

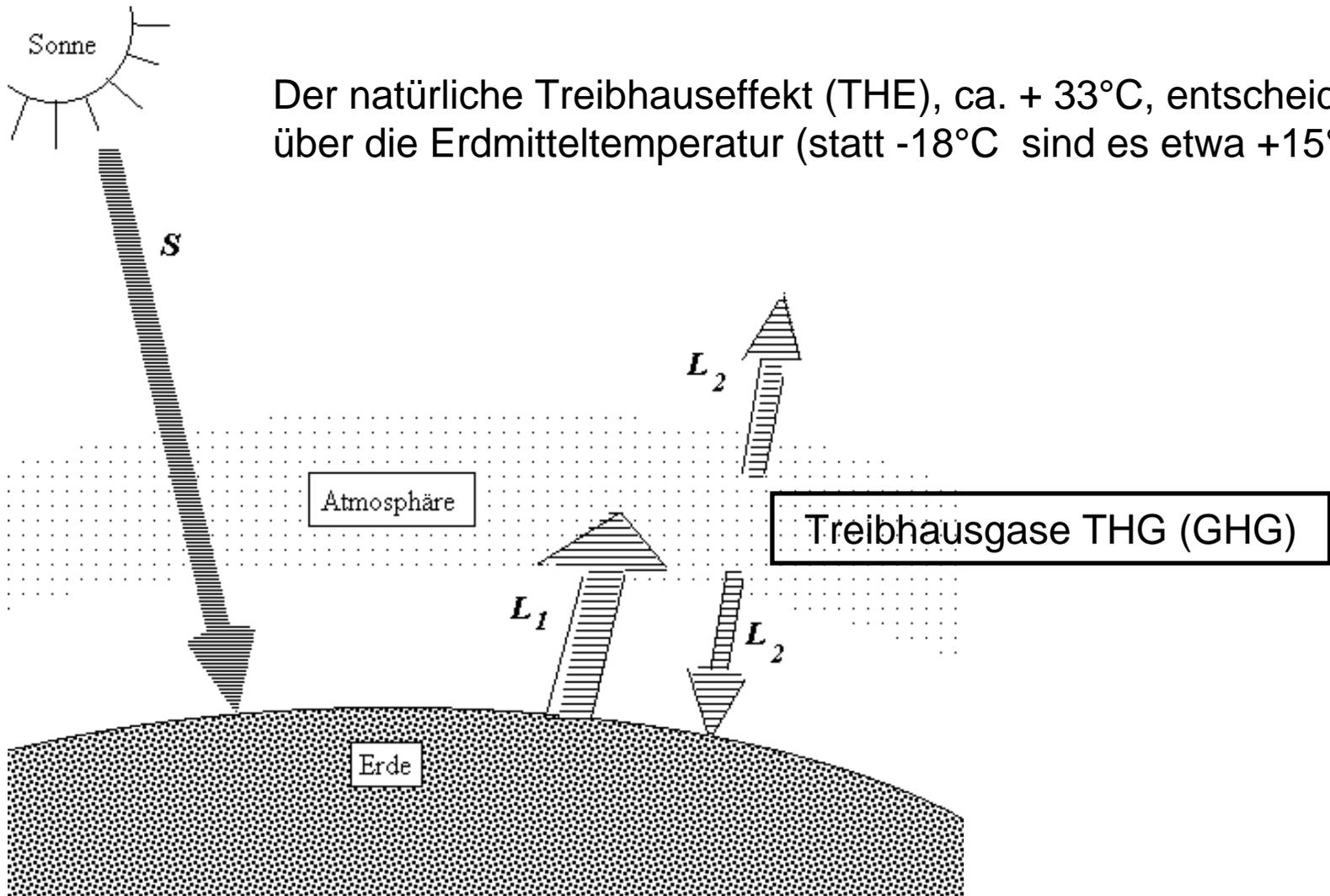


Umwelt und Verkehr

B 7. Kohlendioxid und Klimaveränderung

Prof. Dr.-Ing. Udo Becker, 22.06.2011

Treibhauseffekt



Der natürliche Treibhauseffekt (THE), ca. + 33°C, entscheidet über die Erdmitteltemperatur (statt -18°C sind es etwa +15°C).

nach: <http://www.educeth.ch/physik/leitprog/treibhaus/kapitel2.html#heading400>



Geschichte und Stand

Menschen brauchen Energie: Sonne, Holz, Pflanzen, Tiere. Immer.

Im 17. Jh. ging es um Nachhaltige Energieversorgung (Carlowitz).

Dann wurde ein volles Sparbuch entdeckt: Fossile Kohlenstoffe.

Alle Energieknappheit war vergessen - hier, seit ca. 1750/1860.

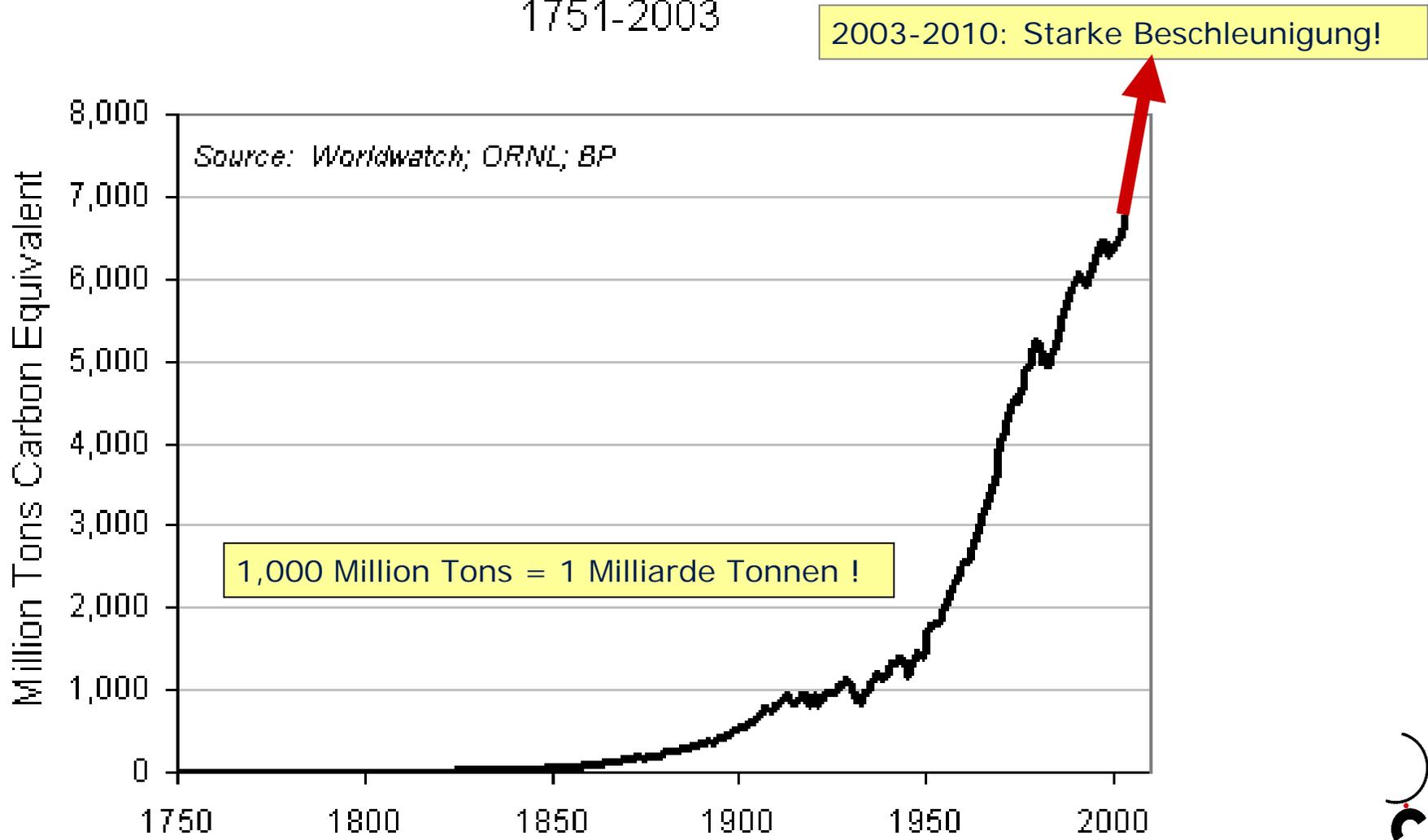
Alle dachten: Problem gelöst, weitere Wirkungen gibt es keine.

Heute wissen wir, dass es damit nicht getan ist:

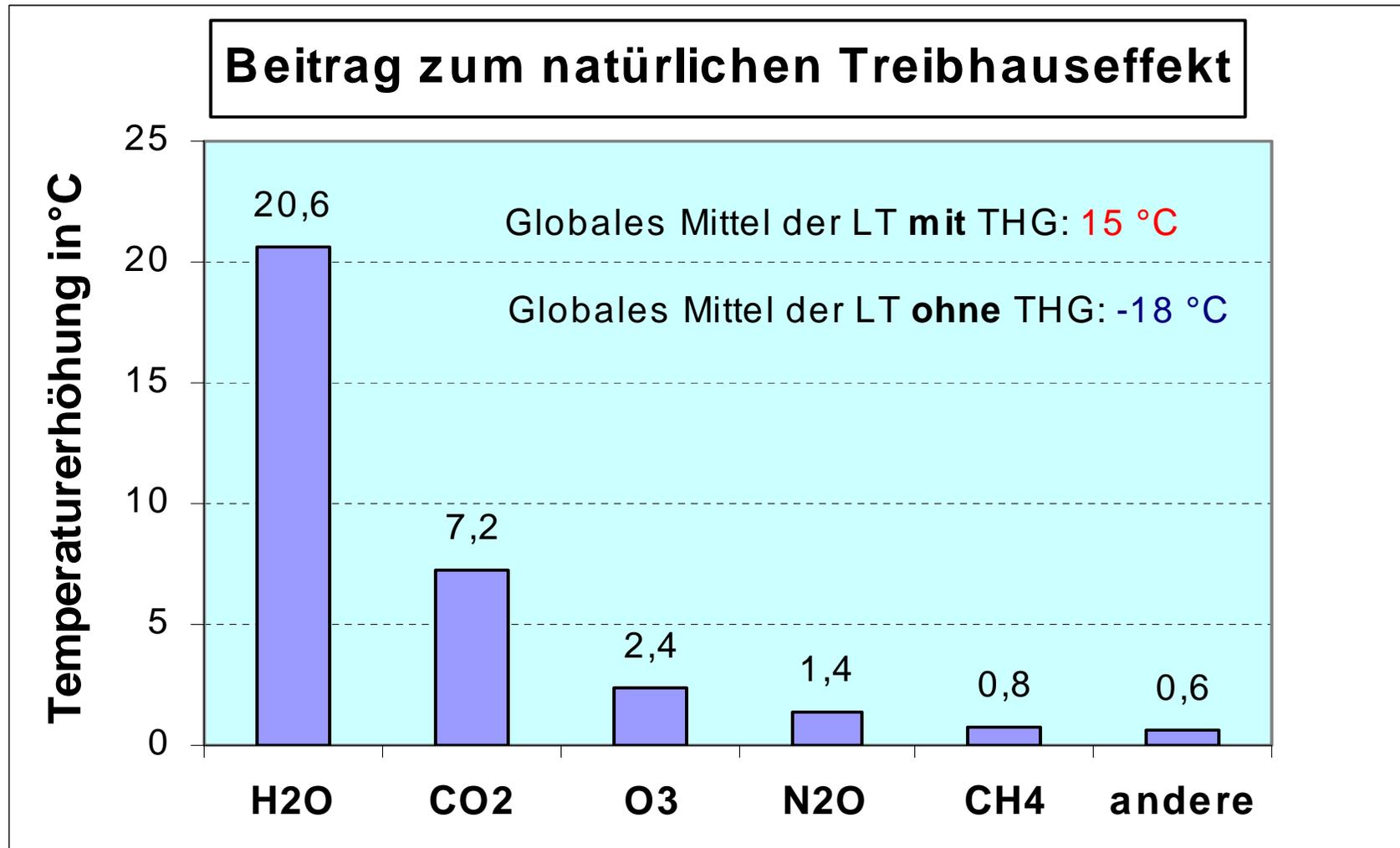
- vorindustriell ca. 250-280, heute ca. 400 ppm CO₂ in der Luft
- Nie hat irgendwelches Handeln keine Folgen. Massenhaftes Handeln hat sichtbare Folgen, früher oder später, garantiert
- Die ca. 32 Mrd. Tonnen (2009) verdoppeln den CO₂-Gehalt in ca. $75 \cdot 10^{15}$ m³ Luft, das sind etwa 75 Mio. km³, das sind ca. 1 km * 8700 km * 8700 km (2-3 mal Europa)

Kohlendioxid in Megatonnen: Die Entwicklung

Global Carbon Emissions from Fossil Fuel Burning,
1751-2003



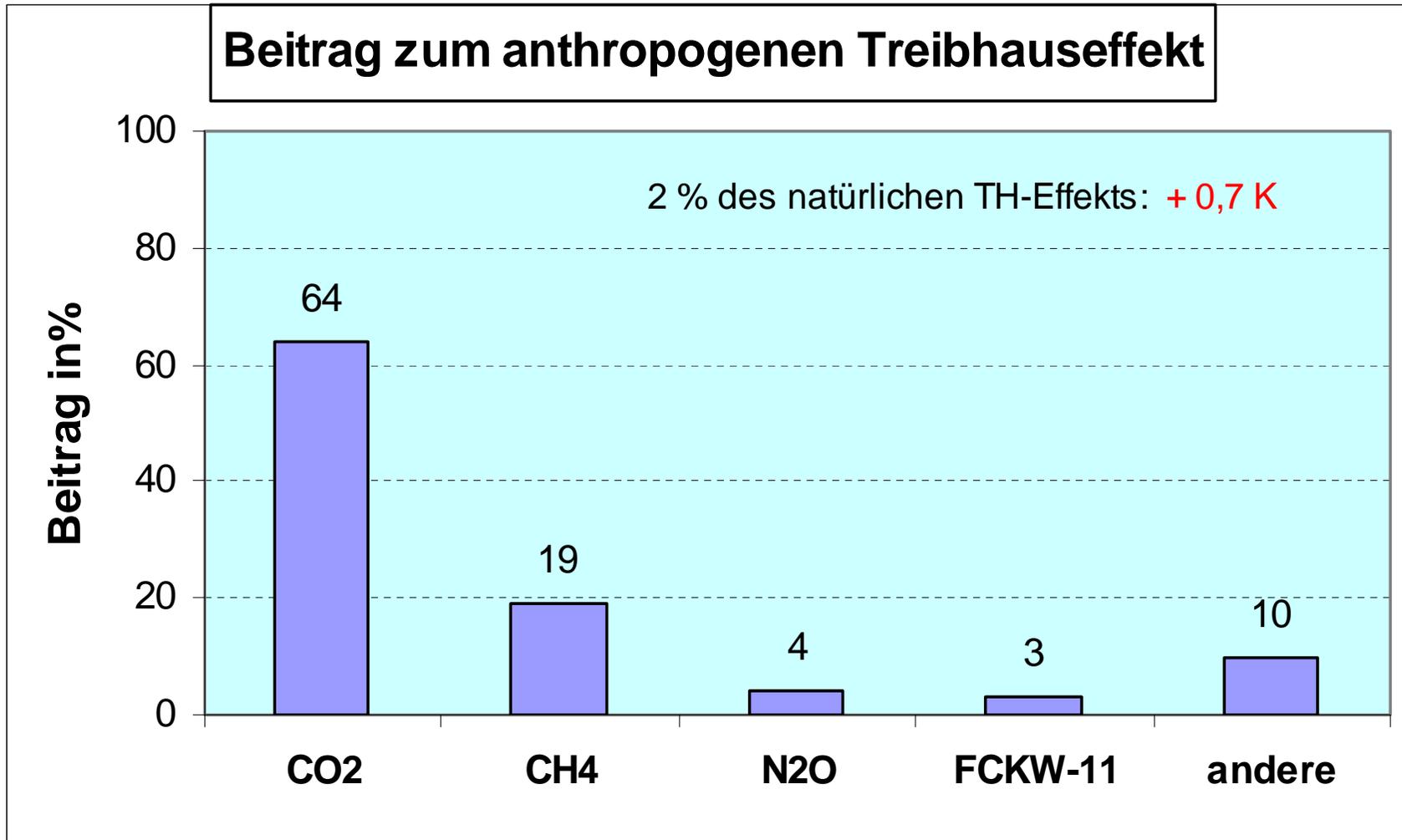
Natürlicher Treibhauseffekt [Grad C oder K]



Quelle: www.umwelt.sachsen.de (Globaler Klimawandel), IPCC



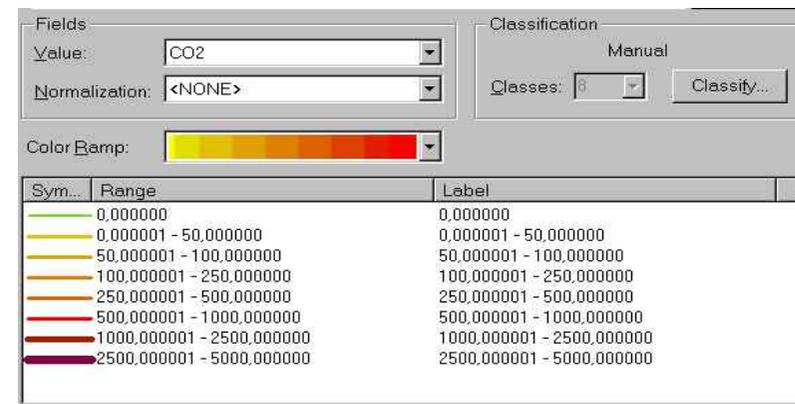
Anthropogener Treibhauseffekt [%]



Quelle: www.umwelt.sachsen.de (Globaler Klimawandel), IPCC



Emissionskataster Sachsen: CO₂ Straße Dresden



CO₂-Emissions road per link, detail Dresden



Inlandsprinzip und Inländerprinzip



Inlandsprinzip: territoriumsbezogene Betrachtung

Dabei werden die Emissionen auf sächsischem Territorium einbezogen, egal von wem.

Genau das macht die Regierung üblicherweise.

Derzeit wird das Inlandsprinzip fast durchgängig angewendet, dabei gilt: Hochseeschiffe nur in Dreimeilenzone, Flugzeuge nur bis zur Landesgrenze.

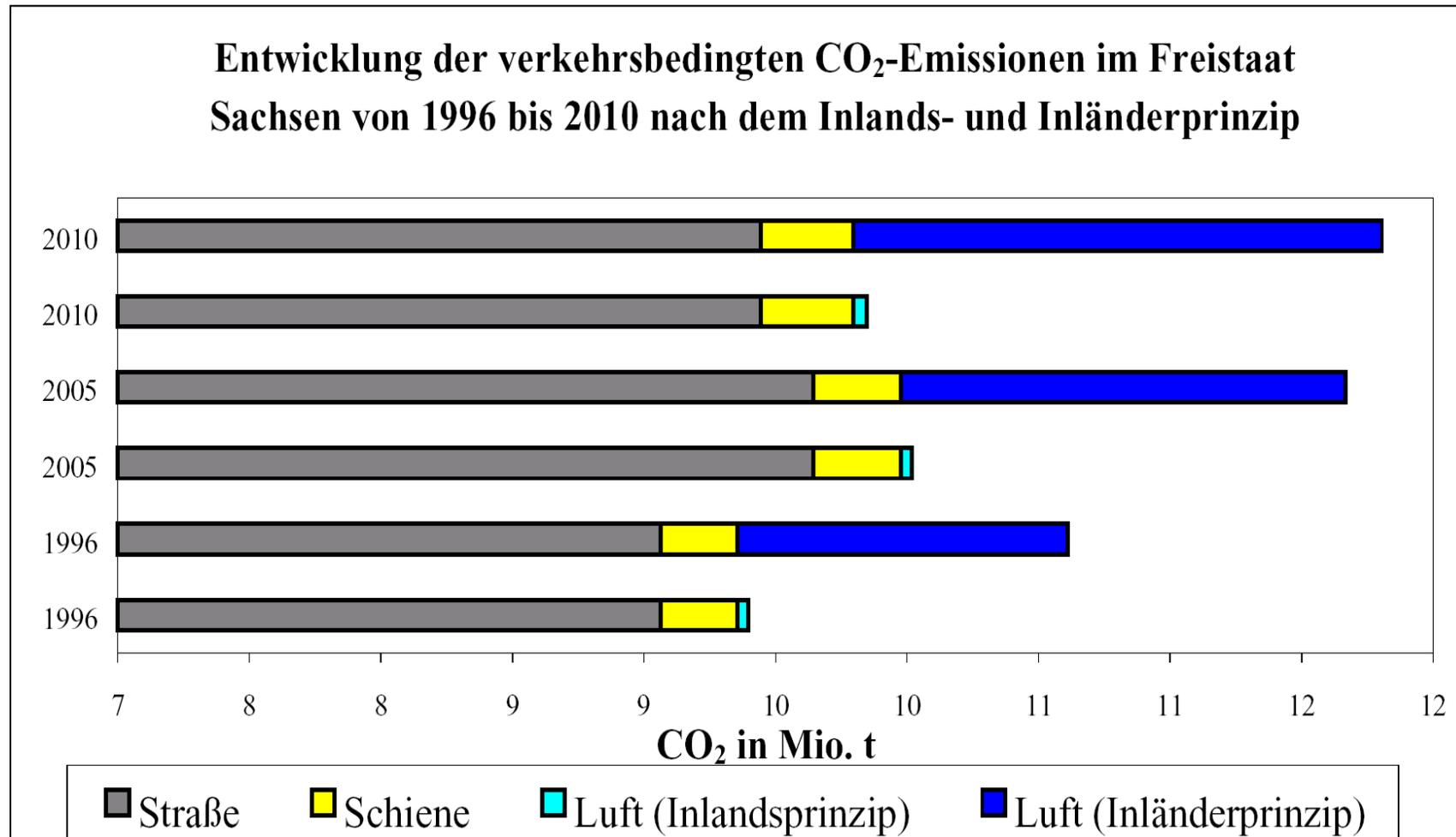
Weltweit größter CO₂ - Emittent bei Flug/Schiff sind also „die bösen Weltmeere“.

Inländerprinzip: bevölkerungsbezogene Betrachtung

Dabei werden die Emissionen der sächsischen Bevölkerung, egal wo, einbezogen.

Das wäre nicht schlecht wegen des Verursacherprinzips ...

Sachsen: CO₂-Emissionen, Inlands- und Inländerprinzip



Quelle: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft:
Klimaschutzprogramm 2001

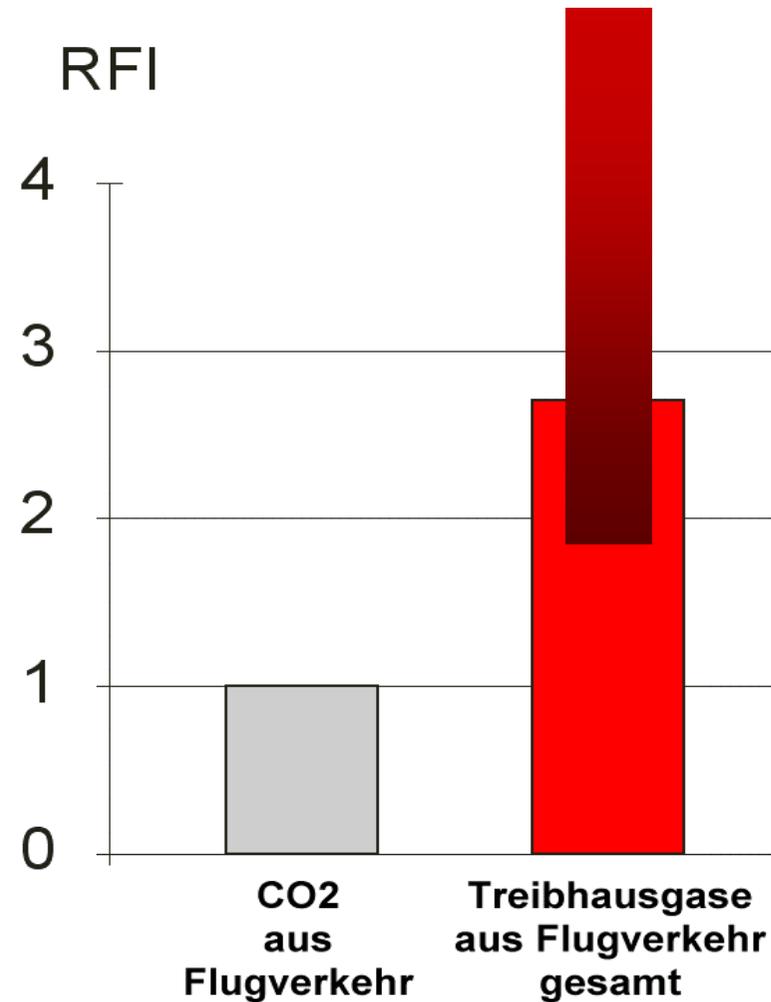
Problem Flugverkehr: Radiative Forcing Index (RFI)

In großen Höhen wirken NO_x , Wasser und andere Stoffe ganz anders: RFI.

Die Gesamte Erwärmungswirkung von Flugverkehrsemissionen ist um einen Faktor (1,9 bis 4,7) höher als der Anteil von Kohlendioxid (CO_2) alleine da auch andere THG stark klimawirksam sind.

Immer noch große Unsicherheiten: bei Kondensstreifen kleiner, bei Zirruswolken größer

(Quelle: IPCC 1999, Sausen et al. 2009)



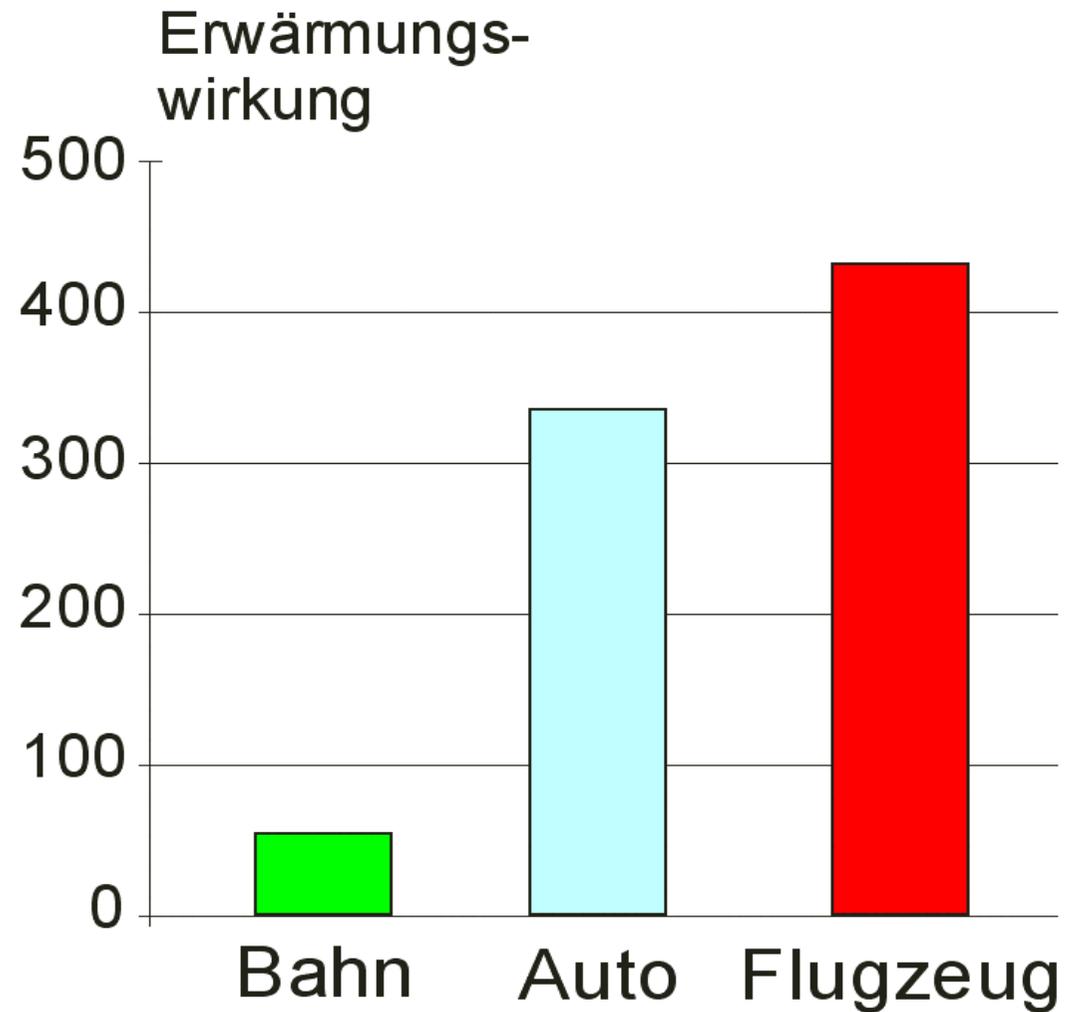
Beitrag des Flugverkehrs - nach Reiseweite

In der Tabelle sind die CO₂-Äquivalenzeinheiten einer Fahrt von Berlin nach Bonn und zurück (in kg) dargestellt.

MobilCheck (DB/UBA/IFEU)

Siehe:

www.germanwatch.org



Beitrag des Flugverkehrs - nach Reisezeit

Relativ konstant ist das Reisezeitbudget.

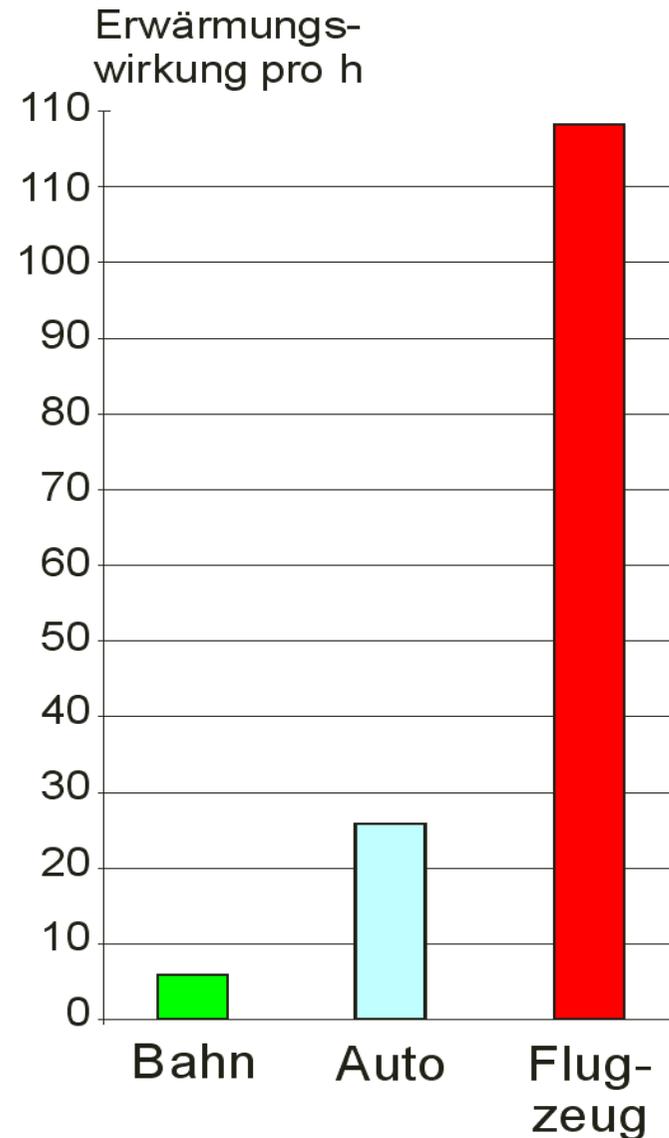
Wer Verkehre vergleicht, sollte auf gleiche Reisezeiten achten. Die Geschwindigkeit wird entscheidend.

In der Tabelle sind die CO₂-Äquivalenzeinheiten einer Fahrt von Berlin nach Bonn und zurück (in kg) dargestellt.

MobilCheck (DB/UBA/IFEU)

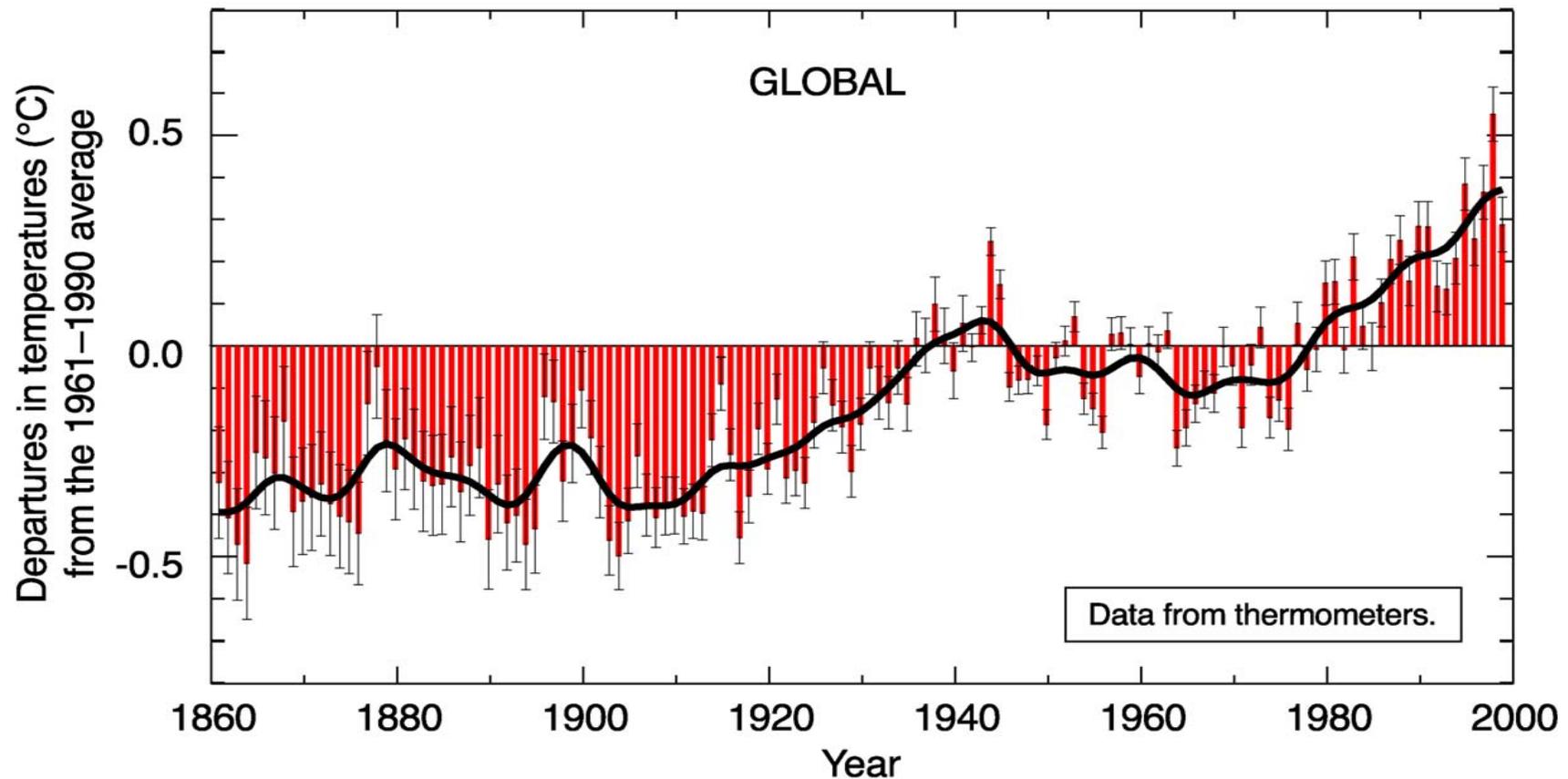
Siehe:

www.germanwatch.org



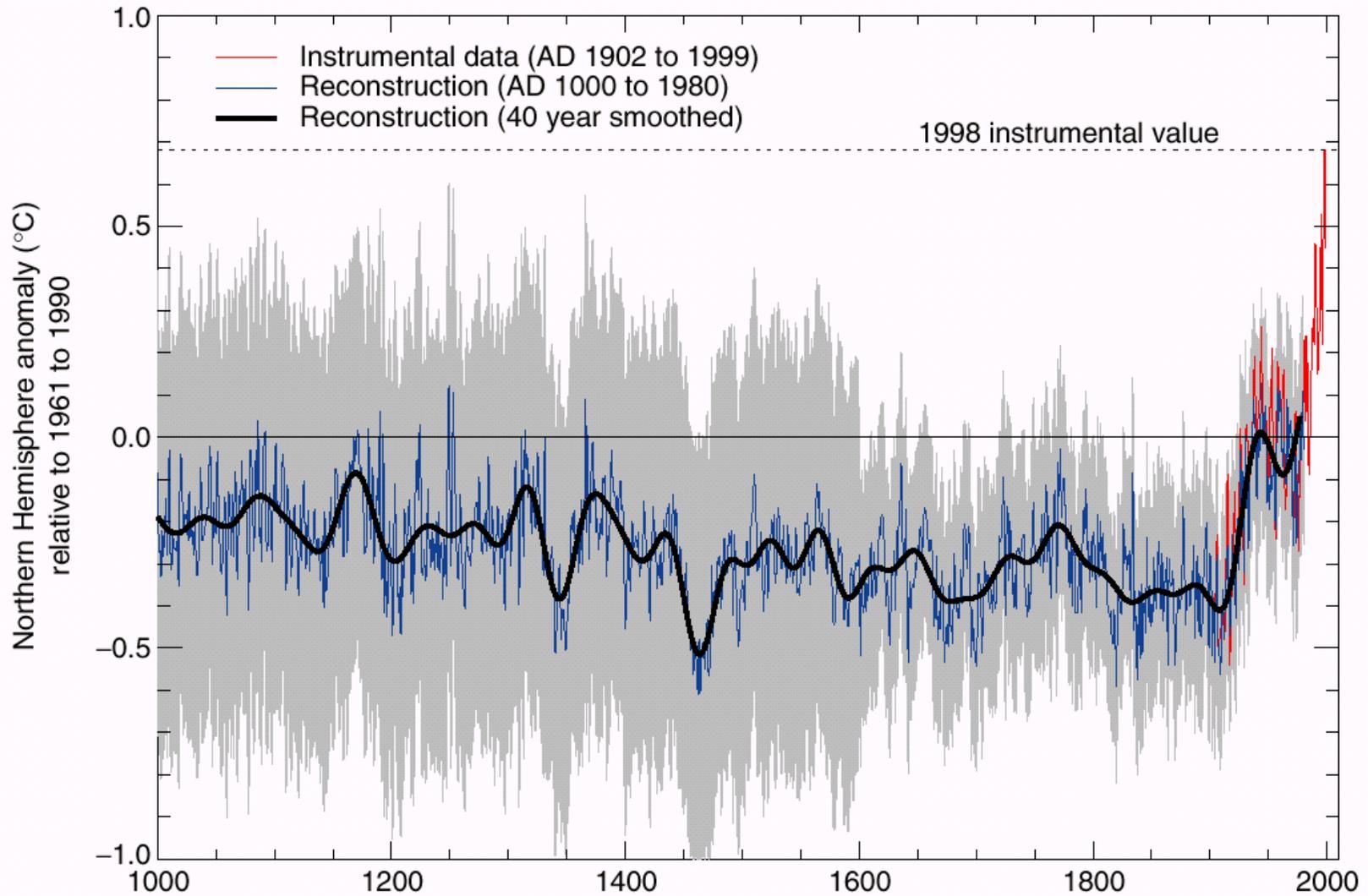
Veränderung der Erdoberflächentemperatur

Variations of the Earth's surface temperature for the past 140 years



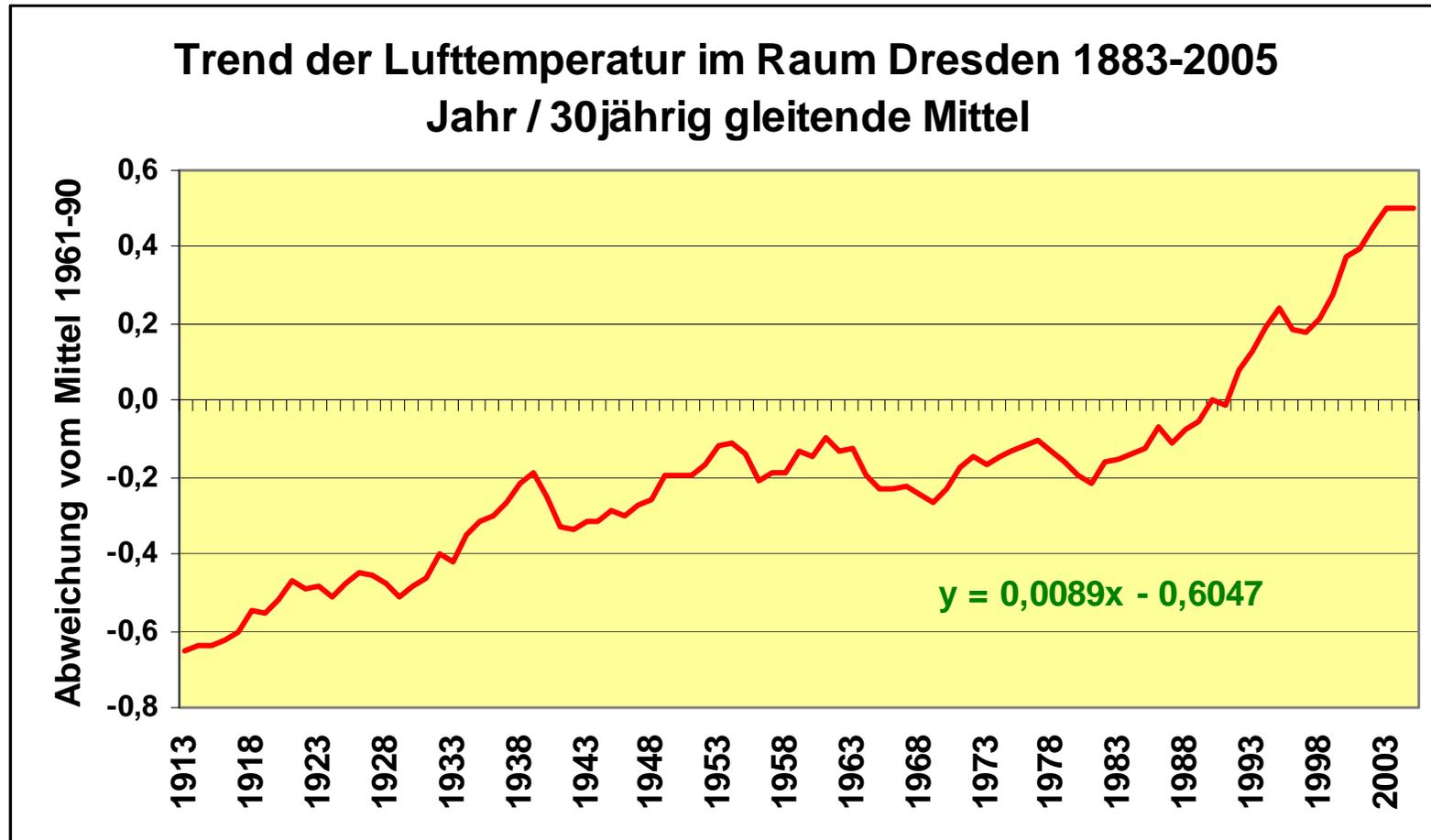
Quelle: IPCC Third Assessment Report (TAR), Technical Summaries WG1, WG2

Temperaturveränderung nördliche Hemisphäre



Quelle: IPCC TAR, TS WG1, cited after: Ulrich Schumann, DLR Oberpfaffenhofen (2002)

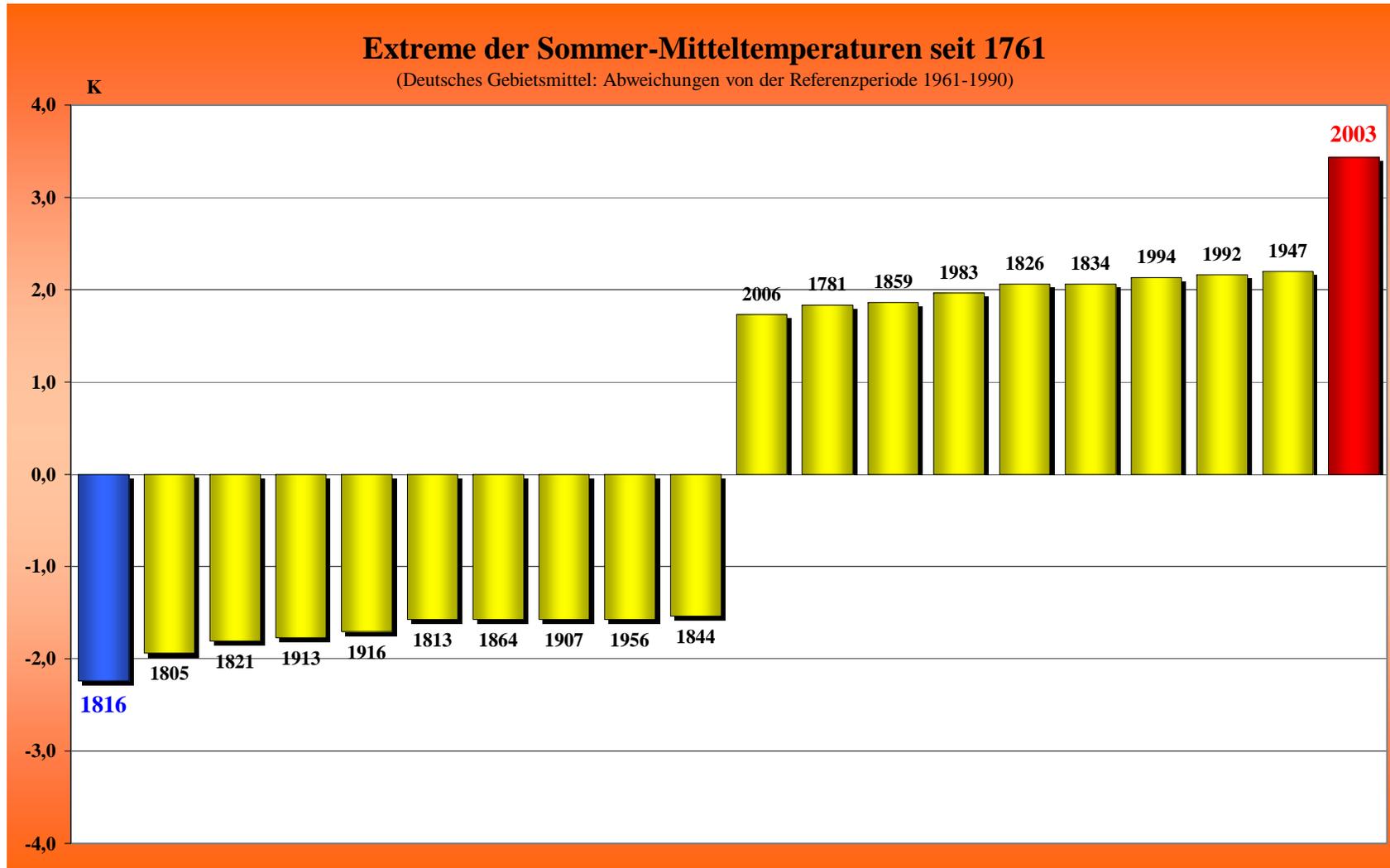
Trend der Lufttemperatur im Raum Dresden



Quelle: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie



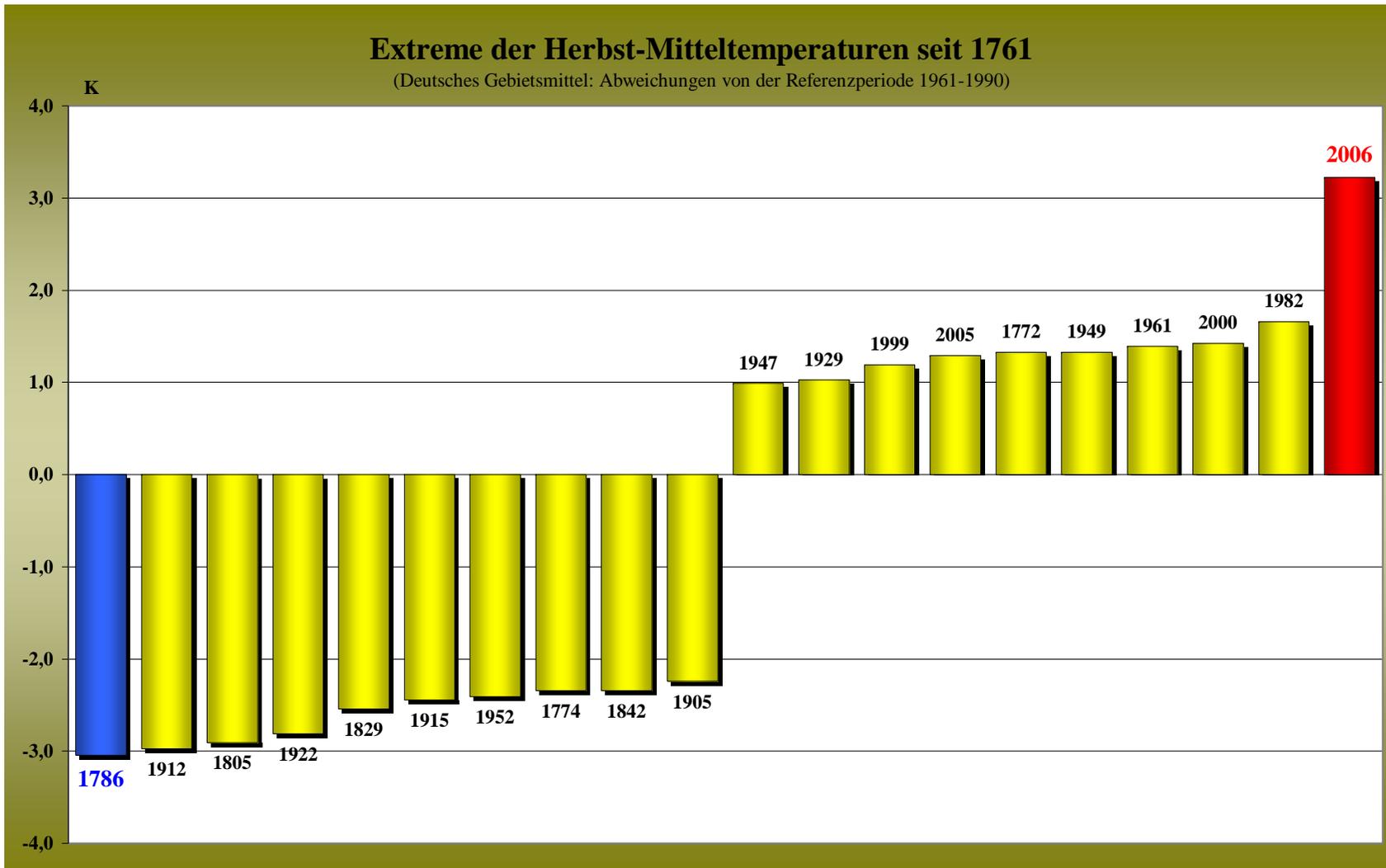
Extreme der Sommer-Mitteltemperaturen



Quelle: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie



Extreme der Herbst-Mitteltemperaturen



Quelle: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie



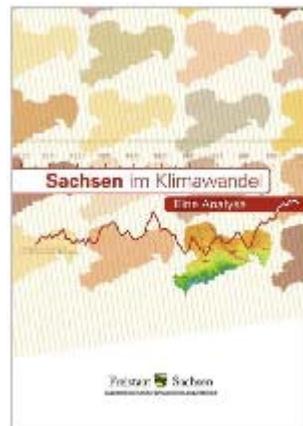
LfULG: Klimaatlas

LfULG: Sachsen im Klimawandel
– eine Analyse, 2008

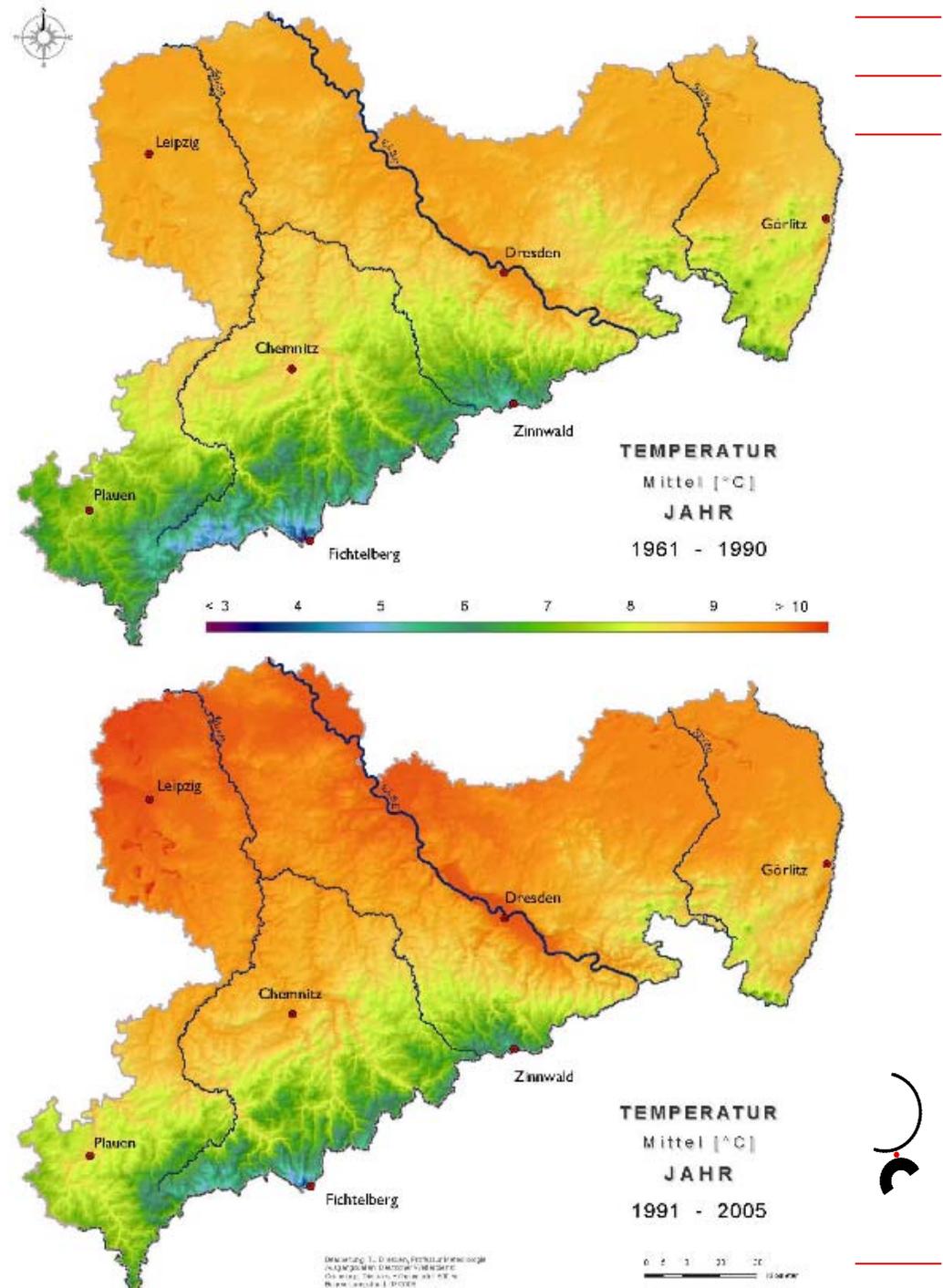
Bisherige Klimaentwicklung in
Sachsen

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/klima/1988.htm>

Die mittlere Jahrestemperatur
im Vergleichszeitraum 1991
- 2005 nahm in ganz
Sachsen im Mittel gegenüber
der Referenzperiode 1961 -
1990 um 0,7 Grad zu.

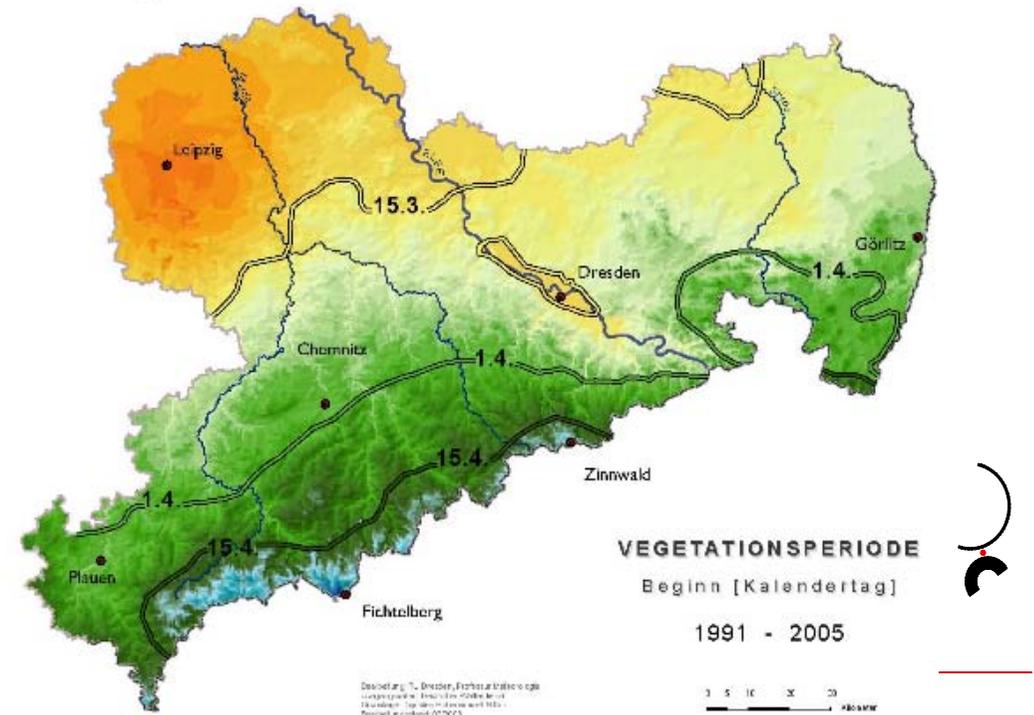
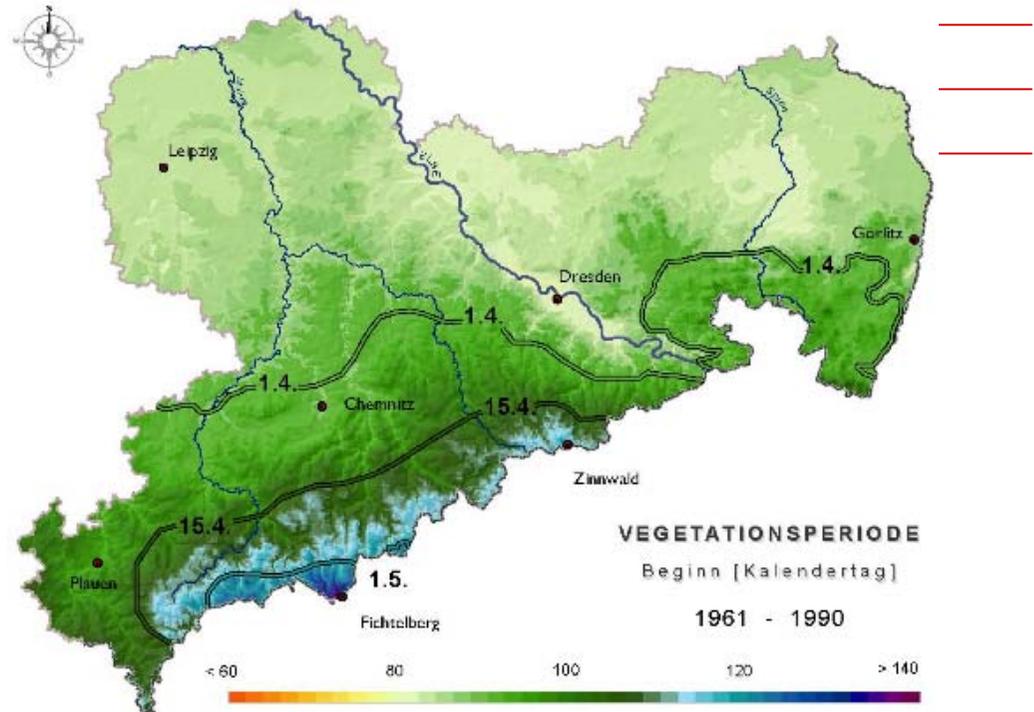


TU Dresden,



LfULG: Klimaatlas

Durch die Temperaturerhöhung beginnt die Vegetationsperiode in weiten Teilen des nordwestsächsischen Tieflands bereits vor dem 15.3. eines Jahres, was eine Verlängerung der Vegetationszeit um bis zu 2 Wochen zur Folge hat.

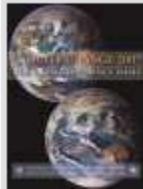


The Intergovernmental Panel of Climate Change



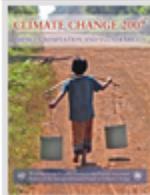
- [FULL REPORT](#)
- [Summary for Policymakers](#)
- [Watch the webcast](#) of the press conference with United Nations Secretary General Ban Ki-Moon
- [Mr Pachauri's presentation](#) at the IPCC Press Conference
- [Mr. Ban Ki-Moon speech](#) to IPCC Plenary

Working Group I Report "The Physical Science Basis"



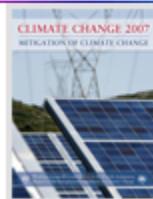
- [FULL REPORT](#)
- [Summary for Policymakers & Technical Summary](#)
[Arabic](#) - [Chinese](#) - [English](#) - [French](#) **New** - [Spanish](#) - [Russian](#)
- Hard copies available from [Cambridge University Press](#)

Working Group II Report "Impacts, Adaptation and Vulnerability"



- [FULL REPORT](#)
- [Summary for Policymakers & Technical Summary](#)
[Arabic](#) - [Chinese](#) - [English](#) - [French](#) - [Spanish](#) - [Russian](#)
- Hard copies available from [Cambridge University Press](#)

Working Group III Report "Mitigation of Climate Change"



- [FULL REPORT](#)
- [Summary for Policymakers & Technical Summary](#)
[Arabic](#) - [Chinese](#) - [English](#) - [French](#) - [Spanish](#) - [Russian](#)
- Hard copies available from [Cambridge University Press](#)



Source: www.ipcc.ch

The IPCC: Climate Change 2007 (AR4)



Impacts (WG3 AR4)

CONTENTS

EXECUTIVE SUMMARY.....	3
5.1 Introduction	6
5.2 Current status and future trends	7
5.2.1 Transport today	7
5.2.2 TransportationTransport in the future.....	12
5.3 Mitigation technologies and strategies.....	18
5.3.1 Road transport.....	18
5.3.2 Rail.....	41
5.3.3 Aviation.....	41
5.3.4 Shipping	47
5.4 Mitigation potential	48
5.4.1 Available worldwide studies.....	49
5.4.2 Estimate of world mitigation costs and potentials in 2030	53
5.5 Policies and measures	61
5.5.1 Surface transport	61
5.5.2 Aviation and shipping	74
5.5.3 Non-climate policies	78
5.5.4 Co-benefits and ancillary benefits	79
5.5.5 Sustainable Development impacts of mitigation options and considerations on the link of adaptation with mitigation.....	81
5.6 Key uncertainties and gaps in knowledge	81
REFERENCES.....	82

Source: www.ipcc.ch (WG3 AR4)



Prognosen: Die IPCC Szenarien

A1: "World of very rapid economic growth, rapid introduction of new technologies."

A1FI: fossil-intensive (A1FI)

A1T: non-fossil energy sources (A1T)

A1B: balance across all sources (A1B)

Seit 2003 übertrifft die
Realität alle Prognosen!

A2: "Very heterogeneous world, ...self reliance and preservation of local identities. Economic development is primarily regionally oriented, slower."

B1: "Convergent world with the same global population, like A1, rapid economic change, reductions in material intensity, clean and resource-efficient technologies. without additional climate initiatives."

B2: "Local solutions to economic, social and environmental sustainability, less rapid and more diverse technological change than in B1 and A1."



Wie modelliert man das?

Spatial resolution: about 10*10 km

Temporal resolution: days, hrs, min?

Chemistry: Difficult

Plus:

Physics, weather patterns, sea, aerosols, contrails, Vulcan's, ...

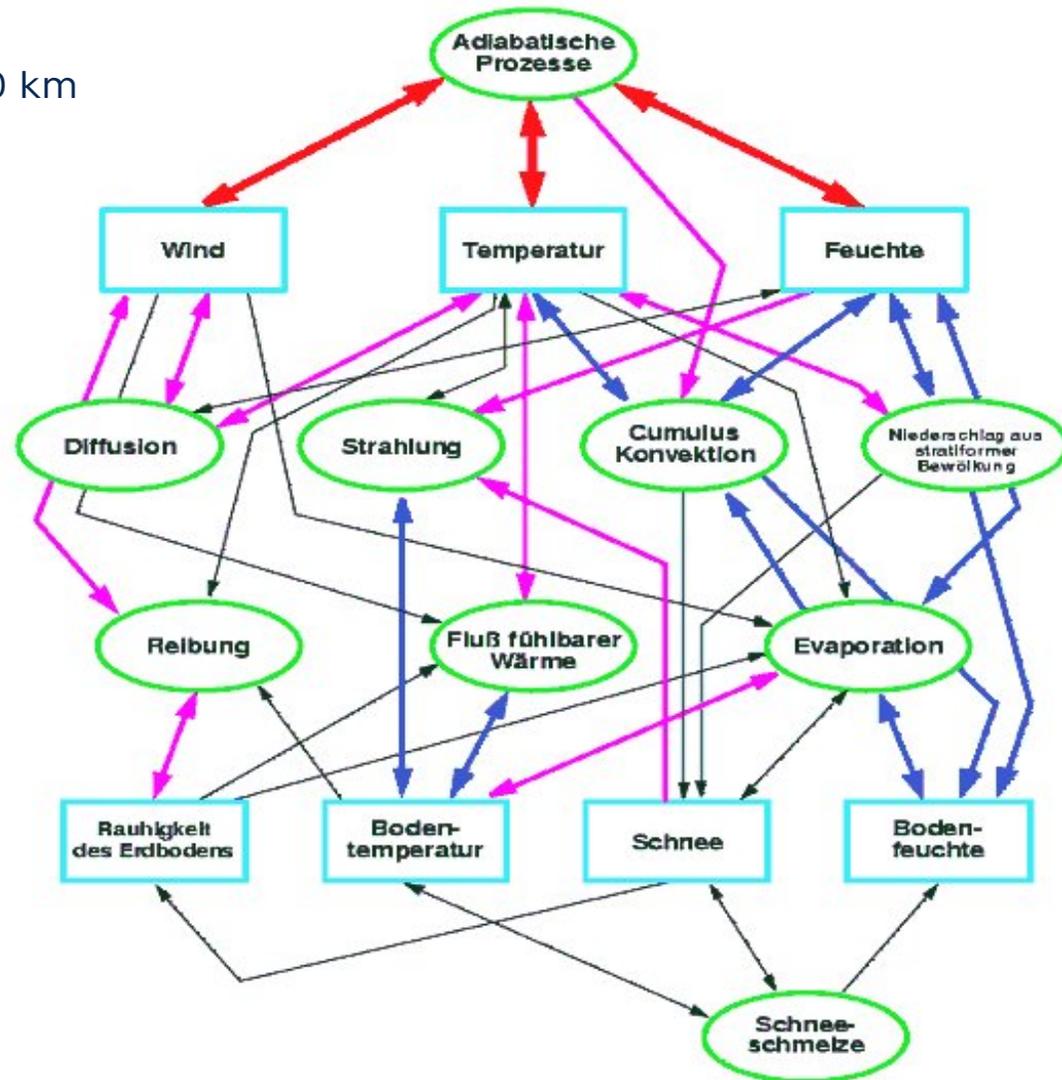
First models: four factors

Here: 16 factors

Feedbacks? Surprises?

How complex is reality?

Source: Cubasch, U., Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, Uni Potsdam



Prognosen: Ergebnisse, 4.AR, WG1 Summary

Scenarios for GHG emissions from 2000 to 2100 (in the absence of additional climate policies) and projections of surface temperatures

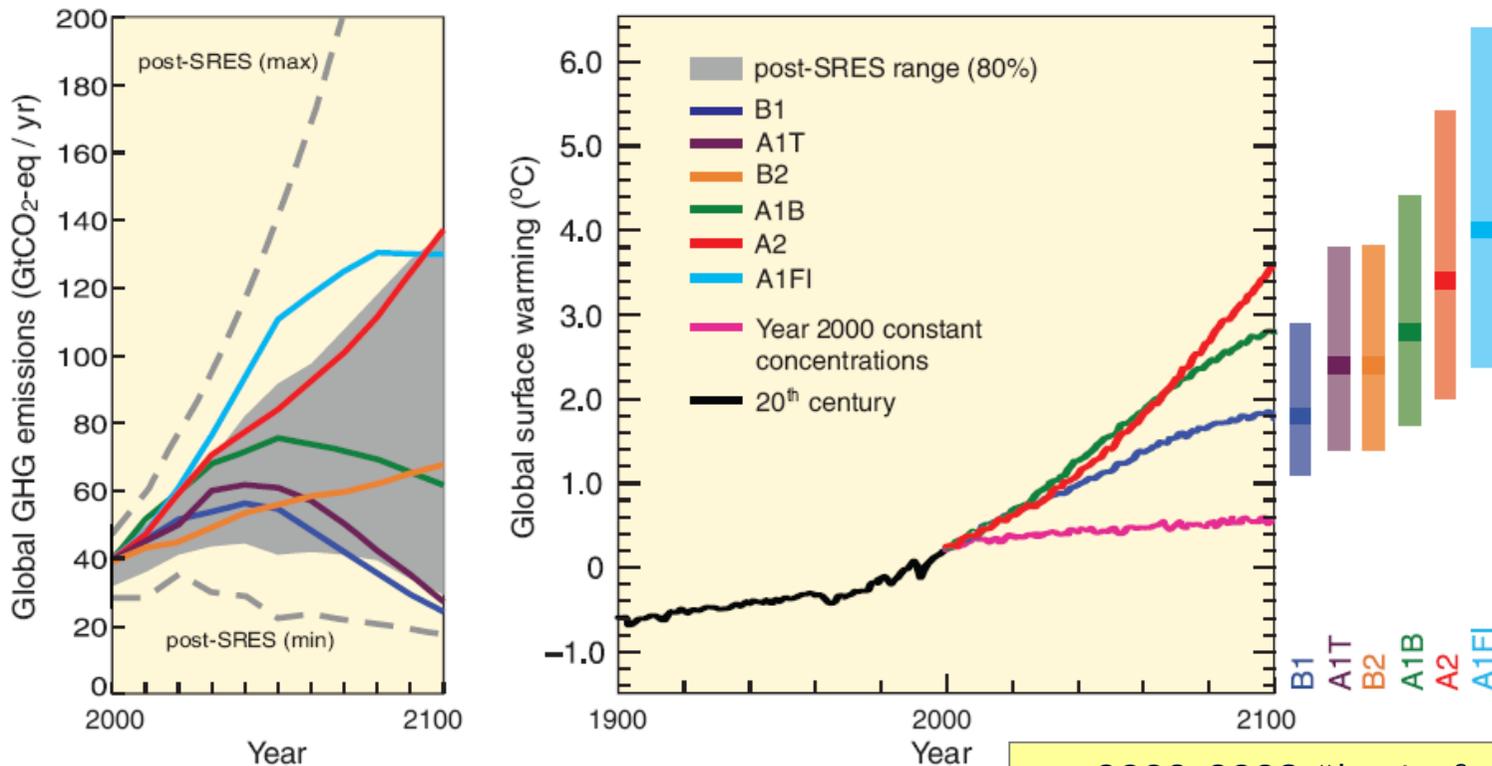
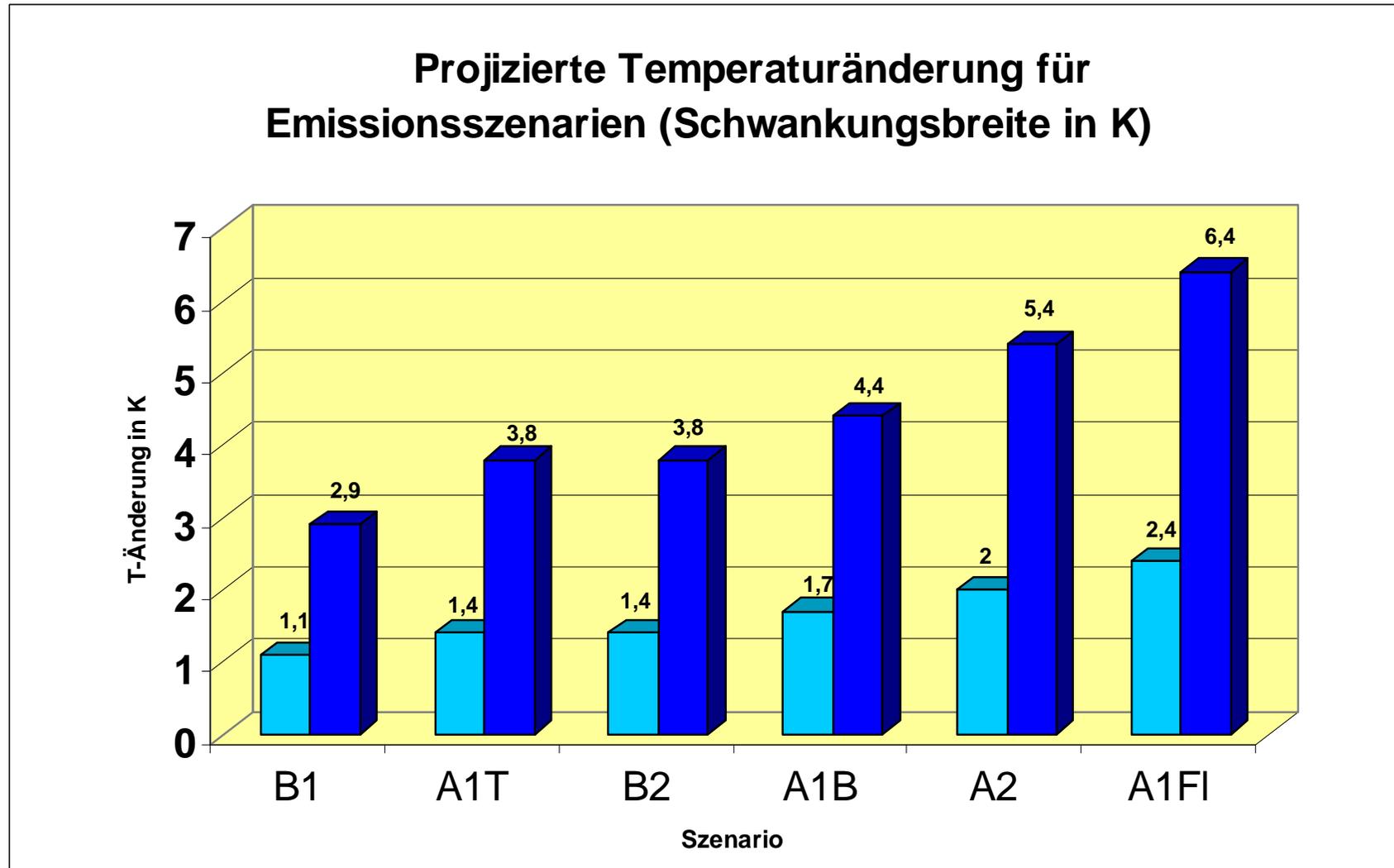


Figure SPM.5. Left Panel: Global GHG emissions (in GtCO₂-eq) in the absence of climate policies (coloured lines) and the 80th percentile range of recent scenarios published since SRES (post-SRES shaded area) for the full range of post-SRES scenarios. The emissions include CO₂, CH₄, N₂O and F-gases. **Right Panel:** Projections of surface warming for scenarios A2, A1B and B1, shown as continuations of the 20th-century simulations. These projections also take into account emissions of short-lived GHGs and aerosols. The pink line is not a scenario, but is for Atmosphere-Ocean General Circulation Model (AOGCM) simulations where atmospheric concentrations are held constant at year 2000 values. The bars at the right of the figure indicate the best estimate (solid line within each bar) and the likely range assessed for the six SRES marker scenarios at 2090-2099. All temperatures are relative to the period 1980-1999. {Figures 3.1 and 3.2}

2003-2008 übertraf die Realität alle Prognosen!

Projizierte Temperaturänderung bis 2100

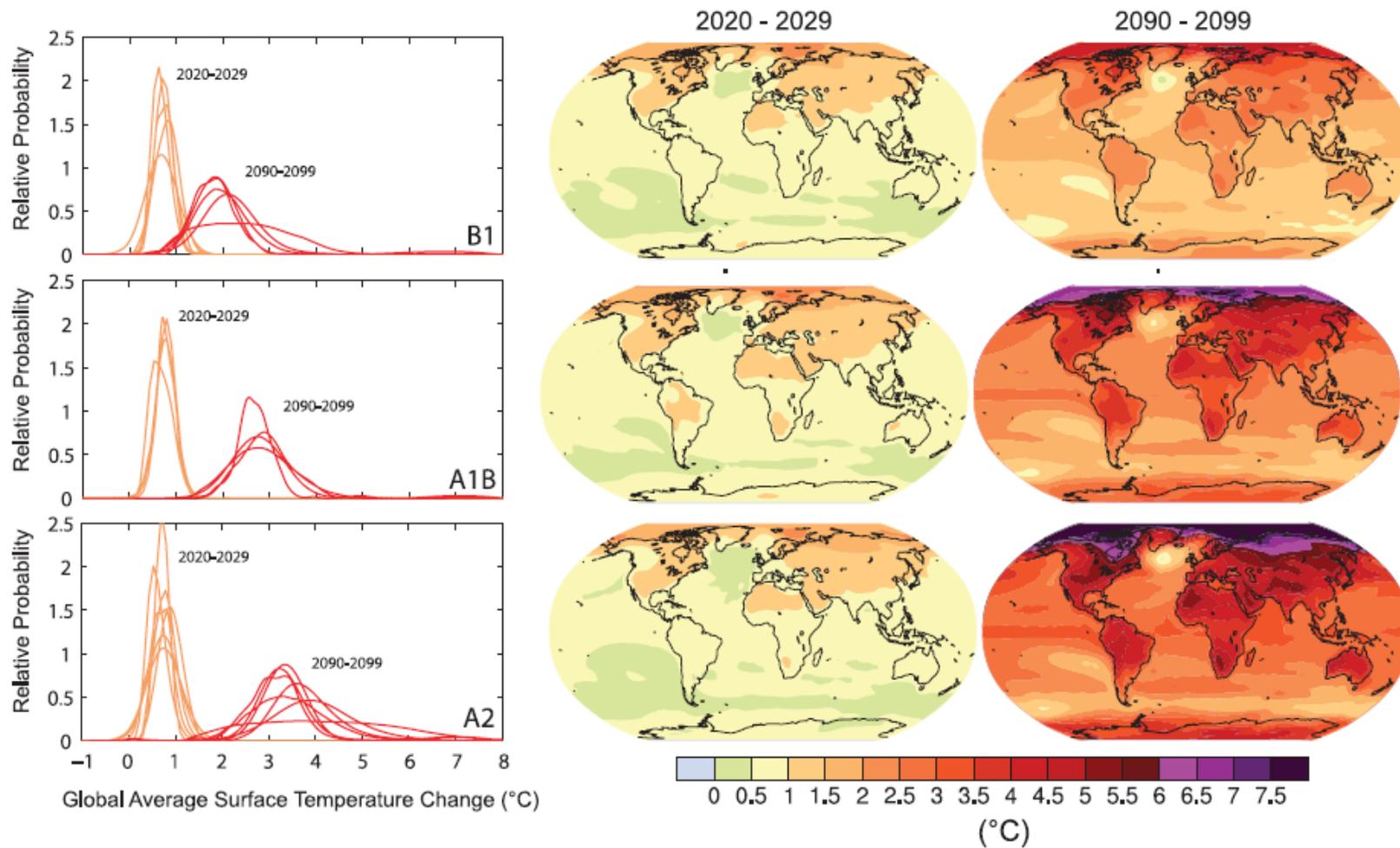


Quelle: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie



Projektion der Erdoberflächentemperatur

PROJECTIONS OF SURFACE TEMPERATURES



Quelle: IPCC2007:WG1 AR4

Impacts

Using Climate Analogues for Assessing Climate Change Economic Impacts in Urban Areas

Stéphane Hallegatte (hallegatte@centre-cired.fr)

*Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement and Centre National de Recherche
Météorologique, 45bis Av de la Belle Gabrielle F-94736 Nogent-sur-Marne, FRANCE, tel : (33) 1 43 94 73 74,
fax : (33) 1 43 94 73 70*

Jean-Charles Hourcade (hourcade@centre-cired.fr)

Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement

Philippe Ambrosi (philippe.ambrosi@cea.fr)

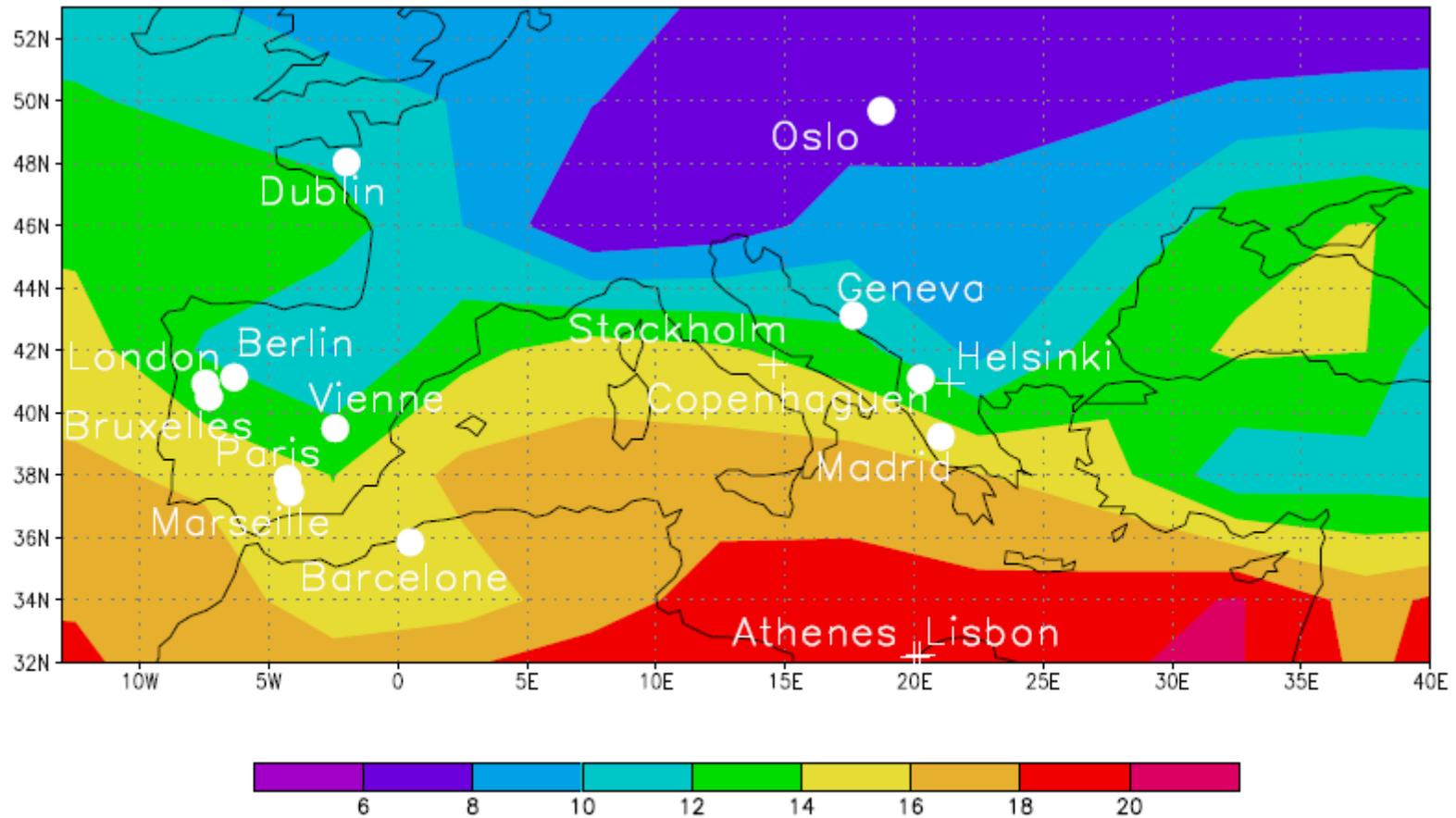
Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

November 23, 2005

Source: www.centre-cired.fr/forum/IMG/pdf/PSICC_Partner19_qua.pdf



Impacts



GrADS: COLA/IGES

Source: www.centre-cired.fr/forum/IMG/pdf/PSICC_Partner19_qua.pdf



Rückblick aus Vorlesung B 2: Energie

Die Sonne schickt ständig 178 000 TW (= 178 TWh/a)

Primärenergie: Weltweit ca. 400 EJ/a, in Deutschland 15 EJ/a: Etwa 4%

Hier leben 82 Millionen von 6,7 Milliarden Menschen (1,2 % , Faktor 3).

D.h. Verbrauch in Deutschland senken, in Entwicklungsländern erhöhen.

Die Welt würde (von Kohlenstoff und CO₂ aus betrachtet) es *vielleicht* verkraften, wenn jeder Mensch 30 - 40 GJ jährlich nutzen würde

Das wären vielleicht 10 000 kWh/a = ca. 1 kW

Daraus folgt die **1 kW-Gesellschaft**:

1000 Watt für jeden, ständig (= ca. 10 Energie-Sklaven á 200 Watt).

Das wären etwa 1000 Liter Erdöl p.c. p.a.- insgesamt für alles.

Für Deutschland wären das ca. 2,5 EJ/a, **ca. 80 % weniger** als heute.

**Heutige Bedürfnisse erfüllen,
künftige Bedürfnisse nicht unmöglich machen.**

Literatur: DÜRR, Hans Peter (www.gcn.de)



Was müsste man dagegen tun? IPCC:

IPCC Stabilisation scenarios: What needs to be done?

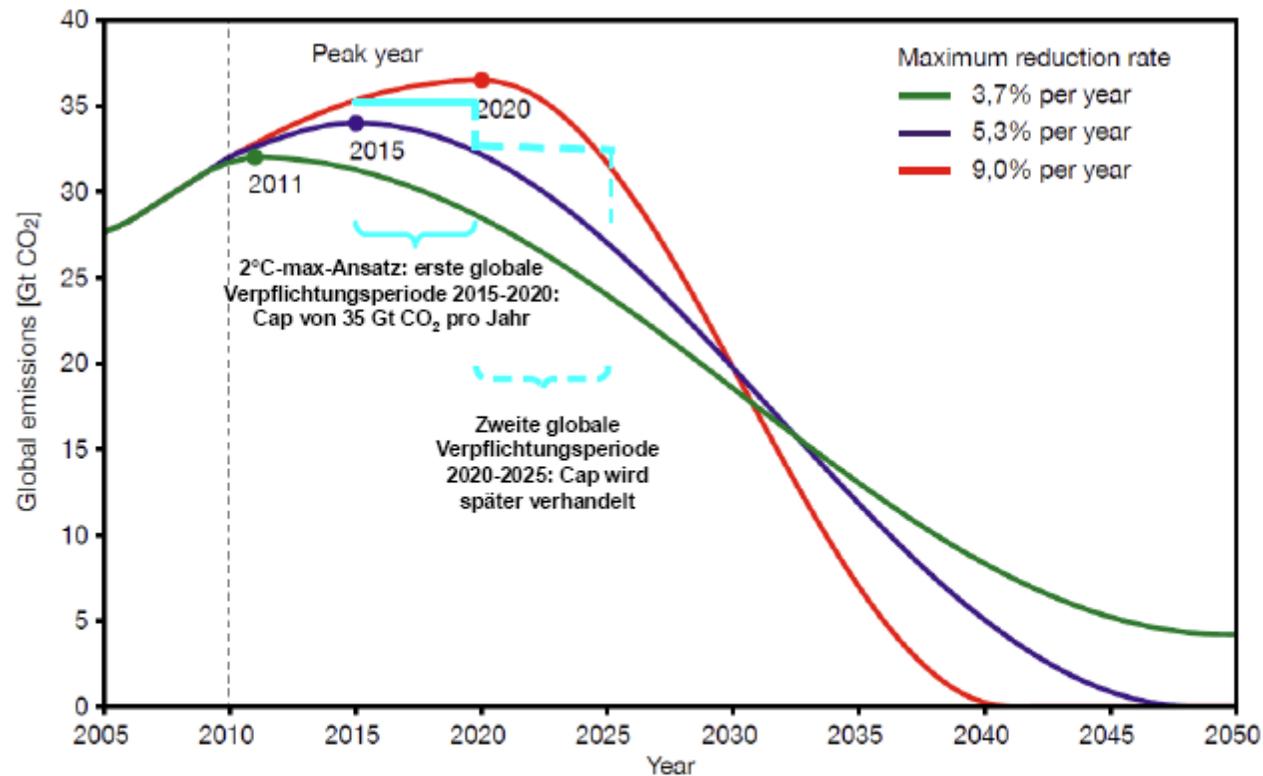
Global temp. (+ °C)	Stable CO ₂ -eq level (ppm)	Year CO ₂ must peak
2.0 –2.4	445 –490	2000 –2015
2.4 –2.8	490 –535	2000 –2020
2.8 –3.2	535 –590	2010 –2030
3.2 –4.0	590 –710	2020 –2060

Quelle: Pachauri, R.K., IPCC Chairman, TERI Director, presentation at the OECD - ITF Forum „Transport and Energy“, Leipzig, 29. Mai 2008, siehe <http://www.internationaltransportforum.org/Topics/forum2008.html>

P.S.: Derzeit werden Zustände > 1000 ppm CO₂ untersucht.
Das ist definitiv „eine andere Welt“.



PIK Report No. 116



Quelle: modifiziert von WBGU, 2009, S. 16

Die drei dargestellten Emissionstrajektorien bis 2050 entsprechen einem verbleibenden globalen Kohlenstoffbudget von 750 Gt CO₂, welches mit einer Wahrscheinlichkeit von 67% das Einhalten der 2°C-Leitplanke ermöglichen würde.



LETTERS

Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C

Malte Meinshausen¹, Nicolai Meinshausen², William Hare^{1,3}, Sarah C. B. Raper⁴, Katja Frieler¹, Reto Knutti⁵, David J. Frame^{6,7} & Myles R. Allen⁷

More than 100 countries have adopted a global warming limit of 2 °C or below (relative to pre-industrial levels) as a guiding principle for mitigation efforts to reduce climate change risks, impacts and damages^{1,2}. However, the greenhouse gas (GHG) emissions

Using a reduced complexity coupled carbon cycle–climate model^{15,16}, we constrain future climate projections, building on the Fourth IPCC Assessment Report (AR4) and more recent research. In particular, multiple uncertainties in the historical temperature obser-



Meinshausen et al.: Zusammenfassung

Zweigradziel: Erwärmung soll unter 2 Grad Celsius bleiben
(Das wäre gut: Sonst können Sie heutige Strukturen vergessen)

Wie viel CO₂ darf für das Zweigradziel maximal emittiert werden?

1000 Gt kumulative CO₂-Emission (Ende 2050)
= 75 %-ige Einhaltung des Zweigradziels
1440 Gt kumulative CO₂-Emission (Ende 2050)
= 50 %-ige Einhaltung des Zweigradziels

Mit welcher Chance würden Sie Ihr Haus erhalten wollen?

2000-2006 wurden 234 Gt CO₂ emittiert ... bleiben noch 766 Gt
... für 44 Jahre und 8 Mrd. Menschen ... 1-2 t pro Kopf und Jahr

WBGU: http://www.wbgu.de/wbgu_sn2009.pdf

Wissenschaftlicher Beirat f. globale Umweltveränderungen: Sondergutachten Kassensturz für den Weltklimavertrag

WBGU-Budget: vorsorgliche Festlegung der CO₂-Gesamtmenge,
die bis 2050 global noch ausgestoßen werden darf

Dieses Budget ist gerecht auf die Menschen zu verteilen: Gleiche
Zuweisung pro Kopf = Gesamt-Emissionsrechte

Jeder Staat handelt/wirtschaftet mit seinem Atmosphärenkapital

Alle Länder sollten ihre Strategien so anlegen, dass 2050 die
realen Emissionen bei etwa 1 t CO₂ pro Kopf und Jahr liegen.
Das wären etwa 400 Liter Kraftstoff



Weißbuch der EU-Kommission von 2011

2.5. Zehn Ziele für ein wettbewerbsorientiertes und ressourcenschonendes Verkehrssystem: Orientierungswerte zur Erreichung des Ziels einer Verringerung der Treibhausgasemissionen um 60 %

Entwicklung und Einführung neuer und nachhaltiger Kraftstoffe und Antriebssysteme

- (1) Halbierung der Nutzung „mit konventionellem Kraftstoff betriebener PKW“ im Stadtverkehr bis 2030; vollständiger Verzicht auf solche Fahrzeuge in Städten bis 2050; Erreichung einer im wesentlichen CO₂-freien Stadtlogistik in größeren städtischen Zentren bis 2030¹⁰.
- (2) Anteil CO₂-emissionsarmer nachhaltiger Flugkraftstoffe von 40 % bis 2050; ebenfalls bis 2050 Senkung der CO₂-Emissionen von Bunkerölen für die Seeschifffahrt in der EU um 40 % (falls erreichbar 50 %¹¹).

Optimierung der Leistung multimodaler Logistikketten, unter anderem durch stärkere Nutzung energieeffizienterer Verkehrsträger

- (3) 30 % des Straßengüterverkehrs über 300 km sollten bis 2030 auf andere Verkehrsträger wie Eisenbahn- oder Schiffsverkehr verlagert werden, mehr als 50 % bis 2050, was durch effiziente und umweltfreundliche Güterverkehrskorridore erleichtert wird. Um dieses Ziel zu erreichen, muss auch eine geeignete Infrastruktur geschaffen werden.
- (4) Vollendung eines europäischen Hochgeschwindigkeitsschienennetzes bis 2050. Verdreifachung der Länge des bestehenden Netzes bis 2030 und Aufrechterhaltung eines dichten Schienennetzes in allen Mitgliedstaaten. Bis 2050 sollte der Großteil der Personenbeförderung über mittlere Entfernungen auf die Eisenbahn entfallen.
- (5) Ein voll funktionsfähiges EU-weites multimodales TEN-V-„Kernnetz“ bis 2030, mit einem Netz hoher Qualität und Kapazität bis 2050 und einer entsprechenden Reihe von Informationsdiensten.



Weißbuch der EU-Kommission von 2011

- (6) Bis 2050 Anbindung aller Flughäfen des Kernnetzes an das Schienennetz, vorzugsweise Hochgeschwindigkeitsschienennetz; sicherstellen, dass alle Seehäfen des Kernnetzes ausreichend an das Güterschienenverkehrsnetz und, wo möglich, an das Binnenwasserstraßensystem angeschlossen sind.

Steigerung der Effizienz des Verkehrs und der Infrastrukturnutzung durch Informationssysteme und marktgestützte Anreize

- (7) Einführung der modernisierten Flugverkehrsmanagement-Infrastruktur (SESAR¹²) in Europa bis 2020 und Vollendung des gemeinsamen europäischen Luftverkehrsraums. Einführung äquivalenter Managementsysteme für den Land- und Schiffsverkehr (ERTMS¹³, IVS¹⁴, SSN und LRIT¹⁵, RIS¹⁶). Einführung des europäischen globalen Satellitennavigationssystems (Galileo).
- (8) Bis 2020 Schaffung des Rahmens für ein europäisches multimodales Verkehrsinformations-, Management- und Zahlssystem.
- (9) Bis 2050 Senkung der Zahl der Unfalltoten im Straßenverkehr auf nahe Null. Im Hinblick auf dieses Ziel strebt die EU eine Halbierung der Zahl der Unfalltoten im Straßenverkehr bis 2020 an. Gewährleisten, dass die EU bezüglich der technischen Sicherheit und Gefahrenabwehr bei allen Verkehrsträgern weltweit führend ist.
- (10) Umfassendere Anwendung des Prinzips der Kostentragung durch die Nutzer und Verursacher und größeres Engagement des Privatsektors zur Beseitigung von Verzerrungen (einschließlich schädlicher Subventionen), Generierung von Erträgen und Gewährleistung der Finanzierung künftiger Verkehrsinvestitionen.

Kommentar: Gefordert sind 80 - 100% CO₂-Reduktion bis 2050 ... da stehen 60%!
Bis 2030 praktisch Stand wie 1990, von 2030 bis 2050 „geschieht ein Wunder!“



Maßnahmen 2.2.: nachhaltigeres Verhalten

27. Reiseinformationen

- Schärfung des Bewusstseins für Alternativen zum herkömmlichen Individualverkehr (seltener das Auto benutzen, häufiger zu Fuß gehen oder mit dem Rad fahren, Fahrgemeinschaften, Park & Drive, intelligente Ticketausstellung etc.).

28. Kennzeichnung der CO₂-Emissionen und Kraftstoffeffizienz von Fahrzeugen

- Überprüfung und wirksamere Gestaltung der Kennzeichnungsrichtlinie. Dies beinhaltet u. a. eine mögliche Ausweitung des Anwendungsbereichs auf leichte Nutzfahrzeuge und Fahrzeuge der Klasse L sowie die Harmonisierung der Kennzeichnung und der Kraftstoffeffizienzklassen in allen Mitgliedstaaten.
- Förderung der Markteinführung kraftstoffeffizienter, sicherer und geräuscharmer Reifen, die die Leistungsanforderungen der Typgenehmigung übertreffen²⁷.

29. Rechner für den CO₂-Fußabdruck

- Förderung betriebswirtschaftlicher Systeme für die Zertifizierung der Treibhausgasemissionen und Entwicklung gemeinsamer EU-Standards, um den CO₂-Fußabdruck je Personen- und Frachtbeförderung abzuschätzen, einschließlich nutzerspezifischer Versionen, z. B. für Unternehmen und Einzelpersonen. Dies sorgt für bessere Auswahlmöglichkeiten und erleichtert die Vermarktung umweltfreundlicher Verkehrslösungen.

30. Umweltbewusstes Fahren und Geschwindigkeitsbegrenzungen

- Vorschriften für umweltbewusstes Fahren in künftigen Überarbeitungen der Führerscheine-Richtlinie sowie Maßnahmen zur beschleunigten Einführung von IVS-Anwendungen zur Förderung entsprechender Fahrweisen. Auch für andere Verkehrsträger sollten kraftstoffsparende Techniken entwickelt und gefördert werden, z. B. kontinuierlicher Sinkflug bei Luftfahrzeugen.
- Prüfung von Konzepten zur Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit von leichten Nutzfahrzeugen, um den Energieverbrauch zu reduzieren, die Verkehrssicherheit zu verbessern und gleiche Bedingungen zu schaffen.



Wo führt die CO₂-Debatte hin?



Diese Debatte beginnt erst, mit Macht: Über Energie und Ressourcen, Ölmilliarden, Energiesicherung, China, Terrorismus, Gerechtigkeit

Weiter so? Starke gegen Schwache: Konflikte, Streit, Preissprünge, Lieferengpässe, Schwarzmärkte, Wanderungen, Ineffizienzen: Lernprozesse

Langfristig ist die Lösung klar: (siehe 1. Klima-Enquete, 1990-94):

- carrying capacity, life-support: CO₂ wird kontingentiert werden
- das wären vielleicht noch 1000 Gt CO₂ bis zum Ausstieg
- jeder Erdenbürger erhält den selben Anteil des Kontingents
- beste Schätzung: 1-2 t CO₂ p. c., p. a. für jeden, handelbar
- das wären 1-2 Liter Benzin je Kopf und Tag. Für alle, für alles.



Was macht Otto Normalverbraucher dann?

Tja, jeder hat also 1-2 Liter Benzin je Tag. Für alles.

Haus heizen? Passivhaus! Essen produzieren? Ja! Arbeitsplatz? Ja!

Vielleicht 200 l Nahrung, 200 l Arbeit, 100 l Verkehr, 100 l sonstiges

Mobil mit ca. 100 Liter pro Kopf und Jahr? Na klar:

- unbegrenzt mit Rad und Fuß, in der Nähe
 - 1-2 km täglich innerorts im Oberklasse-PKW, sonst nichts
 - ein Flug zum Shopping nach Mailand und zurück, sonst nichts!
 - 6000 – 12000 km mit Bus und Bahn, jährlich
 - 10000 km p. a. mit einem echten 1-Liter-Auto
-
- neue Kundenwünsche, Angebote, Preise
 - neue Raumstruktur: nah, gemischt, innovativ
 - integrativ, kooperierend, kostenwahr: intelligent!



Fazit I: Kohlendioxid, Klimaänderung

1. Kohlenstoff – Systeme sind komplex. Störungen werden richtig teuer/gefährlich.
2. Verkehr ist für etwa ein Drittel der Emissionen verantwortlich, Tendenz steigend.
3. Absolute und pro-Kopf Emissionen sind sehr ungleich verteilt: 90/10 Faustregel.
4. Klimawandel ist ein Problem der globalen Gerechtigkeit (Kardinal Lehmann)
5. Reduktionsziele: minus 80% (1990-2050) in Deutschland. 1-kW-Gesellschaft.
6. Erdöl-Quellen und CO₂-Senken sind begrenzt: Nachhaltige Entwicklung ohne CO₂.
7. Fossile Energieträger und CO₂ werden teurer – das ist der effizienteste Weg.



Fazit II: Kohlendioxid, Klimaänderung

8. Aber die Mobilitätsbedürfnisse sind sicherzustellen. Hohe Preise sichern das.
9. Politik/Planung muss Optionen anbieten, dass die Preise vermieden werden können.
10. Hohe Preise helfen, Kraftstoff einzusparen. Niedere Preise erhöhen die Verbräuche.
11. Hohe Preise sind insgesamt sozialer, denn wen treffen denn die Schäden zuerst?
12. Je später fossile Energie teurer wird, desto schädlicher, unsozialer und ineffizienter.
13. Hohe Preise helfen Innovation, Beschäftigung, Umwelt und Wirtschaft – dynamisch.

**Regel: Hilft oder schadet Ihre Maßnahme
den Menschen bei 5,00 €/Liter?**



Literatur

ipcc.ch	International Panel on Climate Change (UNEP)
oecd.org	OECD (economic cooperation and development)
eea.eu.int	European environmental agency Kopenhagen
iea.org	International energy agency Paris
transportenvironment.org	Transport and Environment Brussels
umweltrat.de	Rat von Sachverständigen für Umweltfragen
pik-potsdam.de	Potsdam-Institut für Klimafolgenabschätzung
wupperinst.org	Wuppertal-Institut, Wuppertal
wgbu.de	Beirat für Globale Umweltveränderungen Berlin
cities21.com	ICLEI Local Governments for Sustainability
bmu.de	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz ...
umweltbundesamt.de	Umweltbundesamt Dessau
internationaltransportforum.org	ITF (at OECD)

usw.



Noch ein Wort der Warnung:

Alle genannten Ergebnisse gelten für stabile Systeme: ohne Trendbrüche

Diese Vorlesung handelt von Systemen, Prozessen, Rückkopplungen:

Gibt es solche (bremsenden/negativen) Rückkopplungen?

Ja: Aber sehr spät, sehr gefährlich, sehr langsam, teuer, zynisch.

Gefährlich sind positive, sich verstärkend Rückkopplungen: Kippschalter

„Diese Kippschalter sind die Achillesferse unseres Planeten. Wir sollten diese Kippschalter tunlichst nicht aktivieren. Manche könnten zu Punkten ohne Wiederkehr geraten“ (Prof. H.J. Schellnhuber; PIK)

Bitte besuchen Sie:

<http://www.pik-potsdam.de/infothek/kipp-prozesse>



Hausaufgabe B 7: CO₂-Emissionen, Klima

Sachsen will das Klima schützen. Dazu werden die folgenden Maßnahmen diskutiert:

- Vermeidung eines einzigen Fluges Dresden-Mallorca, Einsparung 10 t Kerosin.
- Stilllegung einer Buslinie in der Lausitz, Einsparung 11 Tonnen Diesel.
- Vermeidung von PKW–Dienstfahrten im Ministerium, Reduktion 11500 Liter Diesel.

- a.) Wie wirken Abgas– und CO₂–Emissionen in Höhen von 10 – 20 km?
- b.) Welche der Maßnahmen senken die CO₂-Emissionen statisch (ohne sekundäre Reaktionen) am meisten, welche am wenigsten?
- c.) Welche der Maßnahmen senken die CO₂-Emissionen dynamisch (mit Reaktionen) am meisten, welche am wenigsten?