

# Winterstürme mit hohem Schadenpotenzial in einem veränderten Klima (RESTER-UNIKA-1)

**Monika Rauthe,**

**Michael Kunz, Christoph Kottmeier**

Institut für Meteorologie und Klimaforschung



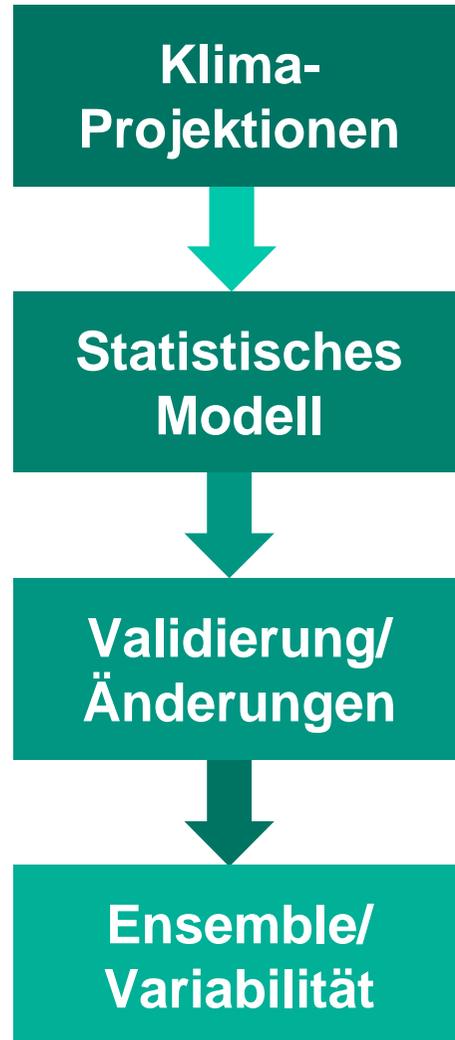
Forschungszentrum Karlsruhe  
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Universität Karlsruhe (TH)  
Research University · founded 1825



# Vorgehensweise



- globale Antriebe: ECHAM5-L1-3
- regionale Klimamodelle: REMO, CLM-KL, CLM-IMK
- Gebiet: Baden-Württemberg (Deutschland / Mitteleuropa)

- Bestimmung statistisch unabhängiger Sturmereignisse
- Schätzung Verteilungsfunktion / freie Parameter

- Kontrollperiode vs. Sturmgefährdungskarte CEDIM
- Änderung der Windgeschwindigkeiten bei bestimmten Auftrittswahrscheinlichkeiten

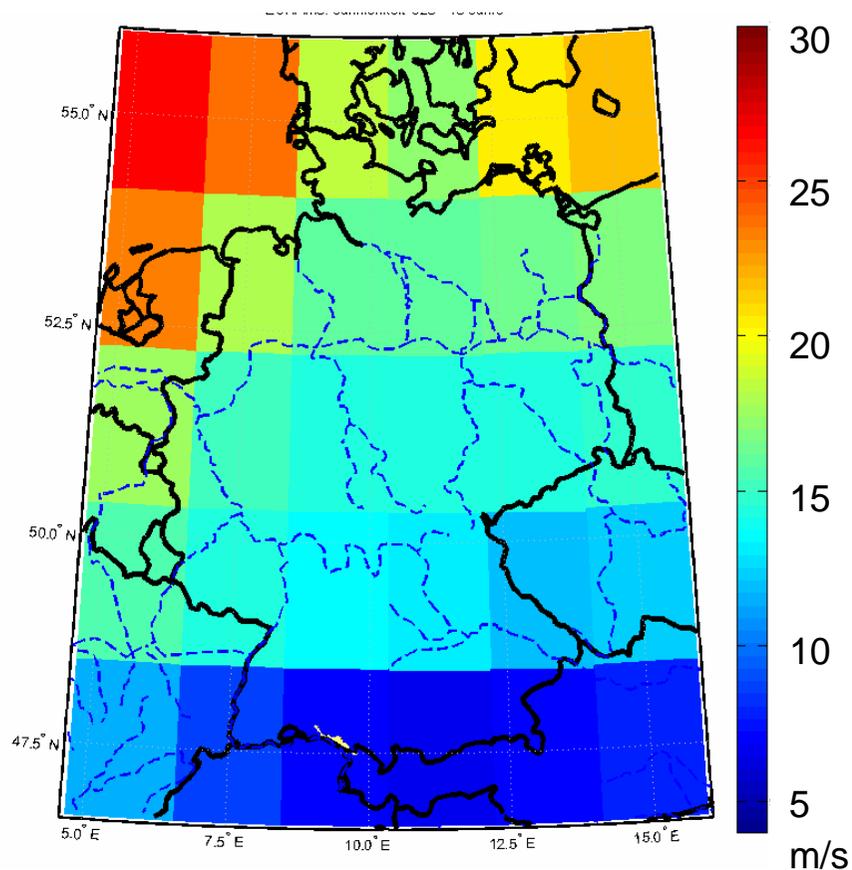
- Zusammenschau und Vergleich verschiedener regionaler Klimaprojektionen

# Klima-Projektionen & Statistik

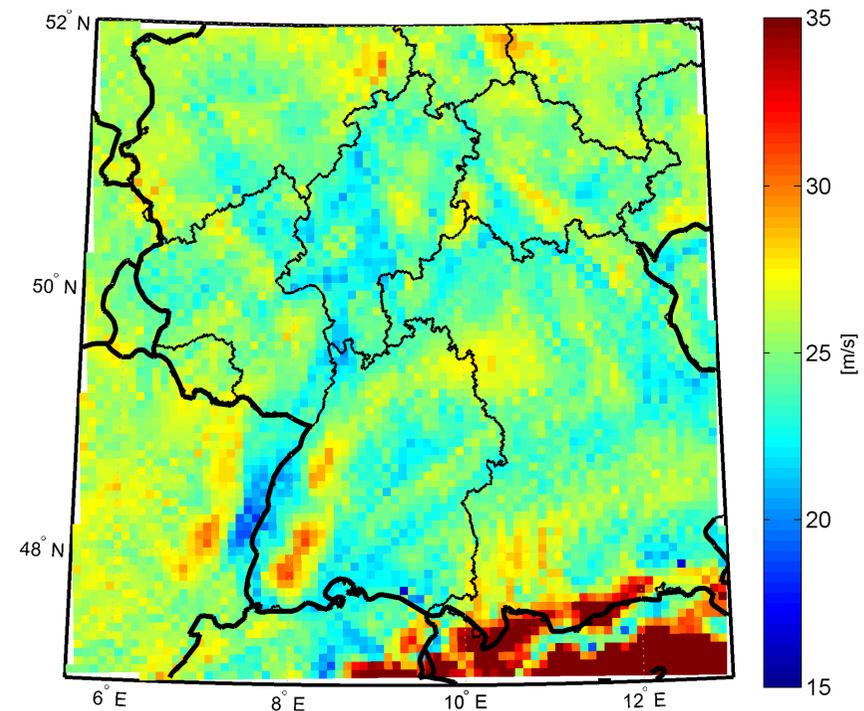
- Daten:
  - CLM-KL: IPCC-SRES A1B, B1, A2; horizontale Auflösung: ~18 km
  - REMO: IPCC-SRES A1B; horizontale Auflösung: ~10 km
  - CLM-IMK: IPCC-SRES A1B; horizontale Auflösung: ~7 km
- **9 Simulationen**, alle mit ECHAM5 (Lauf 1-3) angetrieben
- Kontrollperiode: 1971-2000 (**C20**) und Projektionsperiode: 2021-2050 (**PRO**)

# Effekt der Auflösung (1971-2000)

ECHAM5 (Vmax)  
280 km



CLM-IMK (Böen)  
7km



Wiederkehrperiode 10 Jahre

Bitte unterschiedliche Farbachsen beachten!

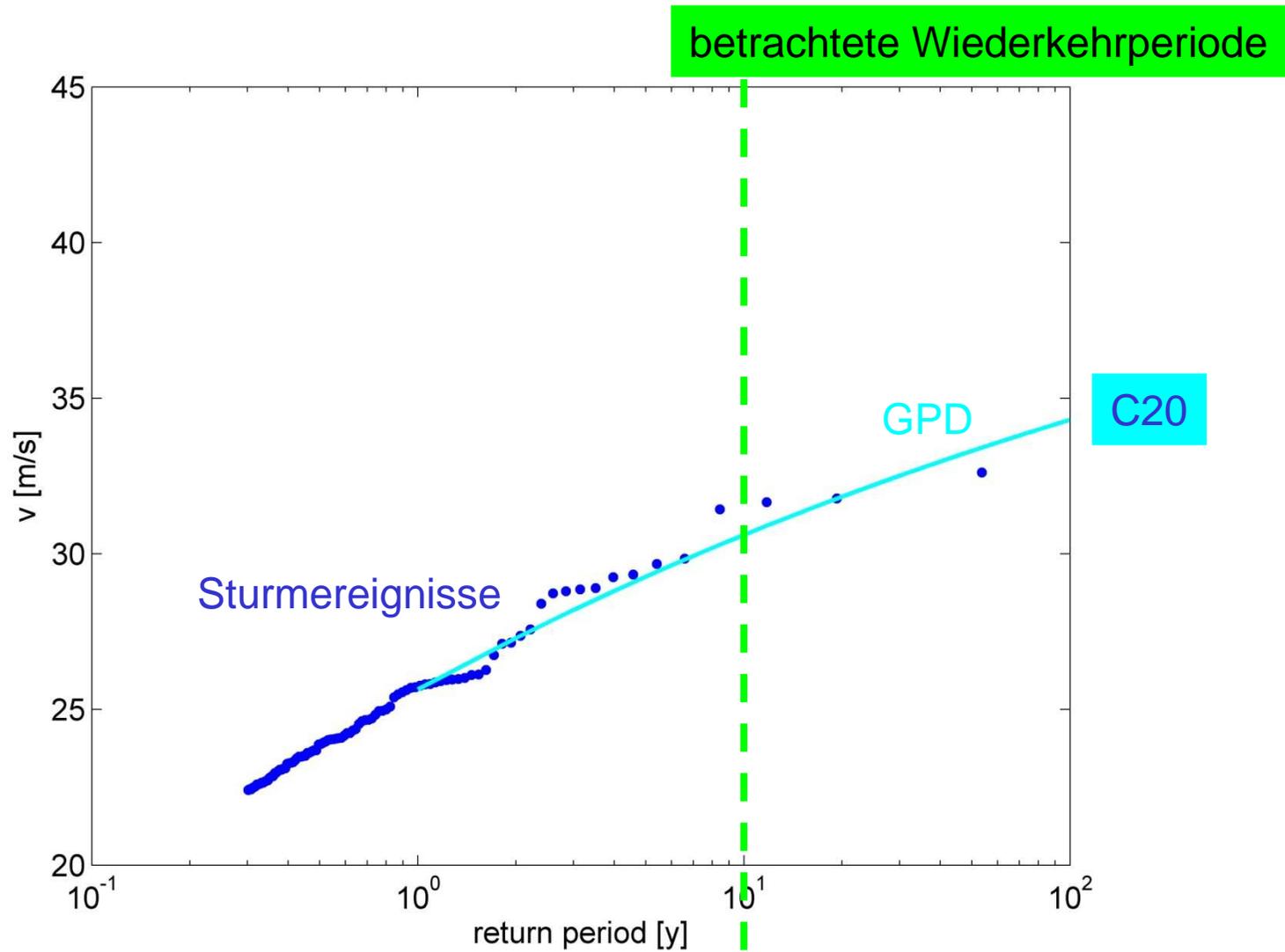
**Die Details aber auch die Variabilität wird mit steigender Auflösung größer!**

# Klima-Projektionen & Statistik

- Daten:
  - CLM-KL: IPCC-SRES A1B, B1, A2; horizontale Auflösung: ~18 km
  - REMO: IPCC-SRES A1B; horizontale Auflösung: ~10 km
  - CLM-IMK: IPCC-SRES A1B; horizontale Auflösung: ~7 km
  - **9 Simulationen**, alle mit ECHAM5 (Lauf 1-3) angetrieben
  - Kontrollperiode: 1971-2000 (**C20**) und Projektionsperiode: 2021-2050 (**PRO**)
  
- Methoden:
  - Extremwert-Statistik basierend auf Windböen unabhängig für jeden Gitterpunkt:
    - Methode der unabhängigen Ereignisse
    - 100 stärkste Ereignisse in 30 Jahren (Oktober-März)
    - Generalisierte Pareto Verteilung (GPD), Maximum Likelihood Methode

# Statistisches Modell (GPD)

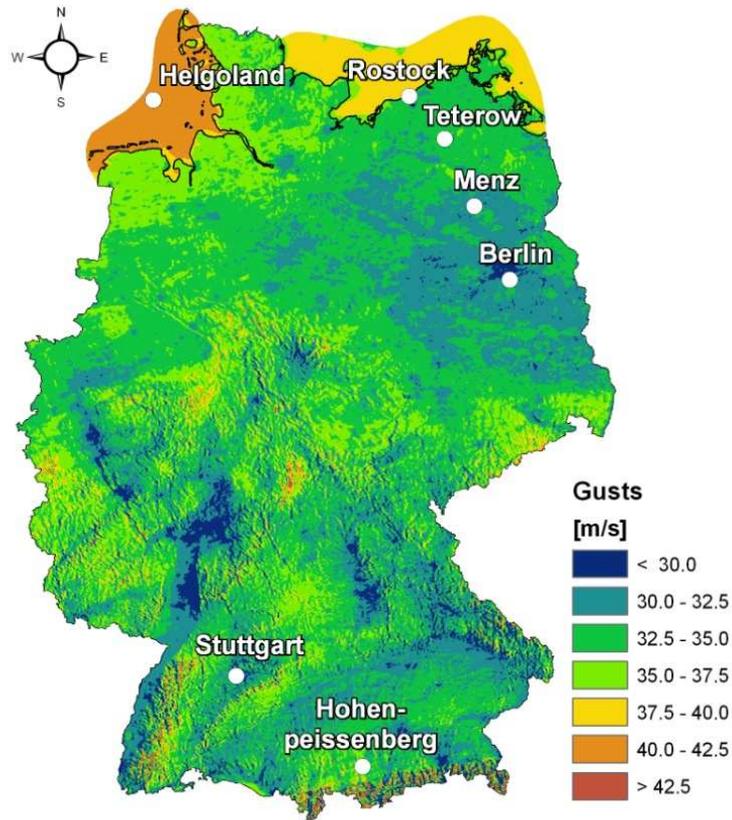
REMO:  
einzelner  
Gitterpunkt



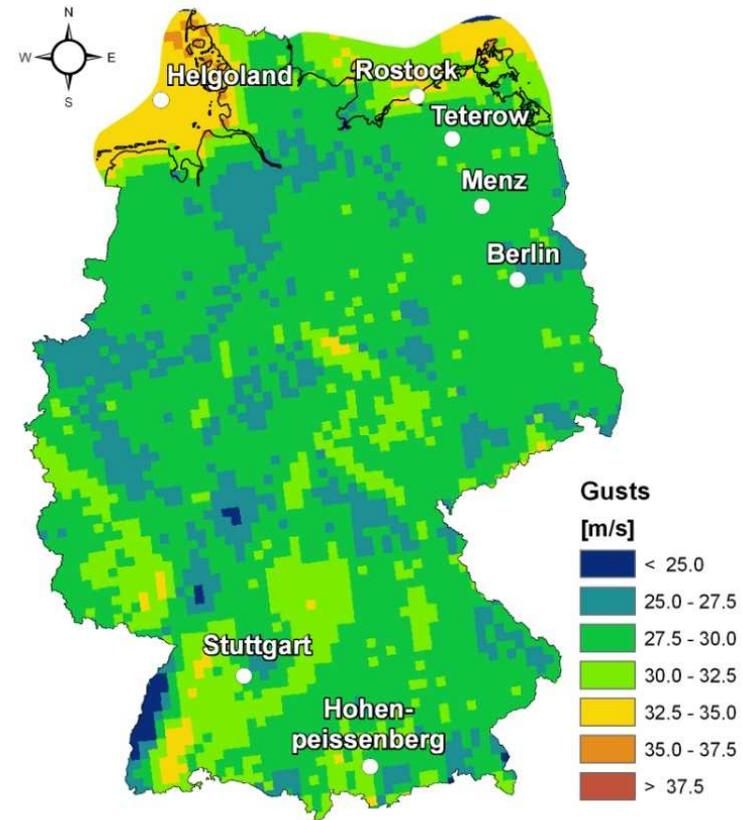
# Validierung im Kontrollzeitraum C20

Böengeschwindigkeit für **Wiederkehrperiode 10 Jahre**

CEDIM (CSHM)



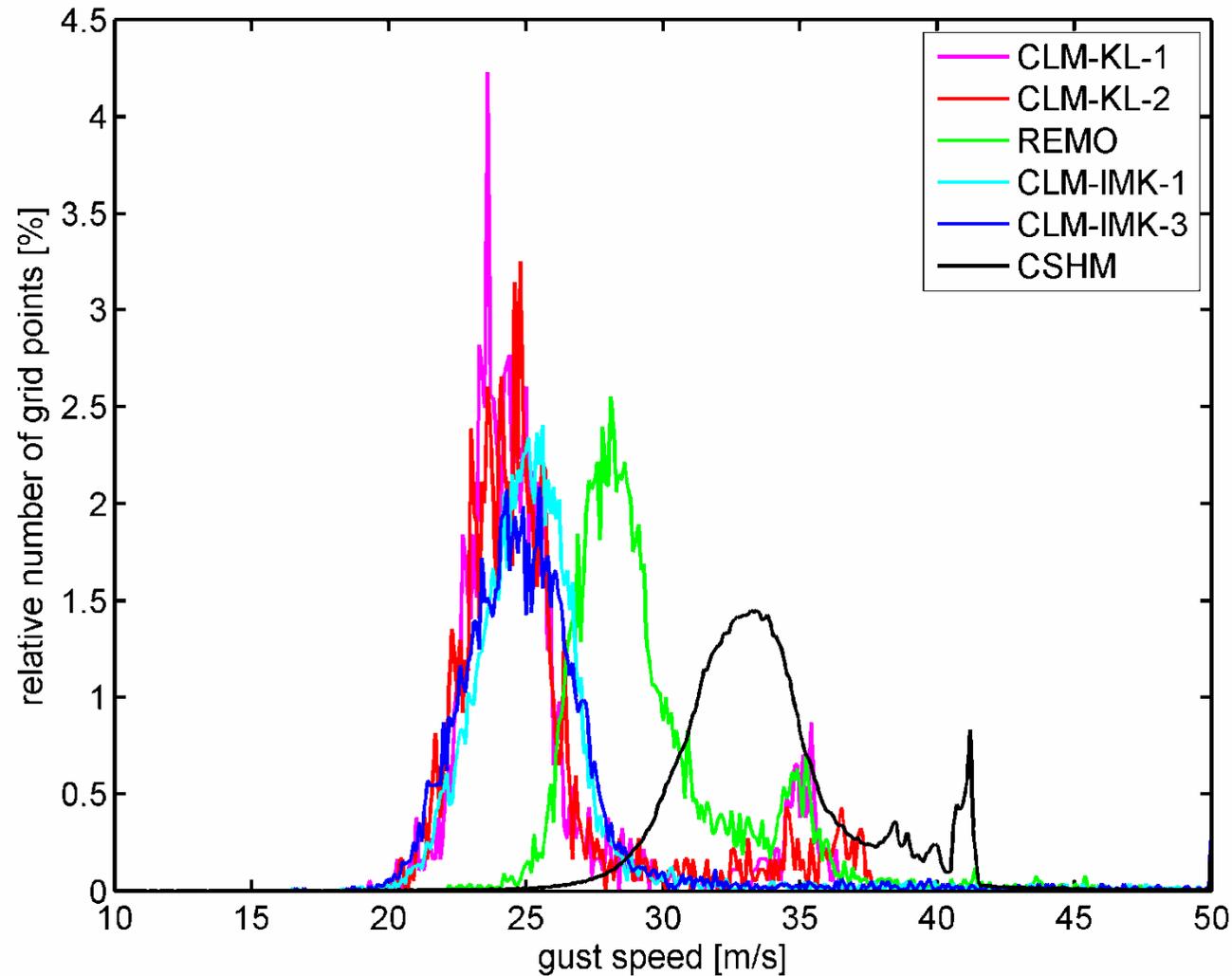
REMO



(Hofherr und Kunz, 2009)

Bitte unterschiedliche Farbachsen beachten!

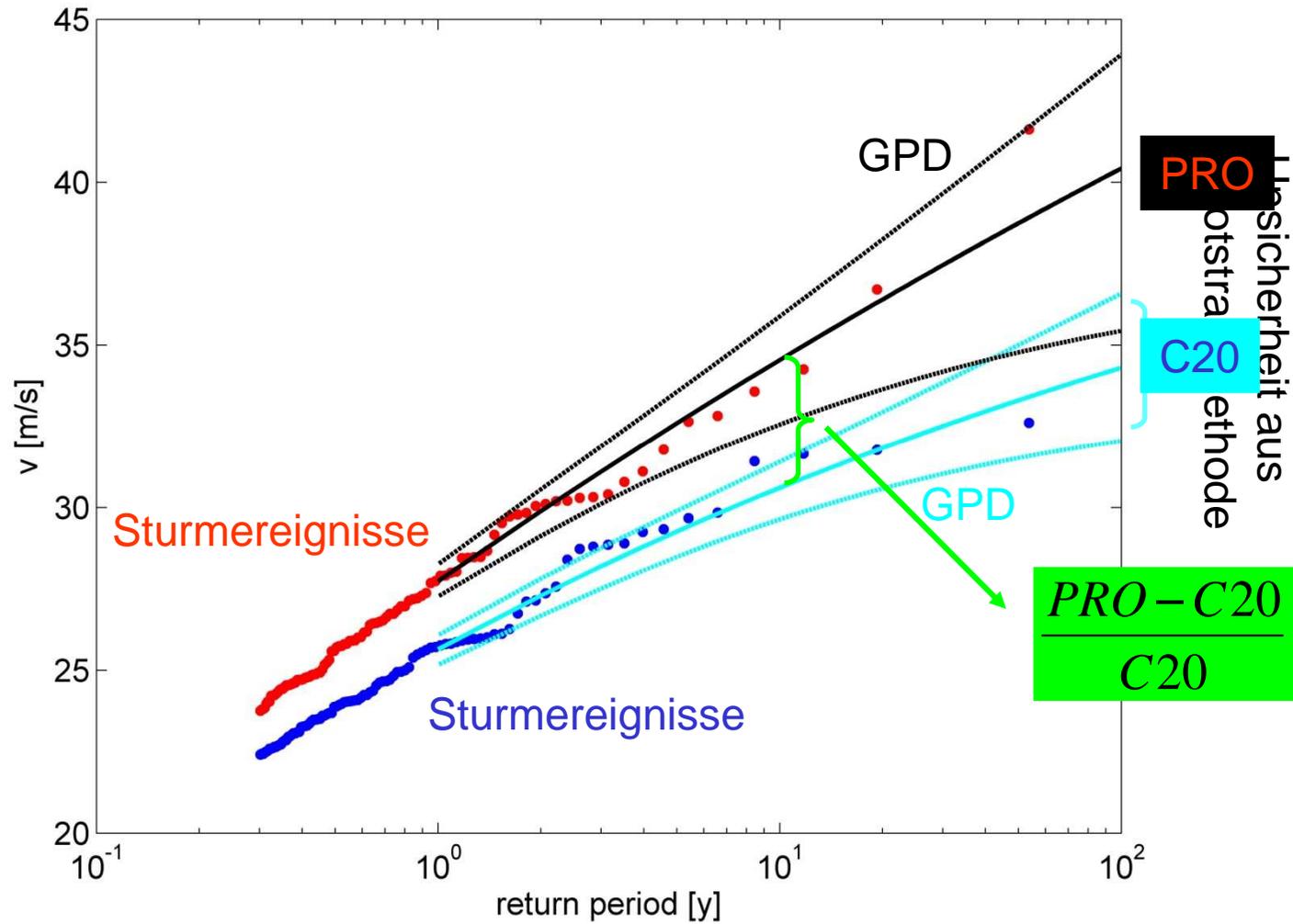
# Validierung im Kontrollzeitraum C20



**Unterschätzung in allen Modellen → nur relative Änderungen werden betrachtet!**

# Änderungen des Sturmklimas

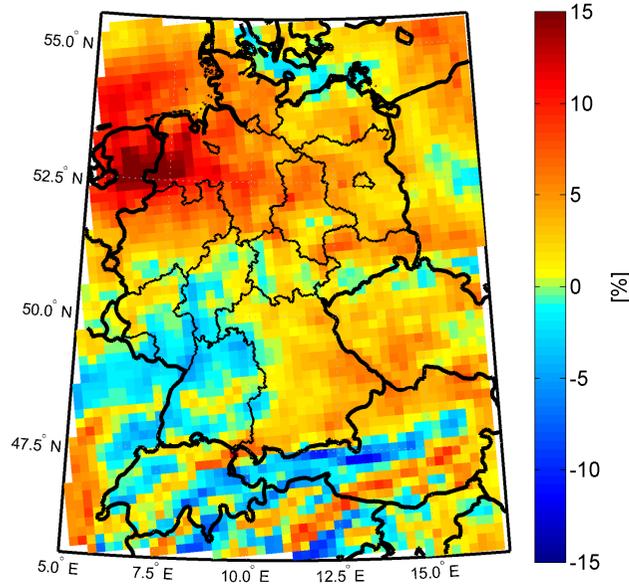
REMO:  
einzelner  
Gitterpunkt



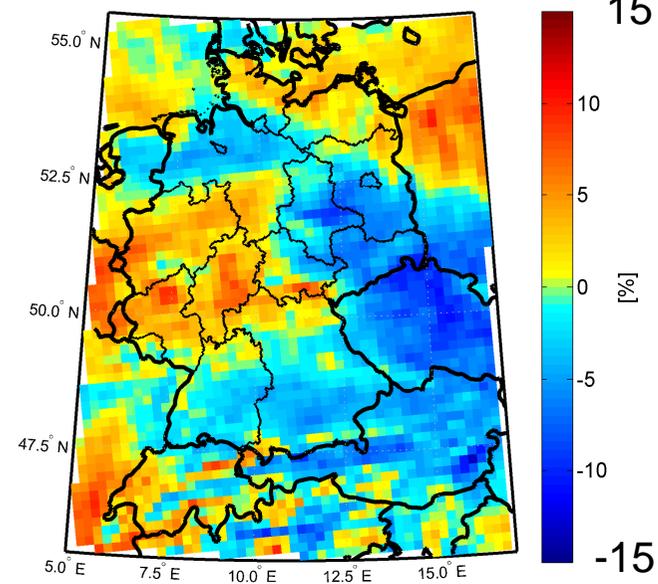
# Änderungen des Sturmklimas (CLM-KL)

A1B

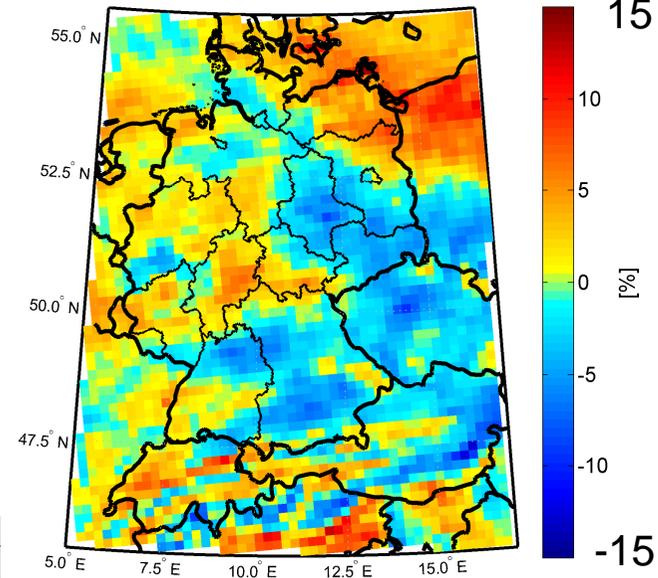
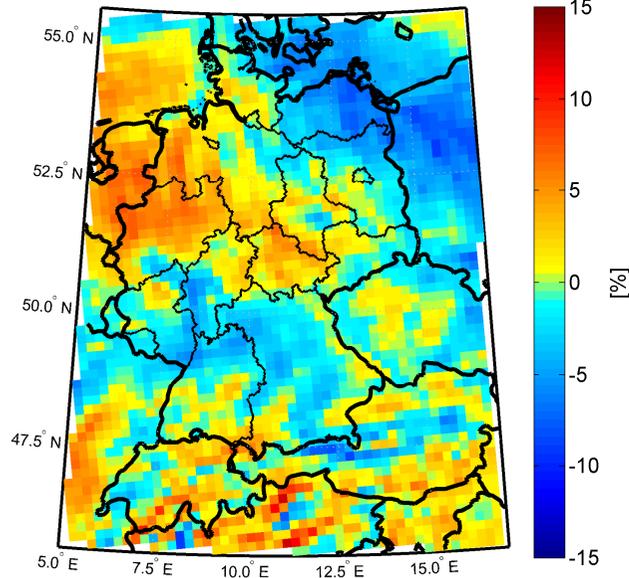
Lauf 1



Lauf 2

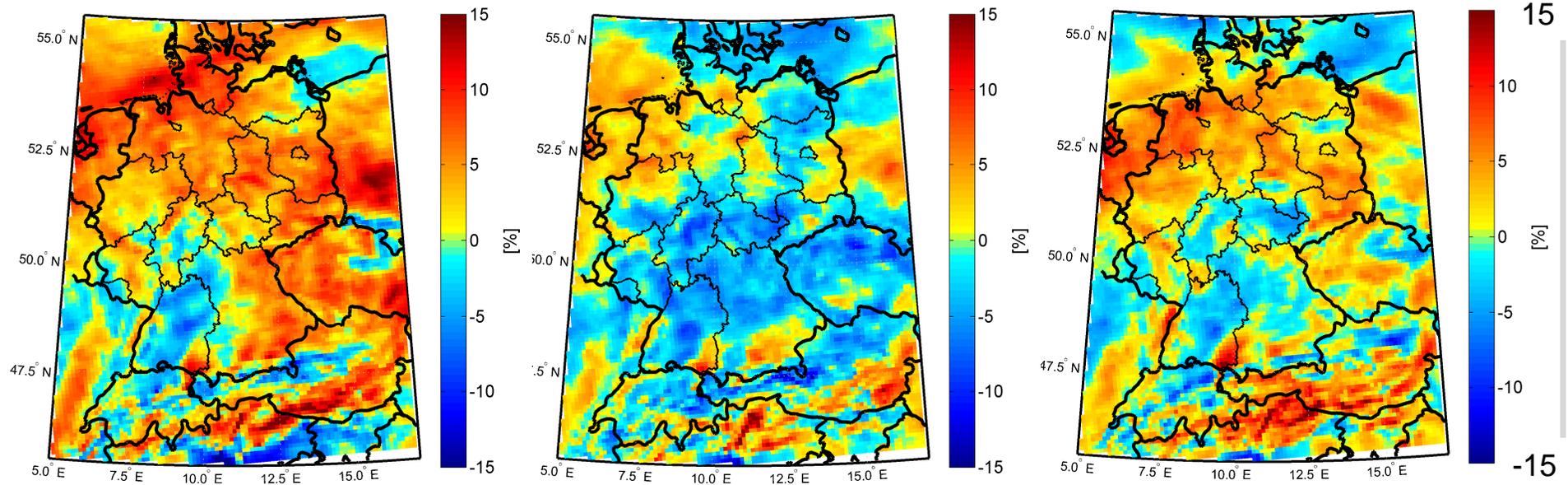


B1



# Änderungen des Sturmklimas (REMO)

Lauf 1

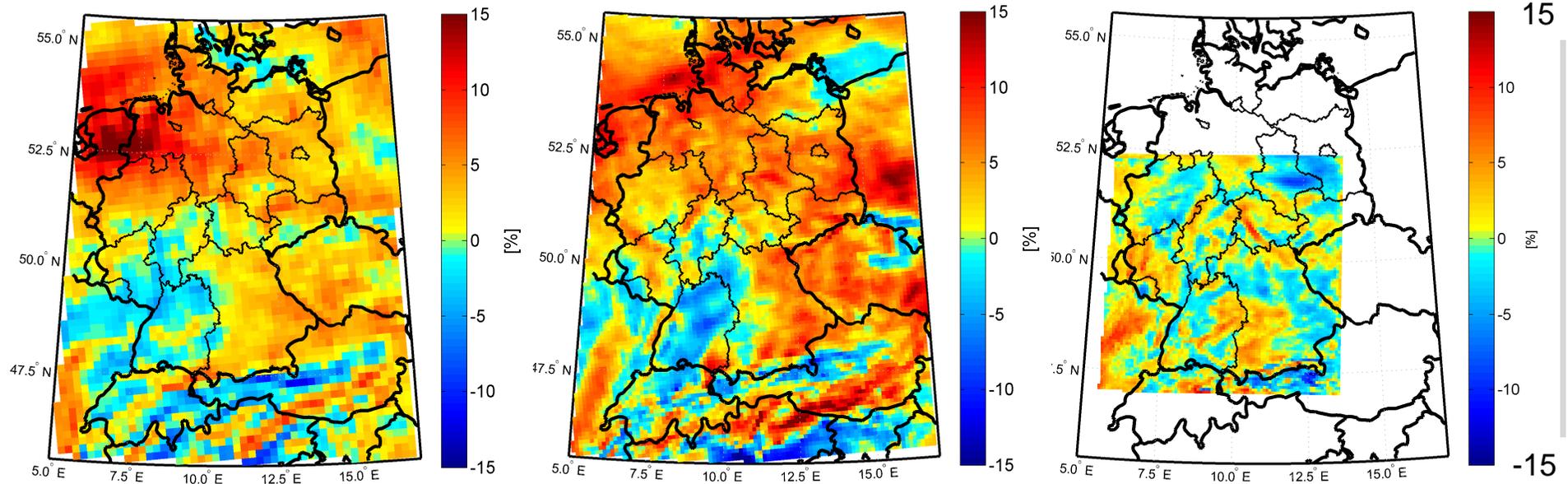


A1B

A2

B1

# Änderungen des Sturmklimas (A1B-L1)



CLM-KL

REMO

CLM-IMK

hohe Variabilität zwischen den einzelnen Realisierungen

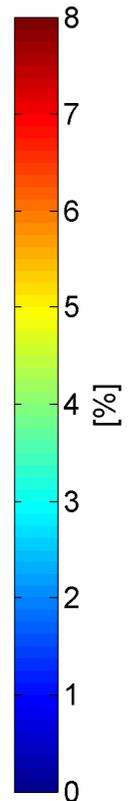
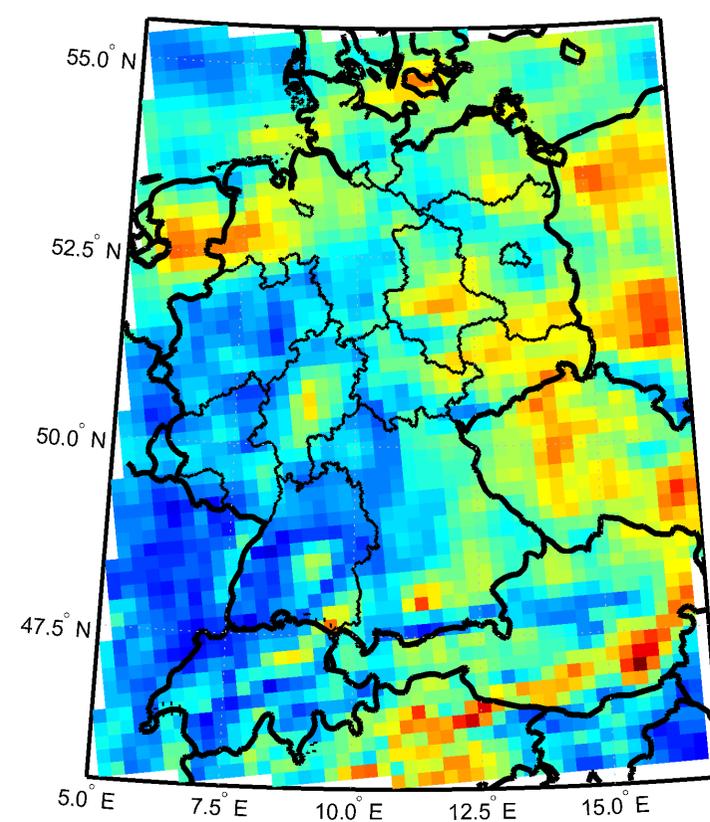
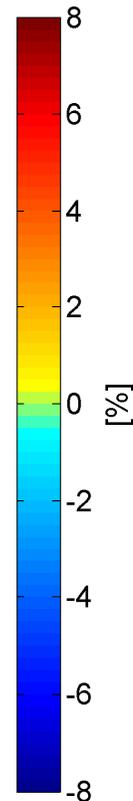
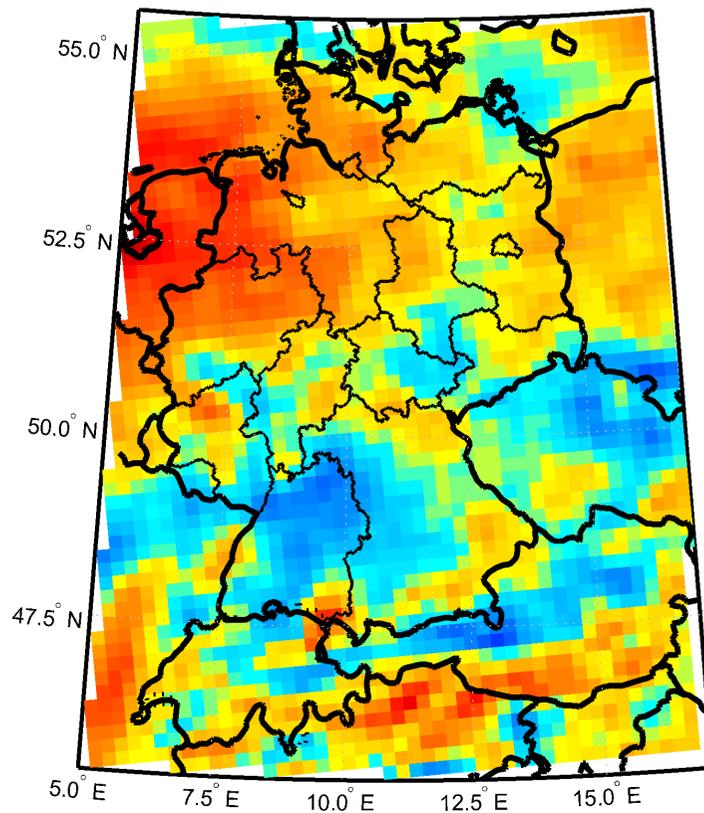
→ Ensemble-Ansatz um die Belastbarkeit der Ergebnisse zu erhöhen

# Ensemble

Mittelwert

$$\frac{PRO - C20}{C20}$$

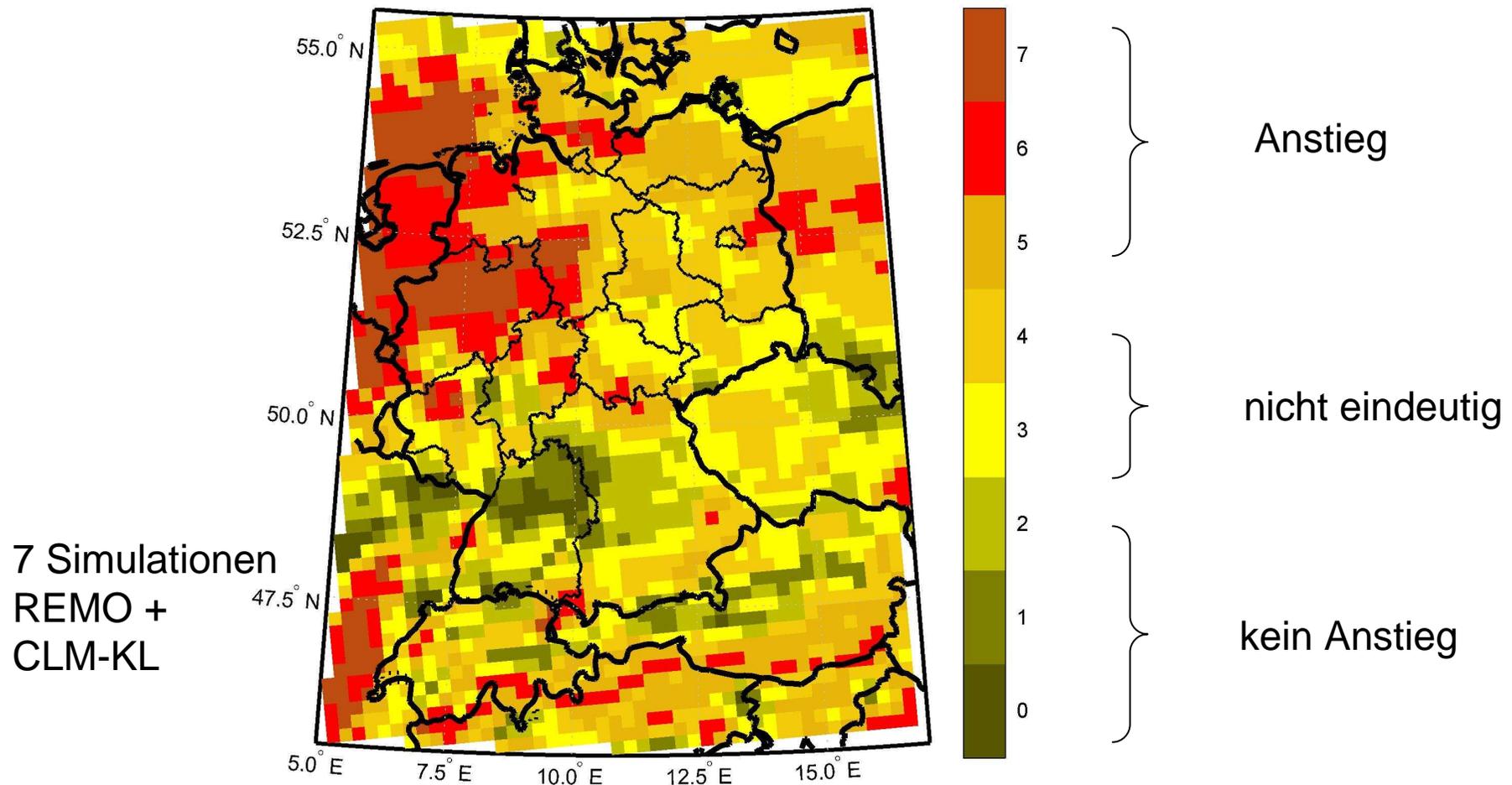
Standardabweichung



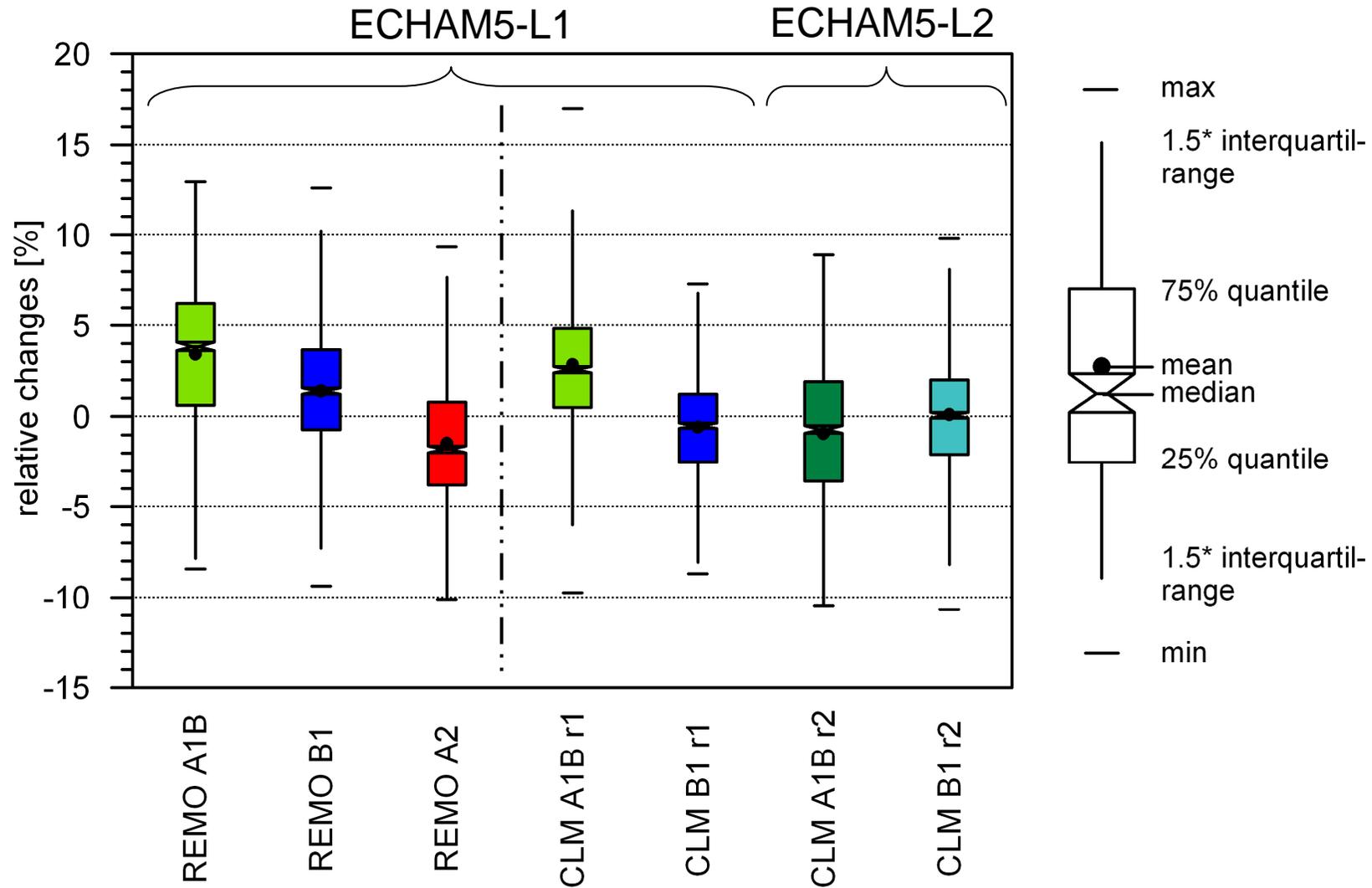
7 Simulationen: REMO + CLM-KL

# Ensemble

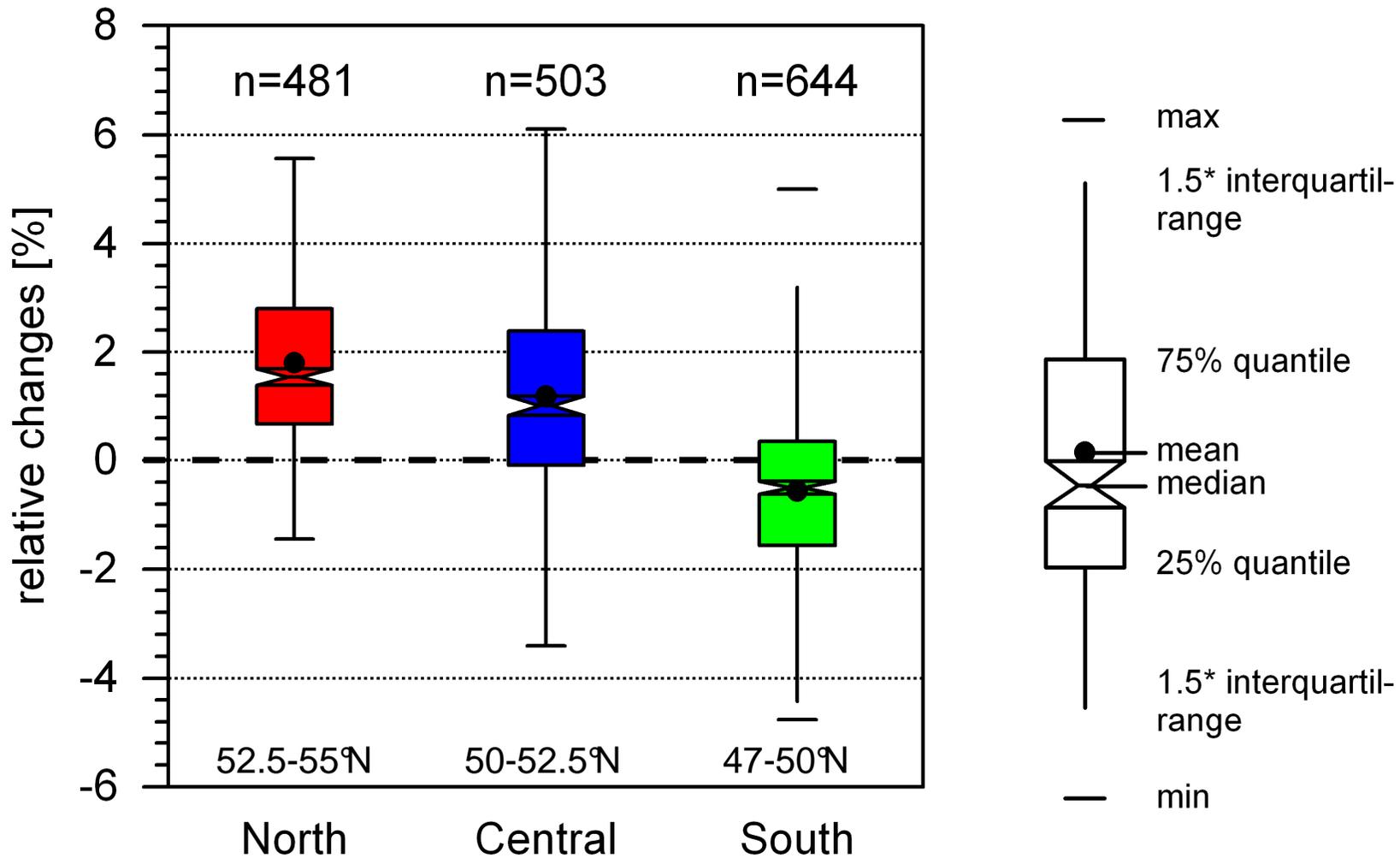
Ensemble-Ansatz: relative Änderungen der Böenwindgeschwindigkeit:  
Anzahl der Simulationen mit Anstieg



# Variabilität



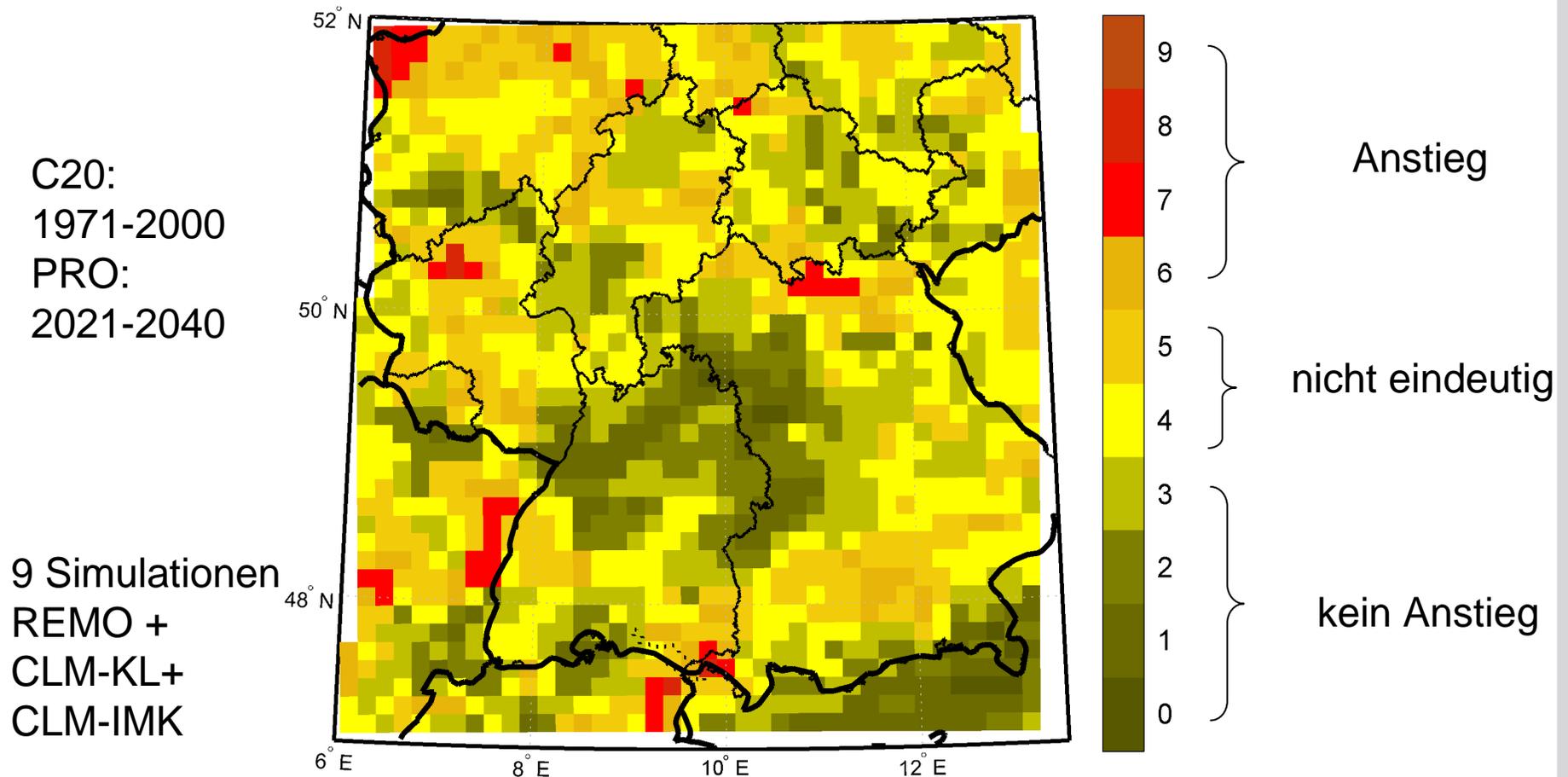
# Variabilität



**Nur in Norddeutschland ist ein eindeutiger Trend zu erkennen!**

# Ensemble

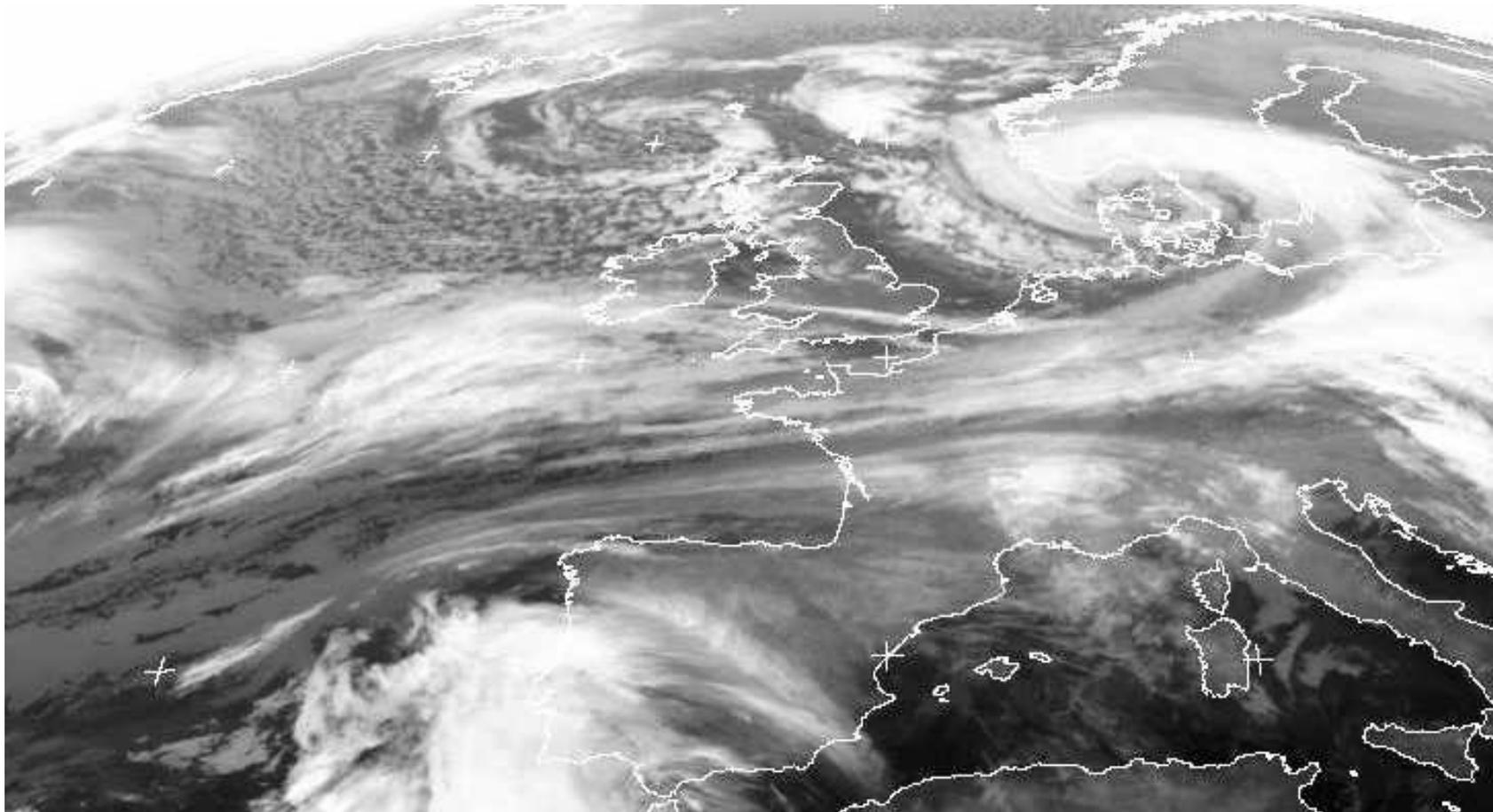
Ensemble-Ansatz: relative Änderungen der Böenwindgeschwindigkeit:  
Anzahl der Simulationen mit Anstieg



# Schlussfolgerungen und Ausblick

- räumliche Verteilung der Böenfelder in den regionalen Klimamodellen gut wiedergegeben, aber systematische Unterschätzung der Böen
- in Baden-Württemberg: leichte Abnahme der Sturmtätigkeit projiziert, d.h. derzeitig hohes Sturmniveau leicht abgesenkt, aber Sturmereignisse wie Lothar weiterhin möglich
- Variabilität in und zwischen den einzelnen Modellläufen hoch  
Hauptursache: Regionalisierung
- *weitere Quantifizierung der Unsicherheiten der Ergebnisse notwendig*
- *vertieftes Verständnis der Projektionen, insbesondere der hohen Gradienten und der räumlichen Verteilung des Änderungssignals*

*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!*



## Wintersturm Anatol, 3. Dezember 1999