



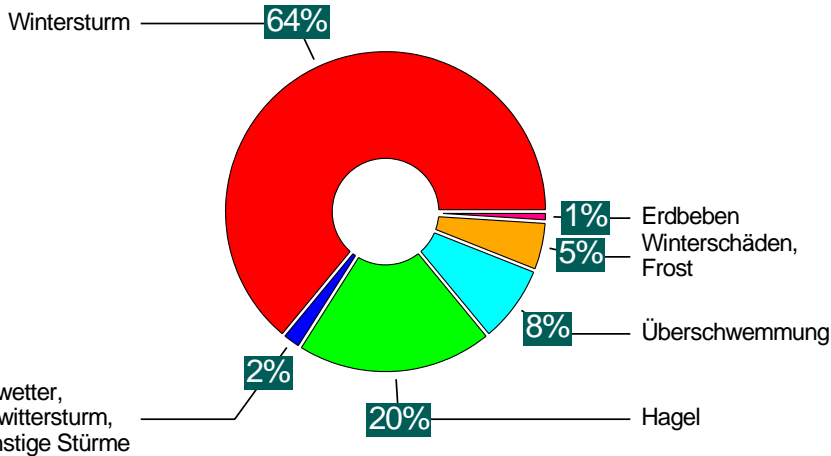
# Forschungsvorhaben

## „Herausforderung Klimawandel“

### **RESTER: Änderung des regionalen Sturmklimas**

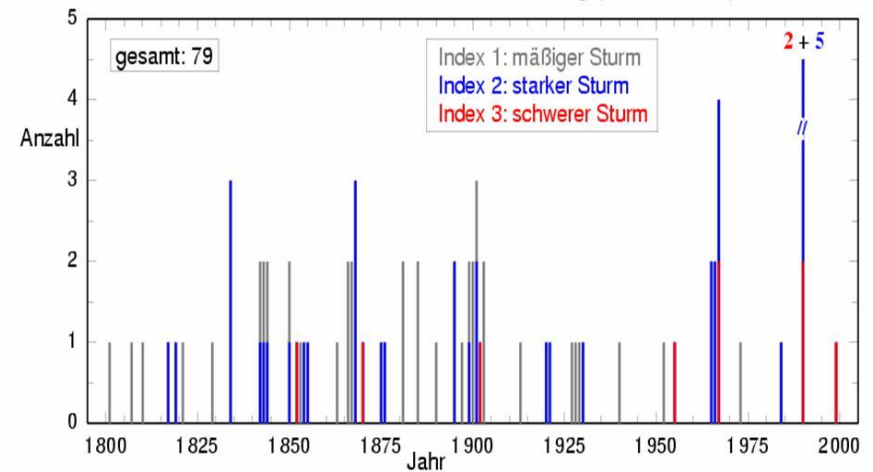
*Ralph Lux,*  
Michael Kunz, Christoph Kottmeier

10. Oktober 2007



Durch Naturkatastrophen verursachte, versicherte Schäden in Deutschland 1970-1998. Quelle: Münchener Rückversicherung (1999)

Winterstürme in Baden-Württemberg (1800 - 2000)



Zeitliche Entwicklung der Anzahl von Winterstürmen in Baden-Württemberg (nach Steller und Hofherr, 2003)



- Datengrundlage: ECHAM5/ REMO Klimasimulationen
- Methoden
- Erste Ergebnisse
  - Auswahl von Extremereignissen
  - Bewertung der verwendeten Datenbasis
  - Änderungen extremer Sturmereignisse von Prognose- zu Kontrollzeitraum
- Zusammenfassung und Ausblick



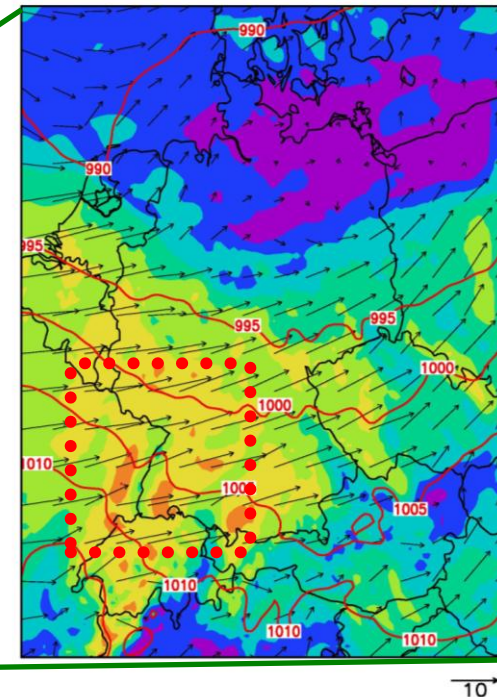
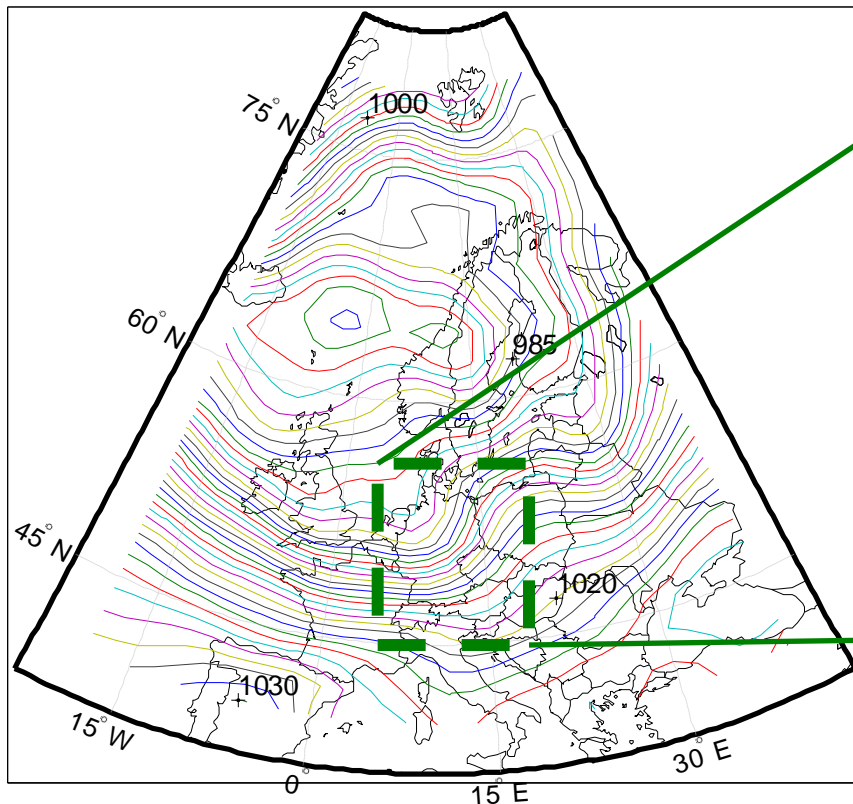
# Datengrundlage

## ECHAM5/ REMO Klimasimulationen

- Betrachtetes Emissionsszenario: A1B
- Betrachtete Zeiträume: 1971-2000 (C20) sowie 2021-2050 (A1B)
- Dynamisches Downscaling von ECHAM5 (GCM) durch das regionale Modell REMO

REMO: Gitterauflösung: 0.088°

ECHAM5: Gitterauflösung: 1.85°

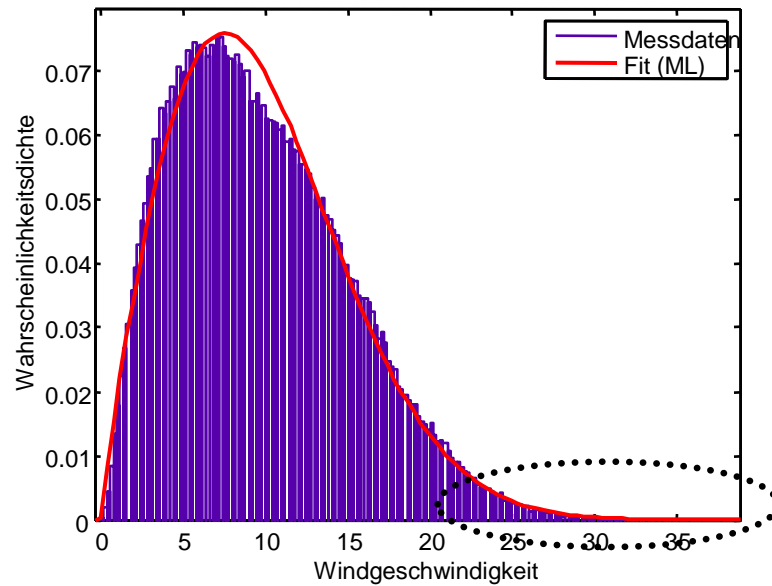


Mittlerer Wind und Isobaren für ein Sturmereignis im Bereich Baden-Württemberg. Die Orographie hat dabei deutlich sichtbaren Einfluss



# Methoden

## Statistische Beschreibung von Windgeschwindigkeiten

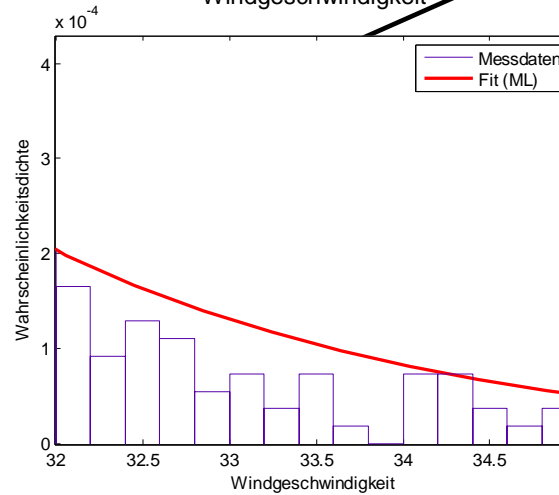
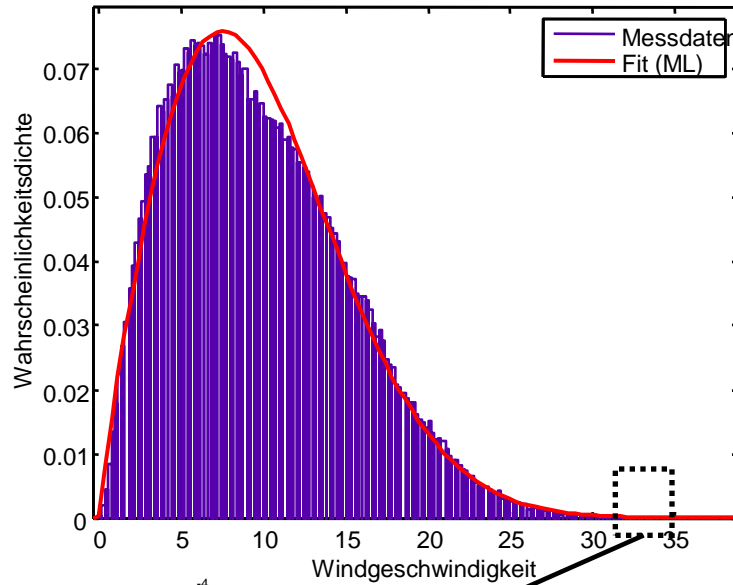


- Untersuchung der Klimatologie anhand statistischer Parameter
- Anpassung einer Verteilungsfunktion an die Daten (Weibull-VT)



# Methoden

## Statistische Beschreibung von Windgeschwindigkeiten



Untersuchung von  
Extremereignissen



## Methoden

### Statistische Beschreibung von Windgeschwindigkeiten

Anwendung von Extremwertstatistik zur Beschreibung von Sturmereignissen:

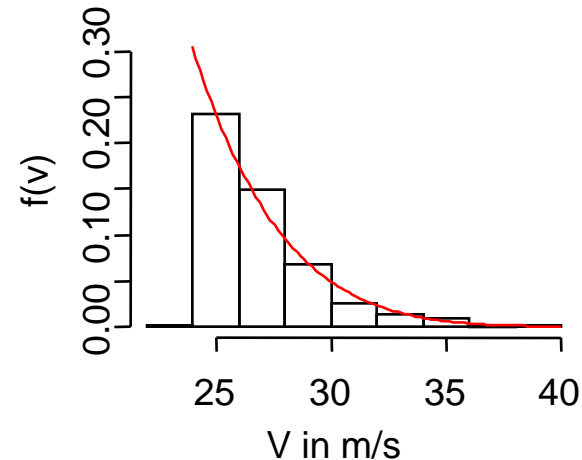
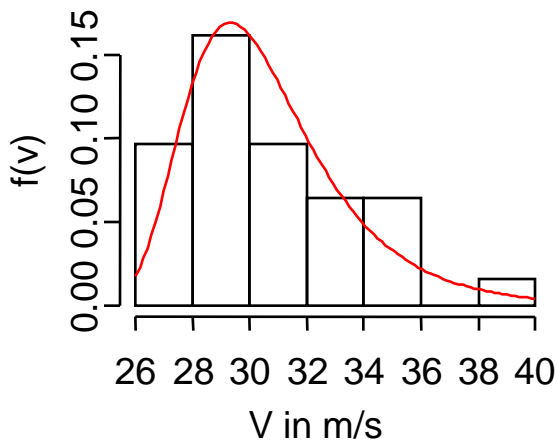
„General Extreme Value“ (GEV) bzw. „Generalised Pareto Distribution“ (GPD)

GEV: Stärkste Sturmereignisse in verschiedenen aufeinander folgenden, gleich langen periodischen Zeitabschnitten (z.B. Jahren)

Nachteil: Vernachlässigung von Stürmen bei mehreren starken Ereignissen in einem Zeitabschnitt/ Jahr.

GPD: Stärkste Sturmereignisse in einer Episode (z.B. in 30 Jahren). Es werden nur diejenigen Ereignisse betrachtet, welche einen Grenzwert überschreiten („Peaks over threshold“).

Hier ist allerdings auf die Unabhängigkeit der Ereignisse zu achten (gesucht sind die größten Windgeschwindigkeiten aus unterschiedlichen Sturmereignissen).





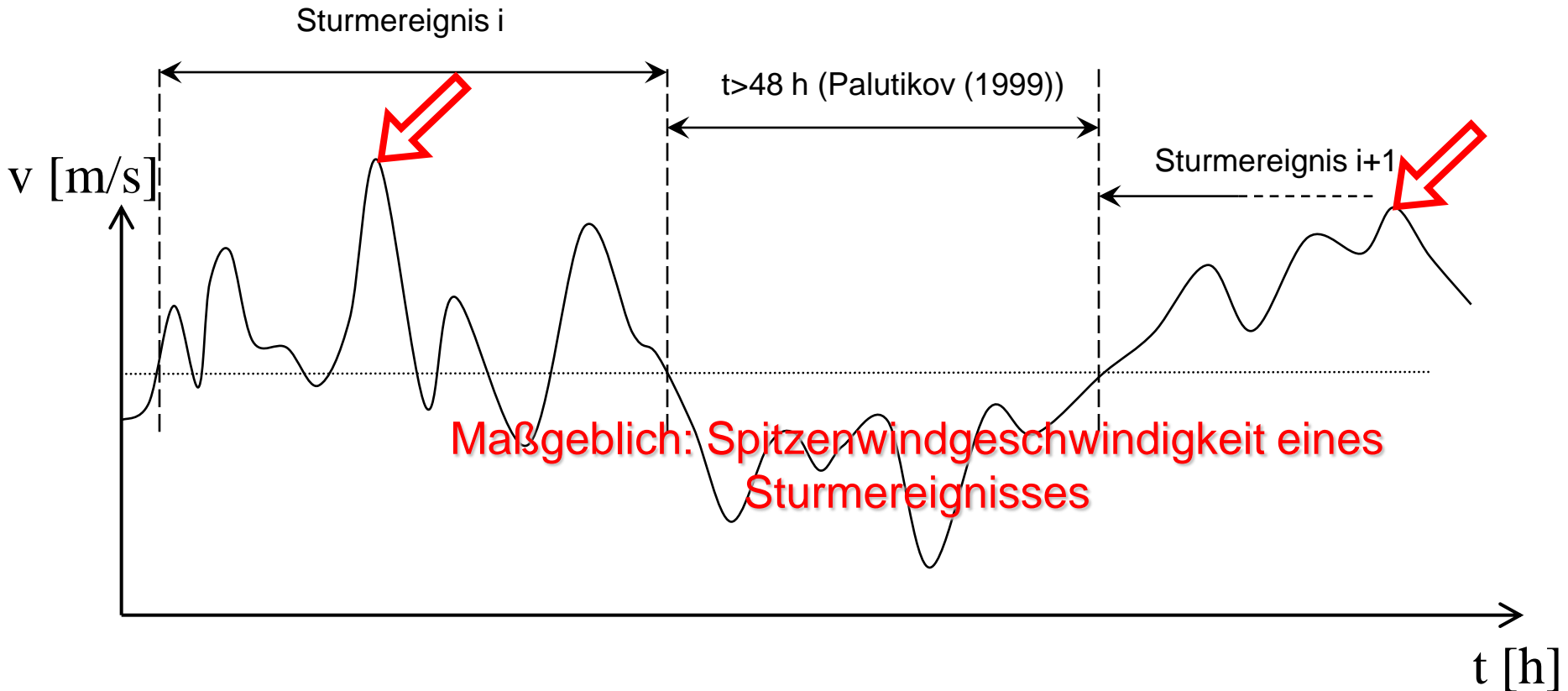


## Methoden

### Identifikation von Sturmereignissen für die REMO-Episoden

Method of Independent Storms (MIS):

Suchen von unabhängigen Sturmereignissen



Maßgeblich: Spitzenwindgeschwindigkeit eines Sturmereignisses

Verwendung von stündlichen Windwerten (Böen)



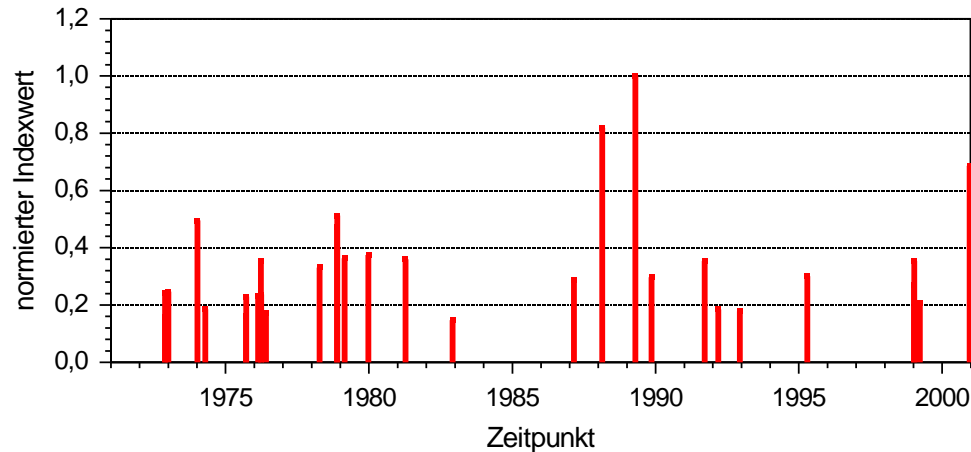


## Ergebnisse

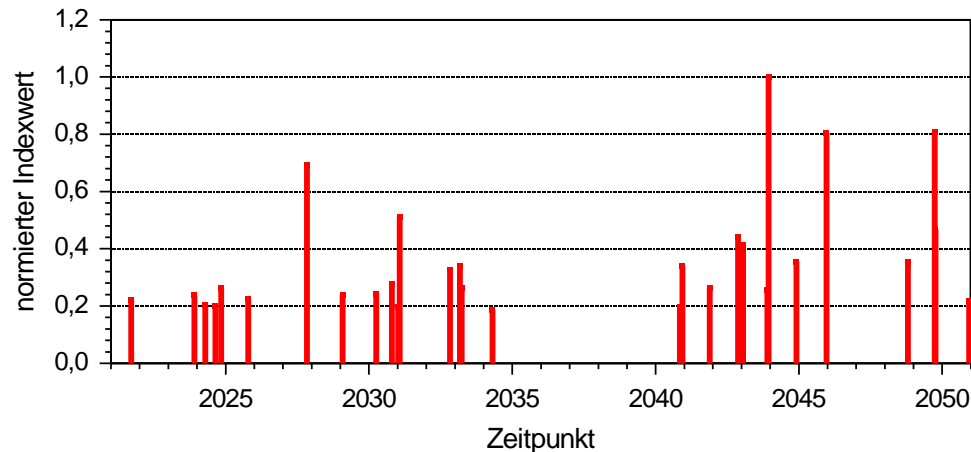
### Auswahl von Extremereignissen für die REMO-Episoden

Häufigkeit und Intensität der so detektierten 30 stärksten Stürme

Zeitraum C20  
(1971-2000)



Zeitraum A1B  
(2021-2050)



➤ Aktuell: Nachsimulieren dieser Sturmereignisse durch das MPI Hamburg



## Ergebnisse Bewertung der REMO-Simulationen

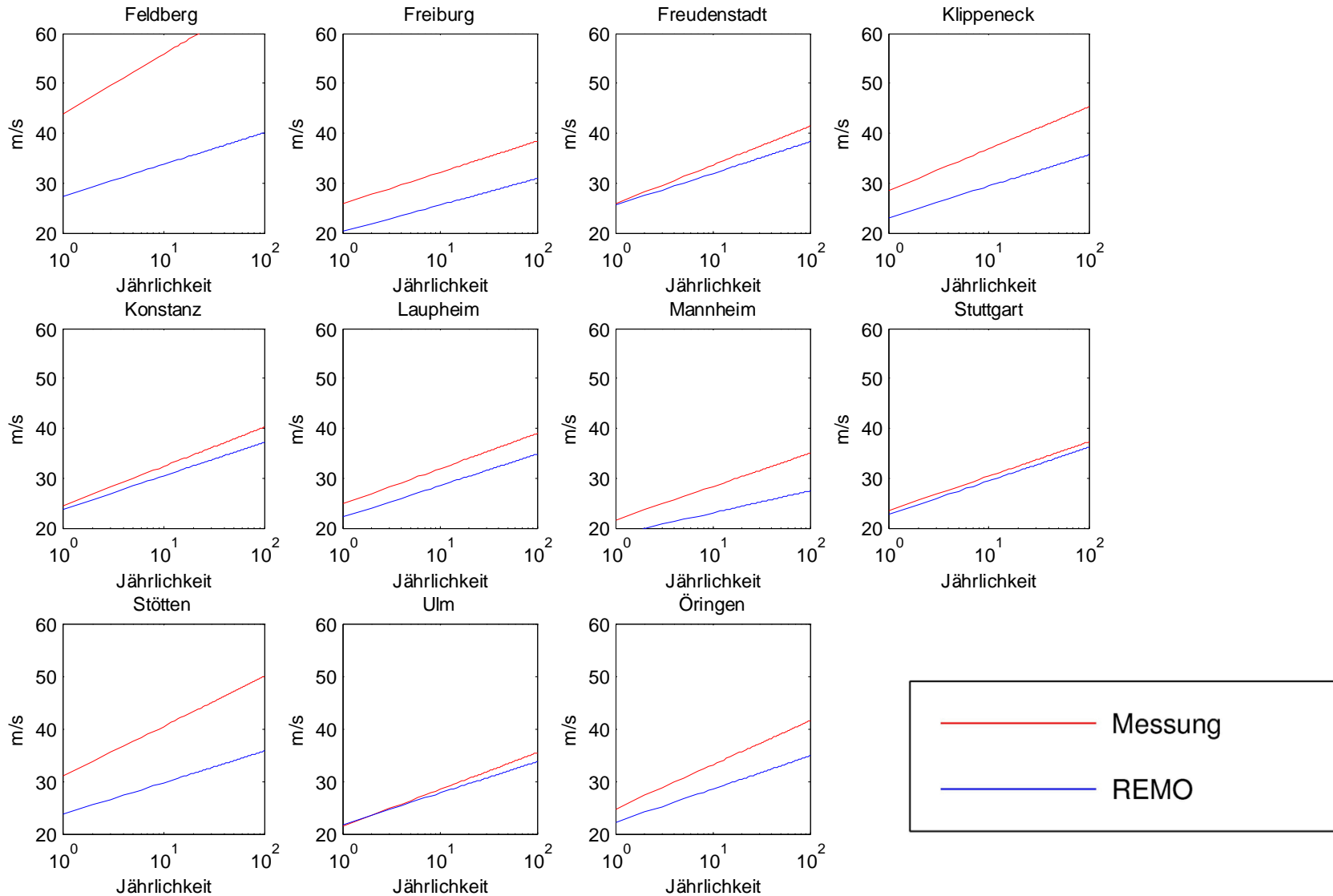
Gegenüberstellung von REMO und Messungen anhand der Jährlichkeiten der Windgeschwindigkeit

- Vergleich von Windmessungen an ausgewählten SYNOP-Bodenstationen mit den REMO Ergebnissen im 30-jährigen Kontrollzeitraum C20
- Gegenüberstellung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Starkwindereignissen



# Ergebnisse

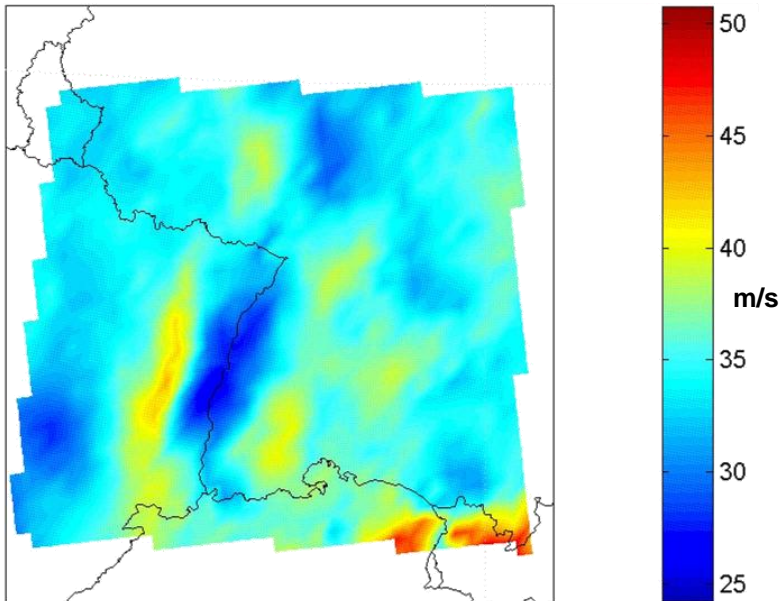
## Bewertung der REMO-Simulationen



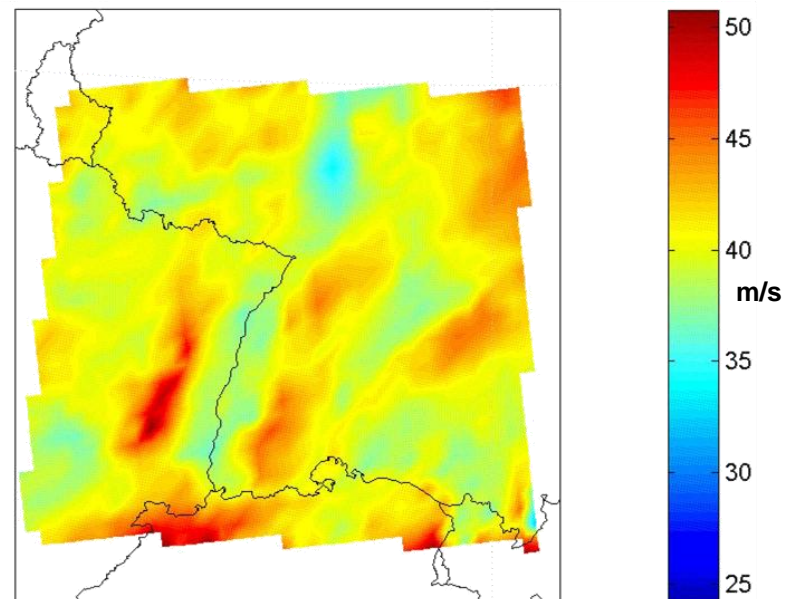


## Ergebnisse Bewertung der REMO-Simulationen

Gegenüberstellung von REMO und Daten aus der „Sturmgefährdungskarte Deutschland“ (SD) (vgl. Heneka et al., 2006)



100-Jährige Böenwindgeschwindigkeit der REMO-Daten auf Grundlage der stärksten jährlichen Sturmereignisse (GEV) für C20 in m/s



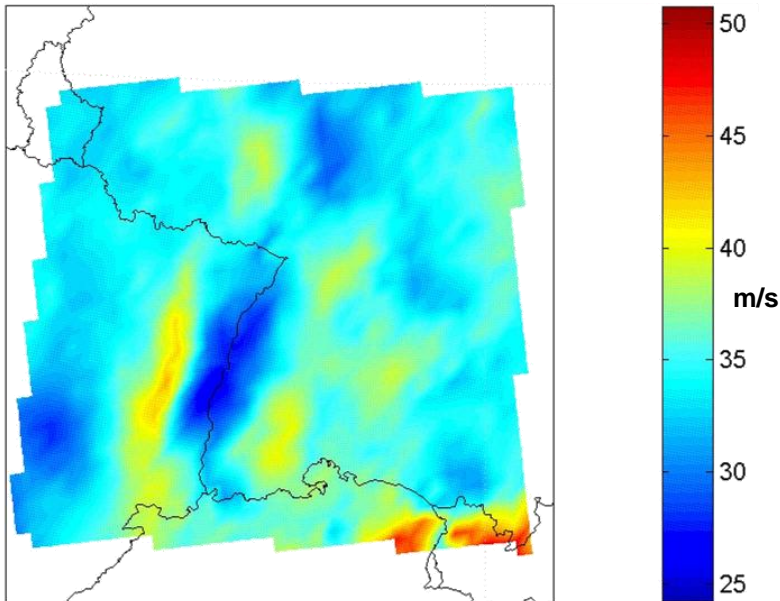
100-Jährige Böenwindgeschwindigkeit der SD auf Grundlage der stärksten jährlichen Sturmereignisse für C20 in m/s



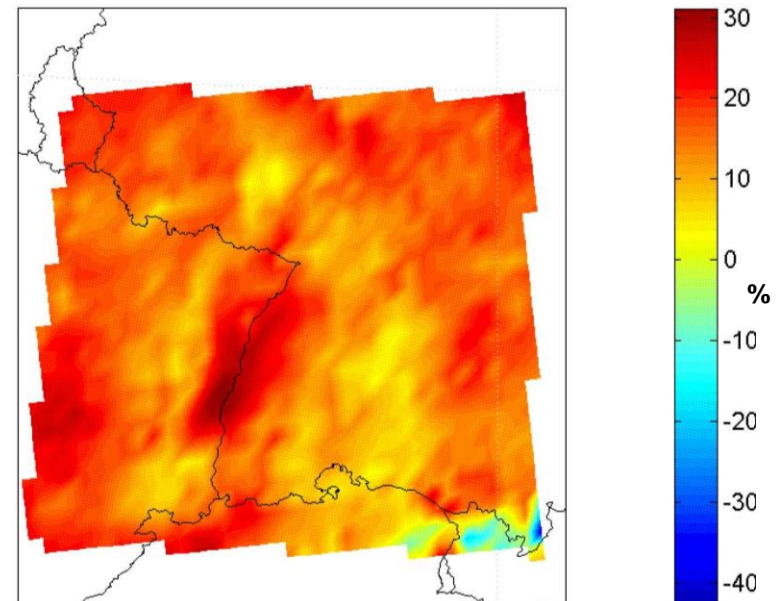
# Ergebnisse

## Bewertung der REMO-Simulationen

Gegenüberstellung von REMO und Daten aus der „Sturmgefährdungskarte Deutschland“ (SD) (vgl. Heneka et al., 2006)



100-Jährige Böenwindgeschwindigkeit der REMO-Daten auf Grundlage der stärksten jährlichen Sturmereignisse (GEV) für C20 in m/s



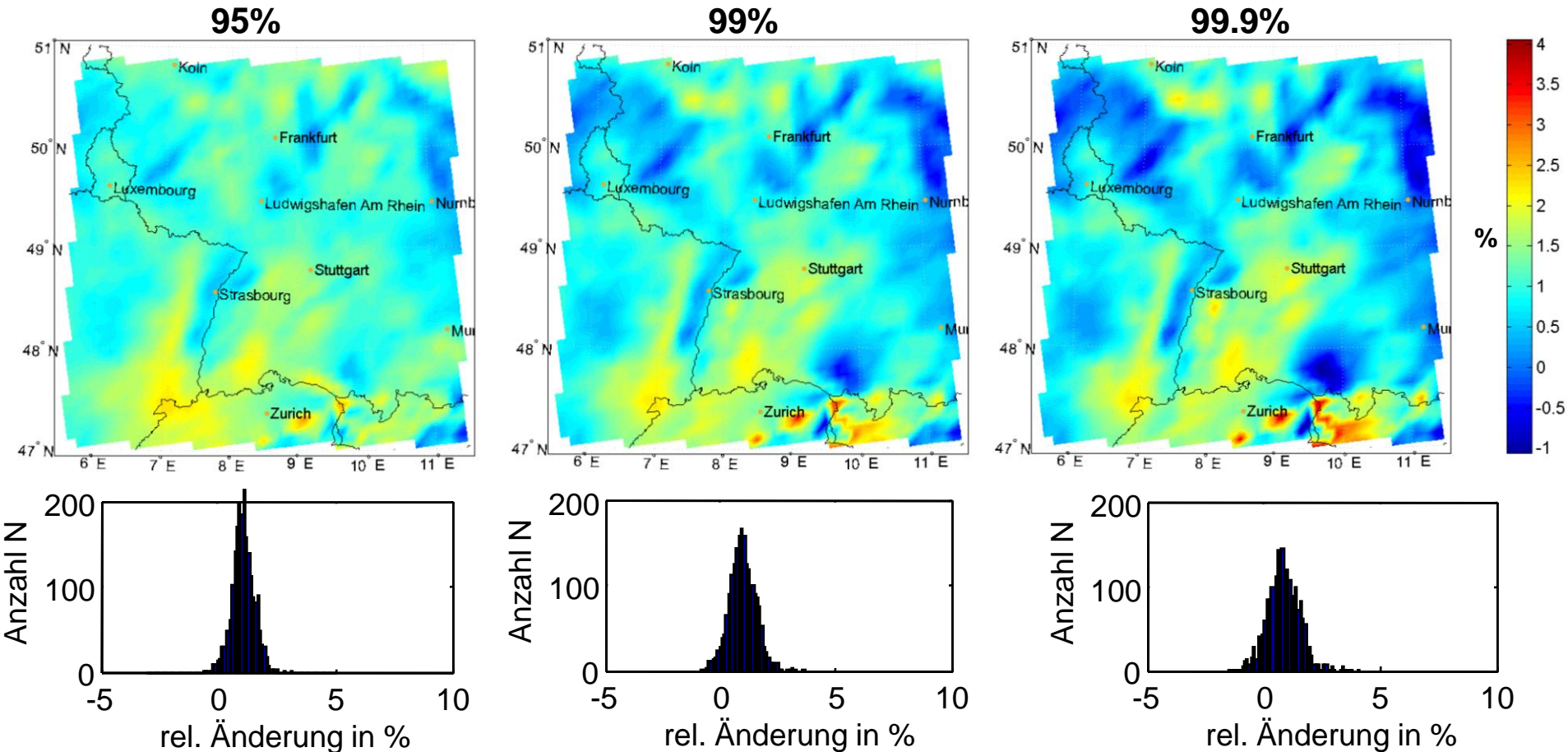
Relative Unterschiede der REMO-Daten und der SD in %  
 $(SD-REMO)/SD$



# Ergebnisse

## Änderungen extremer Sturmereignisse von Prognose- zu Kontrollzeitraum

Relative Änderungen des 95%,99% und 99,9%-Perzentile der Tagesmaxima von Prognose-  
und Kontrollzeitraum:  $(A1B-C20)/C20$



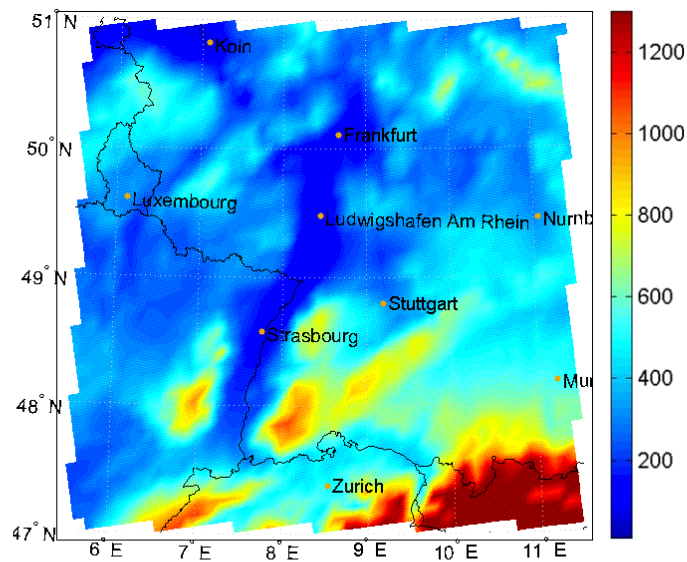




# Ergebnisse

## Änderungen extremer Sturmereignisse von Prognose- zu Kontrollzeitraum

Änderungen der Windrichtungen: Differenzierung nach unterschiedlichen Regionen

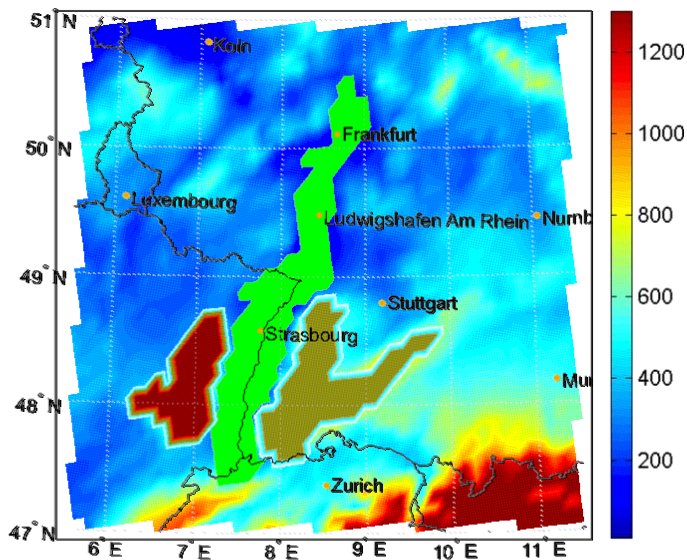






# Ergebnisse Änderungen extremer Sturmereignisse von Prognose- zu Kontrollzeitraum

Änderungen der Windrichtungen: Differenzierung nach unterschiedlichen Regionen

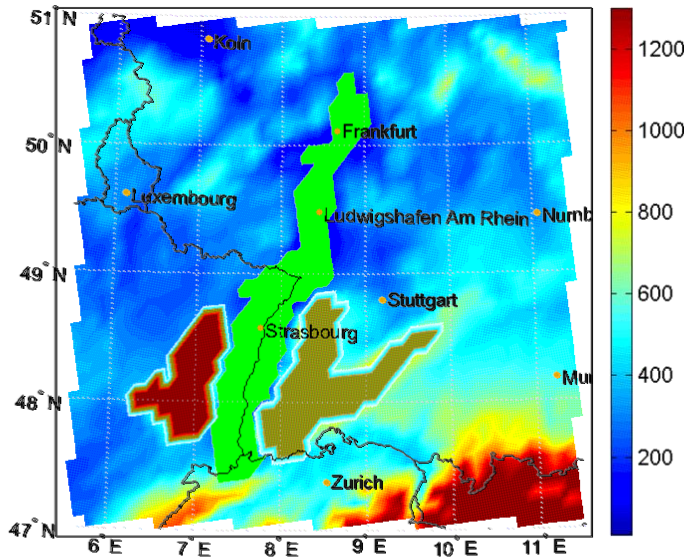
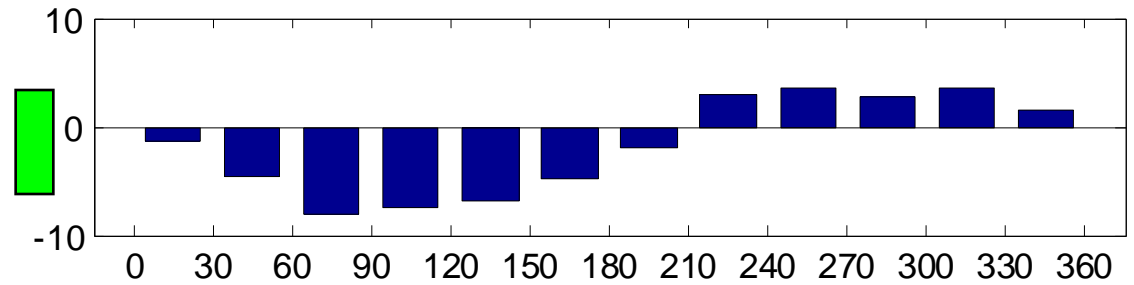
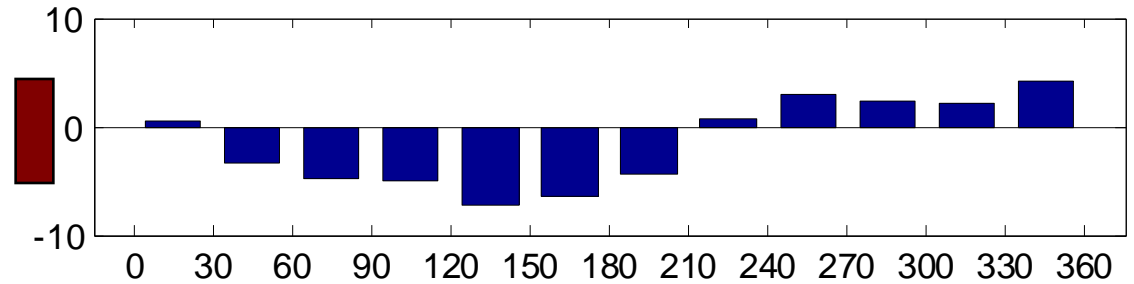
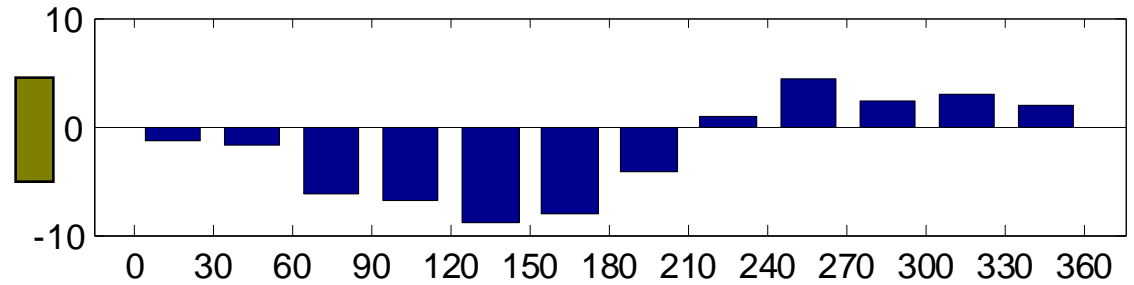




# Ergebnisse

## Änderungen extremer Sturmereignisse von Prognose- zu Kontrollzeitraum

Datengrundlage:  
Kompletter Datensatz der  
REMO-Simulation



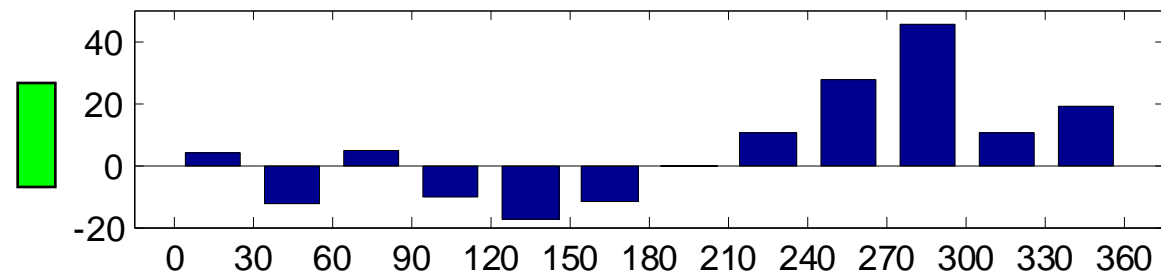
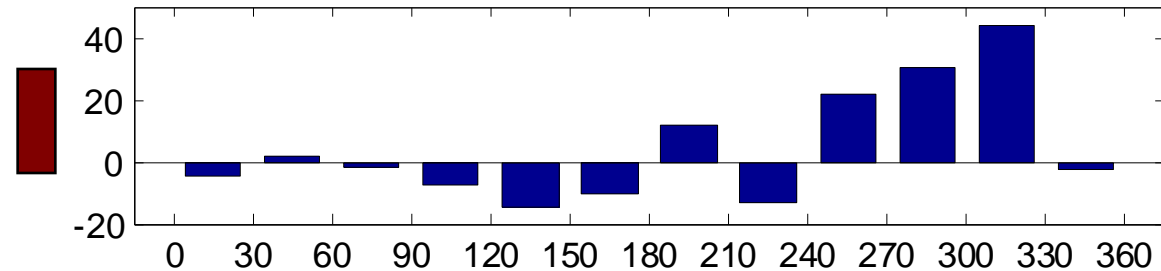
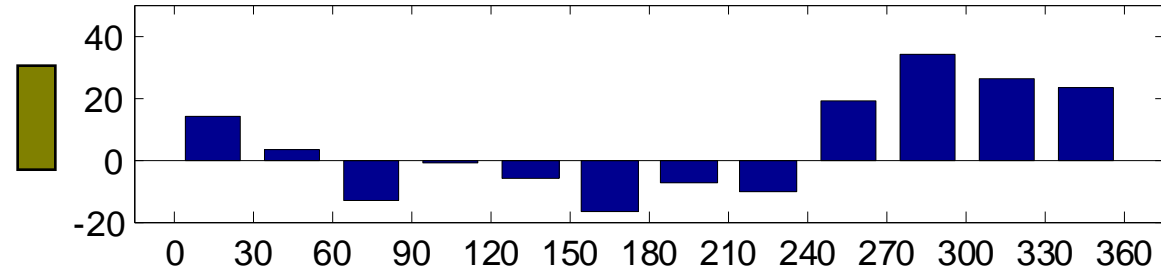
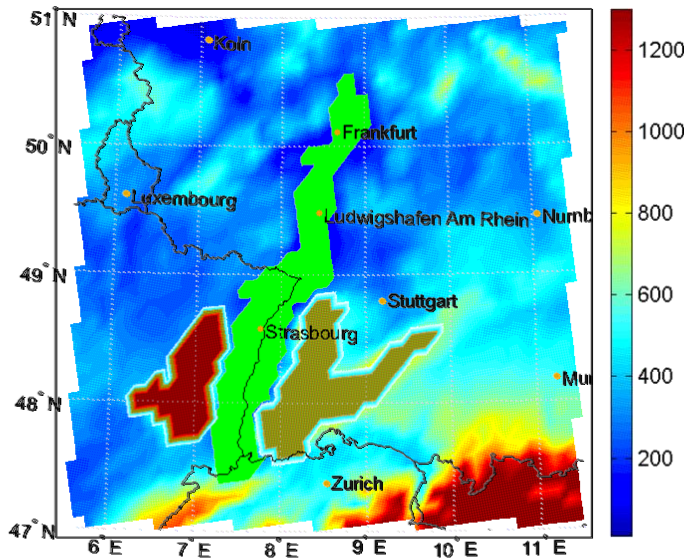
relative Änderung der Windrichtung in % in 30°-Klassen  
eingeteilt



# Ergebnisse

## Änderungen extremer Sturmereignisse von Prognose- zu Kontrollzeitraum

Datengrundlage:  
Nur die 100 stärksten  
Ereignisse berücksichtigt



relative Änderung der Windrichtung in % in 30°-Klassen  
eingeteilt

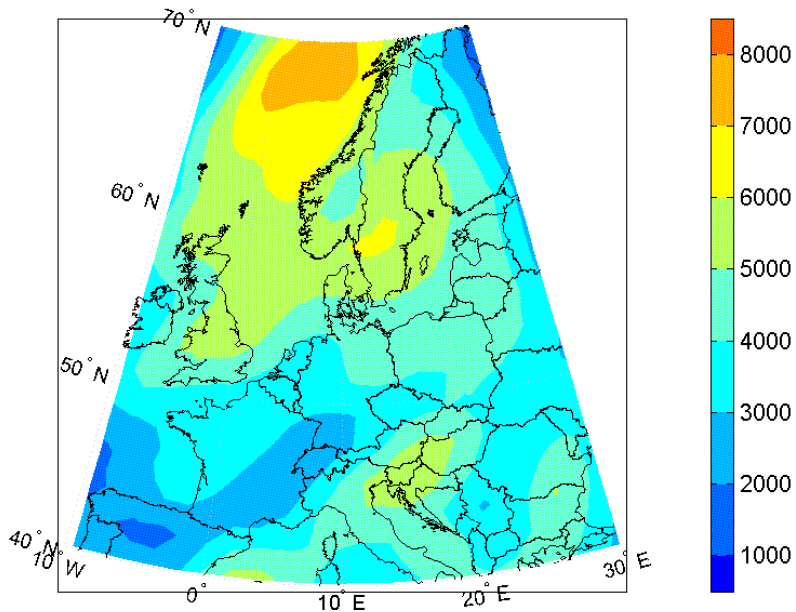


# Ausblick

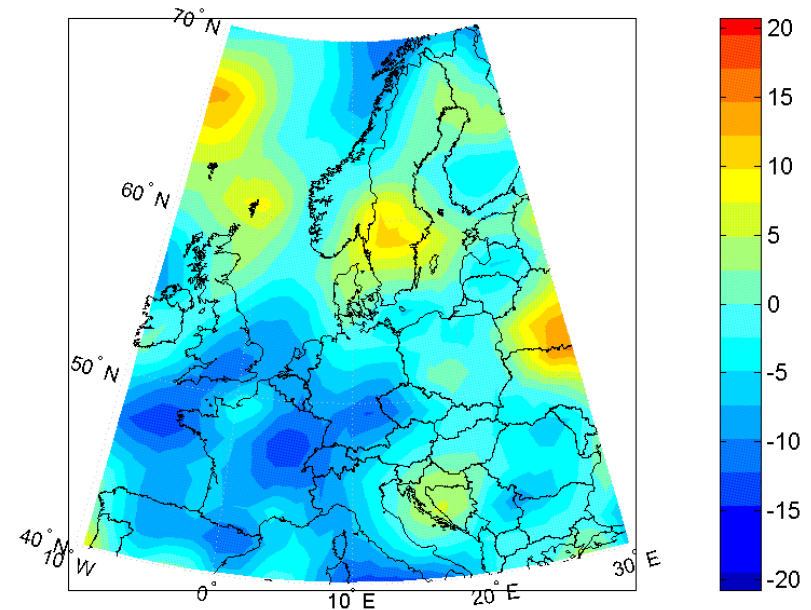
## Änderungen extremer Sturmereignisse von Prognose- zu Kontrollzeitraum

Aktuell: Arbeiten mit einem Zyklonenerkennungsprogramm nach Murray und Simmonds (1991). Datengrundlage: ECHAM5

### Änderung von Zyklonenzugbahnen



Gezählte Zyklonenbahnen im  
Zeitraum C20



Relative Änderung der  
Zugbahnen in %

$(A1B-C20)/C20$



- Validierung der Ergebnisse der Zyklonenerkennung mit vergleichbaren Untersuchungen
- Anpassung des Zyklonensuchalgorithmus mit Hinblick auf regionale Betrachtungen und Auswertung hinsichtlich der Änderung bei extremen Ereignissen
- Hochauflösende Szenarienrechnungen in enger Abstimmung mit den RESTER-Projektpartnern (bessere Berücksichtigung der Orografie und Berechnung der Böenfaktoren)
- Untersuchung der Variabilität unterschiedlicher Klimamodelle und Reanalysen: Ensemble-Betrachtungen



## Zusammenfassung

- Auswahl der stärksten Ereignisse als Grundlage für hochauflösende Simulationen
- Vergleich der Jährlichkeiten der Windgeschwindigkeiten von REMO-Daten und Messwerten bzw. Ergebnissen mit der „Sturmgefährdungskarte Deutschland“ zeigten eine gute Übereinstimmung
- Im Mittel leichte Intensivierung extremer Ereignisse mit regionalen Unterschieden