

# Charakteristika konvektiver Starkwindereignisse

Susanna Mohr<sup>1</sup>, Michael Kunz<sup>1</sup>, Julia Kosch<sup>1</sup>, Alexandra Richter<sup>2</sup> & Bodo Ruck<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO), KIT & <sup>2</sup>Institut für Hydromechanik (IfH), KIT

## Motivation & Ziel

✗ Erhebliches Wissensdefizit in Deutschland hinsichtlich der Häufigkeit, der Klimatologie und Charakteristika **konvektiver Starkwindböen** sowie ihrer Verstärkung durch urbane Strukturen.

✗ Da Gewitterereignisse instationäre Ereignisse sind, gibt es in der Charakteristik konvektiver Böen einige Unterschiede zu der turbulenten, die derzeit die Basis der gegenwärtig gültigen Windlastnormen bilden.

✗ Ziel des interdisziplinären **Projekts ConWinG** („Convective Wind Gusts“):

- Meteorologischer Part: Identifizierung charakteristischer Merkmale von konvektiven Starkwindereignissen.
- Hydromechanischer Part: Meteorologische Ergebnisse als Randbedingungen für Experimente im Windkanal, um Wechselwirkung konvektiver Böen mit innerstädtischen Bebauungsstrukturen zu untersuchen (Bertsch und Ruck, 2015).



## Maximale konvektive Böe

Was wurde bisher in Deutschland maximal beobachtet?

**Definition „konvektive Böe“:**

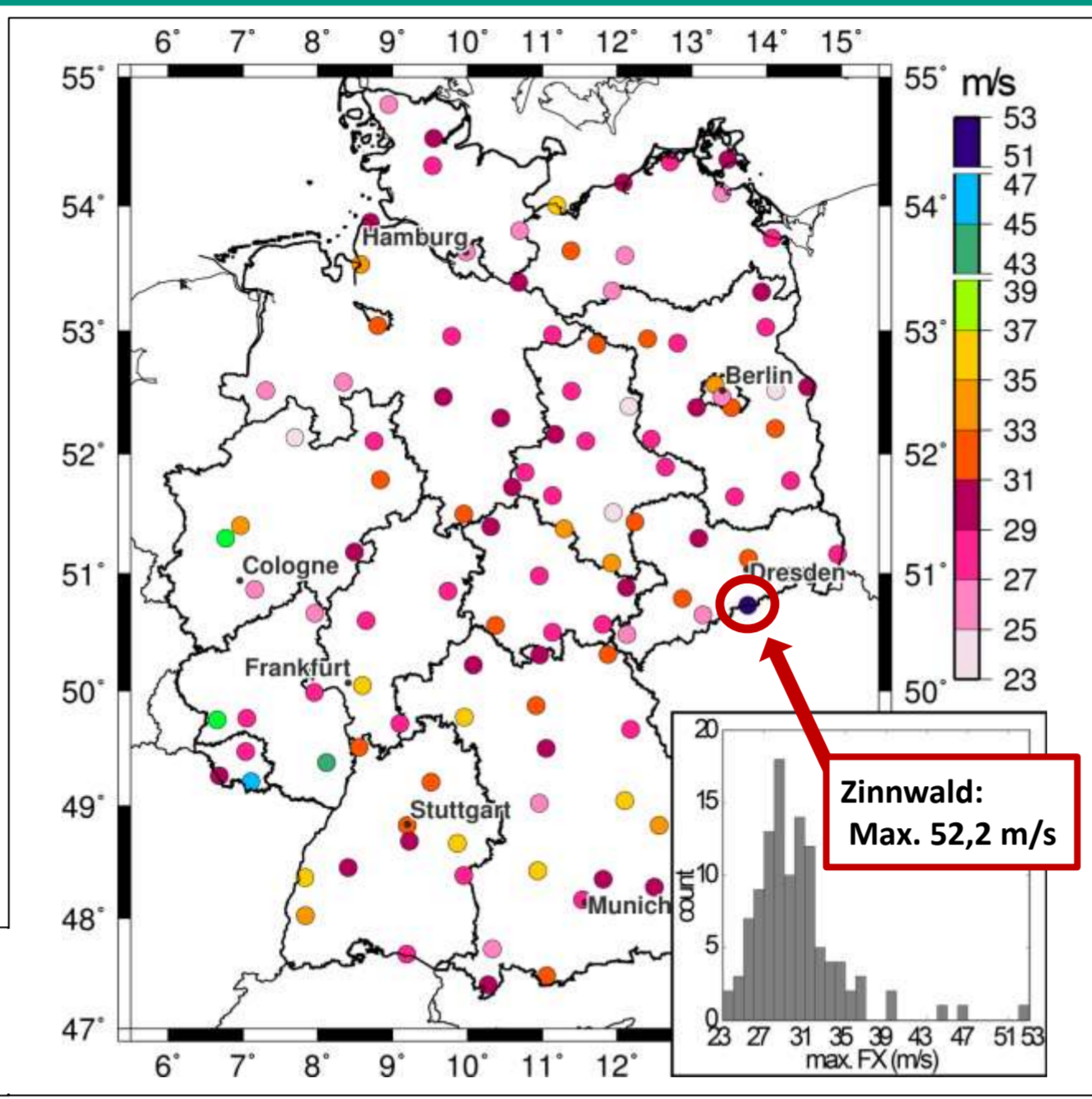
Gewitter (Blitz) innerhalb Radius von 50 km

**Datengrundlage:**

- 111 Klimastationen des DWD
- Maximale Böe pro Tag (FX)
- 1992 – 2014 (SHJ)
- Blitz-Filterung



Fig. 2: Maximal gemessene konvektive Böe zwischen 1992 – 2014.



Mit welchen Wiederkehrperioden ist zu rechnen?

## Wiederkehrperioden

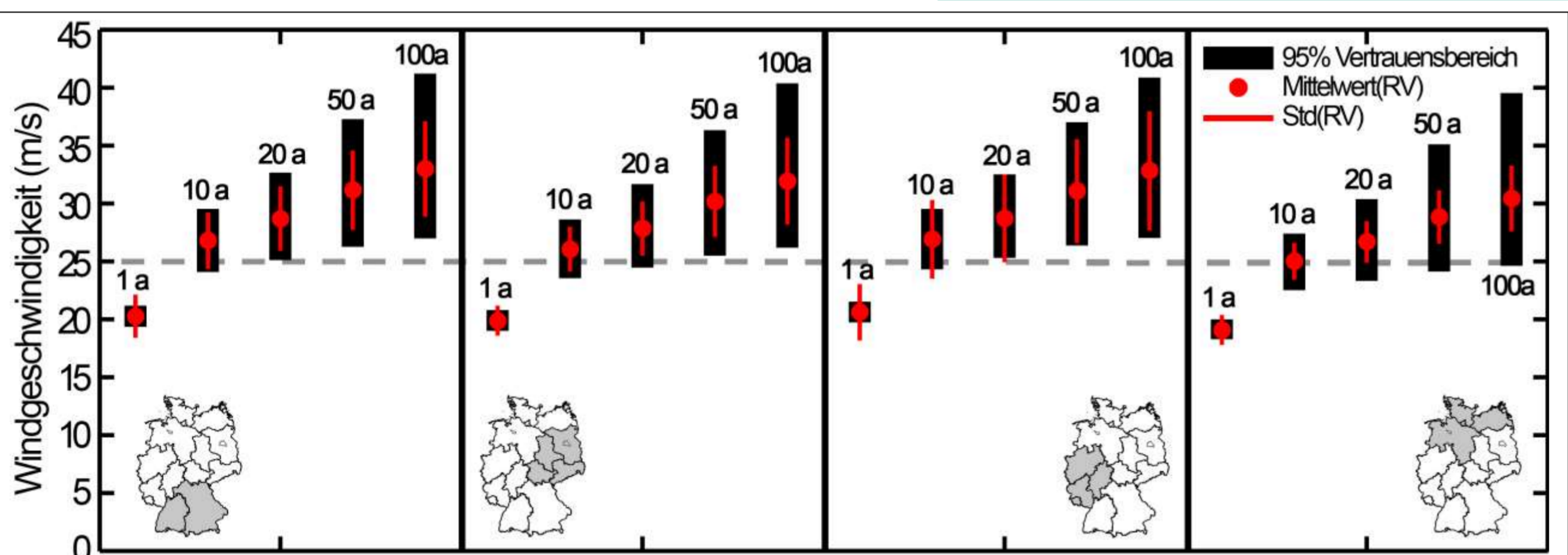


Fig. 3: Räumlich gemittelter Wiederkehrwert (RV) konvektiver Böen für verschiedene Jährlichkeiten (basierend auf der „Peaks over Threshold“-Methode mit der generalisierten Paretoverteilung).

## Böenmodelle

Können hochaufgelöste Reanalysedaten mit Hilfe von Böenmodellen die Klimatologie konvektiver Böen abschätzen?

**Datengrundlage:**

- CCLM 4.8
- Antrieb: ERA-Interim
- 1995 – 2000 (SHJ)
- Gitterweite: 0,065° (~7 km)

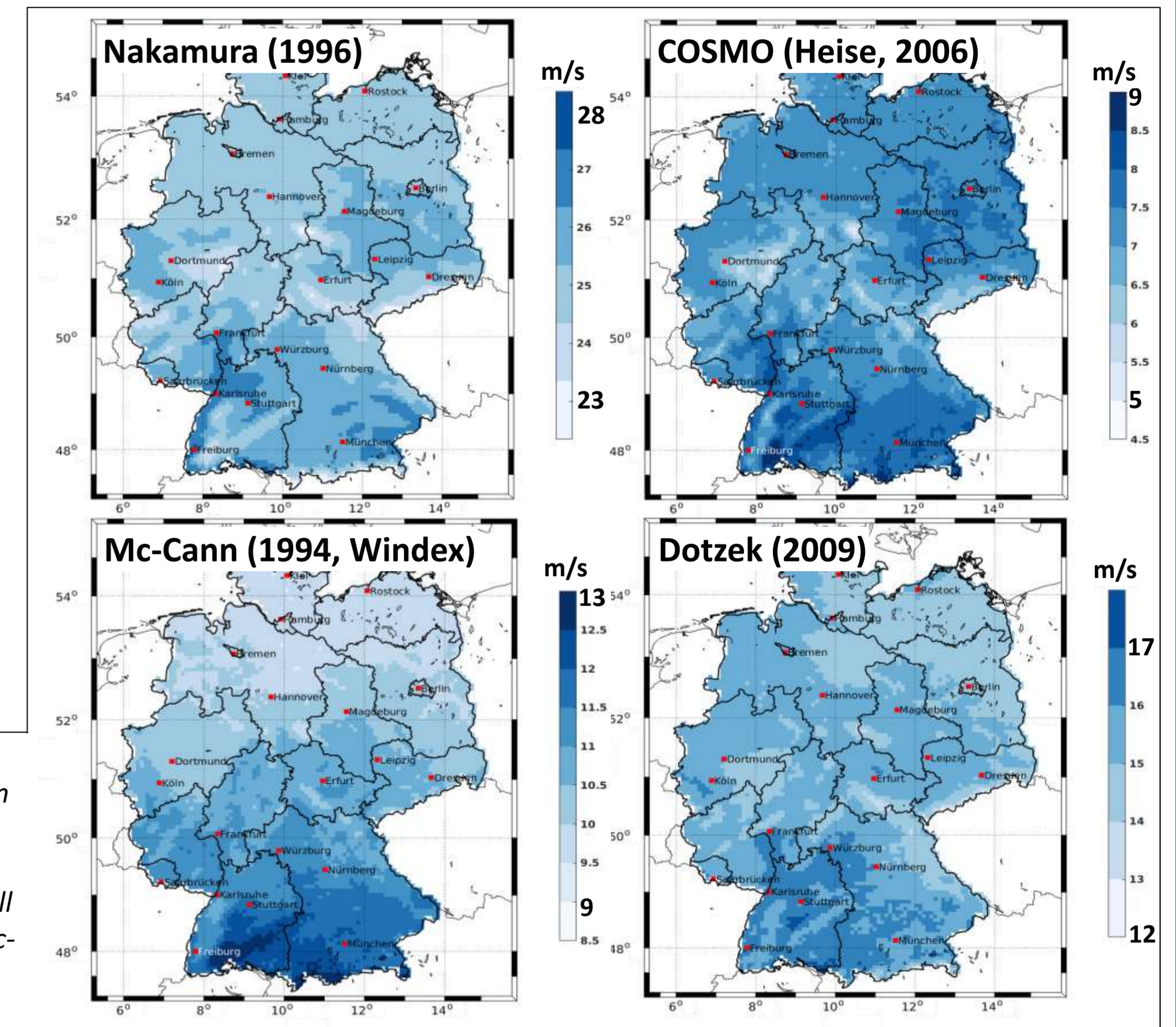


Fig. 4: Klimatologie konvektiver Böen basierend auf den Böenmodellen nach Nakamura et al. (1996), Heise (2006; aktuell in COSMO implementiert), Mc-Cann (1994) und Dotzek und Friedrich (2009; Kosch, 2016).

- ✗ Nord-Süd-Gradient der klimatologischen Verteilung konvektiver Böen (analog zur Gewitteraktivität).
- ✗ Zusammenhang zur Orografie erkennbar; Ursachen:
  - Über erhöhtem Gelände geringerer Abstand zwischen Entstehungshöhe des Abwindes und Boden,
  - Leeseitige Maxima durch Um-/Überströmungen → Auslösung/Verstärkung von Konvektion.
- ✗ Böenmodelle generell geeignet, um räumliche Verteilungen konvektiver Böen über Deutschland wiederzugeben (vgl. mit einzelnen Starkwindereignissen).
- ✗ Allerdings: Unterschätzung der Realität – abh. vom Modell sogar deutlich.

## Böenfaktor

Wie sieht die zeitliche Abhängigkeit des konvektiven Böenfaktor aus?

$$GF_{t,T} = v_{max} / v_{mean}$$

- $v_{max} = v(t_{max})$  = Maximale Windgeschwindigkeit (hier Mittelwert in  $t = 3$  s)
- $v_{mean}$  = Mittlere Geschwindigkeit (Mittelungsintervall  $T$  in s)

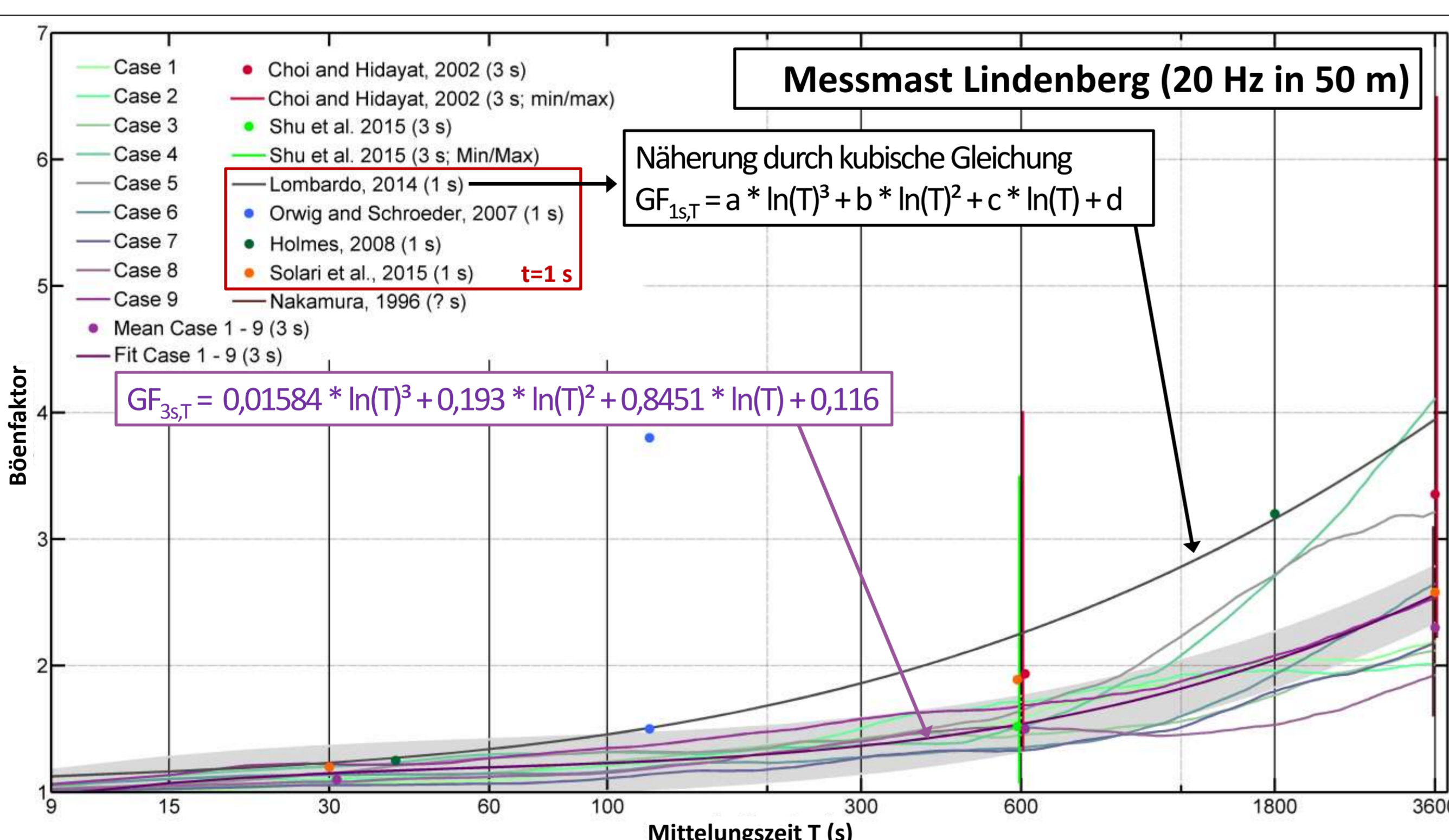


Fig. 5: Böenfaktor in Abhängigkeit von der Mittelungszeit  $T$  für die mittlere Geschwindigkeit  $v_{mean}$  für neun Starkwindereignisse (Case 1–9). Ebenfalls eingezeichnet sind verschiedene Ergebnisse aus der Literatur (mit  $t = 1$  s /  $t = 3$  s).

Wie kann die Dauer eines Starkwindereignisses definiert werden?

## Zeitliche Skala

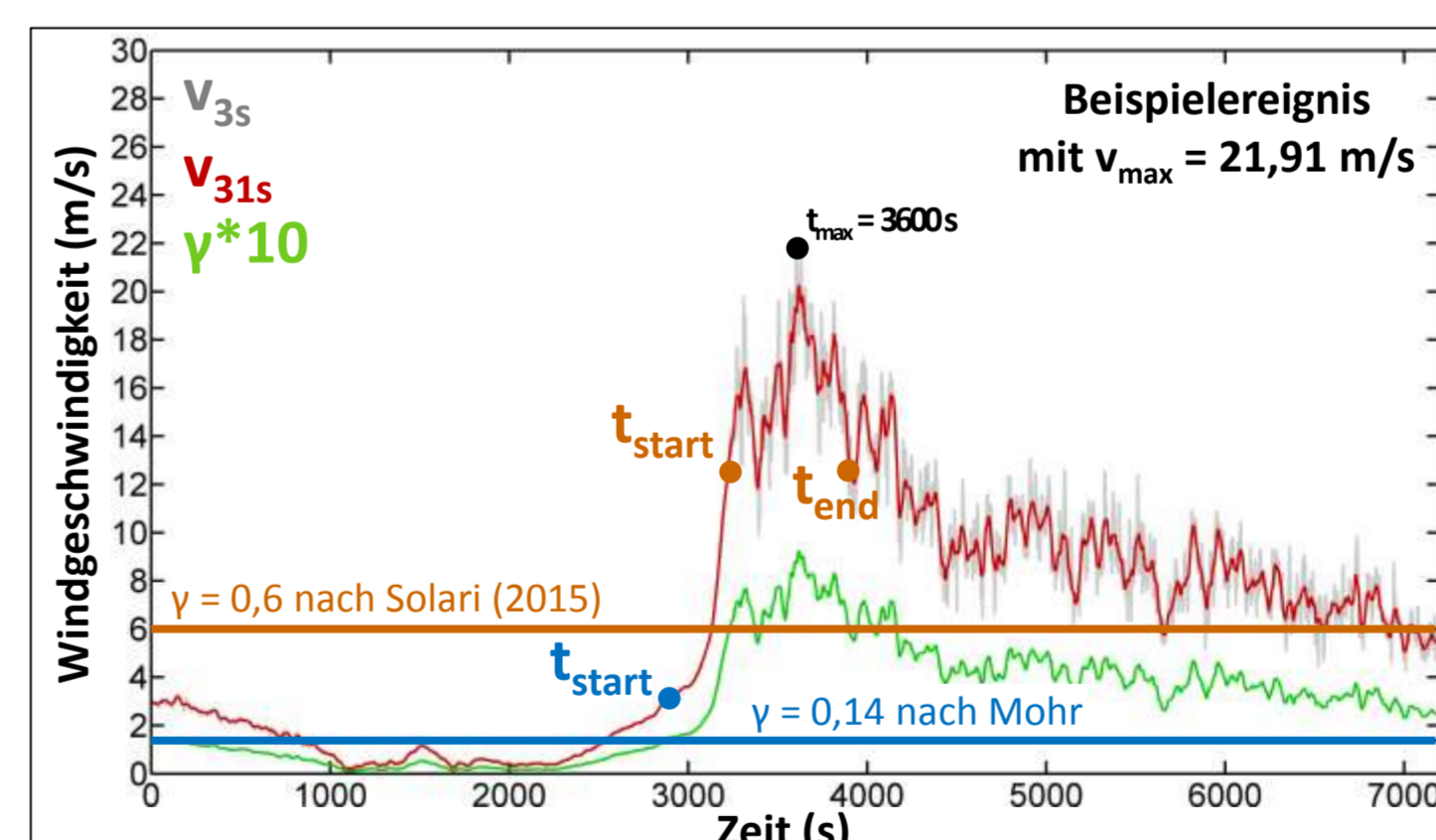
$$\gamma(t) = v_{mean}(t) / v_{mean}(t_{max})$$

Solari et al. (2015):  $\gamma(t_{start}) > 0,6$

Mohr:

$$\gamma(t_{start}) > \text{mean}(\gamma(t_{20min} \cdot t_{10min})) + \text{std}(\gamma(t_{20min} \cdot t_{10min}))$$

wobei  $t_{min} = t_{max}$



	Mohr			Solari (2015)		
	$t_{Anstieg}$ (min)	$t_{Abfall}$ (min)	$t_{Dauer}$ (min)	$t_{Anstieg}$ (min)	$t_{Abfall}$ (min)	$t_{Dauer}$ (min)
Beispiel	12,3	70,1	82,4	3,3	4,9	8,2
Mittel aus 9 Ereignissen	7,4	35,8	43,0	1,9	4,6	6,3

Fig. 6: Zeitliche Entwicklung der Windgeschwindigkeit (mit  $T=3$  s & 31 s) und der dimensionslosen Größe  $\gamma*10$  in 50 m am Messmast in Lindenberg während eines Starkwindereignisses am 6. August 2013.

- ✗ Maximale Werte von 40 – 50 m/s bereits in Deutschland beobachtet.
- ✗ Alle 10 Jahre schwere konvektiven Böen (~ 25 m/s) an allen Stationen in Deutschland möglich.
- ✗ Böenmodelle geeignet, um räumliche Verteilung wiederzugeben – unterschätzen aber Realität.
- ✗ Nach klassischen Definition (1 h, 10 min) konvektiver Böenfaktor höher als turbulenter Böenfaktor, da empfindlich abh. vom Mittelungsintervall bzw. abh. von der Ereignisdauer.
- ✗ Anstieg der Windgeschwindigkeit innerhalb weniger Minuten ( $\min(t_{Anstieg})$  etwa 2 min).

## Zusammenfassung

Bertsch A. und B. Ruck (2015): Interaction between convective downdrafts and inner city areas – a wind tunnel study. *14th Int. Conf. on Wind Eng.*, June 21-26, 2015, Porto Alegre, Brasilien.  
 Dotzek, N. und F. Friedrich (2009): Downburst-producing thunderstorms in southern Germany: Radar analysis and predictability. *Atmos. Res.*, 93, 457–473.  
 Heise, E. (2006): Improved Diagnosis of Convective and Turbulent Gusts: Test Results of new Gust Parameterizations (Interim Report on Work Package 3.10.2.). *COSMO Newsletter Nr. 6*, Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach, Deutschland, 103–114.

Kosch, J. (2016): Analyse konvektiver Starkwindböen auf der Grundlage von hochaufgelösten Reanalysedaten. Masterarbeit am Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, Deutschland, 88 S.  
 McCann, D. W. (1994): WINDEX – A new index for forecasting microburst potential. *Wea. Forecasting*, 9, 532–541.  
 Nakamura, K., R. Kershaw, und N. Gait (1996): Prediction of near-surface gusts generated by deep convection. *Meteor. Appl.*, 3, 157–167.  
 Solari G., M. Burlando; P. De Gaetano und M. P. Repetto (2015): Characteristics of thunderstorms relevant to wind engineering. *Wind Struct.*, 20, 763-791.