



# **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



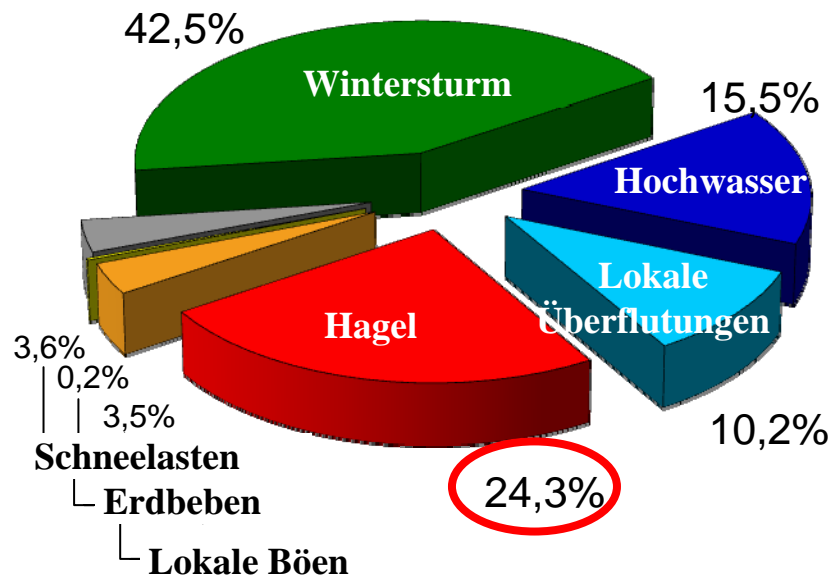
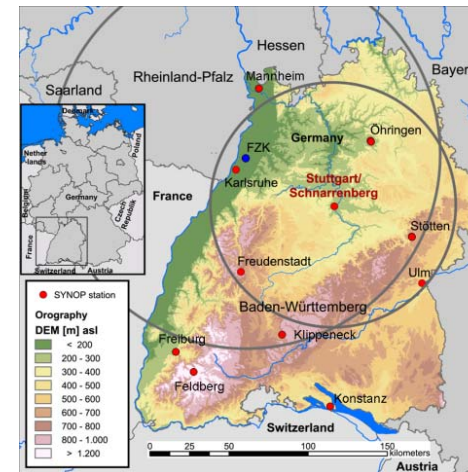
Gewitter-  
Sturmböen



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)**

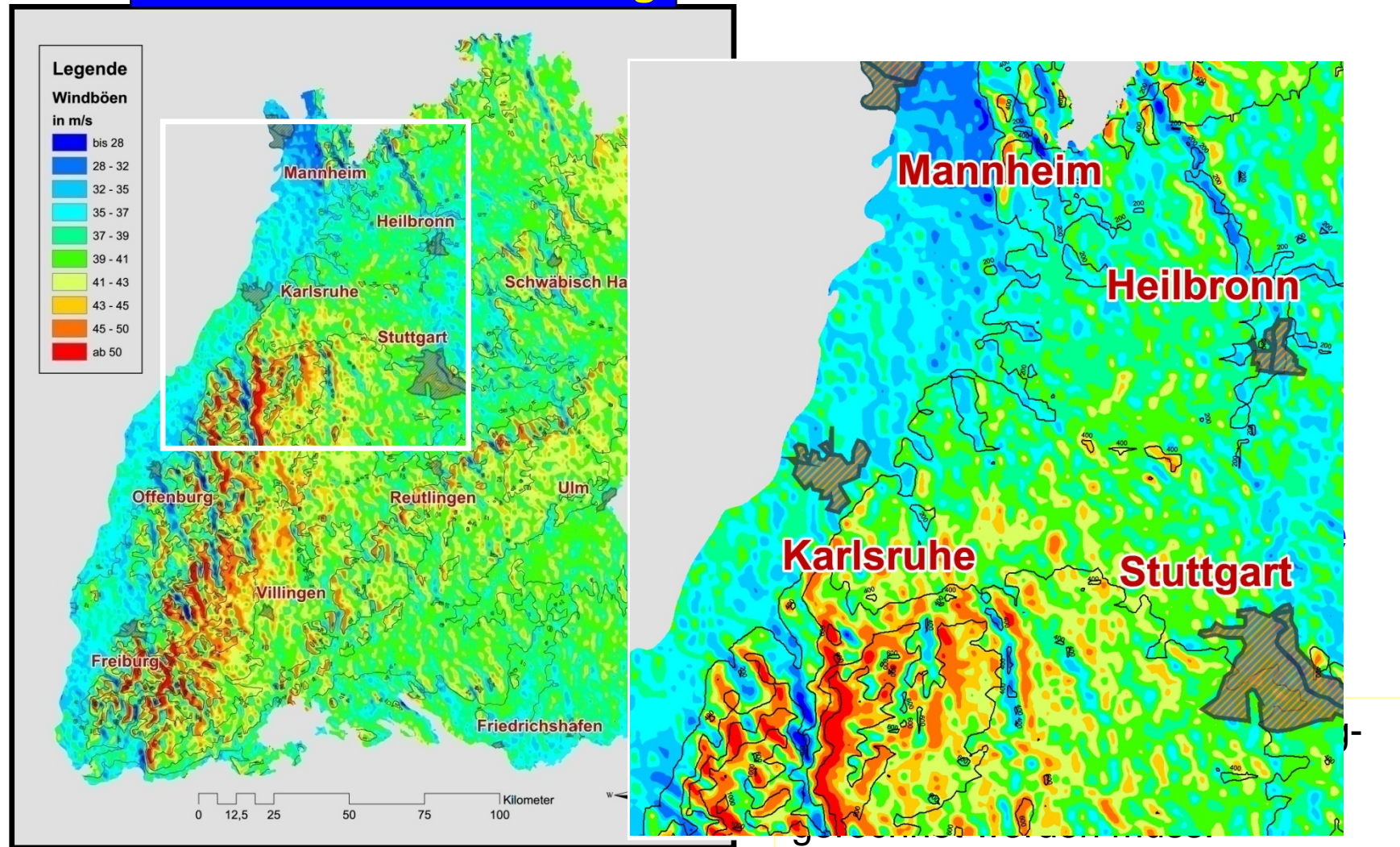
# Sturmgefährdung

- 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



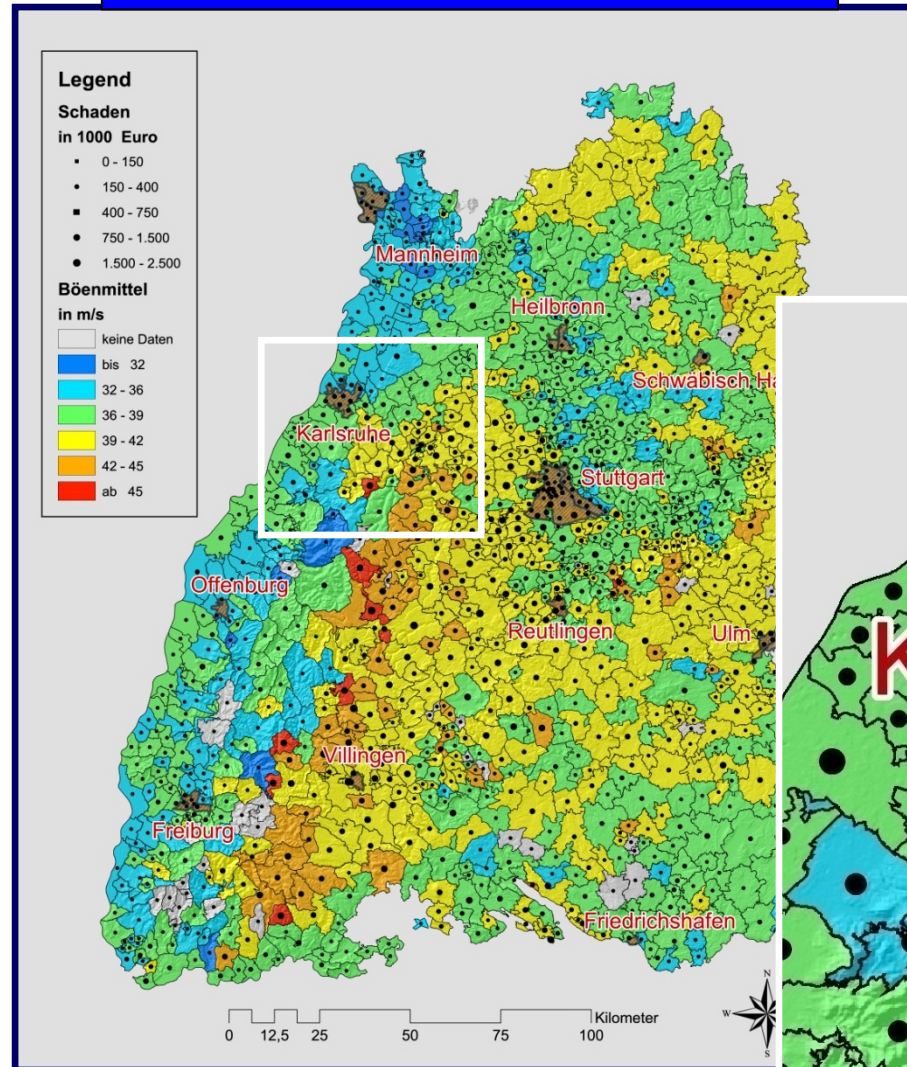
# Sturmschadensrisiko in Deutschland

## Wind in Modellauflösung



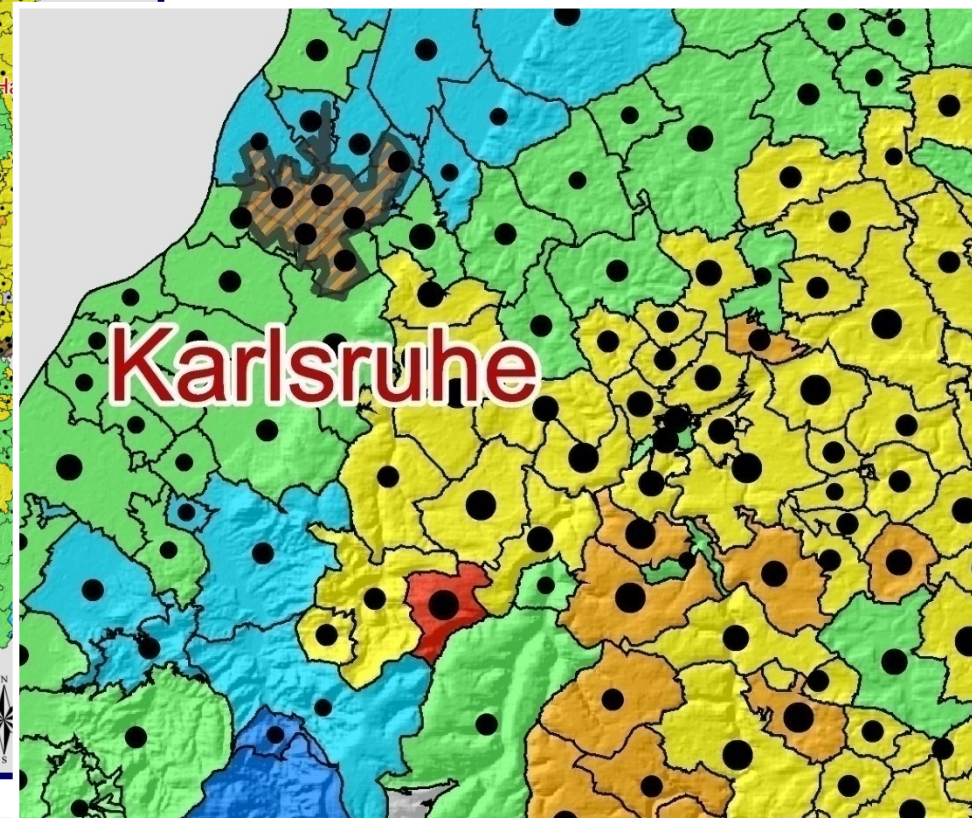
# Sturmschadensrisiko in Deutschland

## Wind + Schäden nach PLZ



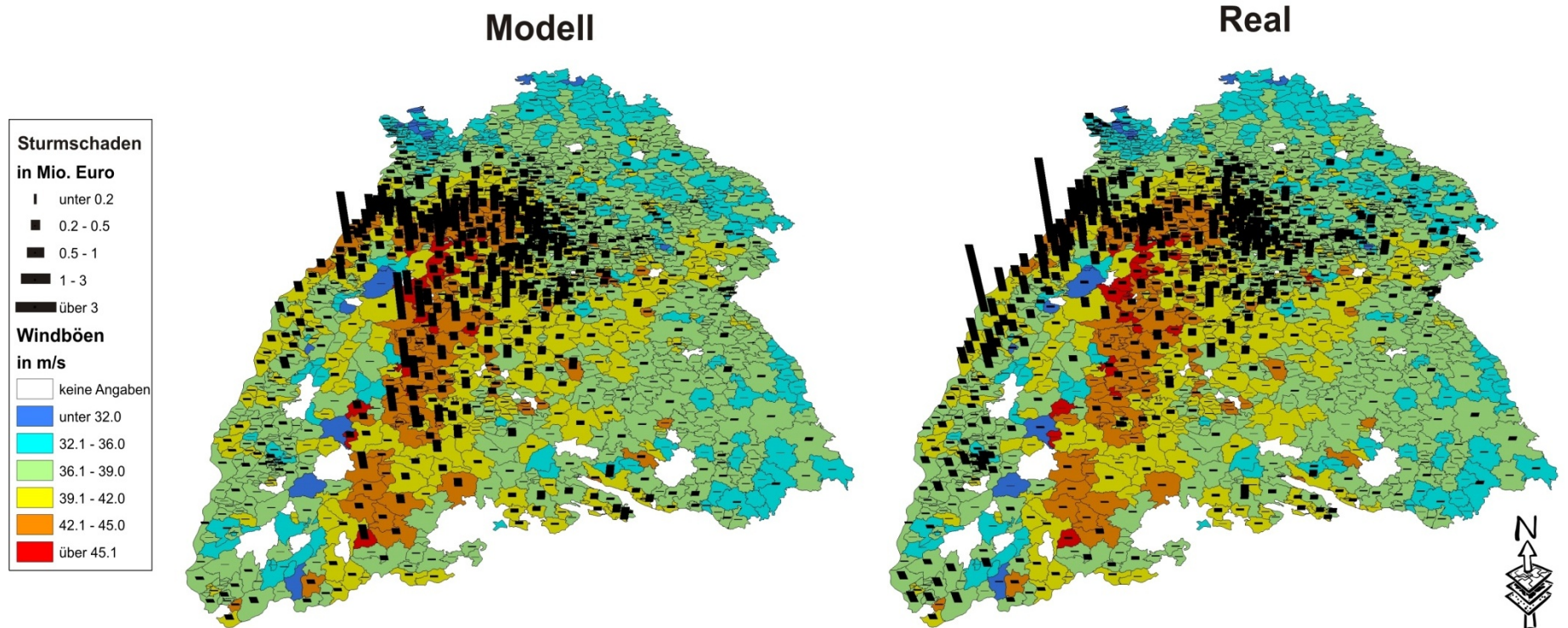
Die statistisch am schwersten betroffenen Gebiete sind:

- Östlicher Schwarzwald
- Nordwestliche Schwäbische Alb



## Schadensvalidierung

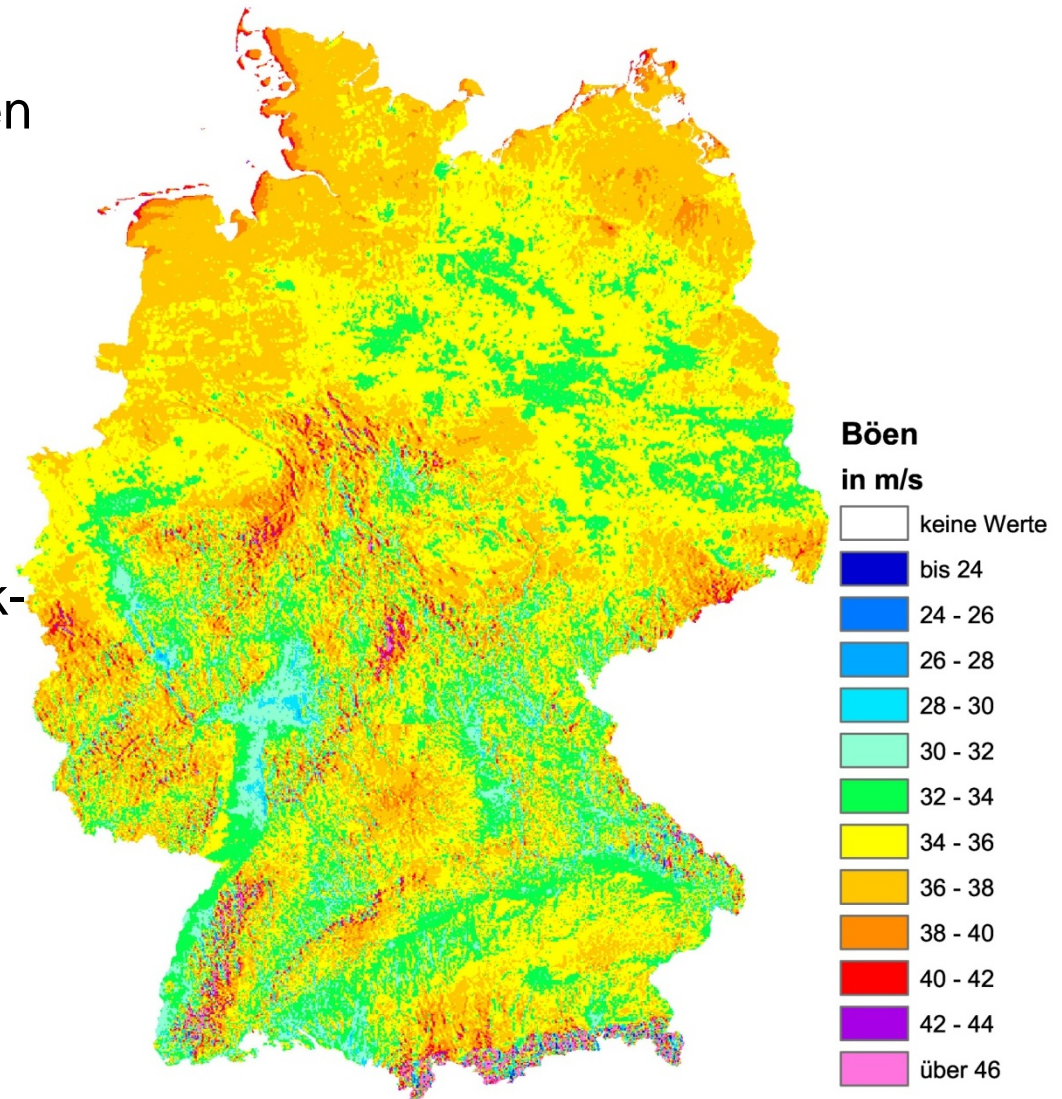
Sturmschaden an privaten Wohngebäuden (PLZ-Gebiet); modellierte und tatsächliche Schäden für den Orkan Lothar.



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

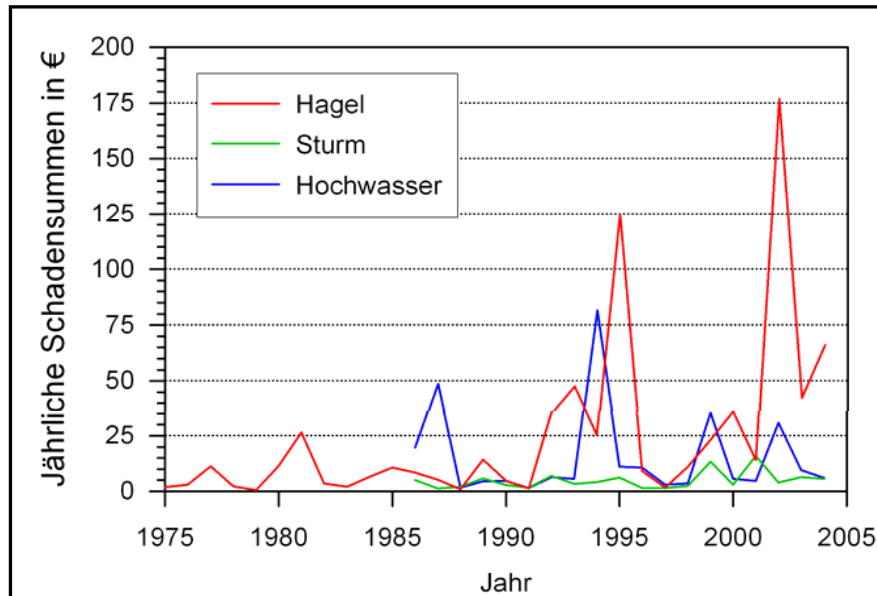
# Sturmschadensrisiko in Deutschland

- 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“**

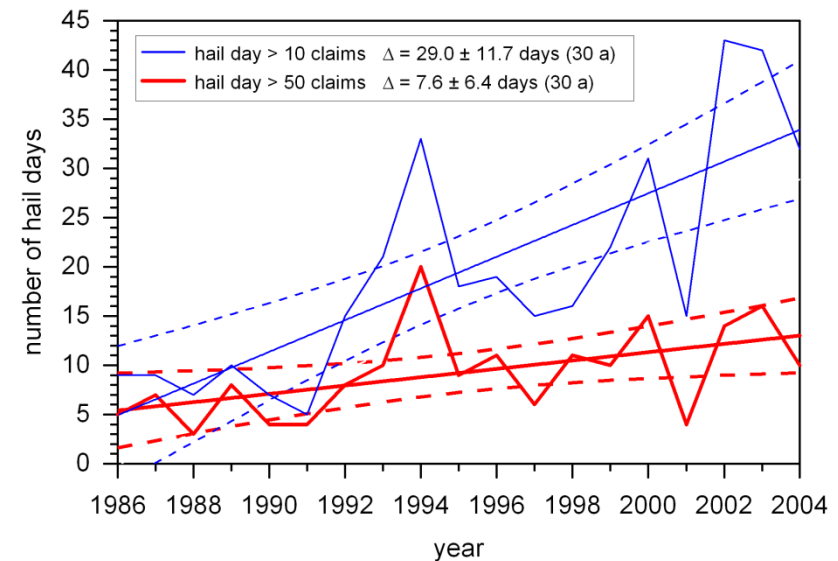


1. Gefährdung und Schäden durch Winterstürme
- 2. Gefährdung und Schaden durch Hagel**
3. Regionaler Klimawandel und Extremwetter

# Trends: Versichert. Schäden an Gebäuden und Anzahl Hageltage



Jährlicher Schaden (in M€)



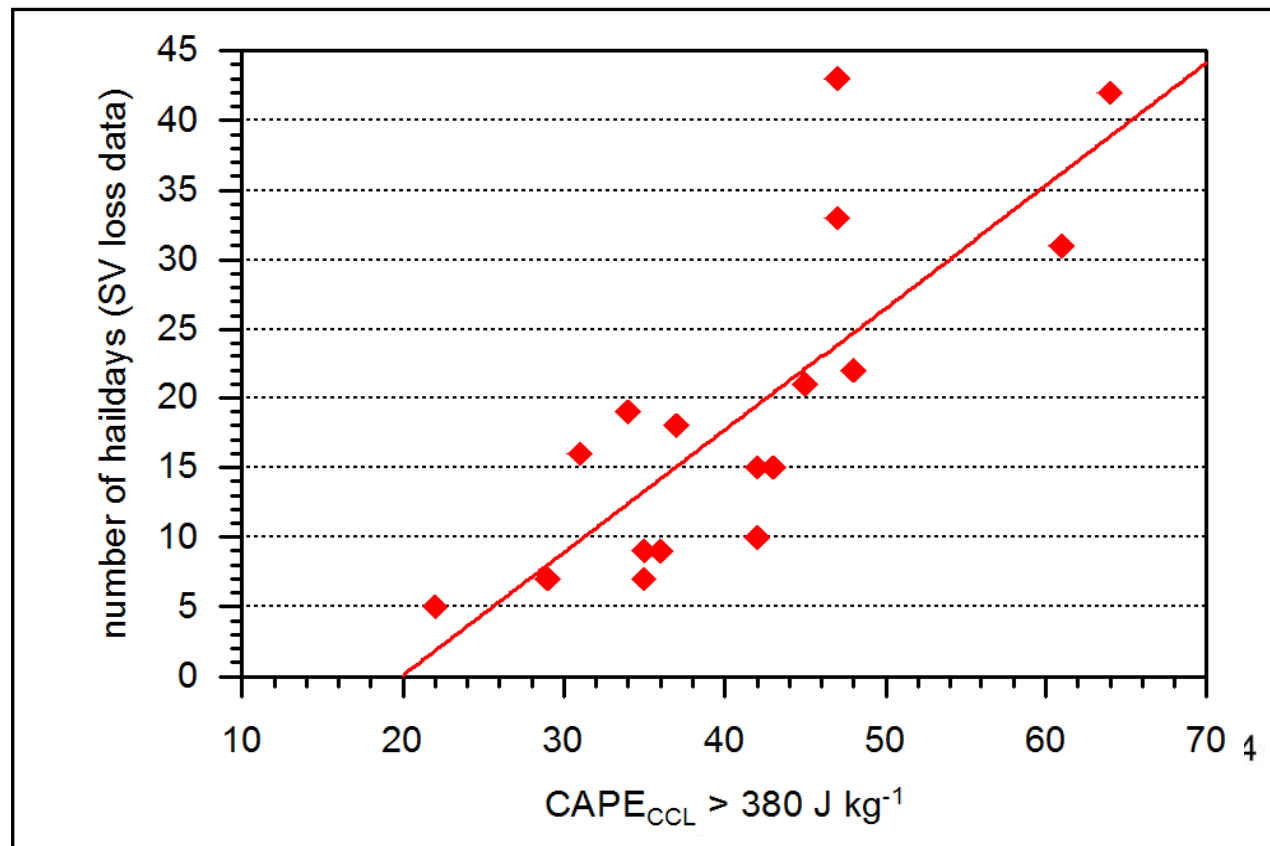
Jährliche Hageltage

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

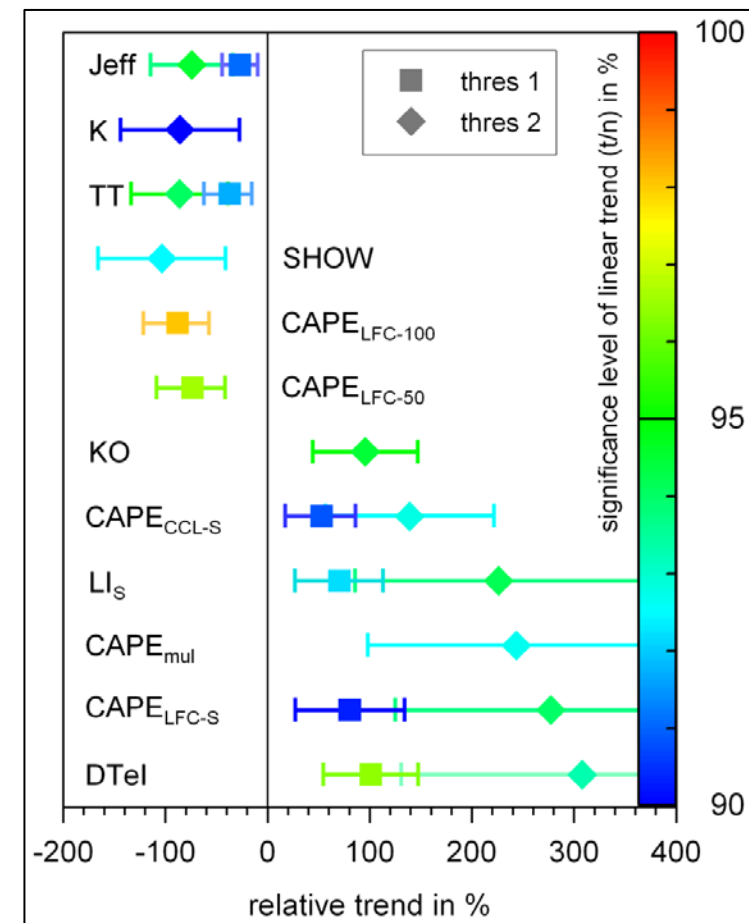
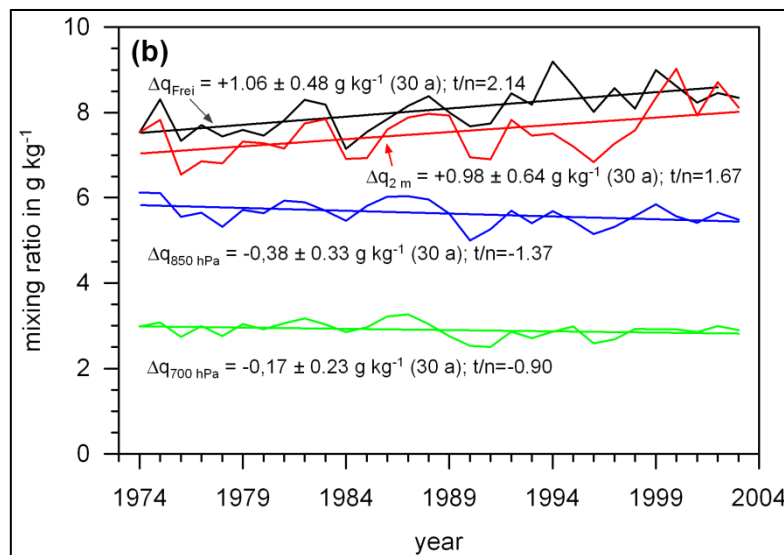
99. Perz: 2 Tage p.a.

# 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





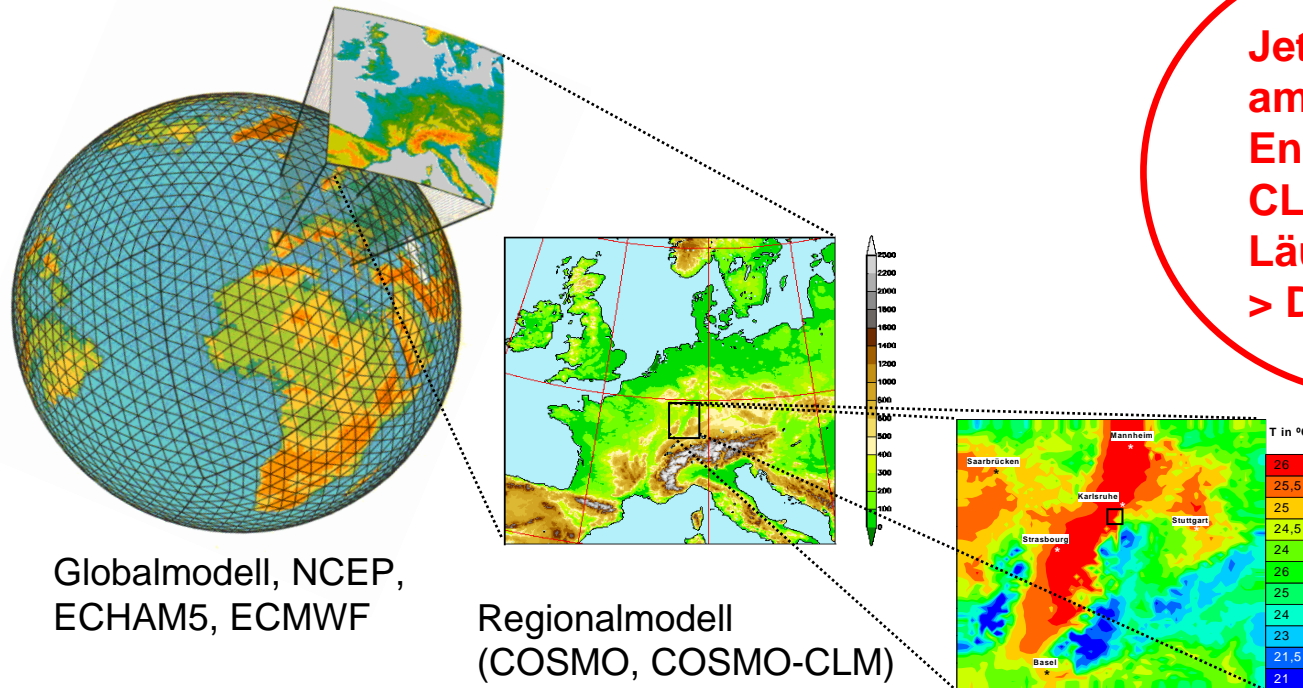
## Ergebnisse Hagel

- 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

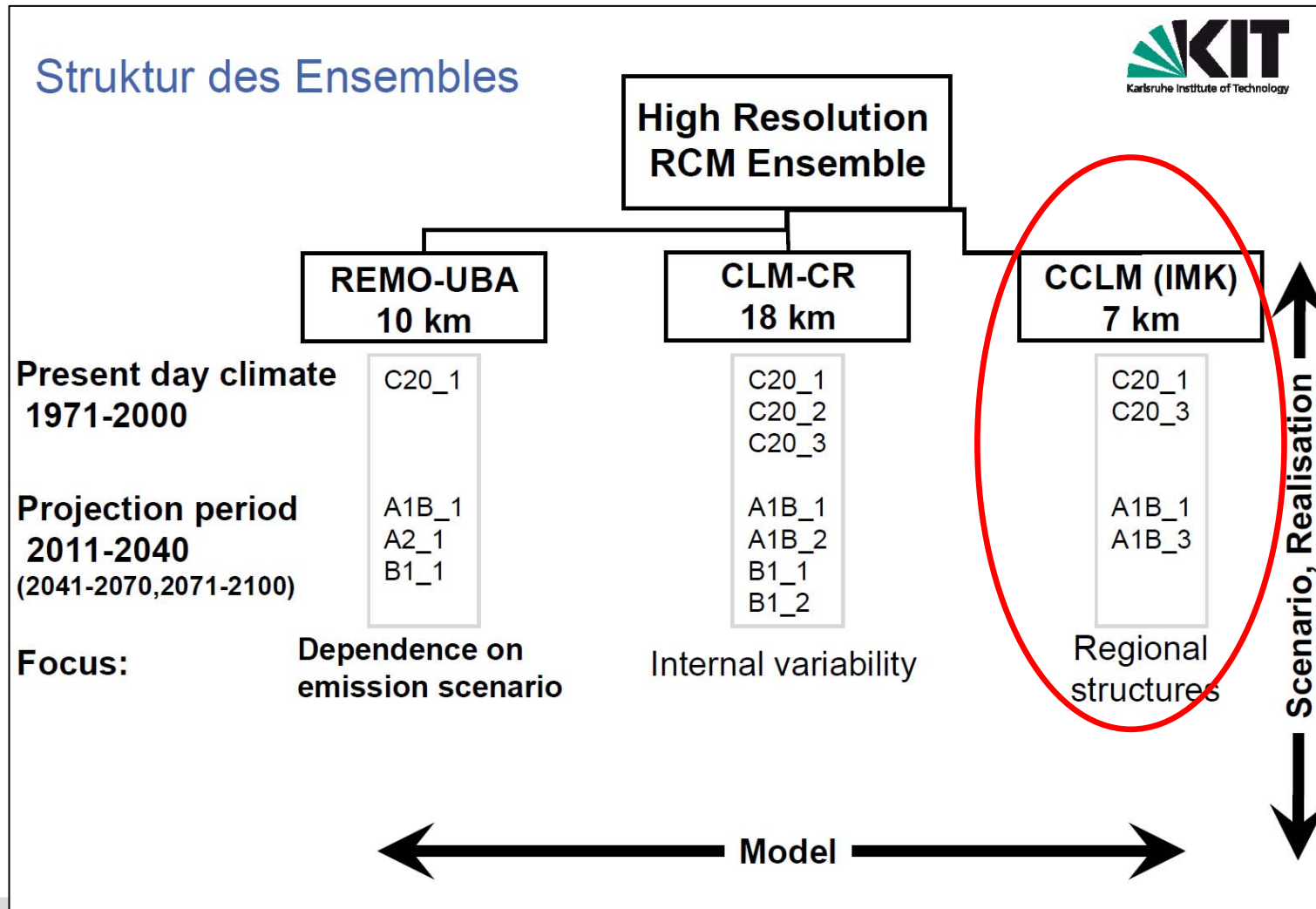
Regionalmodell (COSMO, COSMO-CLM)

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

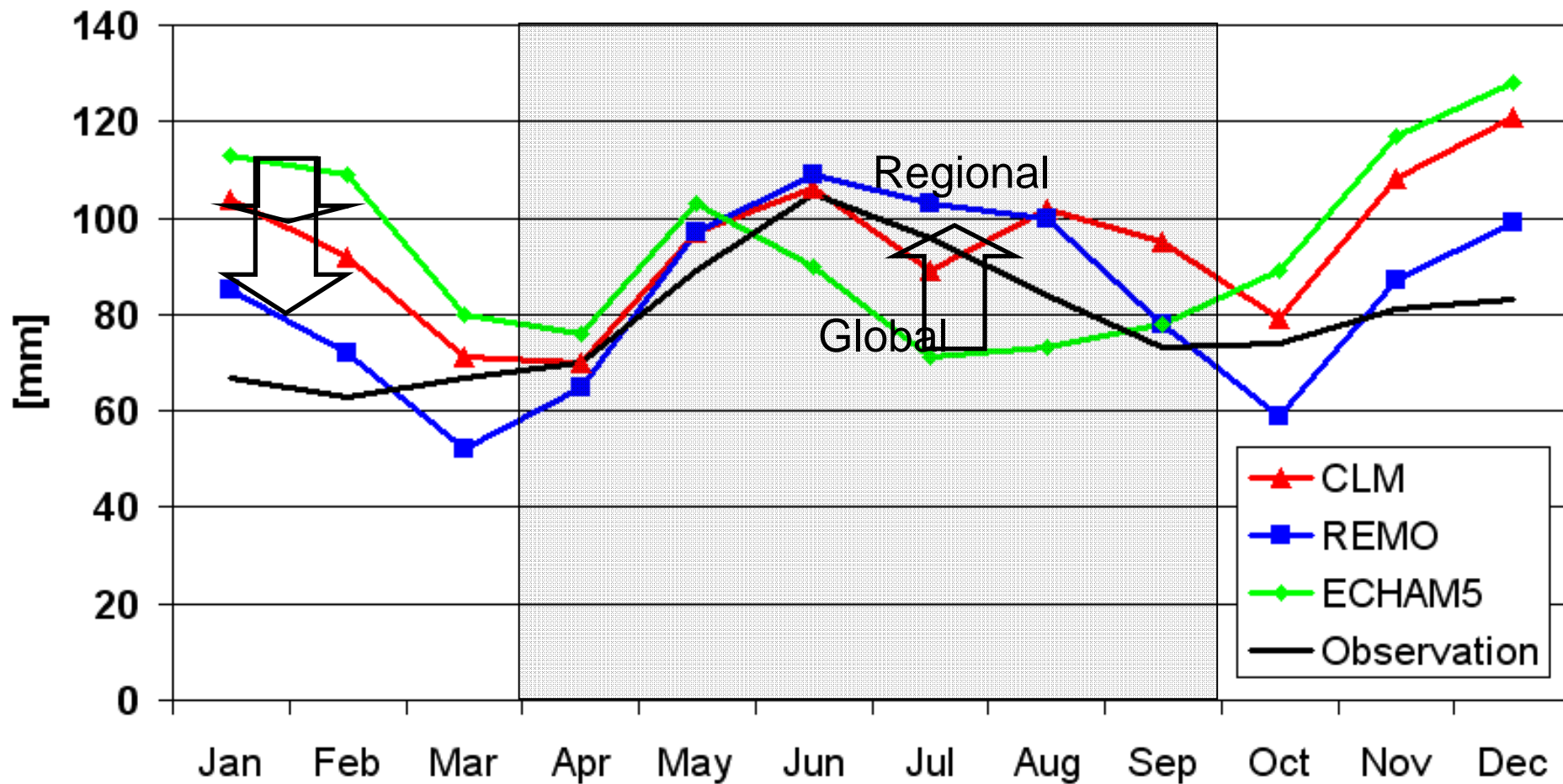
**Jetzt verfügbar am KIT: ein Ensemble von CLM 4.2 und 4.8 Läufen mit 7 km, > Deutschland**

# Umfangreiche regionale Klimasimulationen erstellen und nutzen

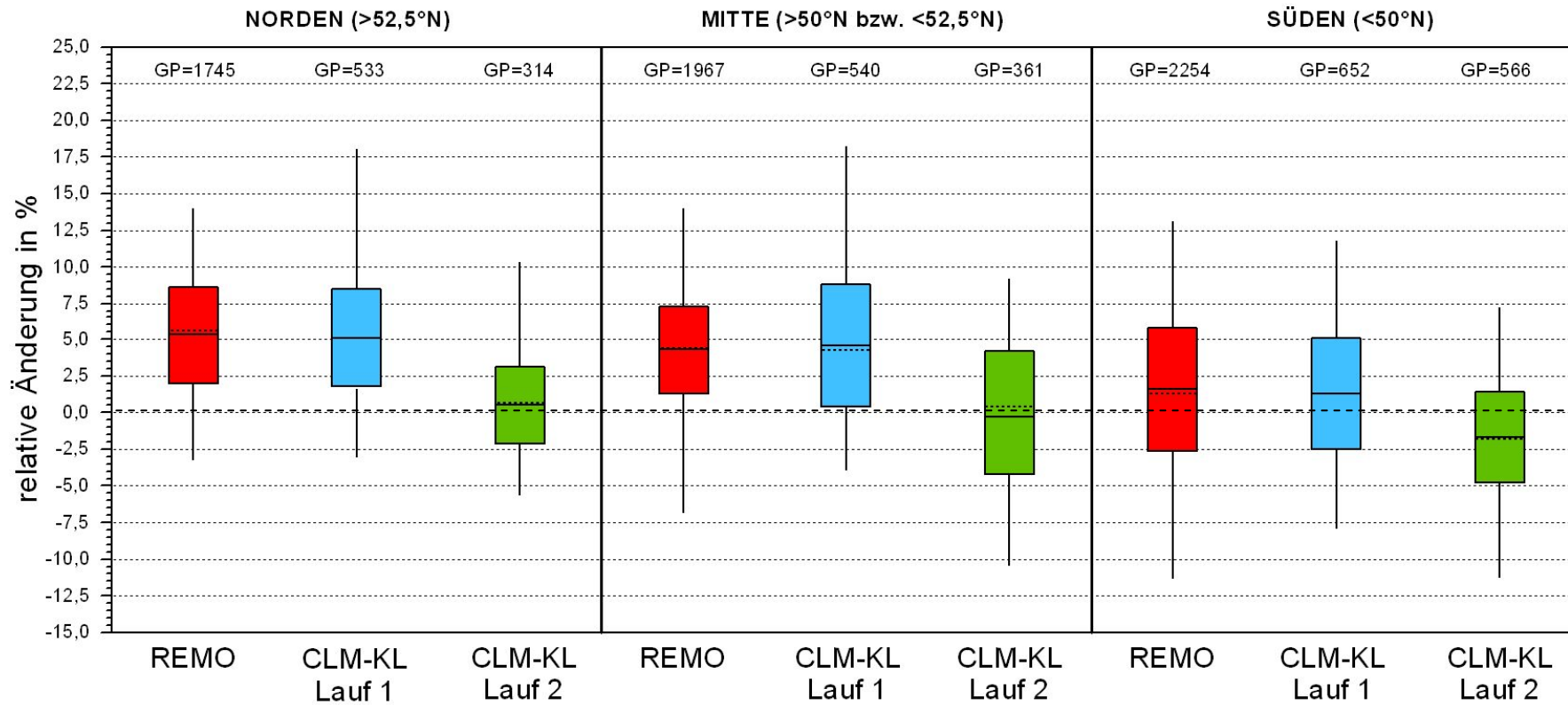
-> „Herausforderung Klimawandel“ Baden-Württemberg



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)



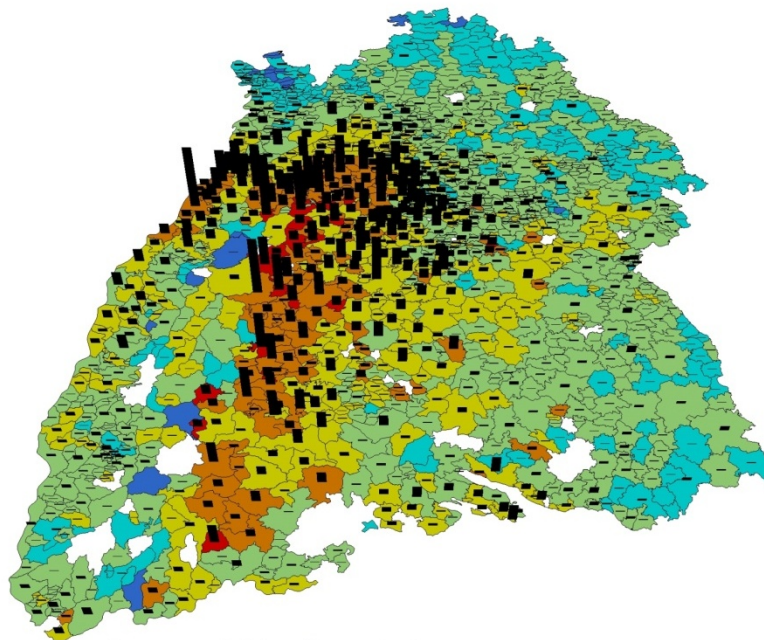
(Rauthe et al., 2008)

# Ein einfaches Schadensszenario

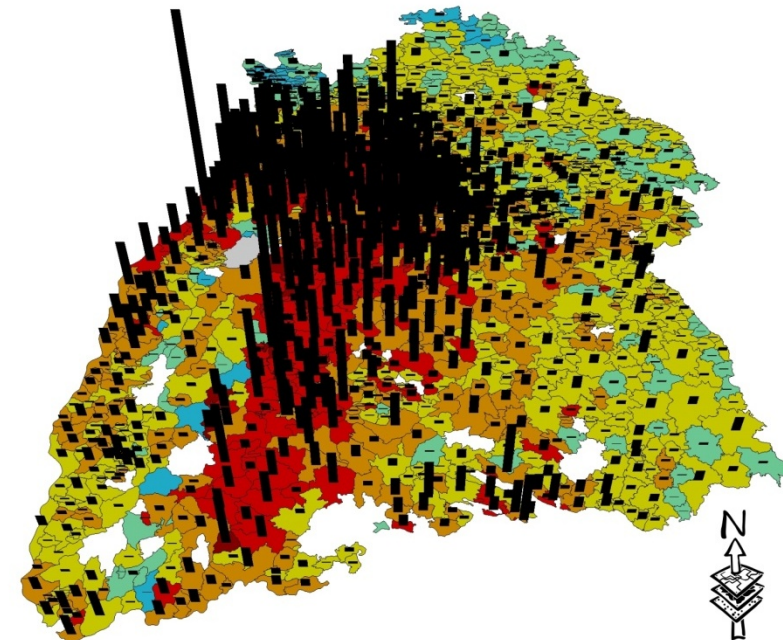
Abschätzung der Sturmschäden durch einen extremen Orkan bei Annahme einer um 10% höheren Windgeschwindigkeit.

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**

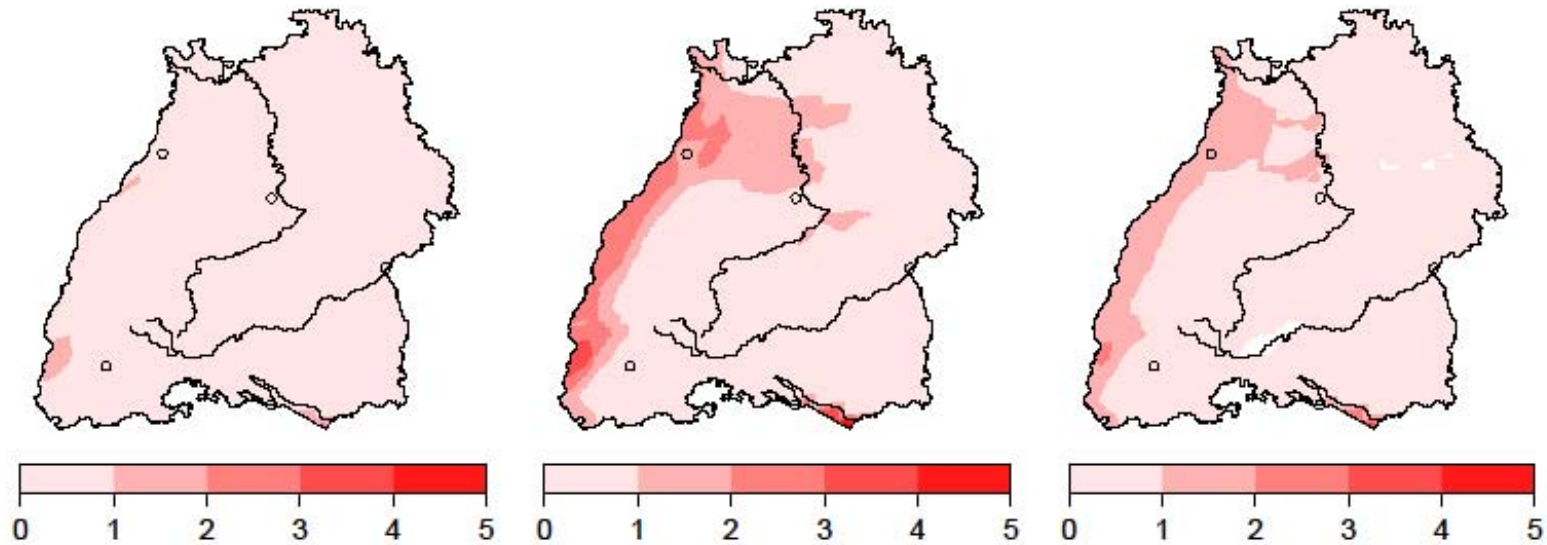


## Anzahl tropische Naechte

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 !

