

UNIVERSITY OF
BIRMINGHAM

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

Trockenperioden



Dürren

Extreme Temperaturen



Hitzewellen

Orkantiefs



Sturmschäden



1995
Überschwemmung, Köln,
Deutschland



2002
Überschwemmungen, Europa



2003
Hitzewelle, Europa



1976
Wintersturm Capella, Europa

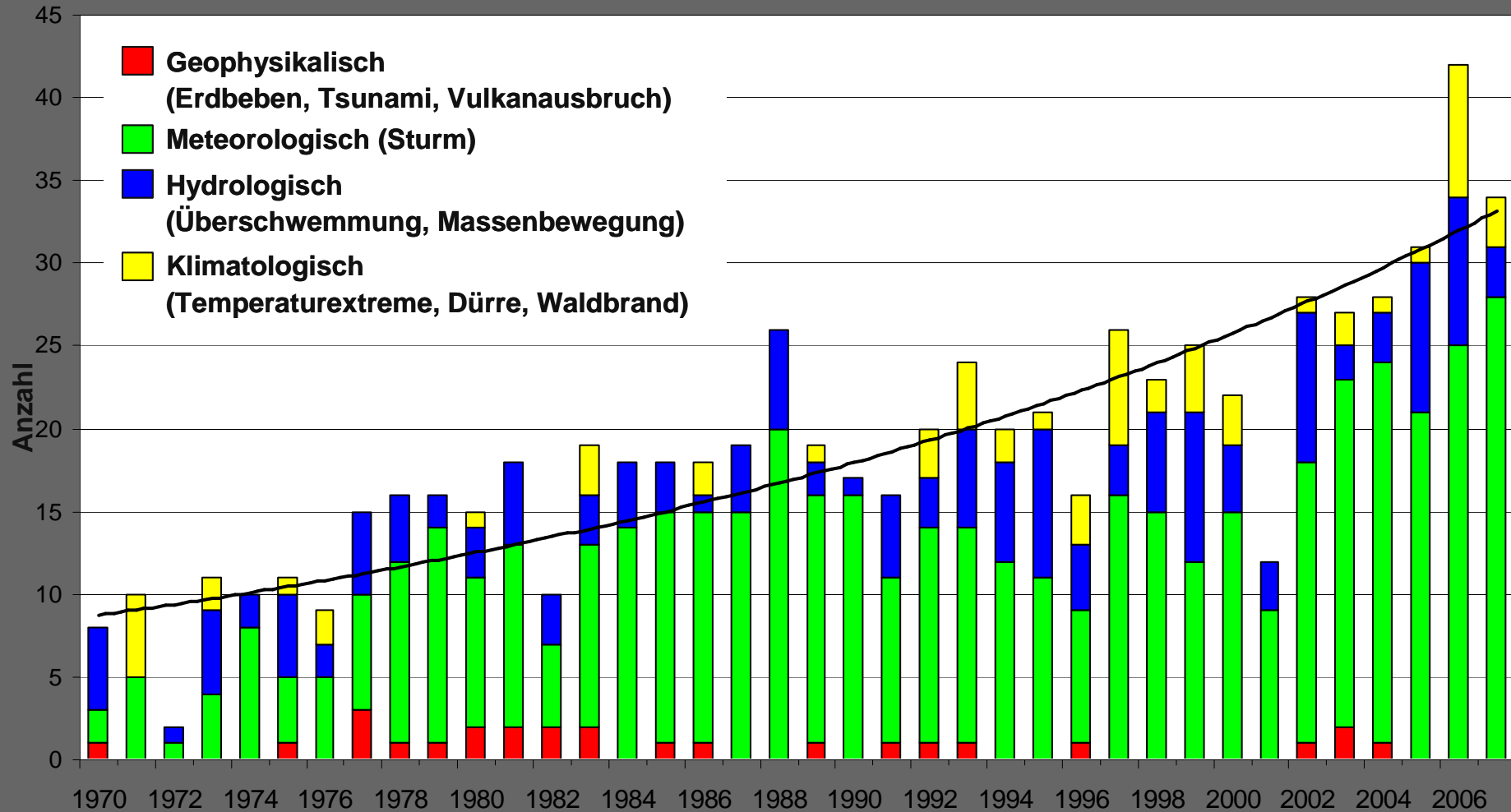


1999
Wintersturm Lothar, Europa



Jährliche Anzahl von Schadenereignissen

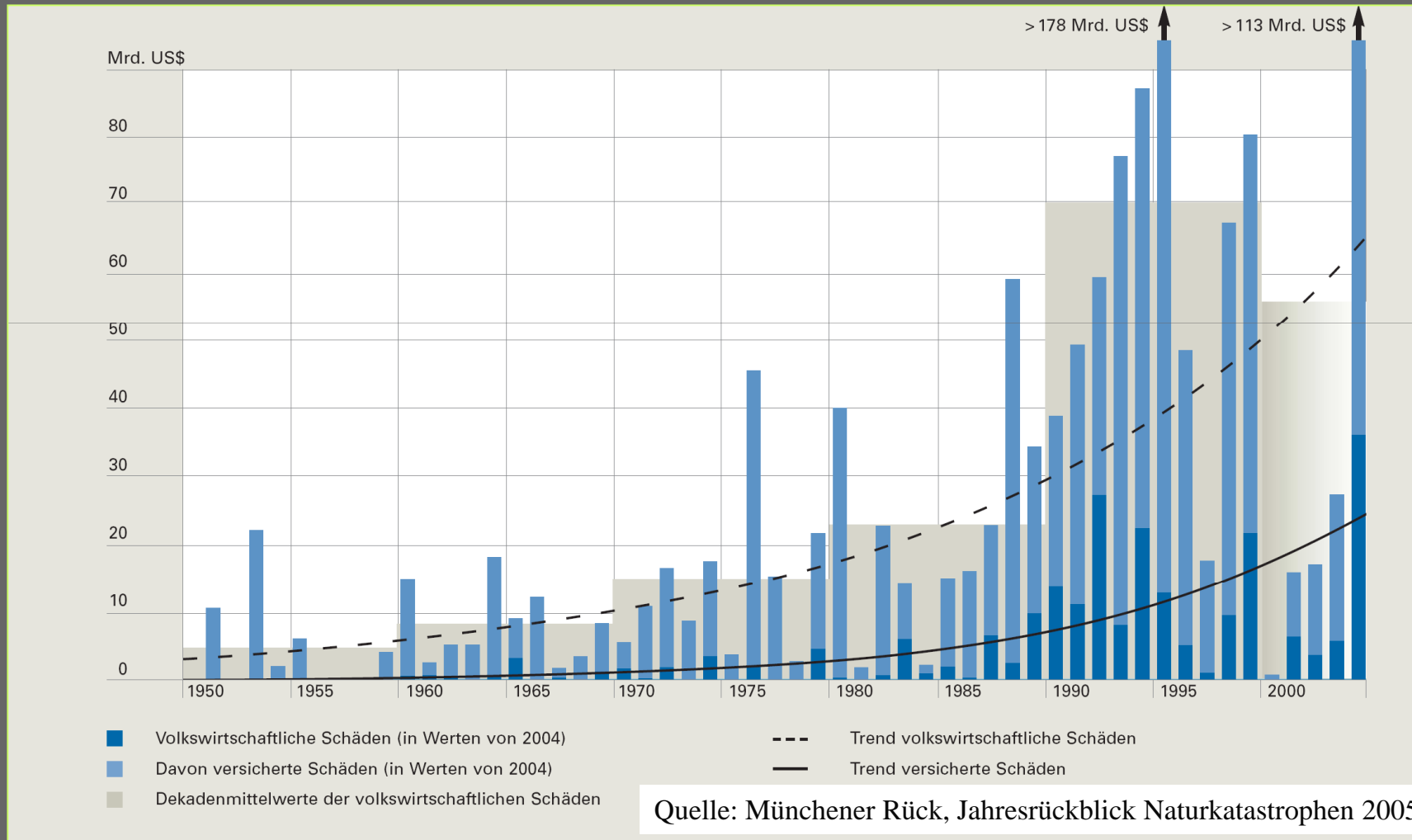
aus Naturgefahren in Deutschland 1970 – 2007



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?

Genauere 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. Ernaehrung
3. Wasserverfuegbarkeit
4. Verkehr (Transport)
5. Telekommunikation
6. Notfalldienste (Katastrophenschutz)
7. Gesundheitswesen
8. Finanzdienstleistungen und
9. Regierung/oeffentliche Verwaltung

→ Wechselwirkungen !



Technische Infrastruktur:

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

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

Verkehr: Flughafen, Strasse, Schiene

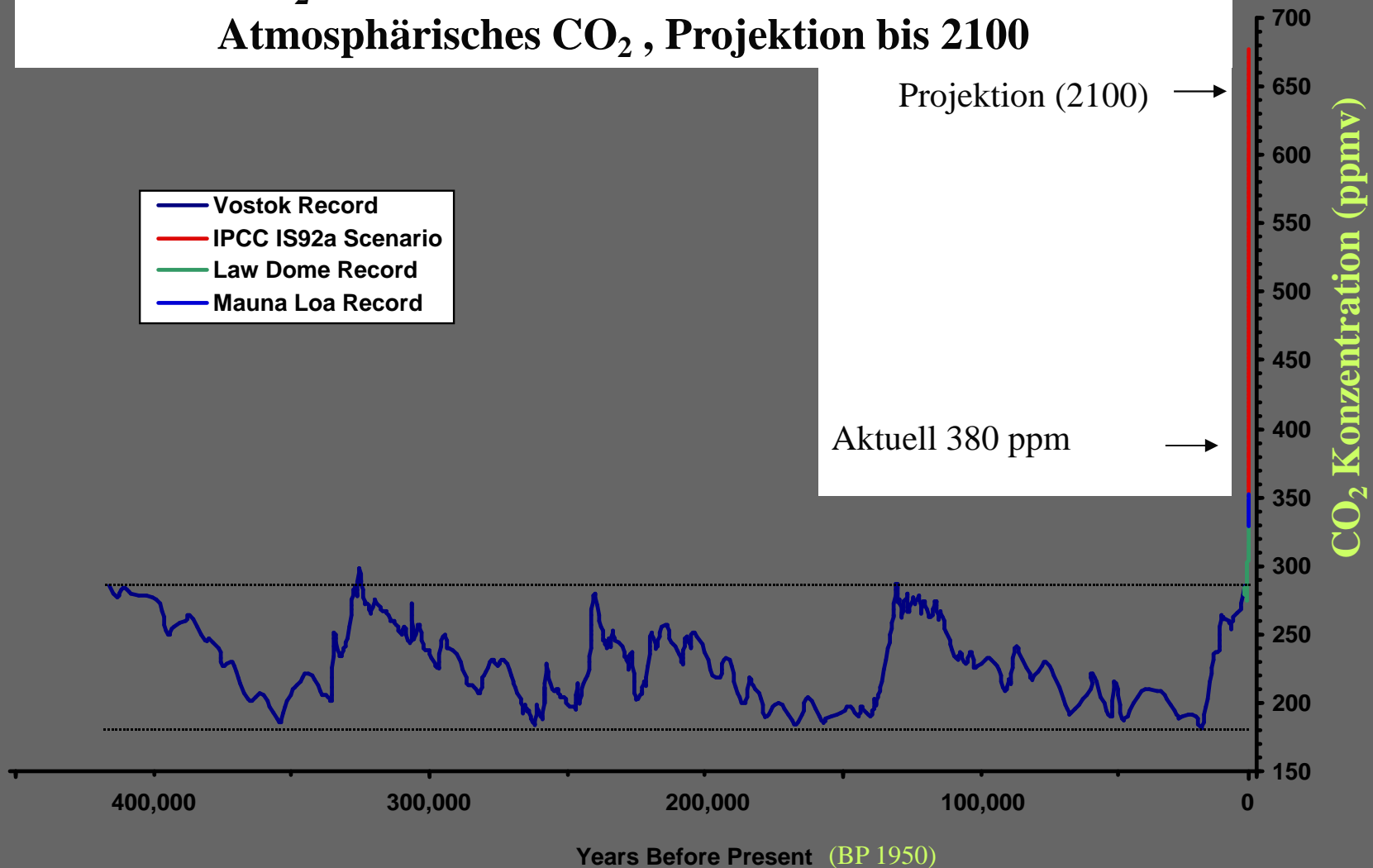
Systemische Strukturen: Katastrophenvorsorge (staatlich), Notfallpläne, IT Systeme, Investitionsabsicherungen (DESERTEC), Instrumente nicht staatlicher Katastrophenvorsorge: Versicherungen, Rueckversicherungen, Finanzmaerkte, etc.

Dabei: aktuelle Gefaehrdung unklar!

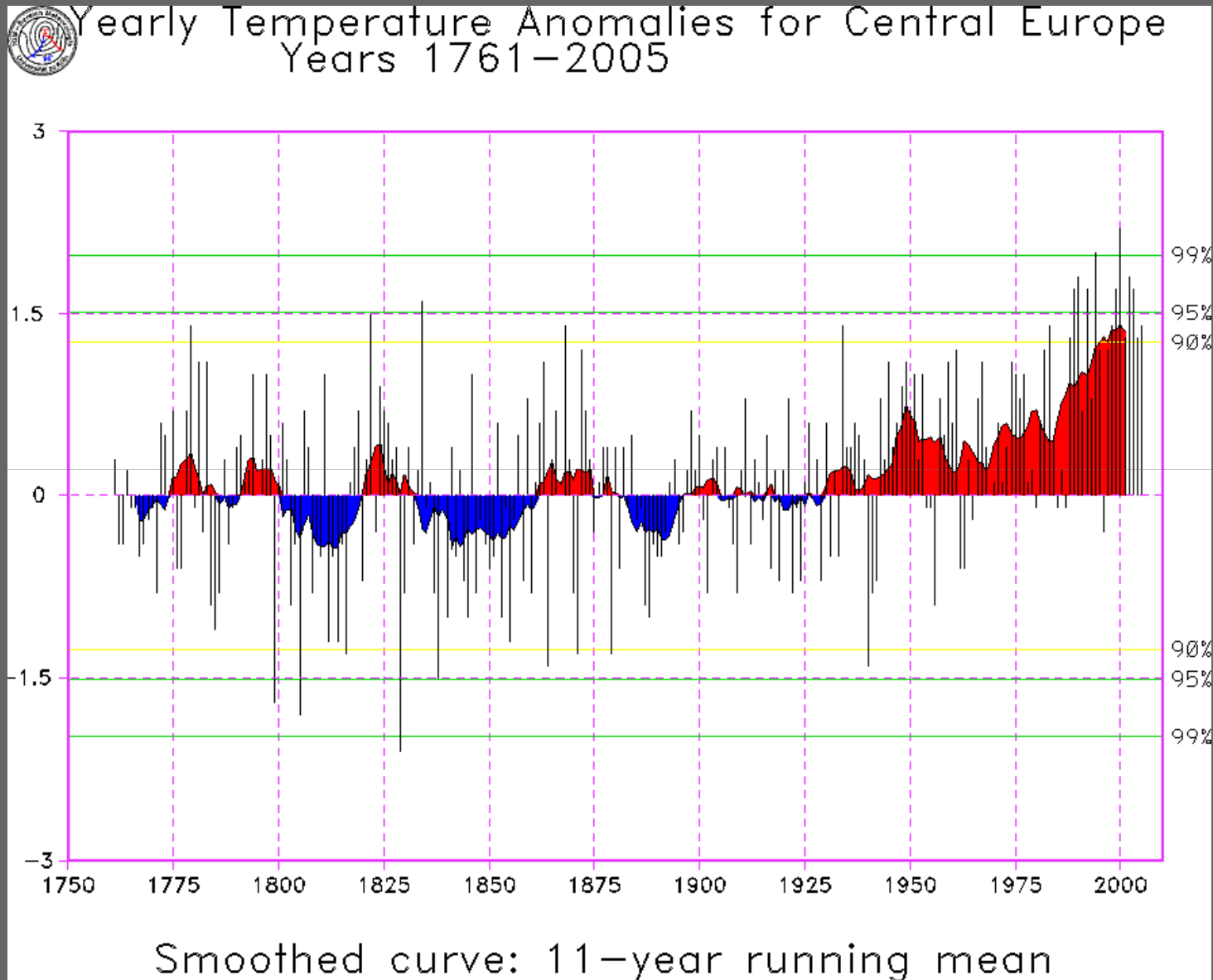
- Welche Wiederkehrperiode hat ein Sturm wie Kyrill, oder groesser?
- Auf welcher Zeitskala ist welches Ereignis sicher einzuschätzen?
Interannual, dekadisch?
- Zeitskala der notwendigen Adaption von Infrastruktur? Mitigation???



CO₂ Konzentration in Eisbohrkernen und Atmosphärisches CO₂ , Projektion bis 2100



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



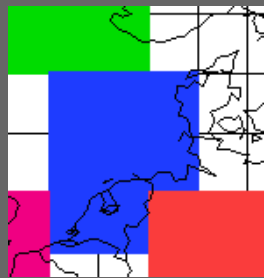
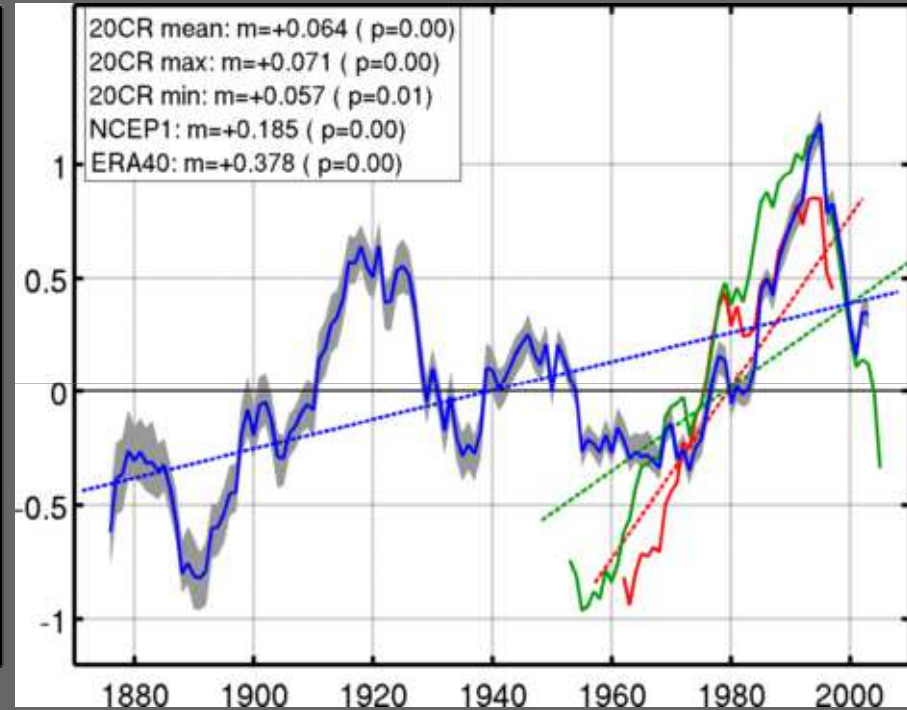
3. Klima : aktuelle Variabilitaet

Region: North Sea Central (NSC)

Anzahl Sturmtage

Annual perspective

95. Perzentil der max. Windgeschw.

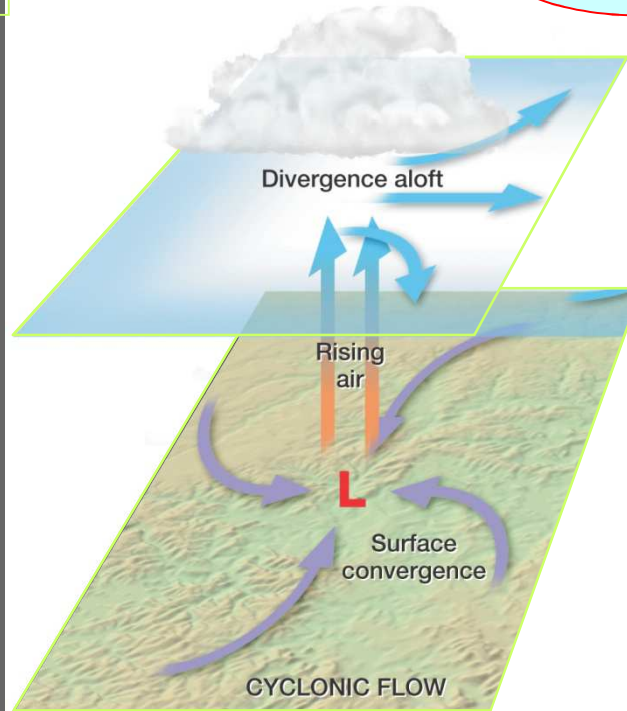
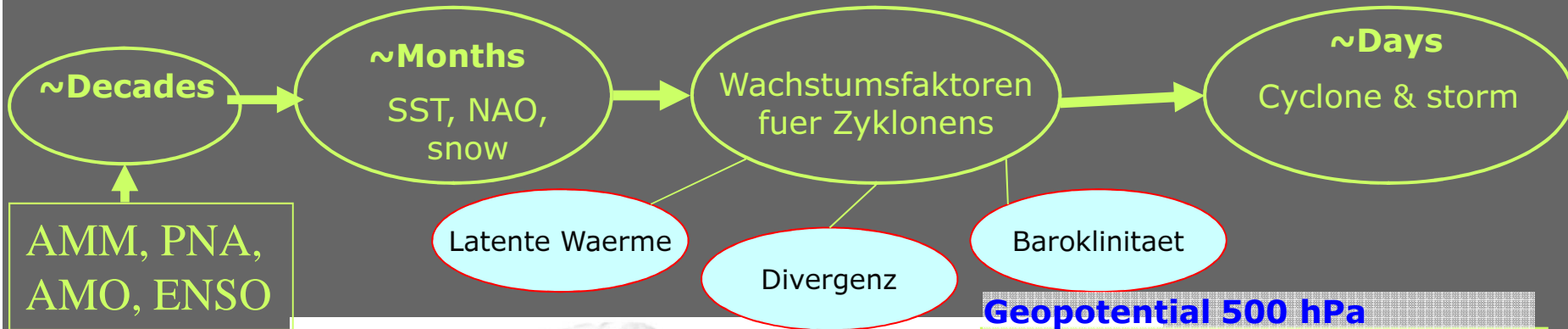


Normalized by standard deviation

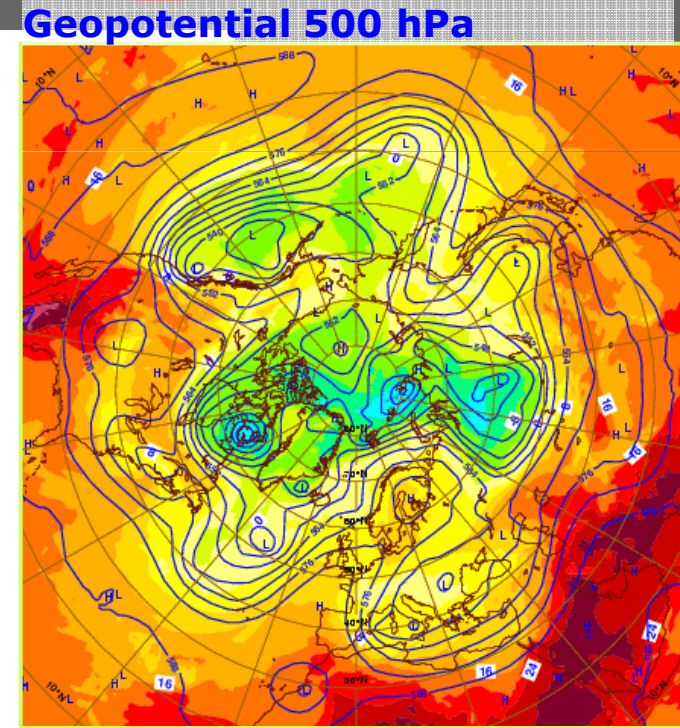
Donat, Rengli, Wild, Alexander, Leckebusch & Ulbrich, 2011 (GRL)



Ursachen von Variationen der Auftretshaeufigkeit von Extremen:

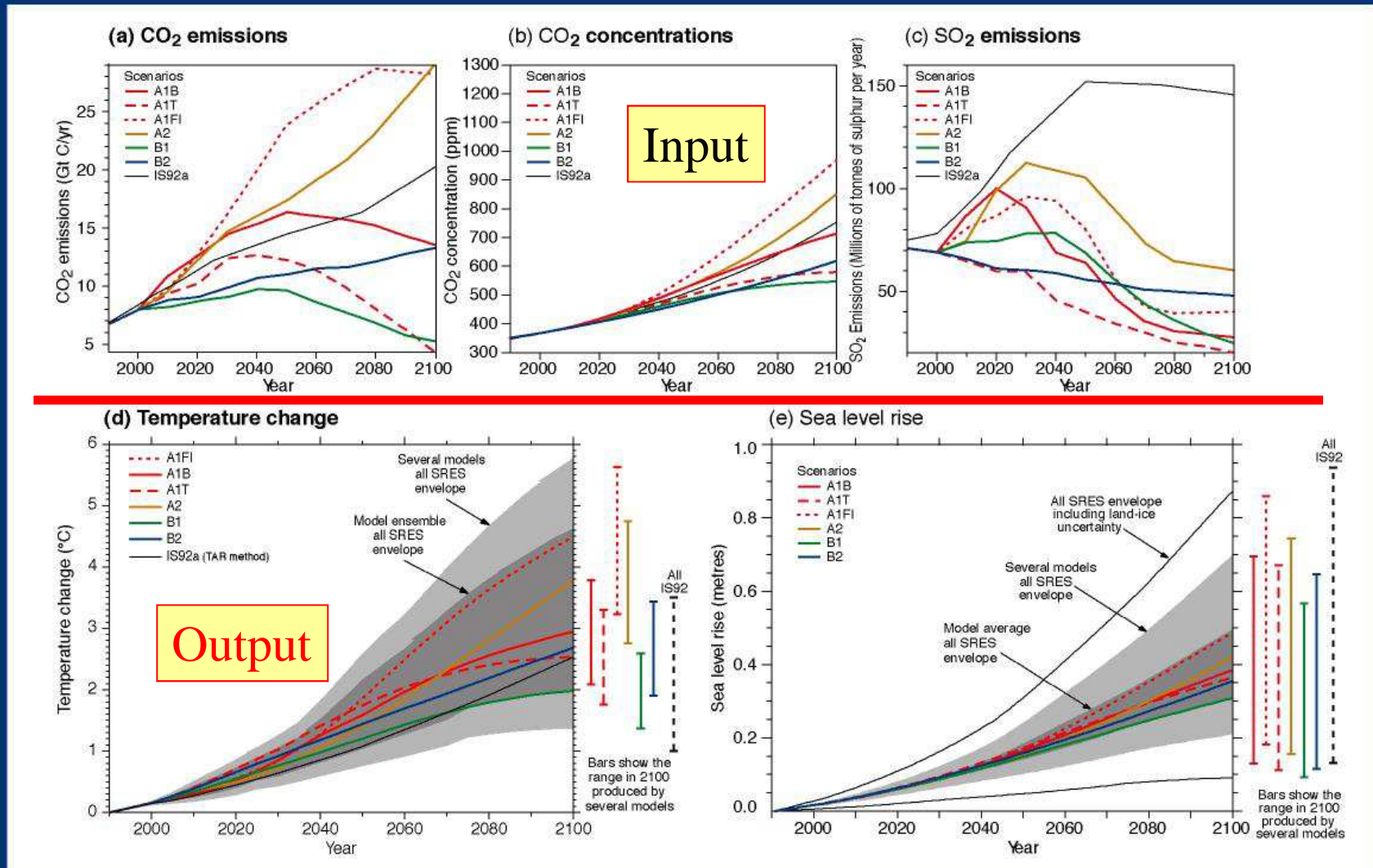


Adapted from Lutgens & Tarbuck (Eds., 2007)



ECMWF Forecast for 20.05.2010 00 UTC

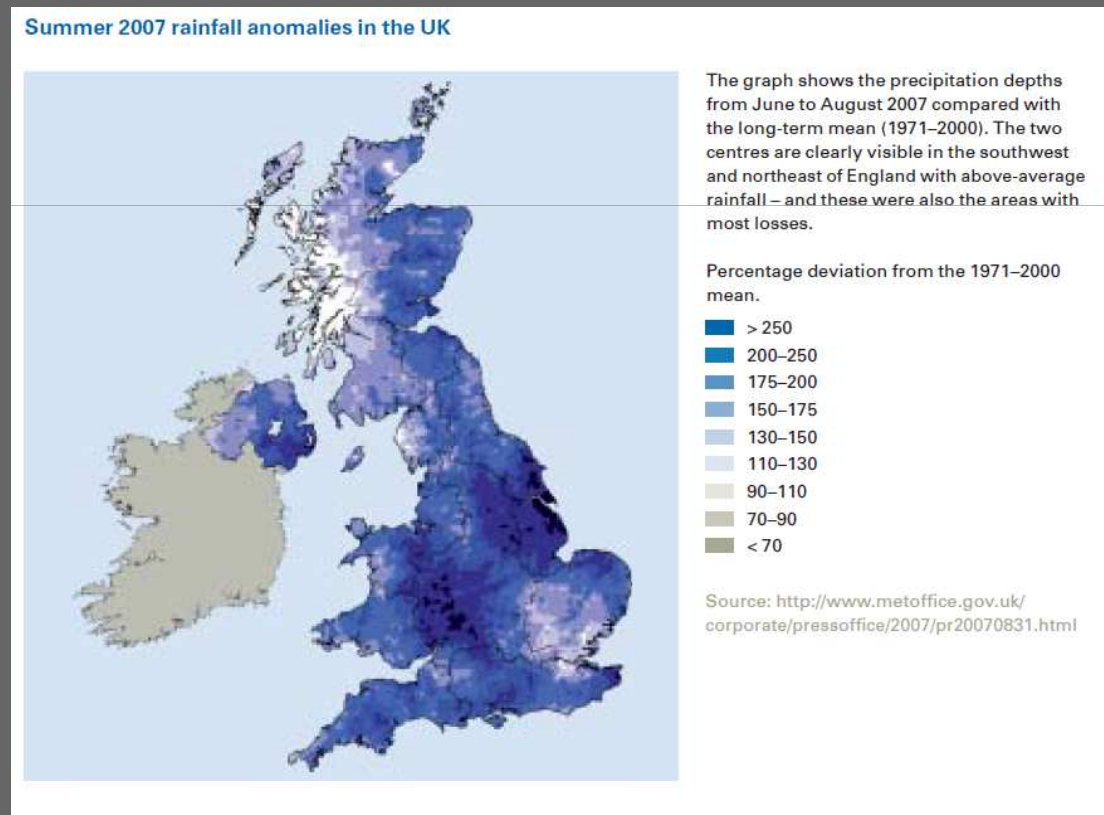
The global climate of the 21st century



WG1 - SPM FIGURE 5

Beispiel 1: England

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

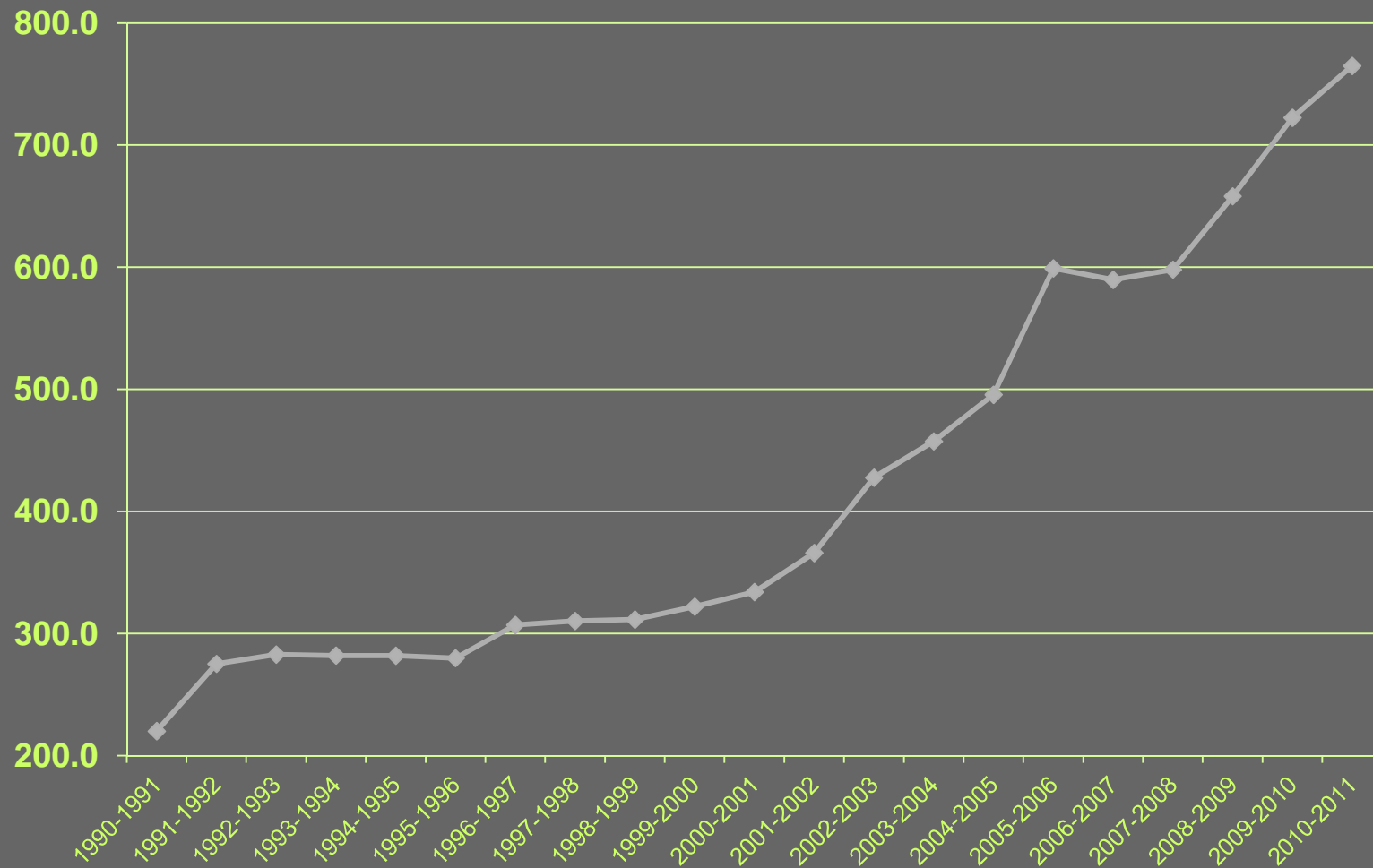


<http://www.defra.gov.uk/environment/climate/government/>



4. Klimaszenarien & Wirkung auf Infrastrukturen

DEFRA Funding for Flood protection



Source: DEFRA



4. Klimaszenarien & Wirkung auf Infrastrukturen

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

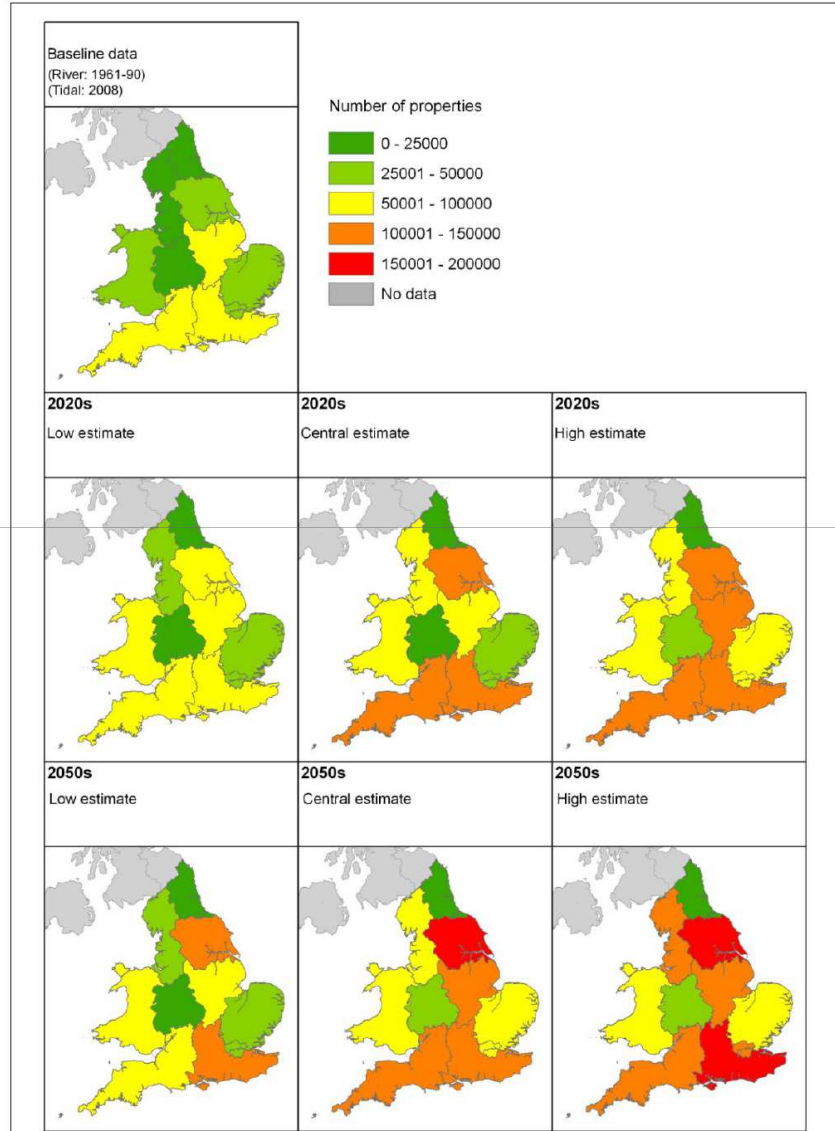
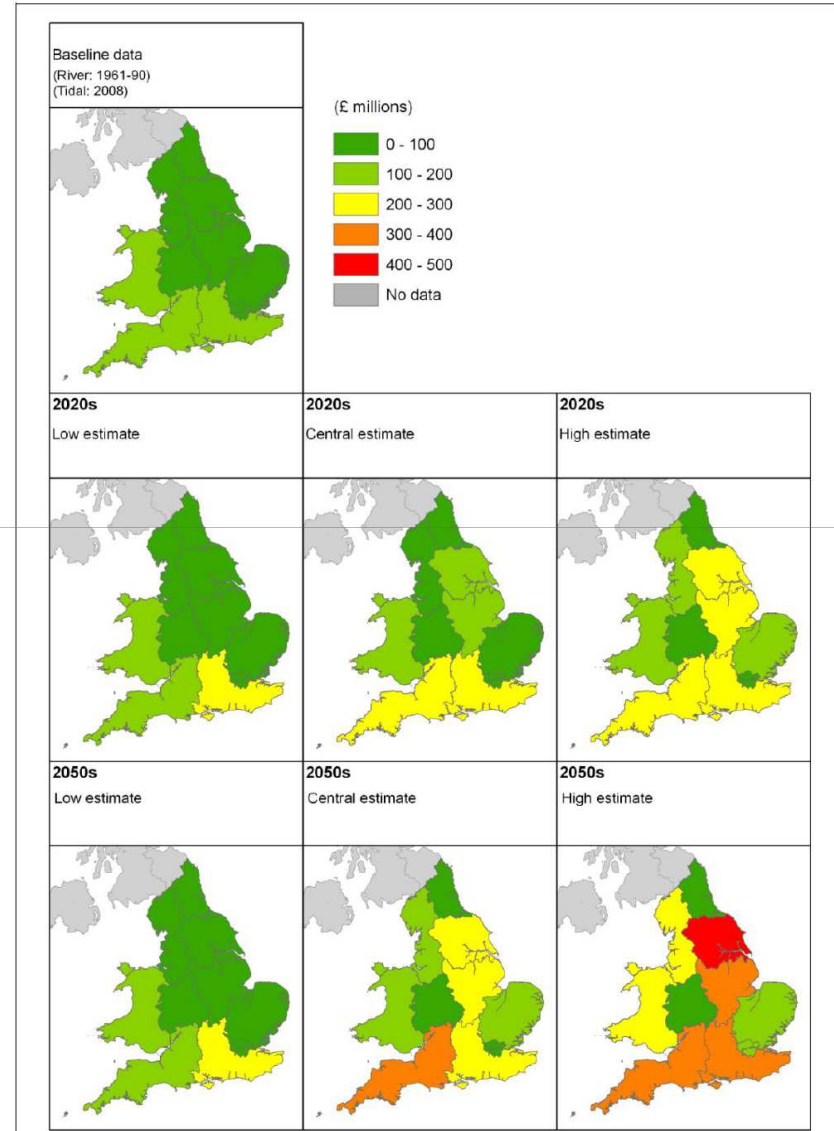


Figure 7.3 Projected EAD for residential properties at significant likelihood of flooding (river and tidal) in England and Wales



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



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

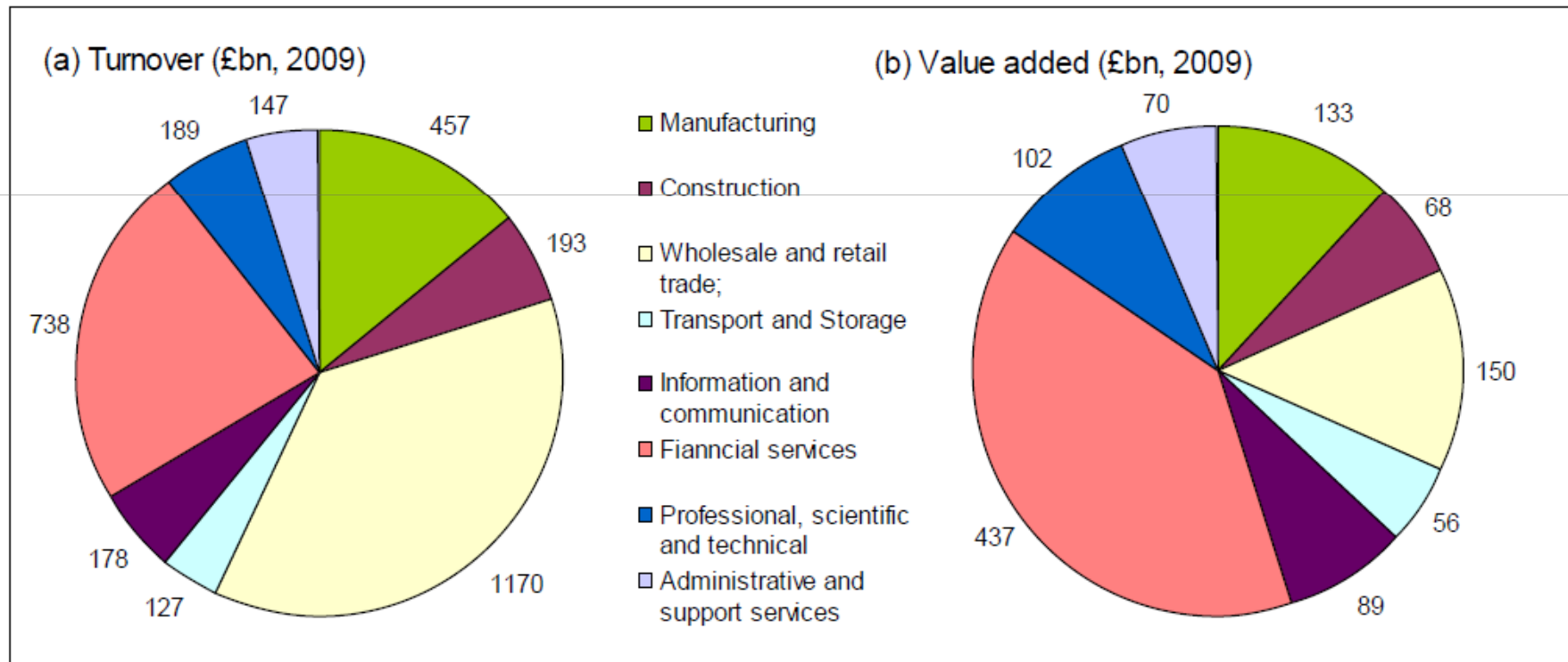
<http://www.defra.gov.uk/environment/climate/government/>



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:

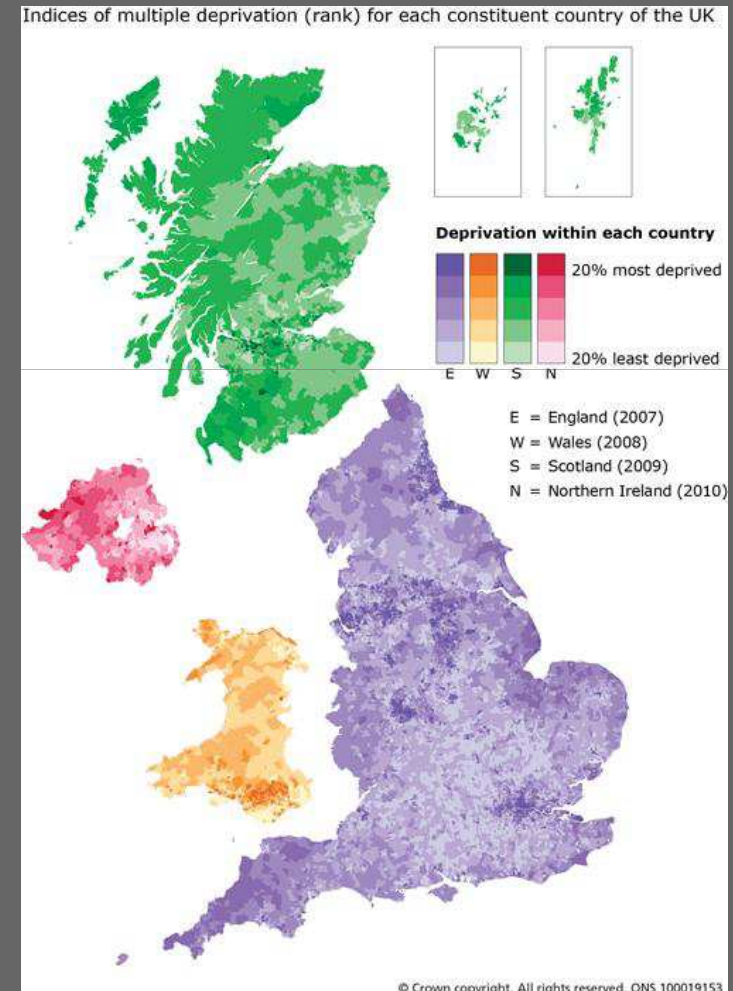
UK DEFRA Report 2012: Gebiete sozialer Benachteiligung

Ungleiche Verteilung der Folgen
anthropogener Aenderung:

Vor allem fuer

- Aeltere
- Jugendliche
- “disadvantaged”

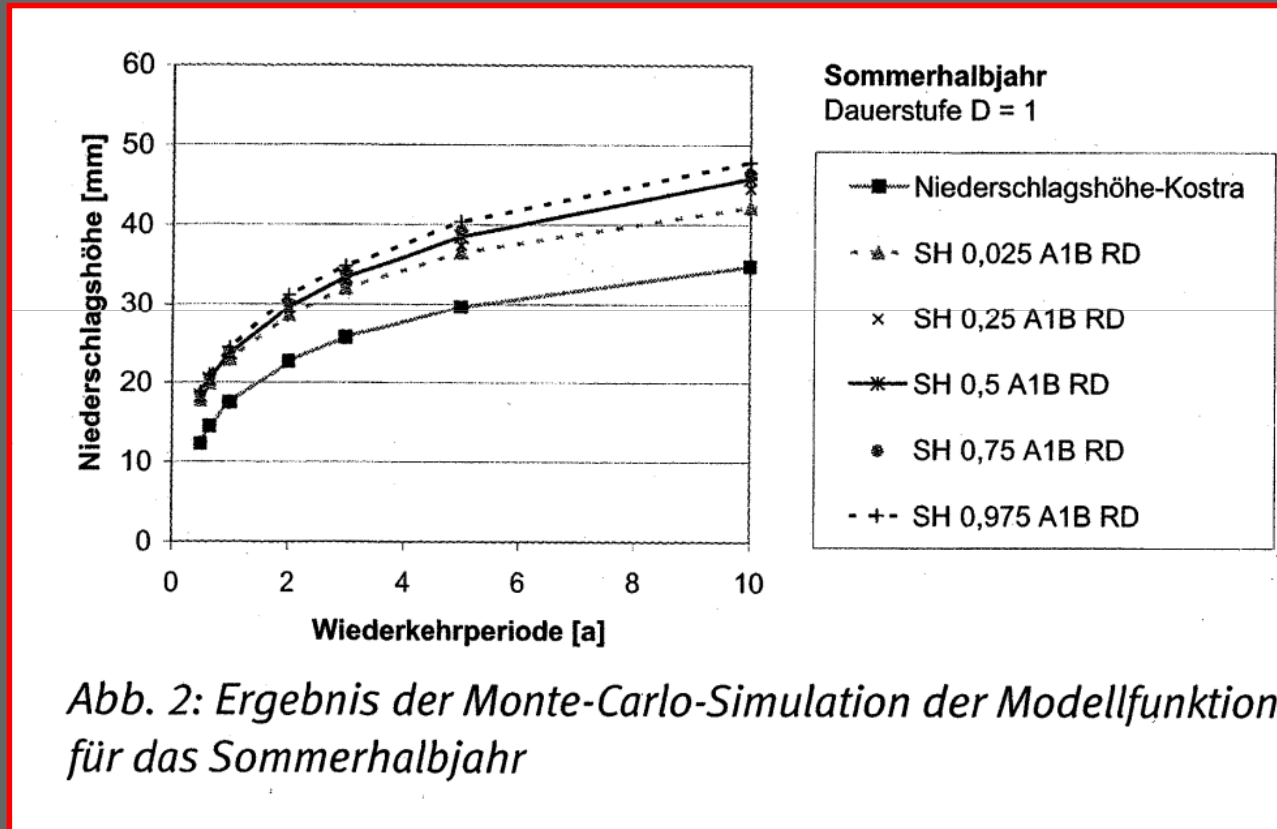
➔ Fruehzeitige Adaption notwendig



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

Beispiel 2: Siedlungsentwaesserung (GER)

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



5-J.-Ereignis
→
2-J.-Ereignis

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

Beispiel 3: Transport, Flughafen Muenchen

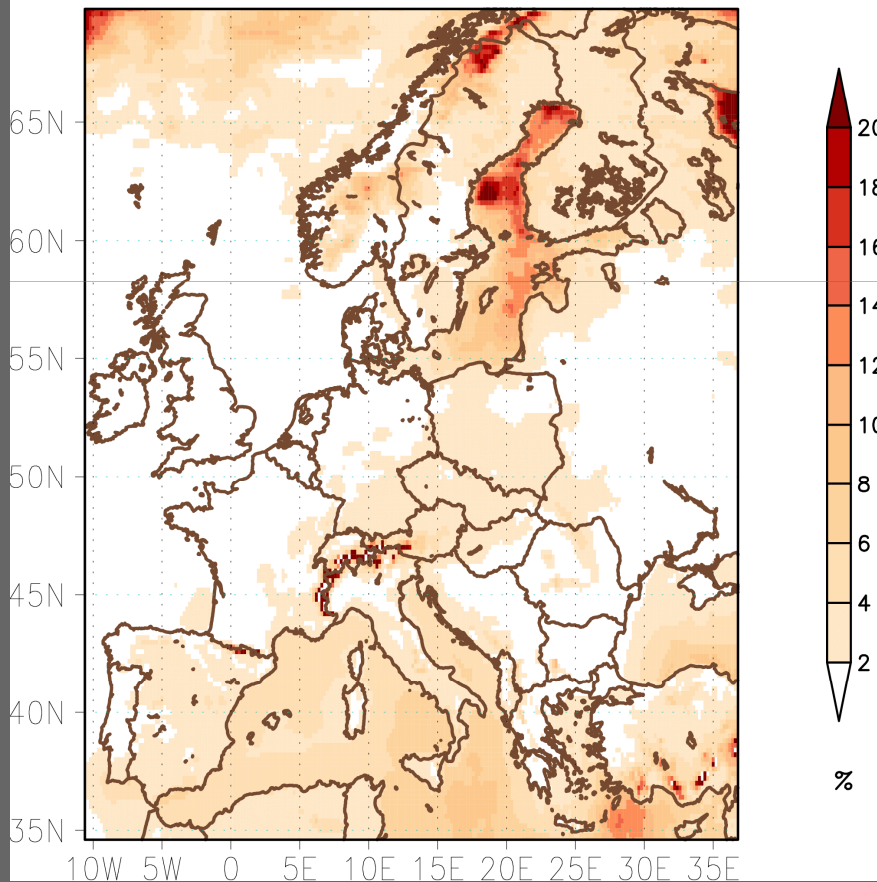
- a) Schwergewitter-Potential (TSP) Sueddeutschland
- b) Winterliches Schnee-Risiko am Flughafen Muenchen



4. Klimaszenarien & Wirkung auf Infrastrukturen

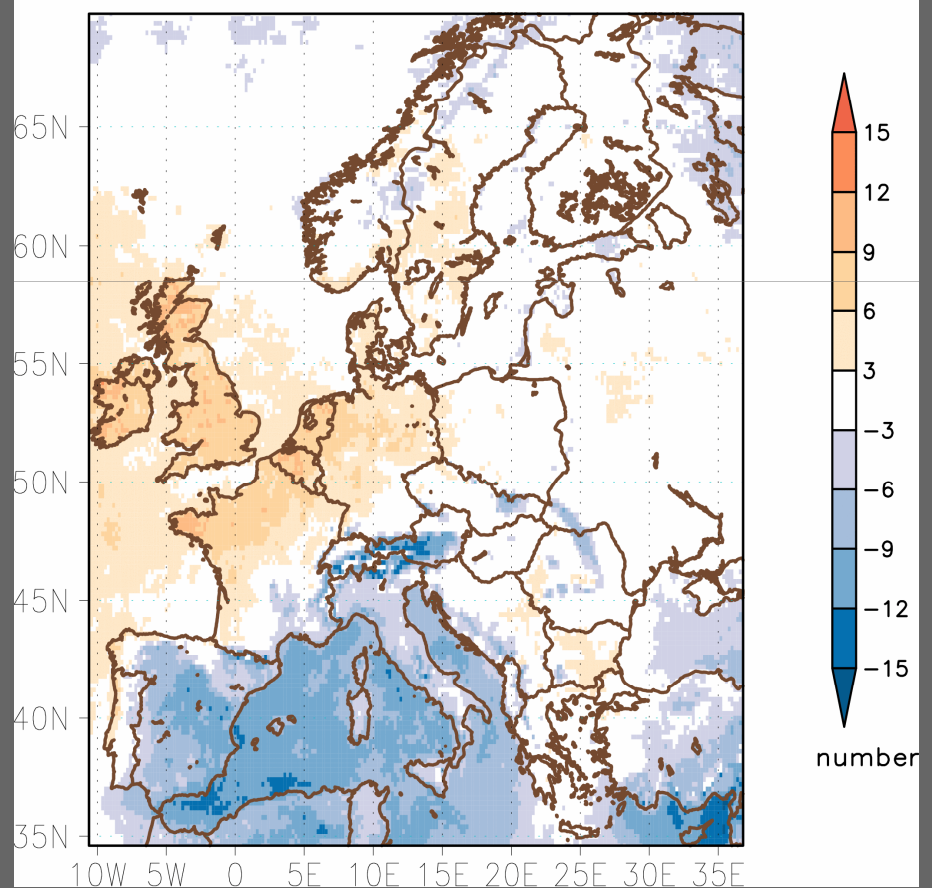
Klimasignal A1B- C20: Mittelwerte für Sommer (JJA, 12 UTC)
Regional-Modell CLM, Antrieb: ECHAM5-OM1

TSP-Änderung in %



Quelle: BTU Cottbus

Anzahl Tage OHNE Gewitter





ECHAM5-1: Zeitreihe Anzahl potentieller Schneetage

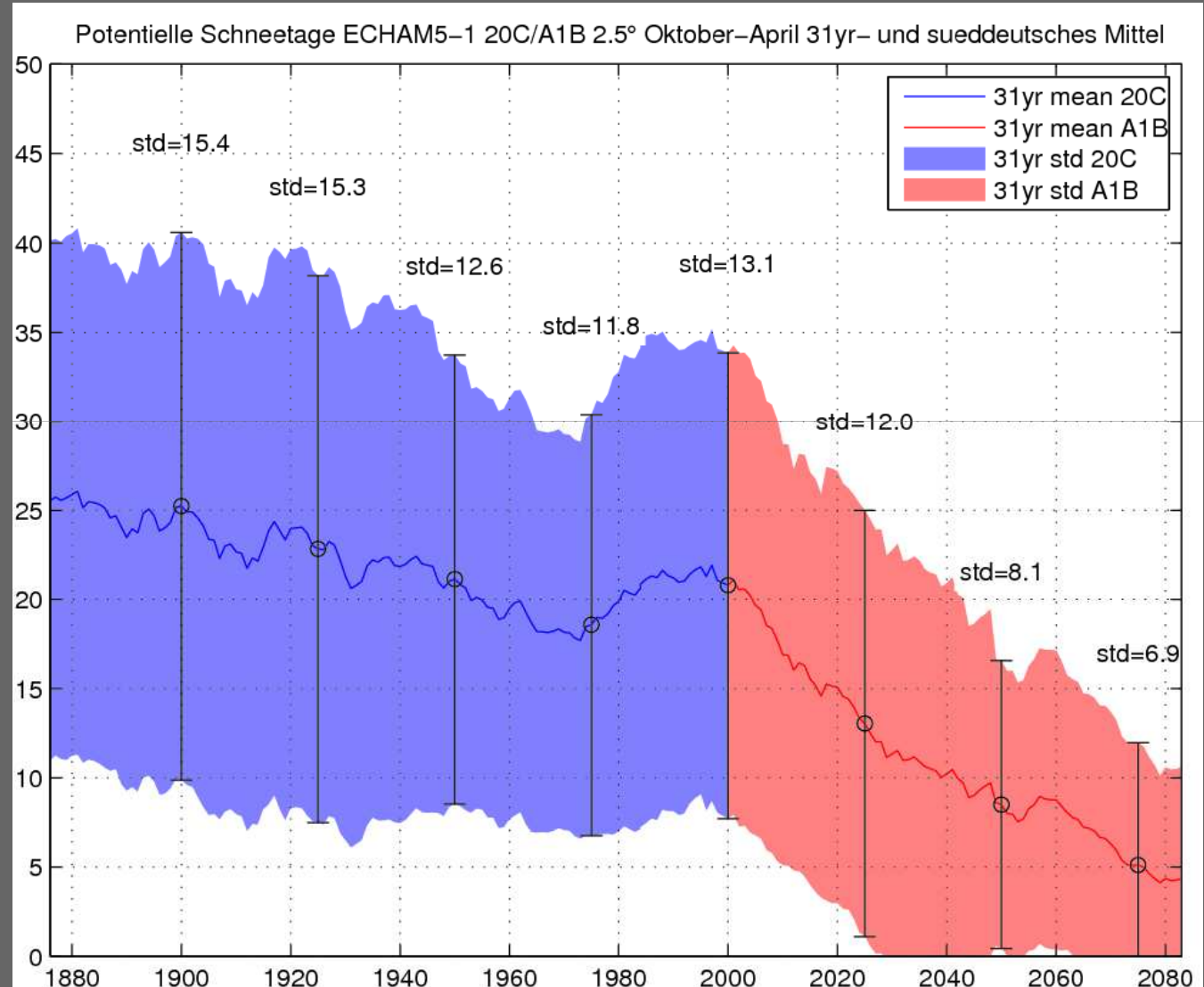
30-jährig gleitende und räumliche

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



4. Klimaszenarien & Wirkung auf Infrastrukturen

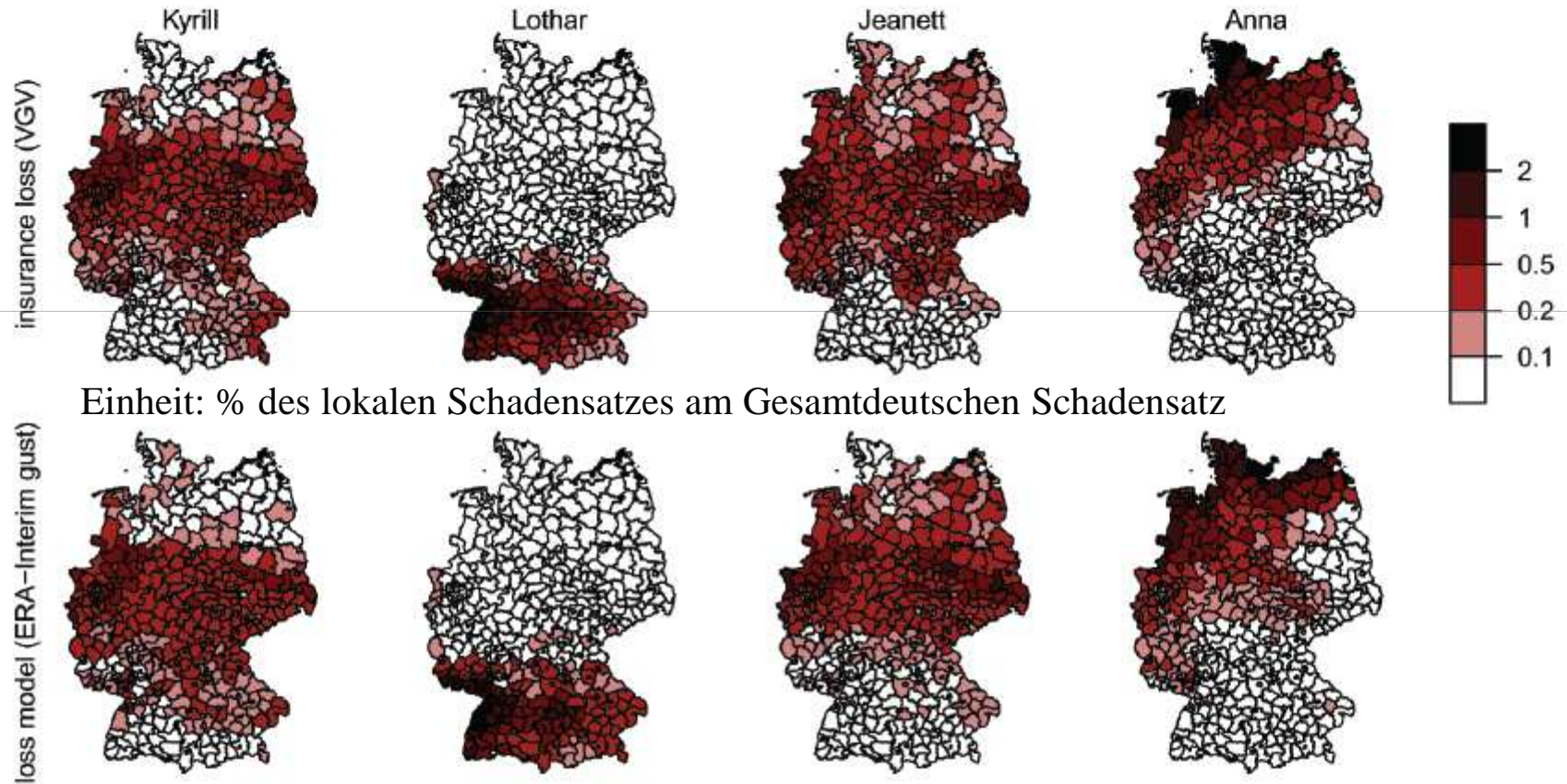
Beobachtete und modellierte Schadensätze:

Kyrill
17.-19.01.2007

Lothar
24.-27.12.1999

Jeanett
26.-29.10.2002

Anna
25.02.-01.03.2002

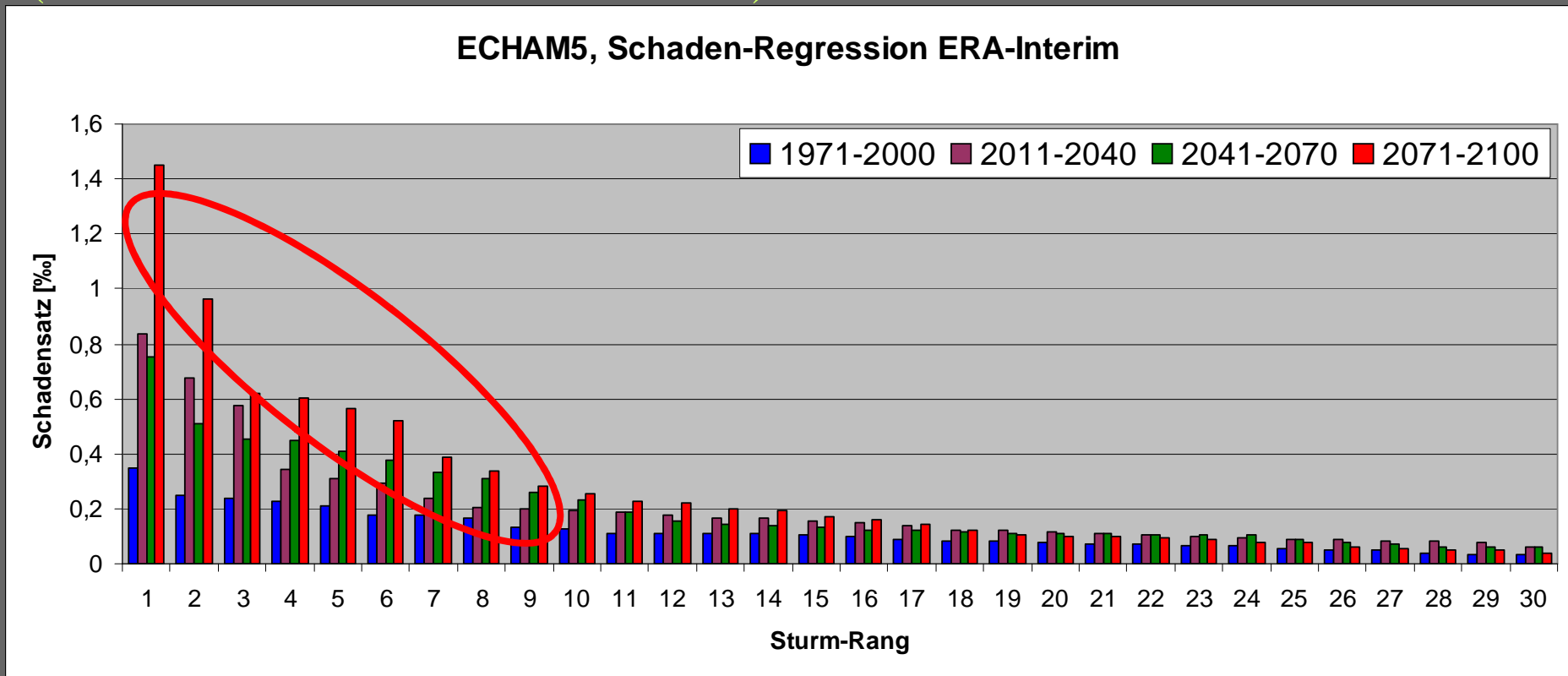


Quelle: Donat, Pardowitz, Leckebusch, Ulbrich, Burghoff, 2011 (NHESS)



Top 30 Severe Loss Events ECHAM5, Germany accumulated

(3x30 Years ECHAM5-Ensemble):



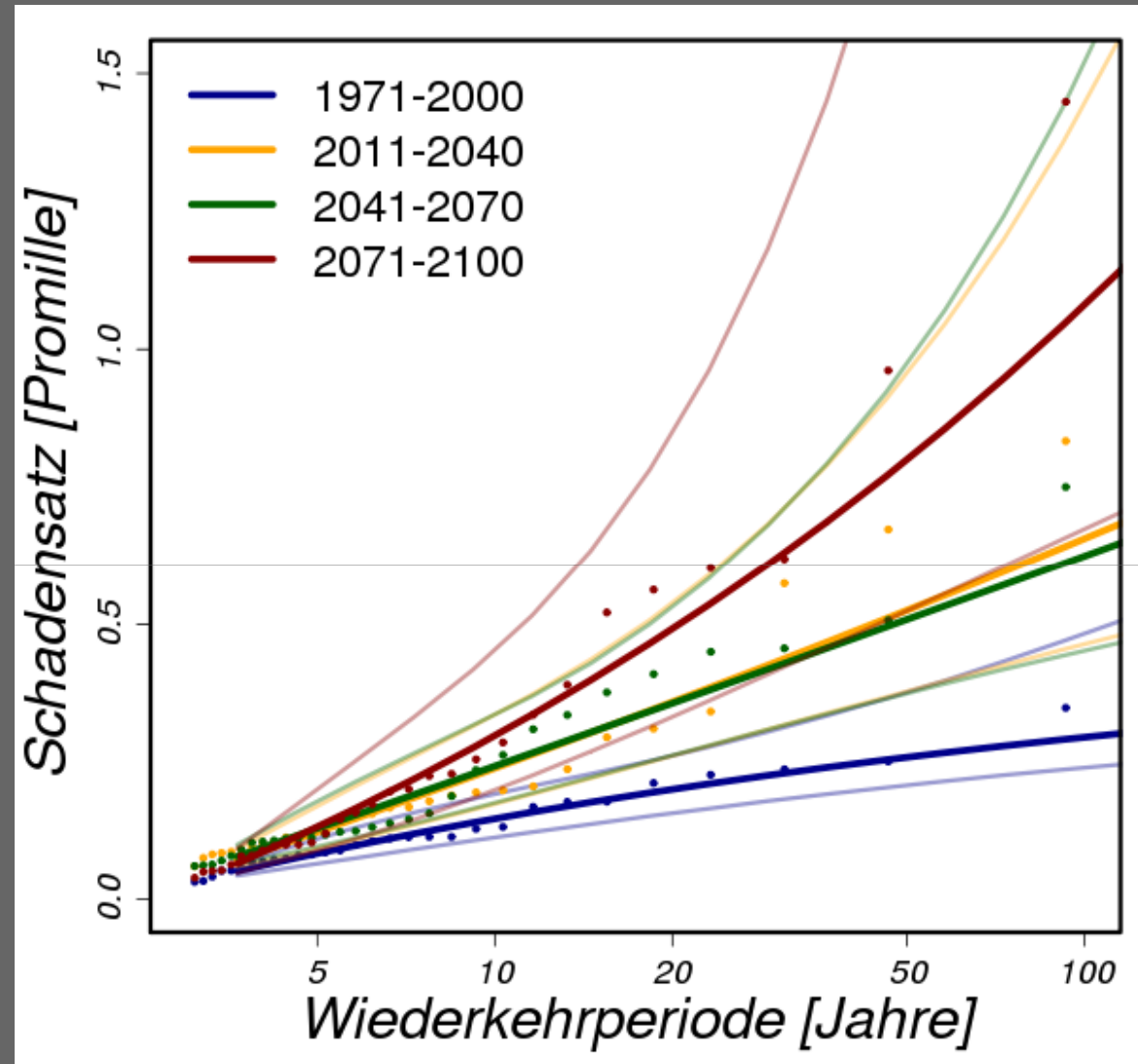
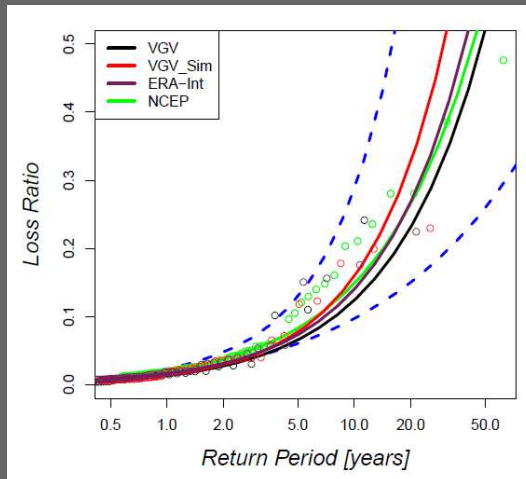
(based on insured values of the year 2007)



4. Klimaszenarien & Wirkung auf Infrastrukturen

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 moeglich?**
3. **Natuerliche Variabilitaet, kombiniert mit anthropogener Einflussnahme,
verursacht eine Veraenderung der naturwissenschaftlichen Gefaehrdung von
Infrastruktur, unabhaengig von und zusaetzlich zu aktuellen Wertetrends
und entsprechender Vulnerabilitaetserhoehung**
4. **Anthropogen veraenderte klimatische Bedingungen (Extreme)**
 - ➔ **veraenderte Infrastrukturbelastungen**
 - ➔ **teils neue kombinierte Risiken mit grossen Spannbreiten der
Eintrittswahrscheinlichkeit**