

# Strategien zur Reduzierung des Sturmschadensrisikos für Wälder

*(Verbundprojekt RESTER)*

für alle Projektmitarbeiterinnen und Projektmitarbeiter

**Helmut Mayer**

**Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg**

# **Gliederung**

- 1. Hypothesen**
- 2. Zielsetzung**
- 3. Methoden**
- 4. Bisherige Ergebnisse**
- 5. Zusammenfassung und Ausblick**

# Hypothesen

**1. Klimawandel:** Trends und Extremwetter

**2. Wälder:** sturmschadensgefährdet

**3. Sturmschäden in Wäldern:** diverse Folgeschäden

- waldbaulich-ertragskundlich
- forstschutztechnisch
- betriebswirtschaftlich

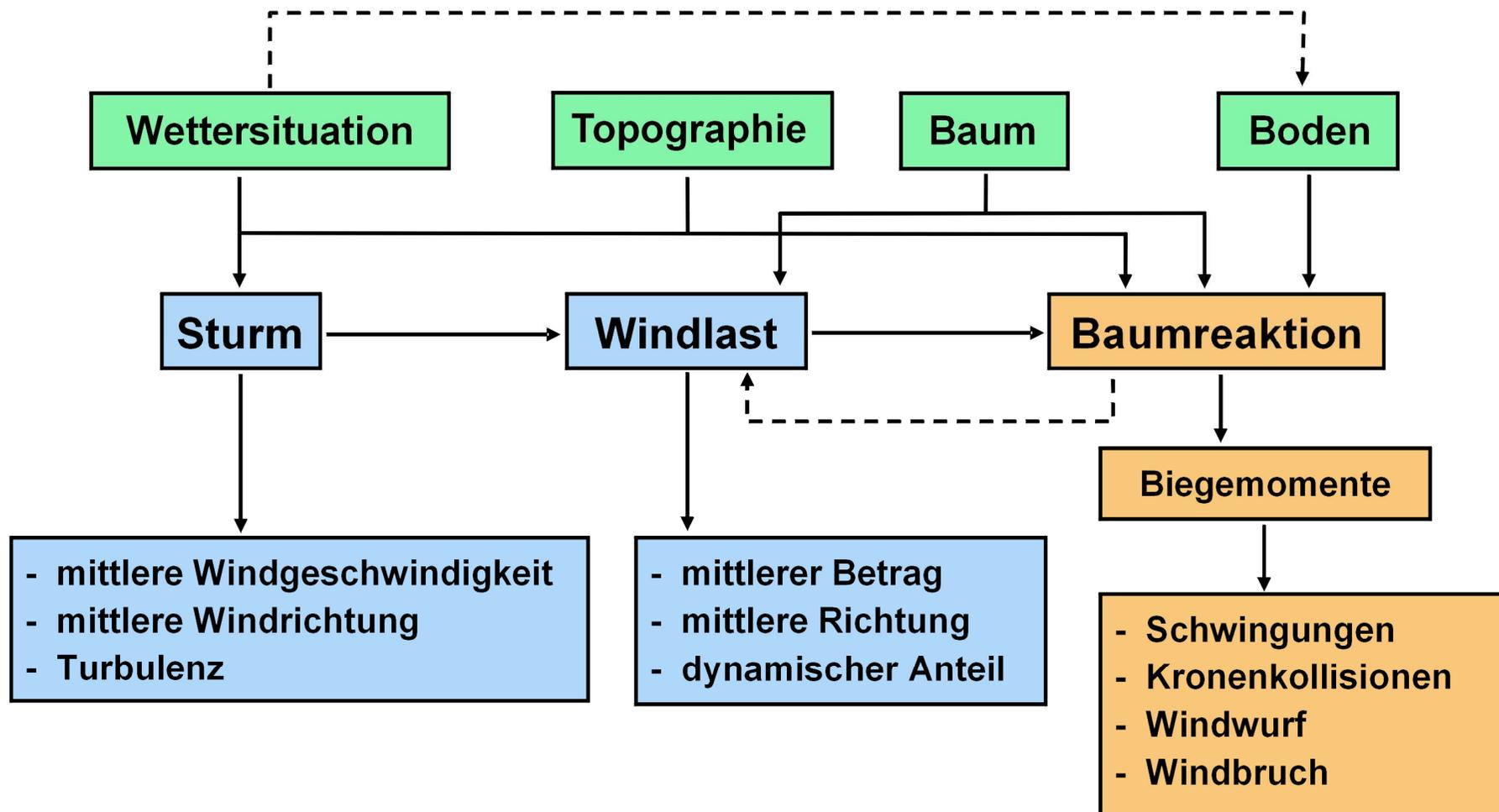
→ großes Interesse an Strategien zur Reduzierung des Sturmschadensrisikos für Wälder

**4. Grundlage bisheriger Strategien:** retrospektive Ansätze

- Erkenntnisse aus Sturmschadensbewältigungen
- Expertenwissen

**5. Aktualisierung der Strategien:** Ergebnisse aus **neueren** methodischen Ansätzen (*Kausalkette zur Auslösung von Sturmschäden in Wäldern*)

# Kausalkette zur Auslösung von Sturmschäden in Wäldern



# Zielsetzung

## Erarbeitung von Grundlagen

**für die Fortschreibung von Strategien**

**zur Reduzierung von Sturmschäden in Wäldern**

**in Baden-Württemberg**

- unter Berücksichtigung bisheriger Konzepte
- vor dem Hintergrund des Klimawandels

→ Leitfaden (Handlungsoptionen)

# Methoden

## Bisherige Konzepte

### 1. Maßnahmen zur Verbesserung der Sturmsicherheit von Beständen

- Maßnahmen des Waldbaus, u.a.
  - frühzeitige Durchforstungen in kurzen Intervallen, geeignetes Verjüngungsverfahren
- Maßnahmen der Forsteinrichtung, u.a.
  - Herabsetzung der Umtriebszeit, Erziehung eines lockeren, sturmfesten Waldmantels

### 2. Vorschläge zur Behandlung sturmgefährdeter Bestände

- Herabsetzung der potenziellen Gefährdung, u.a. durch
  - Beachtung der standörtlichen Gegebenheiten
  - Wahl von Verjüngungsart und Pflanzverband
  - Beachtung von Baumartenwahl und Mischungsform
  - geeignetes Pflege- und Durchforstungskonzept
  - technische Maßnahmen (z.B. Aufastung von Bestandesrand, Wipfelköpfung)

Quellen: Rottmann, M., 1986: Wind- und Sturmschäden im Wald. Frankfurt/M, Sauerländer's Verlag

Schmidtke, H., Scherrer, H.-U., 1997: Sturmschäden im Wald. Schlussbericht NFP 31, Zürich, Hochschulverlag

# Methoden

## Anwendung im RESTER-Verbund

- **Numerische Simulationen** zu Winterstürmen mit hohem Schadpotenzial in einem veränderten Klima (in Baden-Württemberg)
- **Numerische und physikalische Simulationen** zur Sturmstabilität von Waldbeständen
- **Entwicklung und Anwendung von statistischen Sturmgefährdungsmodellen** für Wälder
- **Erstellung von Sturmgefährdungskarten** für die Wälder Baden-Württembergs unter derzeitigen (1971-2000) und zukünftigen (2021-2050) Sturmbedingungen
- **Synthese** aller Teilergebnisse unter Berücksichtigung bisheriger Konzepte (→ Leitfaden - Handlungsoptionen)

# Methoden

## Numerische Simulationen zu Winterstürmen

Klima-  
Projektionen

- Regionale Klimamodelle **REMO + CLM**; Emissionsszenario **A1B**
- Kontrollzeitraum: **1971-2000 (C20)**; Projektionszeitraum **2021-2050**
- Gebiet: Baden-Württemberg / Deutschland

Statistisches  
Modell

- Auswahl **Stichprobe**: statistisch unabhängige Sturmereignisse
- Schätzung von Verteilungsfunktionen der **Extremwertstatistik**

Validierung  
Sturmfelder

- **Validierung** Klimaprojektionen gegenüber Stationsdaten und Sturmgefährdungskarte CEDIM

CEDIM: Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology  
Kompetenzzentrum, eingerichtet vom GeoForschungsZentrum Potsdam und der Universität Karlsruhe

Änderungs-  
szenarien

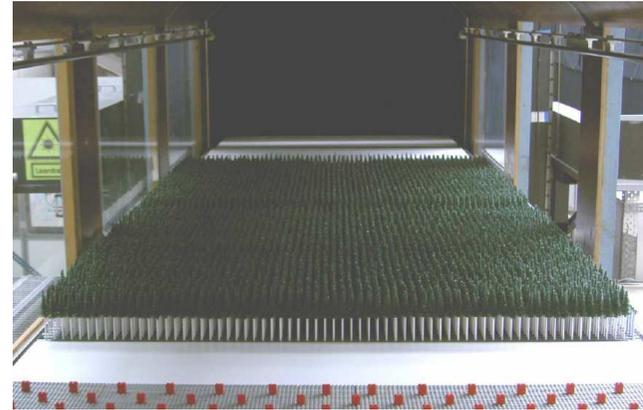
- Vergleich Kontrollzeitraum / Projektionszeitraum
- Windgeschwindigkeit für bestimmte **Wiederkehrperioden**

# Methoden

## Numerische und physikalische Simulationen zur Sturmstabilität

### - Windkanaluntersuchungen

- Variation der Bestandsdichte
- Permeabilität der luvseitigen Waldkante im Bereich des Stammraums

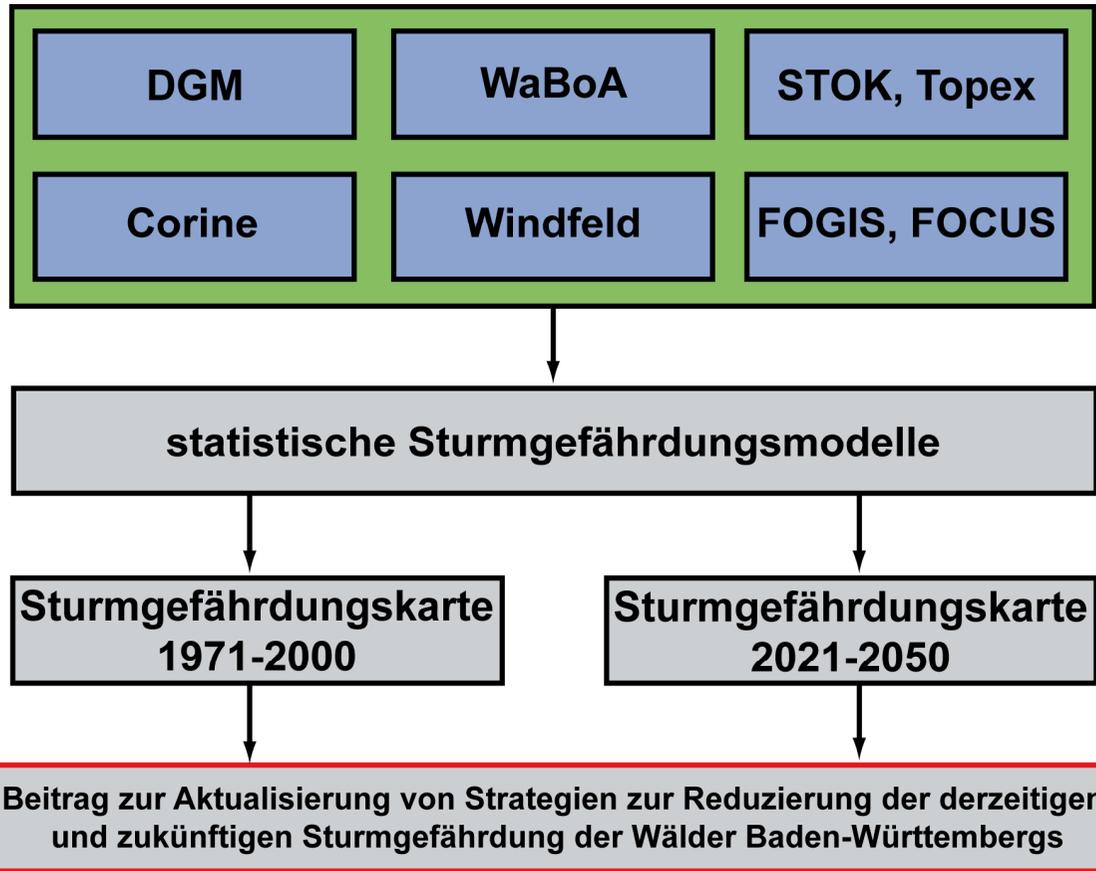


### - Numerische Strömungsberechnungen (CFD, Rans-Modell)

- Einfluss der Lichtungsbreite auf die bodennahe Strömung
- Einfluss der Lichtungsform (rechteckig - rund) bei kleinen Lichtungen auf die bodennahe Strömung
- Bestimmung von Stammbiegemomenten aus numerisch berechneten Strömungsgrößen
- Einfluss von bewaldeten Hügeln auf die bodennahe Strömung

# Methoden

## Erstellung von Karten mit sturmgefährdeten Waldstandorten



Corine: Corine Land Cover Projekt

DGM: Digitales Geländemodell

FOCUS: Forstliche Datenbank

FOGIS: Forstliches Geographisches Informationssystem

STOK: Forstliche Standortkartierung

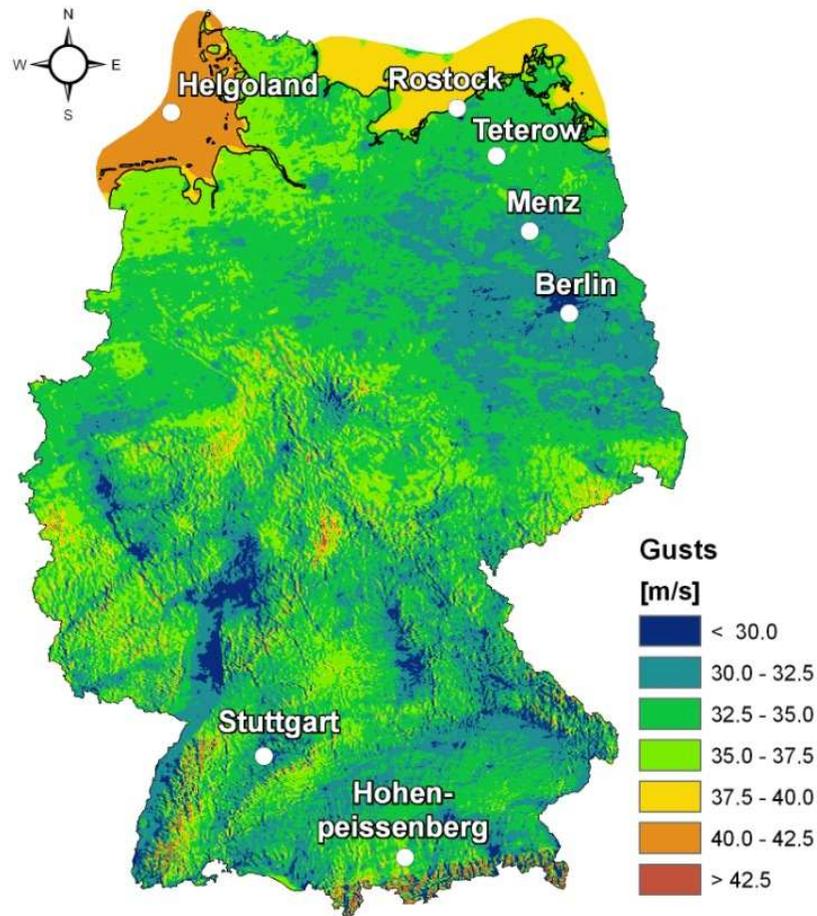
Topex: Topographische Exposition

WaBoA: Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg

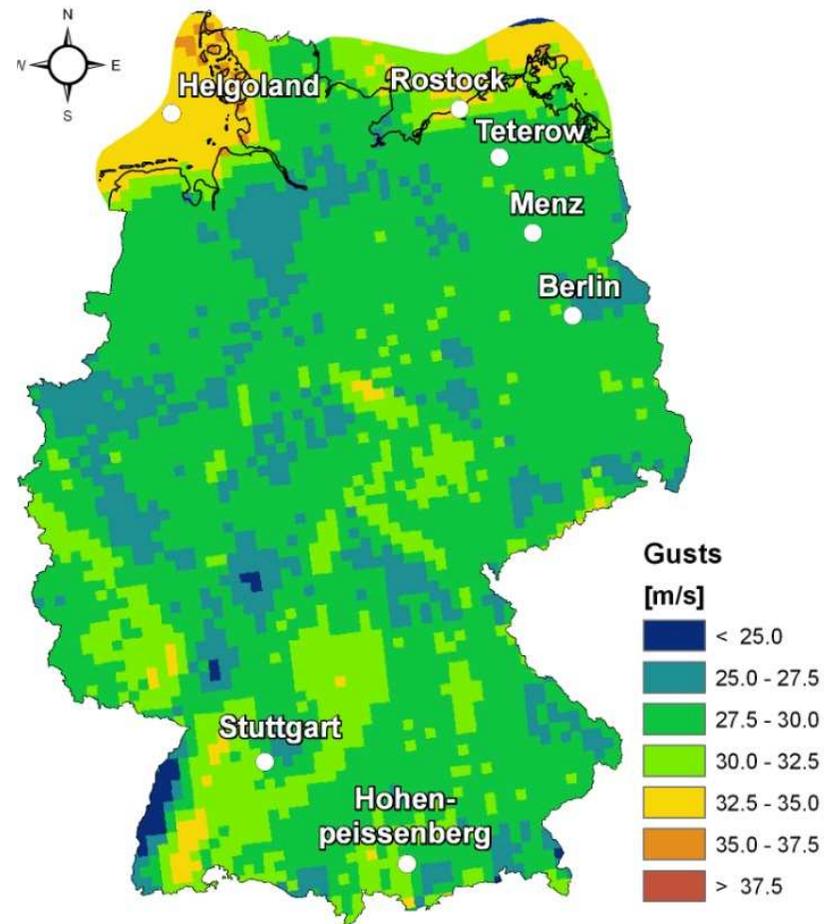
# Bisherige Ergebnisse

## REMO: Validierung Kontrollzeitraum (1971-2000)

Reale Ereignisse CEDIM ( $\Delta x = 1 \text{ km}$ )



Klimamodell REMO ( $\Delta x = 10 \text{ km}$ )

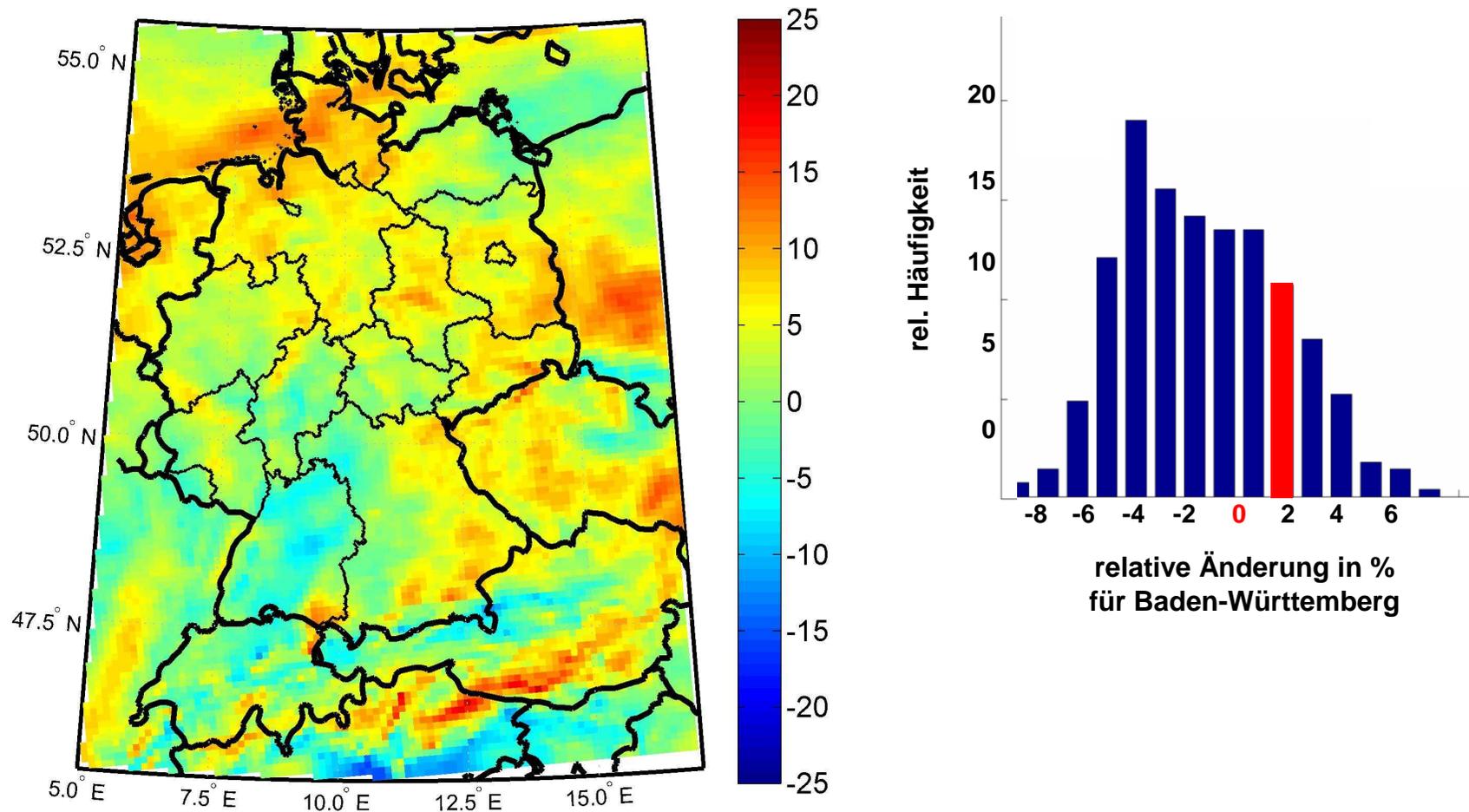


Windgeschwindigkeit für eine Wiederkehrperiode von 10 Jahren

# Bisherige Ergebnisse

## Sturmklima A1B (2021-2050) vs C20 (1971-2000)

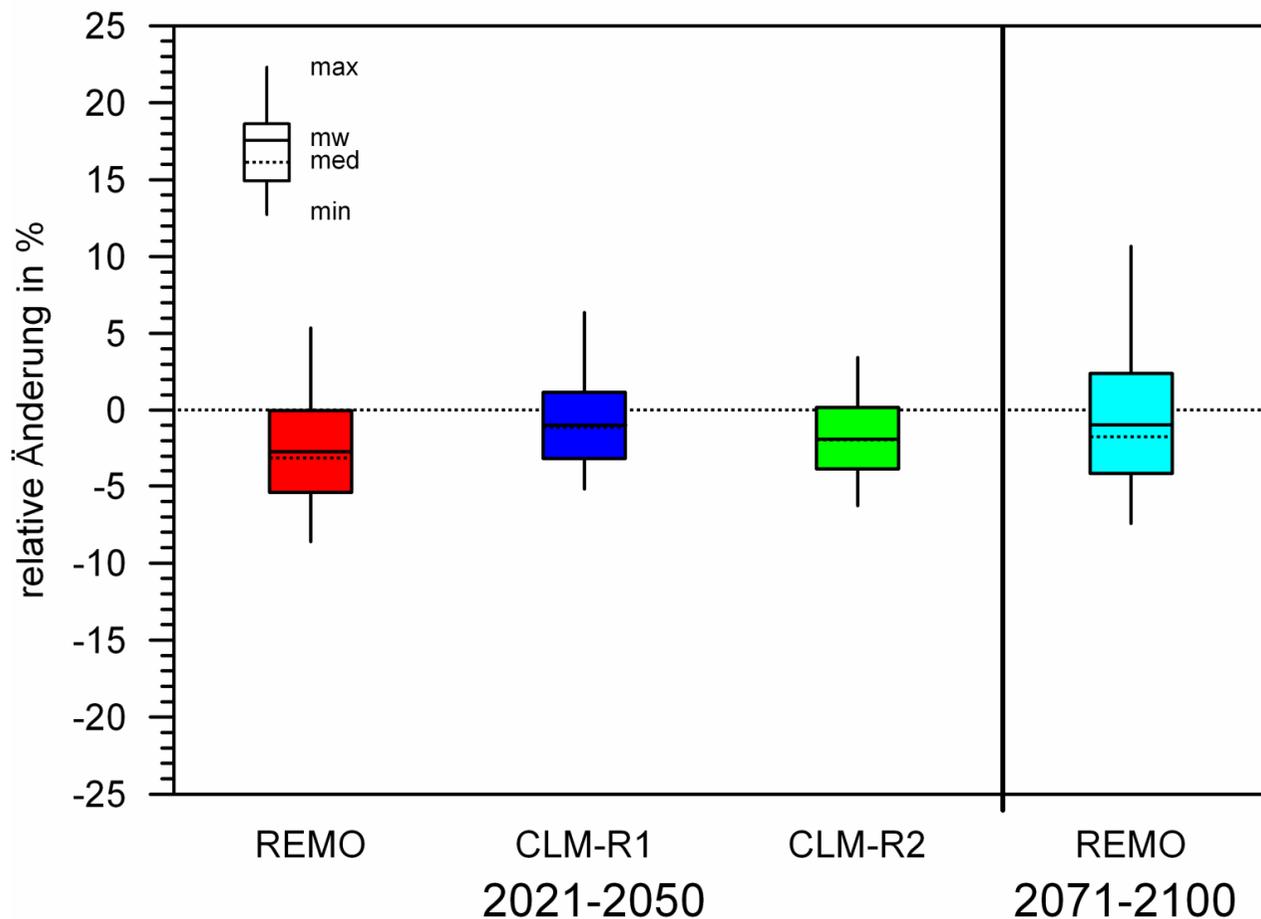
**REMO:** Relative Änderung Böengeschwindigkeit (A1B-C20)/C20 für eine Wiederkehrperiode von 10 Jahren



# Bisherige Ergebnisse

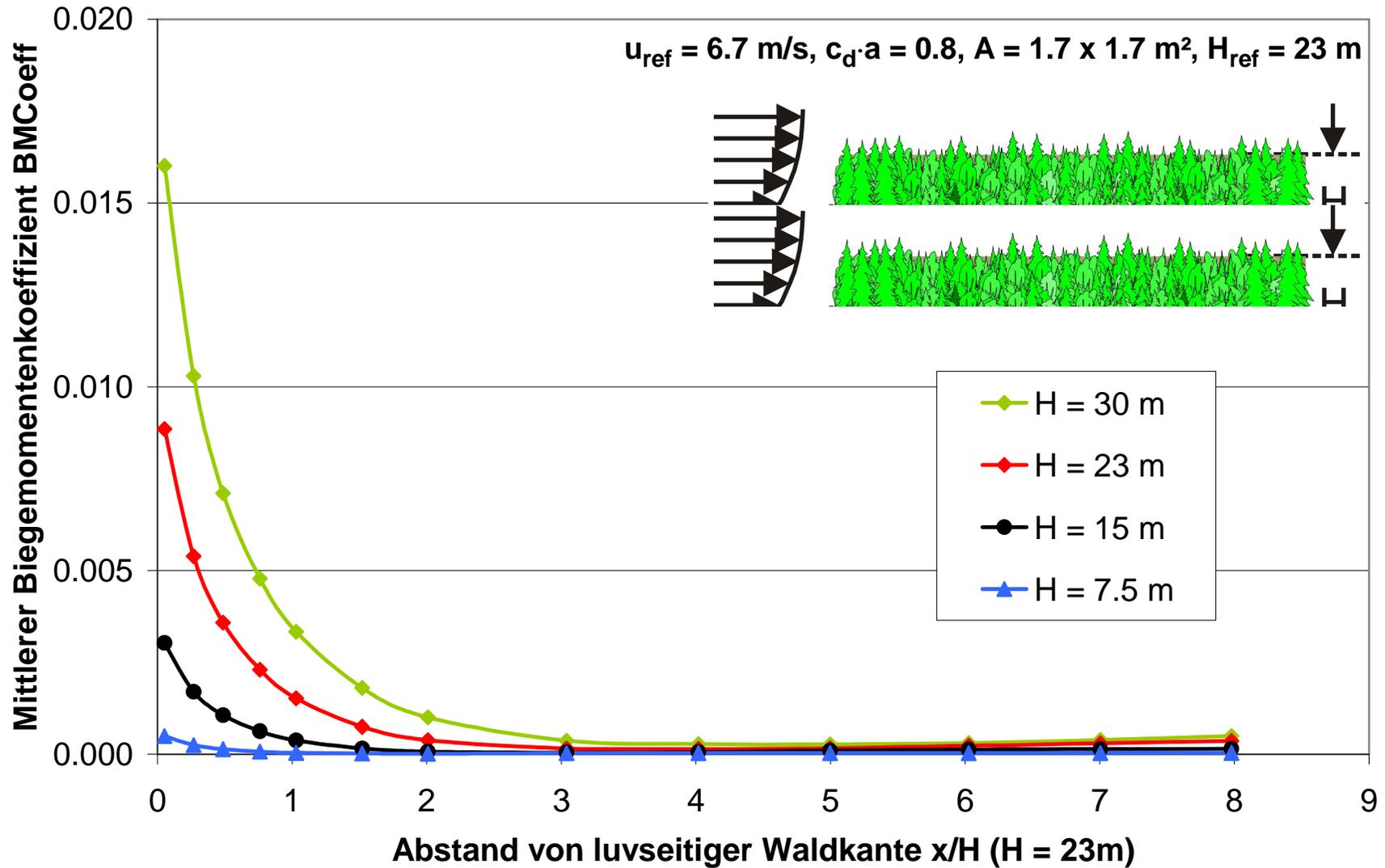
## Änderungsszenarien Windgeschwindigkeit A1B/C20

Relative Änderungen der Böengeschwindigkeit für eine Wiederkehrperiode von 10 Jahren in Baden-Württemberg



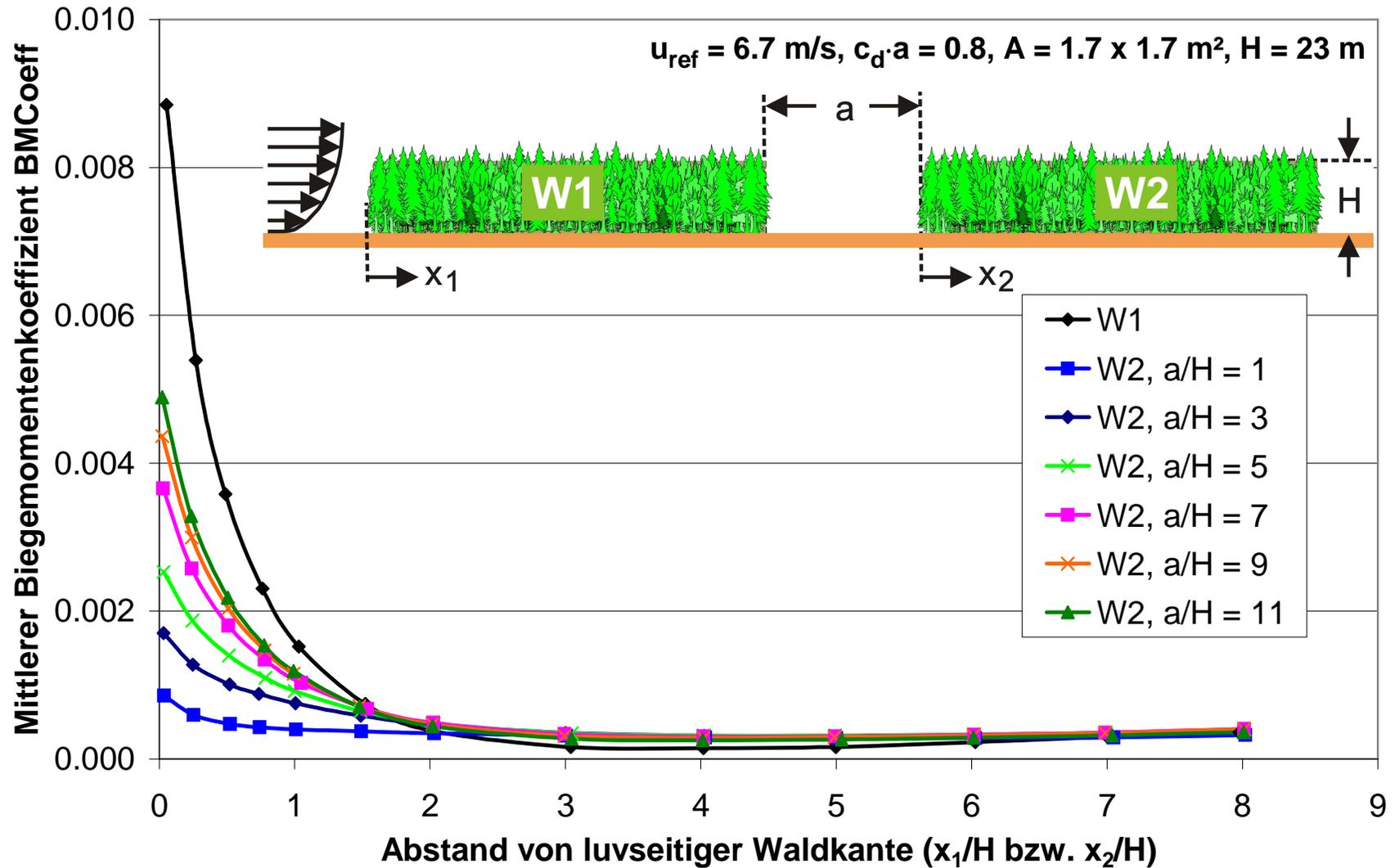
# Bisherige Ergebnisse

## Einfluss der Bestandshöhe H auf den Verlauf des Stammbiegemoments



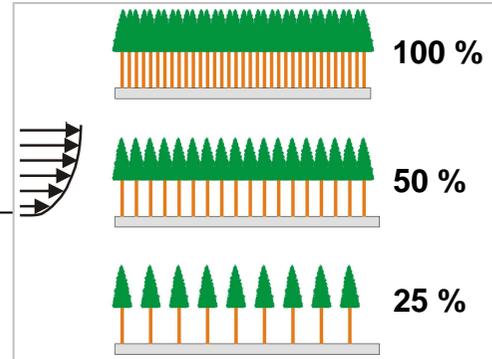
# Bisherige Ergebnisse

## Einfluss der Lichtungsbreite $a$ auf den Verlauf des Biegemoments

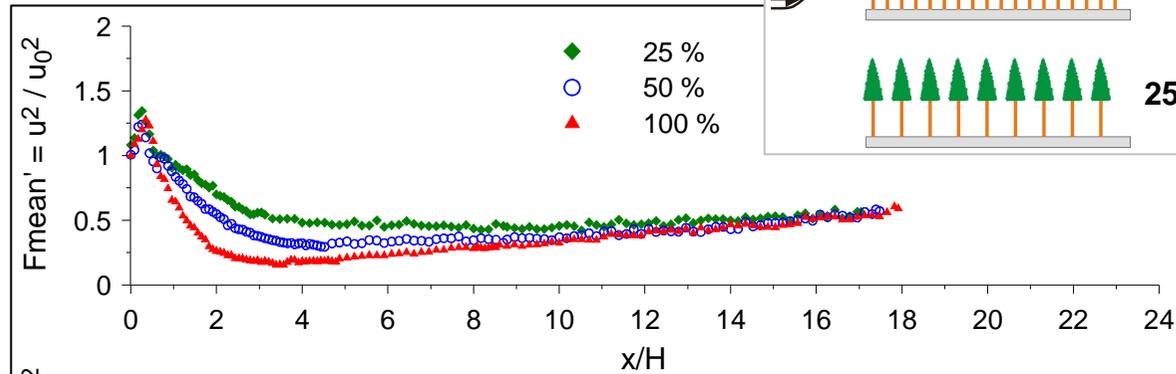


# Bisherige Ergebnisse

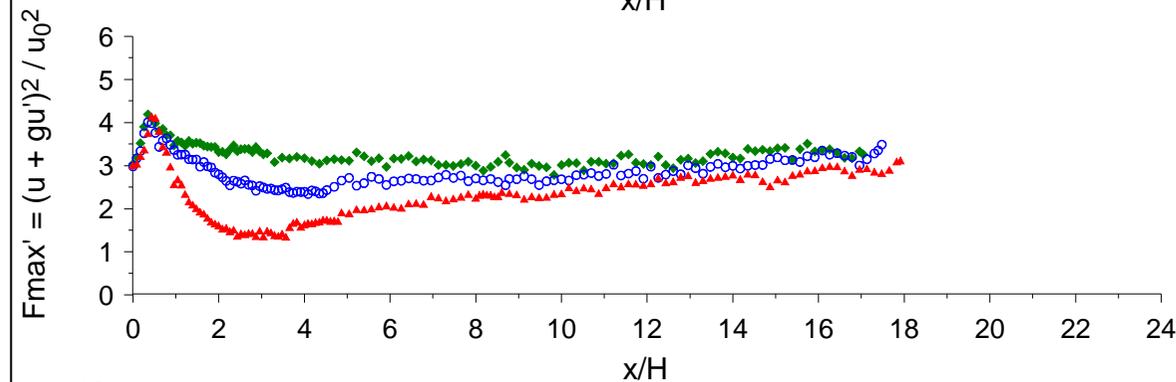
## Windbelastung von Wäldern



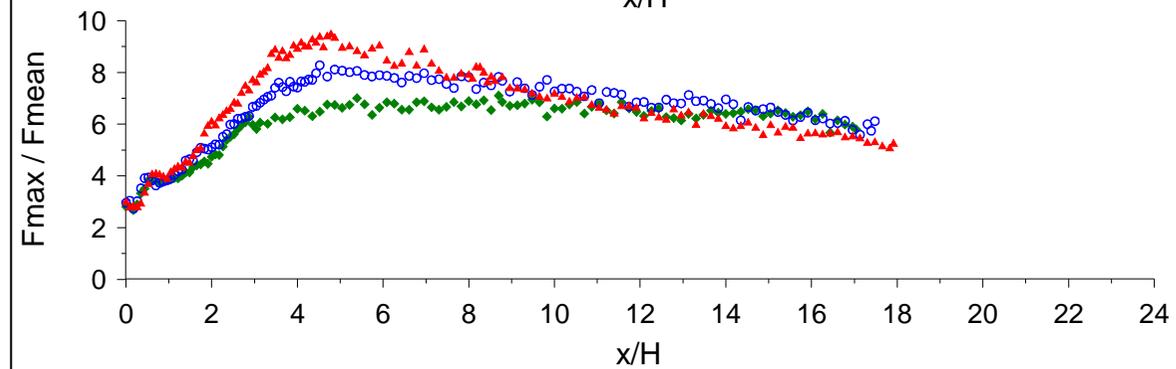
Mittlere Belastung  $F_{\text{mean}}$



Maximale Belastung  $F_{\text{max}}$



$F_{\text{max}} / F_{\text{mean}}$



# Bisherige Ergebnisse

## Mechanistische Sturmschadensmodelle

Modell	Berechnung krit. Windg.	Windklima-modell	Baumarten	parametrisiert für
FORGEM-W	HWIND	Klimadaten	Douglasie	Niederlande
WINDA	HWIND	WAsP	Fichte, Waldkiefer, Birke	Skandinavien
ForestGALES	GALES	DAMS	Vielzahl kommerziell in Europa genutzter Nadelbaumarten	Großbritannien
ForestTYPHOON	GALES	WAsP	Jap. Zeder, Zypresse, Jap. Lärche	Japan
STORMFALD	GALES	Klimadaten	Vielzahl kommerziell in Europa genutzter Nadelbaumarten	Dänemark
ForêtVENT	GALES	Klimadaten	Strandkiefer	Aquitanien, Frankreich
WINDFIRM	GALES	Klimadaten	u. a. Schwarzfichte, Bankskiefer, Balsamtanne, Drehkiefer	Quebec, British Columbia, Kanada
FOREOLE	FOREOLE	Klimadaten	Fichte	Frankreich

# Bisherige Ergebnisse

## Waldflächen und Waldtypen in Baden-Württemberg

Waldflächenanteil: 38%

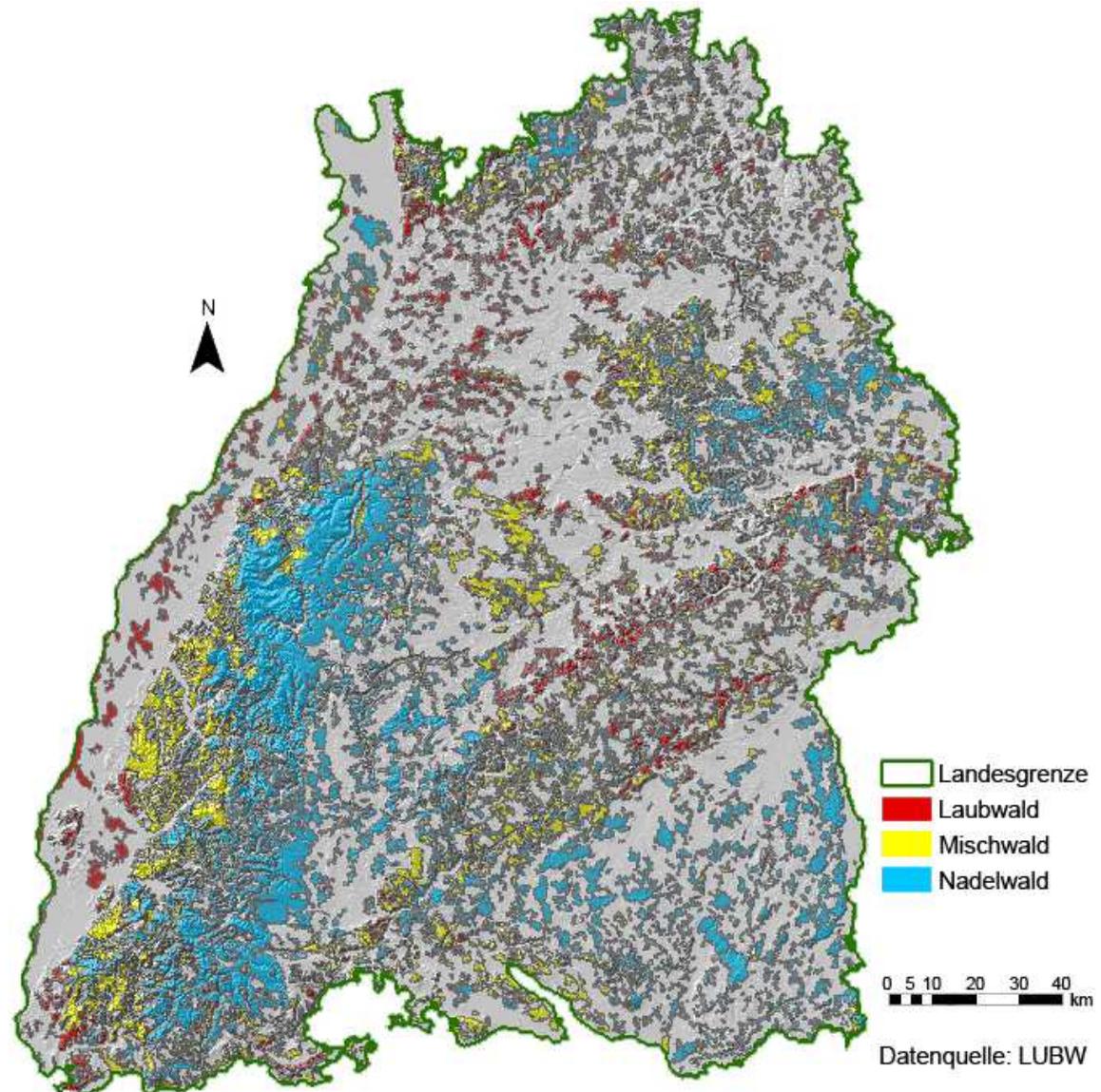
### Waldtypen:

(Corine Land Cover 2000 Projekt)

- Nadelwald: 45%
- Laubwald: 20%
- Mischwald: 35%

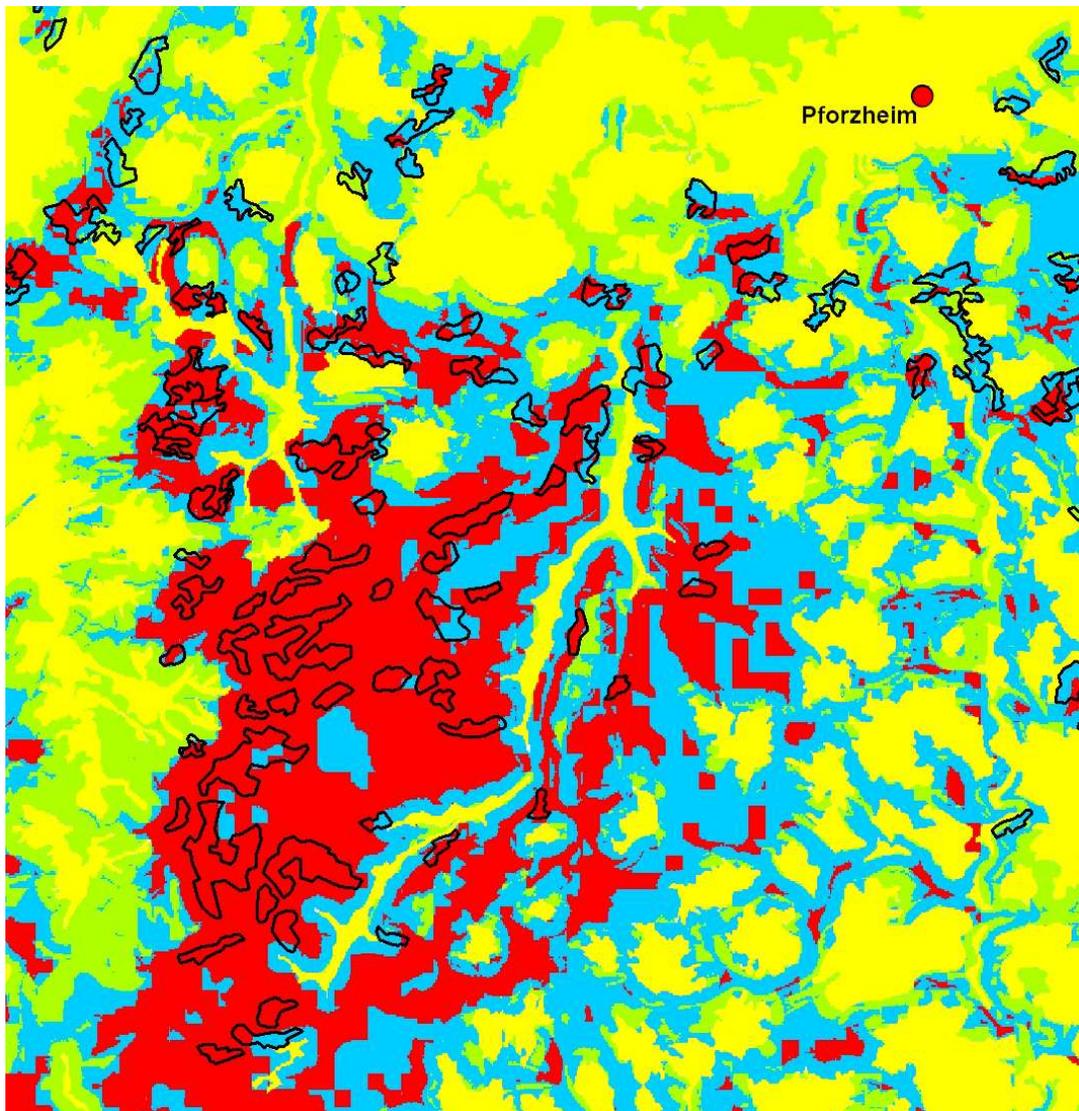
### Waldbesitzarten:

- Staat: 24%
- Kommunen: 39%
- Privat: 37%



# Bisherige Ergebnisse

## Sturmgefährdungskarte für Waldstandorte in Baden-Württemberg



Ausschnitt aus einer  
Sturmgefährdungskarte  
(Beispiel Orkan „Lothar“)

(basierend auf dem Weights-of-Evidence Verfahren)

- Städte
- Nichtwaldfläche
- Sturmschadenflächen
- Gefährdung Wald**
- gering
- mäßig
- hoch

0 1 2 4 km

Datenquelle: LUBW

## Zusammenfassung und Ausblick

- Wahrscheinlichkeitsvorhersage für forstlich relevante Sturmbedingungen in BW  
(Quantifizierung von Unsicherheiten)
- Vorhandene mechanistische Sturmschadensrisikomodelle  
→ nicht anwendbar auf Wälder in BW
- Sturmgefährdung der Wälder in BW am Beispiel des Orkans „Lothar“ modelliert  
→ sturmgefährdete Waldstandorte in BW identifiziert  
→ Gefährdung von Nadelwald im Mittel ca. 7 mal höher als von Laubwald
- Erweiterung von prozessbasierten Grundlagen zur Sturmstabilität von Waldbeständen
- Verständnis der dynamischen Wind-Baum-Reaktionen muss erheblich verbessert werden (→ Simulation)
- Synthese aller Teilergebnisse (→ Leitfaden - Handlungsoptionen)

# Beteiligte Institutionen

**UniFR:** Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Dipl.-Geogr. Karin Grebhan  
Prof. Dr. Helmut Mayer (RESTER-Koordinator)  
Dr. Dirk Schindler  
Dipl.-Forstw. Jochen Schönborn

**UniKA-1:** Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Universität (TH) / Forschungszentrum Karlsruhe  
Prof. Dr. Christoph Kottmeier  
Dr. Michael Kunz  
Dr. Ralph Lux  
Dr. Monika Rauthe

**UniKA-2:** Laboratorium für Gebäude- und Umweltaerodynamik, Institut für Hydromechanik, Universität  
Karlsruhe (TH)  
Dr.-Ing. Cornelia Frank  
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Bodo Ruck

**FVA:** Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abt. Waldwachstum,  
Freiburg  
Dipl.-Forstw. Axel Albrecht  
PD Dr. Ulrich Kohnle

A photograph of a large tree stump in a forest. The stump is dark brown and has a complex network of roots extending upwards and outwards. The roots are light brown and appear to be covered in a layer of soil or moss. The background is a dense forest of green trees. The text "Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit" is overlaid in yellow on the stump.

**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit**