bestandesaufnahme  
zum Thema  
Senken in der Schweiz**

März 2003  
Verfasst im Auftrag des BUWAL



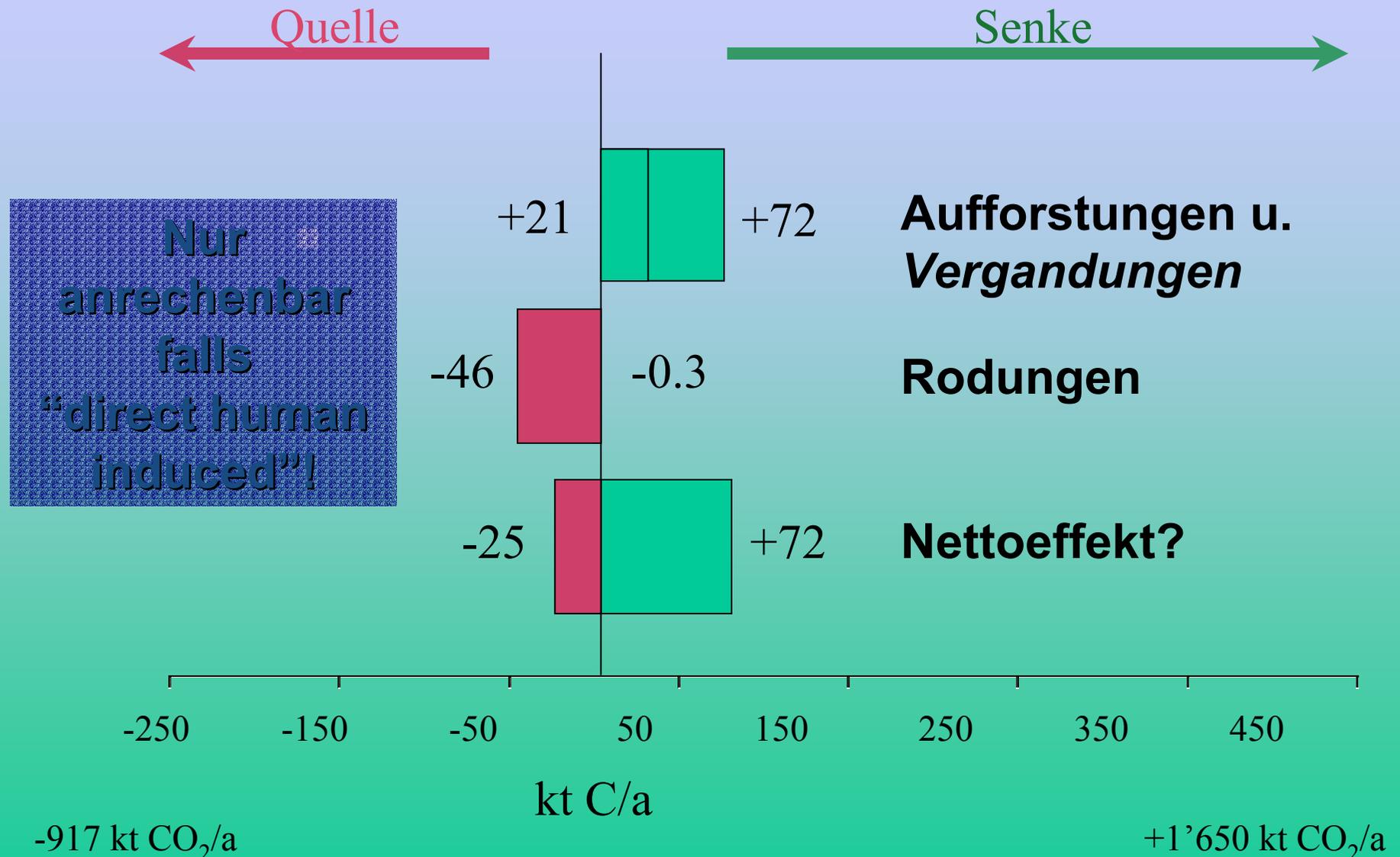
# Bestandes- aufnahme und aktuelle Analyse

Fischlin, A., Buchter, B., Matile, L., Ammon, K., Hepperle, E., Leifeld, J. & Fuhrer, J., 2003. *Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz*. Systems Ecology Report No. 29, Institute of Terrestrial Ecology, Swiss Federal Institute of Technology ETH, Zurich, Switzerland, 86 pp.

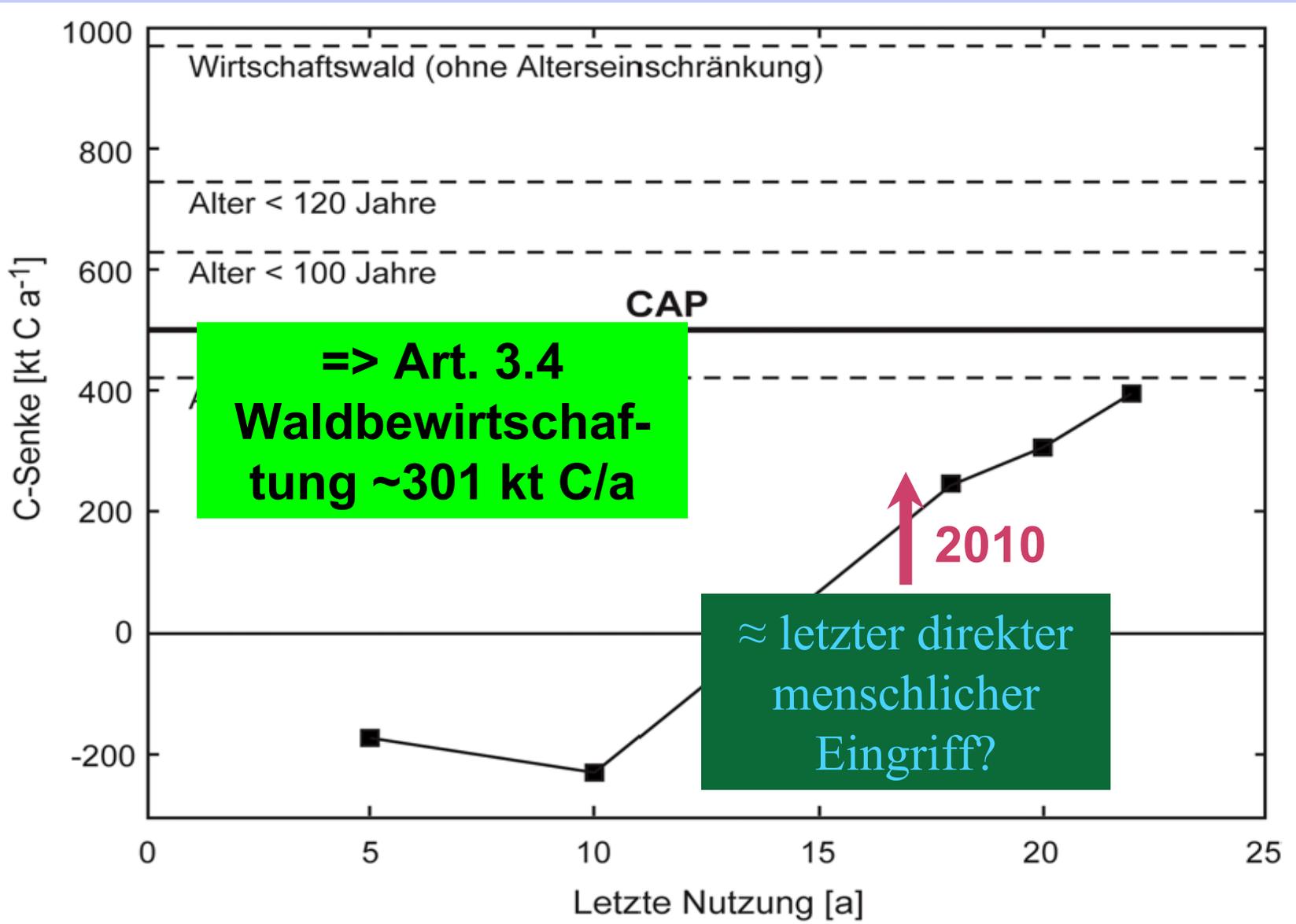
Begleitgruppe:

Im Auftrag des BUWAL

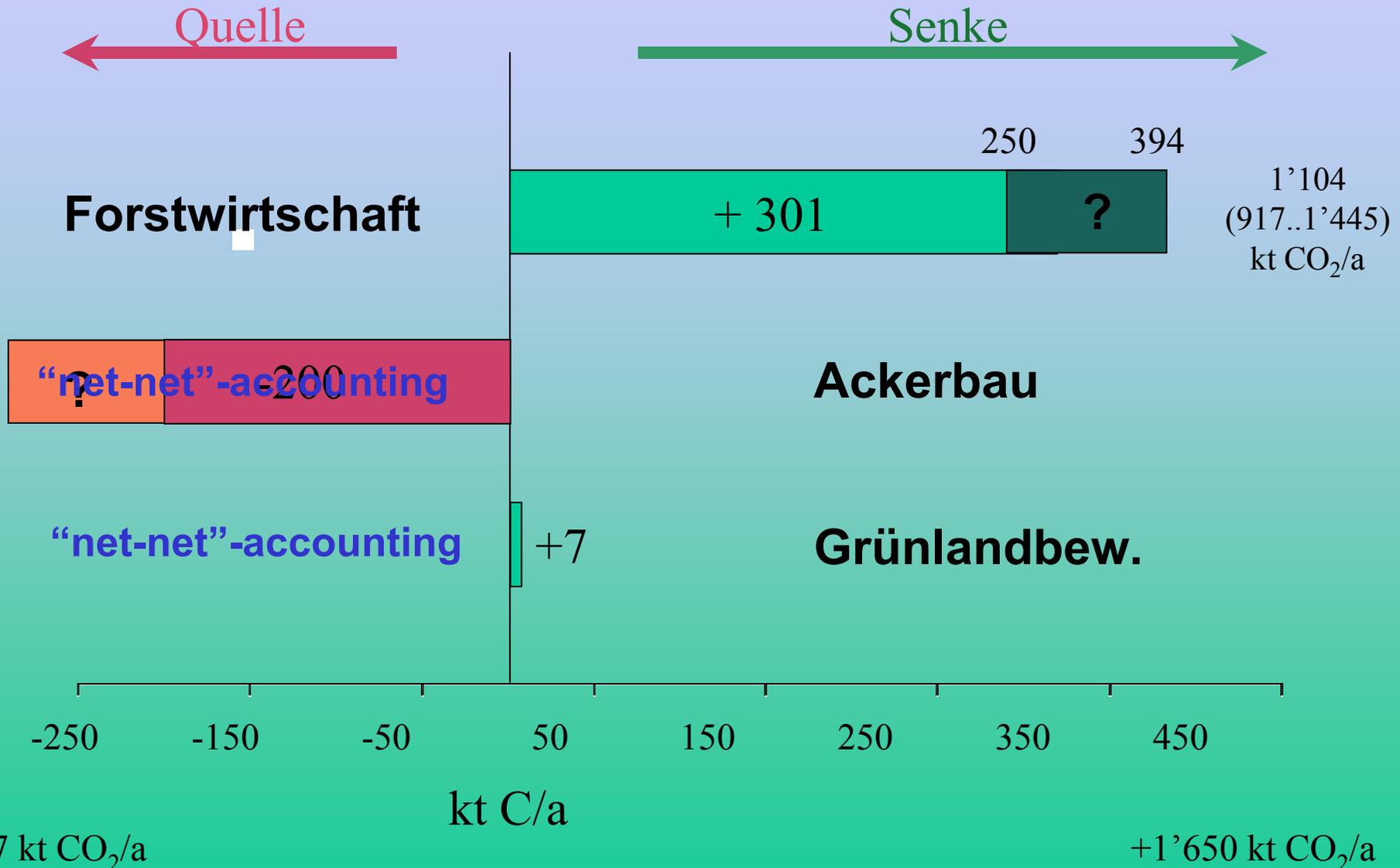
# Artikel 3.3 (Aufforstungen, Rodungen)



# Daten aus dem Landesforstinventar



# Artikel 3.4 (Forst- u. Landwirtschaft)



# Schweiz. Potentiale (bis 2150)

ca. 1/3 v.  
1990



Aus Fischlin *et al.*, 2003.  
Bestandesaufnahme Senken in  
der Schweiz



Reduktions-  
verpflich-  
tung 1.16



QuickTime™ and a  
PNG decompressor  
are needed to see this picture.

**2'600 km<sup>2</sup>**



# Konsequenzen für die Schweiz



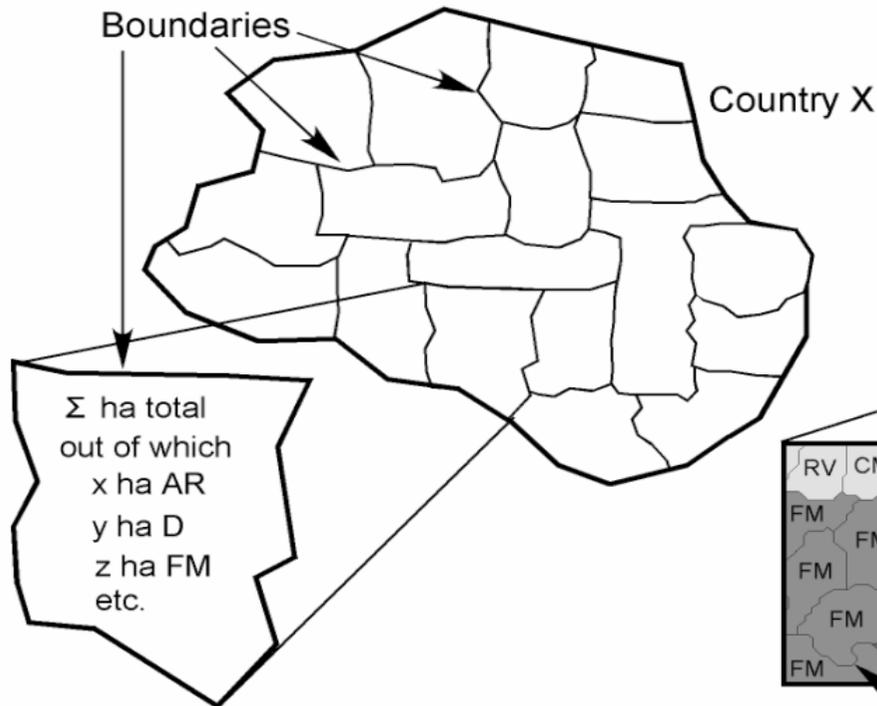
- Entscheidungsspielraum
  - Walddefinition Parameter (Mindestfläche 0.05-1.0 ha, Minimalhöhe 2-5m, Kronenbedeckung 10-30%)
  - Art. 3.4 <sup>1</sup> 1. Verpflichtungsperiode (2008-2012)
    - Waldwirtschaft
    - Ackerbau
    - Grünlandbewirtschaftung
- Interpretationsspielraum
  - Art. 3.3 Aufforstung (...seeding and/or the human-induced promotion of natural seed sources...)
  - Waldmanagement (seit 1990)

# Institutionelle, organisatorische und methodische Konsequenzen

Sicherlich wird es z.B. erforderlich sein, die IPCC Good Practice-Guidance anzuwenden

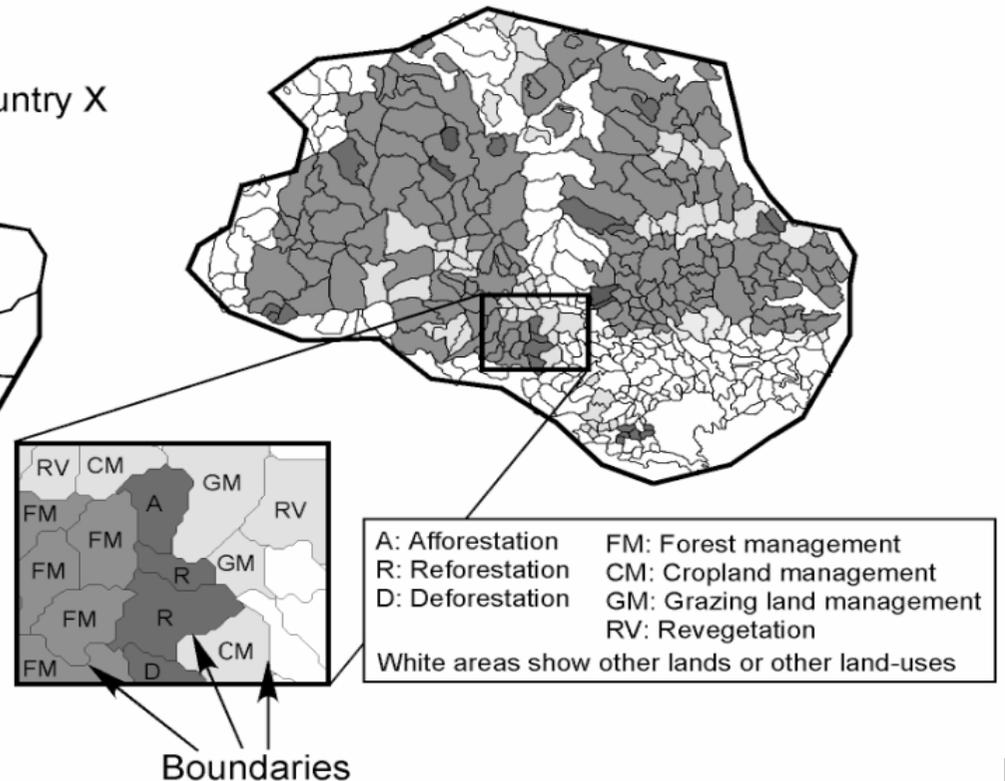
## Reporting Method 1

A geographic boundary encompasses units of land or land subject to multiple activities.



## Reporting Method 2

A geographic boundary encompasses units of land or land only subject to a single activity.



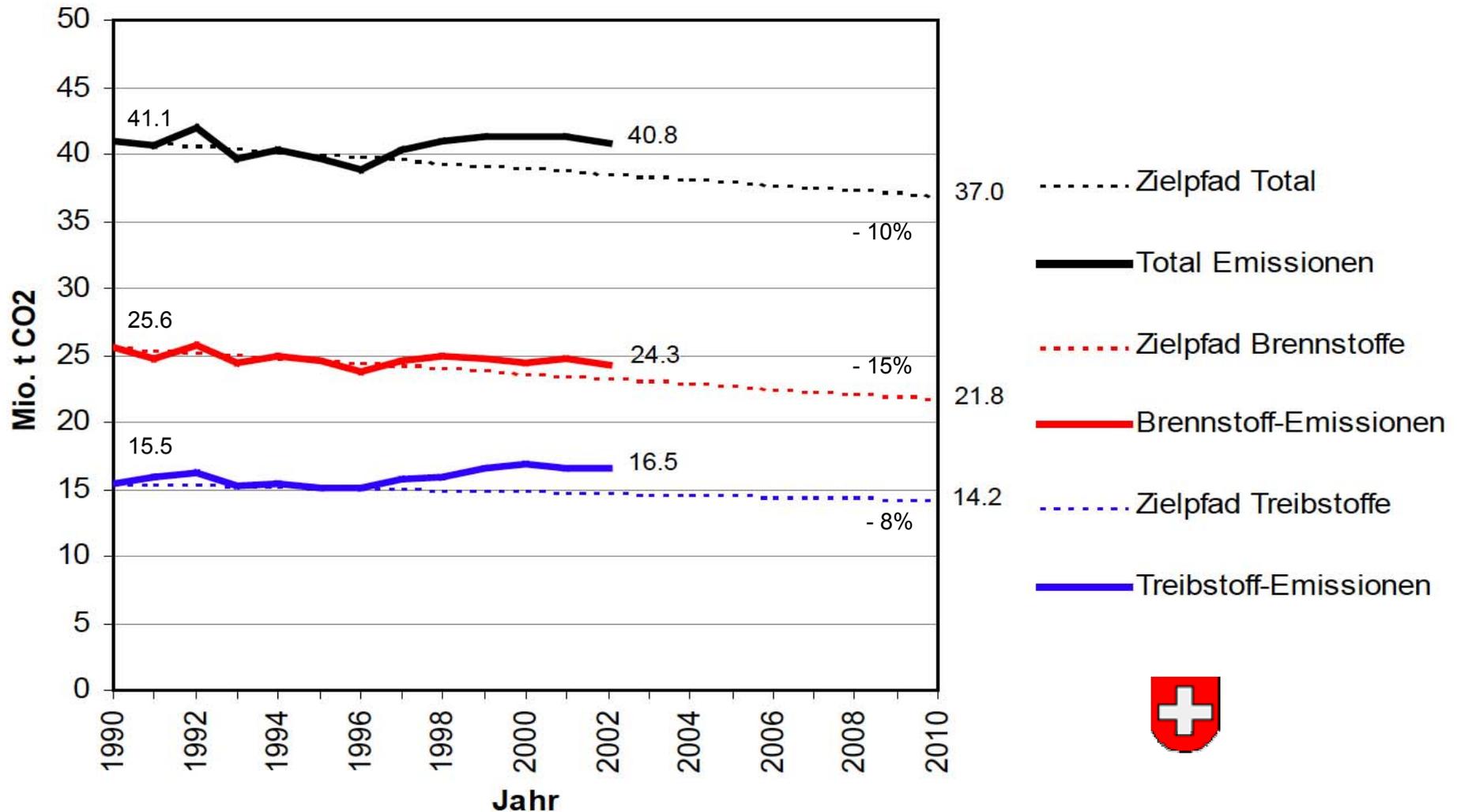
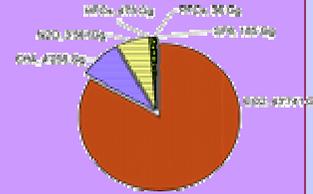
# Stellungnahme des Bundesrates:

Vorerst noch offene Fragen sind:

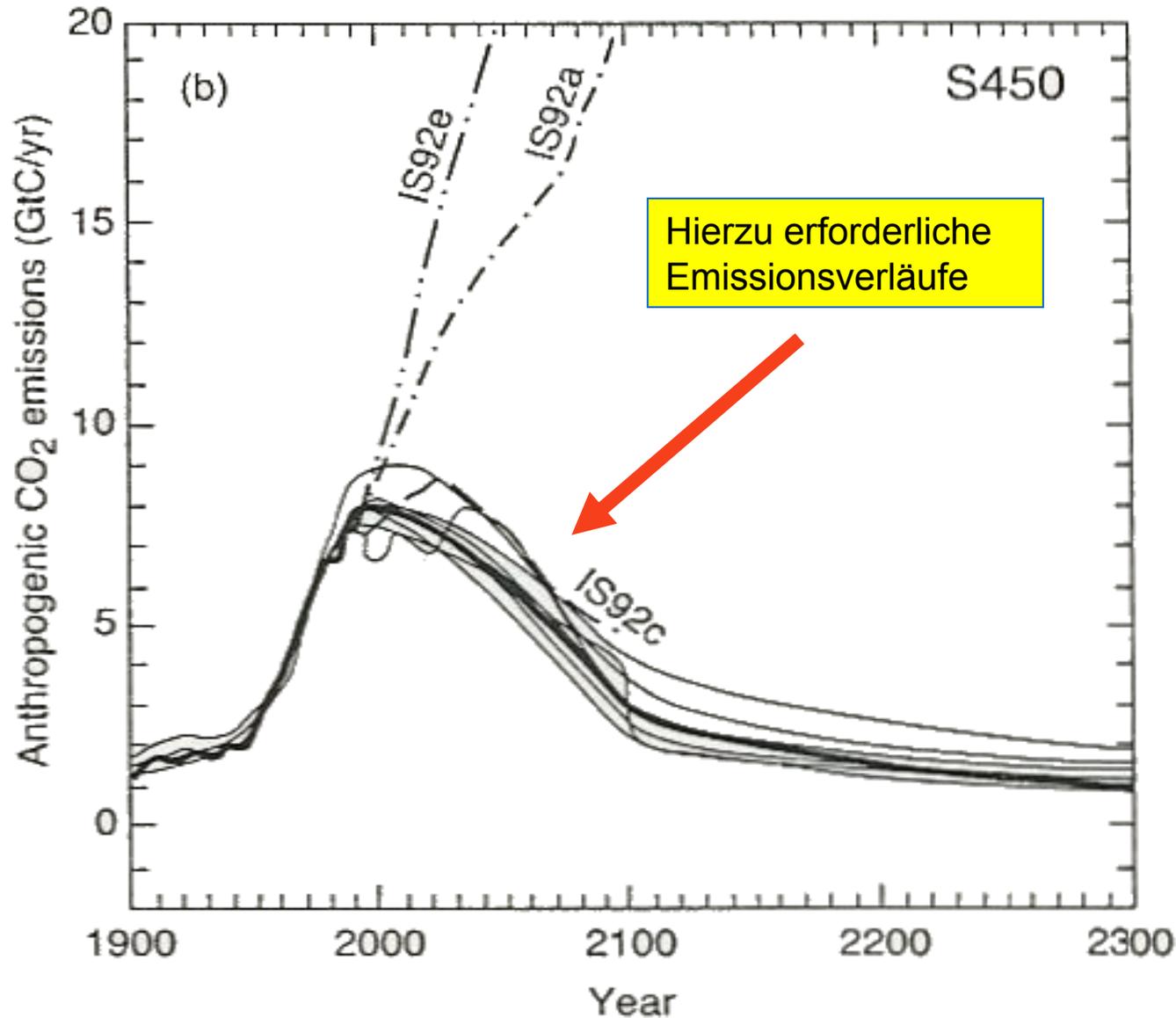
- den Aufwand und die Methoden zur Erfassung der benötigten Daten sowie die verlässliche Abschätzung der realisierbaren Senkenleistung;
- die Zweckmässigkeit der Anrechnung der Waldbewirtschaftung in Anbetracht der damit verbundenen Nutzungseinschränkungen und Risiken;
- die Verantwortung für die langfristige Erhaltung und Nutzung einer Senke;
- die Auswirkungen der Erhöhung des Vorrates im Wald auf seine Leistungen, wie etwa den Schutz vor Naturgefahren;
- die Überführung von einwachsenden Landwirtschaftsflächen in Aufforstungen;
- die ökonomischen Auswirkungen von CO<sub>2</sub>-Senken.

# Neueste Zahlen zum CO<sub>2</sub>-Gesetz

CO<sub>2</sub>: -0.3 Mt (-0.7 %)      KP: -1.2%  
 KP: CH<sub>4</sub>: -0.73 Mt CO<sub>2</sub>eq (-14.6 %)  
 N<sub>2</sub>O: -0.01 Mt CO<sub>2</sub>eq (-0.3 %)  
 synthet. Gase: +0.4 Mt CO<sub>2</sub>eq (+246%)



# Heute $[\text{CO}_2]_{2004} = 377 \text{ ppmv}$ Stabilisierung auf 450 ppmv gemäss UNFCCC



Houghton, J.T. et al. (eds.), 1995. *Climate change 1994 - Radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios*. Cambridge University Press, 339 pp.

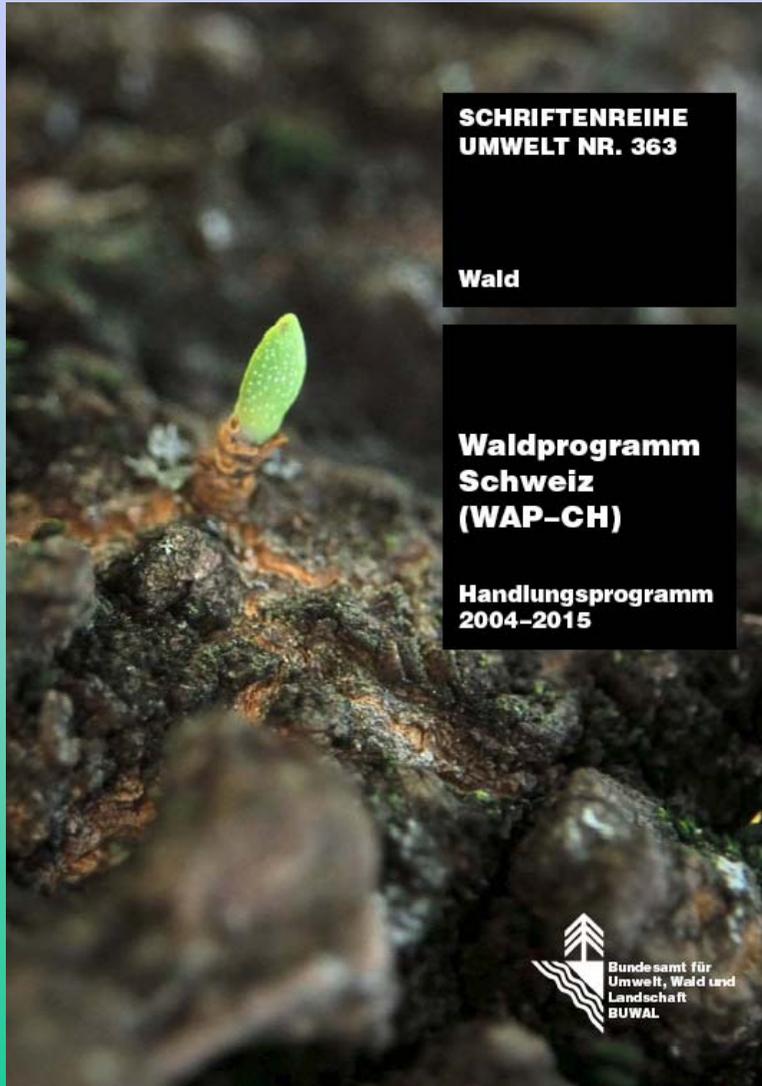
# Zusammenfassung

- **Senken können zwar einen Beitrag an den globalen Klimaschutz leisten**
- **Senken können aber langfristig das Klimaproblem nicht lösen**
- **Senken erfordern neue Problemlösungen (wissenschaftlich, politische)**
- **Senken bringen neue Chancen (Verantwortung für Landfläche, Win-win)**

# Quintessenz

- Massvolle Verwendunge der Senken gemäss Kyotoprotokoll stellt eine Win-win-Situation dar:
  - Beitrag an den Klimaschutz
  - Beitrag an Erhaltung gesunder Ökosysteme
  - Gibt Anreize zur nachhaltigen Nutzung der Wälder und anderer Ökosysteme
  - Vermeidet übermässige Risiken durch überhöhte C-Speicherung

# Senken - Neue Vorrangfunktion?



Schutz-  
wald

Diversität



Wirt-  
schafts-  
wald



Senken-  
wald?

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

[andreas.fischlin@env.ethz.ch](mailto:andreas.fischlin@env.ethz.ch)