



Auswirkungen extremer Wetterereignisse in Süddeutschland im Kontext des Klimawandels

**2. UBA Anpassungskonferenz
Dessau, 2. September 2010**

Prof. Christoph Kottmeier

**Institut für Meteorologie und Klimaforschung
Karlsruher Institut für Technologie**



Hochwasser



Tornado/Blitze



Hagel



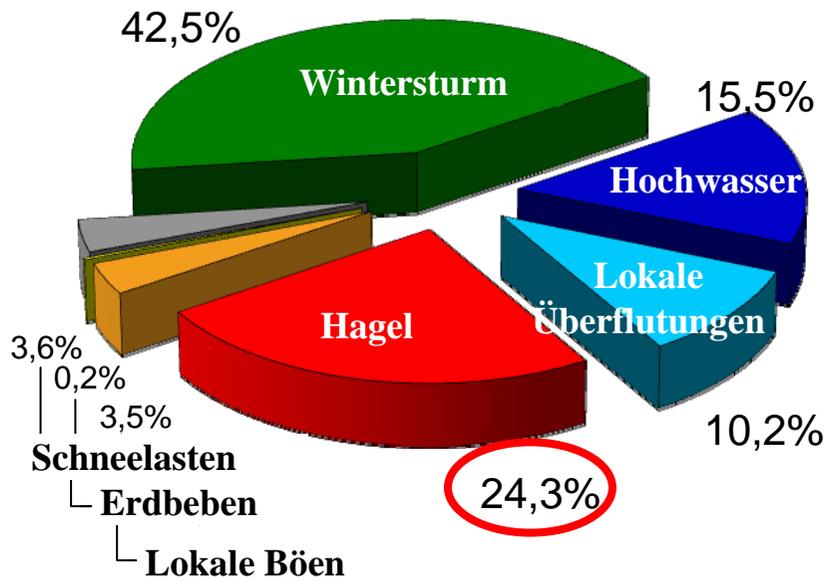
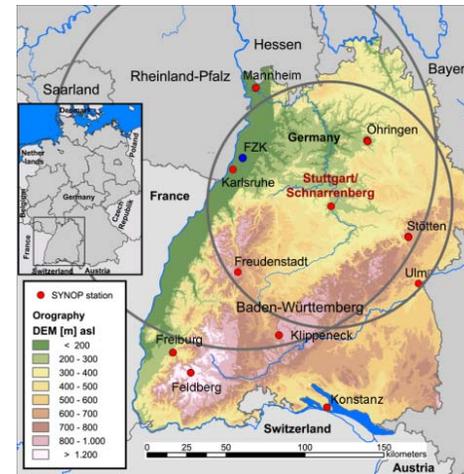
Gewitter-
Sturmböen



Wintersturm

Versicherte Schäden...

- An Gebäuden (Privat/Wirtschaft Baden-Württemberg)



Synoptische Wettersysteme

- seltene Ereignisse
- 62 % der Gesamtschäden

Lokale Wettersysteme (konvektiv)

- relativ häufig
- 38% der Gesamtschäden

Winterstürme Europa



Tornados in Deutschland



F4-Tornado von Pforzheim 10. Juli 1968



F?-Tornado von Sinsheim 30. August 2010

- 1. Gefährdung und Schäden durch Winterstürme**
2. Gefährdung und Schaden durch Hagel
3. Regionaler Klimawandel und Extremwetter

Leitfragen:

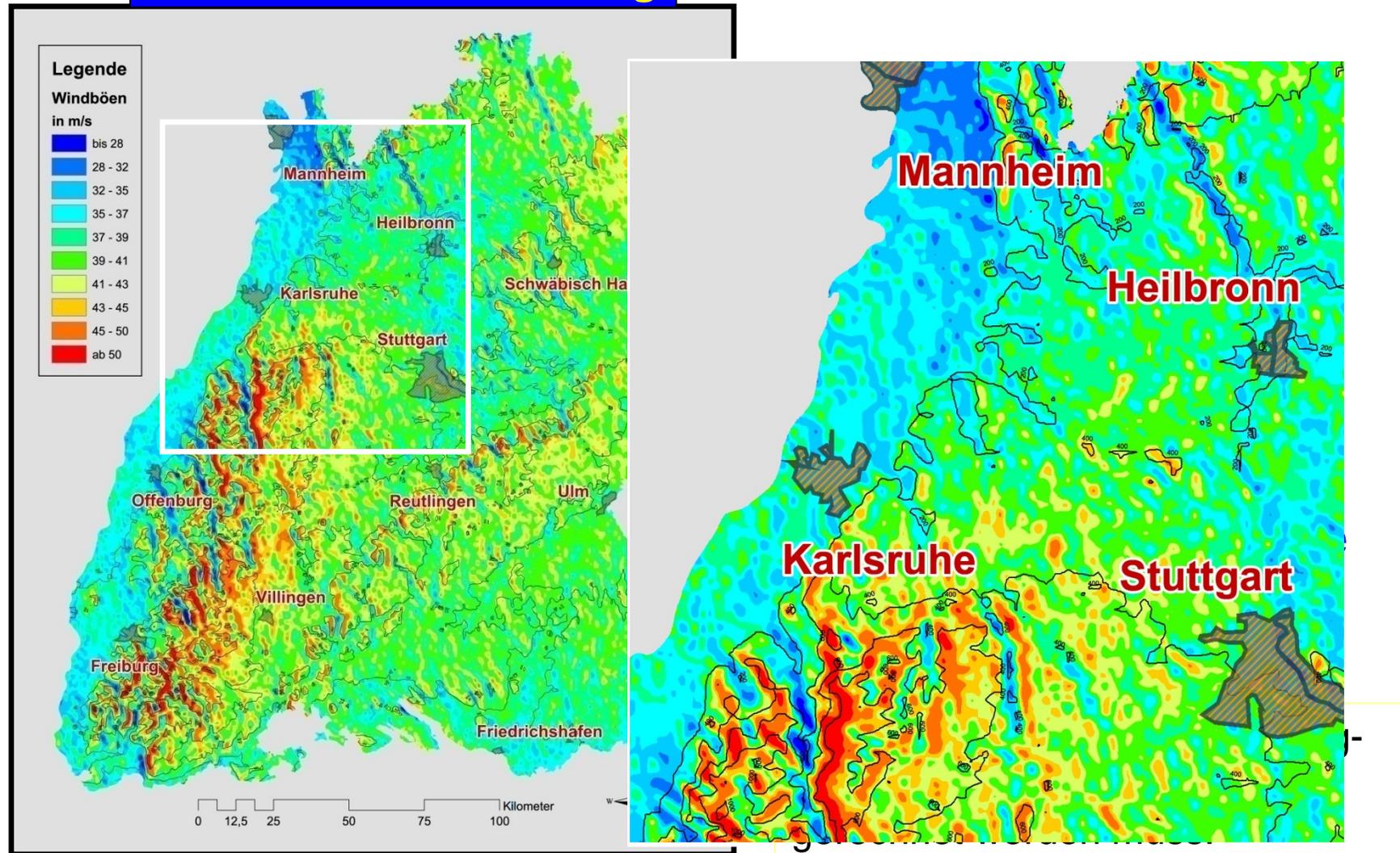
- **Wie oft ist mit bestimmten extremen Windgeschwindigkeiten zu rechnen ? (Sturmgefährdung, Jährlichkeiten)**
- **Mit welchem Schaden durch extreme Sturmereignisse ist dann zu rechnen? (hier: Wohngebäude)**

Sturmgefährdung

- Analyse aller Winddaten der DWD-Wetterstationen und Radiosondenaufstiege von 1970-2000
- Numerische Simulation der Windfelder der jeweils stärksten Stürme der 30 Jahre in hoher räumlicher Auflösung (1km x 1km)
- Vergleich mit Messungen und erfassten Sturmschäden in Wäldern
- Extrapolation der Ergebnisse mittels Extremwertstatistik
- Berechnung der Jährlichkeiten

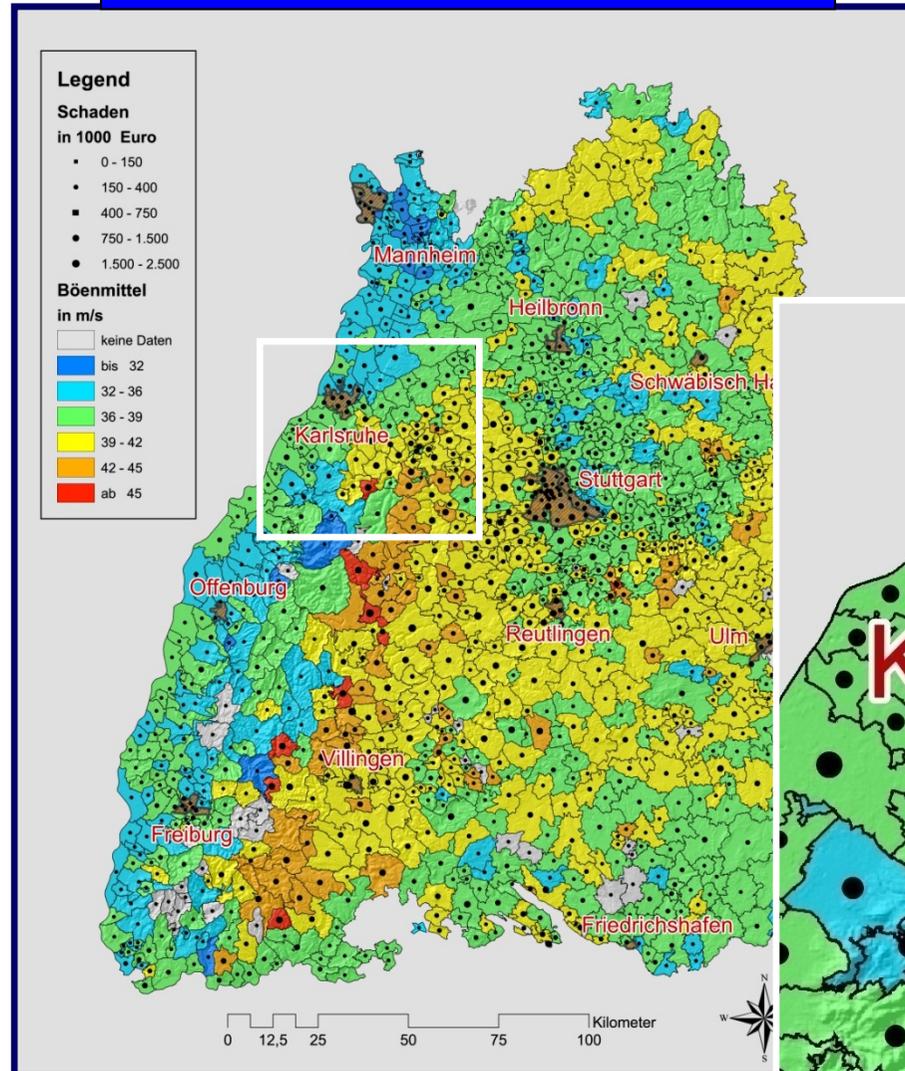
Sturmschadensrisiko in Deutschland

Wind in Modellauflösung



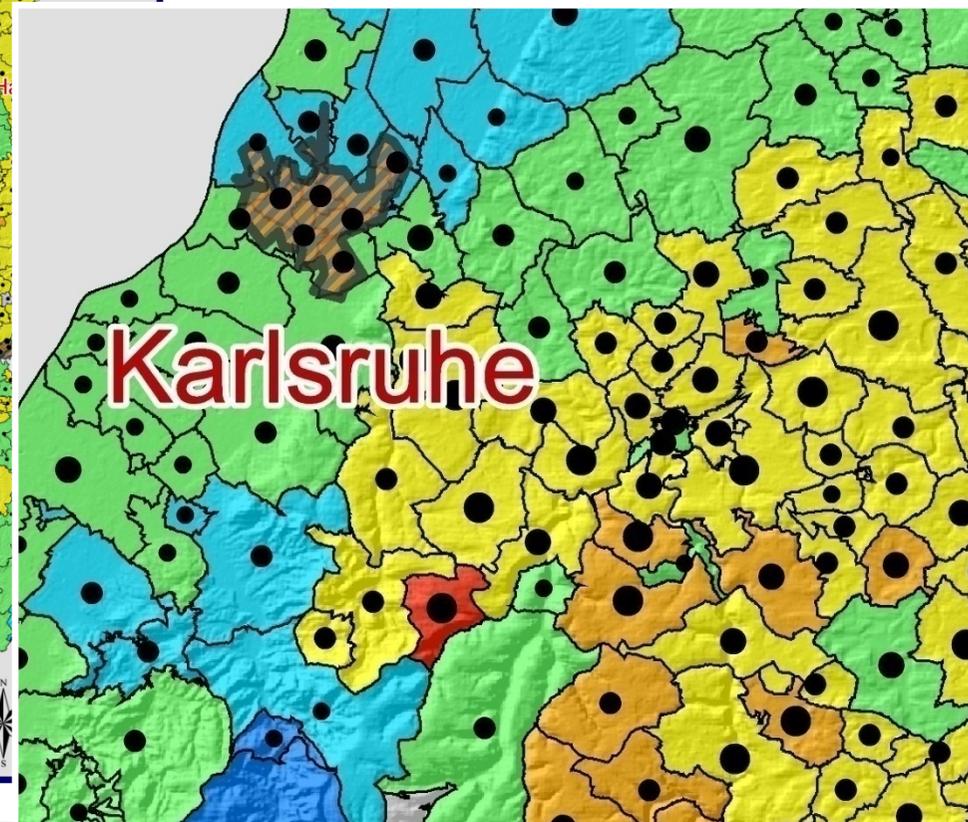
Sturmschadensrisiko in Deutschland

Wind + Schäden nach PLZ



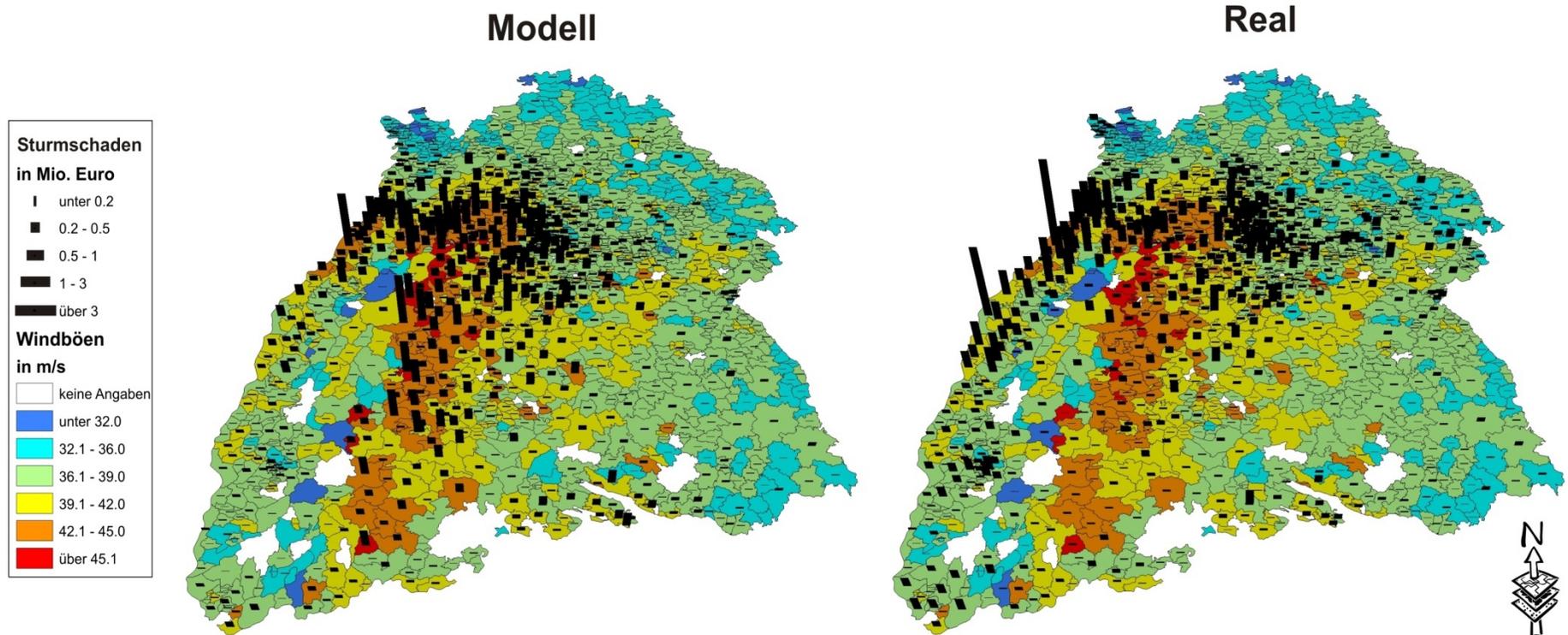
Die statistisch am schwersten betroffenen Gebiete sind:

- Östlicher Schwarzwald
- Nordwestliche Schwäbische Alb



Schadensvalidierung

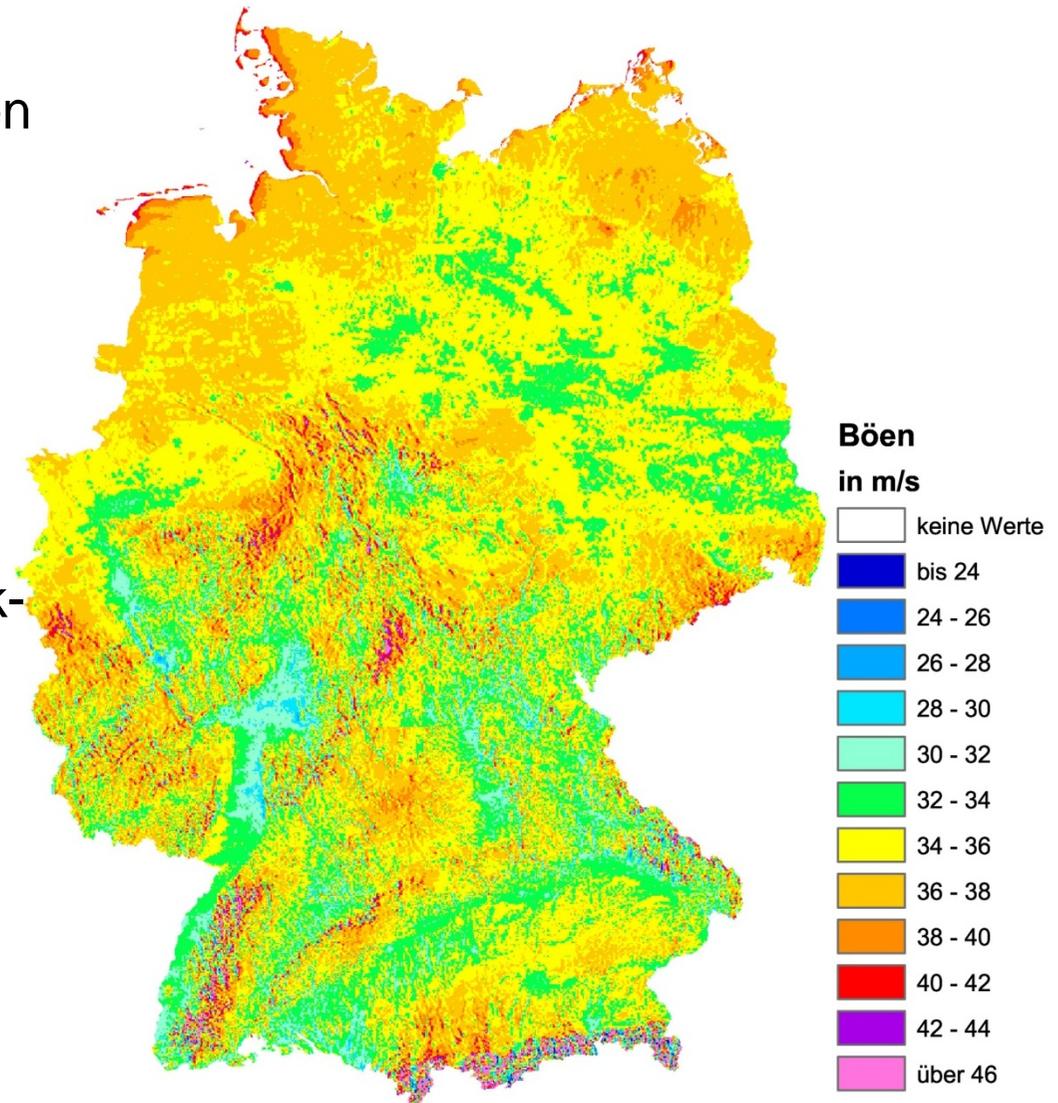
Sturmschaden an privaten Wohngebäuden (PLZ-Gebiet); modellierte und tatsächliche Schäden für den Orkan Lothar.



Modellierung Sturmschaden: Laboratorium für Gebäude- und Umweltaerodynamik, Institut für Hydromechanik, Universität Karlsruhe
Simulation Windfelder: Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Universität/ FZ Karlsruhe
Quelle Schadensdaten: SV Gebäudeversicherung, Stuttgart

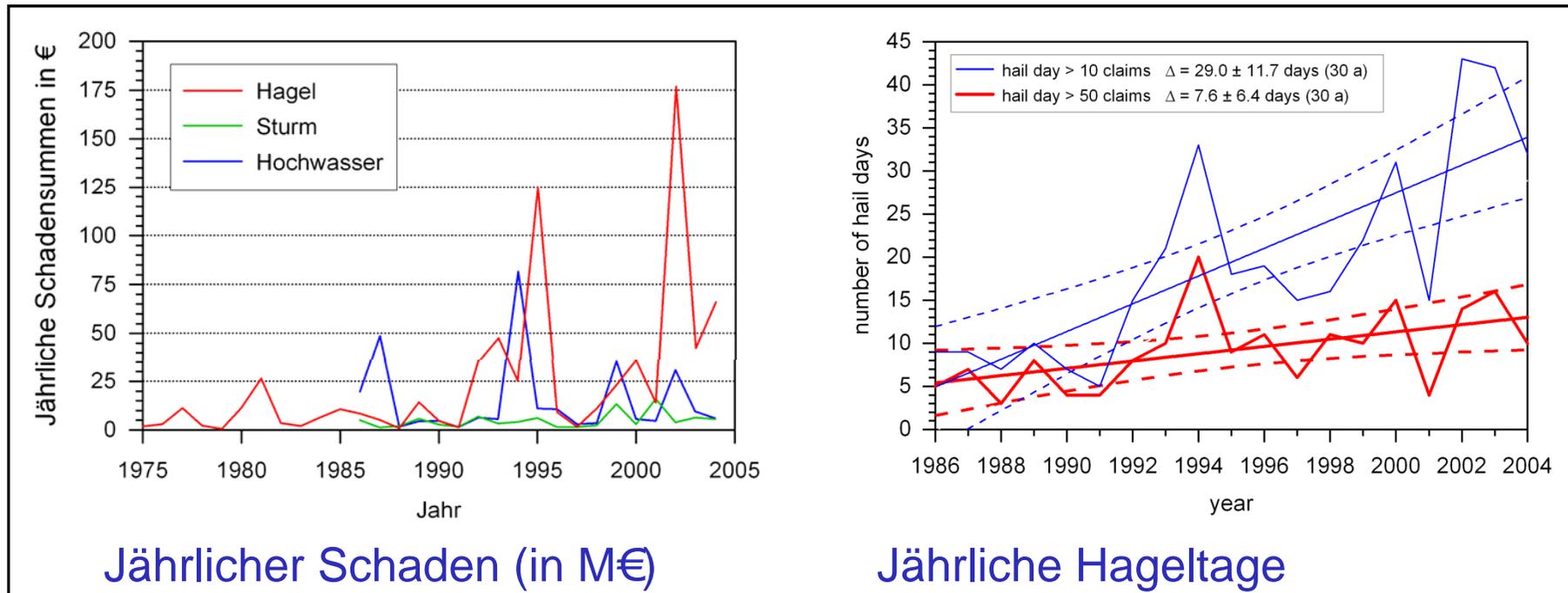
Sturmschadensrisiko in Deutschland

- Ausdehnung der Simulationen auf ganz Deutschland
- Verteilungsfunktionen aller Punkte im 1km x 1km Raster wurden erstellt
- Jährlichkeiten 5, 10, 20, 50 Jahre
- Erstellung von Schadensfunktionen für die übrigen Regionen Deutschlands
- Berechnung von Szenarien
- **Übertragung in die Webplattform „Risk Explorer“**



1. Gefährdung und Schäden durch Winterstürme
- 2. Gefährdung und Schaden durch Hagel**
3. Regionaler Klimawandel und Extremwetter

Trends: Versichert. Schäden an Gebäuden und Anzahl Hageltage

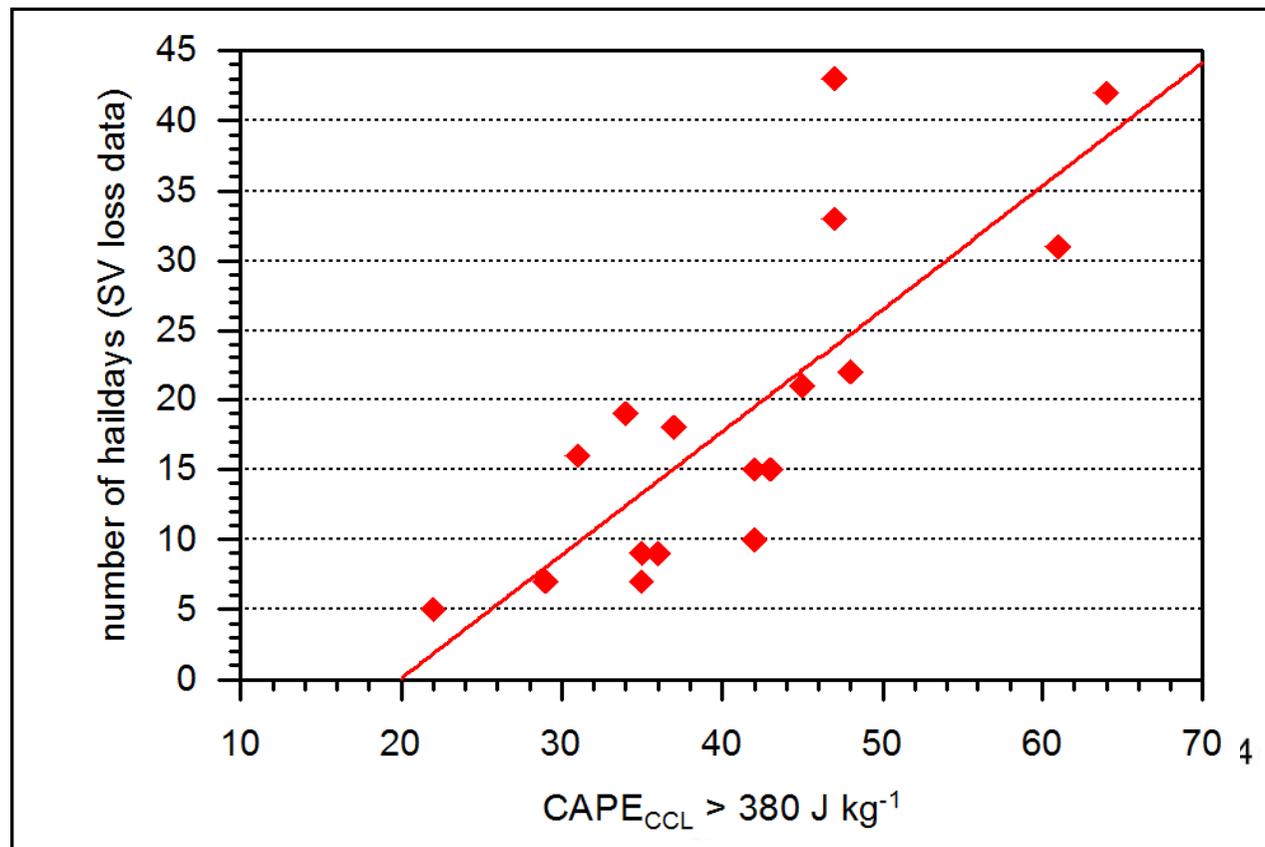


SV-Daten

Trends: atmosphärische Stabilitätsbedingungen

- convective available potential energy, sounding at Stuttgart, 1200 UTC

$$CAPE = R_l \int_{KN}^{NNA} (T - T_u) d(\ln p)$$



CAPE vs hail days

CAPE – percentiles:

90. Perz: 18 Tage

95. Perz: 9 Tage

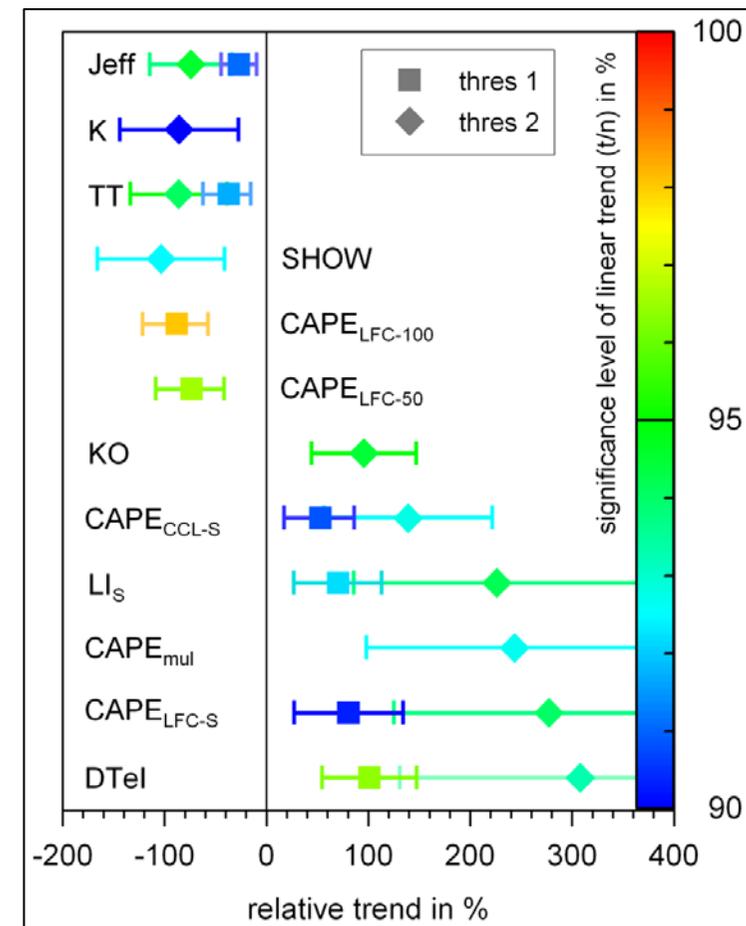
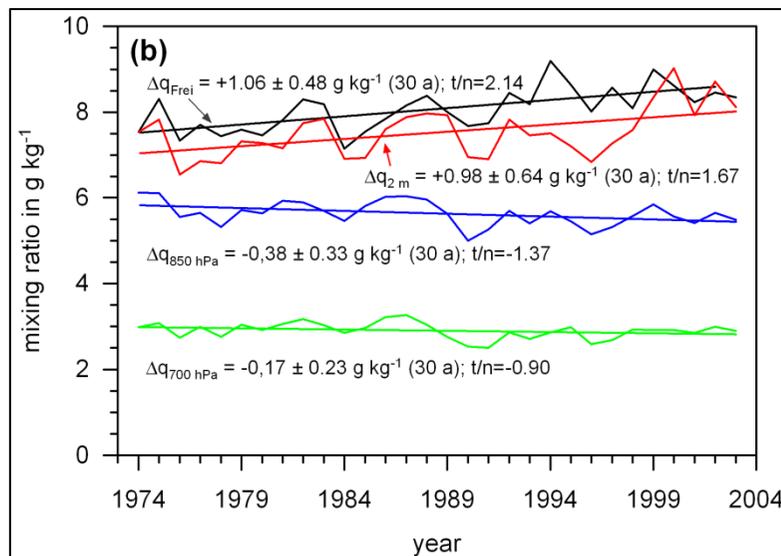
99. Perz: 2 Tage p.a.

days p.a. above specific thresholds in CAPE

(Kunz, 2007 NHESS;
Kunz et al., 2009 JOC)

Trends: atmosphärische Stabilitätsbedingungen

- climate change: increase in temperature / moisture at low levels
+ reverse trends at higher levels
- increase of convective energy that can be converted into kinetic energy
- more frequently intense thunderstorms



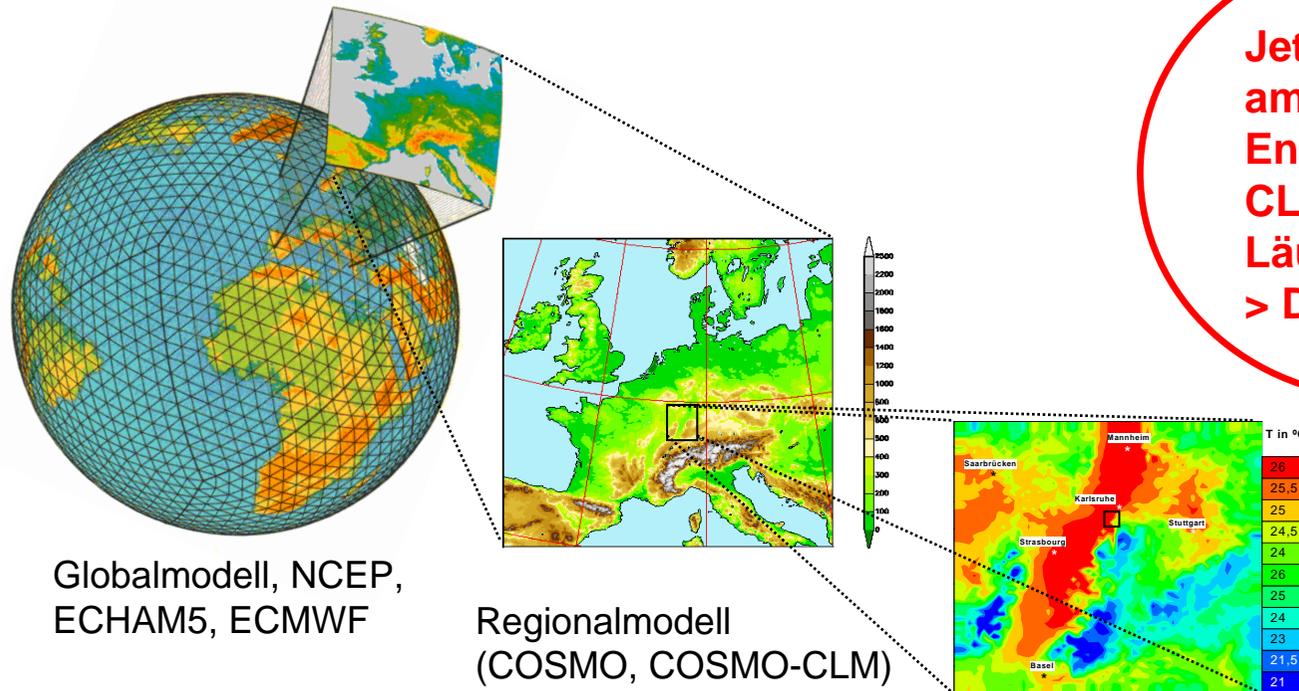
Ergebnisse Hagel

- Hagelereignisse sind als lokales Phänomen schwer quantifizierbar
- Die Hagelhäufigkeit hängt stark von dynamischen Prozessen ab (Bergüber- und Bergumströmung; bodennahe Auslösung)
- Positive Trends der Hageltage (Versich.), Schäden und Gewitterbereitschaft (CAPE)
- Zusammenhang mit Klimawandel plausibel, aber nicht sicher
- Übertragung der Methoden auf die Ergebnisse eines Ensembles regionaler Klimamodelle

1. Gefährdung und Schäden durch Winterstürme
2. Gefährdung und Schaden durch Hagel
- 3. Regionaler Klimawandel und Extremwetter**

Notwendig: Regionalisierung globaler Klimamodelle und Klimawirkungsstudien

Globalmodellprojektionen und Regionalisierungen



Globalmodell, NCEP, ECHAM5, ECMWF

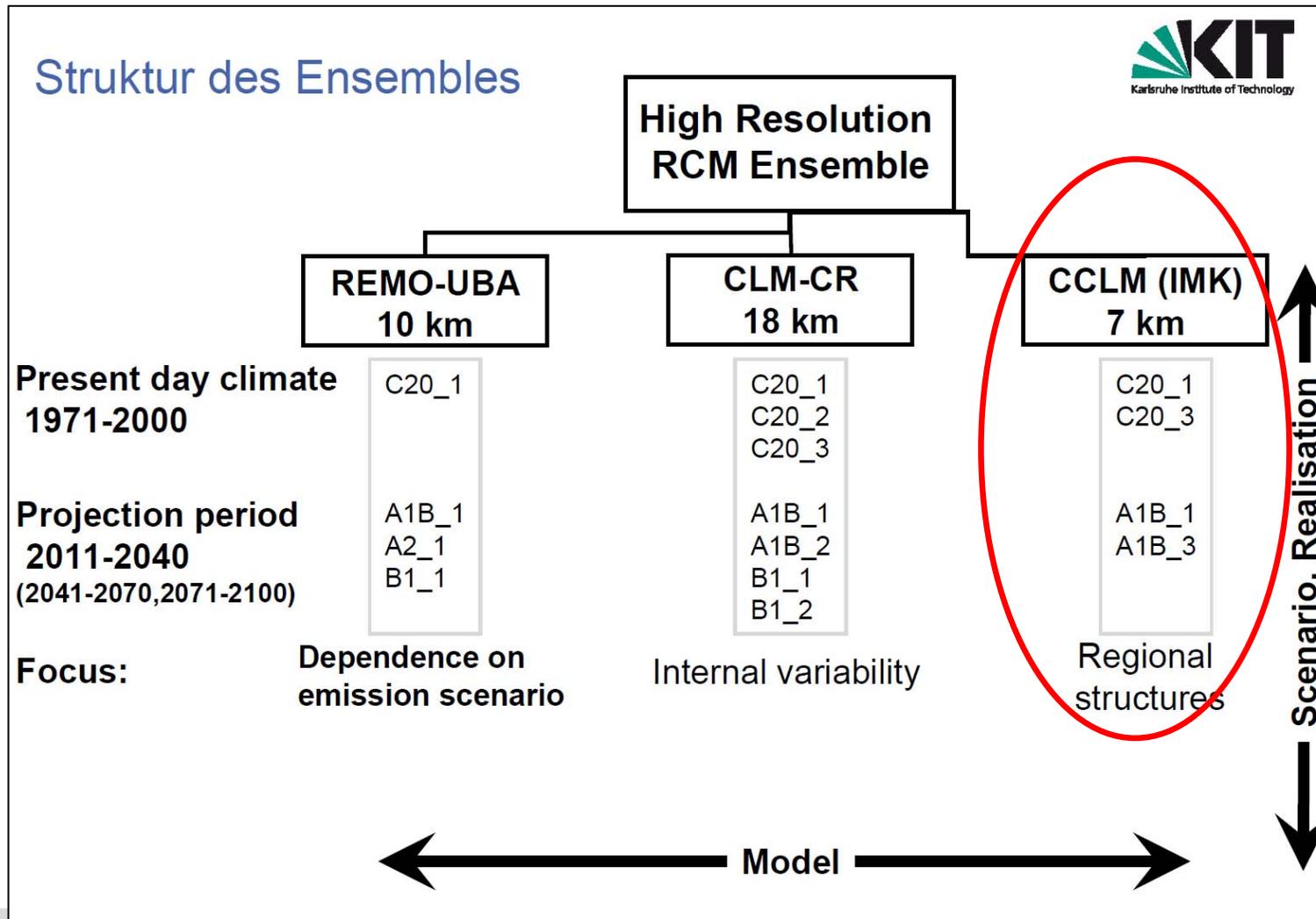
Regionalmodell (COSMO, COSMO-CLM)

Mesoskala (COSMO, COSMO-CLM) -> z.Zt. 7 km

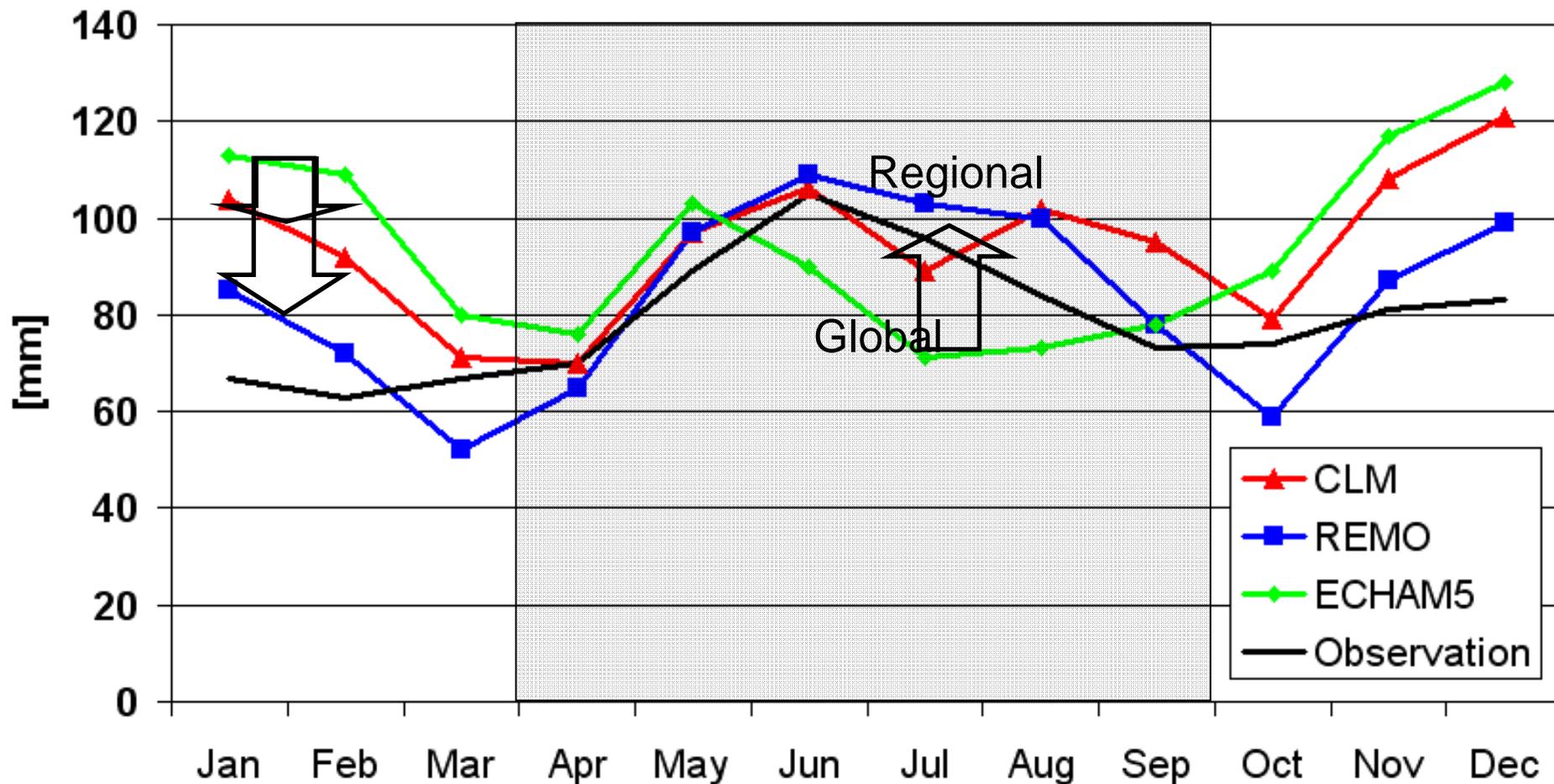
Jetzt verfügbar am KIT: ein Ensemble von CLM 4.2 und 4.8 Läufen mit 7 km, > Deutschland

Umfangreiche regionale Klimasimulationen erstellen und nutzen

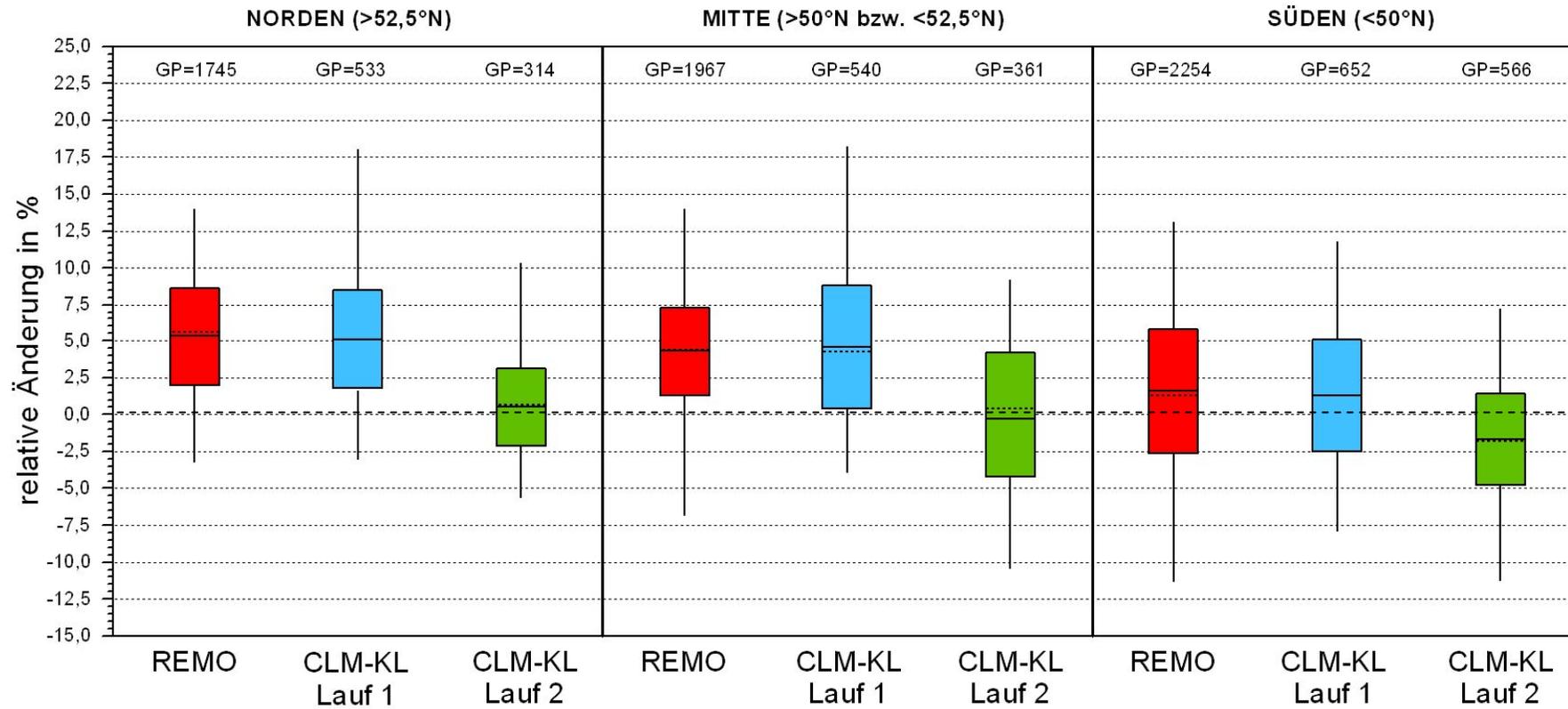
-> „Herausforderung Klimawandel“ Baden-Württemberg



Mittlerer Jahresgang des Niederschlags 1971-2000
in Baden-Württemberg, Monatssummen in mm



Änderung des Sturmklimas: Änderung der Häufigkeit der 10-Jahres Stürme Deutschland Nord, Mitte, Süd (REMO CR, CLM nested in ECHAM5)



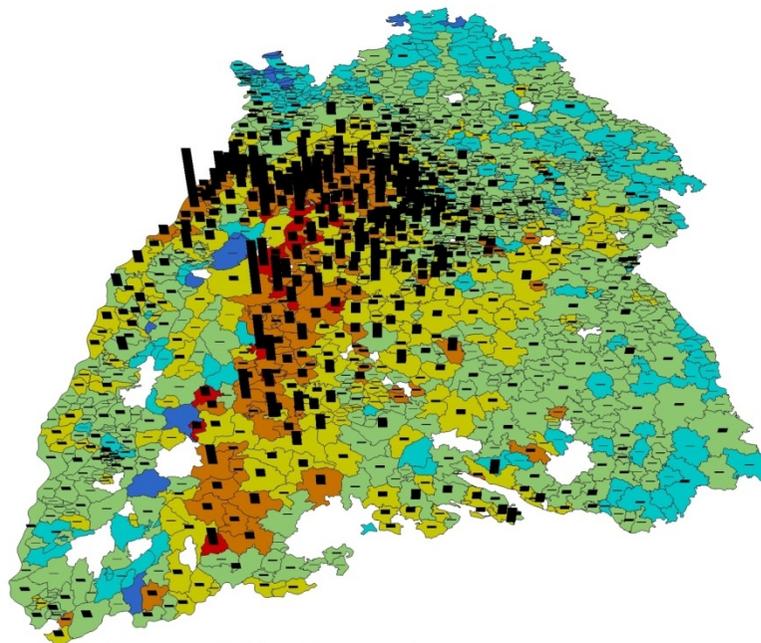
(Rauthe et al., 2008)

Ein einfaches Schadensszenario

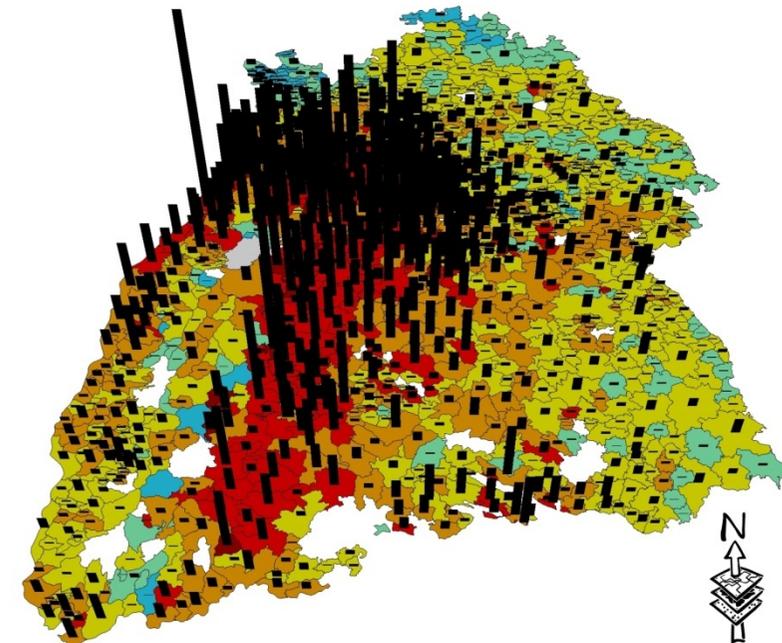
Abschätzung der Sturmschäden durch einen extremen Orkan bei Annahme einer um 10% höheren Windgeschwindigkeit.

Simulation "Lothar"

Simulation mit 10% höheren Windböen



Gesamtschäden Sturm Lothar:
Betroffene Wohngebäude: **200.000**
Schaden an Wohngebäuden: **300 Mio. Euro**

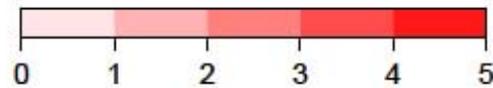


Gesamtschäden Schätzung:
Betroffene Wohngebäude: **460.000**
Schaden an Wohngebäuden: **950 Mio. Euro**

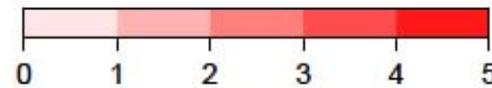
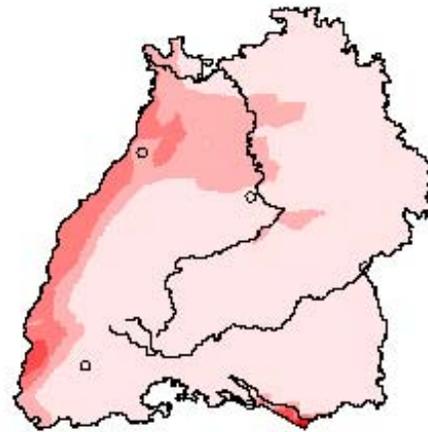


Anzahl tropische Naechte

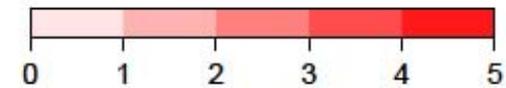
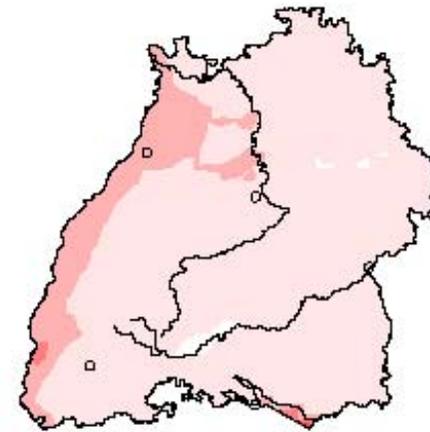
1971 – 2000



2011 – 2040



Differenz



Zusammenfassung

- Der Klimawandel kann aus plausiblen Gründen zu einer Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen führen
- Die globalen Signale bzgl. Extremwetter direkt aus Klimaprojektionen sind bisher diffus (und werden u.a. für IPCC AR5 und verschiedene Forschungsvorhaben klarer herausgearbeitet)
- Für Anpassungsfragen sind neben mittleren Klimaentwicklungen (Wärmebedarf, Isolation, Kühlung) auch die Extremereignisse (Vulnerabilität und Exposition gegenüber Sturm, Hagel, Hochwasser, ...) zu berücksichtigen
- Regionale Modelle wie CLM, REMO, MM5 erfahren dynamische Entwicklung und Verbreitung; statistische Aussagefähigkeit ist durch große Ensembles zu verbessern, wesentliche Aufgabe der nächsten Jahre
- Die Anforderungen der Anpassungsforschung an die grundlegende Klimaforschung sollten gemeinsam erarbeitet werden – die Klimamodelle haben ihre Grenzen und Möglichkeiten, aber das Potential wird auch noch nicht voll genutzt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

