

“Cool Facts for a hot Debate...”

# Erfahrungen mit der Energie- und Klima-Debatte

Christoph Buchal

Forschungszentrum Jülich  
und Universität zu Köln

DPG, 8.3.2016

“Cool Facts for a hot Debate...”

# Extrem unterschiedliche Urteile von sehr klugen Menschen

Schüler, Lehrer, Bürger, Studenten, Forschungszentrum,  
Versorger, Kraftwerker, Netze, Industrie, Automobil-Fachleute,  
Klimatologen und ca. 100 Bücher  
Vorlesungen, Vorträge, Symposien, SCO, AKE

[www.mic-schulshop.de](http://www.mic-schulshop.de)

## Im Herzen der Demokratie...

*Letztendlich zählt der Wille der Mehrheit, ihre Meinungen, Ängste, Wünsche und Wahlstimmen und nicht,*

*was Wissenschaftler empfehlen.*

*Diese Tatsache wird auch über die Zukunft der Energietechnik in Europa entscheiden.*

( Medien und Meinungshoheit? ... Position der Industrie? ... die stärkste Lobby? ... )

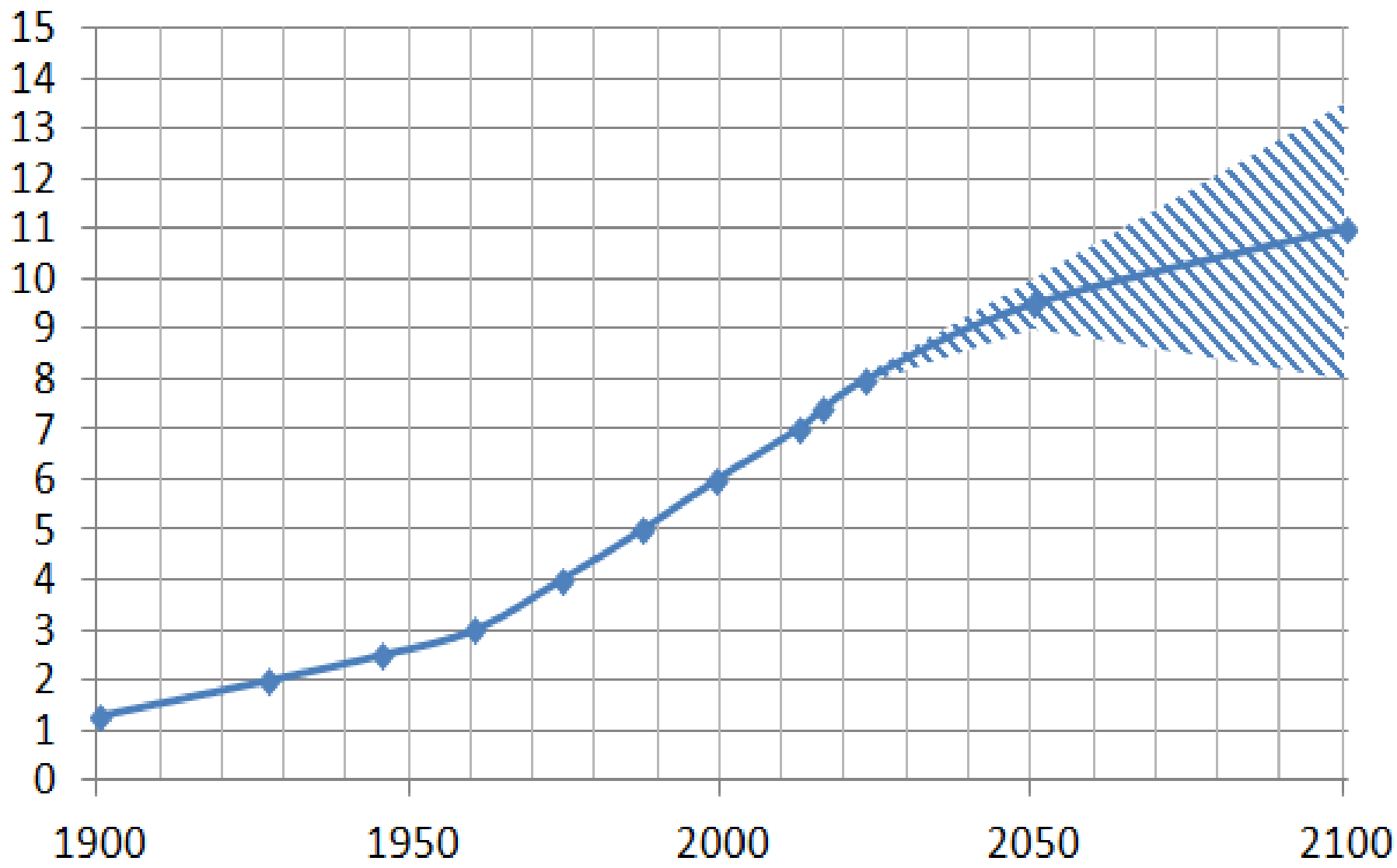
# Blaise Pascal (1623- 1662): Wette über Unsicherheit



*Wir kennen die Wahrheit  
über Gott*

*(Religion) nicht genau,  
aber wir können einen  
ethischen, gottgefälligen  
Weg gehen.*

*Der Klimawandel ist in D zum „Moralischen Megathema“  
geworden (WBGU et al.: „Große Transformation“ gegen Katastrophe)*



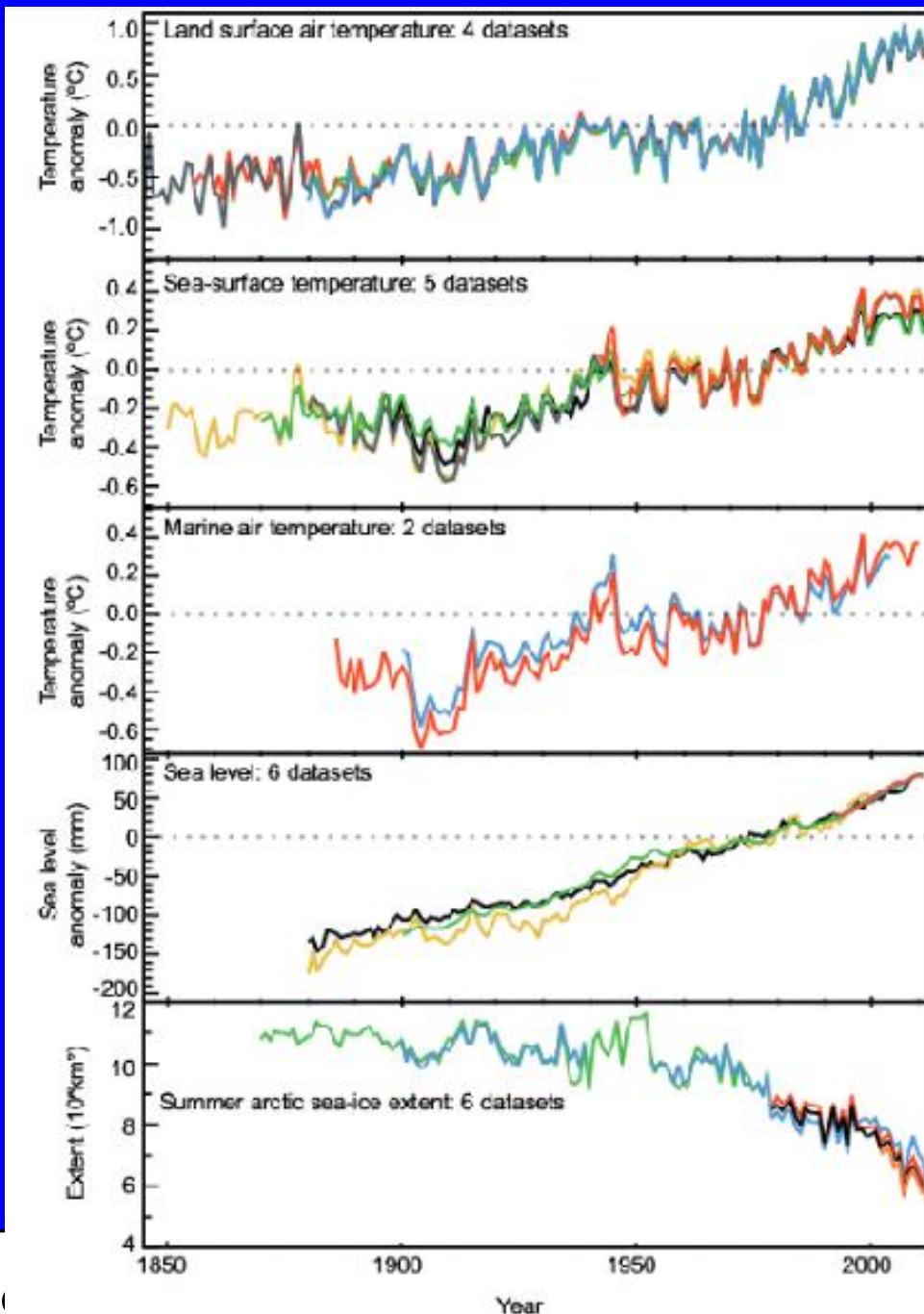


# Wir haben die Fakten vor Augen: Beispiel Alpengletscher

1860



IPCC  
Technical  
Summary  
No. 5 (2014)  
  
ab 1850



Luft ü. Land:  
+ > 1 °C

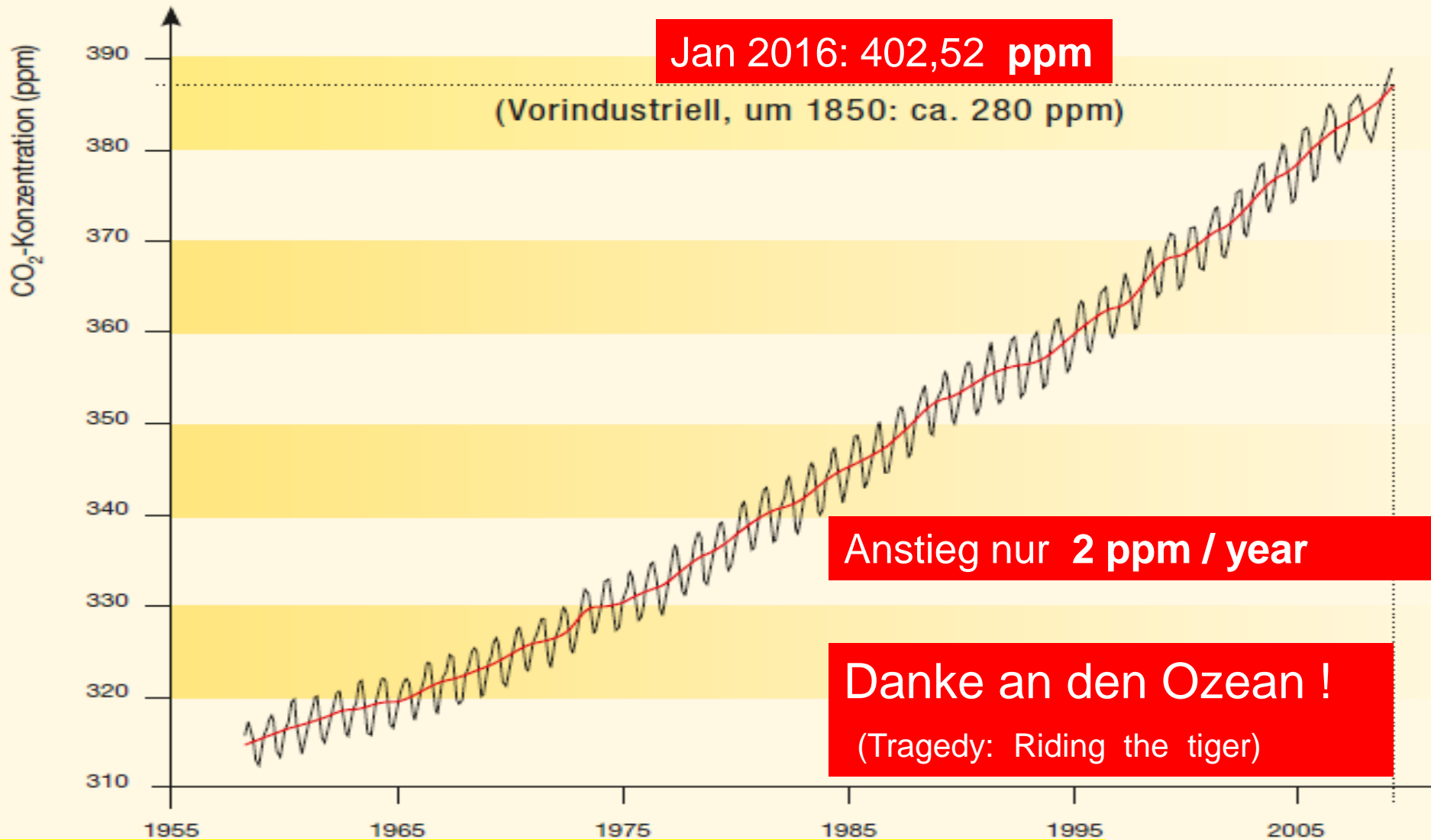
Ozean Oberfl:  
+ > 0,5°C

Luft ü. Ozean:  
+ > 0,5°C

Meeresspiegel:  
ca. +25 cm

Arkt. Eis:  
abnehmend

# DIE CO<sub>2</sub>-KONZENTRATION DER ATMOSPHÄRE



**D: 2,5% → globales Vorbild entscheidend !  
attraktiv, bezahlbar ?**







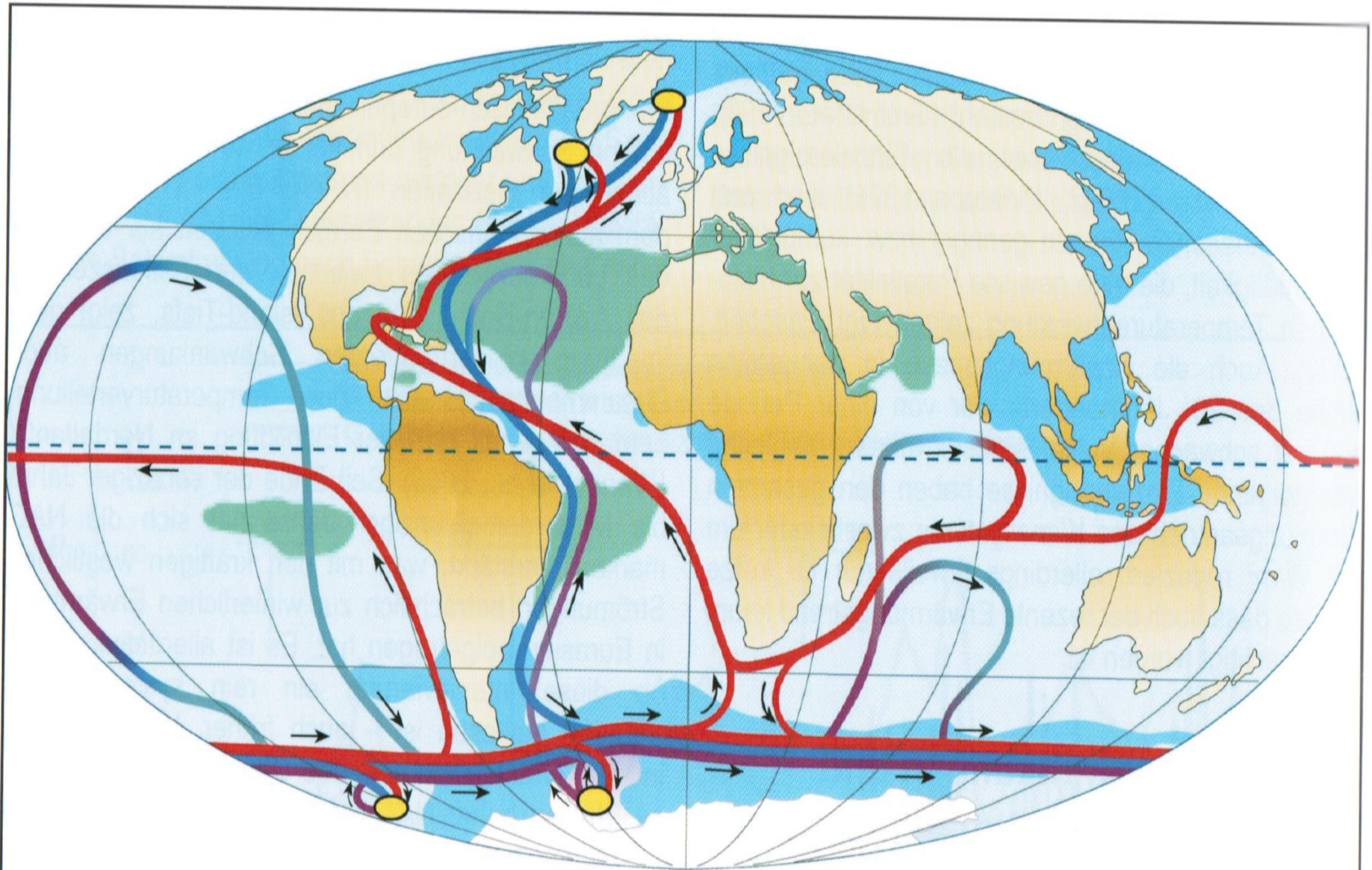
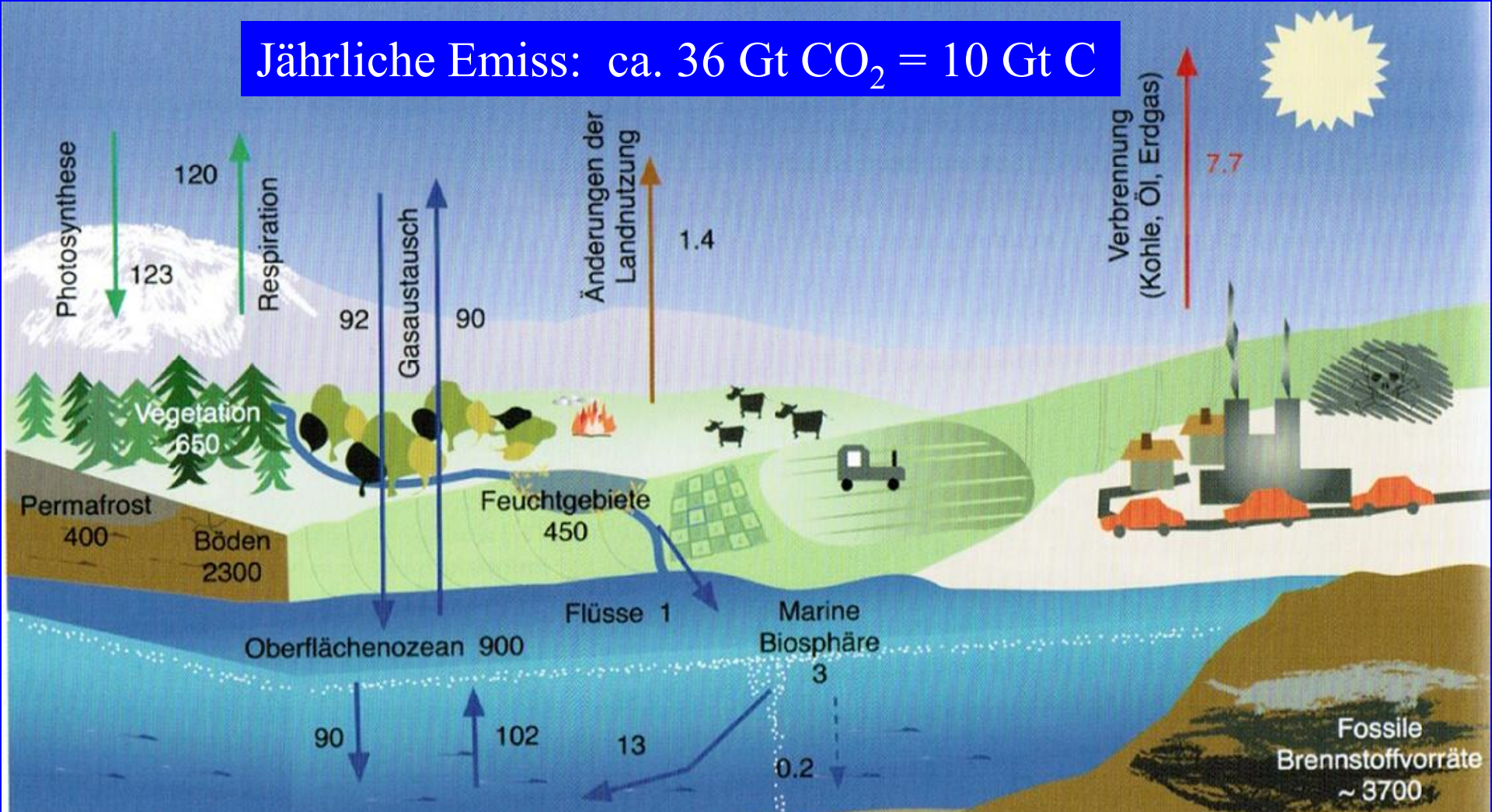


Abb. 5: Schematische Darstellung der globalen thermohalinen Zirkulation. Oberflächennahe Strömungen in rot, Tiefenströmungen in blau, Bodenströmungen in violett, gelbfarbige Ovale indizieren Regionen der Tiefenwasserbildung. Grüne Flächen markieren Salzkonzentrationen über 36 ‰, blaue Flächen solche unter 34 ‰ (verändert nach Rahmstorf, 2002).



Atmosphäre: 400 ppm = 3200 Gt CO<sub>2</sub> = 865 Gt C

Jährliche Emiss: ca. 36 Gt CO<sub>2</sub> = 10 Gt C



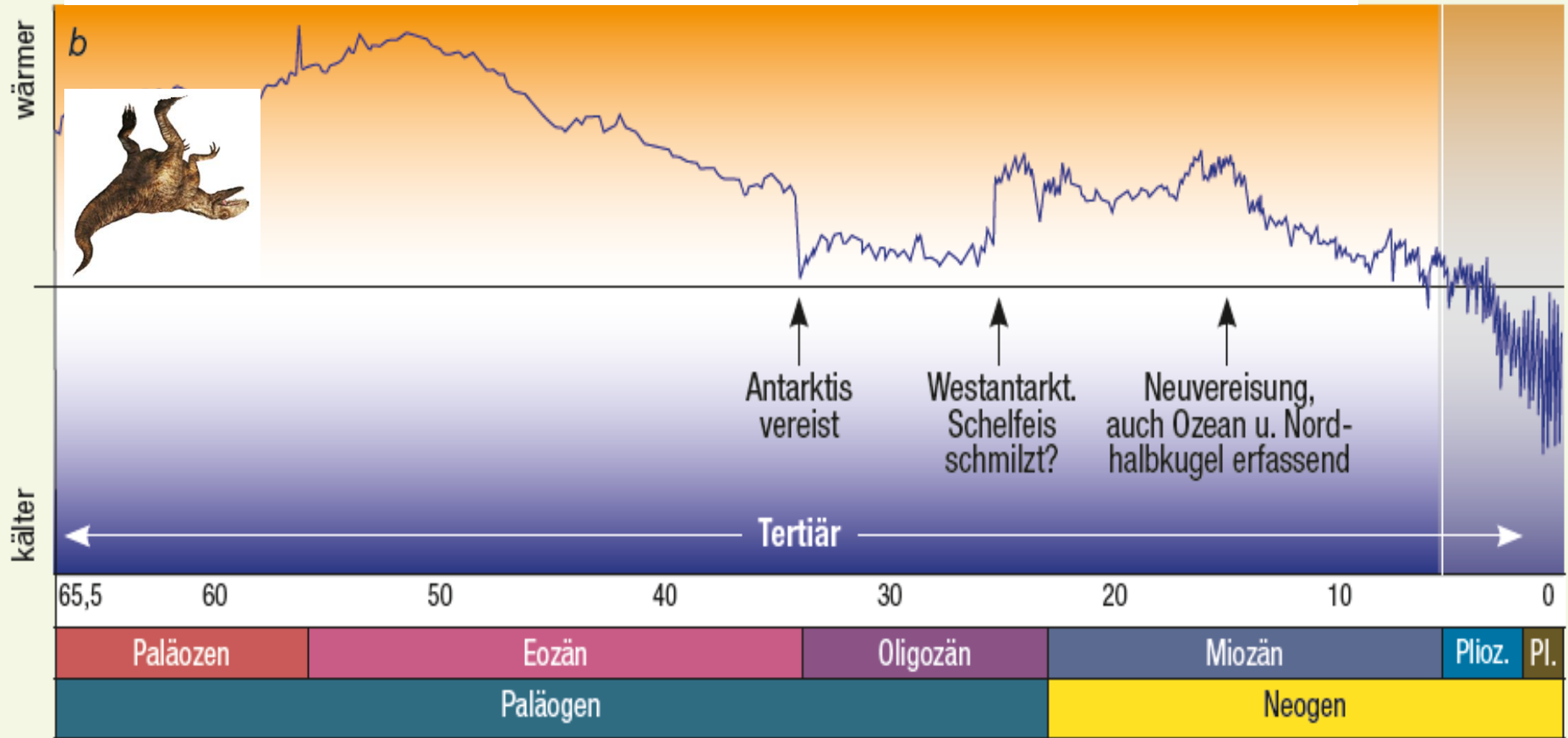
CO<sub>2</sub> gelöst in den Ozeanen: ca. 50 x mehr als in der Atmosphäre



Seit der Zeit der Dinos *fallen* die Temperaturen überall !



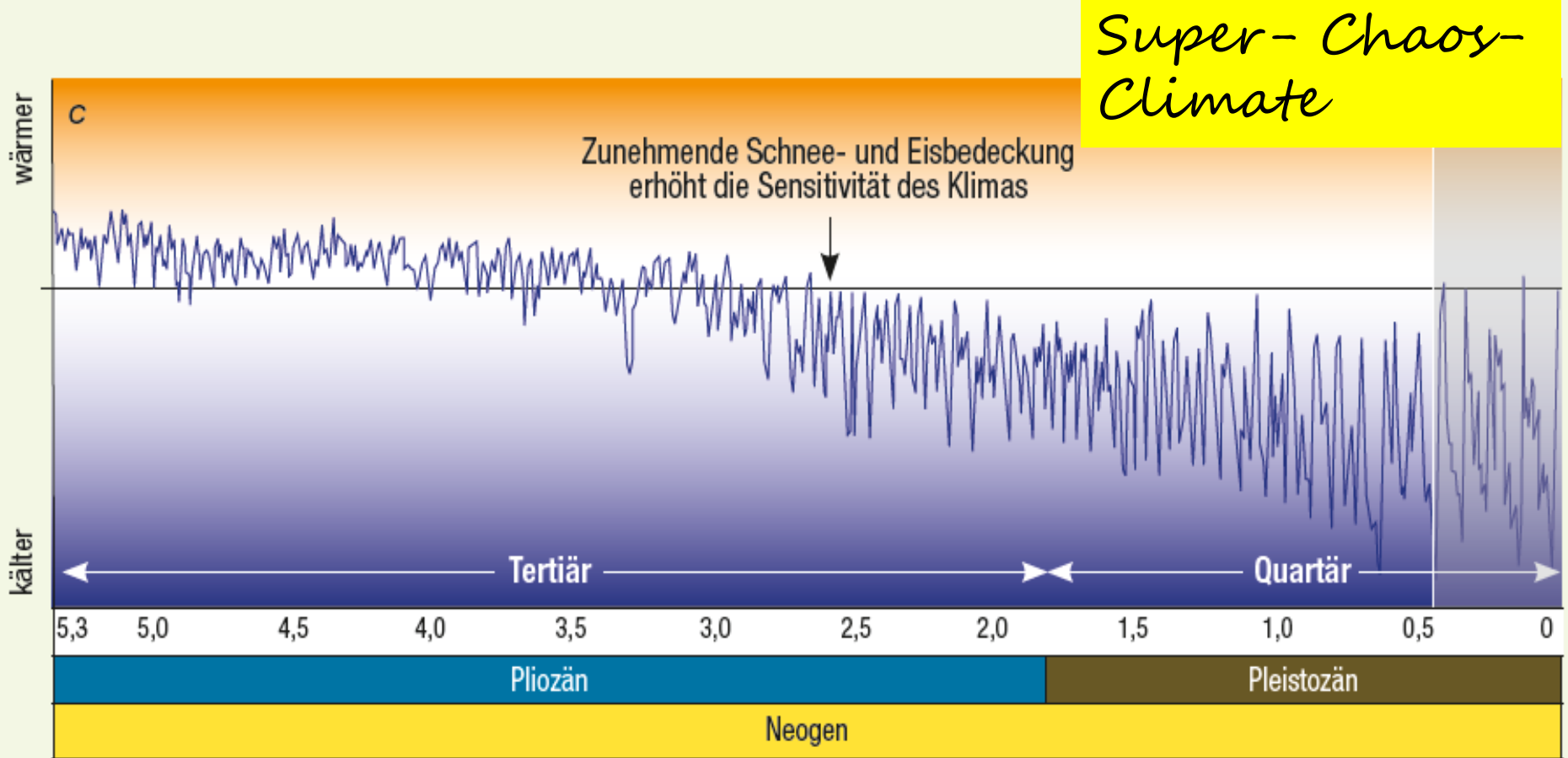
# Seit der Zeit der Dinos *fallen* die Temperaturen überall !

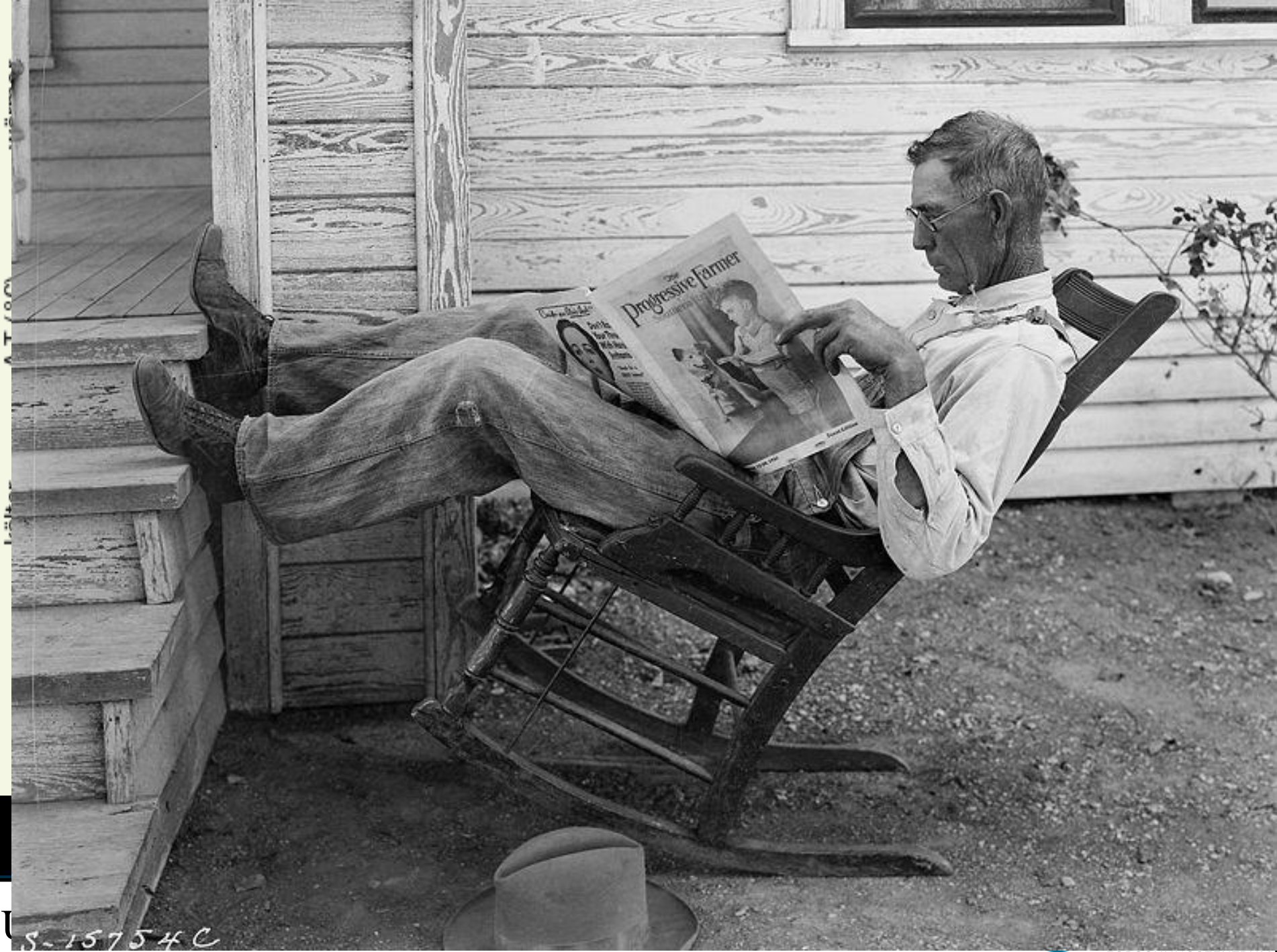


Die zunehmende Labilität des Klimas in den letzten 3 Millionen Jahren wird auf den Diagrammen der nächsten Seite verdeutlicht. Noch sind die Ursachen nicht in allen Einzelheiten geklärt.  
Zeitskala: Millionen Jahre vor heute.

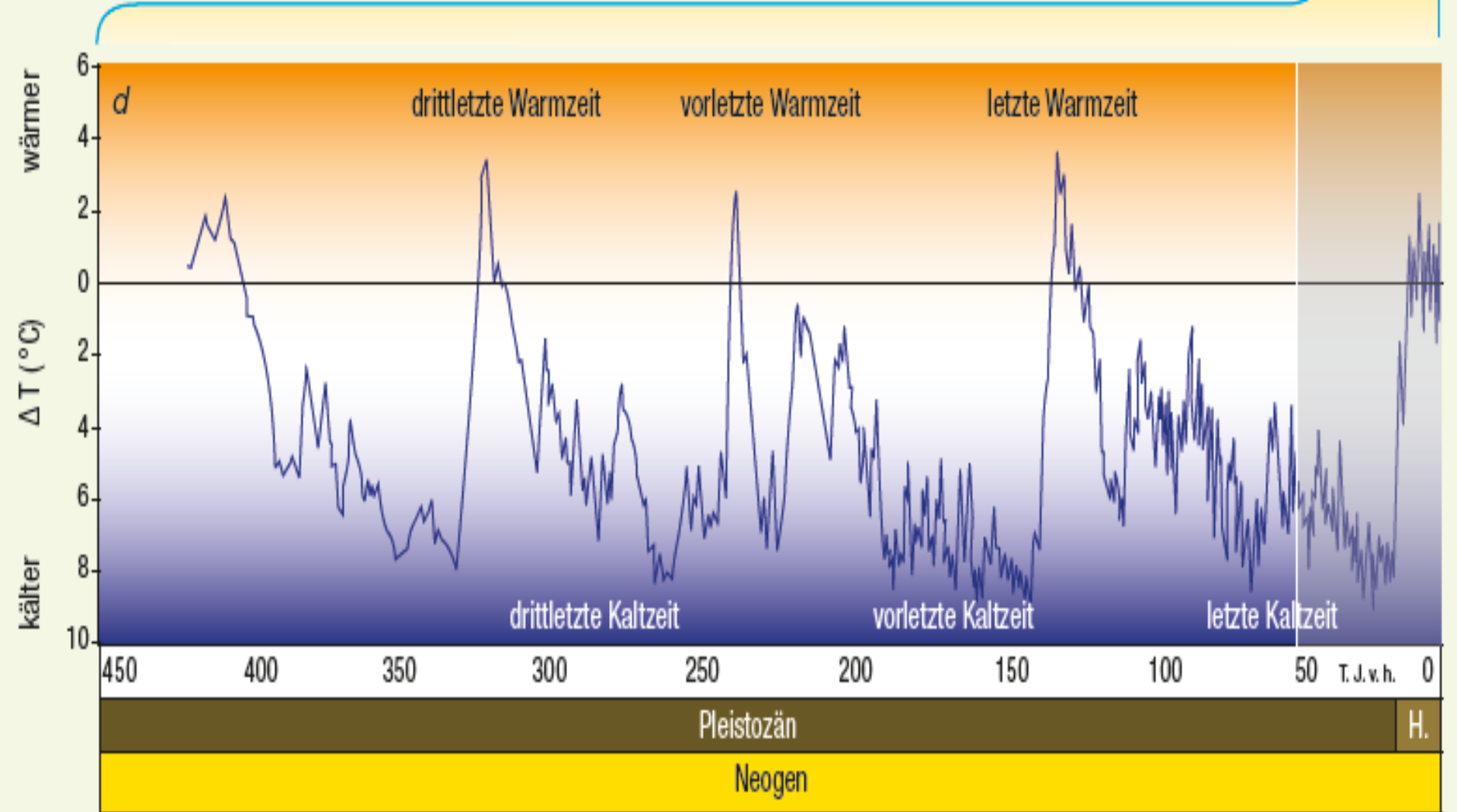


# The Earth keeps going thru very unstable climate conditions ...





U.S.-15754C



Zeitskala jetzt in Tausend Jahren vor heute. Wir erkennen das Holozän, unsere Gegenwart.

Was kann man realistisch tun ?

Von Natur aus

Anthropogen

Das Klima wandelt sich

*Wie gravierend sind Nachteile / Vorteile ?*

*Relative Wichtigkeit der Weltprobleme ?*



Wolken und Niederschläge  
sind sehr schwer  
zu Modellieren

trocken:  
 $1\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$

$0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$

Falls Ozeantemp. um  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  steigt  $\rightarrow$   
Verdunstung steigt um  $7\%$  ( $11\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 100\%$ , Verdoppelung)

Wolken kühlen ... oder wärmen...

Regen ist gut für .... Nordafrika, M.East, Antarctica +  
Überschwemmungen sind unerwünscht...



Klar:

1. Klimageschichte, Physik der Atmosphäre + Ozeane
2. Energie, Technik, Strom, Ökonomie, Ökologie ...

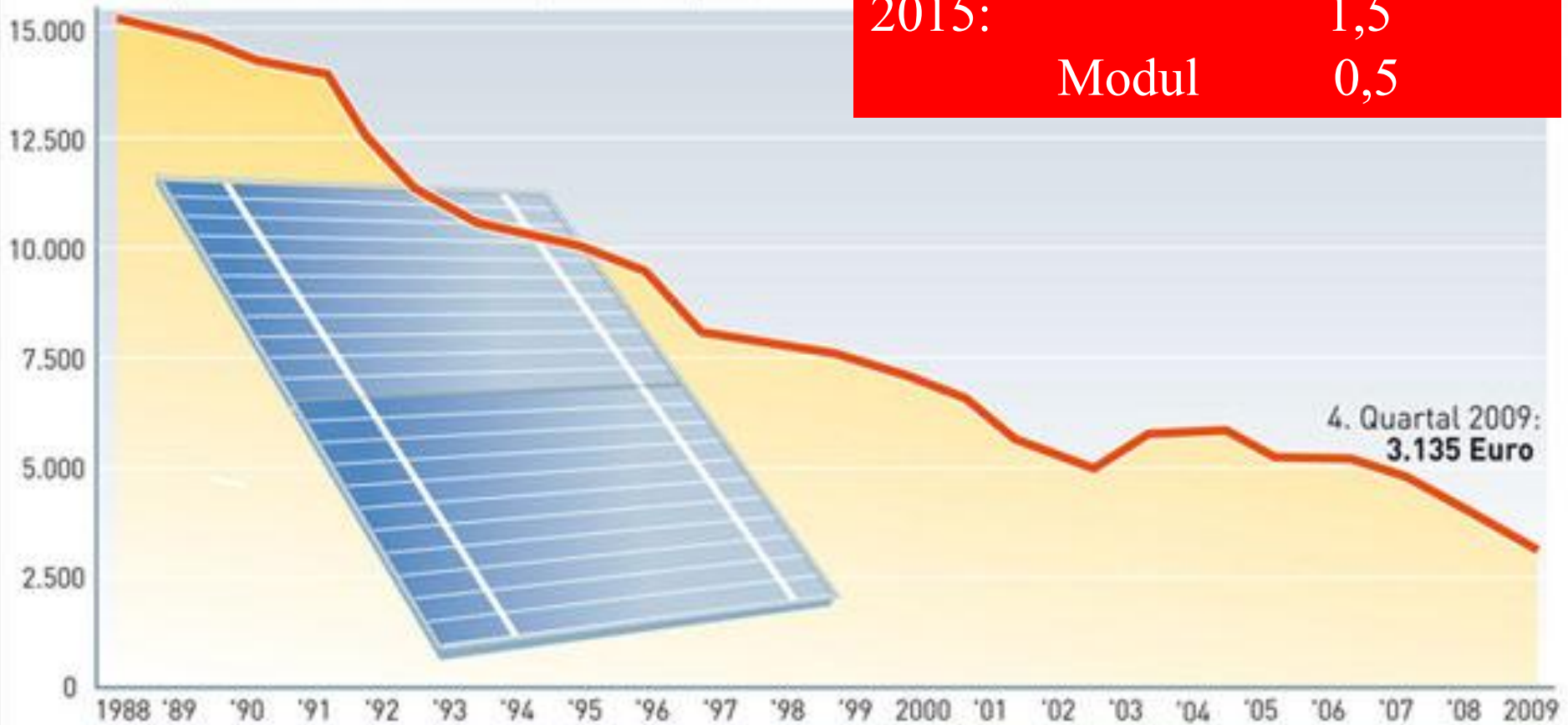
Offen:

1. ? Zuverlässige Klimaprojektionen („Vorhersagen“)
2. ? Konsequenzen für Landwirtschaft u.a.
3. ! Leben und Frieden für  $10 \times 10^9$  Menschen (meine Agenda)
4. ? Realismus der „Großen Litanei“
5. Global wirksame technische Aktionen (Jahrhundert-Aufgabe)

# Das EEG als globale Entwicklungshilfe

## Kostenentwicklung der Photovoltaik

Durchschnittspreise in Deutschland in Euro pro Kilowatt (peak)



1998: Dachanlage 15 €/Wp  
2015: 1,5  
Modul 0,5

Quellen: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Bundesverband Solarwirtschaft; Stand: 06/10

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)

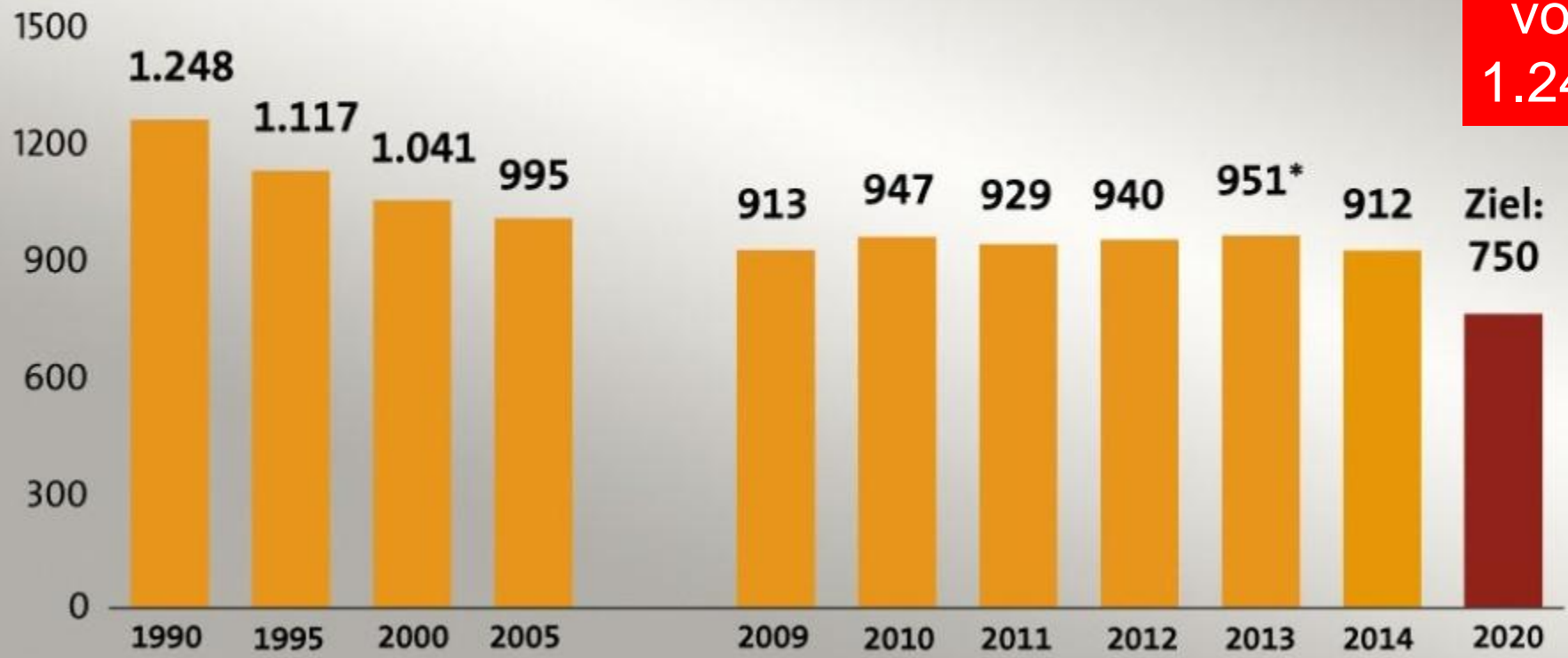
**Welt-Emissionen: ca. 36 Gt = 36 000 Mio t CO<sub>2</sub>equiv.**

Jährl. Zunahme: 800

Deutschland: 912 Mio. t = 2,5% der glob. Emiss.

# CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland

CO<sub>2</sub>-ÄQUIVALENT IN MIO. TONNEN



**Ziel:**  
- 40%  
von  
1.248





Muss ersetzt werden durch 2000 WEA @ 5 MW onshore  
(zum Ausgleich der Energiebilanz)

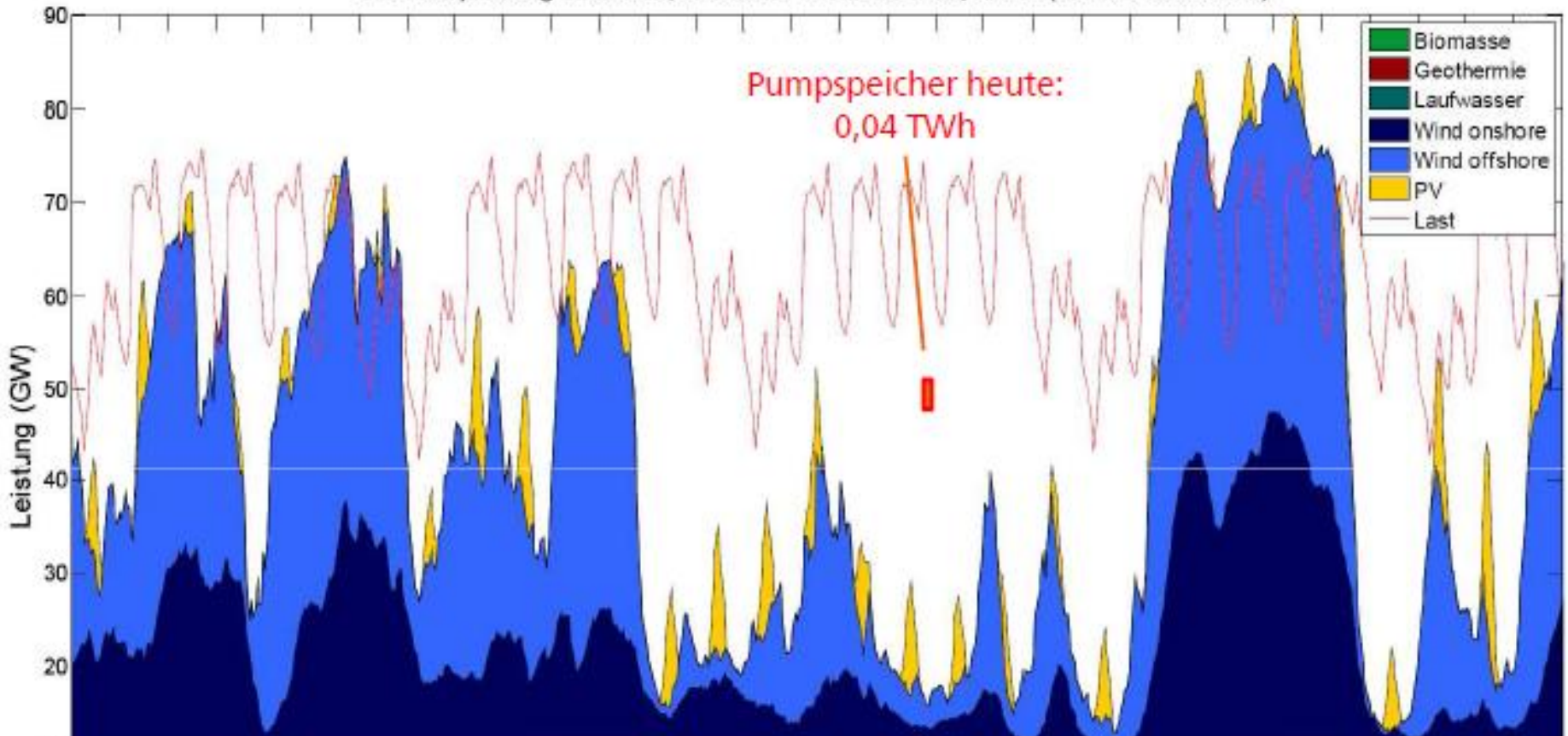
Flächenbedarf dafür:

- 2000 x 2 km<sup>2</sup>
- = 4000 km<sup>2</sup>
- = 100 km x 40 km

Jülich - Bitburg - Rhein

# Speicherbedarf: Leitszenarien - Basisszenario 2050 – 85% EE – ca. 30 TWh<sub>el</sub>

EE-Einspeisung und Last, Mitte Jan bis Mitte Feb, 2050 (Meteo-Jahr 2006)



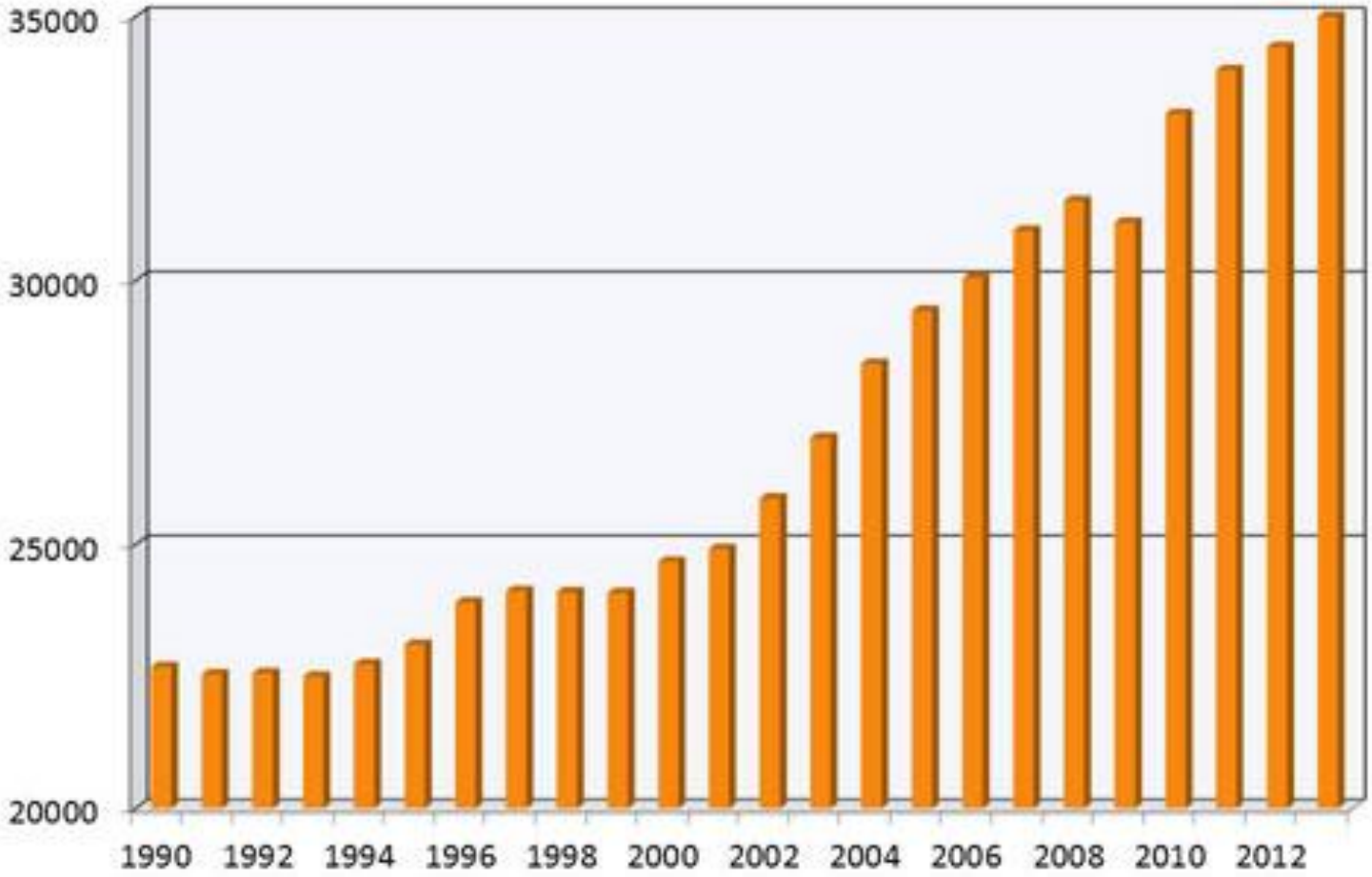
Expect enormous fluctuations of wind and solar power

Too much:      Electrolysis ... Hydrogen ... Fuels

too little:     **FOSSILE FUELS !**



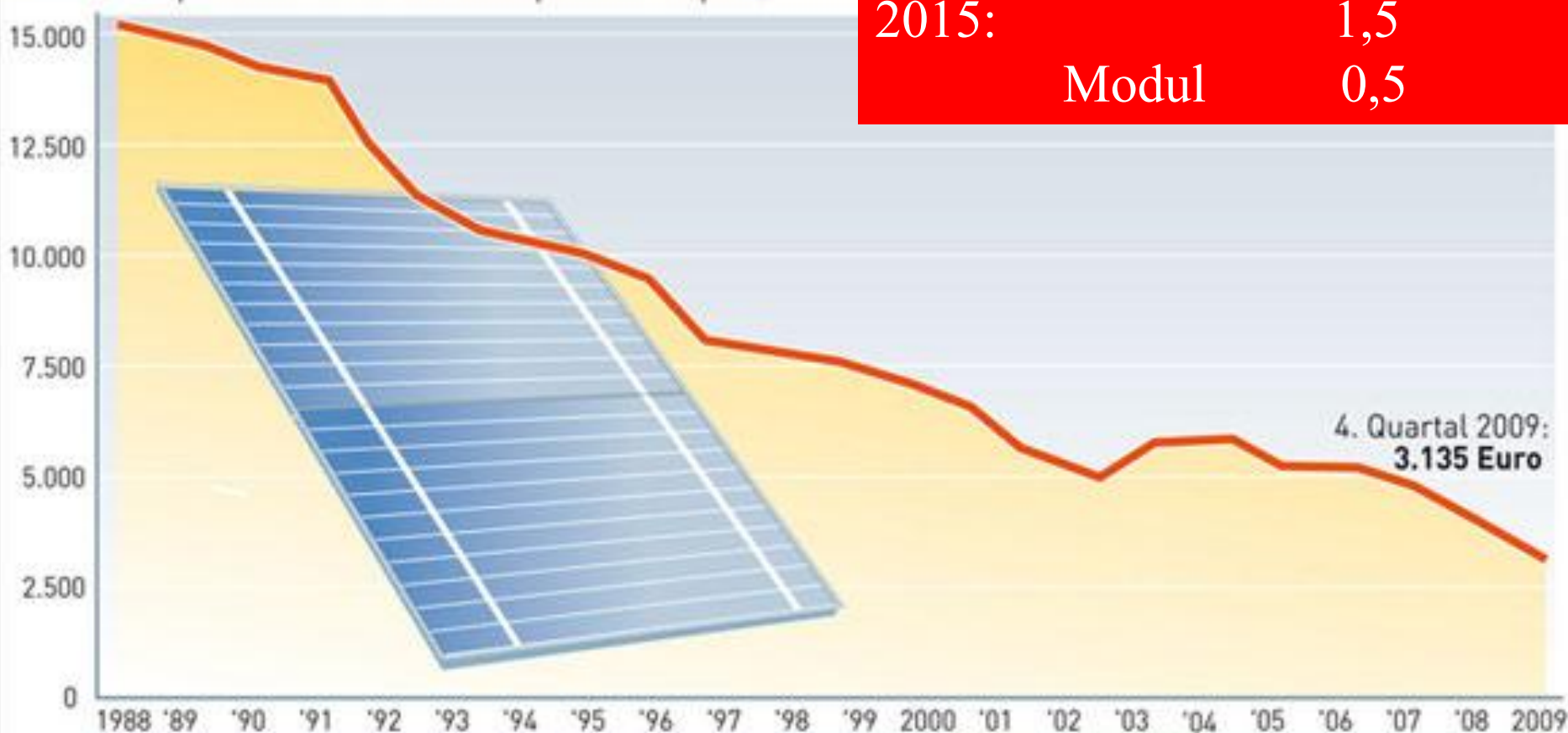
**GROWTH** of global CO<sub>2</sub>-Emiss: 10 000 Mio t in 12 years  
= 800 Mio t per year (2%/y)  
German National Total: 900



# Große Erfolge, große Herausforderungen

## Kostenentwicklung der Photovoltaik

Durchschnittspreise in Deutschland in Euro pro Kilowatt (peak)



1998: Dachanlage 15 €/Wp

2015: 1,5

Modul 0,5

4. Quartal 2009:  
3.135 Euro

Quellen: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Bundesverband Solarwirtschaft; Stand: 06/10

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



**Eine Jahrhundertaufgabe erfordert Pragmatismus und Geduld**