

U

*Klima und Infrastruktur*

B

Gregor C. Leckebusch

IKT Forum “Klima, Energie und Kanalisation”, 31.1.2012



## Vortragsuebersicht

1. Motivation: Meteorologie, Klima und Infrastruktur
2. Vulnerabilitaet von Infrastruktur
3. Bestimmung Ist-Zustand: aktuelles Klima  
(inkl. seiner moeglichen Extreme)
4. Klimaszenarien & zukuenftige Wirkung auf  
Infrastruktur: 4 Beispiele
5. Fazit – „Take-home-message“



## Meteorologische Extremereignisse

Starkniederschläge



Hochwässer



1995  
Überschwemmung, Köln,  
Deutschland



2002  
Überschwemmungen, Europa

Trockenperioden



Dürren



2003  
Hitzewelle, Europa

Extreme Temperaturen



Hitzewellen



1976  
Wintersturm Capella, Europa

Orkantiefs

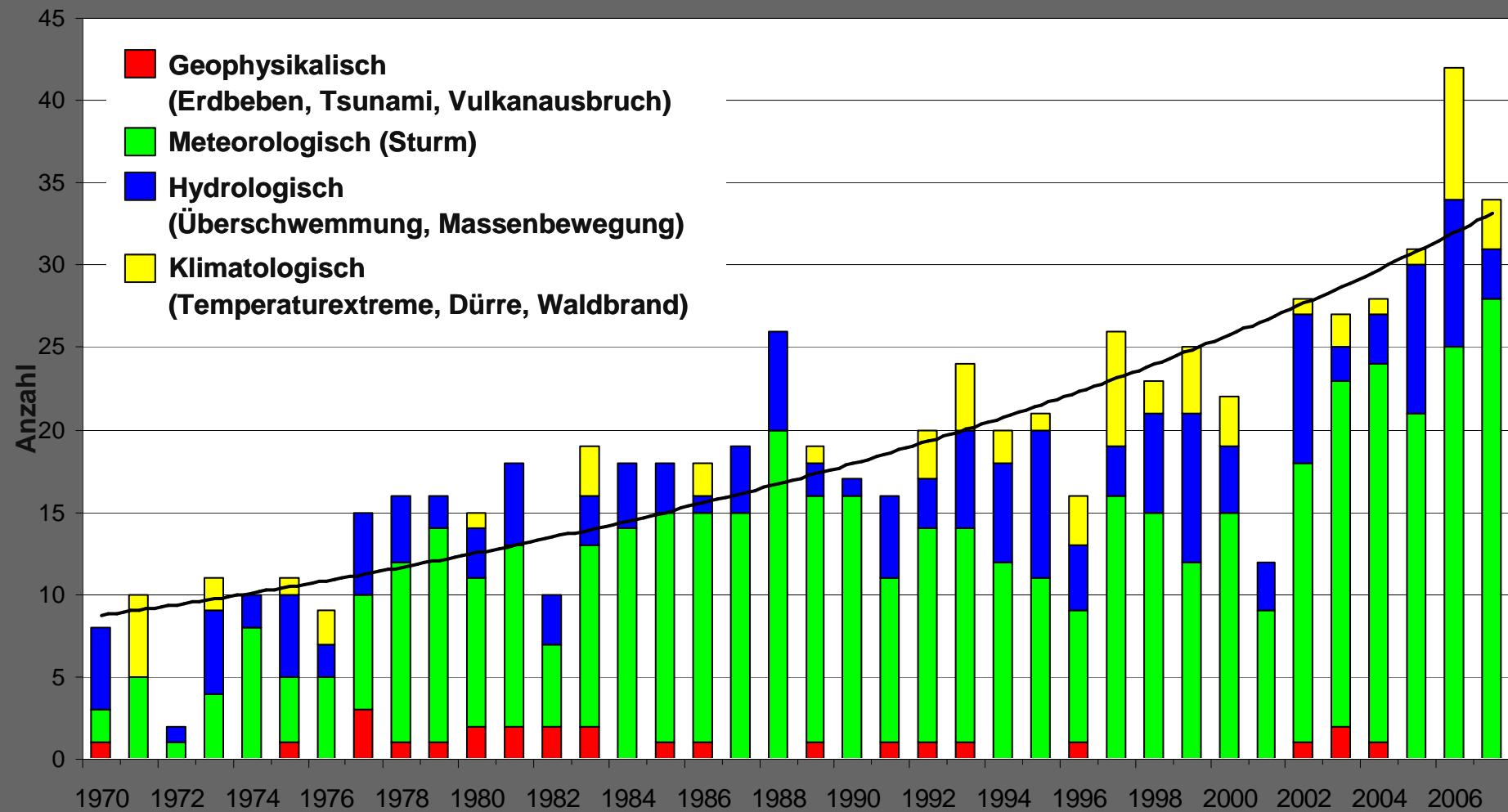


Sturmschäden



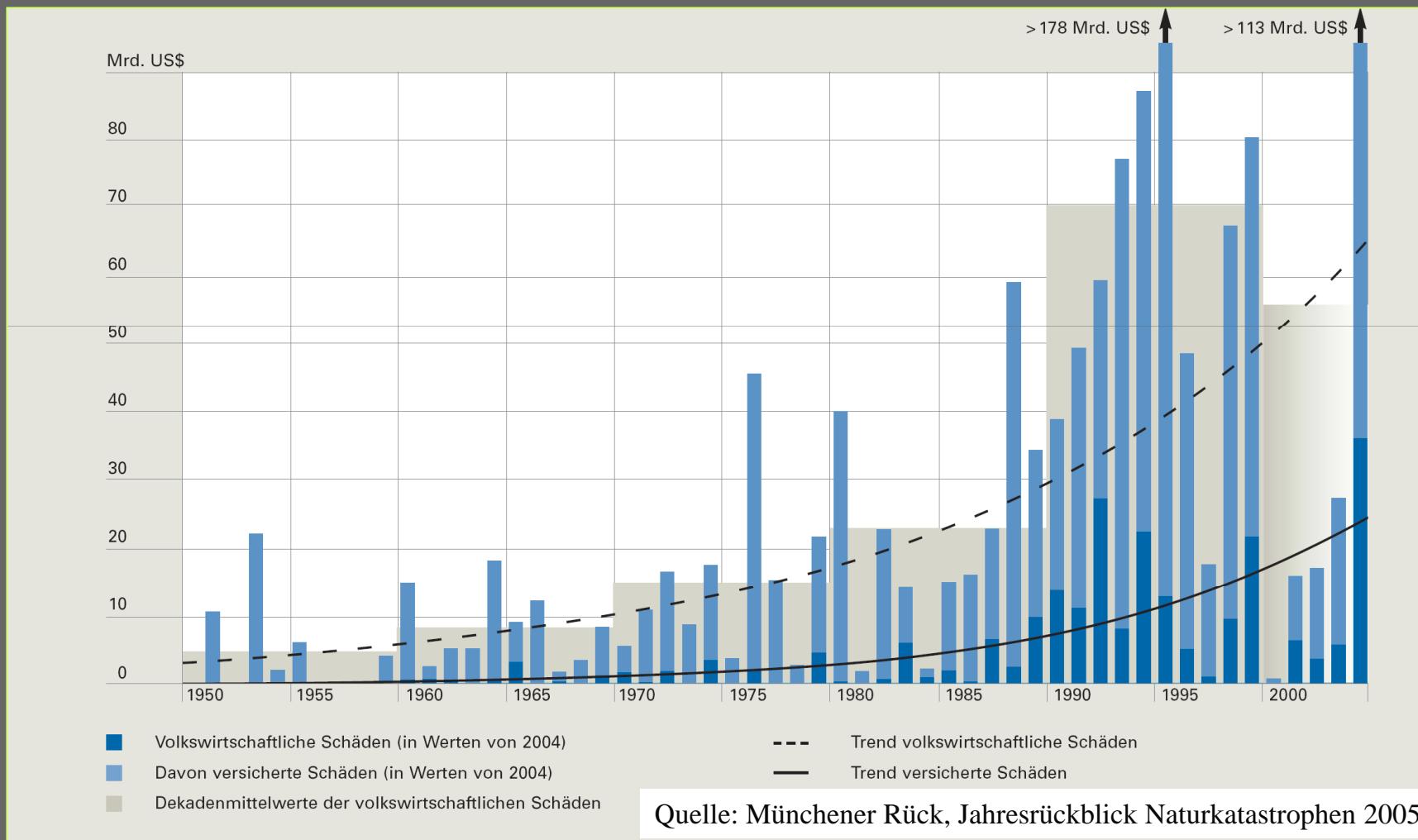
1999  
Wintersturm Lothar, Europa

## aus Naturgefahren in Deutschland 1970 – 2007



Münchener Rück, 2008

## Volkswirtschaftliche und versicherte Schäden





### Infrastrukturbelastung durch „Extremereignis“?

Es gibt keine einheitliche Definition von „Extremereignis“,

Naturkatastrophen: Definition über die Wirkung:

*... wenn die  
Selbsthilfefähigkeit der betroffenen Regionen deutlich  
überschritten wird und überregionale oder internationale  
Hilfe erforderlich ist. ....*

**Ein meteorologisches Ereignis ist immer nur in Bezug  
zu einem Referenzverhalten **extrem!****



Wie identifiziert man das Referenzverhalten?

Genaue Kenntnis des Grundzustandes eines Systems:

Notwendigkeit möglichst langer und  
kontinuierlicher, objektiver (!)  
meteorologischer Beobachtungen  
(und/oder Modellierungen)  
des  
*Normalzustands*  
und  
zugehöriger *extremer Ereignisse*



### Infrastruktur:

Grundlegende

- physikalische und
- organisatorische (systemische) Strukturen,

zur Aufrechterhaltung der Funktionalität einer

- Gesellschaft
- Unternehmungen
- Volkswirtschaft



**Kritische Infrastruktur** besteht aus 9 verschiedenen Sektoren:

1. Energie
2. Ernährung
3. Wasserverfügbarkeit
4. Verkehr (Transport)
5. Telekommunikation
6. Notfalldienste (Katastrophenschutz)
7. Gesundheitswesen
8. Finanzdienstleistungen und
9. Regierung/öffentliche Verwaltung

→ Wechselwirkungen !



### Technische Infrastruktur:

Wohn- und Industriegebäude, KFZ, Grossbauwerke (Brücken, etc.), unter- u. oberirdische Anlagen: z.B. Kanalisation, Deiche, Telekommunikation

Energie: Netze & Kraftwerke (on-, off-shore), Strom-Netze

Verkehr: Flughäfen, Straße, Schiene

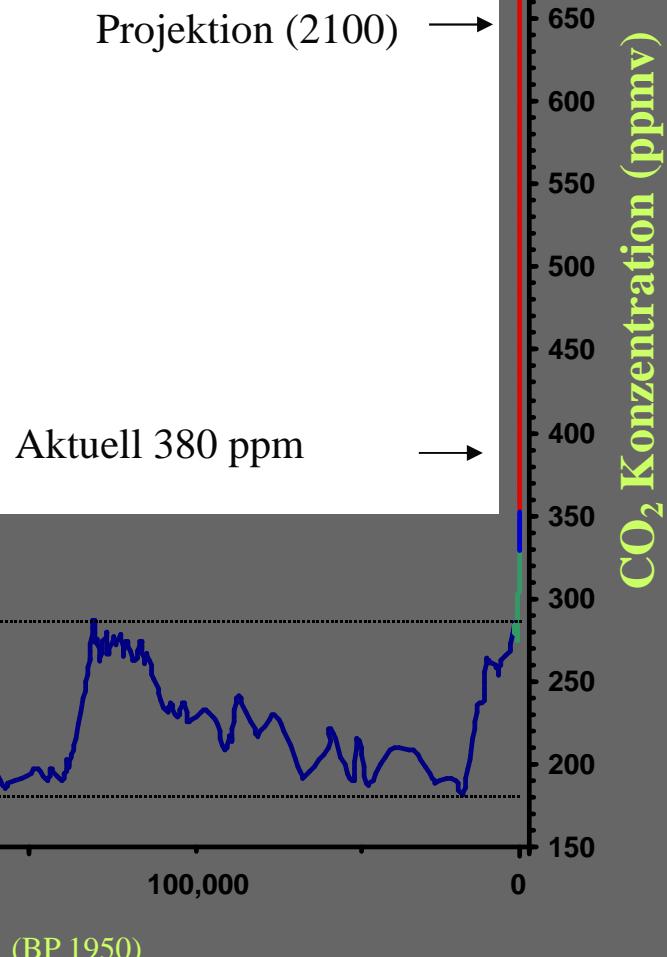
**Systemische Strukturen:** Katastrophenvorsorge (staatlich), Notfallplaene, IT Systeme, Investitionsabsicherungen (DESERTEC), Instrumente nicht staatlicher Katastrophenvorsorge: Versicherungen, Rückversicherungen, Finanzmärkte, etc.

### Dabei: aktuelle Gefährdung unklar!

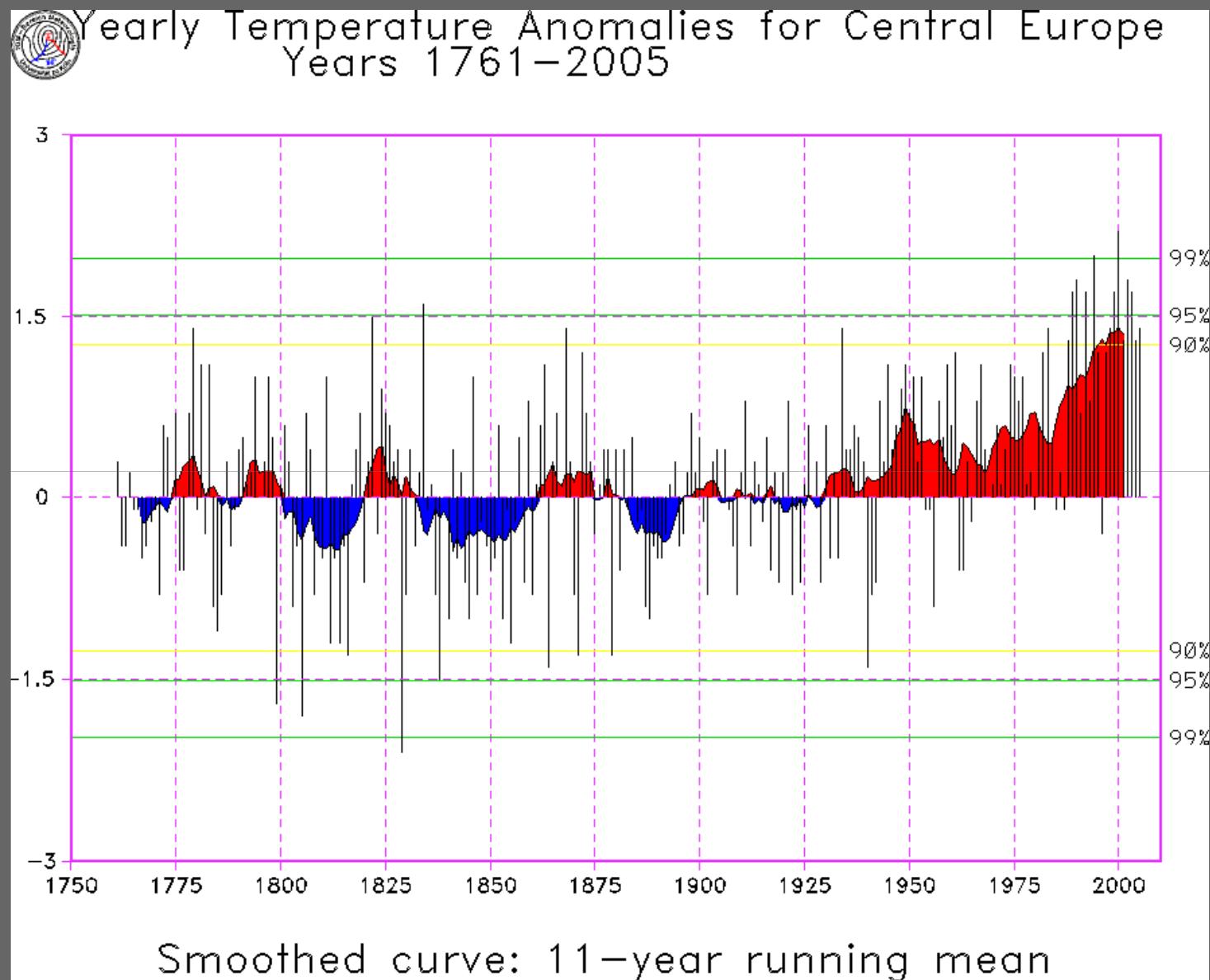
- Welche Wiederkehrperiode hat ein Sturm wie Kyrill, oder größer?
- Auf welcher Zeitskala ist welches Ereignis sicher einzuschätzen?  
Interannual, dekadisch?
- Zeitskala der notwendigen Adaption von Infrastruktur? Mitigation???

## CO<sub>2</sub> Konzentration in Eisbohrkernen und Atmosphärisches CO<sub>2</sub> , Projektion bis 2100

- Vostok Record
- IPCC IS92a Scenario
- Law Dome Record
- Mauna Loa Record

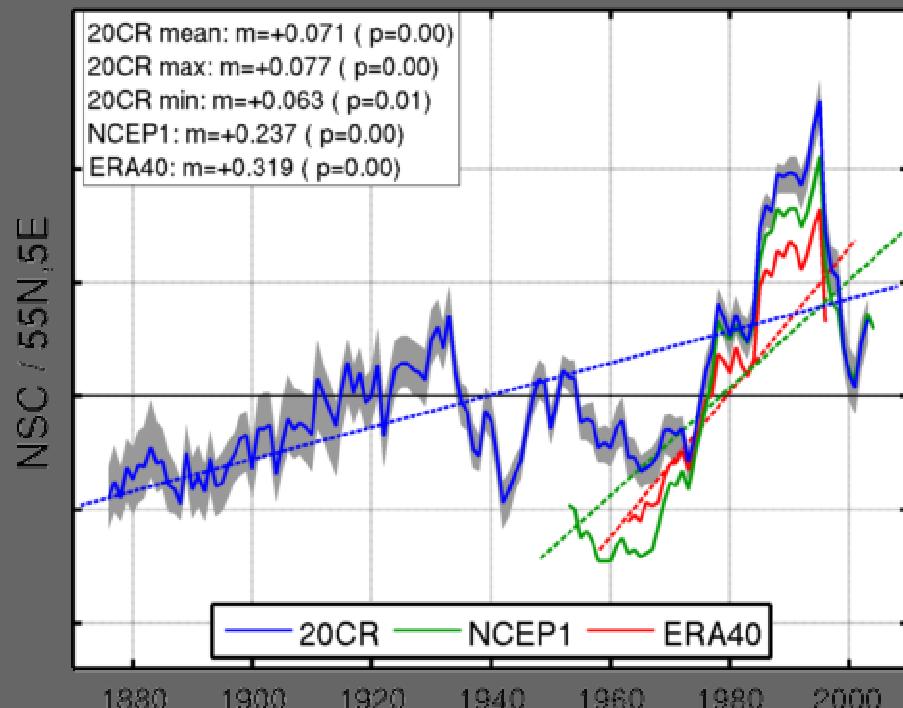


Quelle: C. D. Keeling and T. P. Whorf; Etheridge *et.al.*; Barnola *et.al.*; (PAGES / IGBP); IPCC

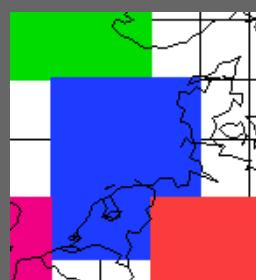
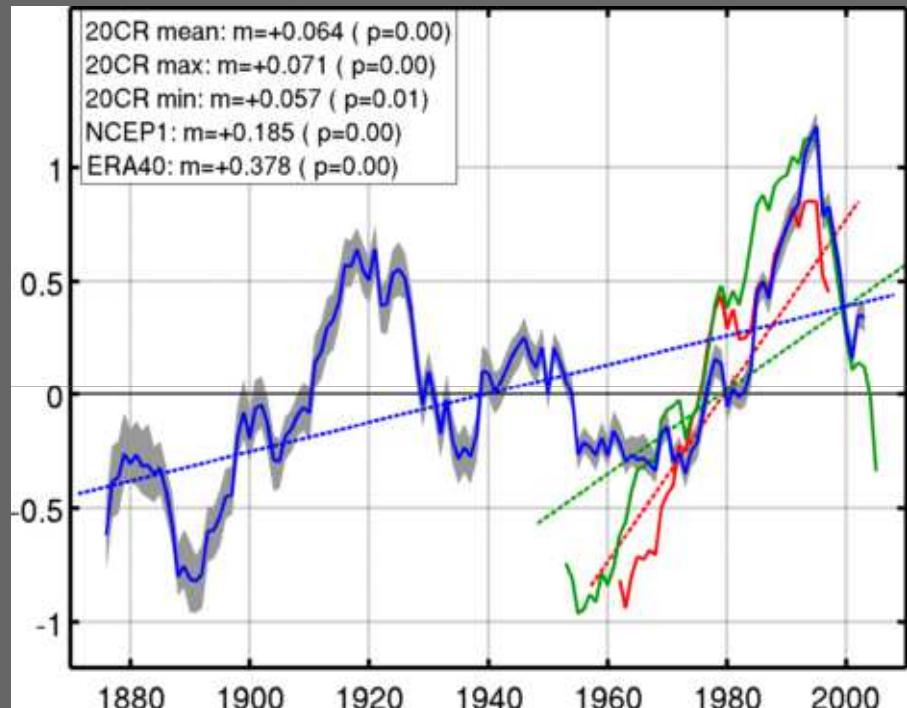


Quelle: Universitaet zu Koeln

Region: North Sea Central (NSC)  
Anzahl Sturmtage



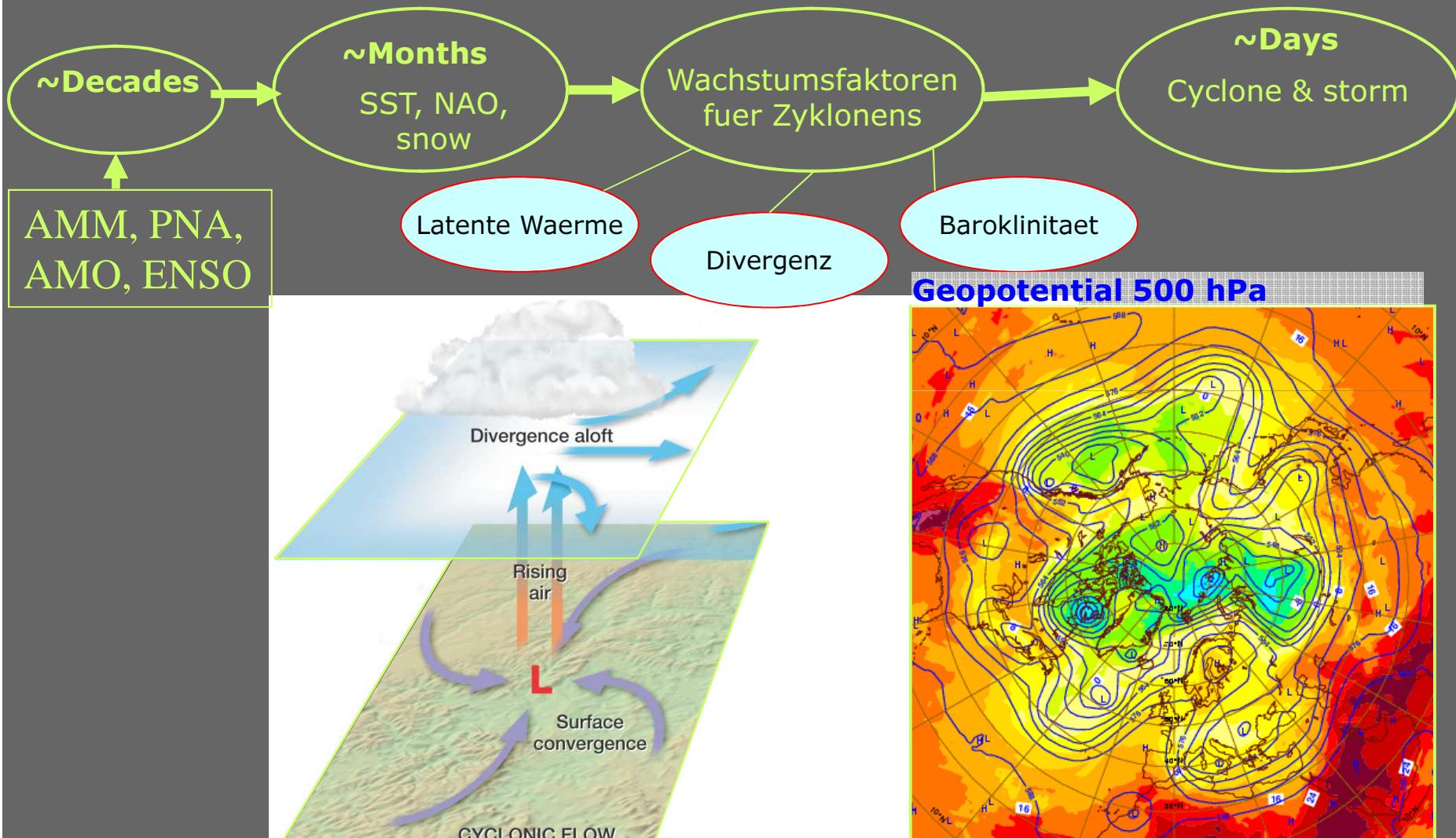
Annual perspective  
95. Perzentil der max. Windgeschw.



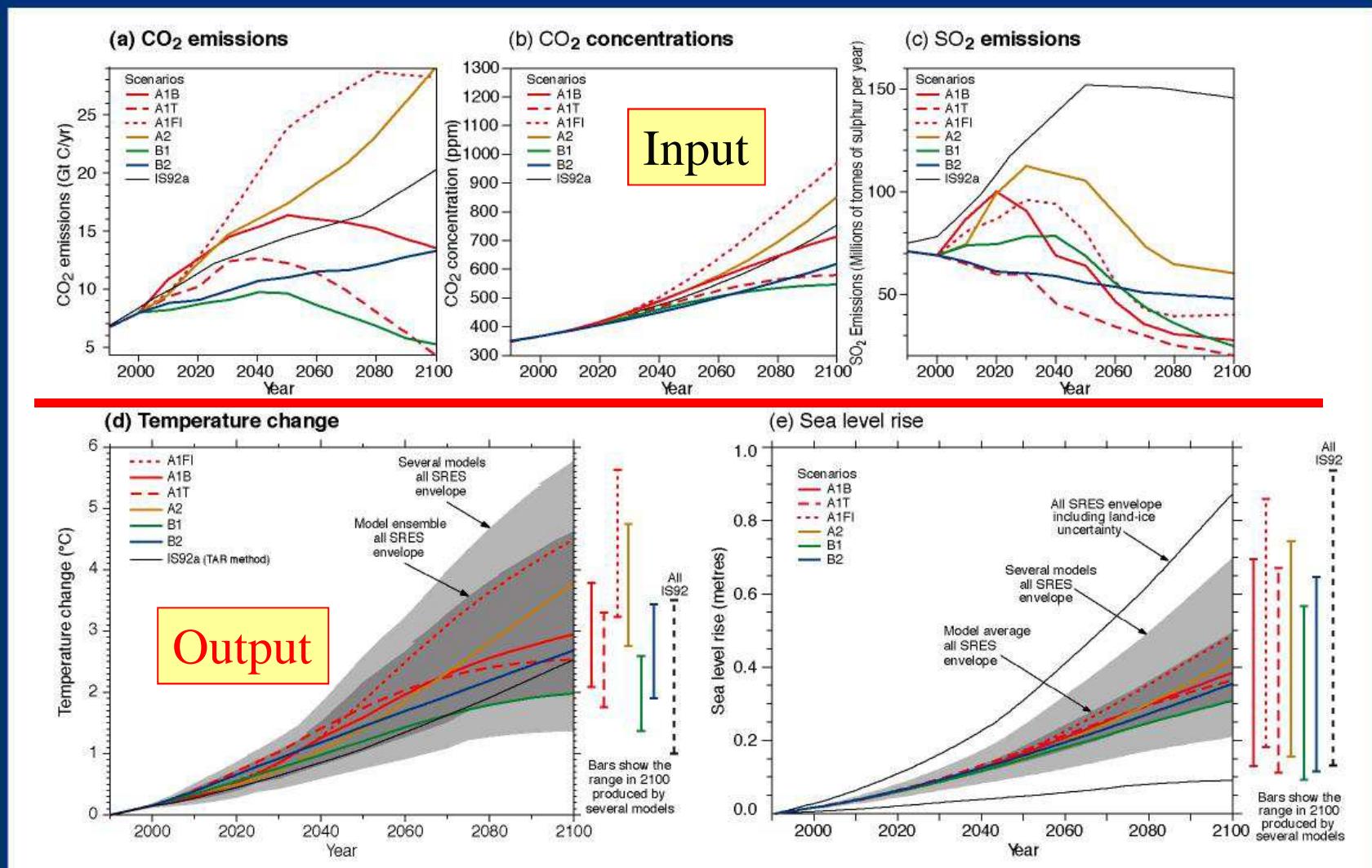
Normalized by standard deviation

Donat, Renggli, Wild, Alexander, Leckebusch & Ulbrich, 2011 (GRL)

## Ursachen von Variationen der Auftrittshaeufigkeit von Extremen:



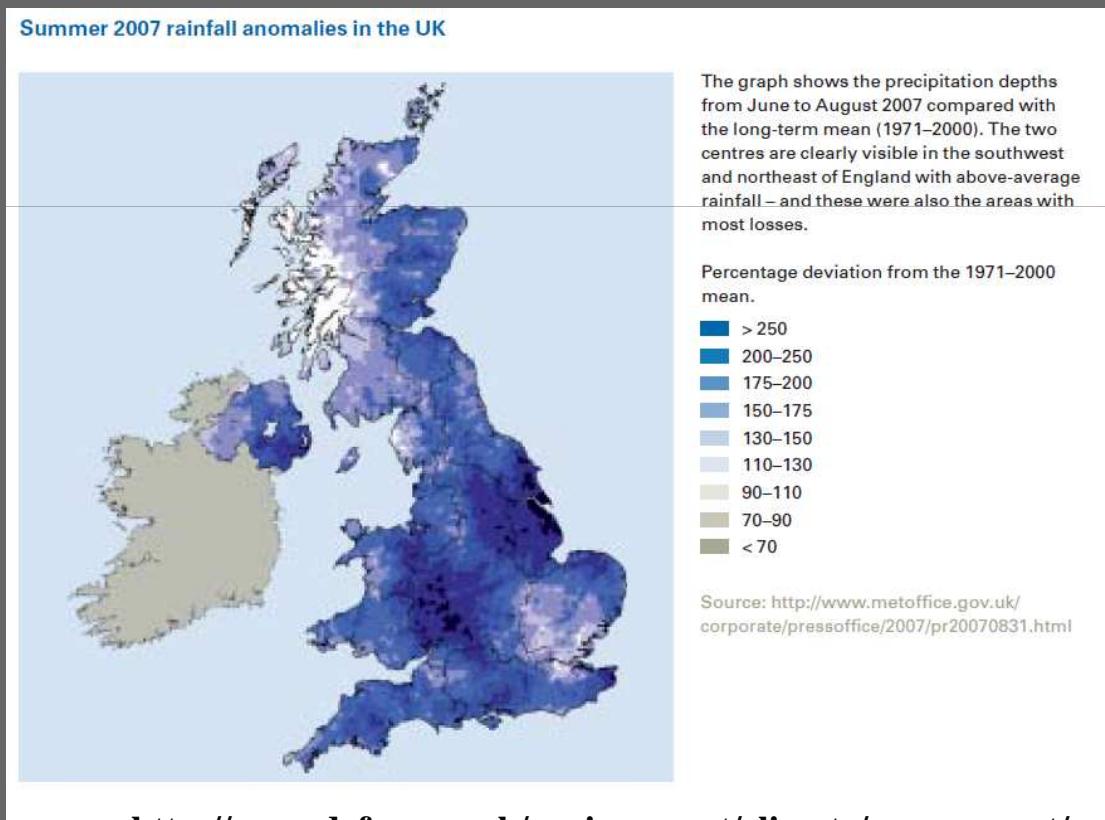
# The global climate of the 21st century



WG1 - SPM FIGURE 5

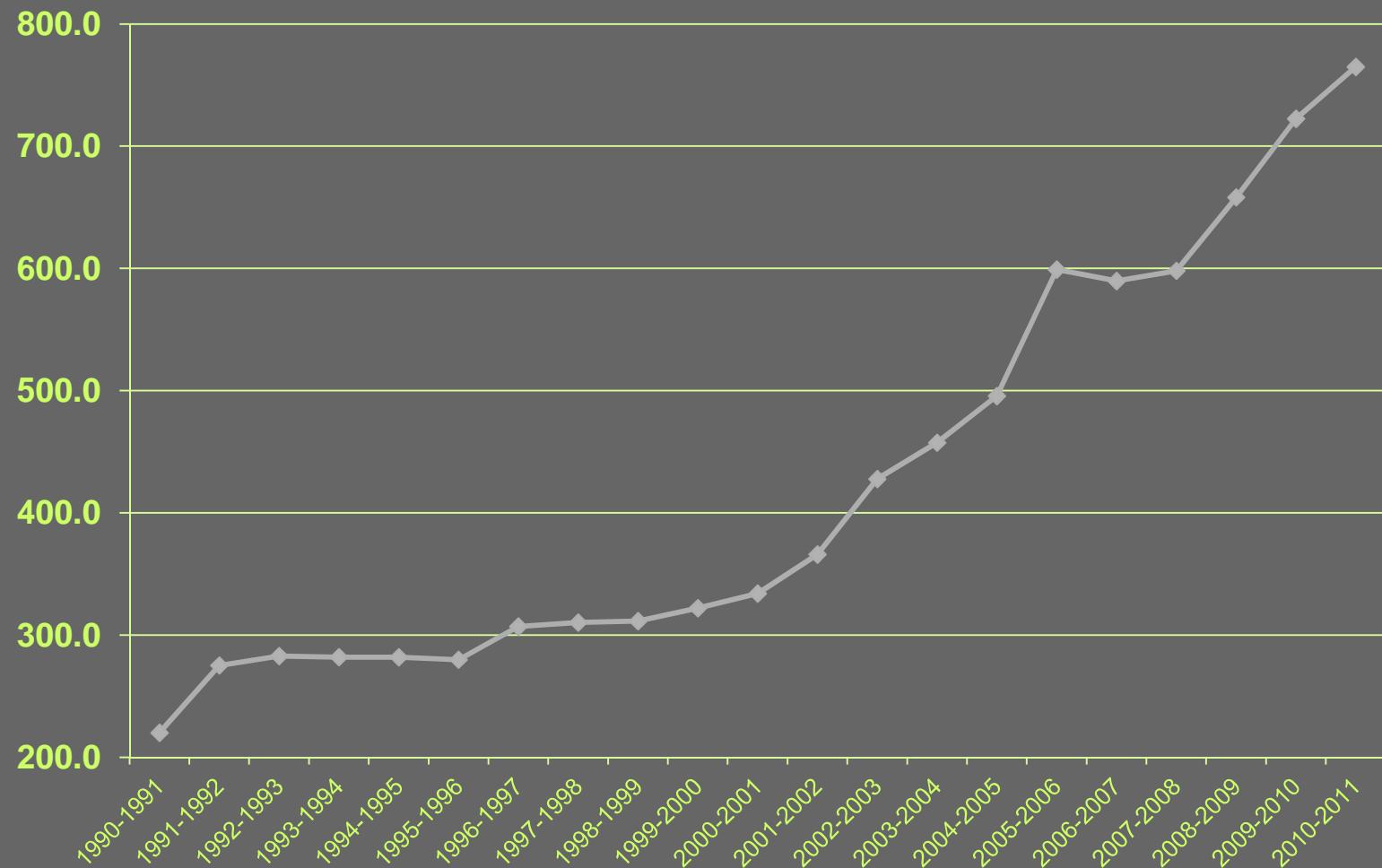
## Beispiel 1: England

- a) Hochwasser → Energie
- b) Indirekte Einflüsse auf Infrastruktur



<http://www.defra.gov.uk/environment/climate/government/>

## DEFRA Funding for Flood protection



Source: DEFRA

Figure 7.2 Numbers of residential properties at significant likelihood of flooding (river and tidal) in England and Wales

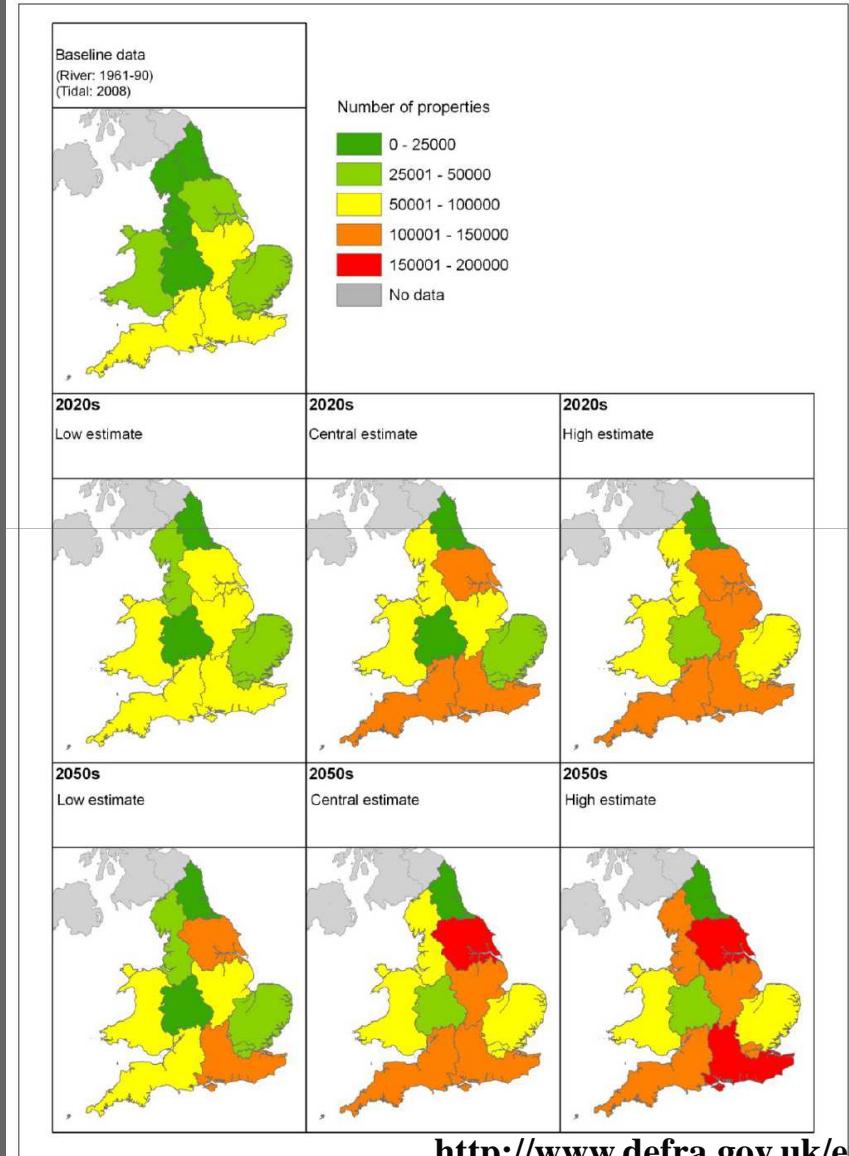
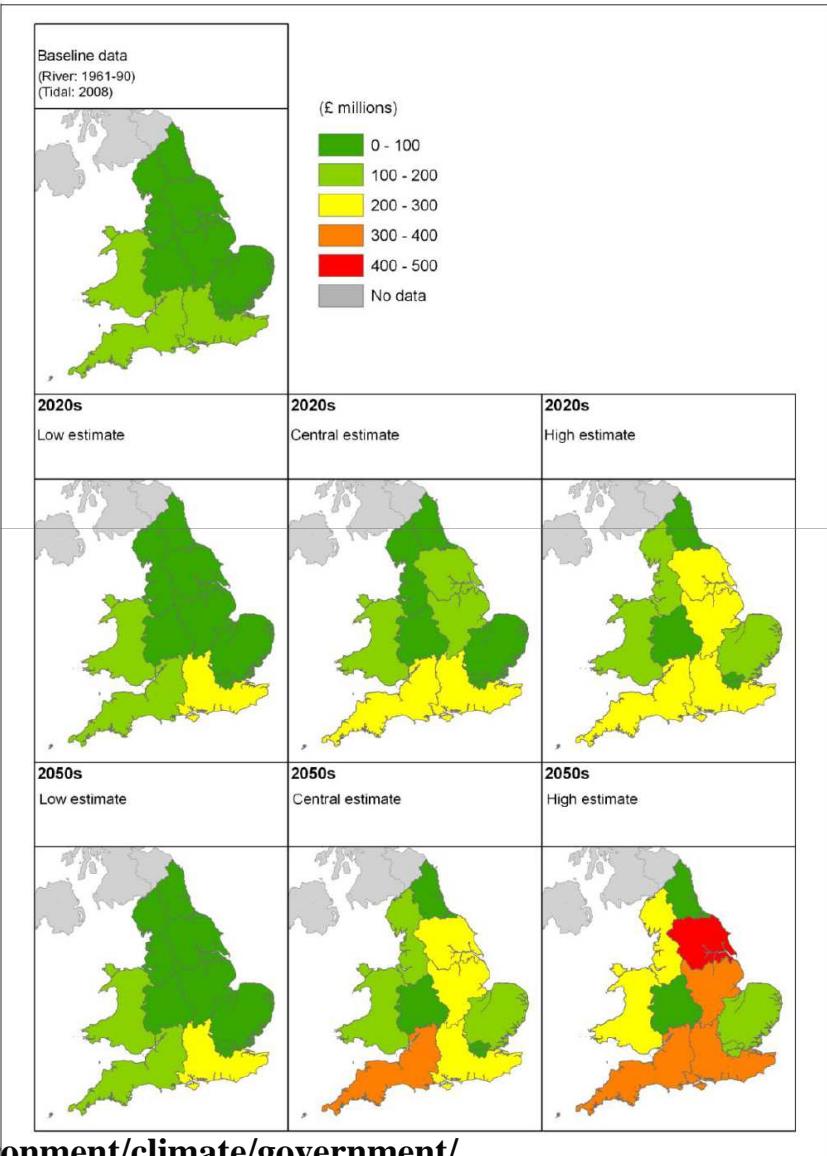


Figure 7.3 Projected EAD for residential properties at significant likelihood of flooding (river and tidal) in England and Wales





### Auswirkungen auf Energie-Sektor (UK):

Anzahl von Kraftwerken in England u. Wales in Gebieten mit signifikantem (RP<75J.) Hochwasserrisiko, die zumindest lokale Schutzstrukturen benoetigen:

2012: 19 (mit 10 GW = 15% der Erzeugung)

2020: 26 (16 GW) Spannbreite der Abschaetzung: 11-16 GW

2050: 34 (19 GW) 15-22 GW

2080: 38 (22 GW) 19-25 GW

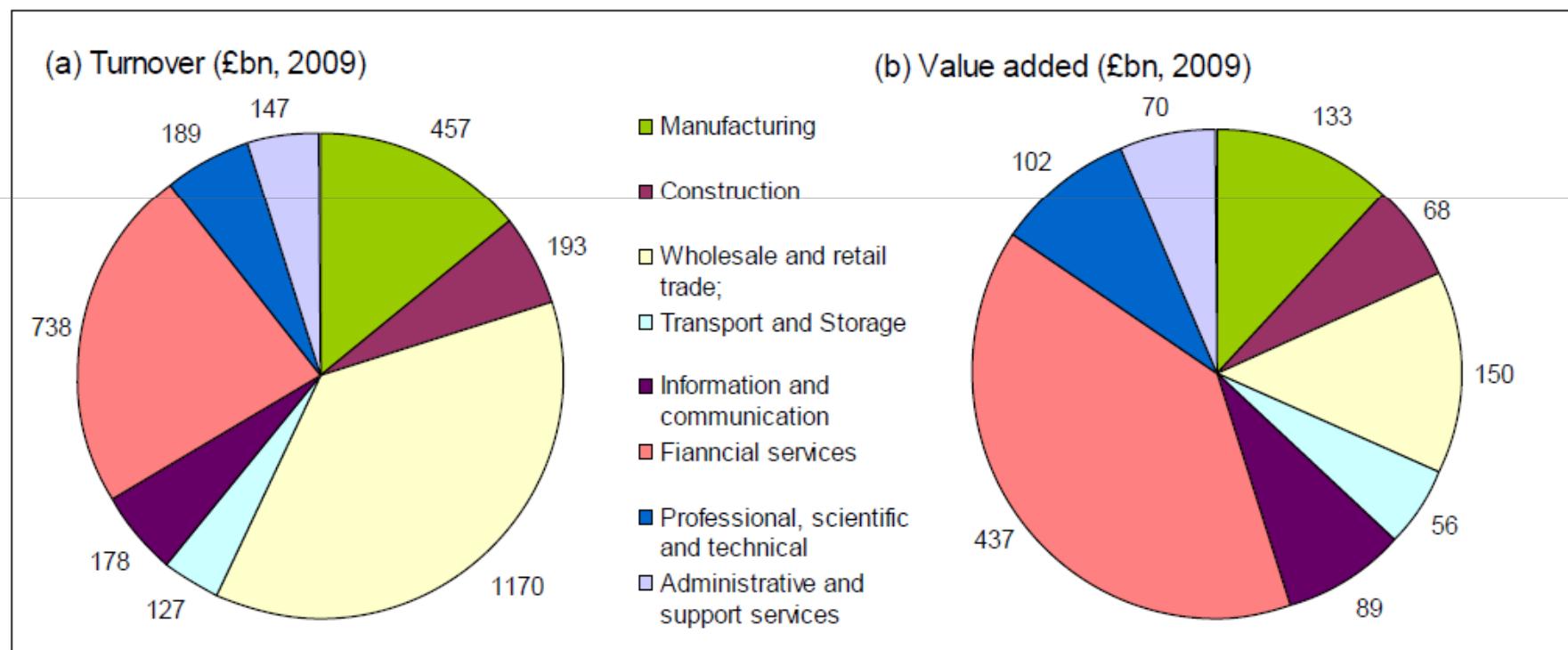
Annahme: unveraenderte Standorte

<http://www.defra.gov.uk/environment/climate/government/>

## Indirekte Auswirkungen von ACC auf Infrastruktur:

## Bruttowertschoepfung

**Figure 5.2 Turnover and Gross Value Added for the largest Sections of the UK economy**



Source Data: ONS Annual Business Survey (ABS) data

<http://www.defra.gov.uk/environment/climate/government/>

## Soziale Vulnerabilität: UK DEFRA Report 2012: Gebiete sozialer Benachteiligung

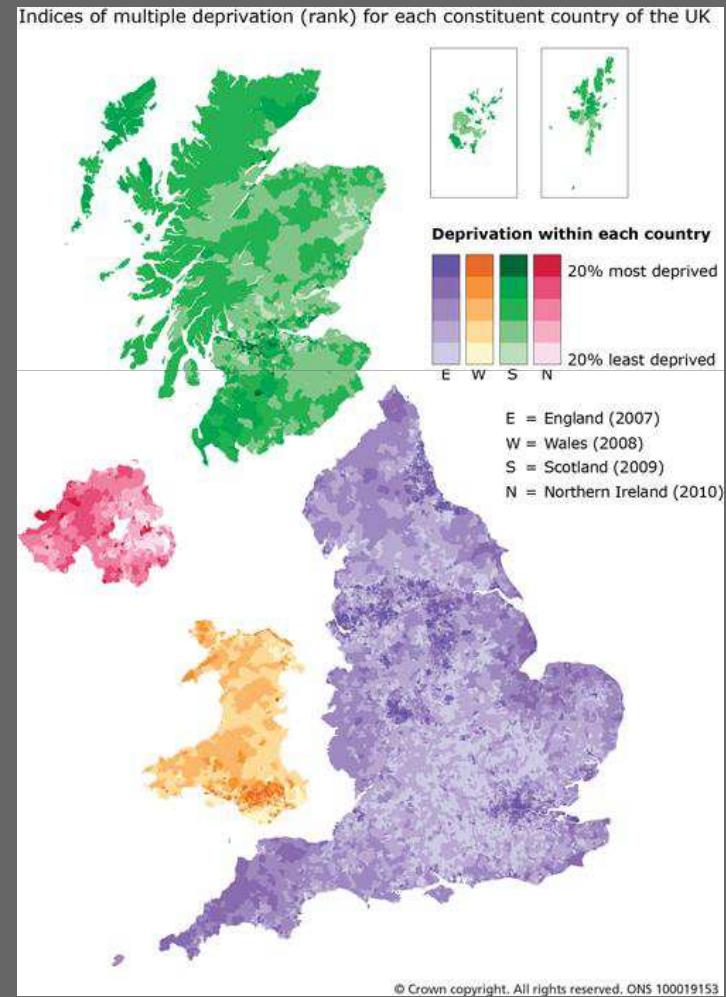
Ungleiche Verteilung der Folgen  
anthropogener Änderung:

Vor allem für

- Ältere
- Jugendliche
- “disadvantaged”

→ Frühzeitige Adaption notwendig

<http://www.defra.gov.uk/environment/climate/government/>



## Beispiel 2: Siedlungsentwaesserung (GER)

Niederschlagscharakteristik fuer die Siedlungsentwaesserung  
Jetzt vs. potentiell zukuenftig (IPCC A1b Szenario)

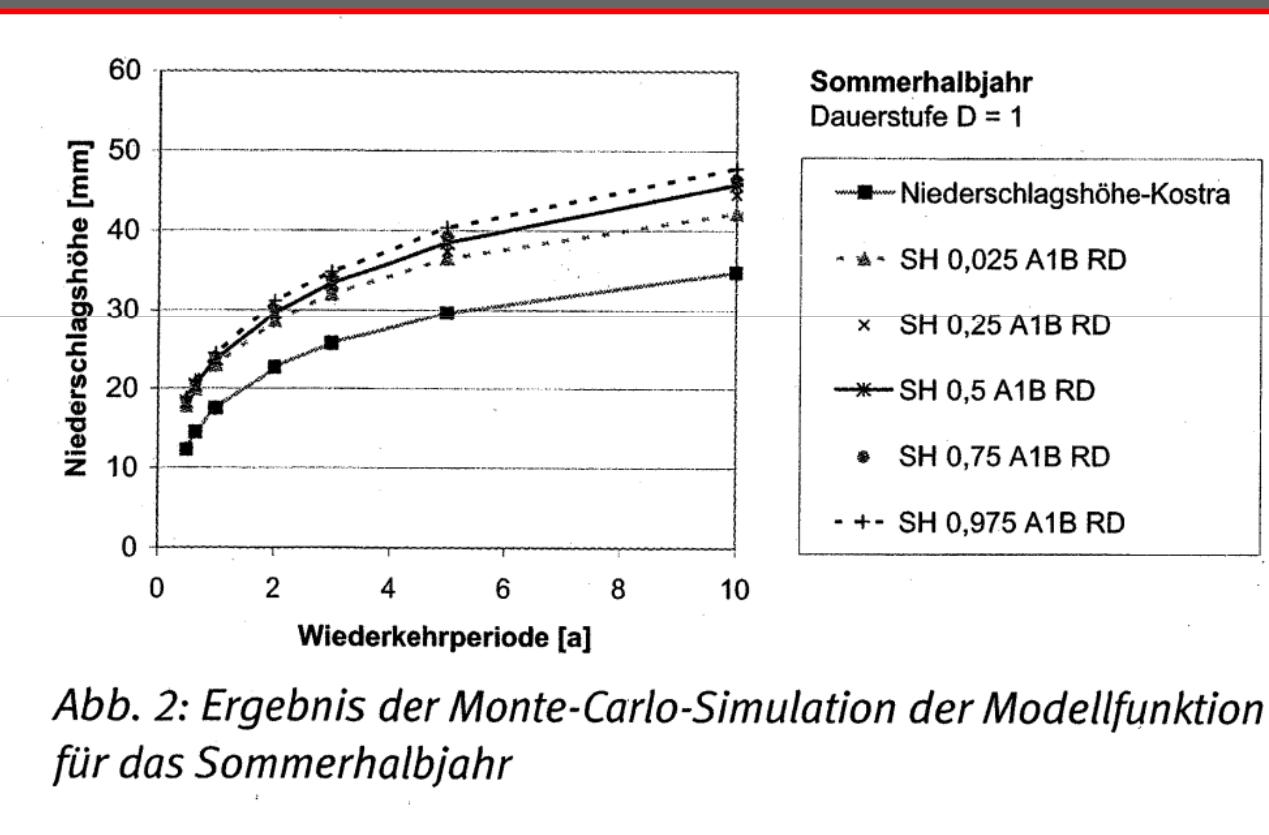


Abb. 2: Ergebnis der Monte-Carlo-Simulation der Modellfunktion  
für das Sommerhalbjahr

5-J.-Ereignis  
→  
2-J.-Ereignis

Stauffer, Leckebusch, Pinnekamp (2010) Korrespondenz Abwasser, Abfall, 57, Nr. 12



### Beispiel 3: Transport, Flughafen Muenchen

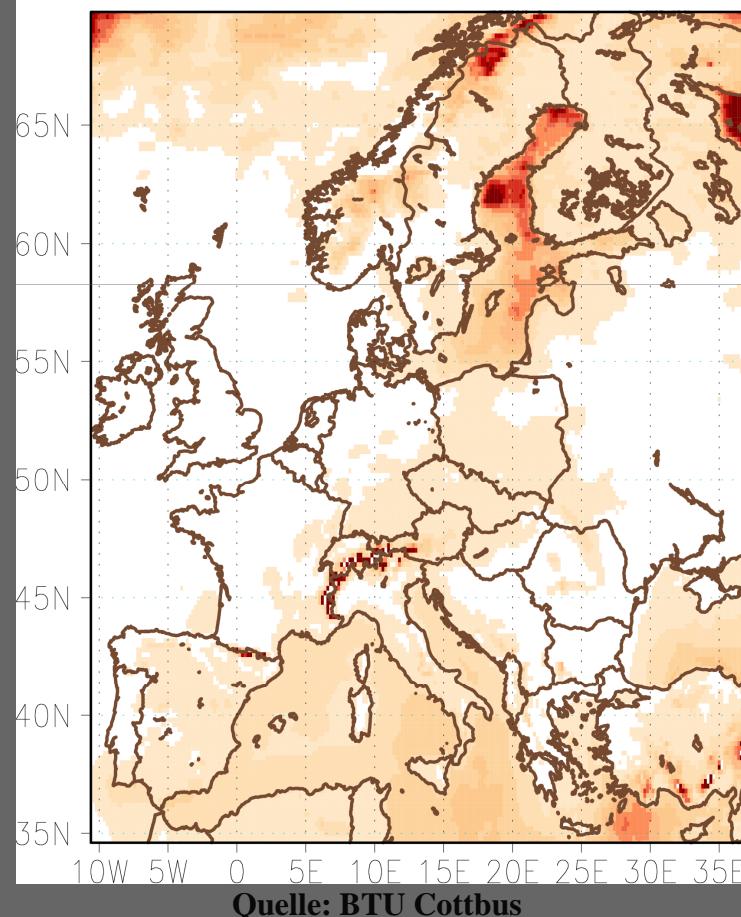
- a) Schwergewitter-Potential (TSP) Sueddeutschland
- b) Winterliches Schnee-Risiko am Flughafen Muenchen



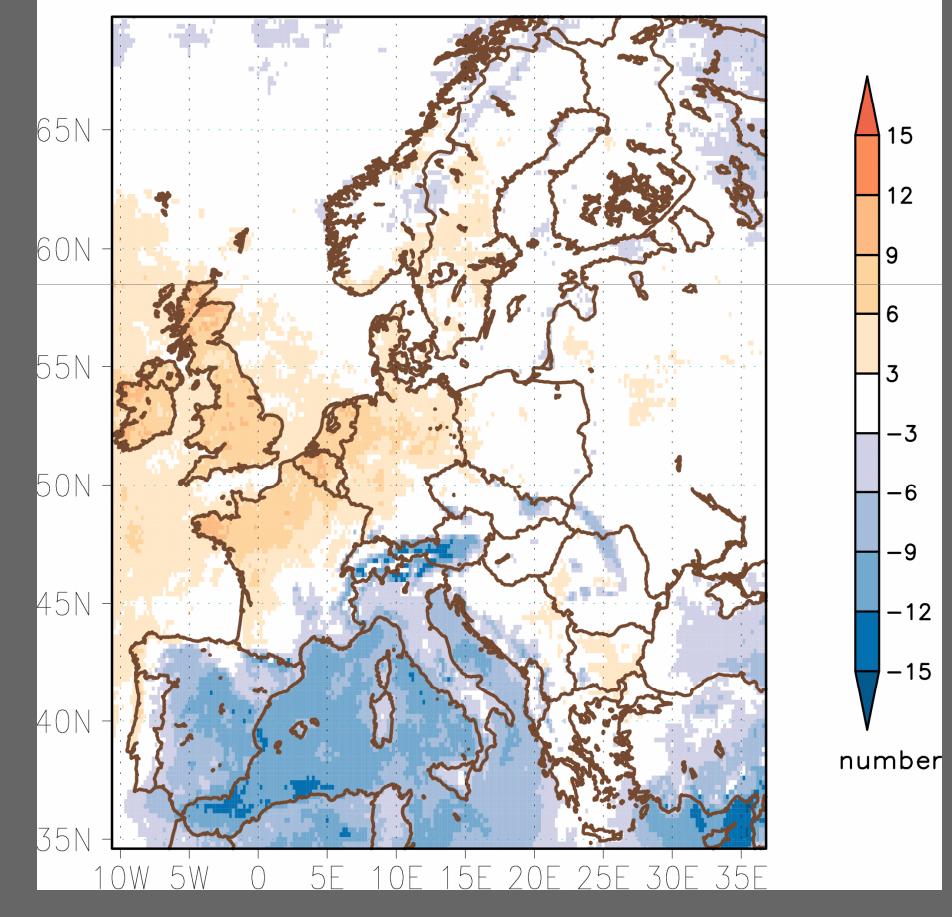
Klimasignal A1B- C20: Mittelwerte für Sommer (JJA, 12 UTC)

Regional-Modell CLM, Antrieb: ECHAM5-OM1

TSP-Änderung in %



Anzahl Tage OHNE Gewitter

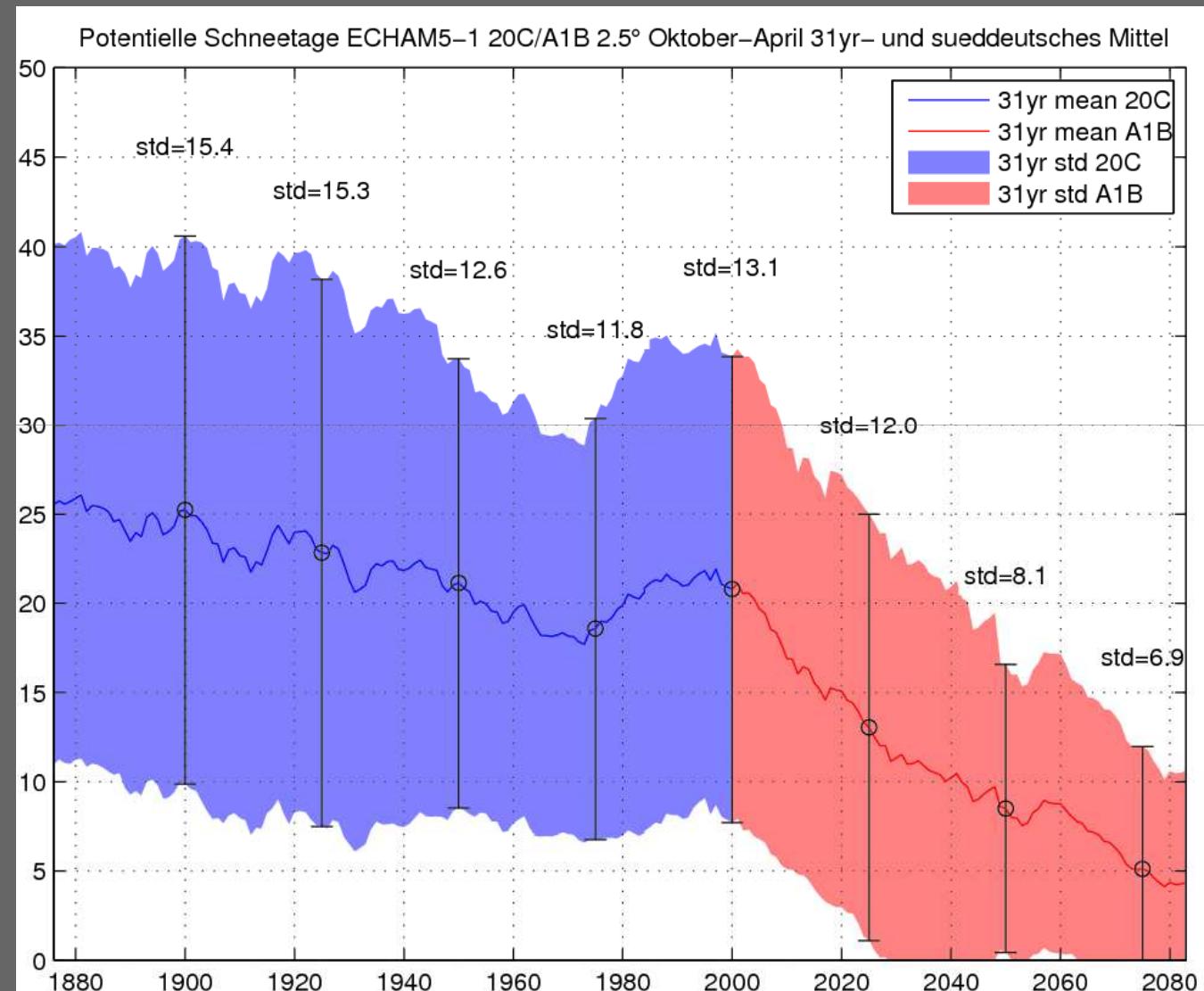


## ECHAM5-1: Zeitreihe Anzahl potentieller Schneetage

**30-jährig gleitende und räumliche Mittelwerte und Standardabweichungen der Anzahl potentieller Schneetage (ONDJFMA)**

**20C (blau) und A1B (rot)**

(Süddeutschland= 18 Gitterpunkte; 5.6-15°E, 47.5-51.3°N)





### Beispiel 4: Europaeischer Wintersturm



## Beobachtete und modellierte Schadensätze:

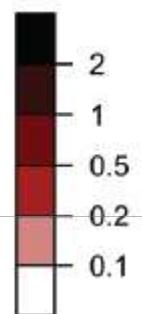
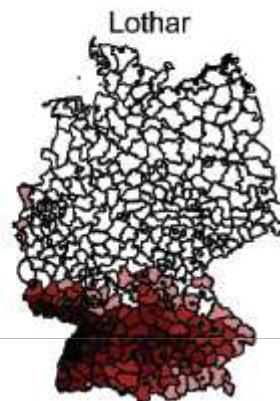
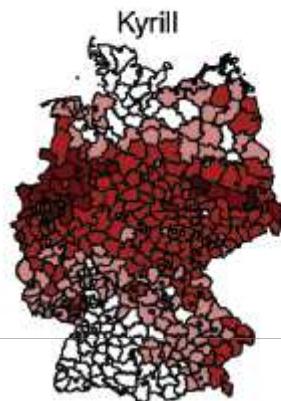
Kyrill  
17.-19.01.2007

Lothar  
24.-27.12.1999

Jeanett  
26.-29.10.2002

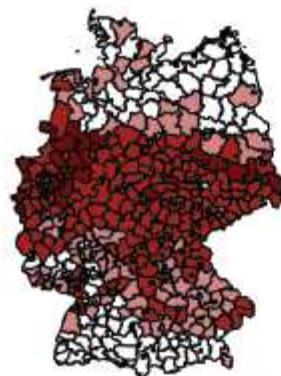
Anna  
25.02.-01.03.2002

insurance loss (VGW)



Einheit: % des lokalen Schadensatzes am Gesamtdeutschen Schadensatz

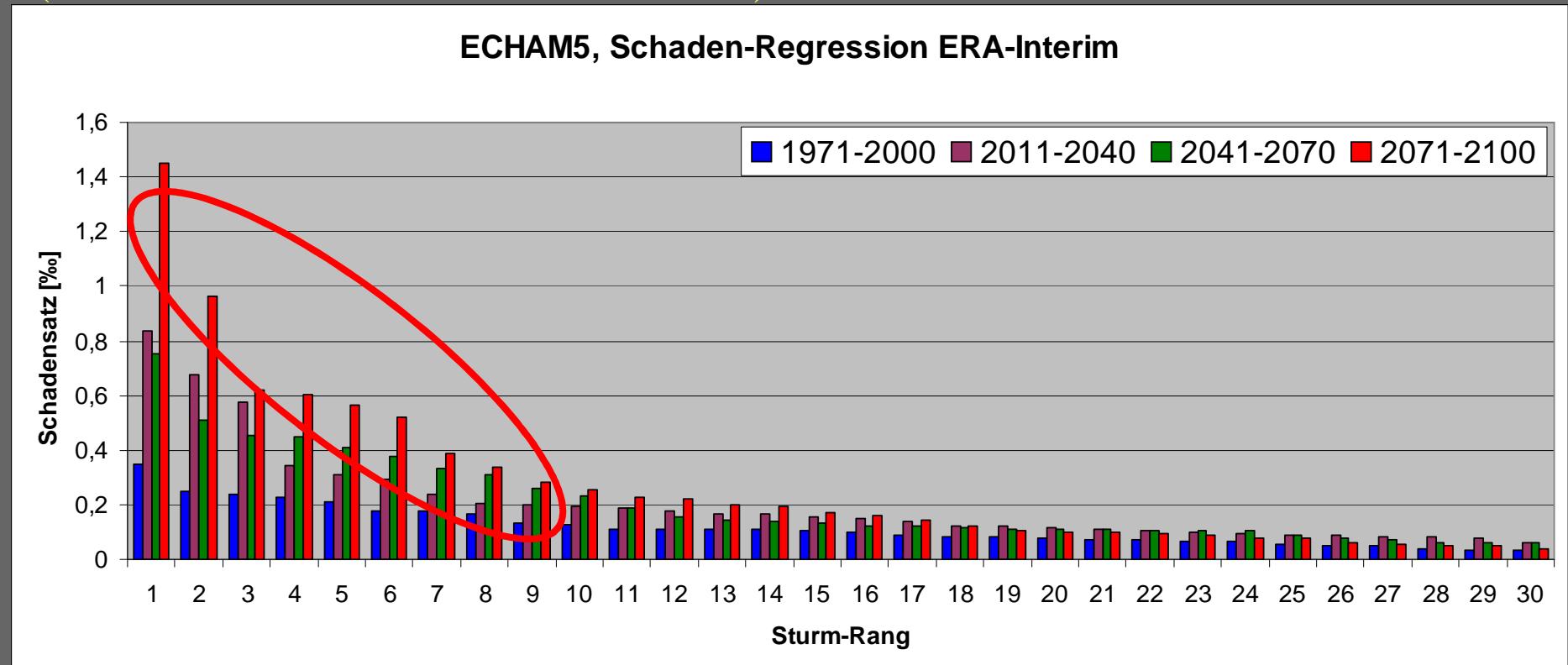
loss model (ERA-Interim gust)



Quelle: Donat, Pardowitz, Leckebusch, Ulbrich, Burghoff, 2011 (NHESS)

## Top 30 Severe Loss Events ECHAM5, Germany accumulated

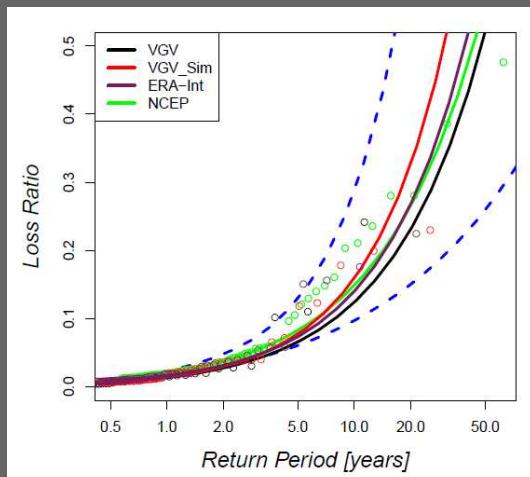
(3x30 Years ECHAM5-Ensemble):



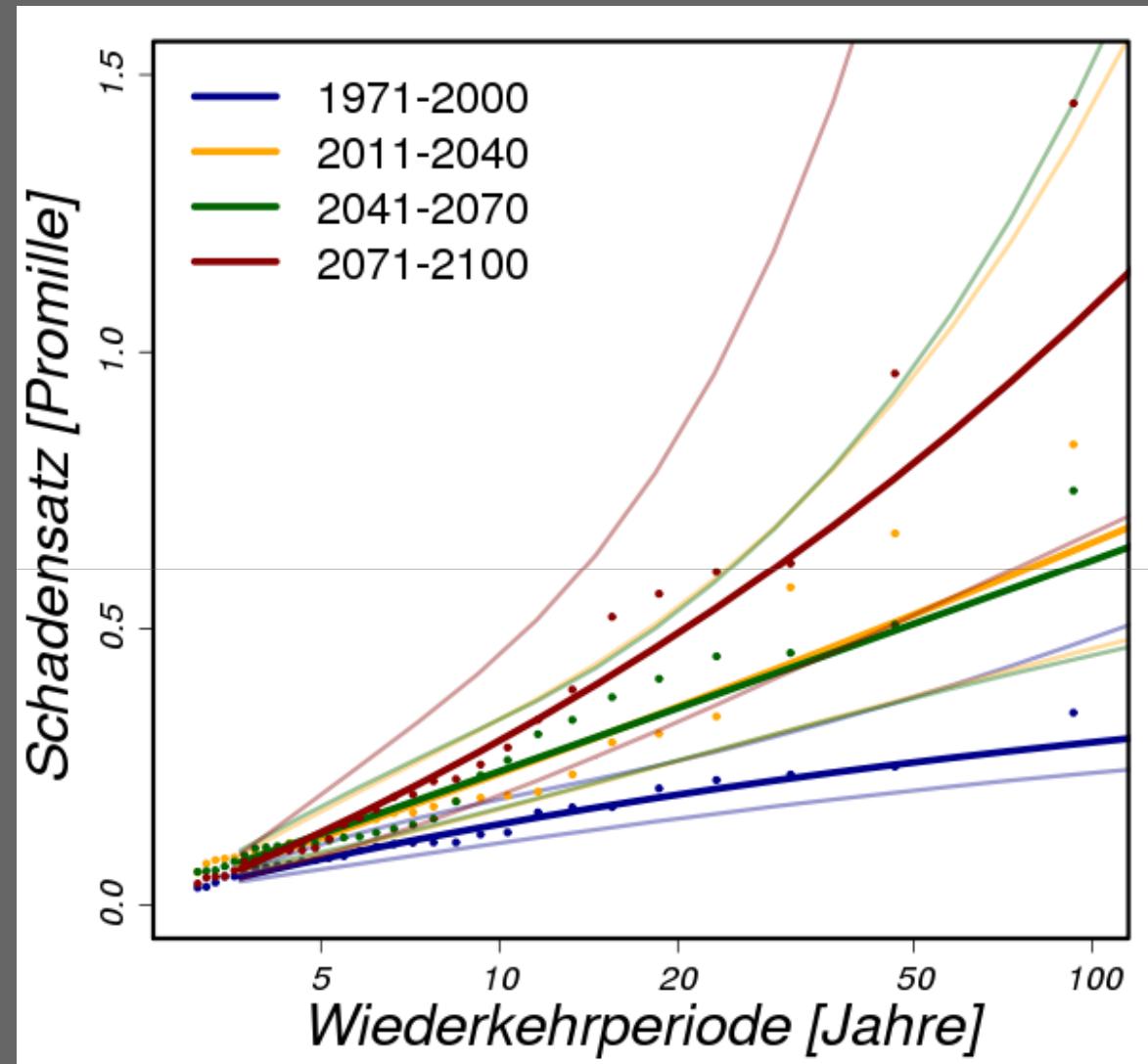
(based on insured values of the year 2007)

## Losses in Germany: GPD Fit

- best fit (Max. Likelihood Meth.);
- 95% Confidence intervals (Numerical Profile Likelihood Meth.)



Donat, Pardowitz, Leckebusch et al., 2011 (NHESS)



Pardowitz, Leckebusch et al., 2012 (in preparation)



1. **Infrastruktur im wesentlichen durch meteorologische u. klimatologische Extremereignisse belastet**
2. **Abschätzung der aktuellen Risiken unsicher :**  
aus statistischer Perspektive: nur eine Realisierung der Vergangenheit -  
Was ist theoretisch möglich?
3. **Natuerliche Variabilitaet, kombiniert mit anthropogener Einflussnahme,**  
verursacht eine **Veraenderung der naturwissenschaftlichen Gefaehrdung von**  
**Infrastruktur, unabhaengig von und zusaetlich zu aktuellen Wertetrends**  
**und entsprechender Vulnerabilitaetserhoehung**
4. **Anthropogen veraenderte klimatische Bedingungen (Extreme)**
  - veraenderte Infrastrukturbelastungen
  - teils neue kombinierte Risiken mit grossen Spannbreiten der Eintrittswahrscheinlichkeit