

Klimawandel im Flächenland - Wie verwundbar ist Niedersachsen?  
Hannover 28.11.2007

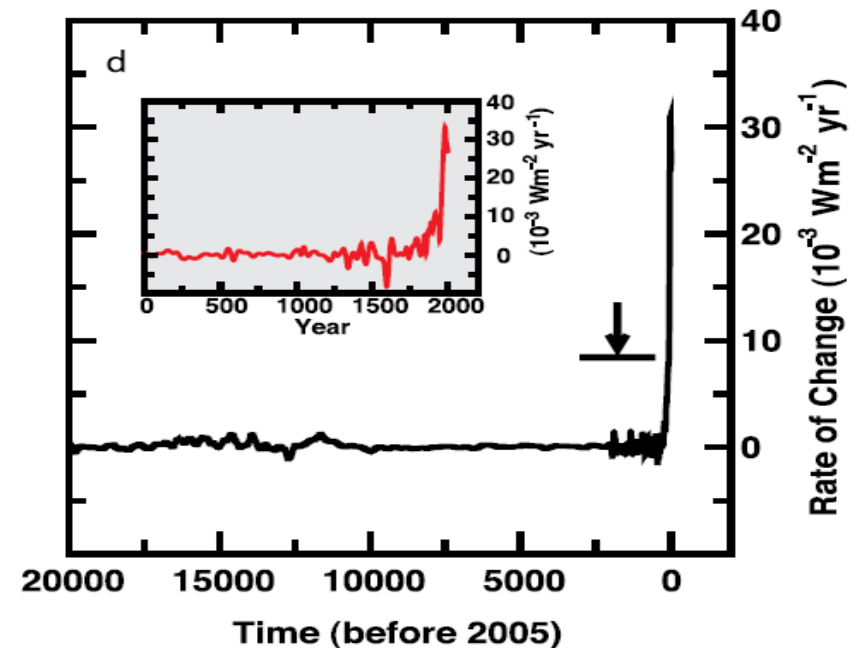
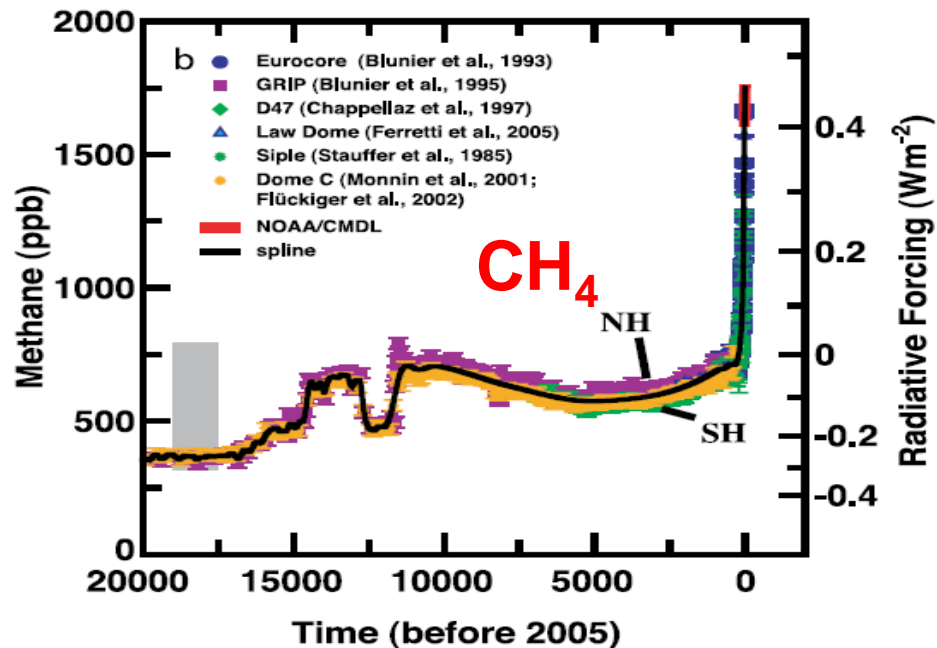
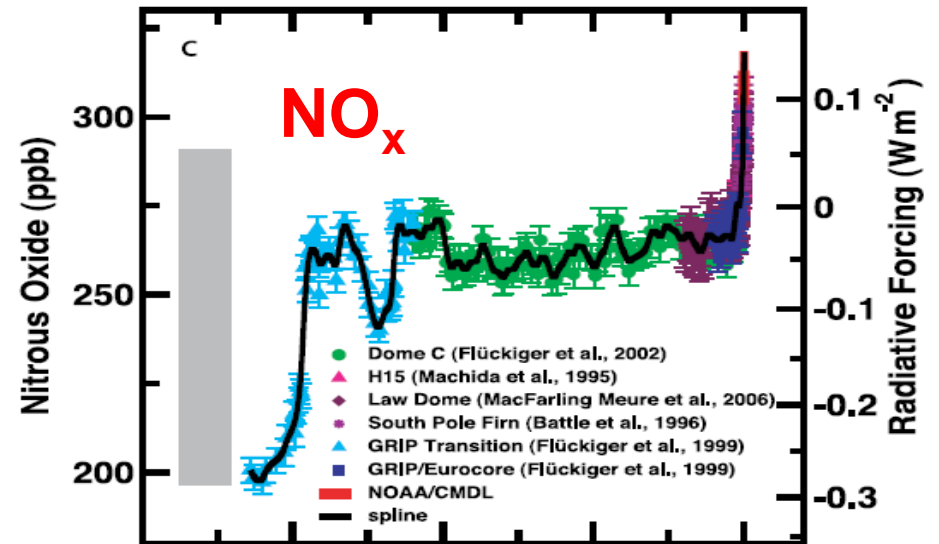
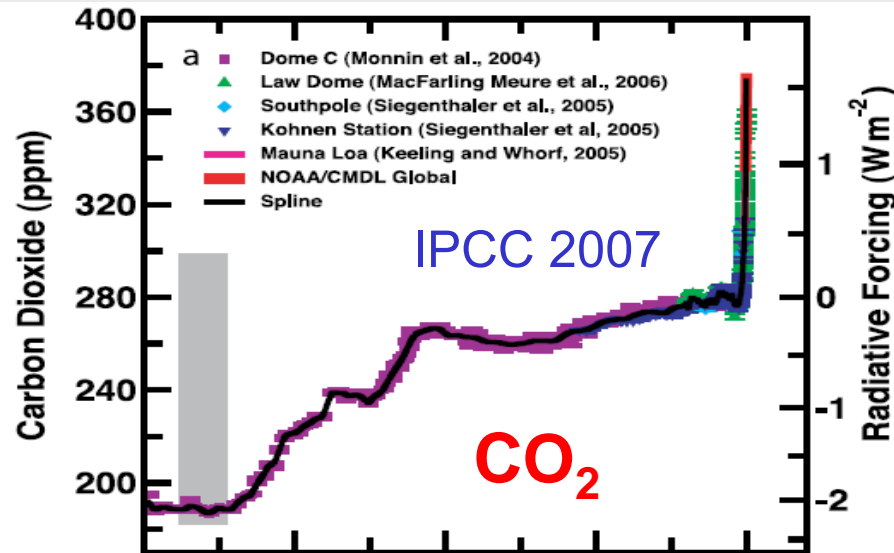
**Prof. Dr. Manfred Stock**

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

## **Klimawandel: Stand des Wissens und Strategieansätze in Deutschland**

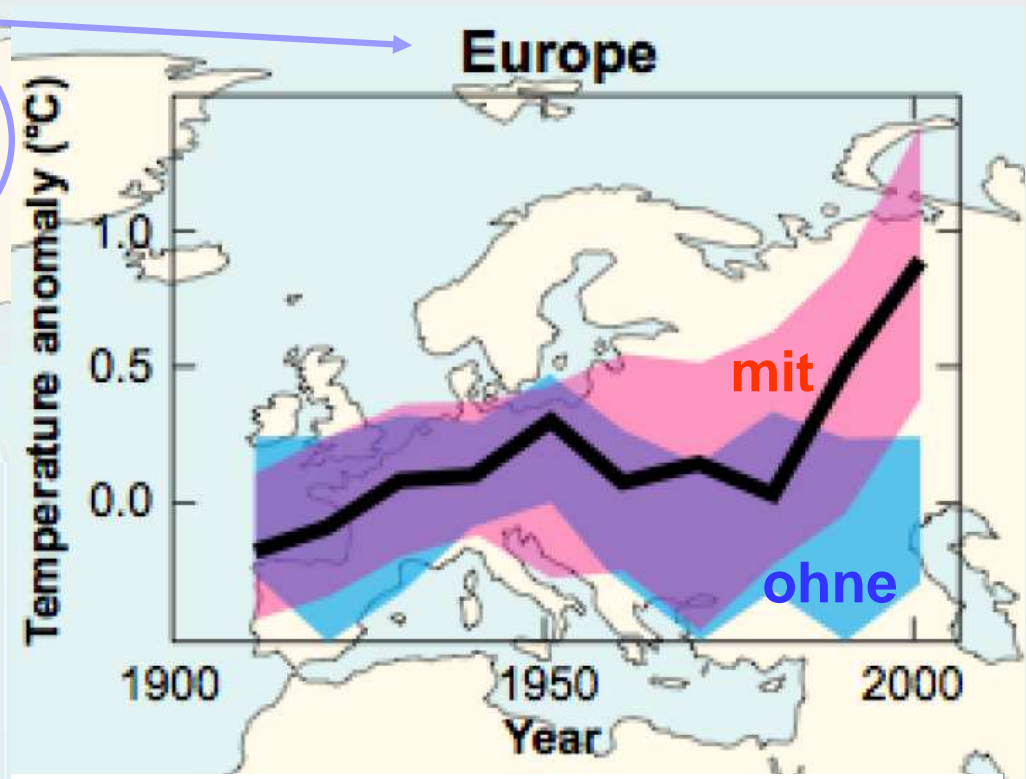
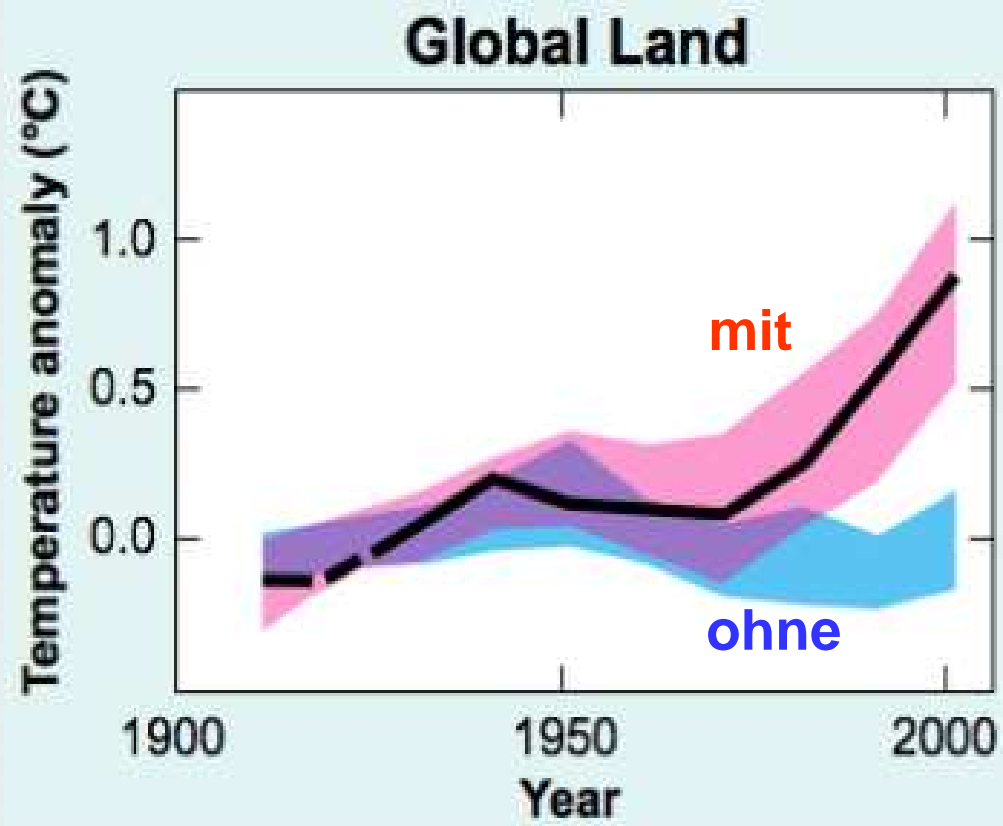
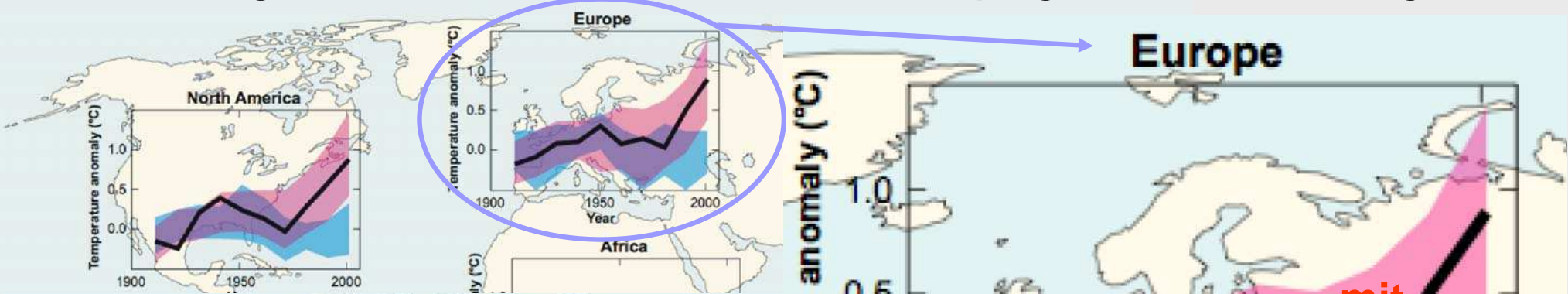
- ⇒ 1. Globaler Klimawandel: Status IPCC 2007**
- 2. Klimaänderungen in Deutschland**
- 3. Regionale Verwundbarkeit und Auswirkungen**
- 4. Strategieansätze in Deutschland**

# Treibhausgas-Konzentrationen: Anstieg nach 20.000 Jahren



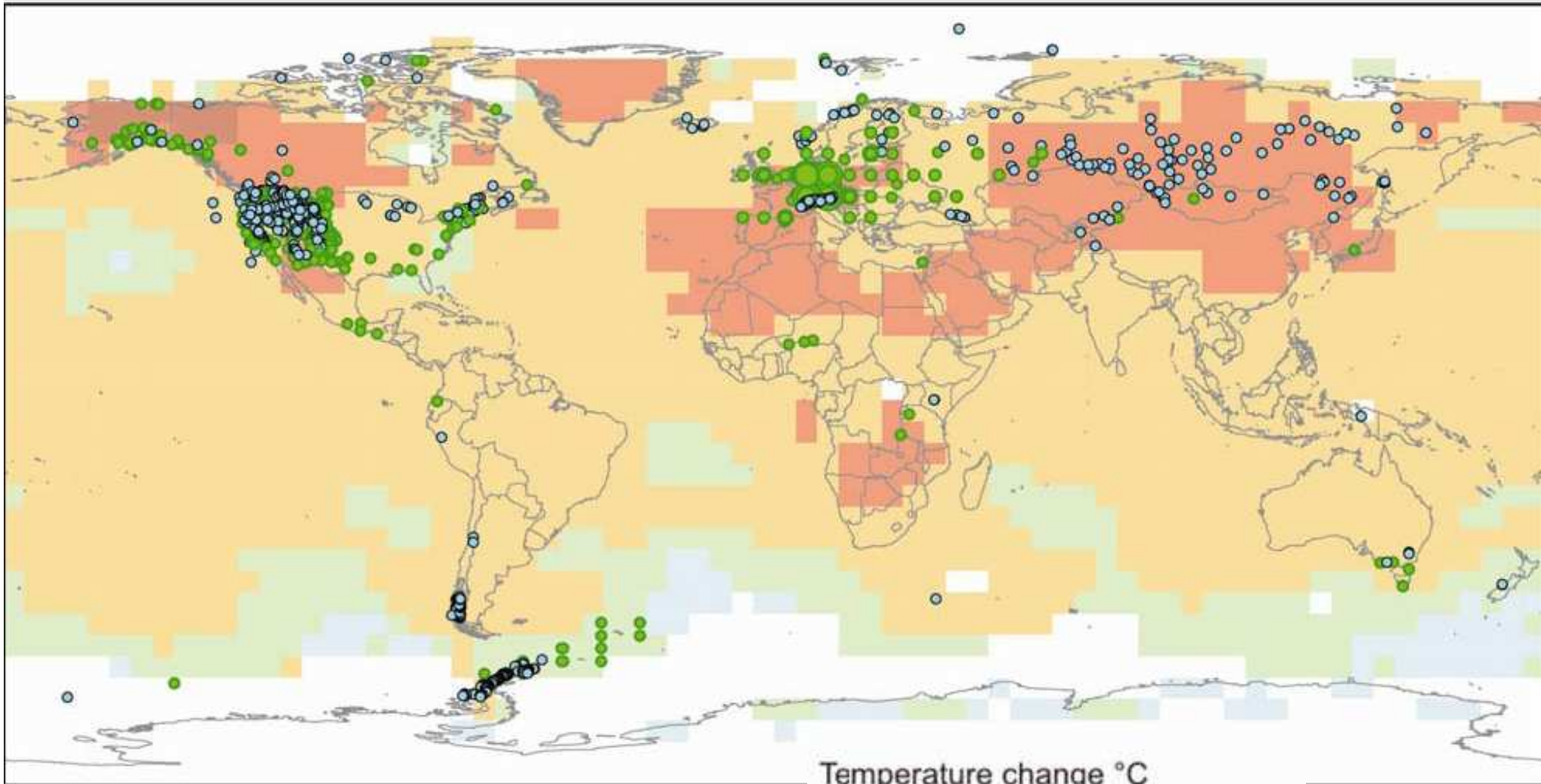
# Globale Erwärmung

Messung / Simulation **mit** / **ohne** anthropogene Treibhausgase

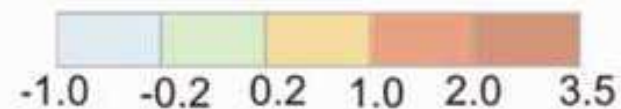


- Beobachtungsdaten 1906 – 2005
- Simulation: nur natürliche Ursachen
- Simulation: natürliche Ursachen und anthropogene Treibhausgase

# Auswirkungen 1970-2004: Temperatur, Biologie, Physik



Temperature change °C  
1970-2004



4. UN-Klimabericht 2007:

<http://www.ipcc.ch/SPM6avr07.pdf>

Hannover 2007-11-28



[www.pik-potsdam.de/~stock](http://www.pik-potsdam.de/~stock)





# Extreme Wetter Ereignisse 2007



Floods in England



Forest Fires in Southern Europe



Floods in Southeast Asia



Heavy Storm Kyrill

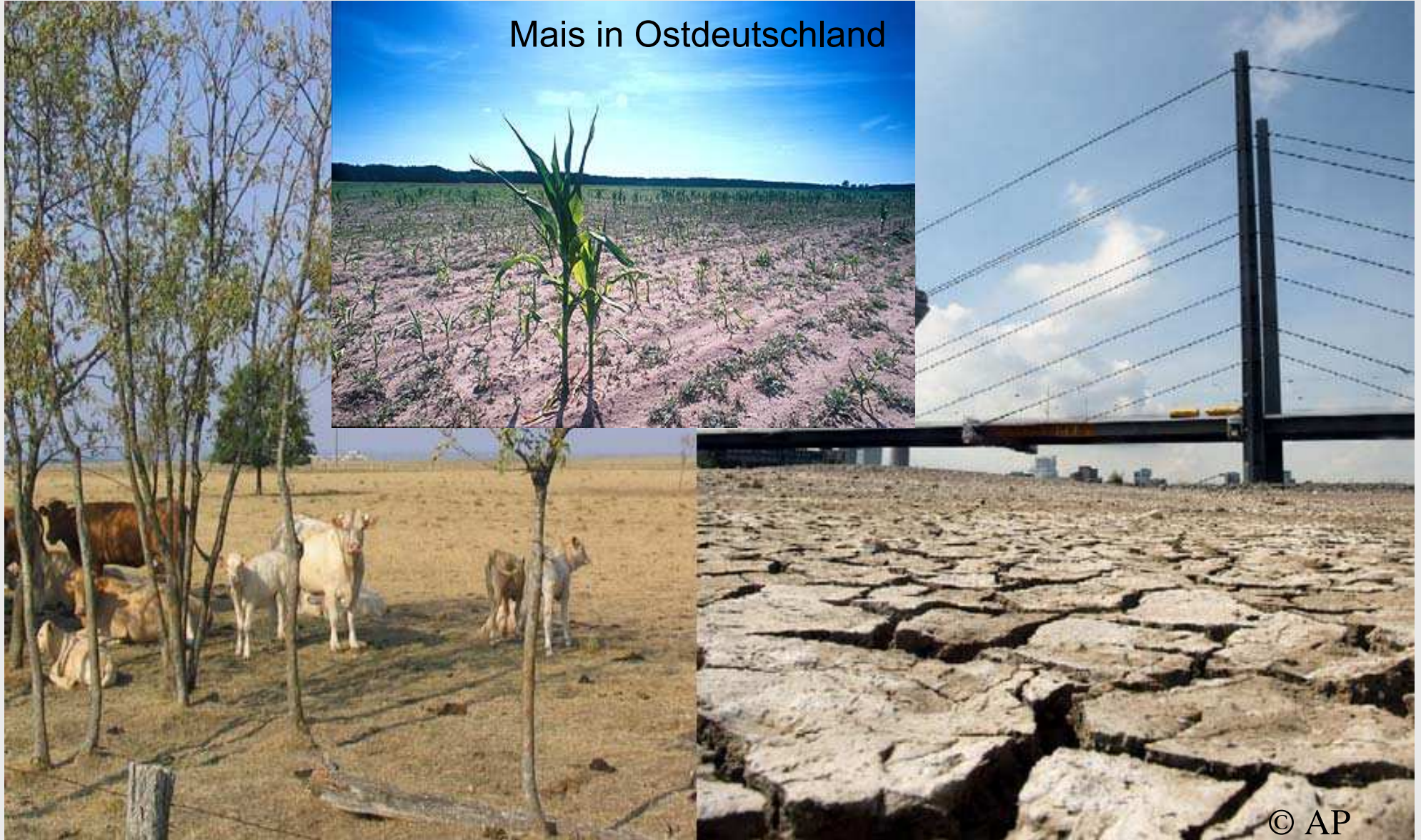


Typhoon Sepan





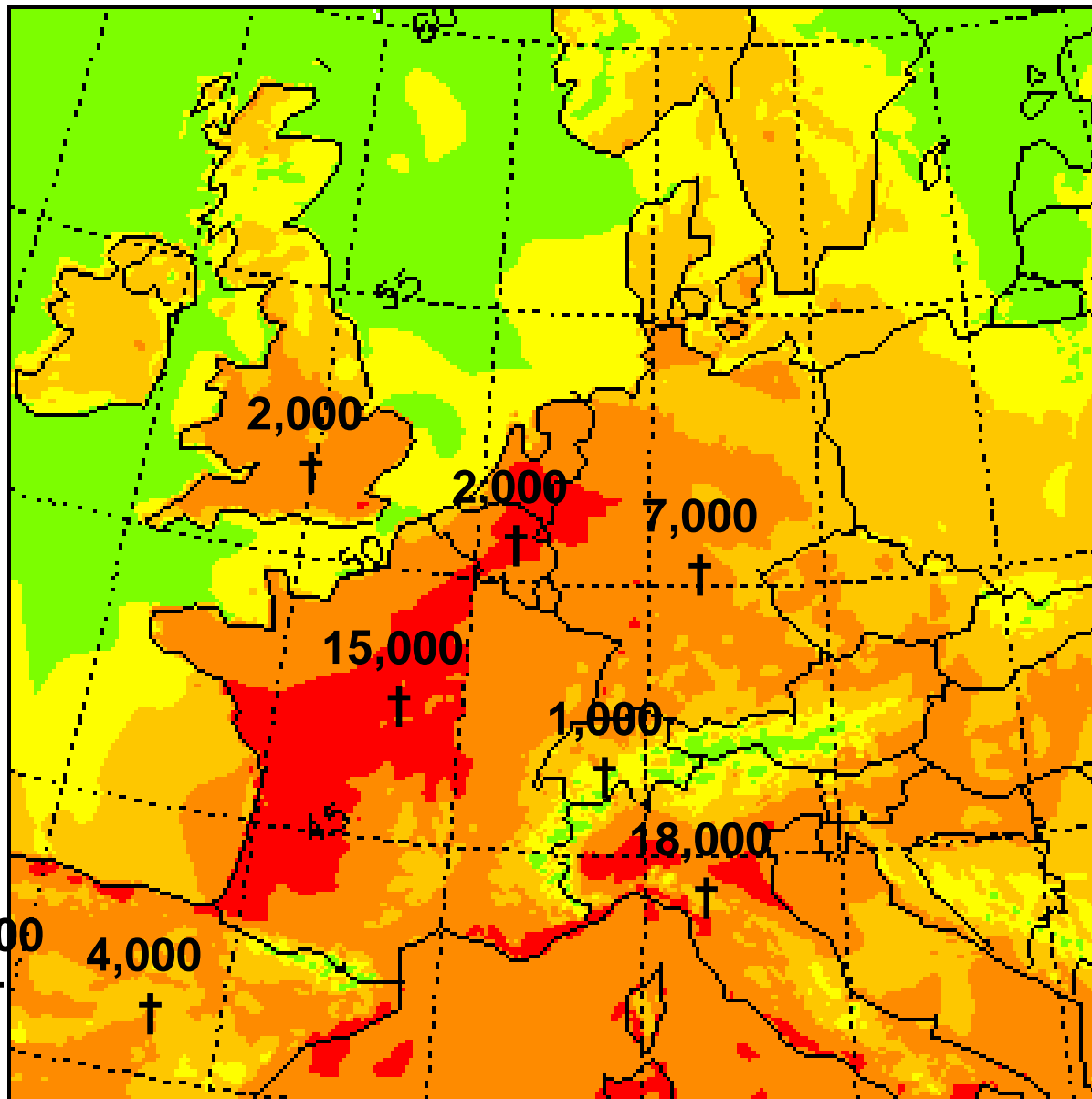
# Hitzewelle und Dürre in Europa 2003



Frankreich

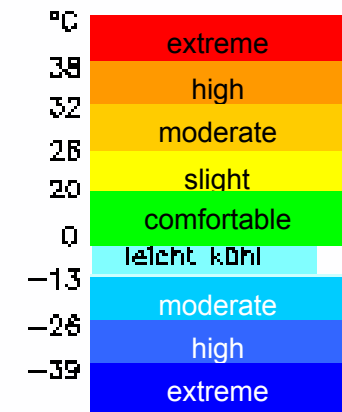
Der Rhein, bei Düsseldorf

# Hitzewelle Europa 2003 – ca. 50.000 Todesfälle zusätzlich



Heat Related Fatalities and Wind Chill, 8 August 2003, 13 UTC

## Heat Stress

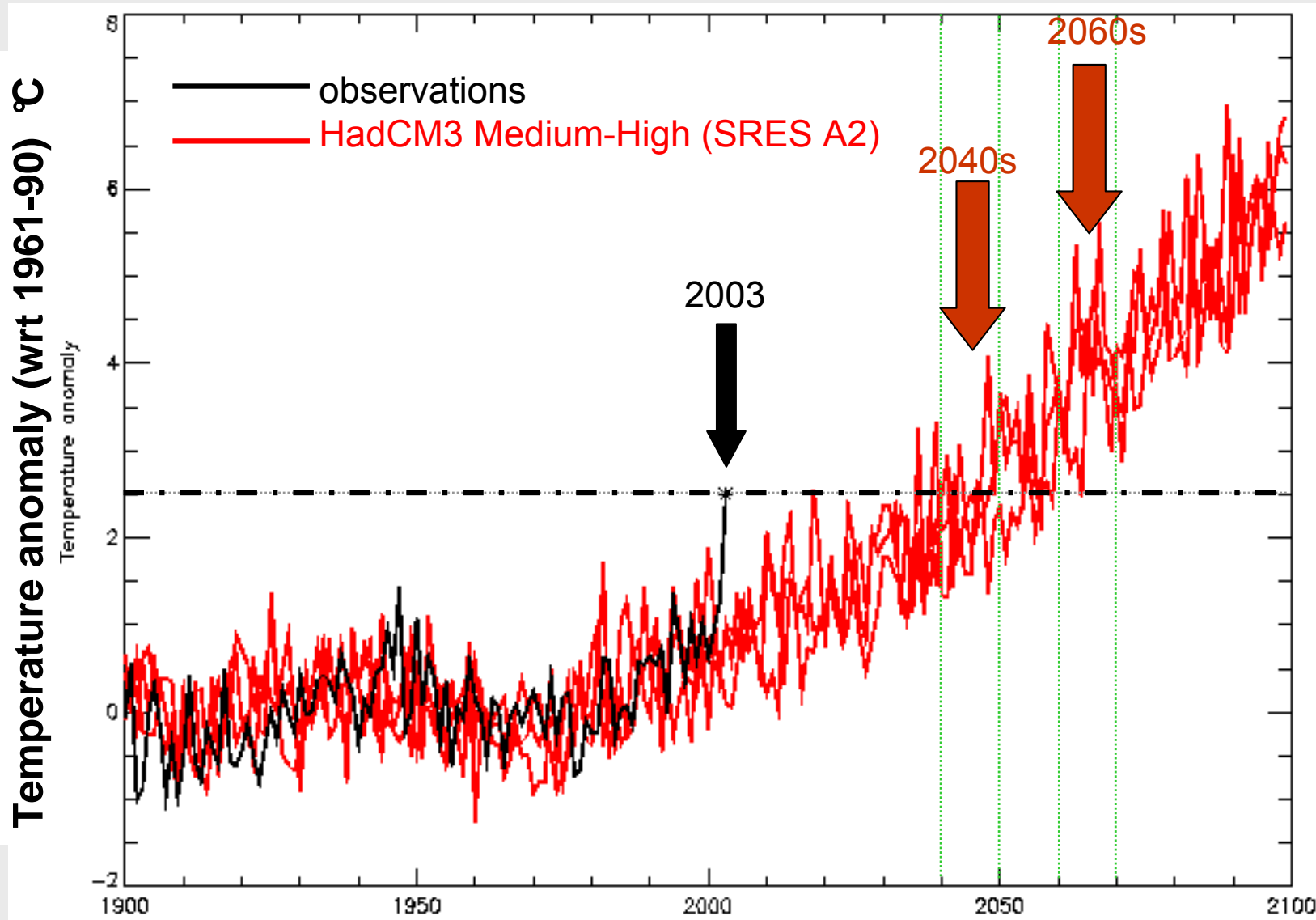


## Cold Stress

Mortality: Earth Policy Institute  
J. Larsen, 2006

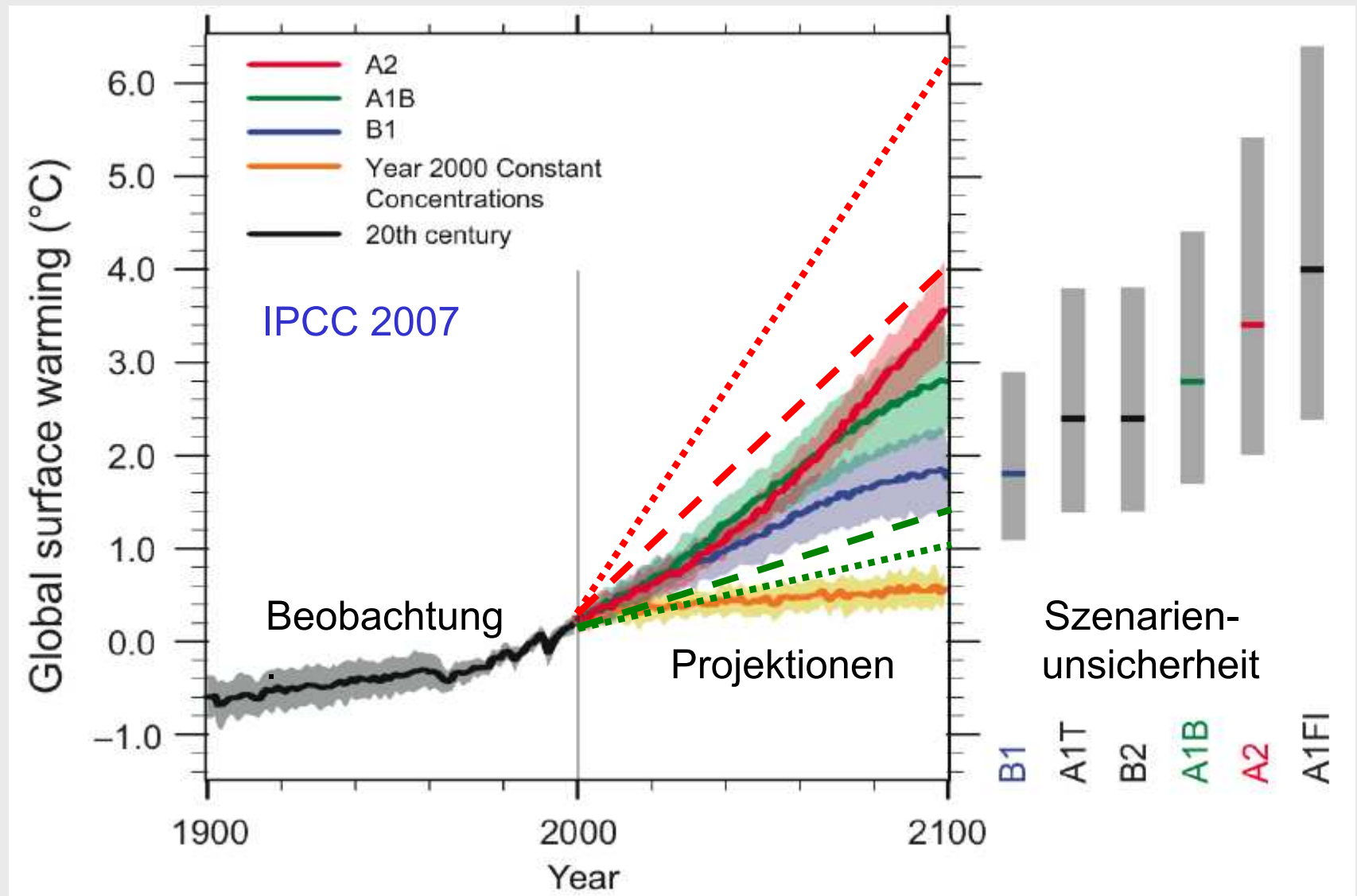
Wind Chill.: Deutscher Wetterdienst  
© 2007 Geo Risks Research, Munich Re

# Sommertemperaturen in Europa: was 2003 absolut extrem war, ist in den 2040er Jahren normal und eher kühl um 2060

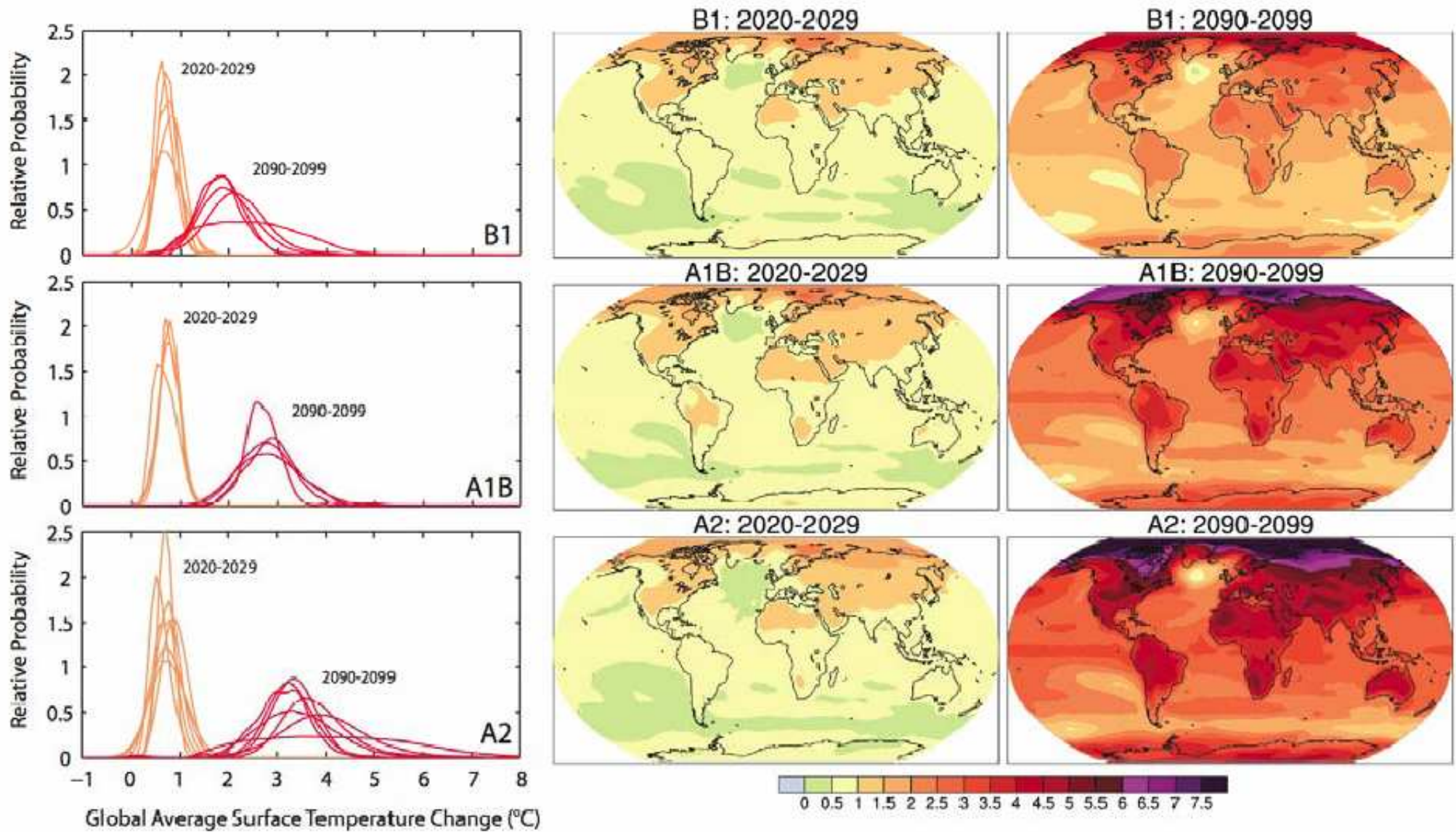




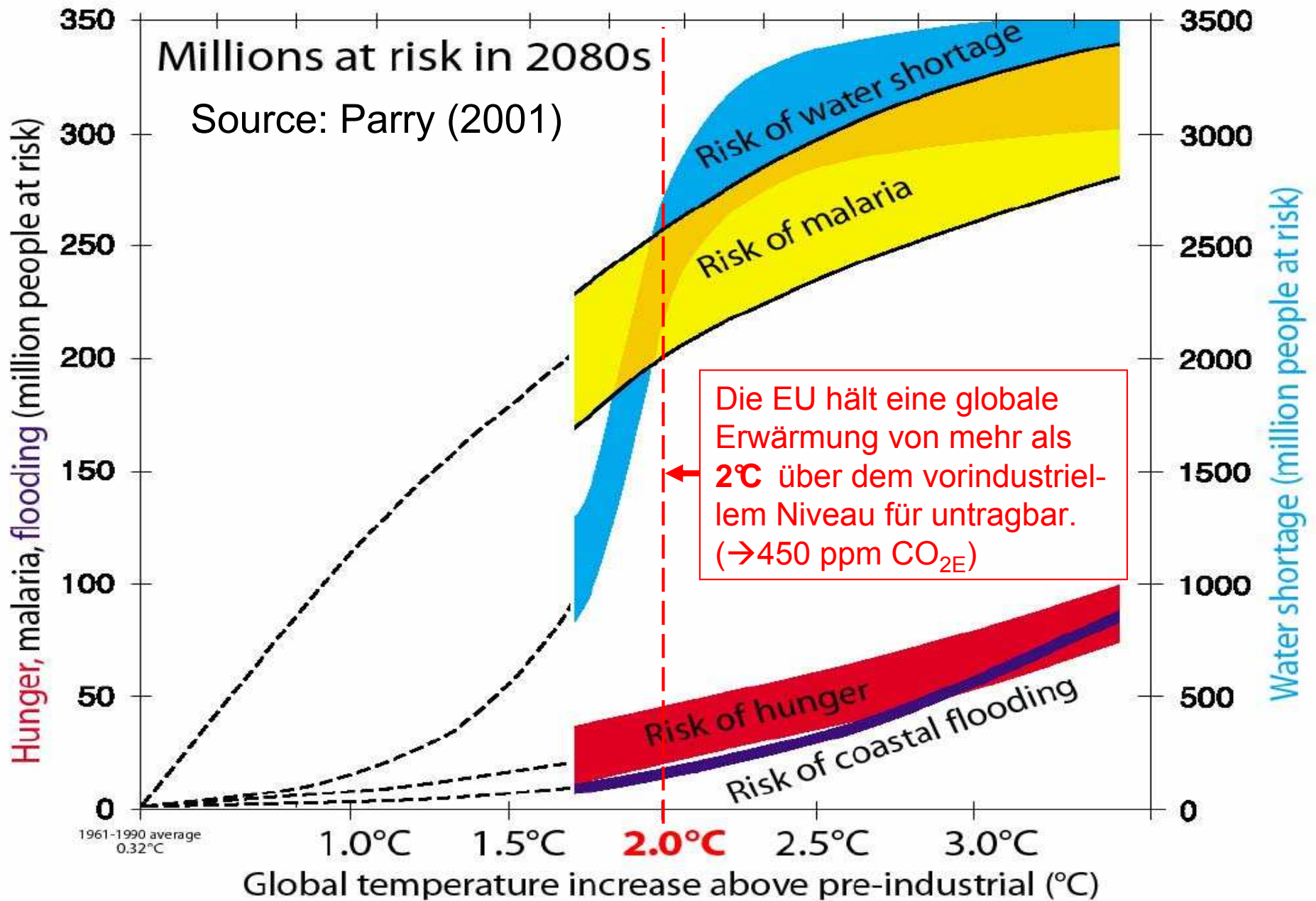
# Anstieg der Globalen Oberflächentemperatur



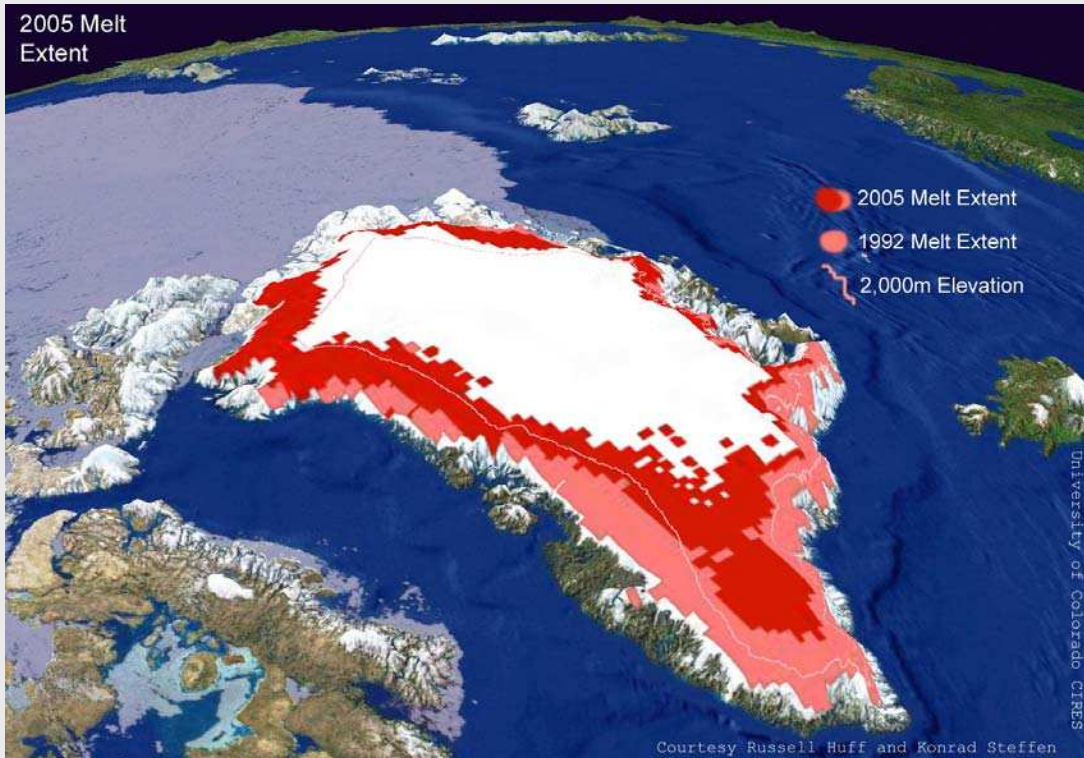
# IPCC AR4: Temperatur-Projektionen







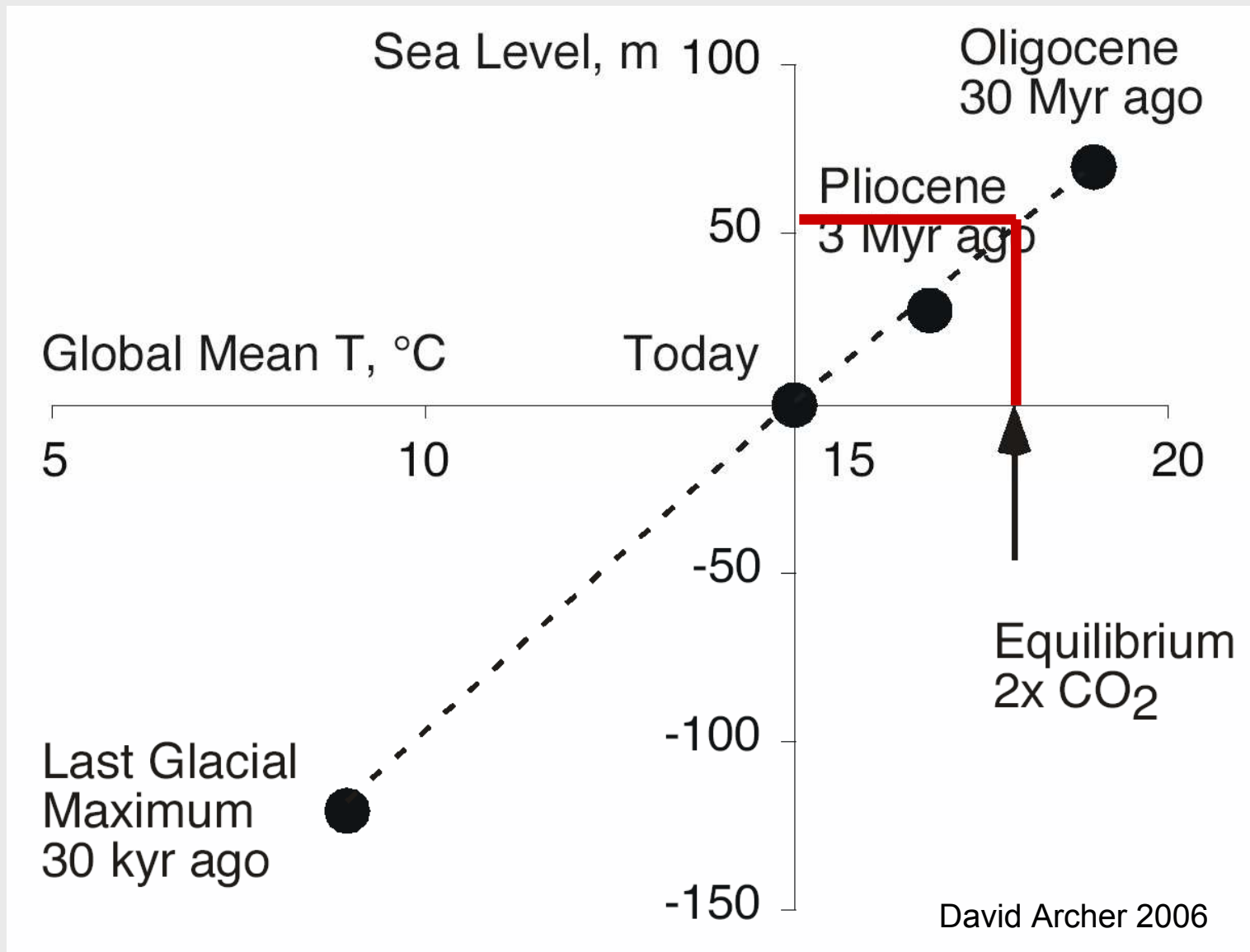
# Grönland



Abschmelzen entspricht 7 m  
globalem Meeresspiegelanstieg  
(langfristig)



# Meeresspiegel und Temperaturen in erdgeschichtlichen Zeitskalen



# Norddeutschland nach 100-Meter Meeresanstieg \*)



"An End to Global Warming", L.O. Williams, Elsevier 2002

\*) denkbarer Maximalwert im Worst-Case Business As Usual





stromboli-de.com

Klimawandel im Flächenland - Wie verwundbar ist Niedersachsen?  
Hannover 28.11.2007

**Prof. Dr. Manfred Stock**

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

**Klimawandel: Stand des Wissens  
und Strategieansätze in Deutschland**

1. **Globaler Klimawandel: Status IPCC 2007**

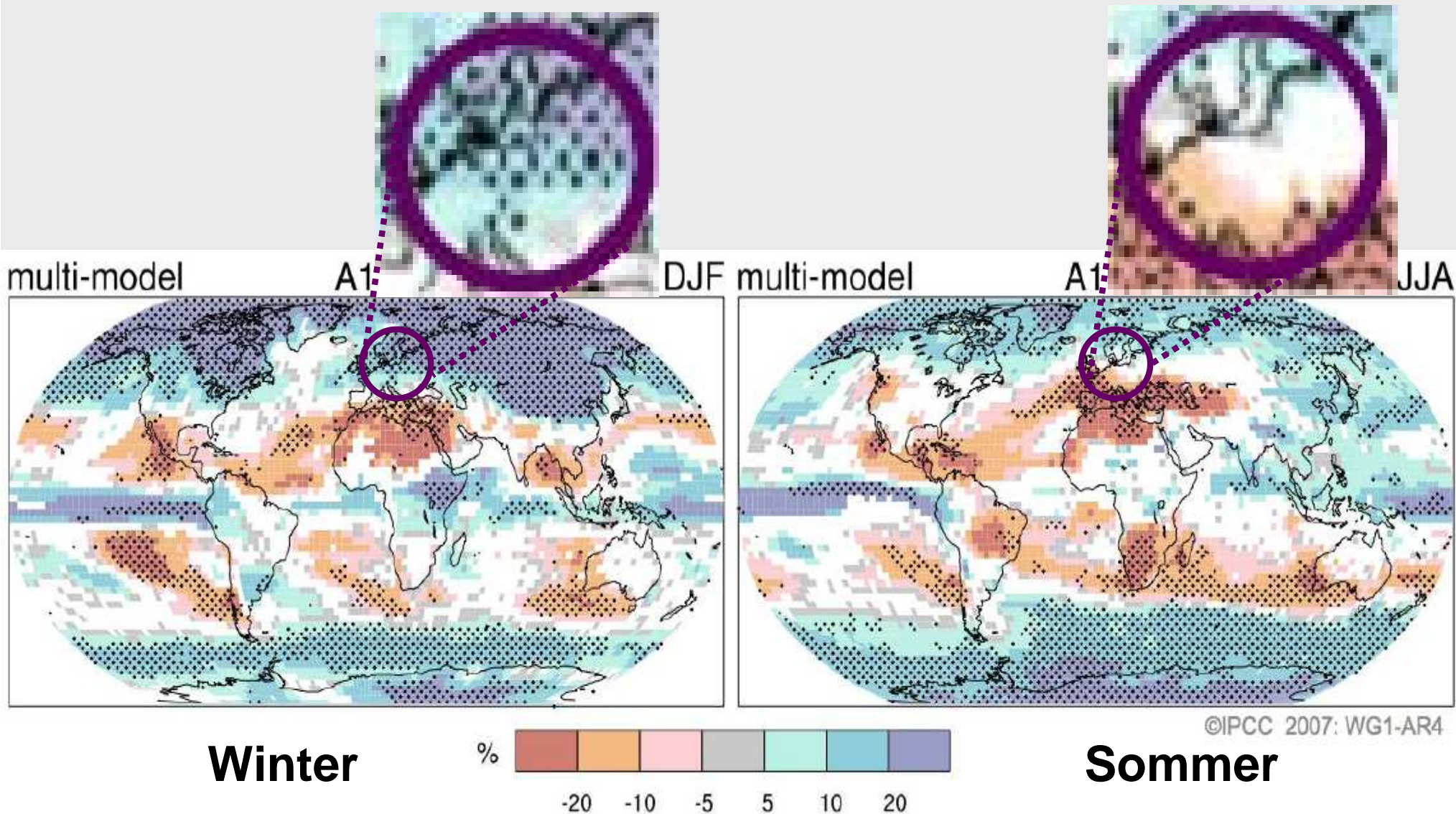
⇒ 2. **Klimaänderungen in Deutschland**

3. **Regionale Verwundbarkeit und Auswirkungen**

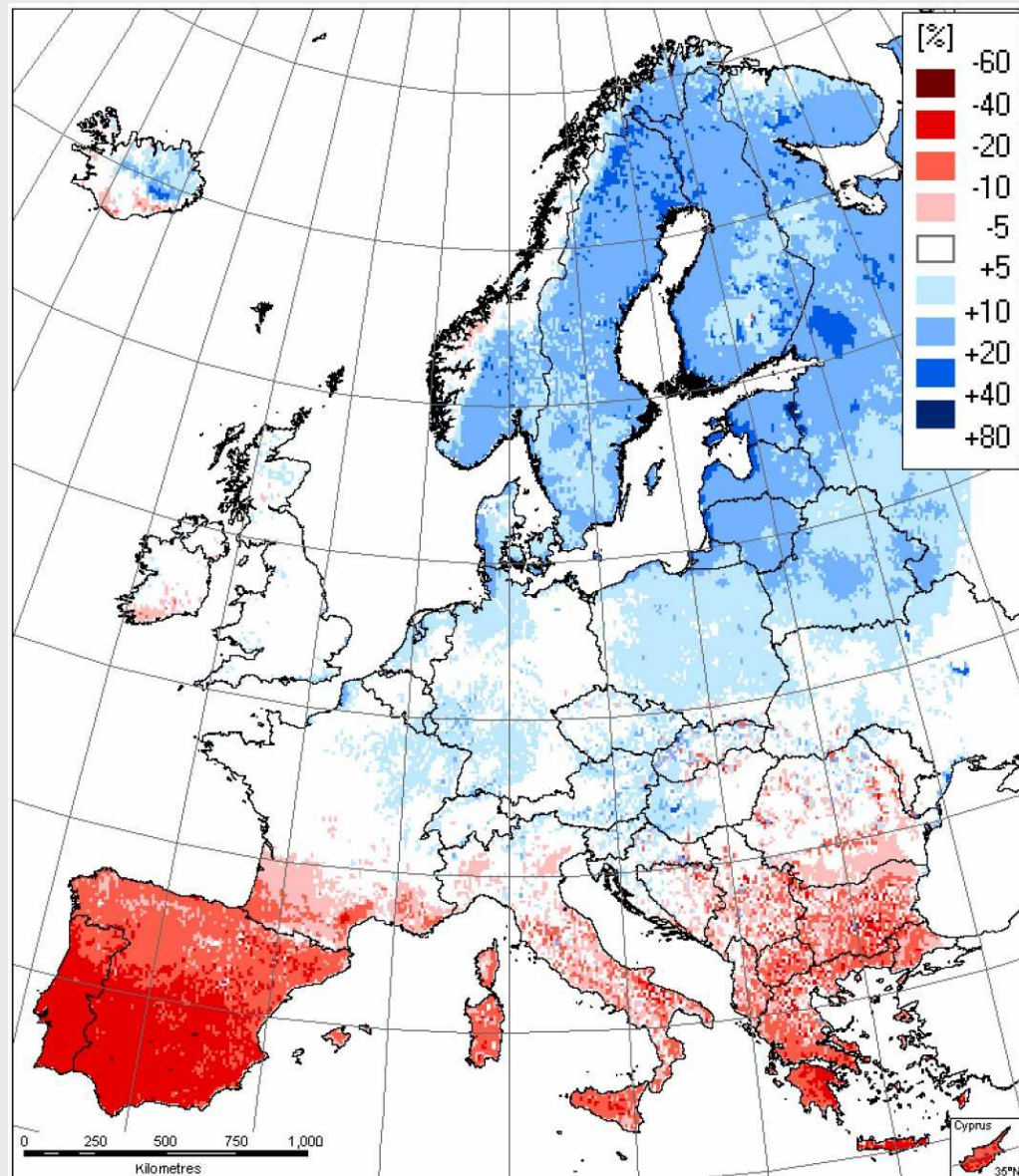
4. **Strategieansätze in Deutschland**



# Weltweite Veränderungen des Niederschlags [2080-2099] - [1990-1999]



# Mean Annual Precipitation Change 2071-2100

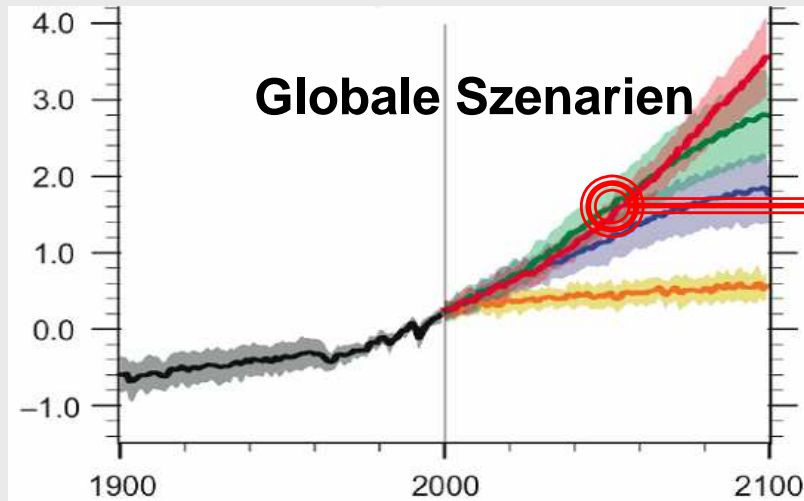


- Change %
- 2071-2100 relative to 1961-1990
- IPCC scenario A2
- (EU 2007)

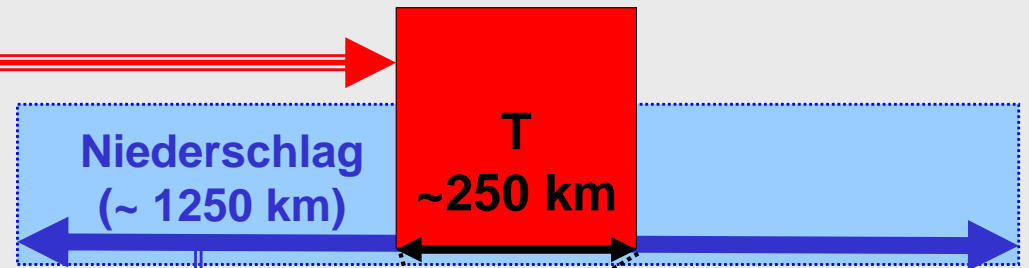


# Regionalmodelle → Regionale Auswirkungen

$\Delta T / ^\circ C$

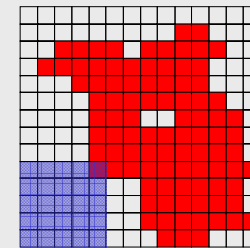


Globales Klimamodell



Regionalisierung

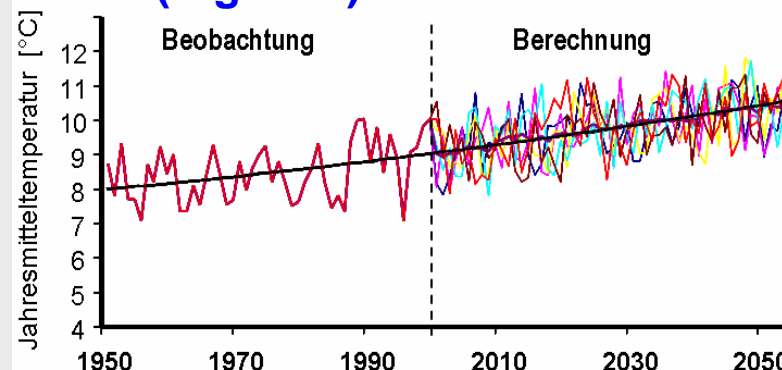
Niederschlag (regional)

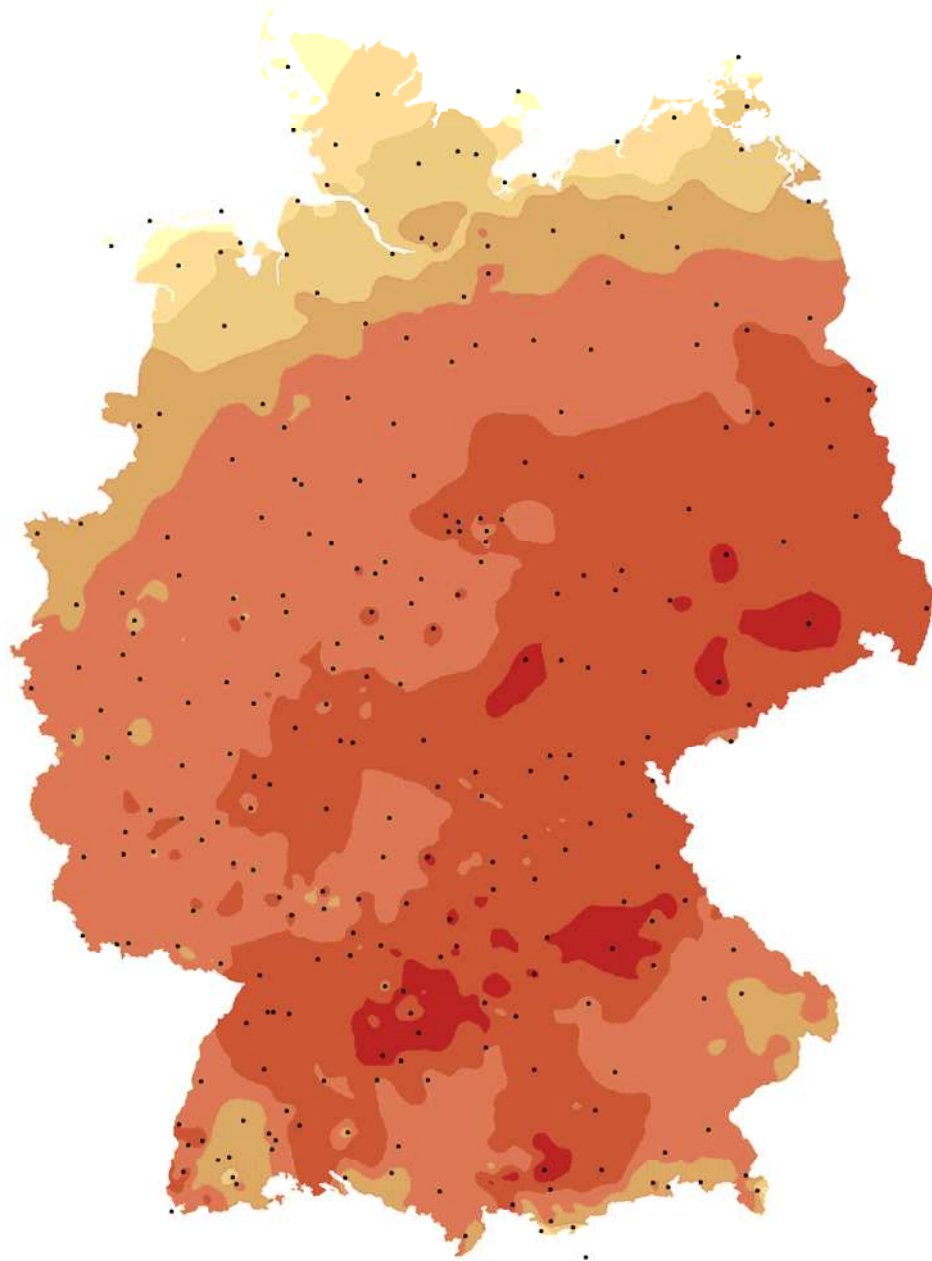


Regionale Klimamodelle:

- STAR (PIK)
- WETTREG
- REMO
- CLM

Kopplung mit Modellen für Abflüsse, Wasserhaushalt und Landnutzung (Forst- & Landwirtschaft)

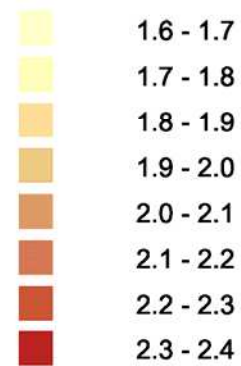




Zeitraum

2046/2055 - 1951/2003

Differenz  
Temperatur [K]



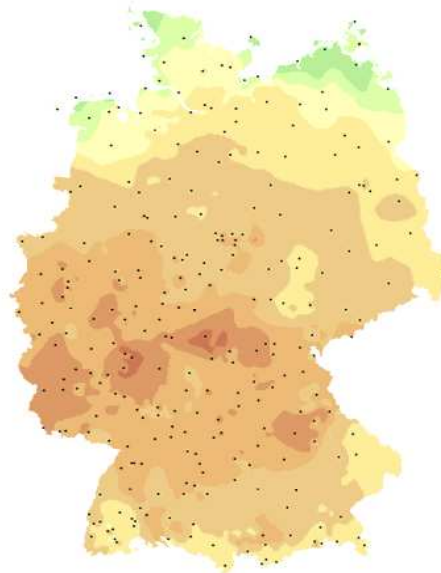
Datengrundlage: 2342 Stationen des DWD  
Modellierung und Berechnung: PIK



# Temperaturänderung 2046/2055 - 1951/2003



Frühjahr



Sommer



Herbst



Winter

Differenz

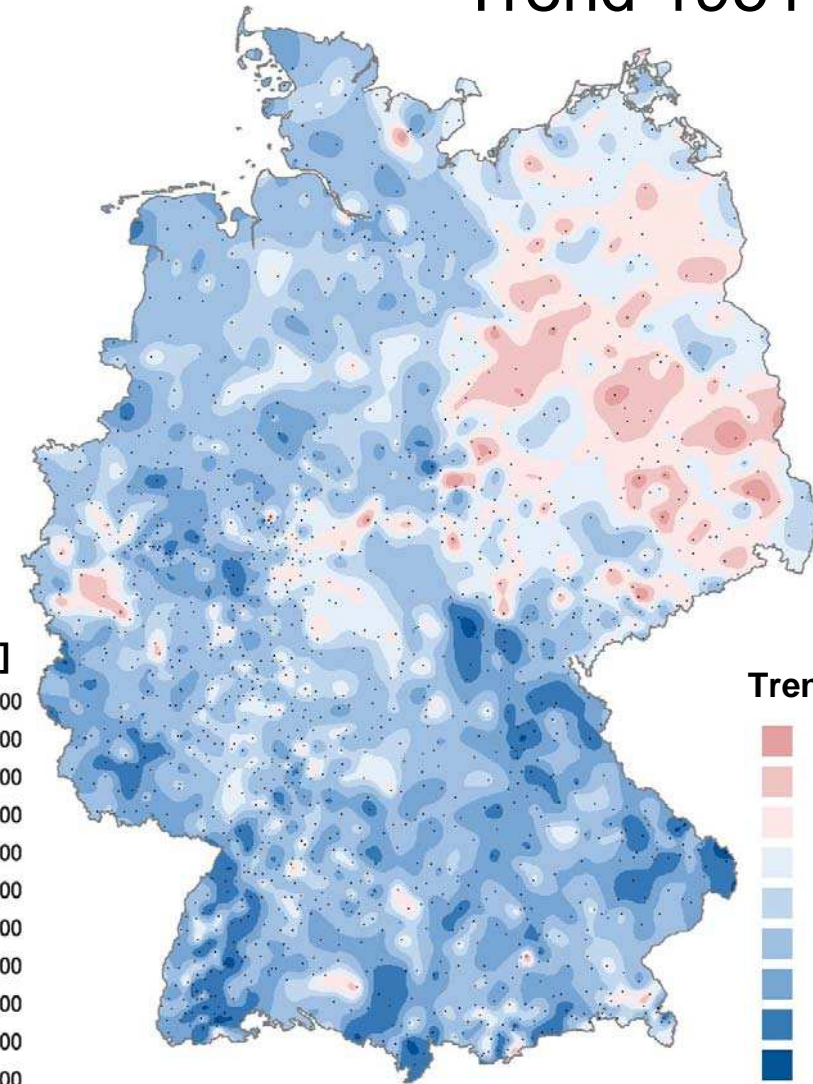
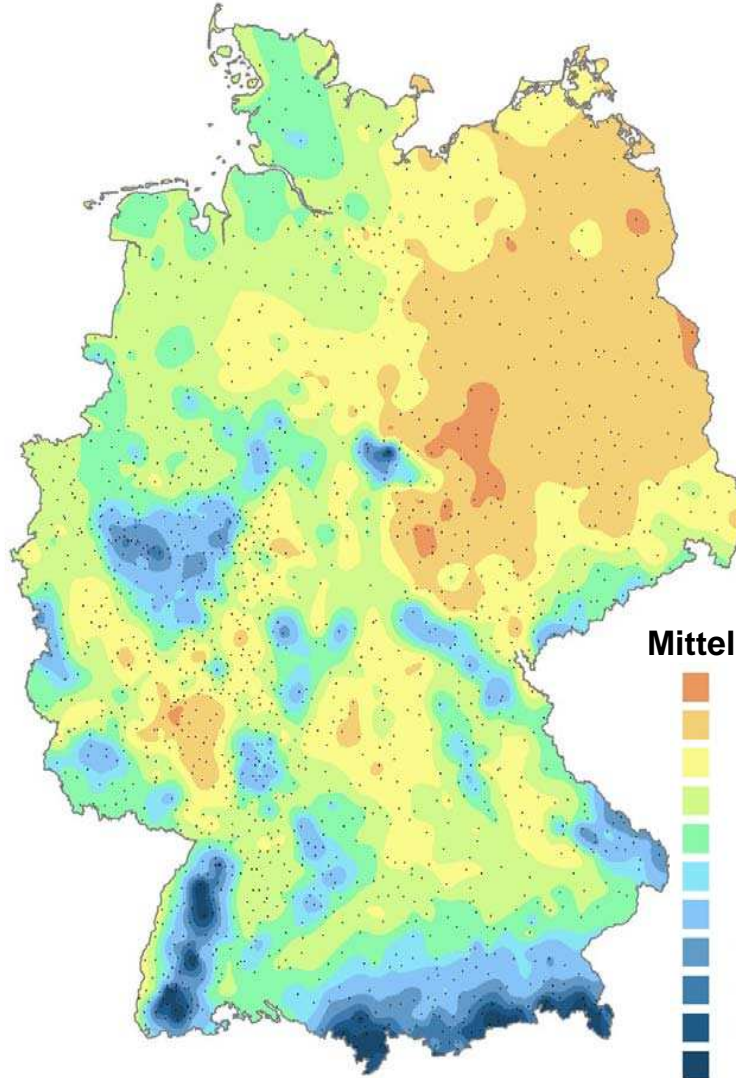
[K]



# Beobachtete Niederschlagsentwicklung

Jahressumme 1951-2003

Trend 1951-2003

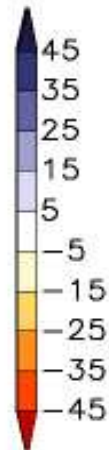
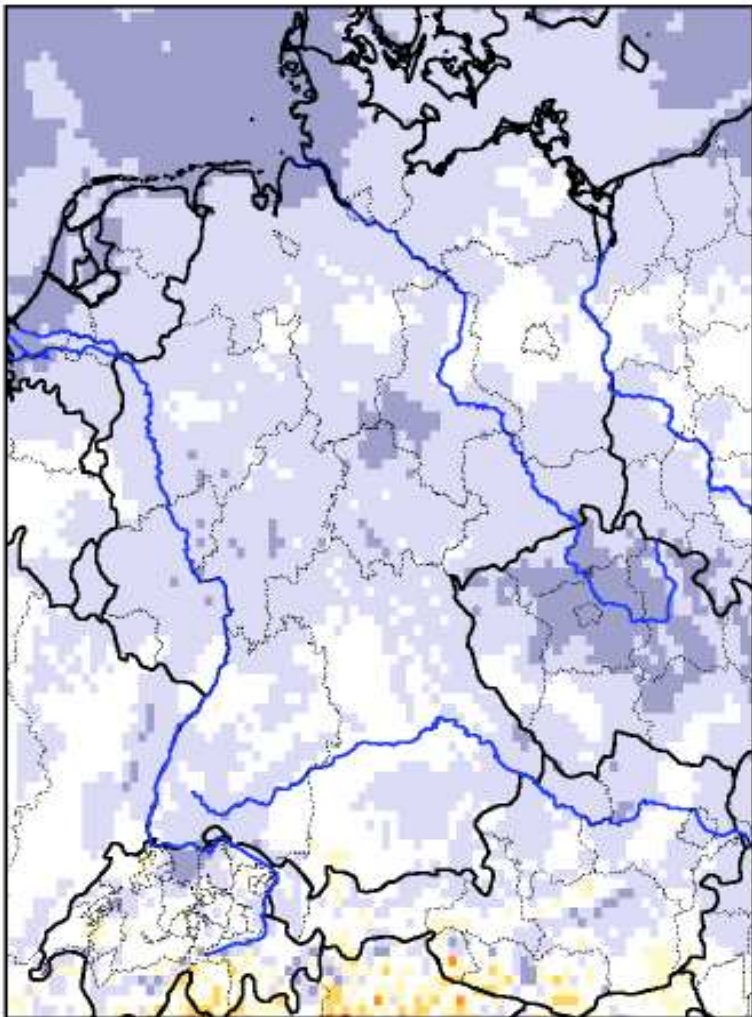


Datenbasis: 1693 DWD-Stationen; Modellierung und Rechnung: Gerstengarbe & Werner 2005

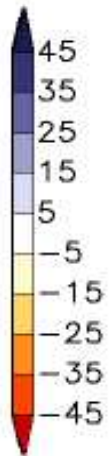
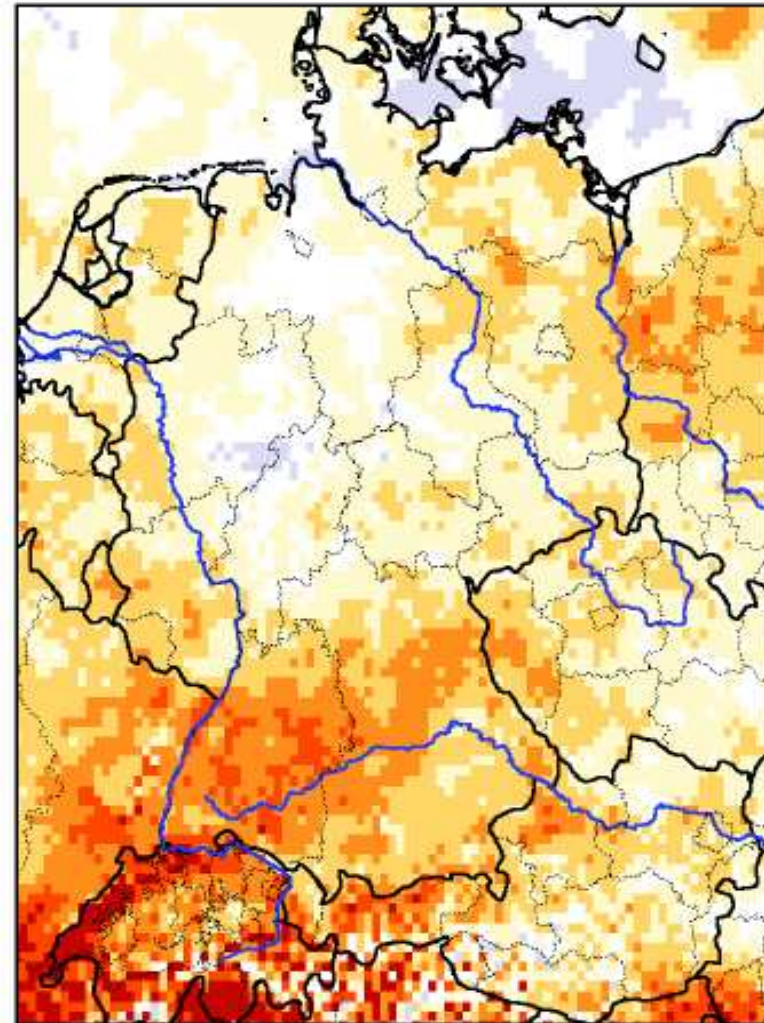


# Modell REMO: Rel. Niederschlagsänderung in %, Winter (l) und Sommer (r) 2051/2080 – 1961/1990

A1B (2051/2080 – 1961/1990)  
Winter: relative Niederschlagsänderung [%]

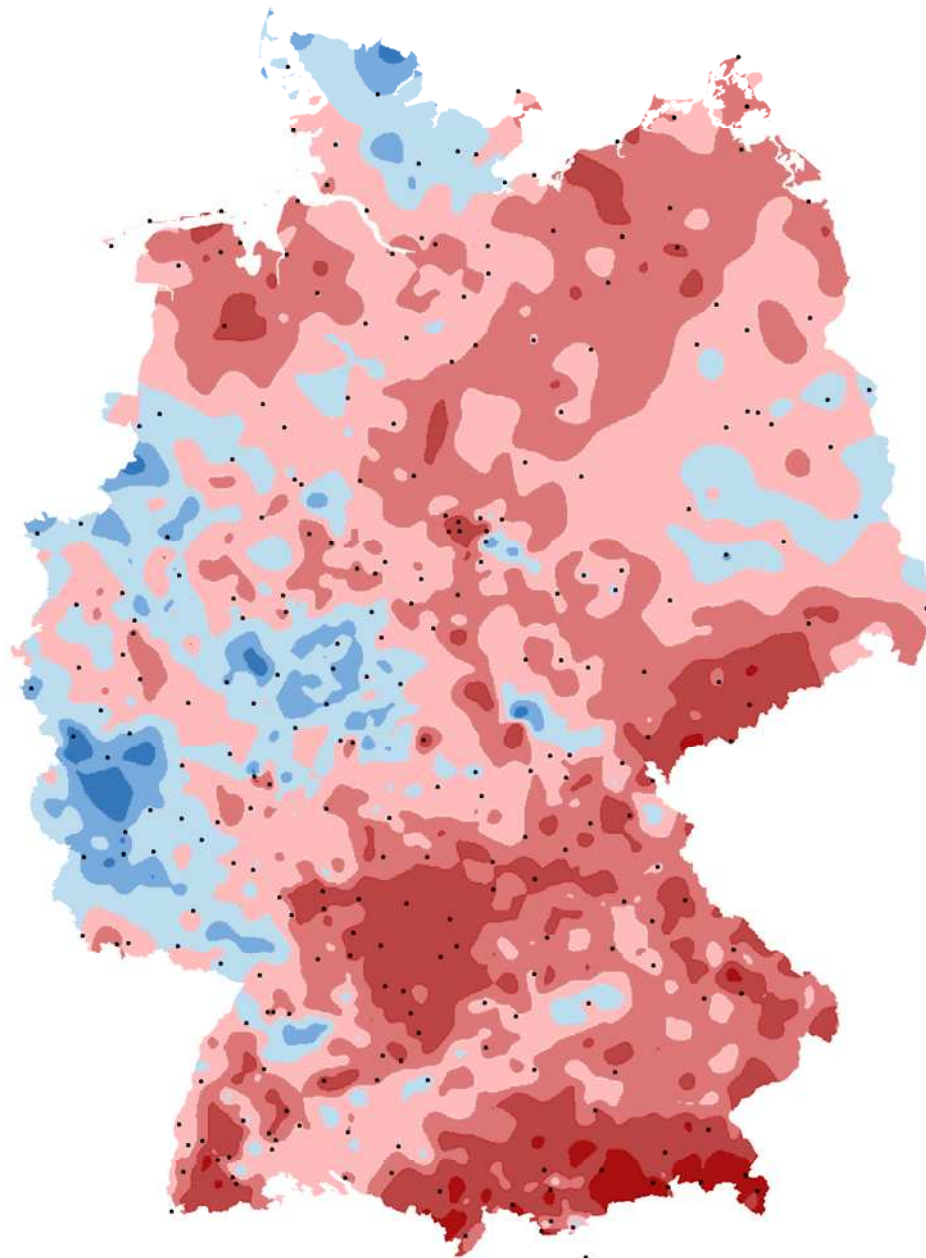


A1B (2051/2080 – 1961/1990)  
Sommer: relative Niederschlagsänderung [%]



UBA/MPI-Hamburg 2006



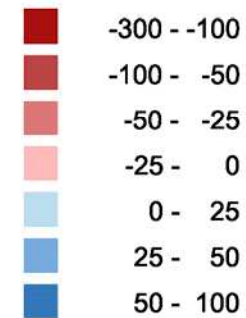


Zeitraum

2046/2055 - 1951/2003

Differenz

Niederschlag [mm]

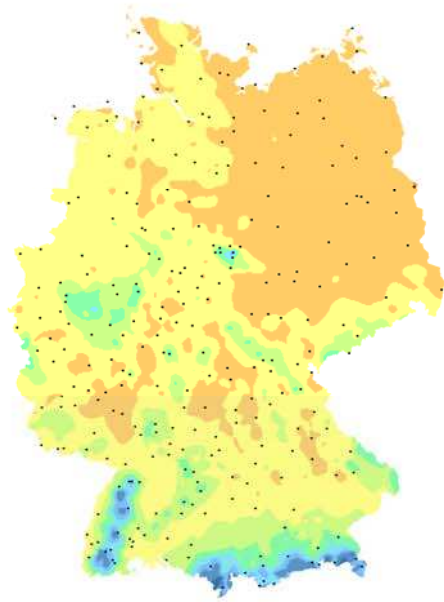
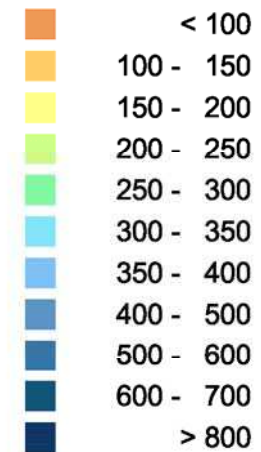


Datengrundlage: 2342 Stationen des DWD  
Modellierung und Berechnung: PIK

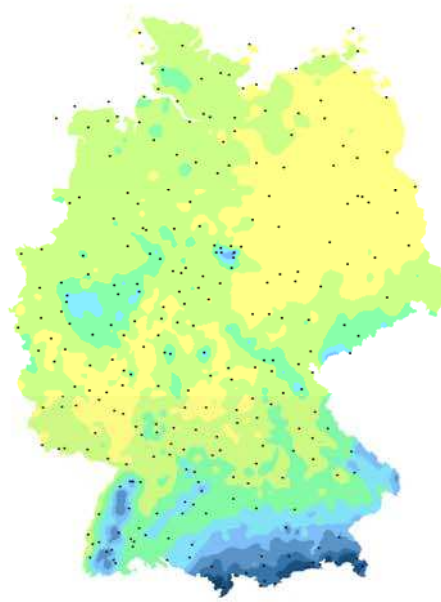
# Niederschlagssumme 1951/2003

Mittelwert

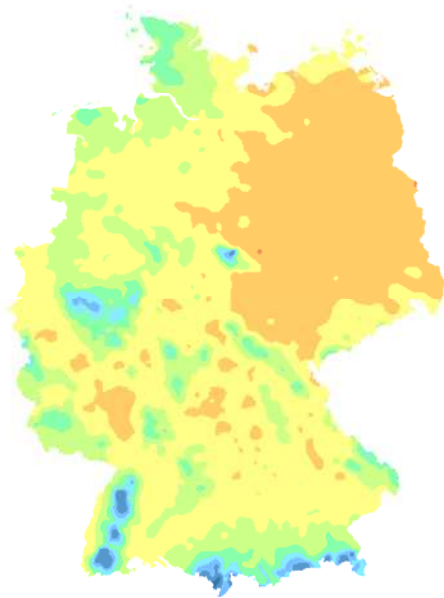
[mm]



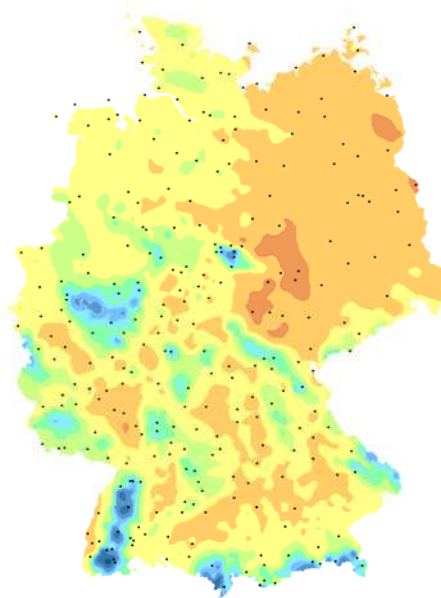
Frühjahr



Sommer

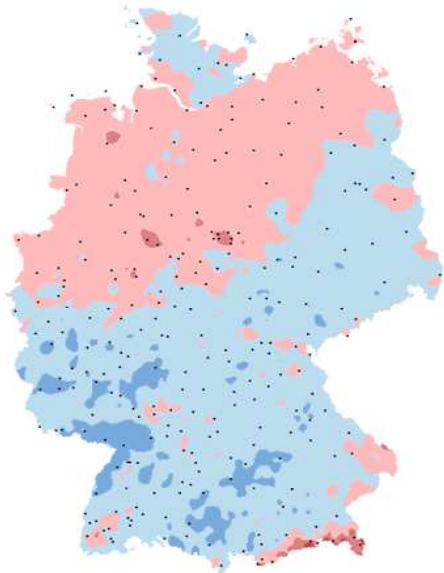


Herbst

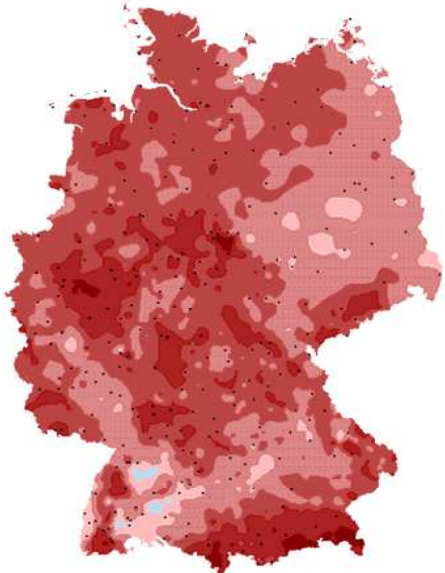


Winter

# Niederschlagsänderung 2046/2055 - 1951/2003



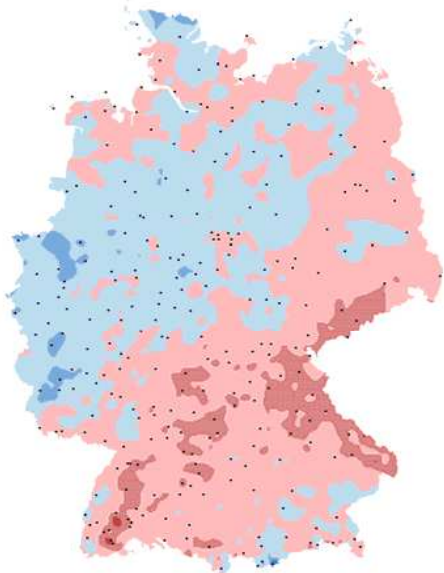
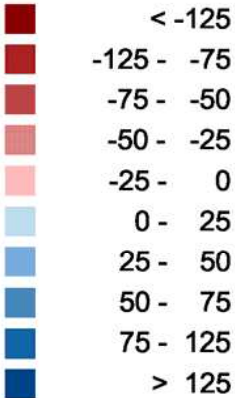
Frühjahr



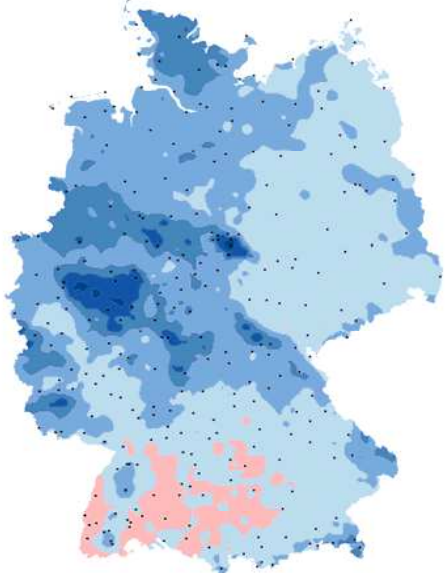
Sommer

Differenz

[mm]



Herbst



Winter

**Feststellungen:**

- Ungleichverteilungen verstärken sich
- Weniger Dauer-, mehr Starkregen
- Weniger im Sommer, eher mehr im Winter





# Klimawandel im Flächenland - Wie verwundbar ist Niedersachsen? Hannover 28.11.2007

**Prof. Dr. Manfred Stock**

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

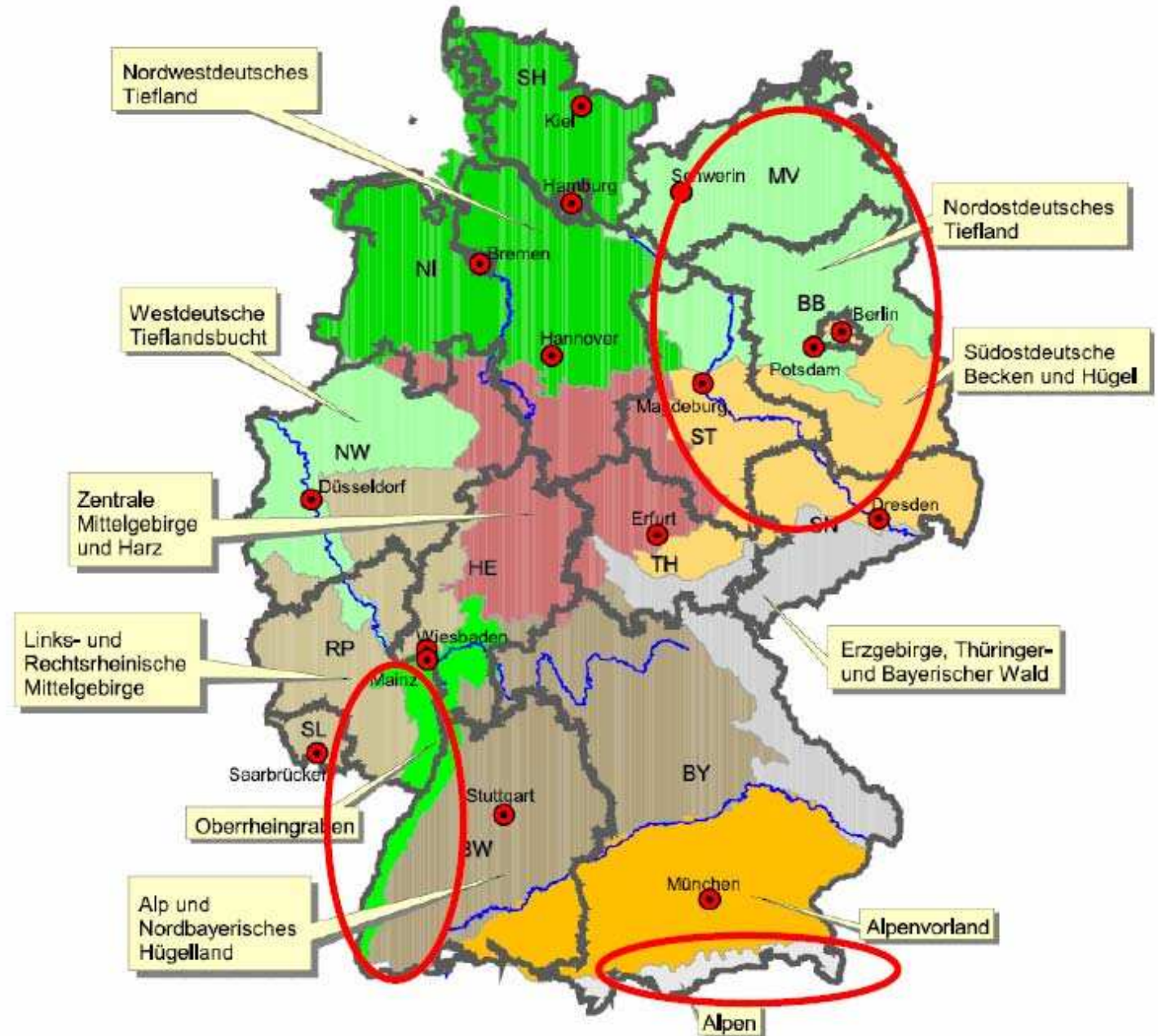
## **Klimawandel: Stand des Wissens und Strategieansätze in Deutschland**

**1. Globaler Klimawandel: Status IPCC 2007**

**2. Klimaänderungen in Deutschland**

**⇒ 3. Regionale Verwundbarkeit und Auswirkungen**

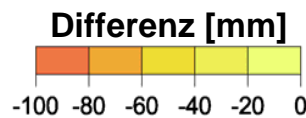
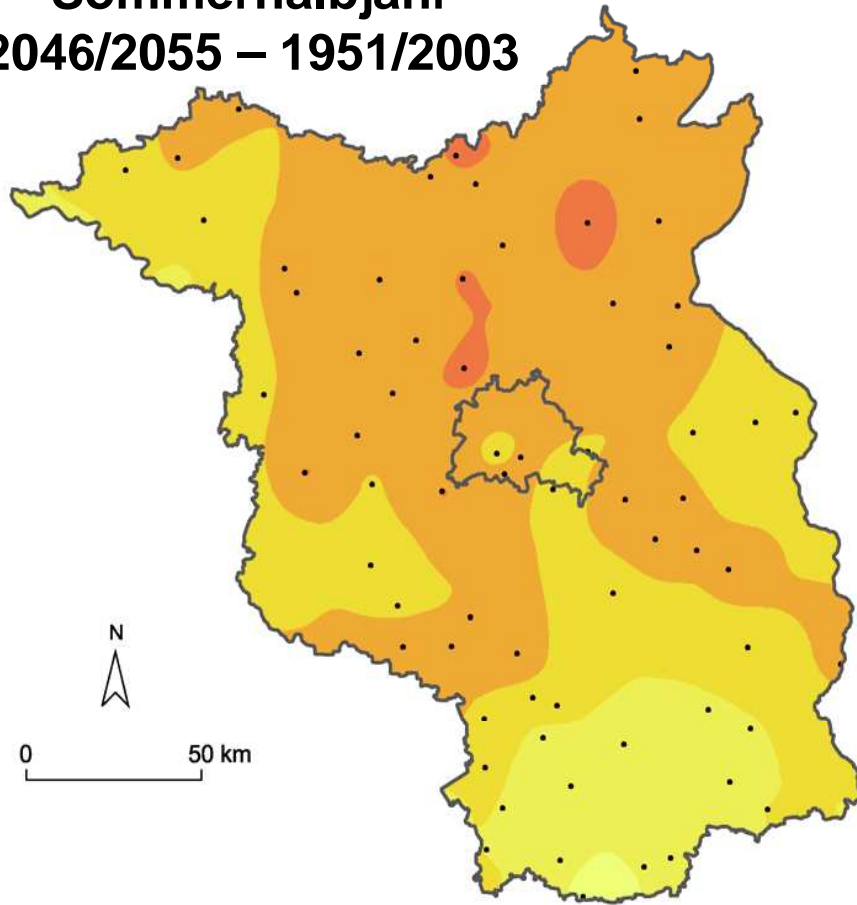
**4. Strategieansätze in Deutschland**



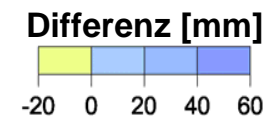
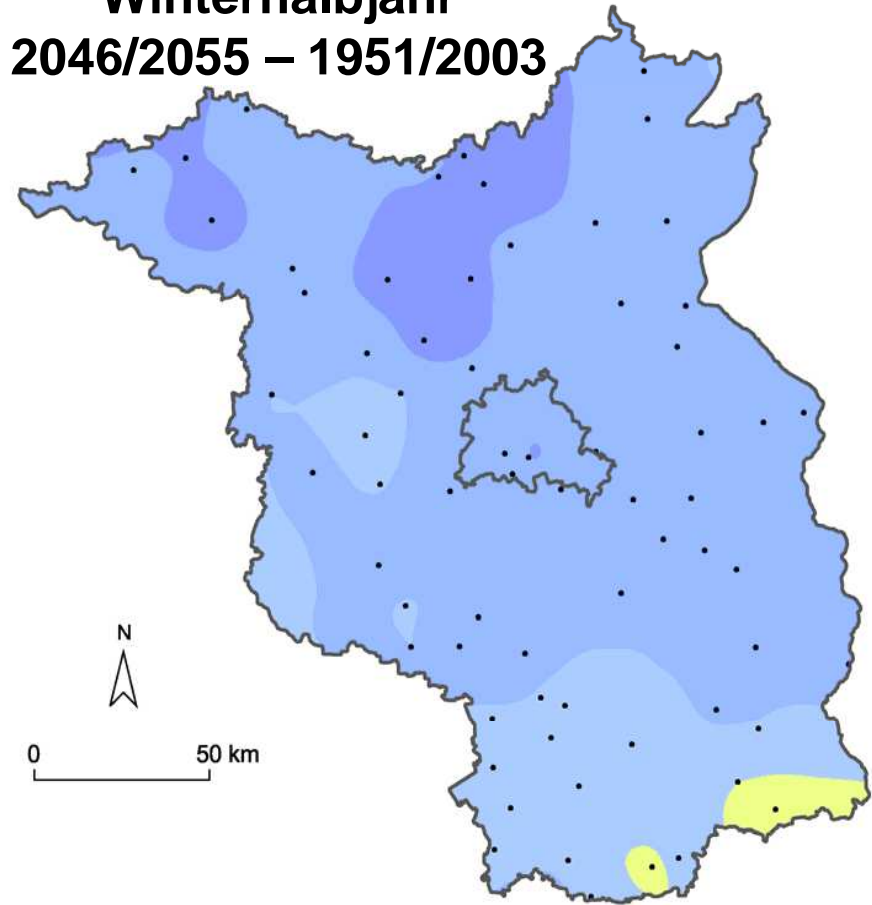
**Gegenwärtig  
besonders stark  
verwundbare  
Regionen**  
Zebisch u.a. (2005)

# Änderung der Niederschlagssumme Winter/Sommer

**Sommerhalbjahr  
2046/2055 – 1951/2003**



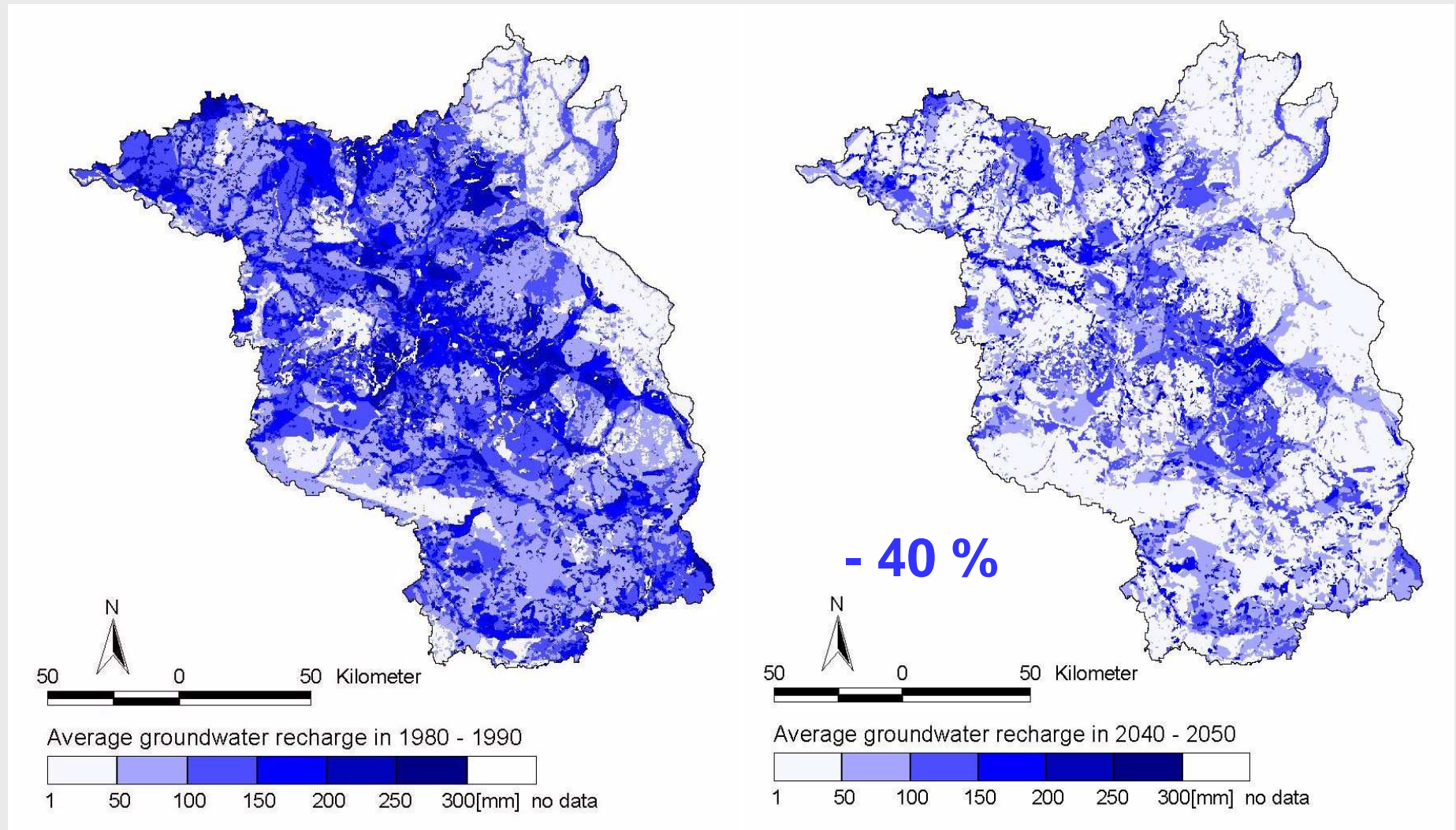
**Winterhalbjahr  
2046/2055 – 1951/2003**



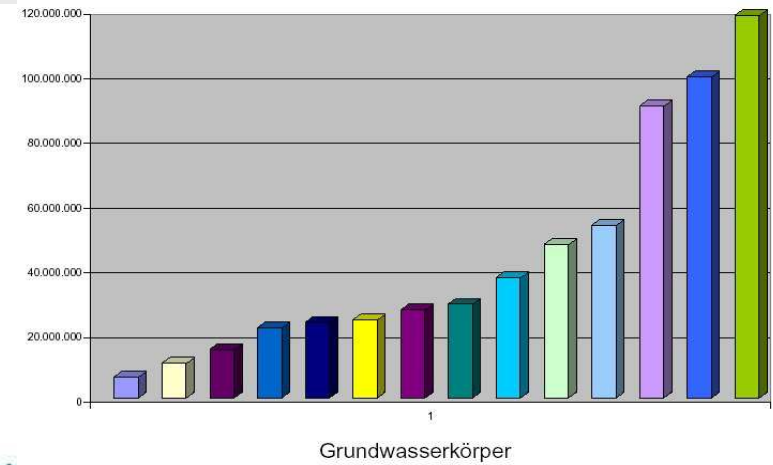
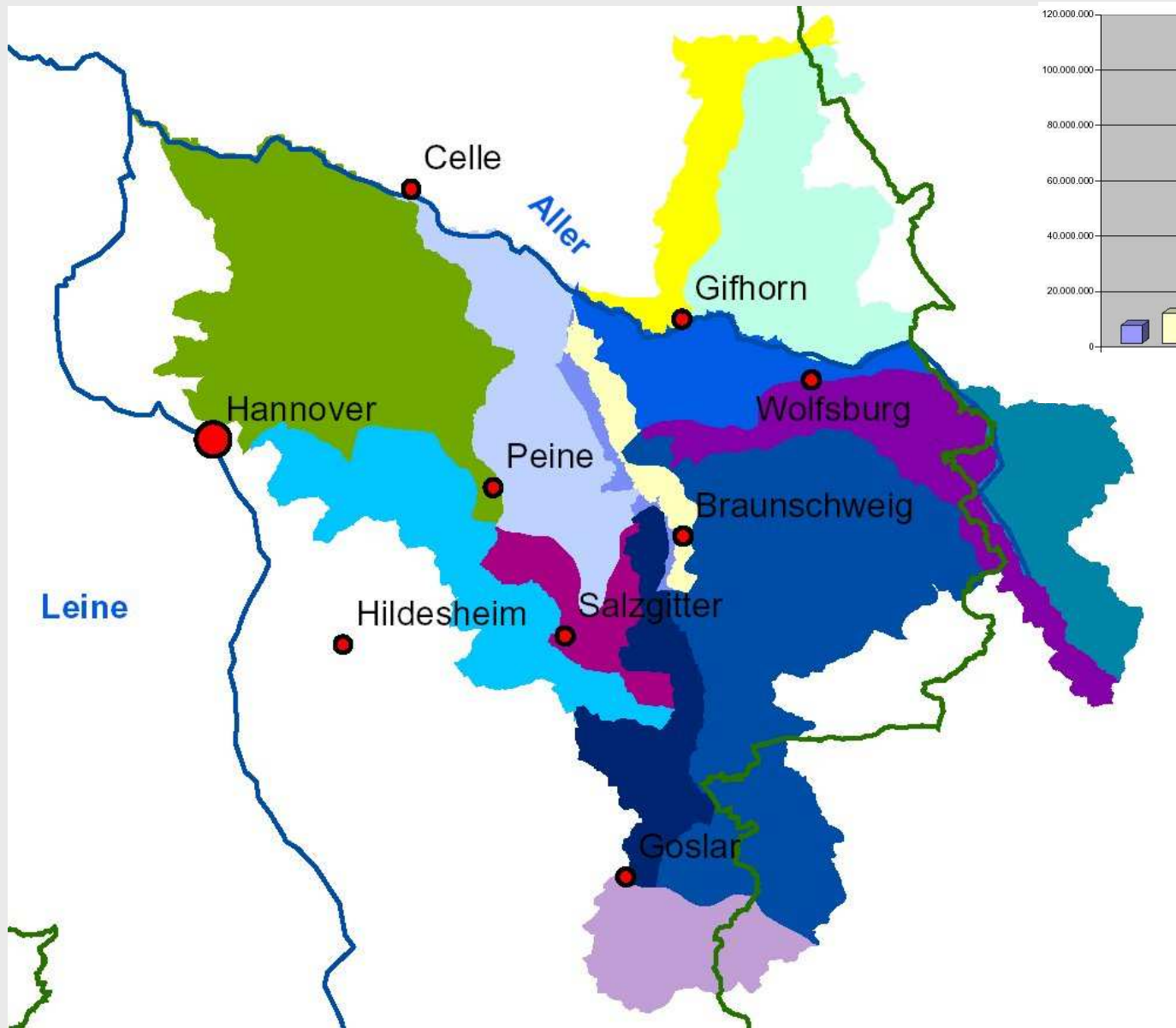
Modell STAR, PIK 2007



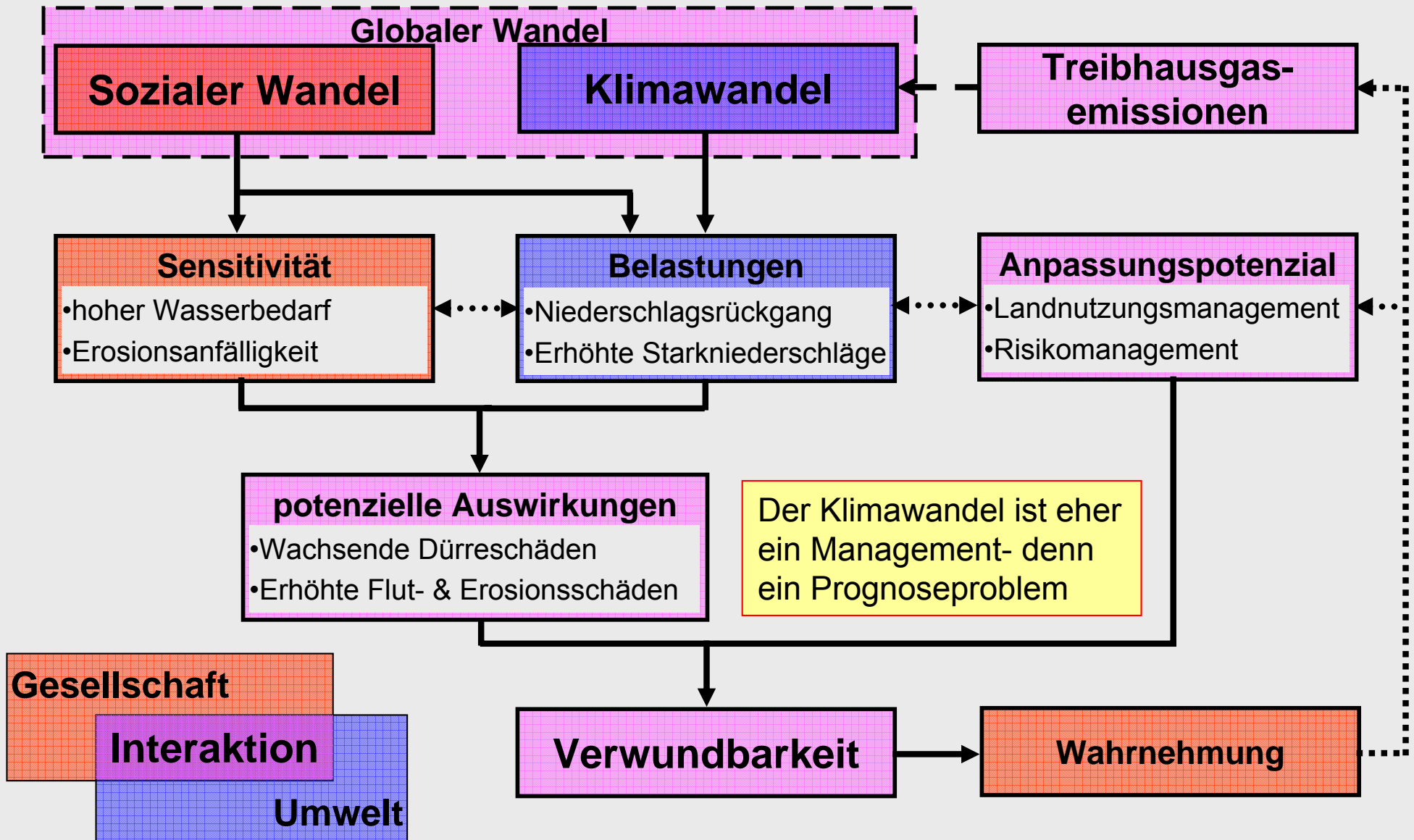
# Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung



# Grundwasserneubildung in der Region



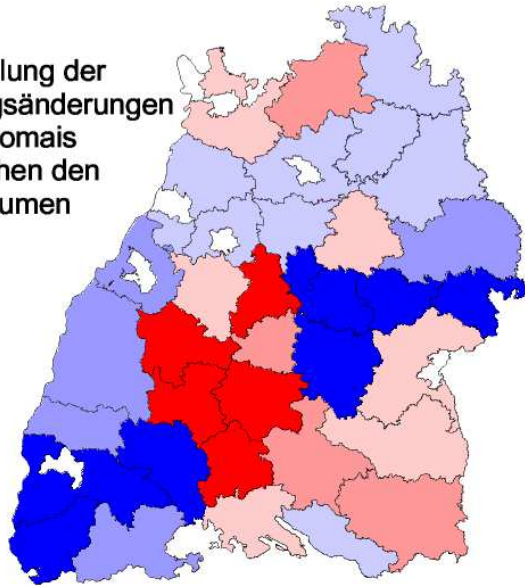
# Verwundbarkeit und Anpassungspotenziale



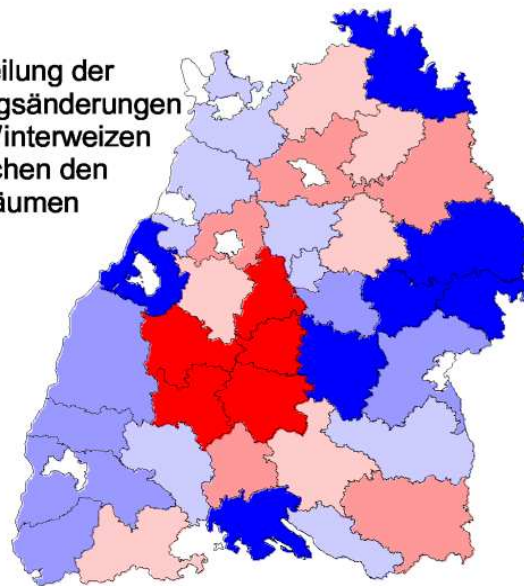


# Effekte der Klimaszenarien 2036-2055 vs. 1985-2000

e) Verteilung der Ertragsänderungen für Silomais zwischen den Zeiträumen



e) Verteilung der Ertragsänderungen für Winterweizen zwischen den Zeiträumen



## KLARA Baden-Württemberg

Grenzen der jeweiligen Sextile		[%]
MAX	oberstes	+10,3
		+ 5,3
	zweites	+ 4,7
	drittes	+ 4,2
Median	viertes	+ 3,3
	fünftes	+ 2,0
	unterstes	- 1,9
MIN		

Grenzen der jeweiligen Sextile		[%]
MAX	oberstes	- 15,6
		- 20,5
	zweites	- 21,8
	drittes	- 22,5
Median	viertes	- 23,9
	fünftes	- 25,5
	unterstes	-27,0
MIN		

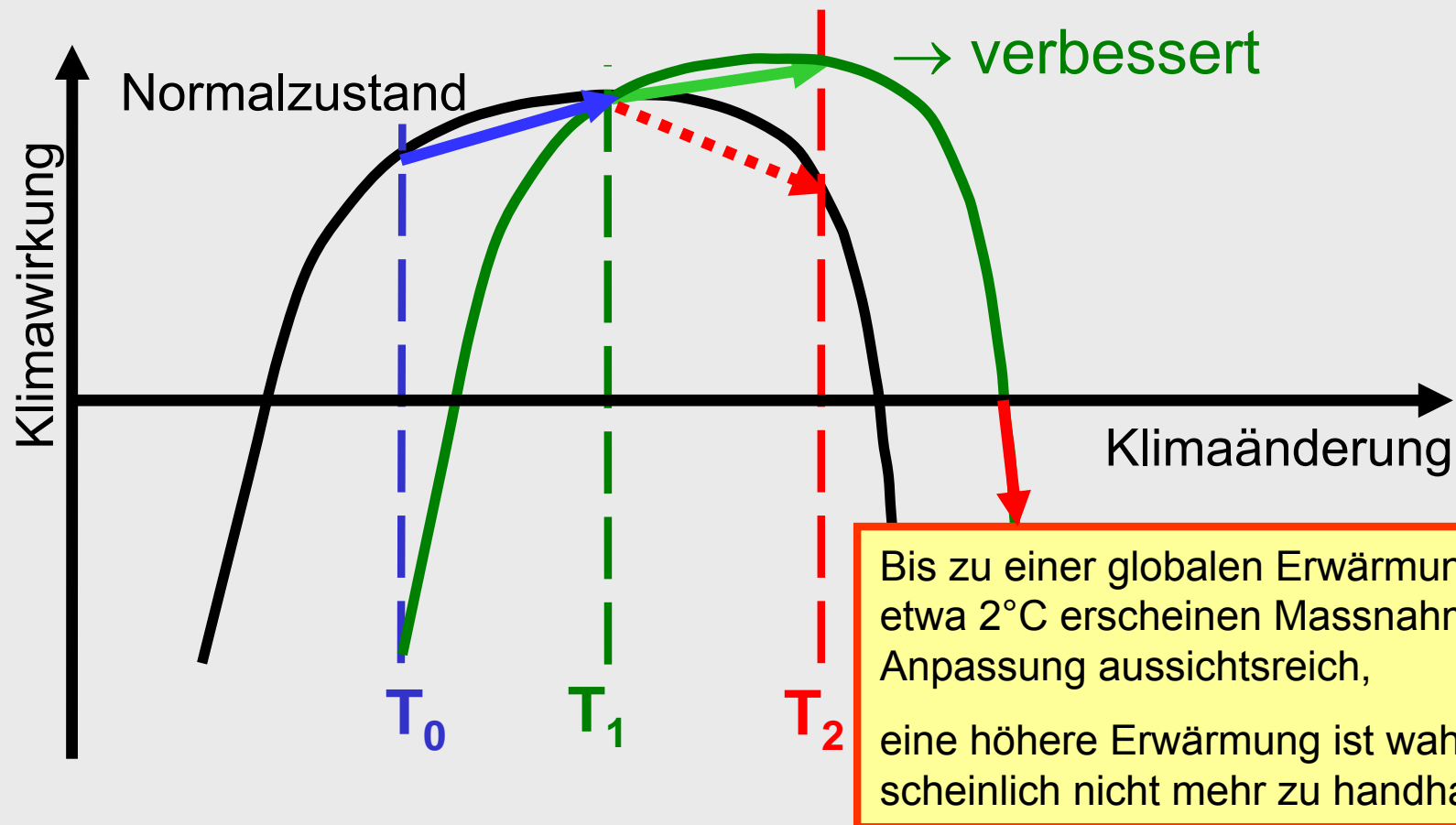
Beim Mais verändert sich das Ertragspotenzial kaum, beim Weizen nimmt der Ertrag um ca. 14% ab.

F. Wechsung, V. Krysanova, T. Conrard & A. Lüttger

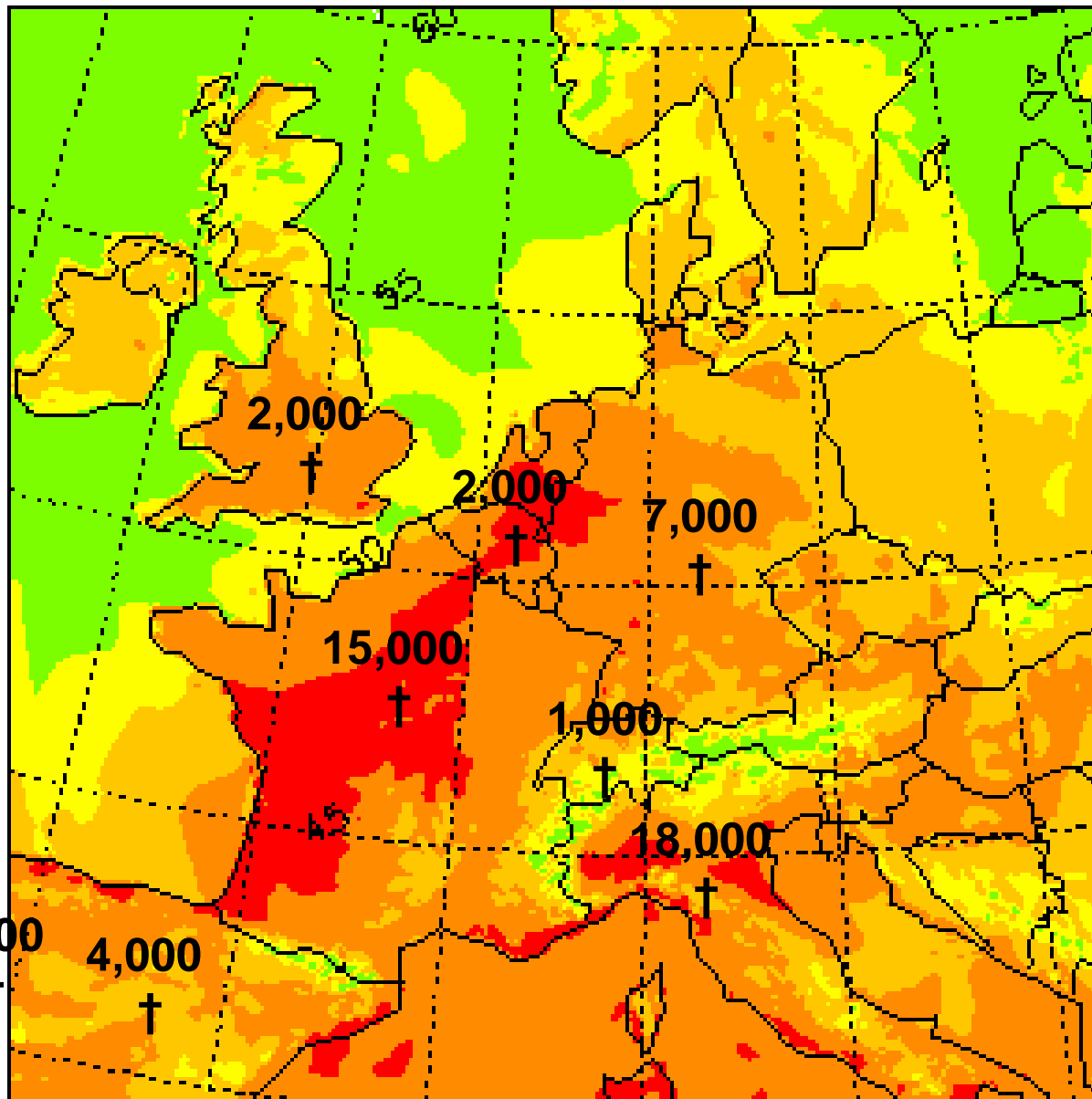
# Klimawandel → Wirkungen → Kosten / Nutzen

## Beispiel: Wasser- Land- und Forstwirtschaft

glückliche Gewinner oder simple Verlierer oder kluge Nutznießer



# Hitzewelle Europa 2003 – ca. 50.000 Todesfälle zusätzlich



Heat Related Fatalities and Wind Chill, 8 August 2003, 13 UTC

## Heat Stress



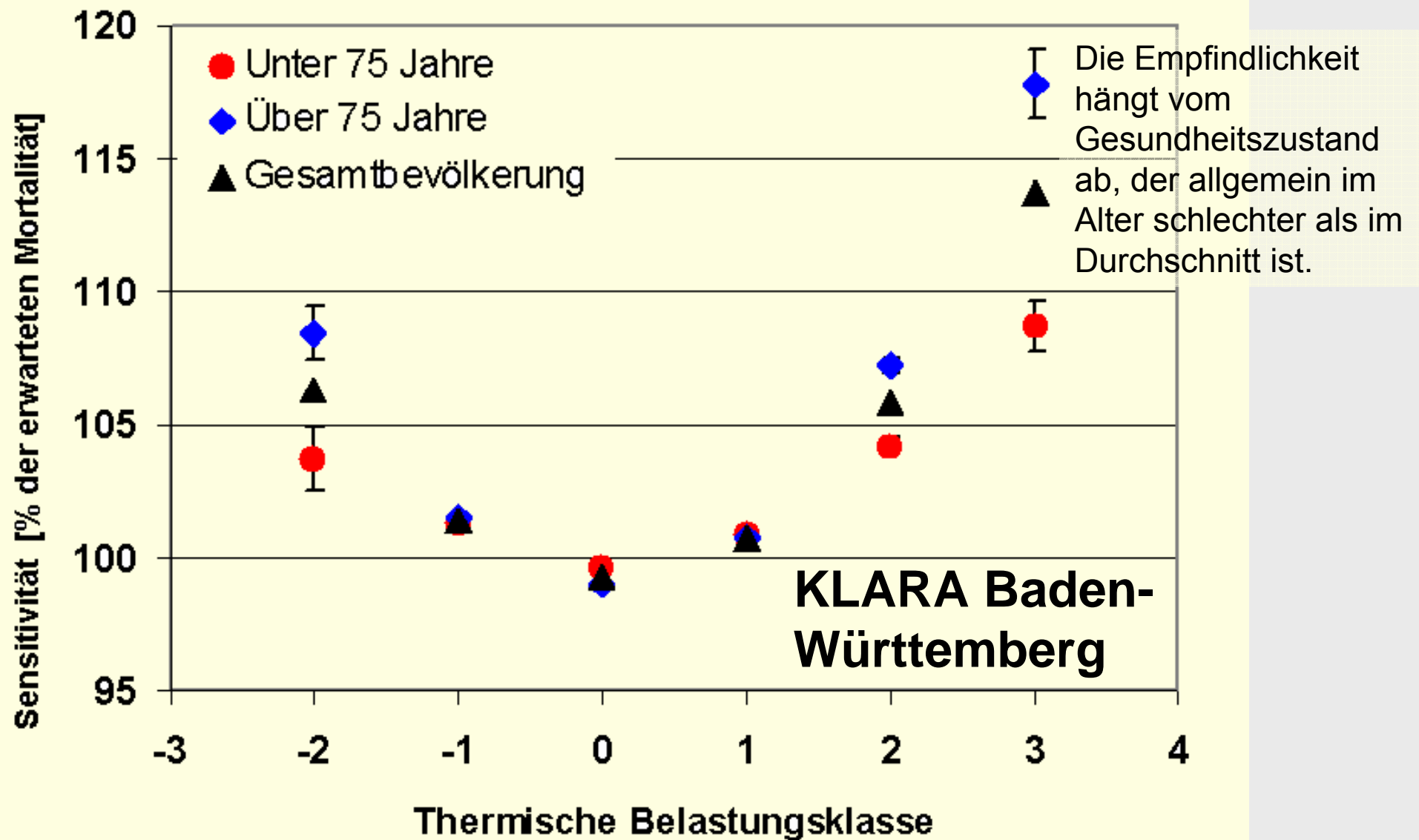
## Cold Stress

Mortality: Earth Policy Institute  
J. Larsen, 2006

Wind Chill.: Deutscher Wetterdienst  
© 2007 Geo Risks Research, Munich Re

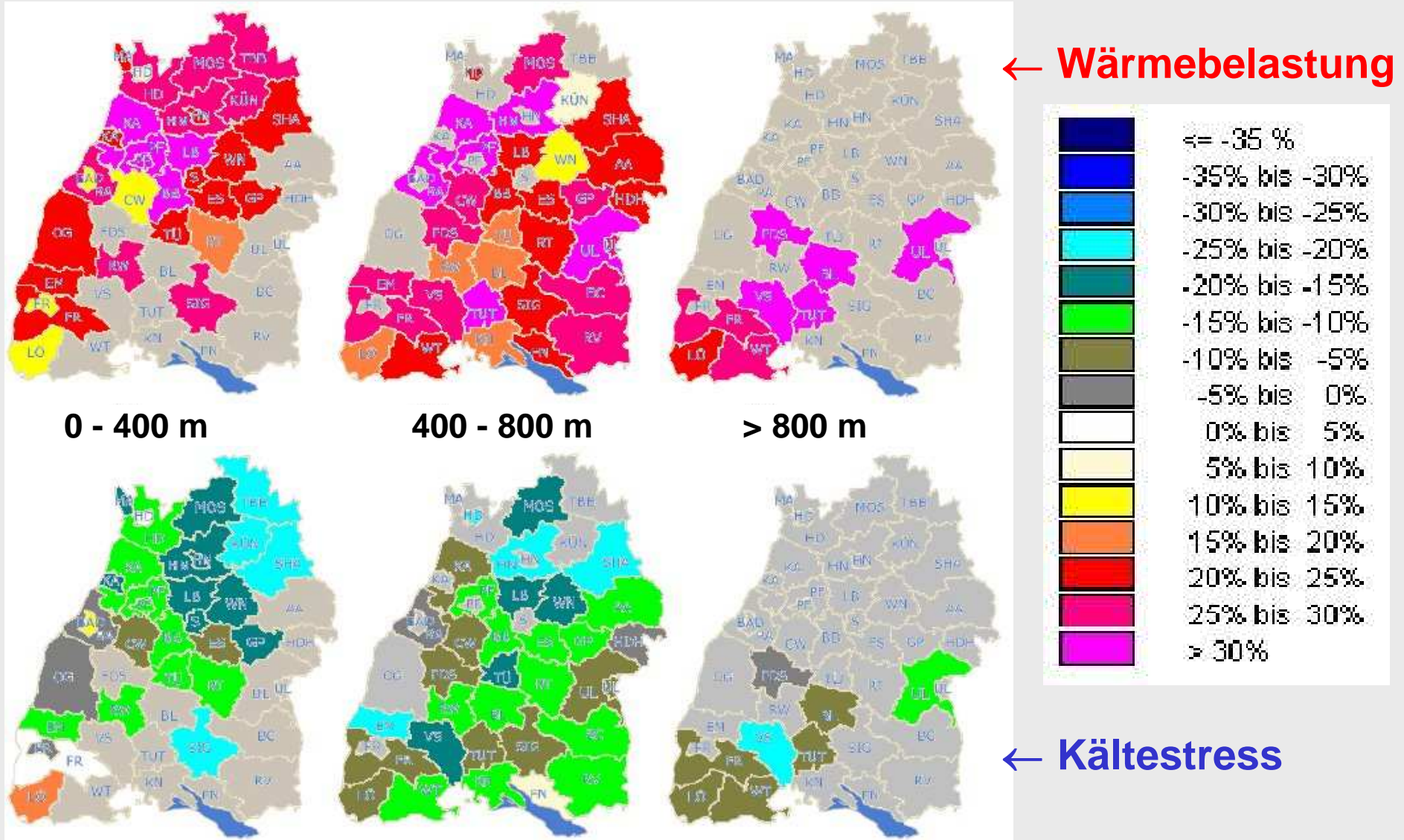


# Sensitivität bei thermischer Belastung



# Relative Änderung der Absoluten Vulnerabilität (KLARA Baden-Württemberg)

C Koppe, G. Jendritzky, T Holst (DWD Freiburg)





# Zecken und FSME-Ausbreitung

Als **FSME-Risikogebiete** gelten die Kreise, in denen mindestens 5 autochthon entstandene FSME-Erkrankungen in einer 5-Jahresperiode zwischen 1986 und 2005 oder mindestens 2 autochthon entstandene FSME-Erkrankungen innerhalb eines Jahres registriert wurden.

Als **FSME-Hochrisikogebiete** gelten diejenigen der als Risikogebiete ausgewählten Kreise, in denen in einer 5-Jahresperiode zwischen 1986 und 2005 mindestens 25 FSME-Erkrankungen aufgetreten sind.

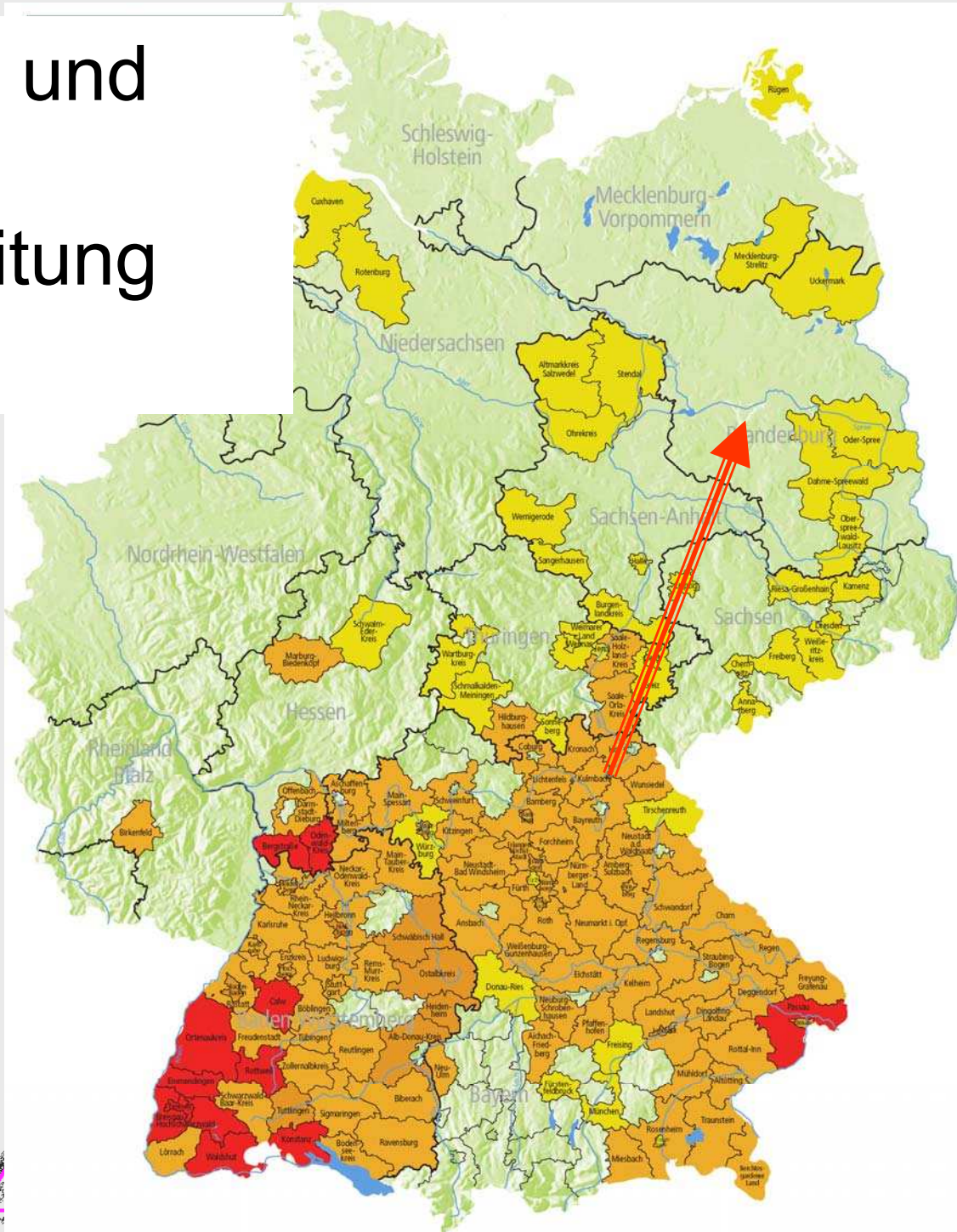
**FSME-Endemiegebiete** in denen die Risikodefinitionen (s.o.) nicht erfüllt sind, aber in einer von 1997 bis 1999 durchgeführten Untersuchung eine erhöhte FSME-Antikörperprävalenz bei Waldarbeitern nachgewiesen wurde.

Quelle: nach RKI, Epidem. Bulletin Nr. 17, 2006

Autochthone (vor Ort vorkommende) Einzelerkrankungen in den Neuen Bundesländern 1994-2006, in Hessen 2004, in Bayern 2002-2005 und in Niedersachsen 2002-2005

Quelle: nach J. Süss, Nat. Referenzlabor für durch Zecken Übertragene Erkrankungen, Jena; RKI: Epidem. Bulletin Nr. 49, 2004, Nr. 16, 2005, Nr. 17, 2006 und LGL Bayern 2002-2004 und J. Süss zur Publikation eingereicht 2006

Stand: Dezember 2006





# Verwundbarkeit: *Kosten des Meeresspiegelanstiegs*



Kyrill 2007



**Idee: Politik-Check**

Normativ:

- business as usual  
(BAU Fall, nur Erhaltung)
- 100 Wiederkehrtrate

Antrieb: A2 hoch

Kosten/Nutzen von  
Anpassung und Schäden

# Status Quo

## ***Deichdaten:***

Niederlande tw. bis 12m; deutsche Nordsee bis 10m, deutsche Ostsee: 3.5-6.5 m (variiert stark)

Gesamtdeichlänge: ca. 1.700 km (davon 1.400 Nordseeküste)

Kalkulierte Versagenswahrscheinlichkeit: 50-5000 Jahre

## ***Administrativer:***

Deichgesetze teilweise unzureichend, weil sie Klimawandel nicht enthalten

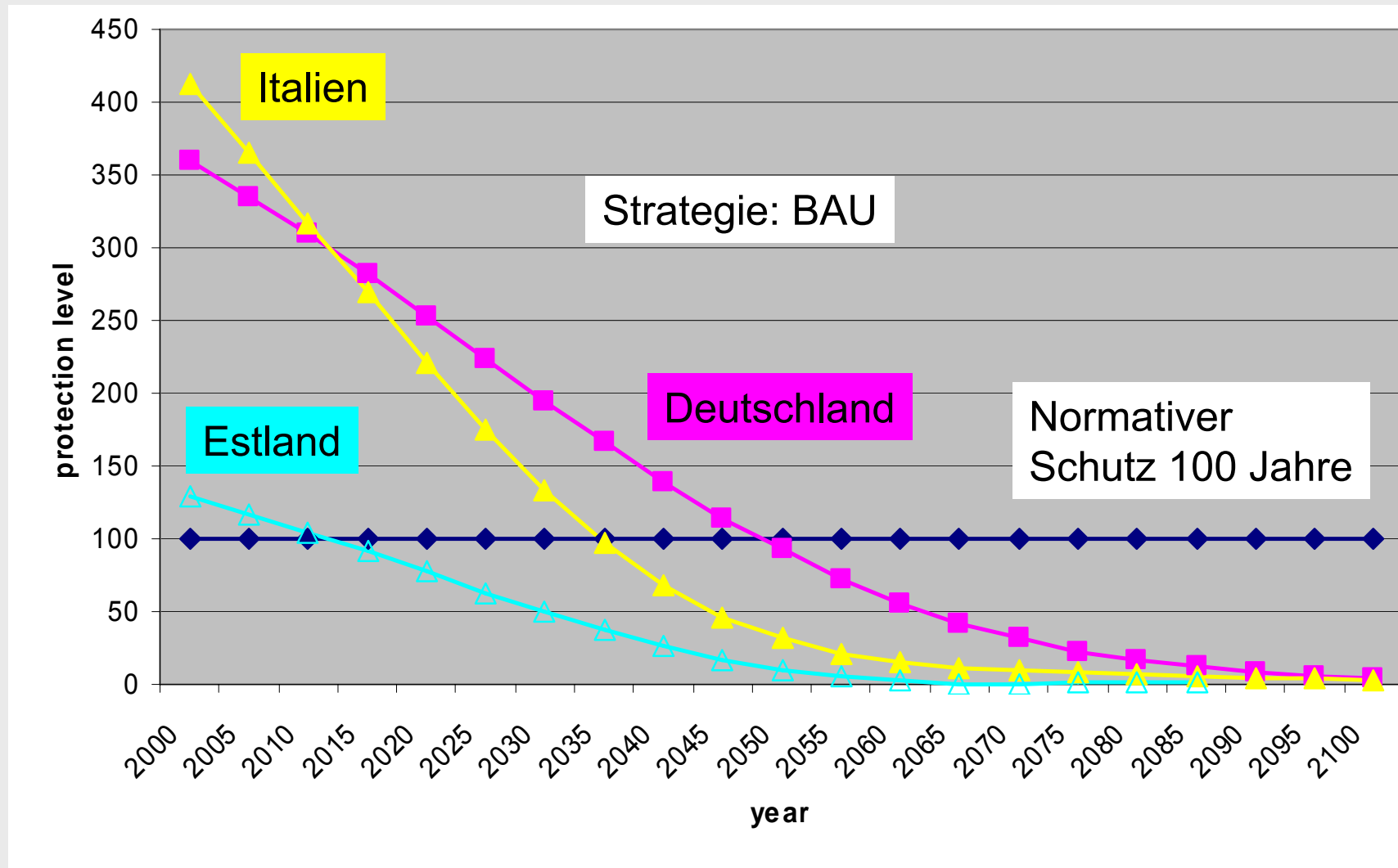
Küstenschutz Bund/Länderaufgabe 70%/30%

Deichbände als Körperschaften öffentlichen Rechtes

Konfliktpotential: Naturschutz/Eigentum

Lokale Diskussionen: ~25-50cm Erhöhung

# Wiederkehrrate/Schutzlevel an den Meeresküsten





„Sommerfrische Pärnu“  
Golf von Riga (2005)

Annahme für Meeres-  
spiegelansteig: 1 m

grau:  
Grau zugehöriger  
Landverlust

Schraffur:  
100J. Ereignis 1.9m

Rote Linie: Wintersturm  
Gudrun, 2005 –  
Scheitelhöhe: 2.8m

Vorheriges Hoch:  
2.5 m (1967)

Source: SEAREG/ASTRA



Hannover 2007-11-28



[www.pik-potsdam.de/~stock](http://www.pik-potsdam.de/~stock)

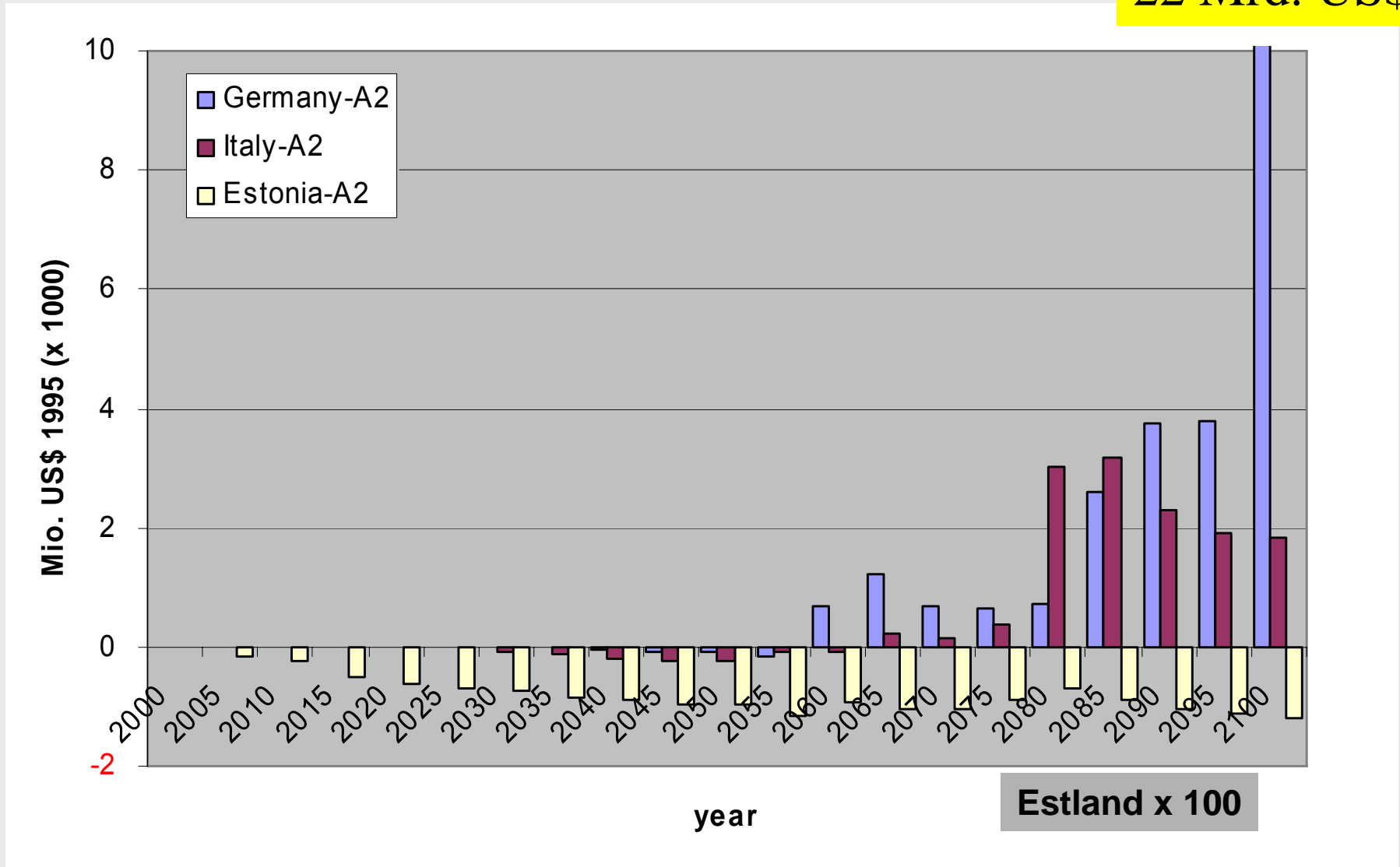


42

# Kosten-Nutzen

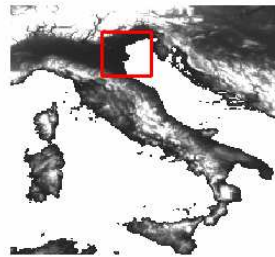
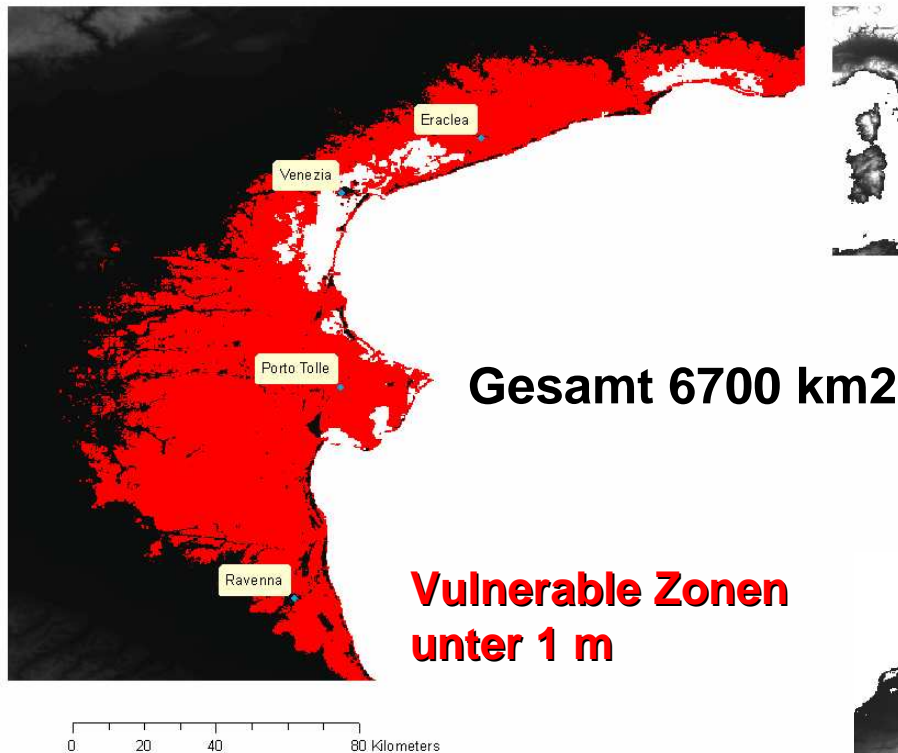
## Deutschland/Italien/Estland (Antrieb A2)

22 Mrd. US\$

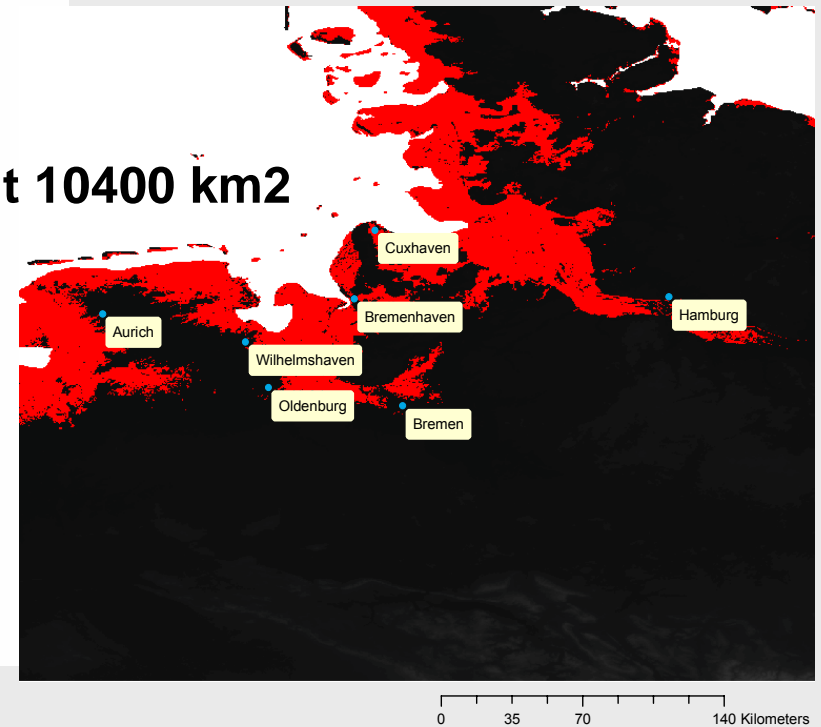
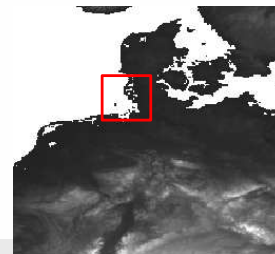


# Wo sind die gefährdeten Regionen? (im Fall von keinen Küstenschutzmaßnahmen)

Italien: Emilia Romagna/Veneto  
Deutschland: Niedersachsen/Schleswig-Holstein



**Gesamt 10400 km<sup>2</sup>**

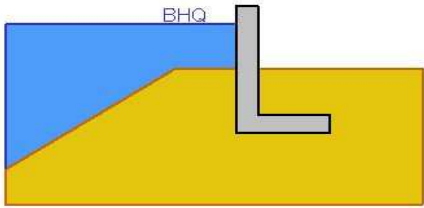
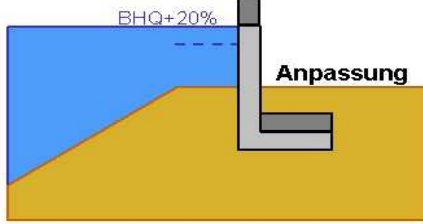
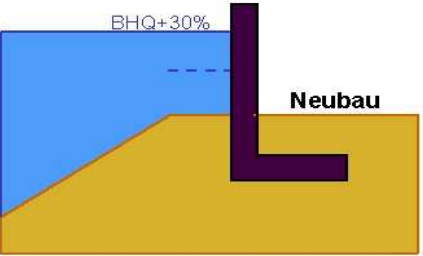


Quelle: fehlerkorrigiertes SRTM90,  
horizontal 90m  
vertikal: 1m

**1/7 Niedersachsens < 2m, weite Teile Bremens  
unterhalb mittleren Tidehochwassers (2.4m)**



# KLIWA Praxisbeispiel

Lastfall Klimaänderung	BHQ = $HQ_{100,ist}$	BHQ +20% = +0,29 m	BHQ +30% = +0,44 m
Hochwasser- Schutzmaßnahme: Ufermauer			
Kosten bei nachträglicher Anpassung	<b>100 %</b>	<b>155 %</b>	<b>257 %</b>
Kosten bei Berücksichtigung in der Planung	<b>100 %</b>	<b>110 %</b>	<b>113 %</b>

Joachim Wald: „Auswirkungen der Klimaveränderungen auf Planungen – Praxisbeispiele“;  
2. KLIWA-Symposium, Würzburg, Mai 2004, KLIWA-Berichte, Heft 4, S.169-186

Klimawandel im Flächenland - Wie verwundbar ist Niedersachsen?  
Hannover 28.11.2007

**Prof. Dr. Manfred Stock**

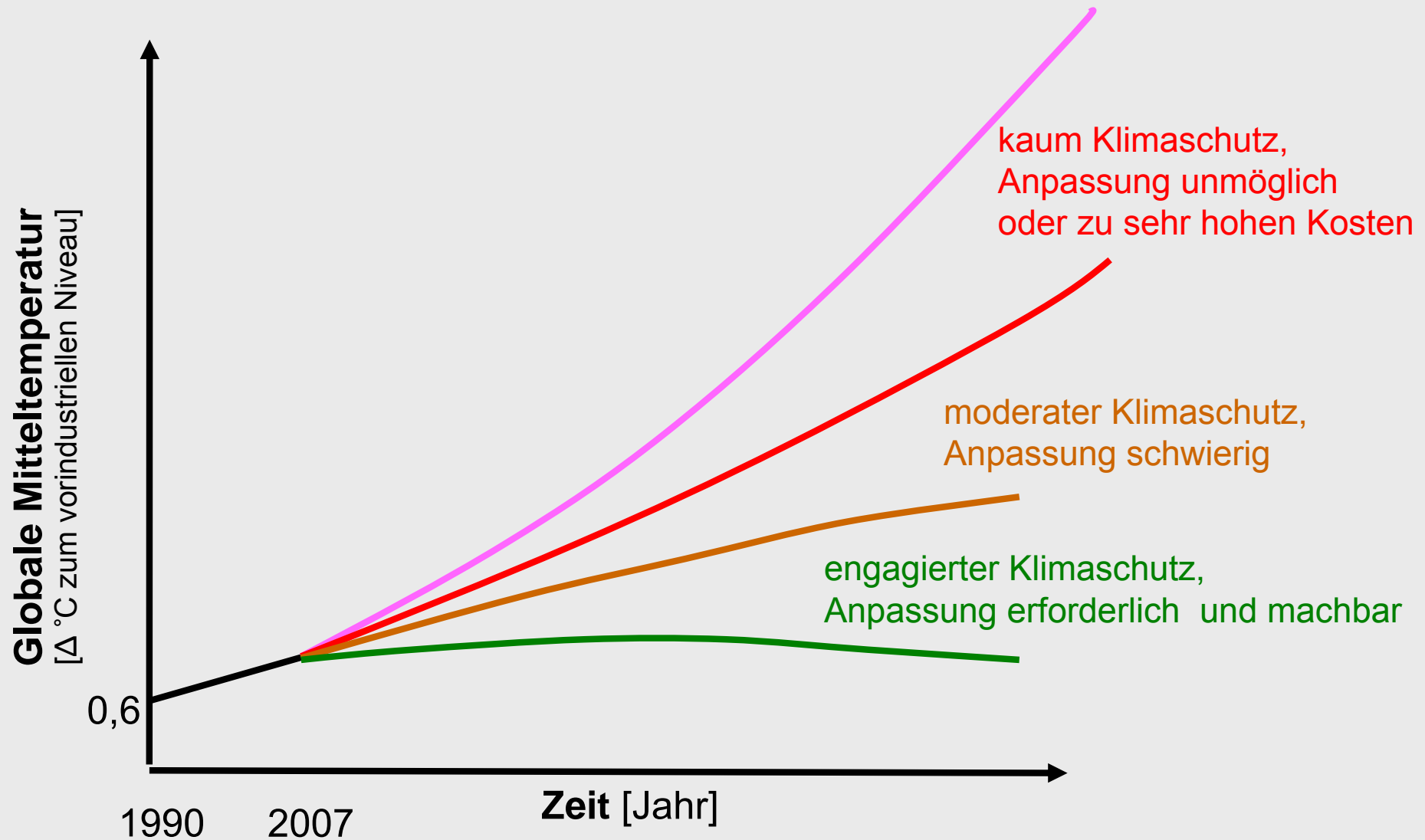
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

## **Klimawandel: Stand des Wissens und Strategieansätze in Deutschland**

- 1. Globaler Klimawandel: Status IPCC 2007**
- 2. Klimaänderungen in Deutschland**
- 3. Regionale Verwundbarkeit und Auswirkungen**

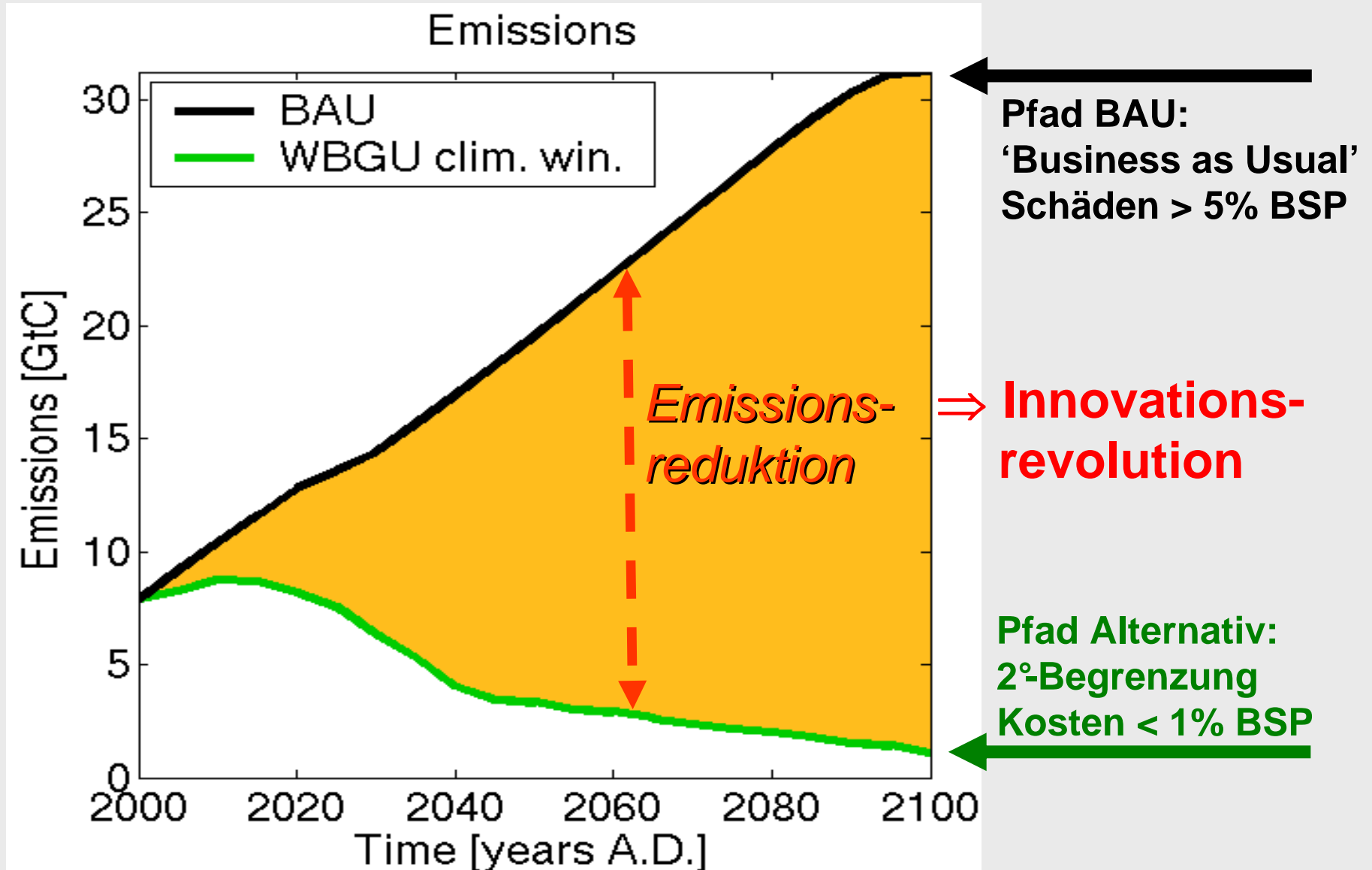
**⇒ 4. Strategieansätze in Deutschland**

# Zusammenhang von Klimaschutz und Anpassung

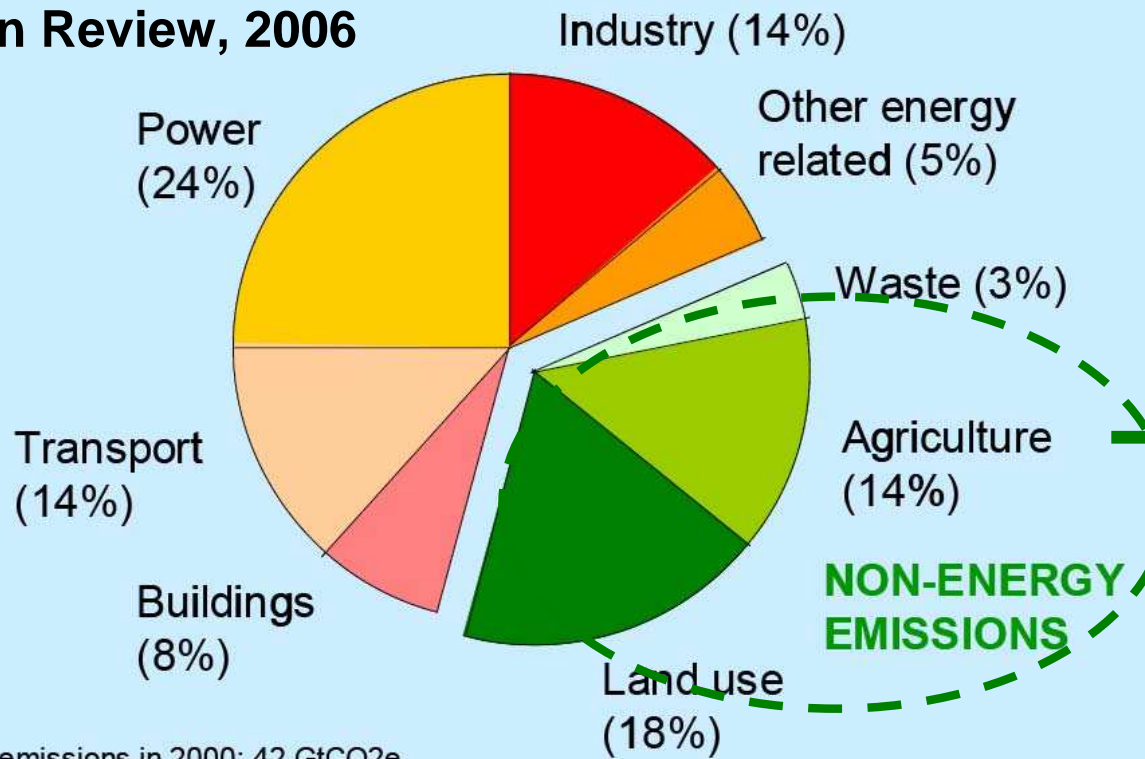




## 2 Zukunftspfade → notwendige Emissionsreduktion



## Stern Review, 2006



Total emissions in 2000: 42 GtCO<sub>2</sub>e.

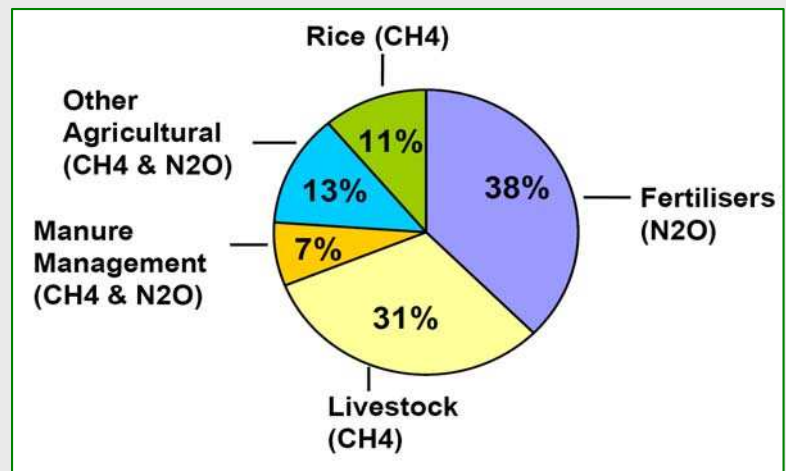
Energy emissions are mostly CO<sub>2</sub> (some non-CO<sub>2</sub> in industry and other energy related).  
Non-energy emissions are CO<sub>2</sub> (land use) and non-CO<sub>2</sub> (agriculture and waste).

## Bioenergie, Landnutzung & Emissionen

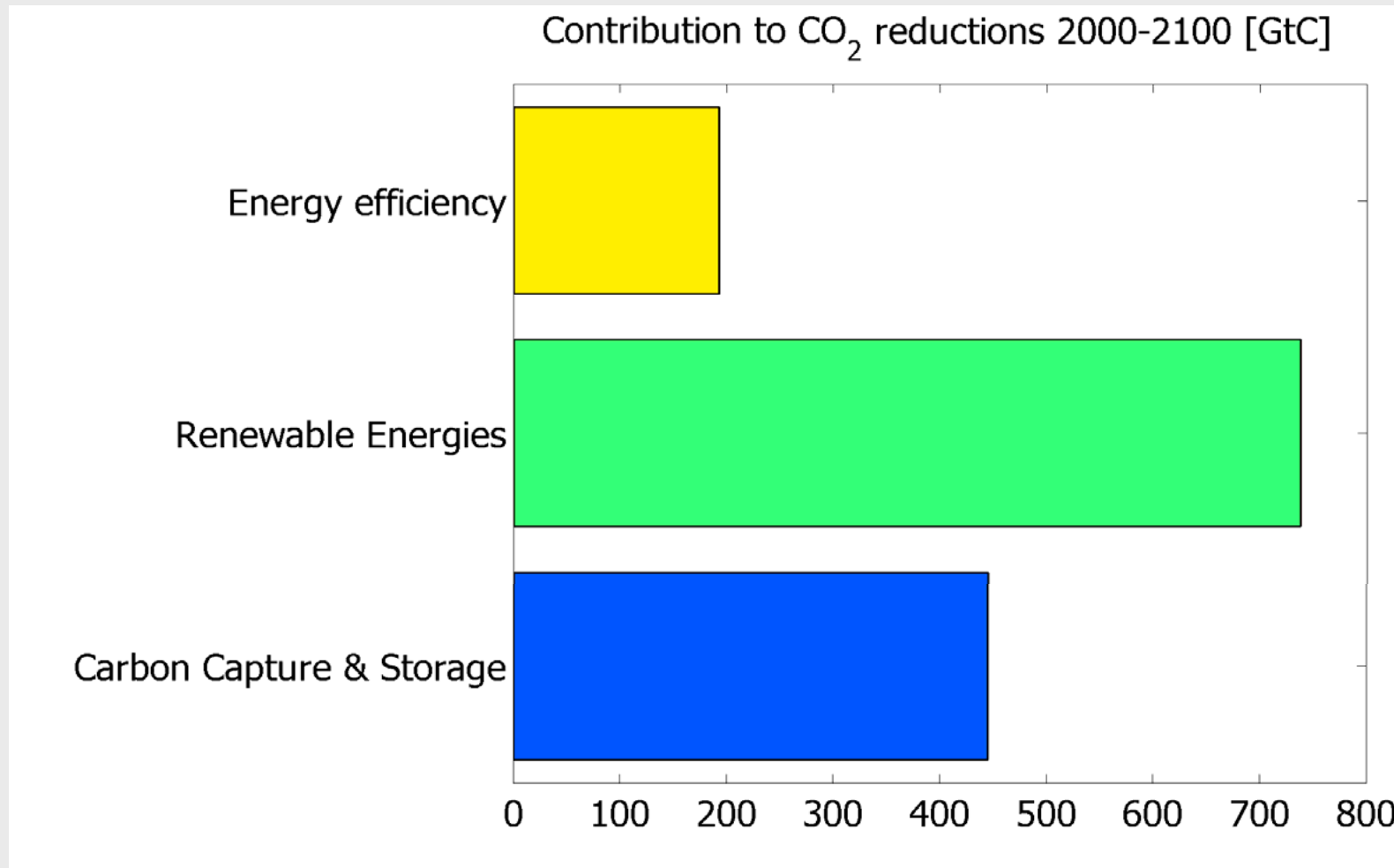
### Biofuels could boost global warming!

PJ Crutzen *et al*, "N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels"

*Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 2007, 7, 11191



# There is no silver bullet – it's the portfolio, stupid!

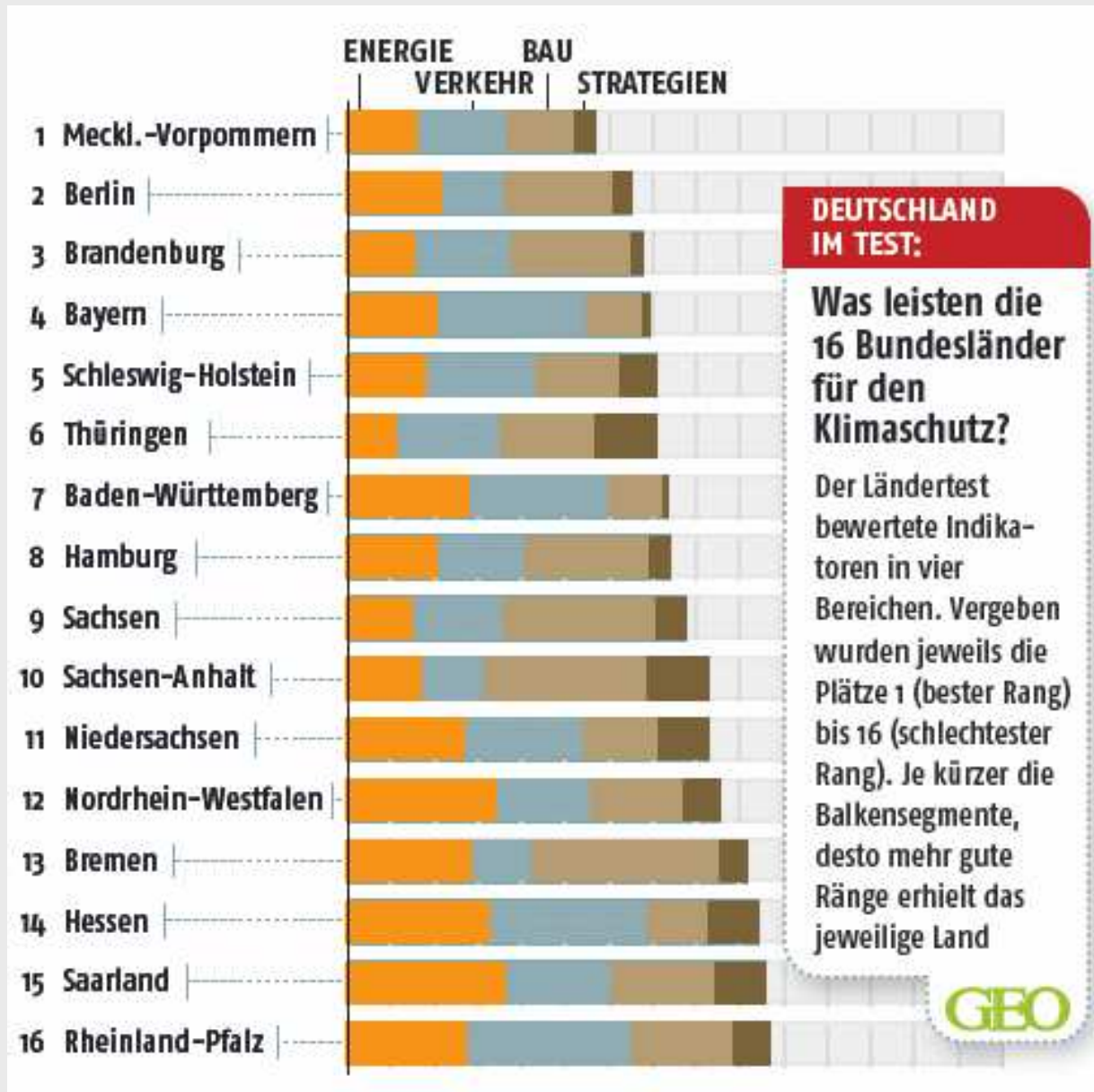


CO<sub>2</sub> reduction refer to the difference of business as usual and 450ppm CO<sub>2</sub> stabilization

Source: Edenhofer, Lessmann and Bauer (2006)



# GEO 12/07: Bundesländer - Leistungen für den Klimaschutz



## Bewertungsgrundlagen:

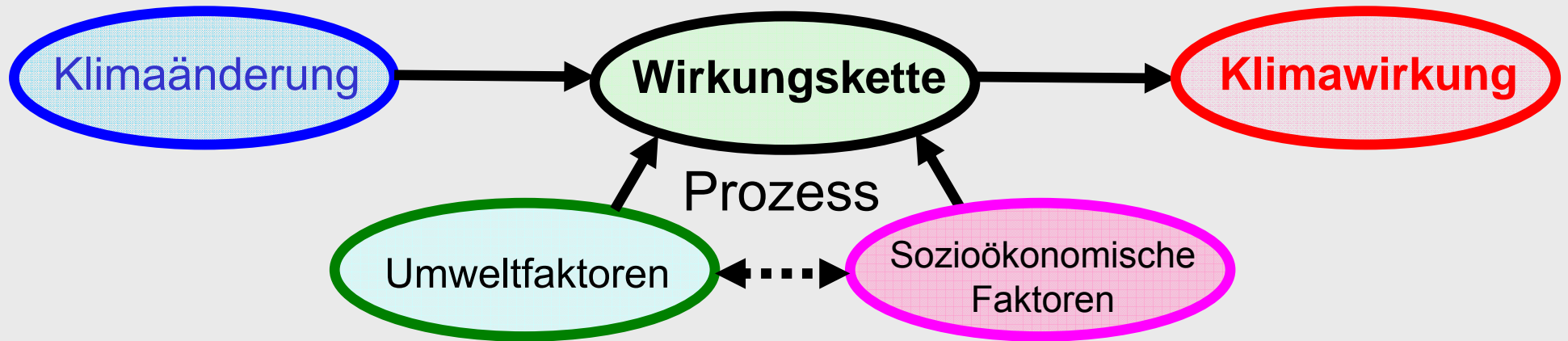
20 Kategorien zu Energie, Verkehr, Bau und politischen Strategien, darunter Faktoren wie Pro-Kopf-Energieverbrauch und -CO<sub>2</sub>-Ausstoß, Anteil regenerativer Energien, Pkw-Dichte, Flughäufigkeit oder die Bereitschaft, energiesparsam zu bauen.

Bundesland	Bezeichnung Klimaschutzprogramme	verabschiedet	Klimaanpassung
Baden-Württemberg	Klimaschutz 2010 - Konzept für Baden-Württemberg ( <a href="#">Langfassung</a> - <a href="#">Kurzfassung</a> )	2005	KLIWA, KLARA
Bayern	<a href="#">Klimaschutzkonzept der bayer. Staatsregierung - 2000</a> und	2000	BayFORKLIM, KLIWA
	<a href="#">Klimaschutzkonzept, Fortschr. 2003</a>	2003	
Berlin	<a href="#">Landesenergieprogramm Berlin 2006-2010</a>	2006	
Brandenburg	<a href="#">Energiestrategie 2010</a>	2002	Brandenburgstudie 2003
Bremen	Landesenergieprogramm, <a href="#">3. Fortschreibung</a>	2005	(KLIMU, KRIM)
Hamburg	Kursbuch Umwelt ( <a href="#">Kapitel 3 Klimaschutz</a> - Zusammenfassung von Kapitel 3)	2001	
Hessen	<a href="#">Klimaschutzkonzept Hessen 2012</a>	2007	INKLIM 2012, KLARA-net
Mecklenburg-Vorpommern	<a href="#">Aktionsplan Klimaschutz Mecklenburg-Vorpommern</a>	2005	(EUCC-D)
Niedersachsen			(KLIMU, KRIM, GLOWA-Elbe)
Nordrhein-Westfalen	Klimaschutzkonzept NRW ( <a href="#">Langfassung</a> - <a href="#">Kurzfassung</a> )	2001	(NRW Verwundbarkeitsstudie)
Rheinland-Pfalz			
Saarland	<a href="#">Ressortprogramm Umwelt - Schutzgut Klima</a>	2003	
Sachsen	<a href="#">Klimaschutzprogramm des Freistaates Sachsen</a>	2001	CLISAX
Sachsen-Anhalt	<a href="#">Energiekonzept für das Land Sachsen-Anhalt</a>	2003	
Schleswig-Holstein	Agenda 21- und Klimaschutzbericht Schleswig-Holstein 2004 ( <a href="#">Langfassung</a> - <a href="#">Kurzfassung</a> - <a href="#">21-Punkte-Programm</a> )	2004	(KLIMU, KRIM)
Thüringen	<a href="#">Klimaschutzkonzept Thüringen</a> und <a href="#">Katalog der Handlungsmöglichkeiten</a>	2000	REWA, REKLI

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie:

<http://www.hlug.de/medien/luft/klima/monitor/programme/laender.htm>

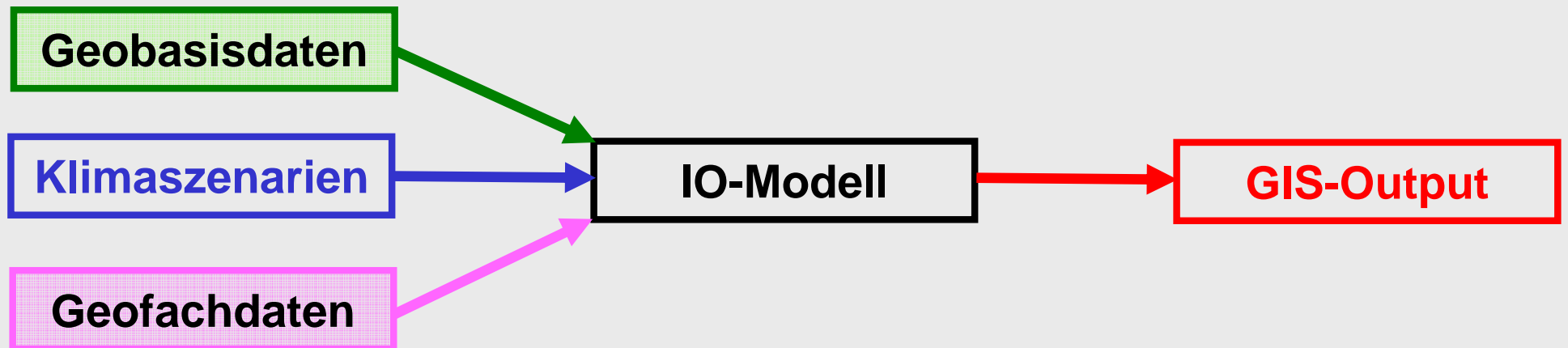
# UBA – Fachinformationssystem Klimaanpassung (im Rahmen von KomPass)



Input

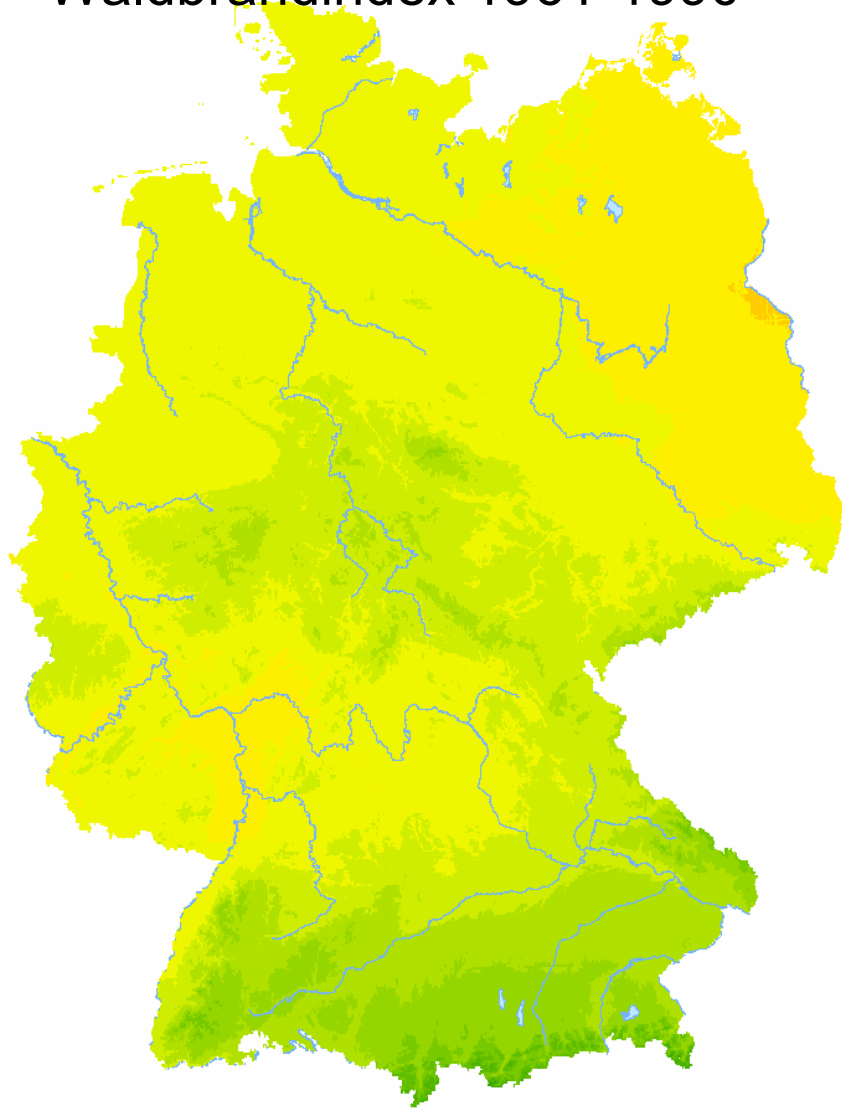
Algorithmus

Output

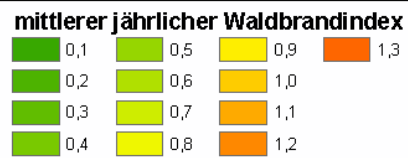




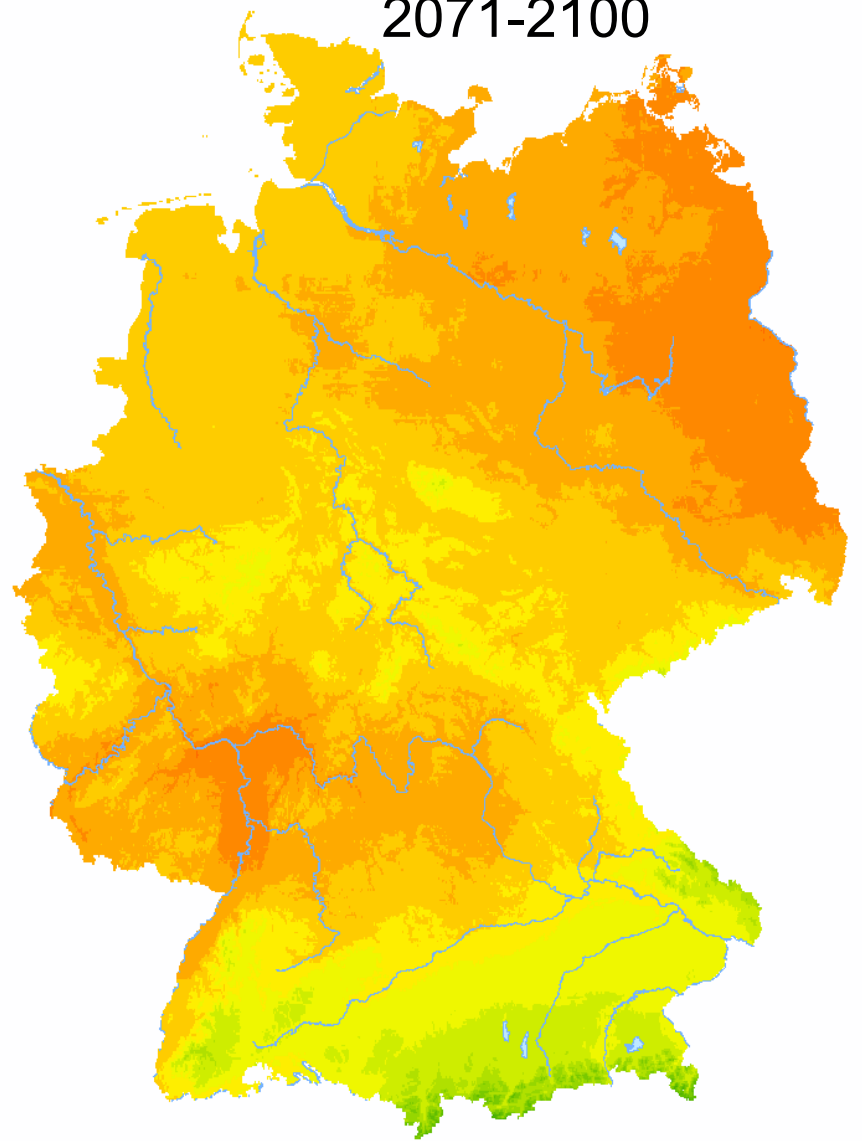
# Waldbrandindex 1961-1990



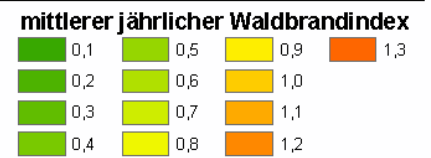
Modell: WETTREG  
 Szenario: 20C  
 Realisierungen: alle  
 Zeitraum: 1961-1990  
 Aggregation: Mittelwert



# 2071-2100



Modell: WETTREG  
 Szenario: A1B  
 Realisierungen: alle  
 Zeitraum: 2071 - 2100  
 Aggregation: Mittelwert





Erforderlich ist eine Doppelstrategie:

1. Anpassung an den Klimawandel, **um das Unvermeidbare zu beherrschen** und
2. Verminderung der Emissionen, **um das Unbeherrschbare zu vermeiden.**

Hans Joachim Schellnhuber

## DER KLIMAWANDEL

Diagnose, Prognose, Therapie

Beck Verlag, 2006

€ 7,90

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit !**