



Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand

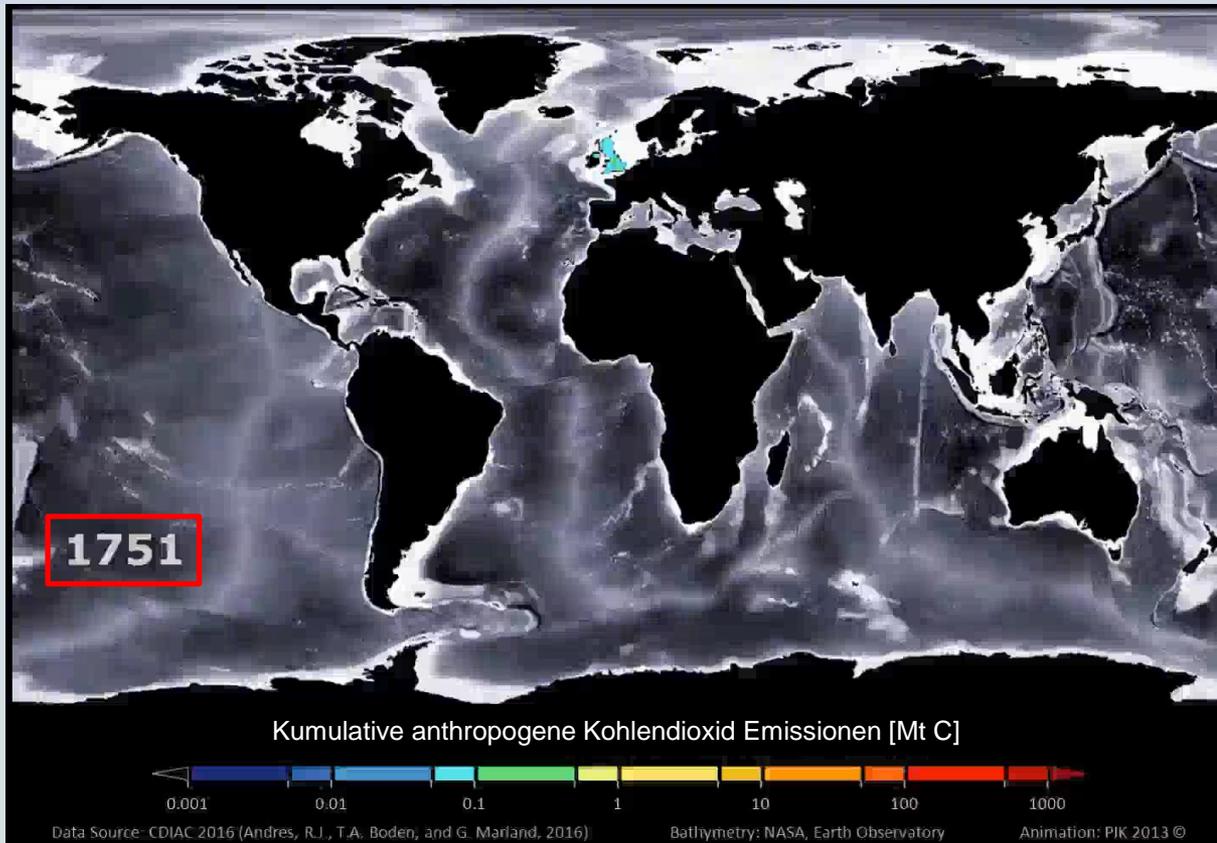


# Klima und Wasserwirtschaft: Prognostizierte Wetter und Klimaentwicklung für die nächsten Jahrzehnte

Dr. Paul Becker

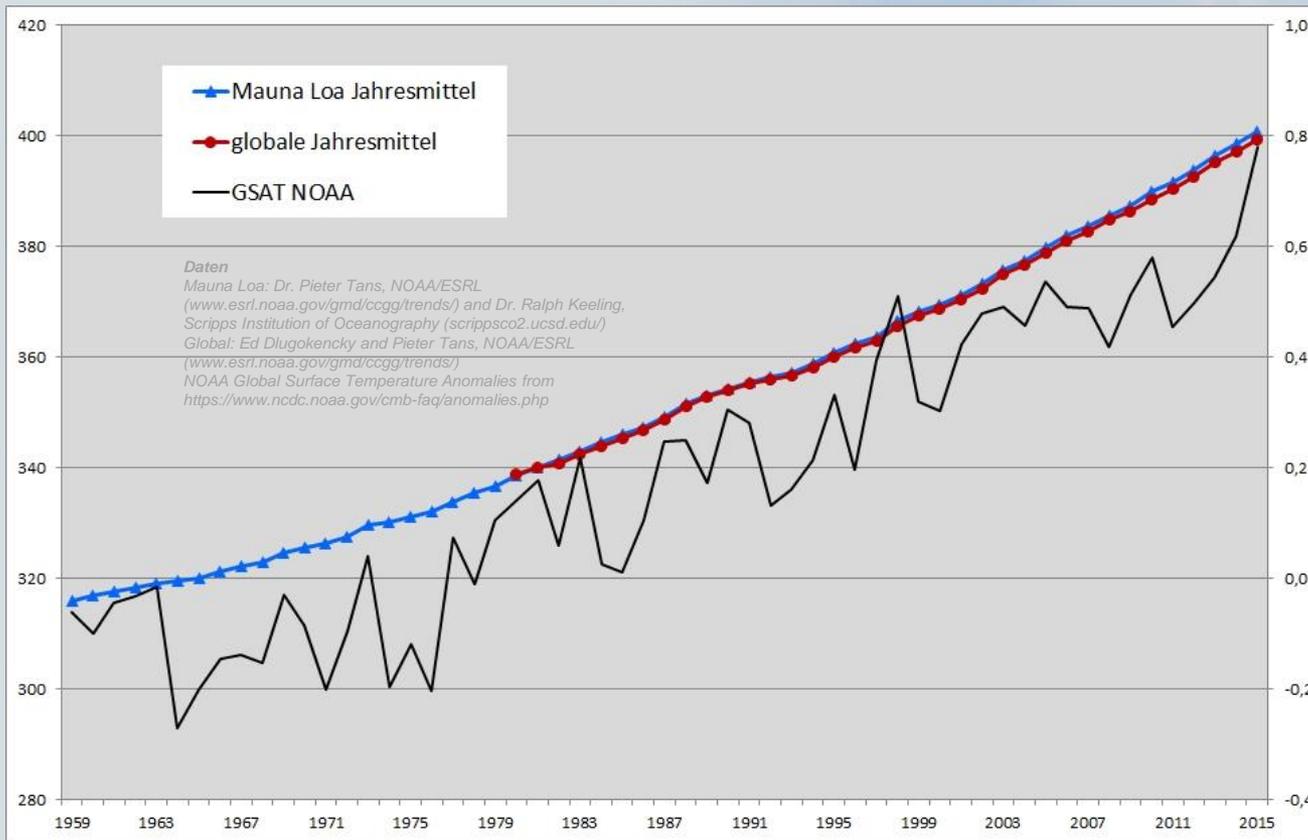
Vizepräsident des Deutschen Wetterdienstes

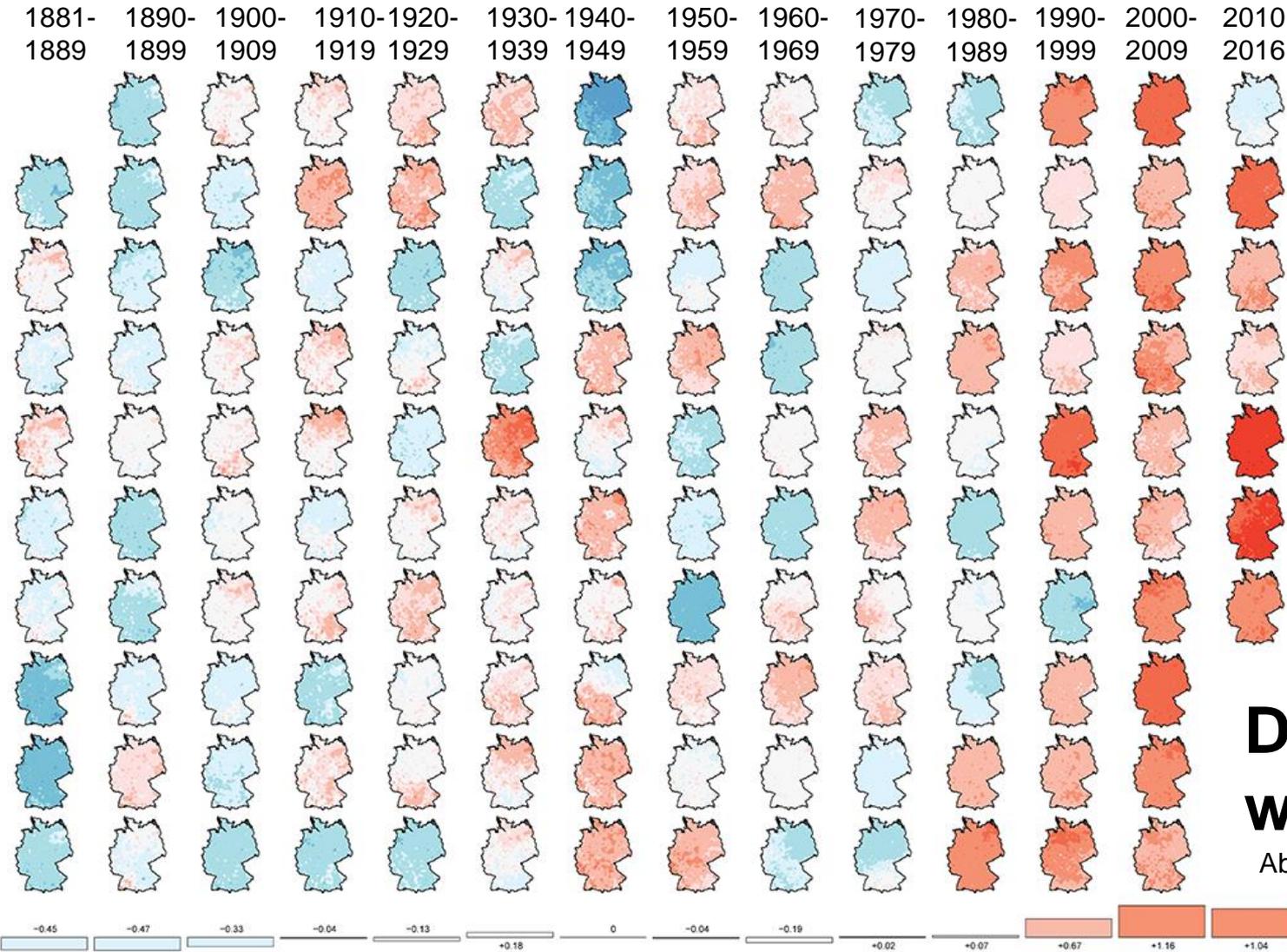
# → globale CO<sub>2</sub> - Emissionen



# Die Fakten

## CO<sub>2</sub> / Temperatur





## Deutschland wird wärmer

Abweichung zu 1961 - 1990

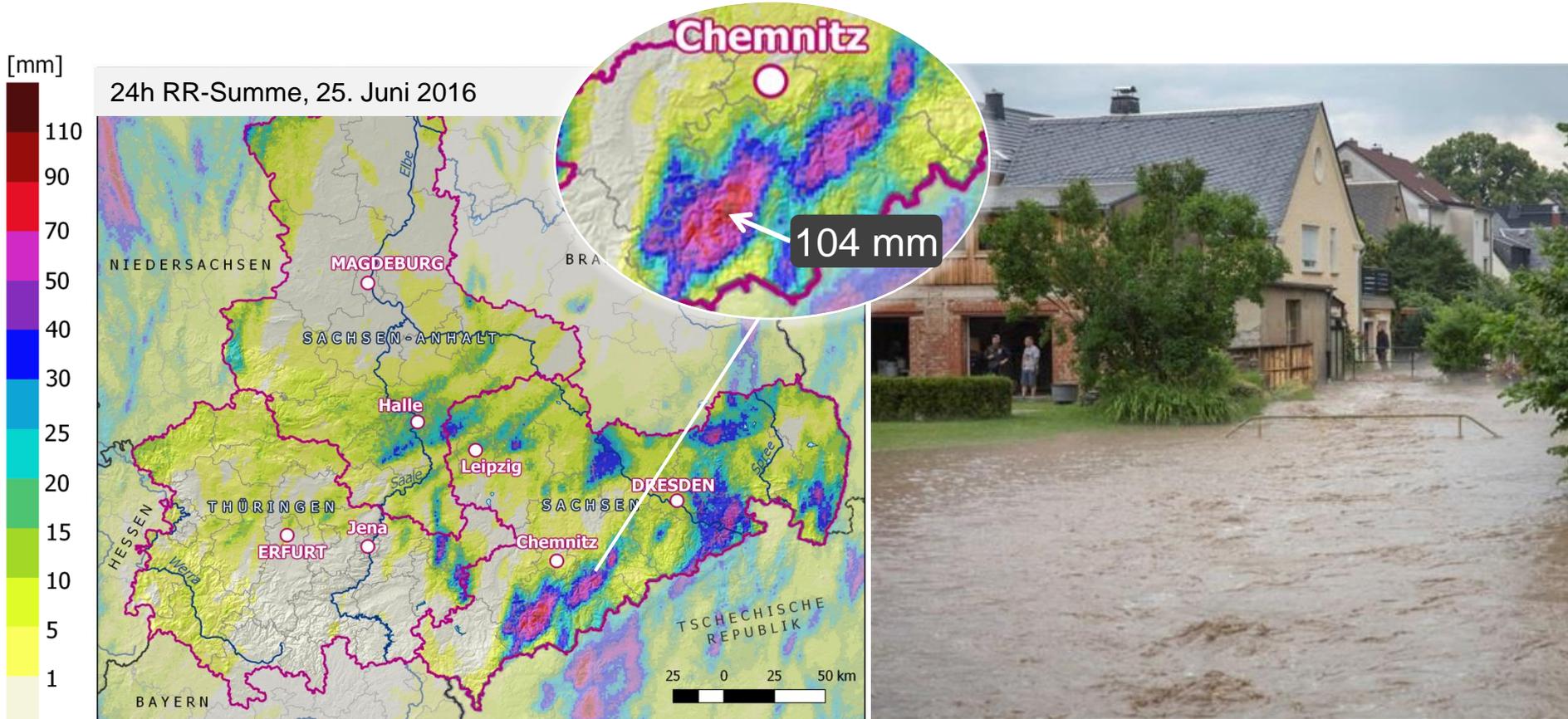




Dresden/Sachsen  
13.11.2015  
Pegelstand Elbe 80 cm

Quelle: dpa  
Jürgen Männel

## Unwetter im Erzgebirgkreis



(c) Bernd März / dpa

## Wetterlagen verändern sich im Klimawandel

- ➔ Wetterlagen bestimmen den Witterungsverlauf
- ➔ Bei bestimmten Wetterlagen erhöht sich das Risiko von meteorologischen Extremereignissen
- ➔ Die zukünftige Veränderung der Wetterlagen kann abgeschätzt werden

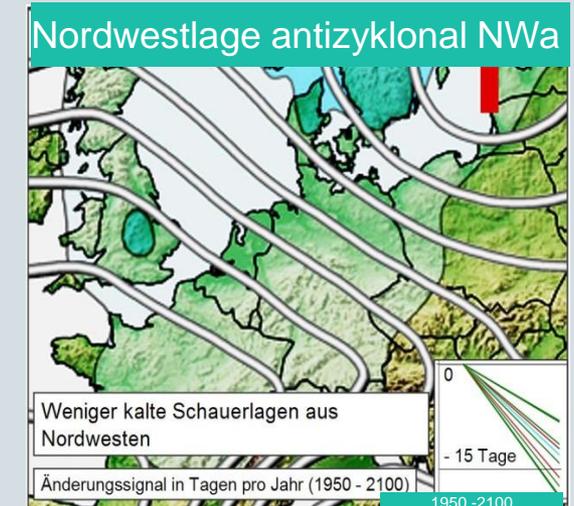
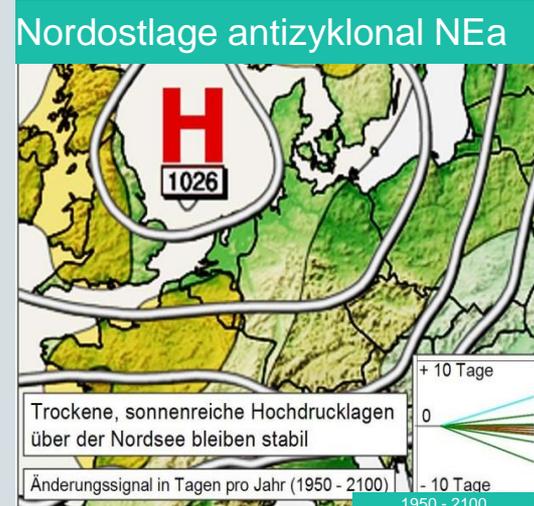
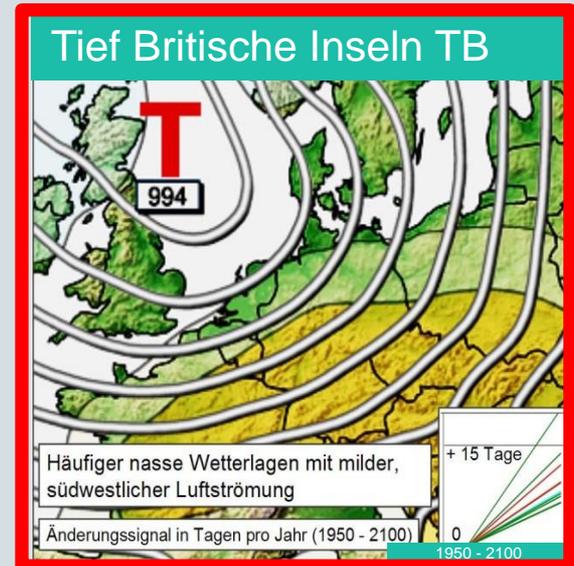
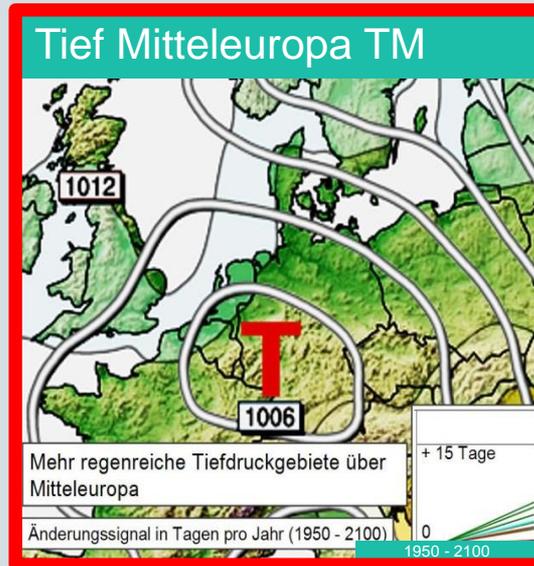
# Wetterlagen Klimaprojektionen

➔ Änderungssignale  
Wetterlagen  
Modellensemble  
SRES A1B / A2 / B1

## ➔ Aktuell im FOKUS

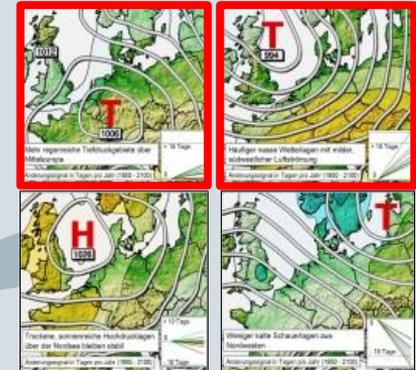
➔ Tief Mitteleuropa (TM)

➔ Tief Britische Inseln (TB)



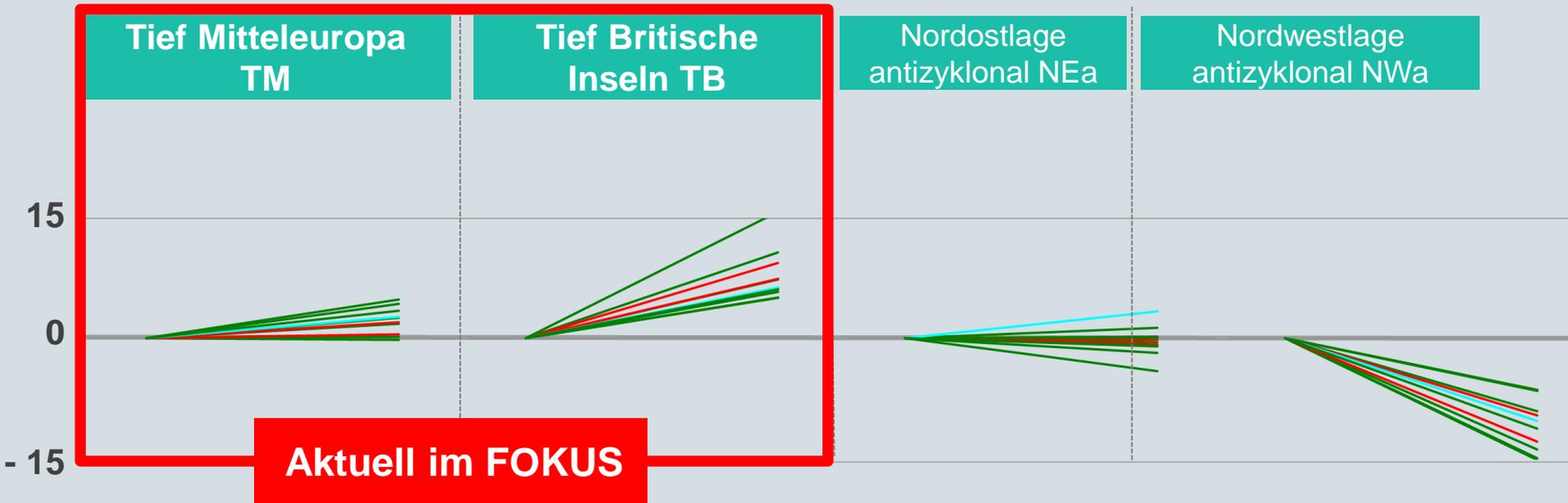
# Wetterlagen Klimaprojektionen

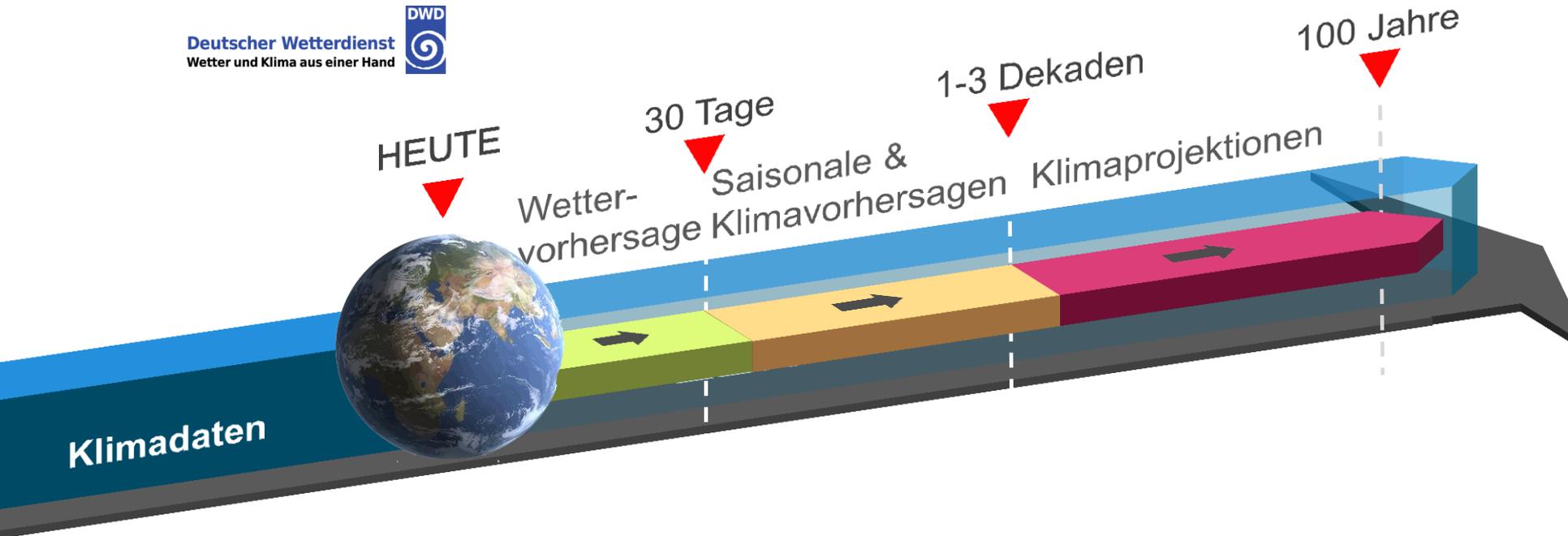
Änderungssignale  
Wetterlagen  
Modellensemble  
SRES A1B / A2 / B1



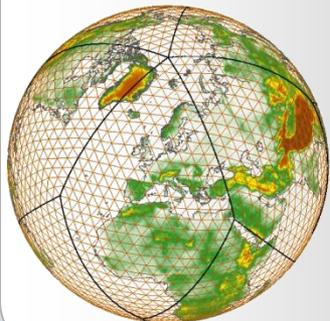
Änderungssignal in Tagen pro Jahr,  
Zeitraum 1950 bis 2100

Klimaszenarien **A1B** **B1** **A2**





## Globale Modelle



HadCM 3Q0	HadCM 3Q16	HadCM 3Q3	BCM	ECHAM5 r3	ECHAM5 r2	ECHAM5 r1	ARPEGE
-----------	------------	-----------	-----	-----------	-----------	-----------	--------

## Regionale Modelle

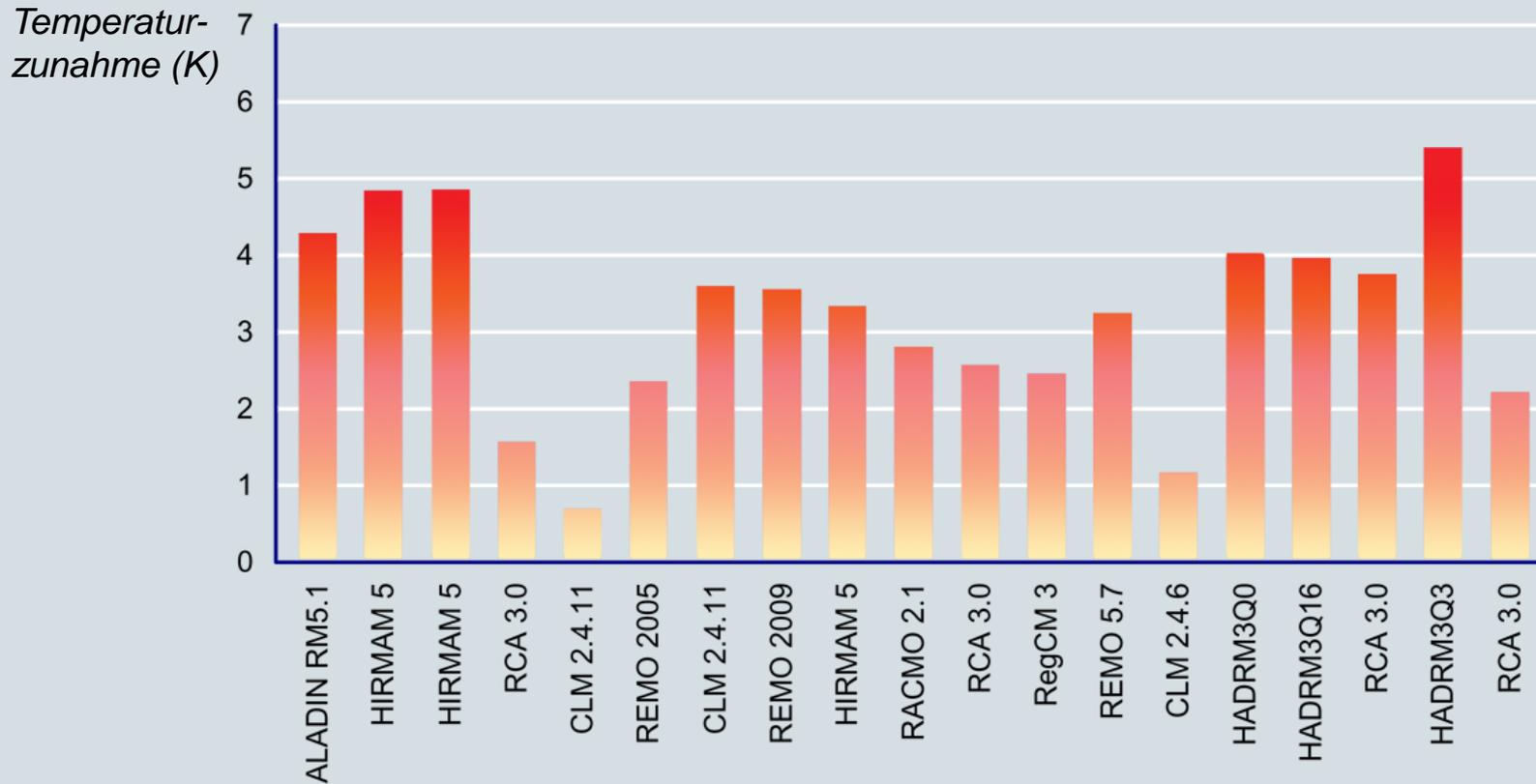


CLM	HadRM 3Q16	<p>→ kein bester oder wahrscheinlichster Modelllauf</p> <p>→ komplette Bandbreite der Simulationen abgedeckt</p>				CLM	Hirham 5
HadRM 3Q0	C4 RCA3					RCA	5
				Racmo 2		Hirham 5	
				REMO			



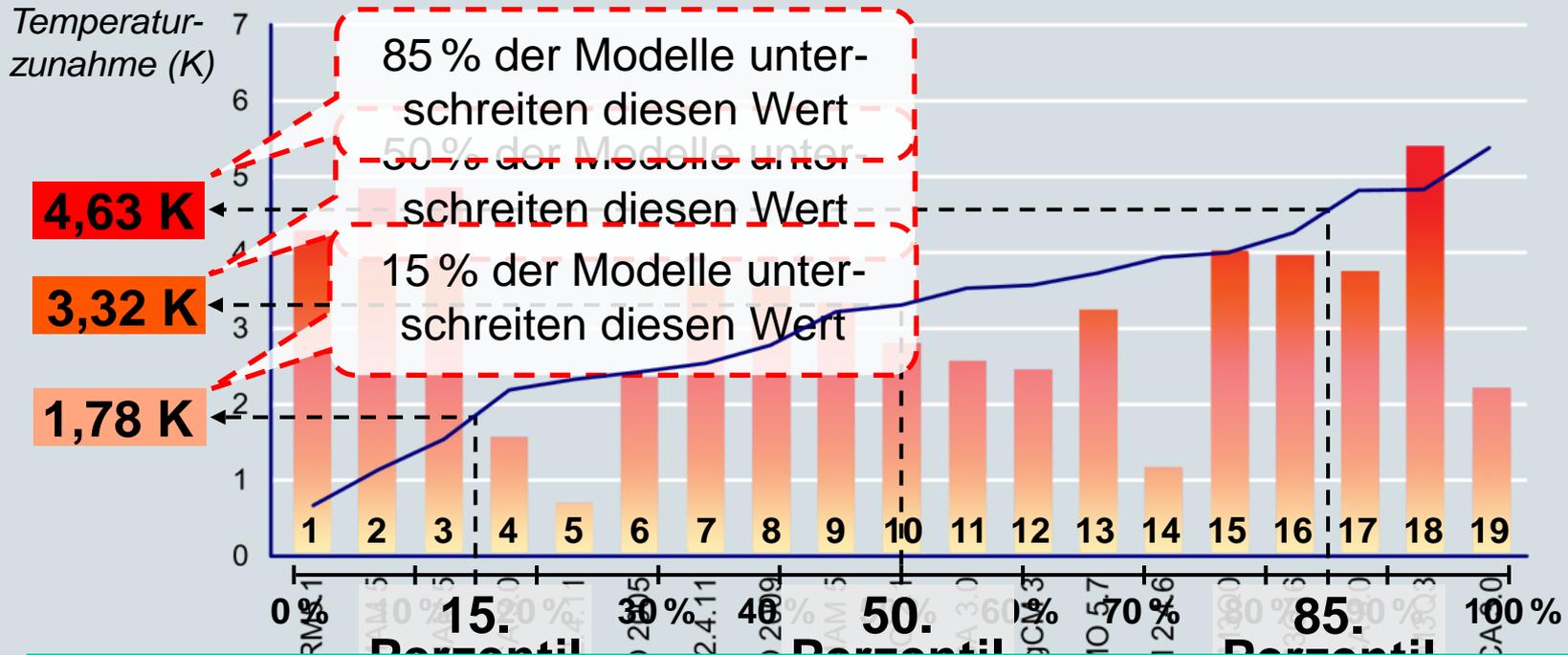
**19 Modellkombinationen**

# → Abschätzung von Unsicherheiten



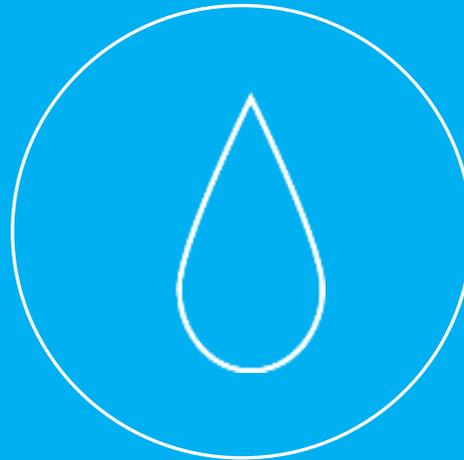


# Abschätzung von Unsicherheiten



50 % der Modelle liegen über und 50 % liegen unter dem 50. Perzentil.  
70 % der Simulationen liegen zwischen dem 15. und 85. Perzentil.  
15 % der Modelle errechnen niedrigere und 15 % errechnen höhere Werte.





# Starkregen

Beobachtungen

Projektionen

# Tages-Niederschlagextreme



Starkregen



Temperatur

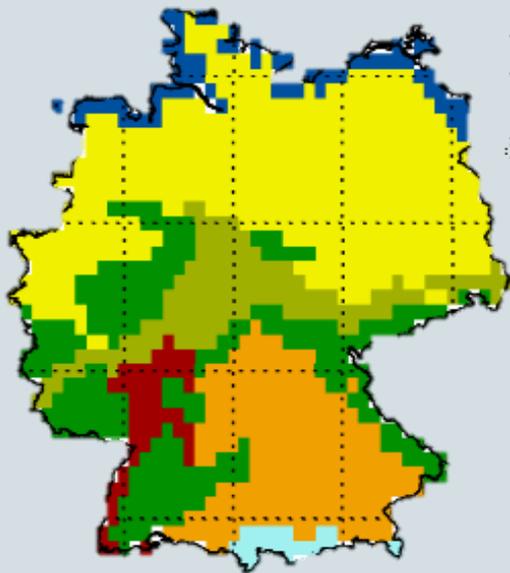


Sturm

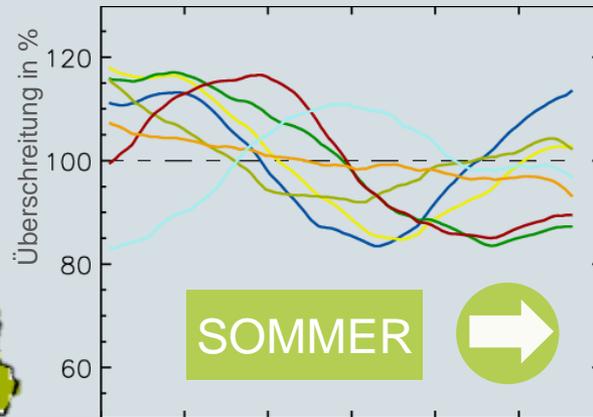


Trocken-  
perioden

Beobachtungen: 1951- 2005  
Projektionen: 1961-2100  
SRES A1B-ECHAM5-CLM

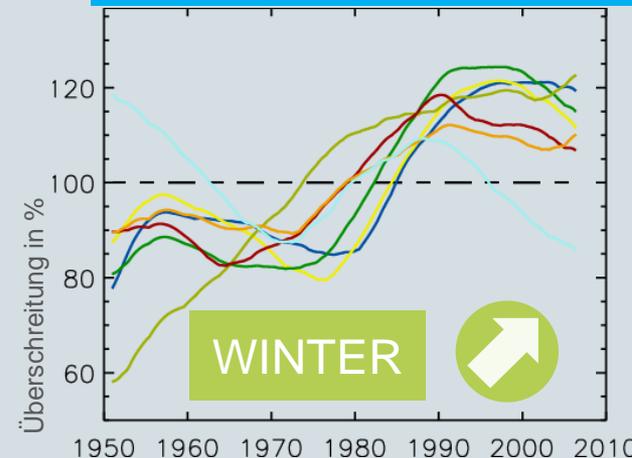


Überschreitungshäufigkeiten des 99. Perzentil für die Sommer- und Wintermonate für 7 Naturräume (Farben entsprechen der Kartendarstellung)



Kein eindeutiger Trend, große regionale Unterschiede

## BEOBACHTUNGEN



Zunahme extremer Niederschläge für ganz Deutschland, Ausnahme Alpenrand

# Tages-Niederschlagextreme



Starkregen



Temperatur

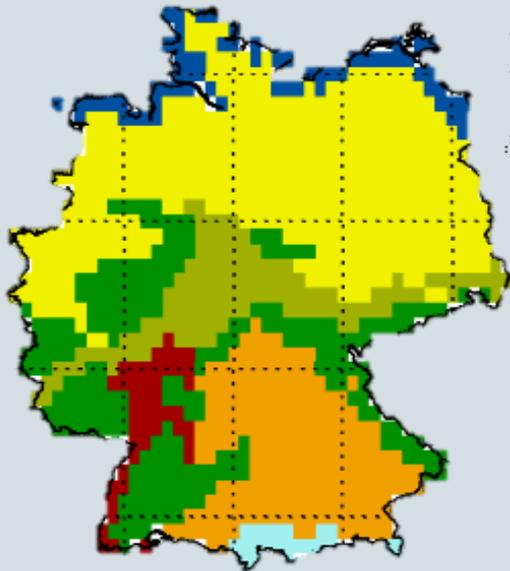


Sturm

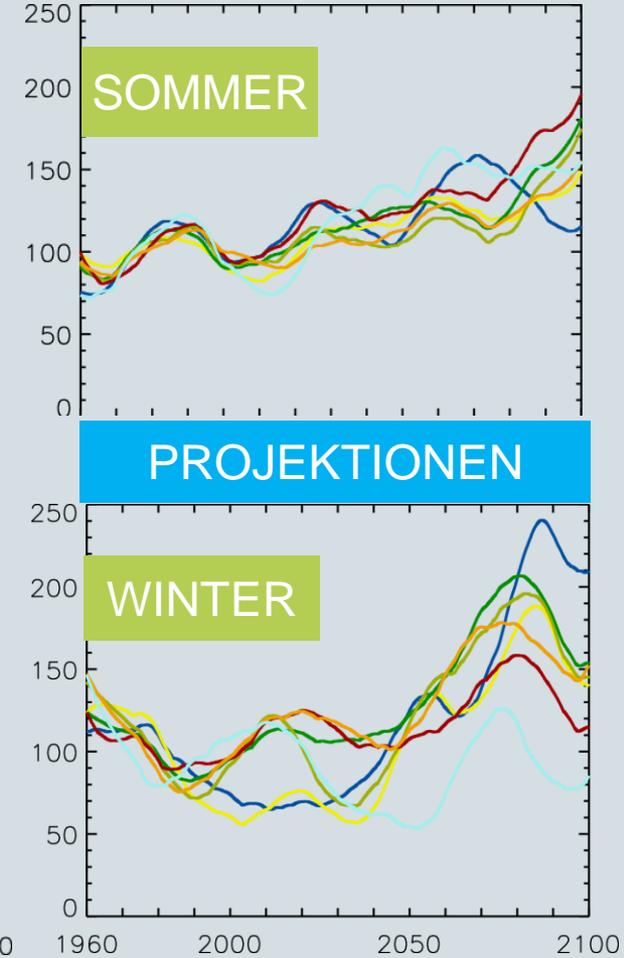
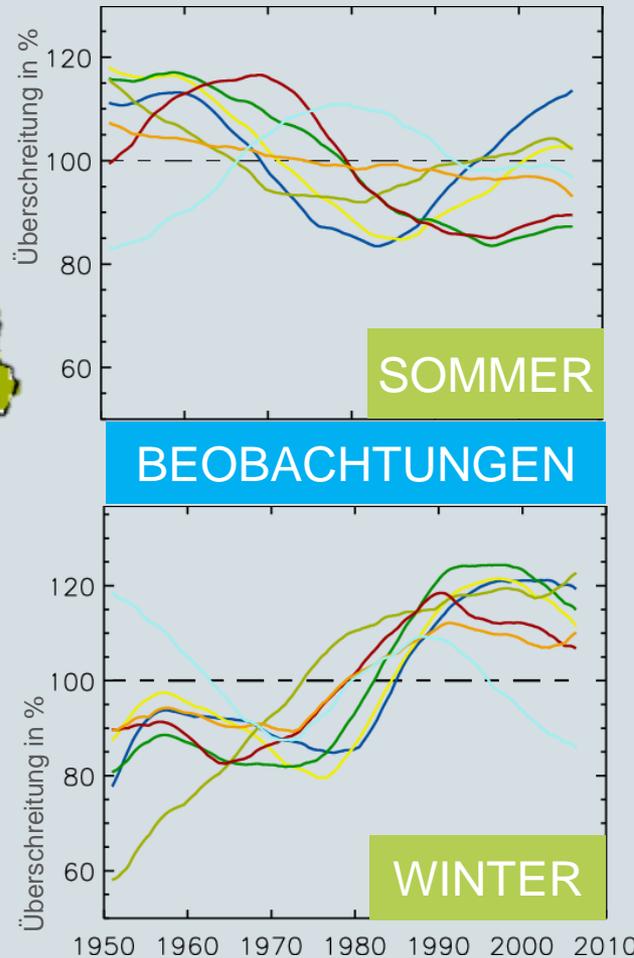


Trockenperioden

Beobachtungen: 1951-2005  
Projektionen: 1961-2100  
SRES A1B-ECHAM5-CLM



Überschreitungshäufigkeiten des 99. Perzentil für die Sommer- und Wintermonate für 7 Naturräume (Farben entsprechen der Kartendarstellung)





Starkregen



Temperatur

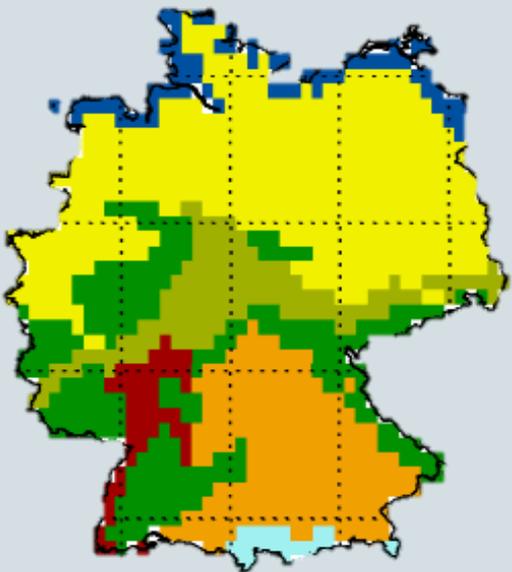


Sturm



Trockenperioden

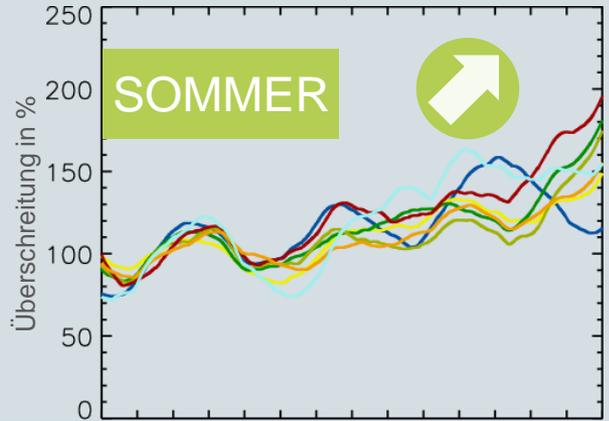
Beobachtungen: 1951- 2005  
Projektionen: 1961-2100  
SRES A1B-ECHAM5-CLM



Überschreitungshäufigkeiten des 99. Perzentil für die Sommer- und Wintermonate für 7 Naturräume (Farben entsprechen der Kartendarstellung)

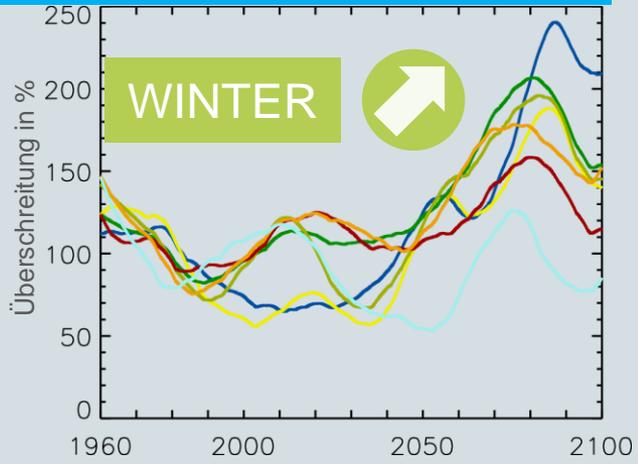
# Tages-Niederschlagextreme

Zunahme besonders Ende des Jahrhunderts, keine großen regionale Unterschiede

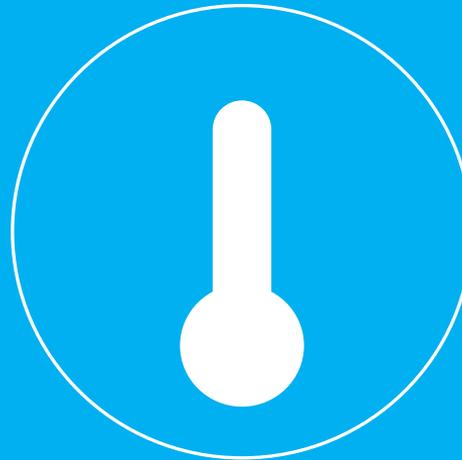


## PROJEKTIONEN

Zunahme extremer Niederschläge für ganz Deutschland um etwa das 1,5-fache bis 2100, Küstenstreifen: 2-fache







# Temperatur

Projektionen

# Temperaturextreme



Starkregen



Temperatur

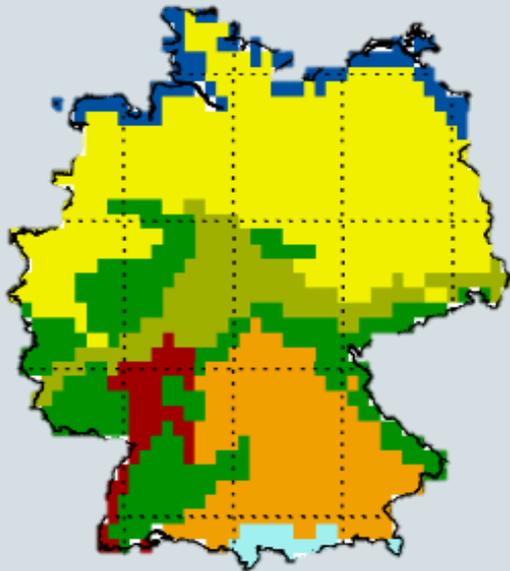


Sturm



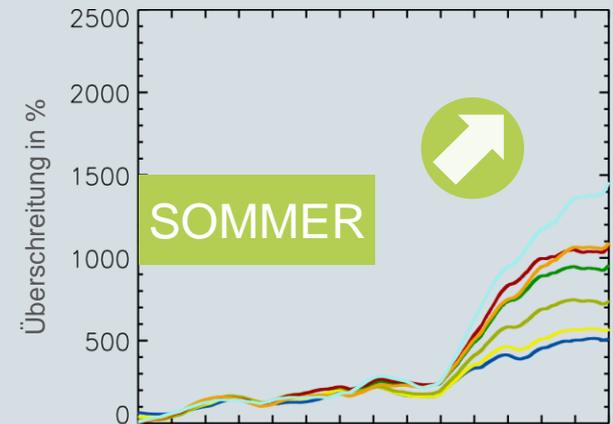
Trockenperioden

Projektionen: 1961-2100  
SRES A1B-ECHAM5-CLM



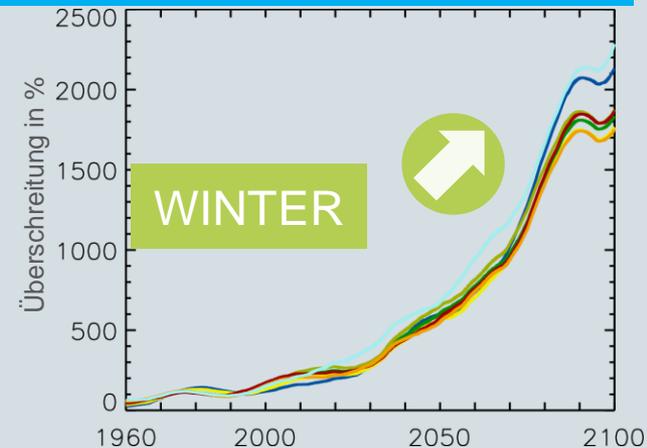
Überschreitungshäufigkeiten des 99. Perzentil für die Sommer- und Wintermonate für 7 Naturräume (Farben entsprechen der Kartendarstellung)

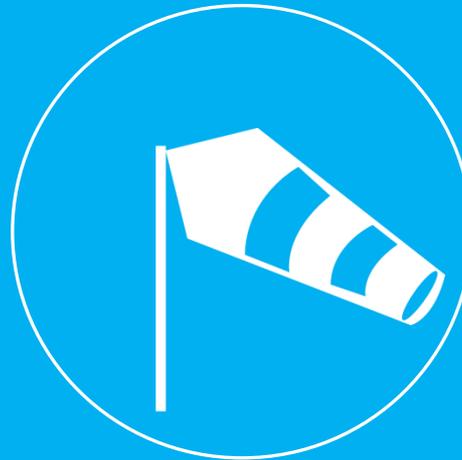
Insbesondere nach 2050 Zunahme um das 5- bis 10-fache der Häufigkeiten



## PROJEKTIONEN

Kontinuierliche Zunahme um das bis zu 20-fache der Häufigkeiten





# Sturm

Projektionen

# Windextreme

Projektionen: 1961-2100  
SRES A1B-ECHAM5-CLM



Starkregen



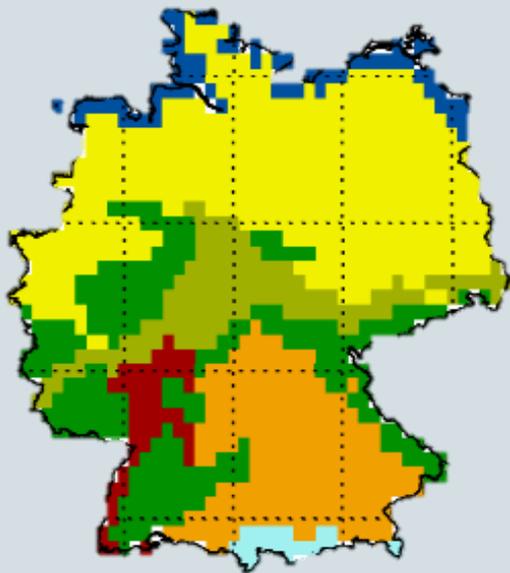
Temperatur



Sturm



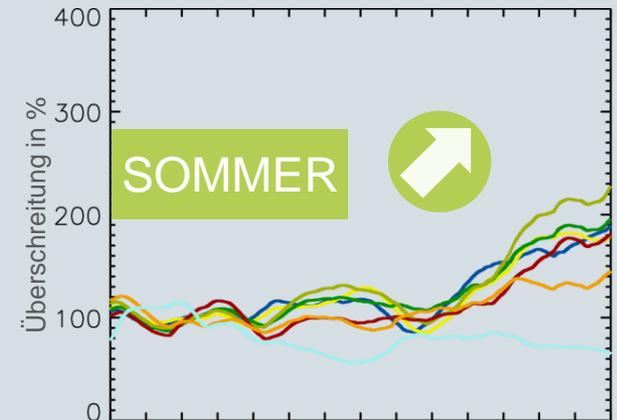
Trocken-  
perioden



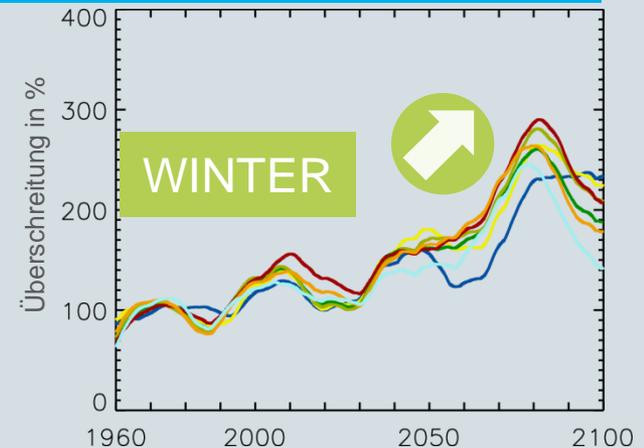
Überschreitungshäufigkeiten des 99. Perzentil für die Sommer- und Wintermonate für 7 Naturräume (Farben entsprechen der Kartendarstellung)

Deutschlandweit  
Zunahme um 1,5- bis  
2-fache, Ausnahme  
Alpenraum

Deutschlandweit  
Zunahme um das  
2- bis 2,5-fache,  
regional  
unterschiedlich



## PROJEKTIONEN





# Trocken- perioden

Projektionen

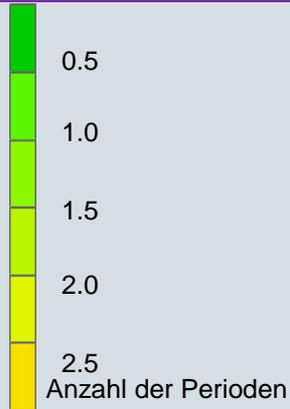
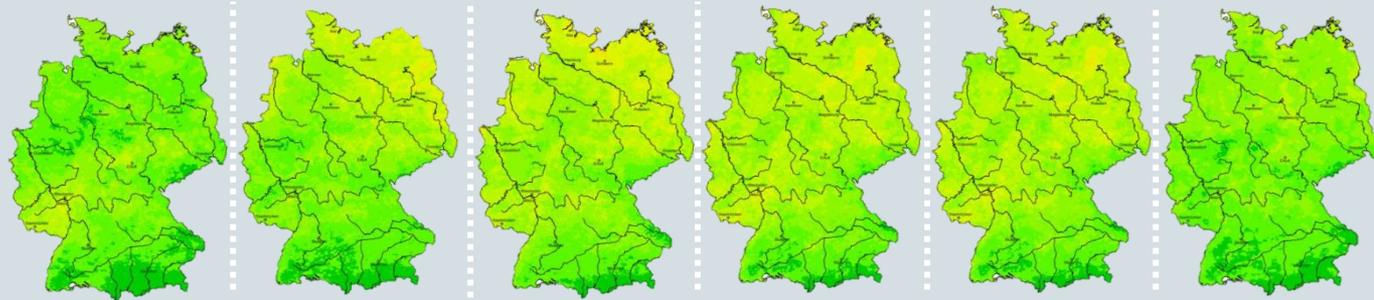
Beobachtungen

# Änderung der Anzahl von 10-Tagesperioden ohne Niederschlag

Beobachtungen

Dekaden

1954 – 1963    1964 - 1973    1974 - 1983    1984 - 1993    1994 - 2003    2004 - 2013



Projektionen

Sommer (JJA)

2021-2050

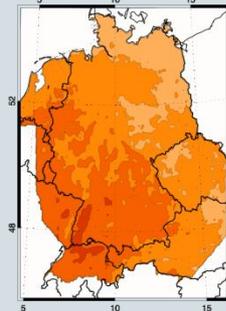
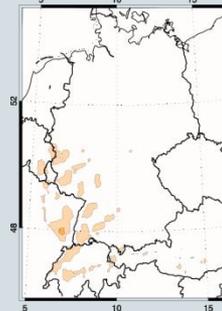
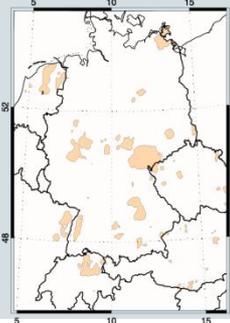
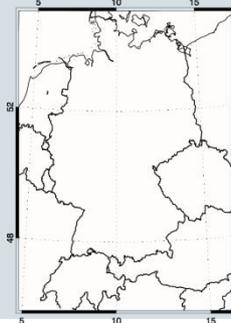
2071-2100

15<sup>tes</sup> Perzentil

85<sup>tes</sup> Perzentil

15<sup>tes</sup> Perzentil

85<sup>tes</sup> Perzentil



Starkregen



Temperatur



Sturm



Trockenperioden



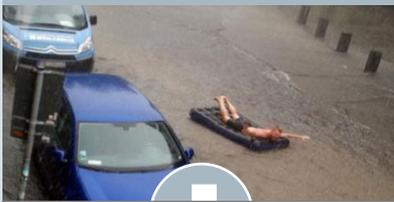
# Was kann getan werden?

## Besseres Monitoring, bessere Vorhersagen

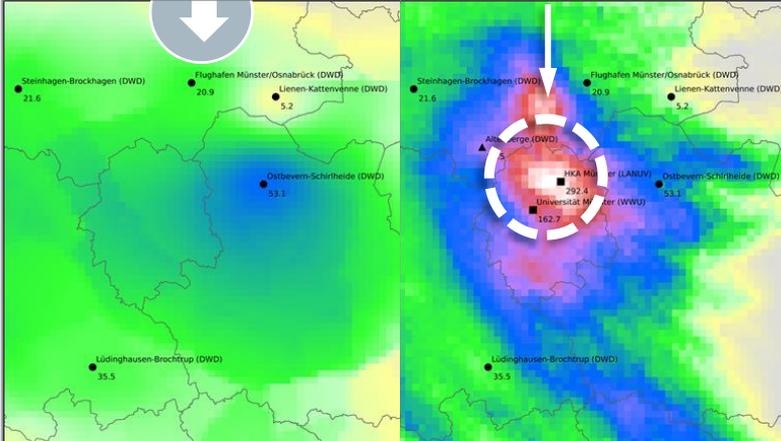
### Ombrometer und Radar

#### STARKREGEN

Münster 28. Juli 2014



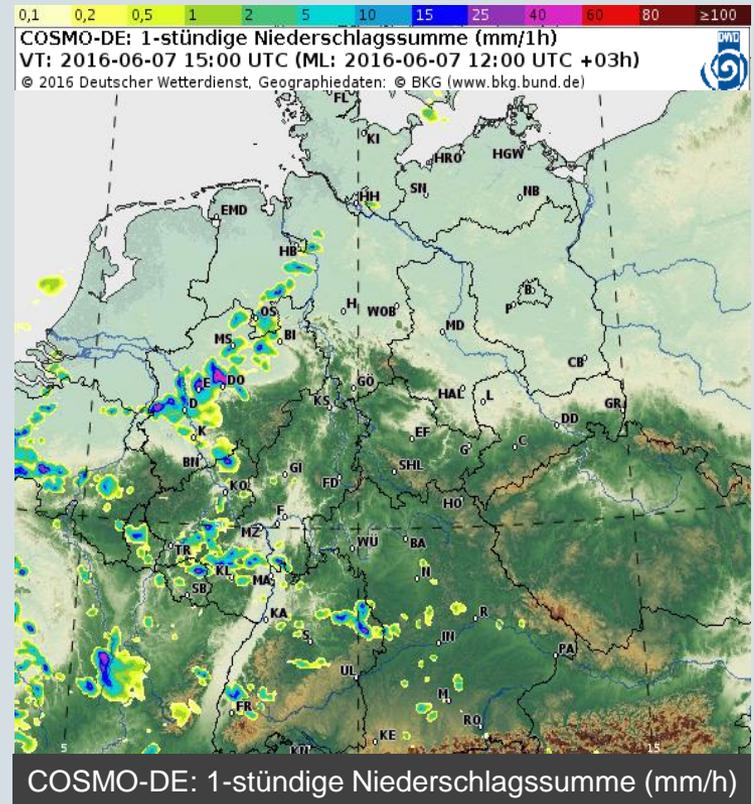
Bessere Erfassung lokaler Extremereignisse durch die Radarmessung



Bodenmessnetz (REGNIE)

RADOLAN-Offline

### Vorhersage



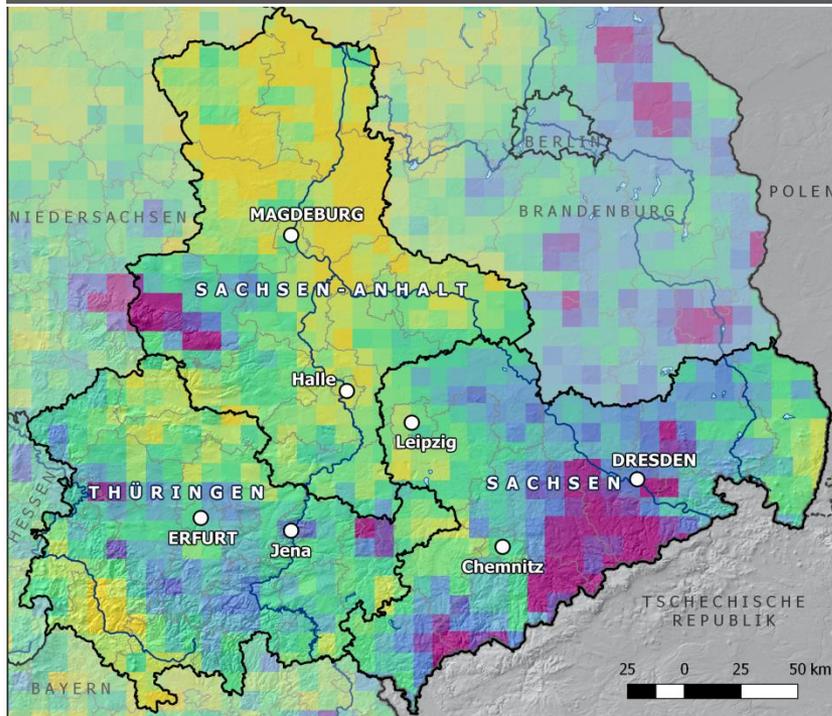
COSMO-DE: 1-stündige Niederschlagssumme (mm/h)

# Neue Extremwert-Auswertung

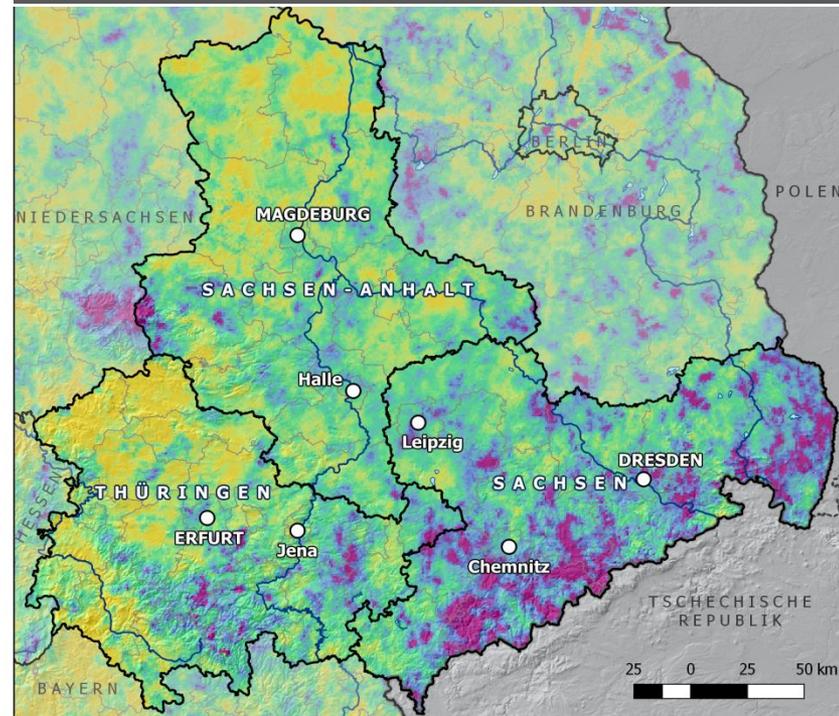
Statistischer Niederschlag (mm), **D=6h**, **T=20a**



Bodenmessnetz 1951-2010 (KOSTRA)



Radar & automatische Ombrometer

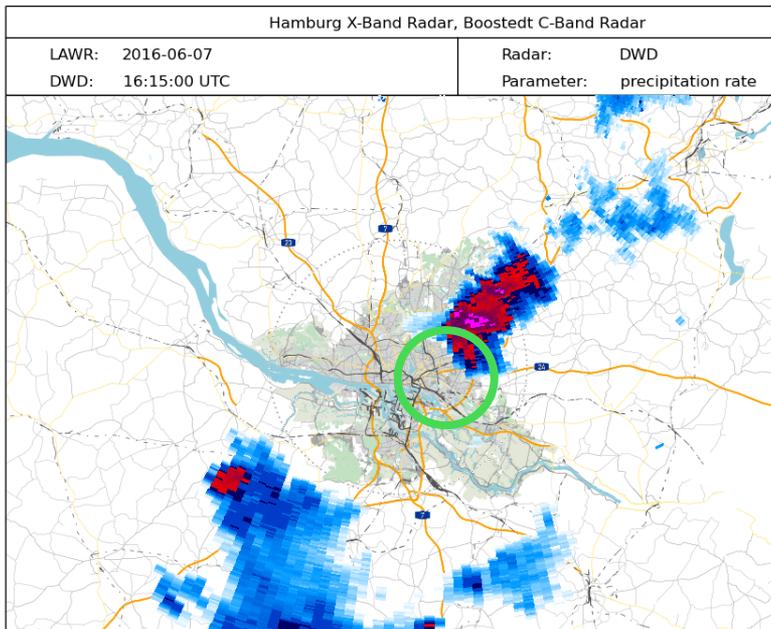


# Vergleich C-Band Radar und X-Band Radar

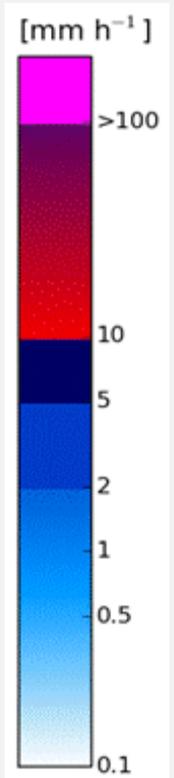
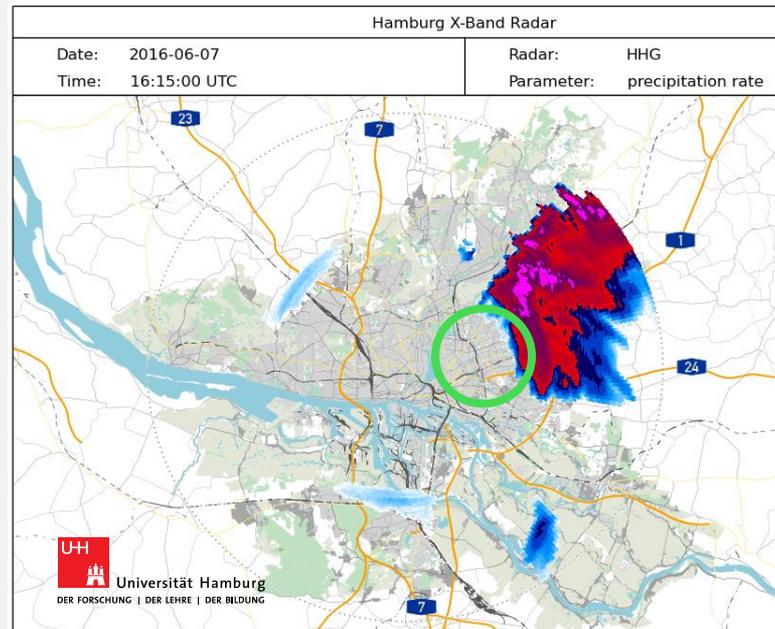


## Tornado Ereignis am 07.06.2016 in Hamburg

Boostedt C-Band Radar  
 $\Delta x = 1000$ ;  $\Delta t = 5$  min



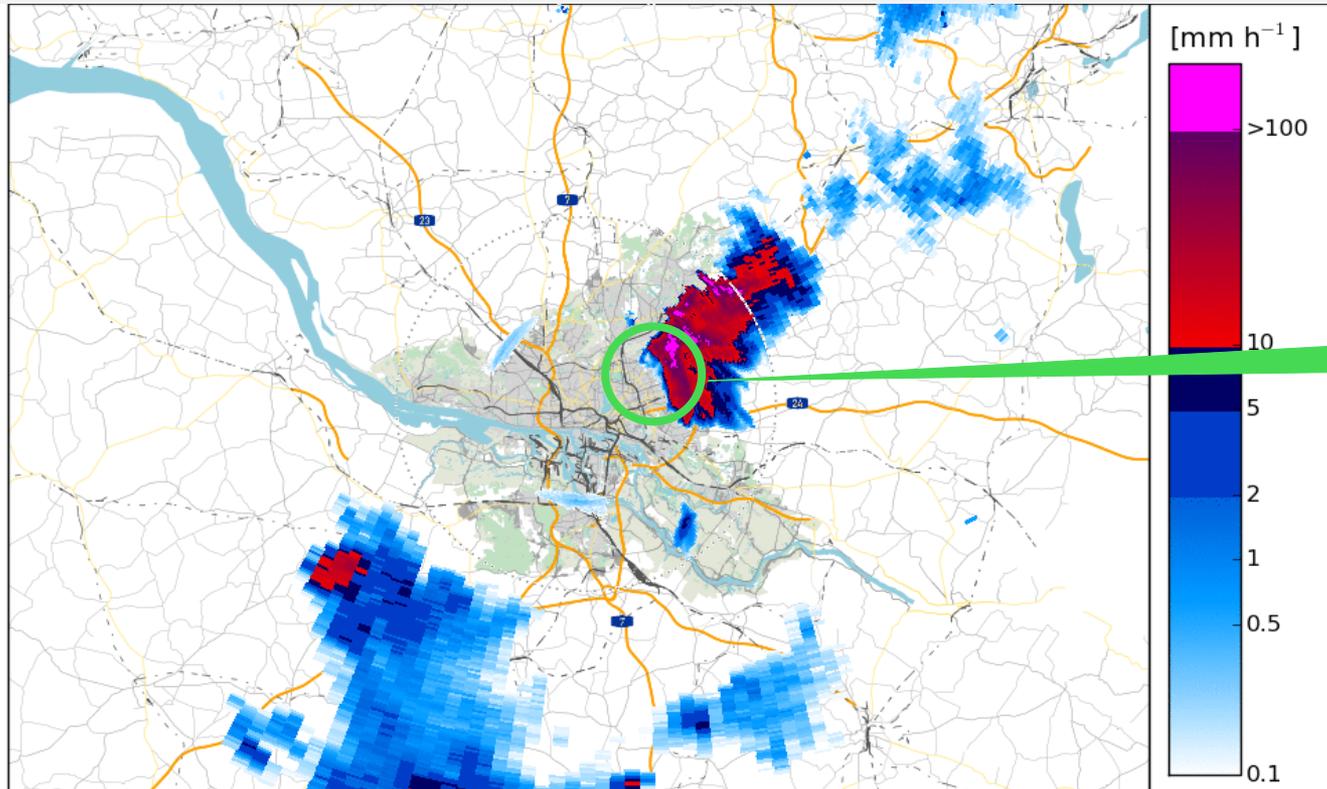
Uni Hamburg X-Band Radar  
 $\Delta x = 60$  m;  $\Delta t = 30$  sec



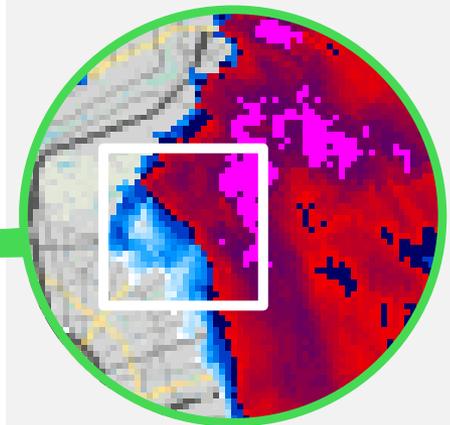
Wir werden besser:

# Kombiniertes Produkt aus C-Band Radar und X-Band Radar

## Tornado Ereignis am 07.06.2016 in Hamburg



Zoom

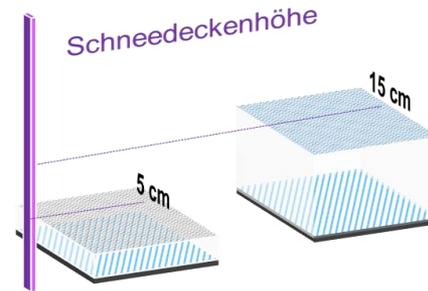


# Automatische Messung des Wasseräquivalentes der Schneedecke

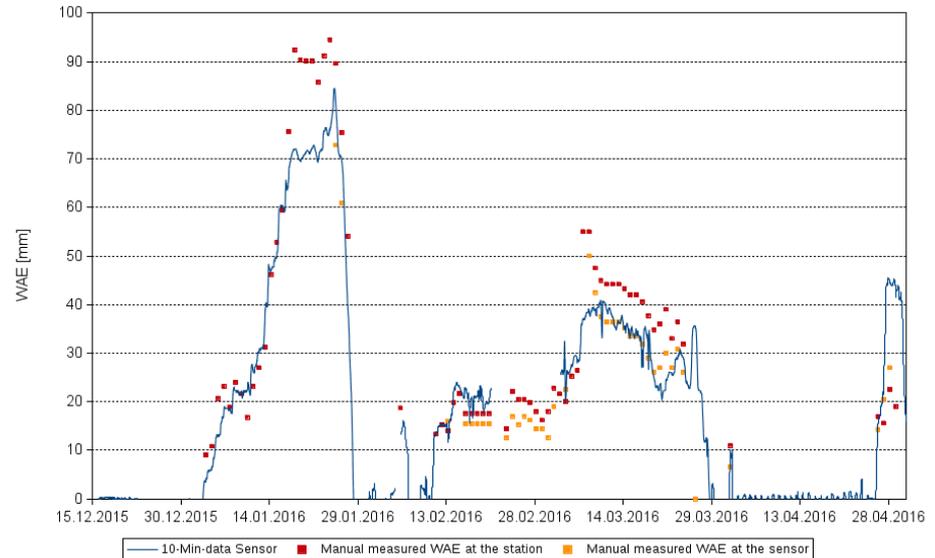
## Wie wird gemessen?



Schneewaage SSG (Sommer) an der Wewa Wasserkuppe (Quelle: G. Schneider)

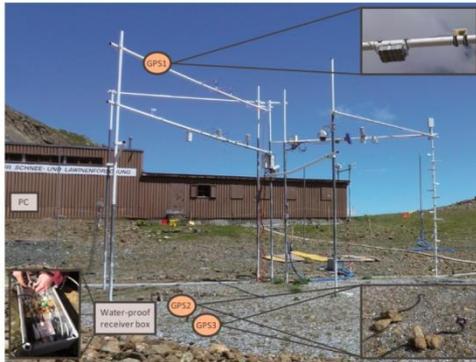


Messung vergleichbar mit  
Handmessungen  
Tests an WeWa Wasserkuppe  
erweitert auf WeWa Fichtelberg



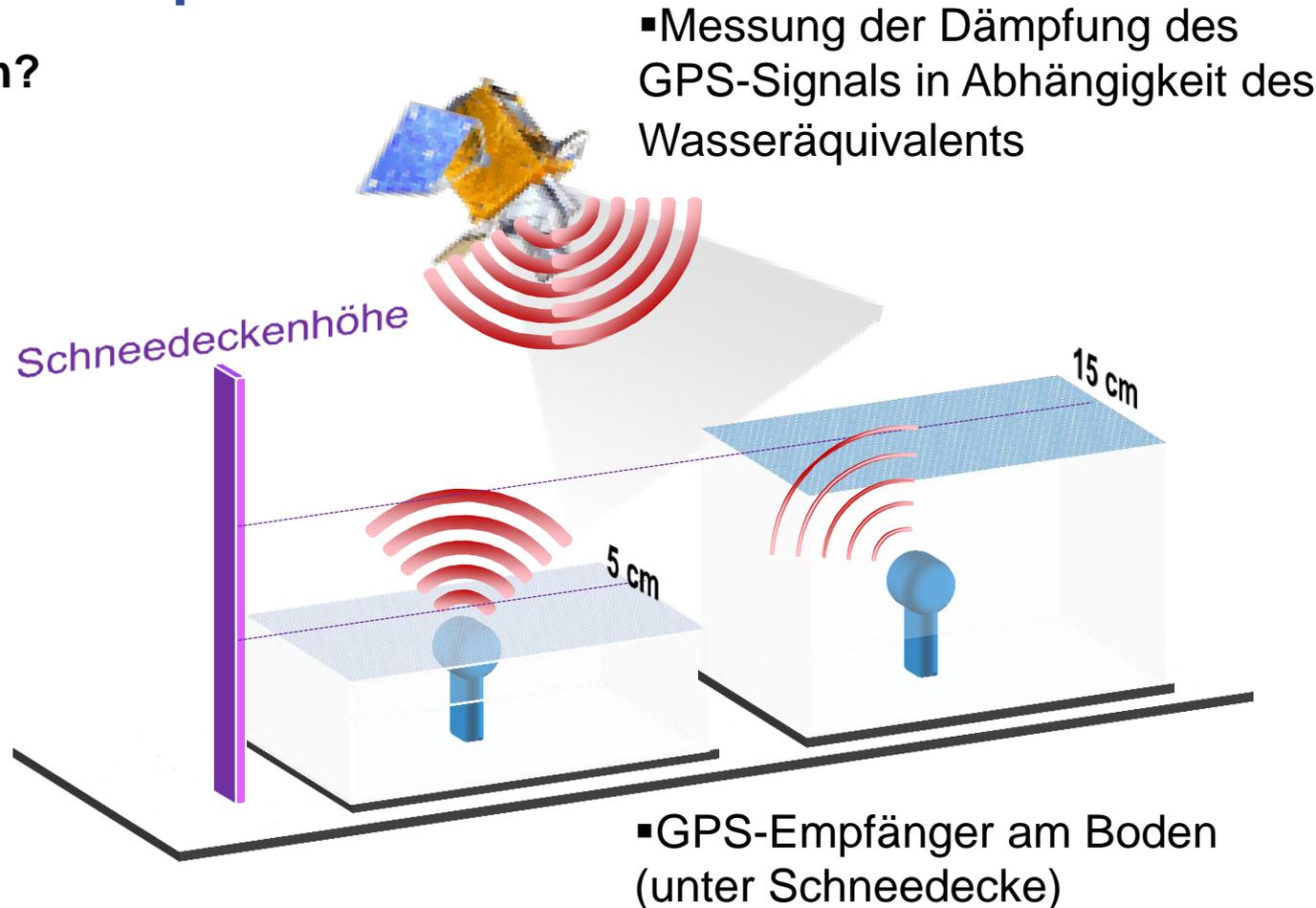
# Automatische Messung des Wasseräquivalentes der Schneedecke

Wie wird gemessen?



Testfeld an der Station Galzig in Österreich (ZAMG)

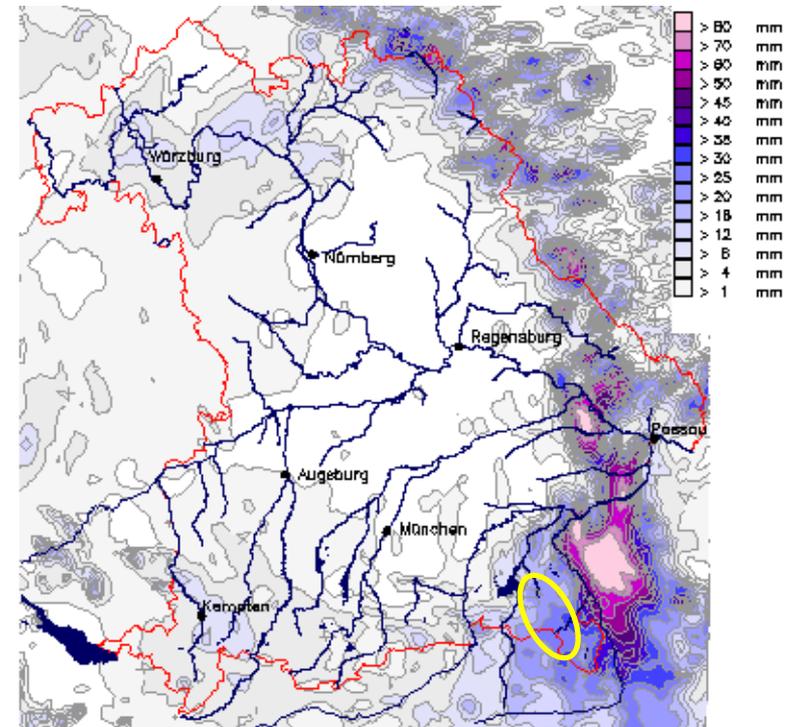
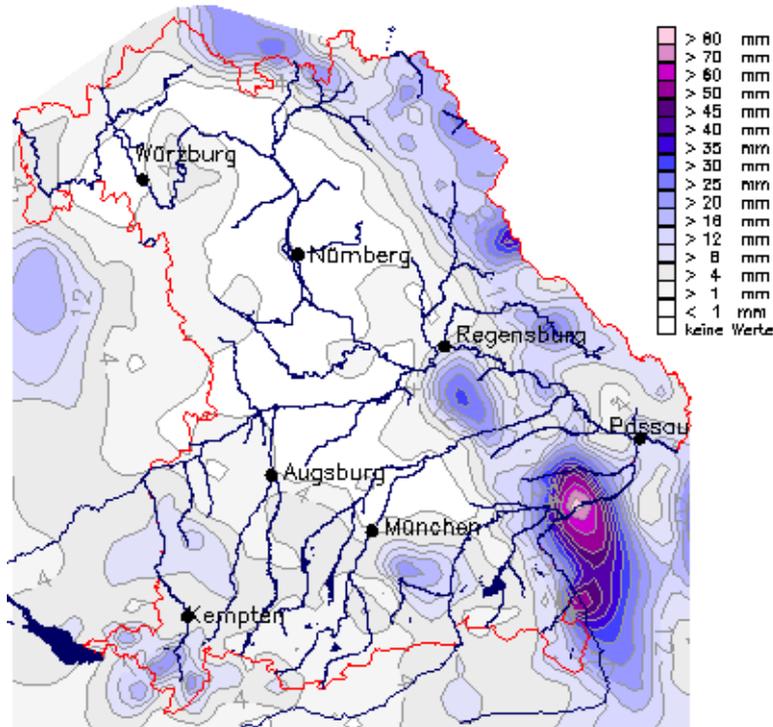
Alternativbeispiel aus Österreich wird auch getestet



# Vorhersage Simbach-Ereignis im COSMO-DE

Beobachtete Niederschlagssumme  
01.06.2016, 6 UTC – 02.06.2016, 6 UTC

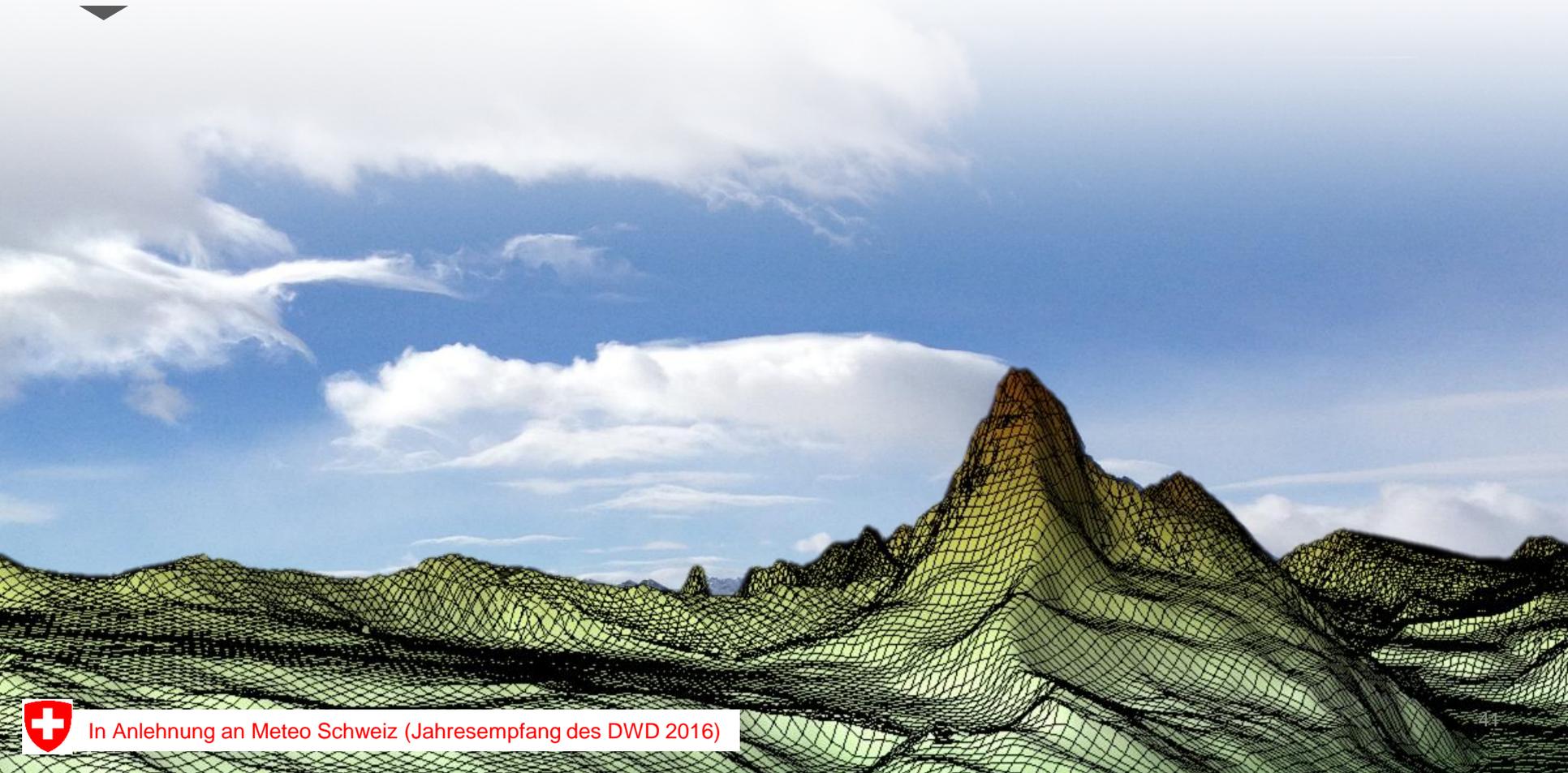
Vorhergesagte Niederschlagssumme, Lauf 03 UTC  
01.06.2016, 03 UTC – 02.06.2016, 00 UTC



Quelle: A. Vogelbacher, IfU

# Kleinräumige Ereignisse sind nur schwer zu projizieren

## Was bedeutet horizontale Auflösung?



# Kleinräumige Ereignisse sind nur schwer zu projizieren

Was bedeutet horizontale Auflösung?

- $\Delta x = 2200 \text{ m}$

# Klimaanaloge

Welcher Ort hat heute ein  
ähnliches Klima  
wie **Leipzig** in der  
Zukunft (2071/2100)

Was ist Ihr Tipp?



# Klimaanaloge

## Grundlage



- ▶ Beispielanwendung basierend auf maximaler Ähnlichkeit der Temperatur
- ▶ eine Modellkette (EUR-11 EC-EARTH-RCA) für RCP 8.5
- ▶ 879 Analoge möglich
- ▶ bezogen auf mittleren Jahresgang 1971/2000

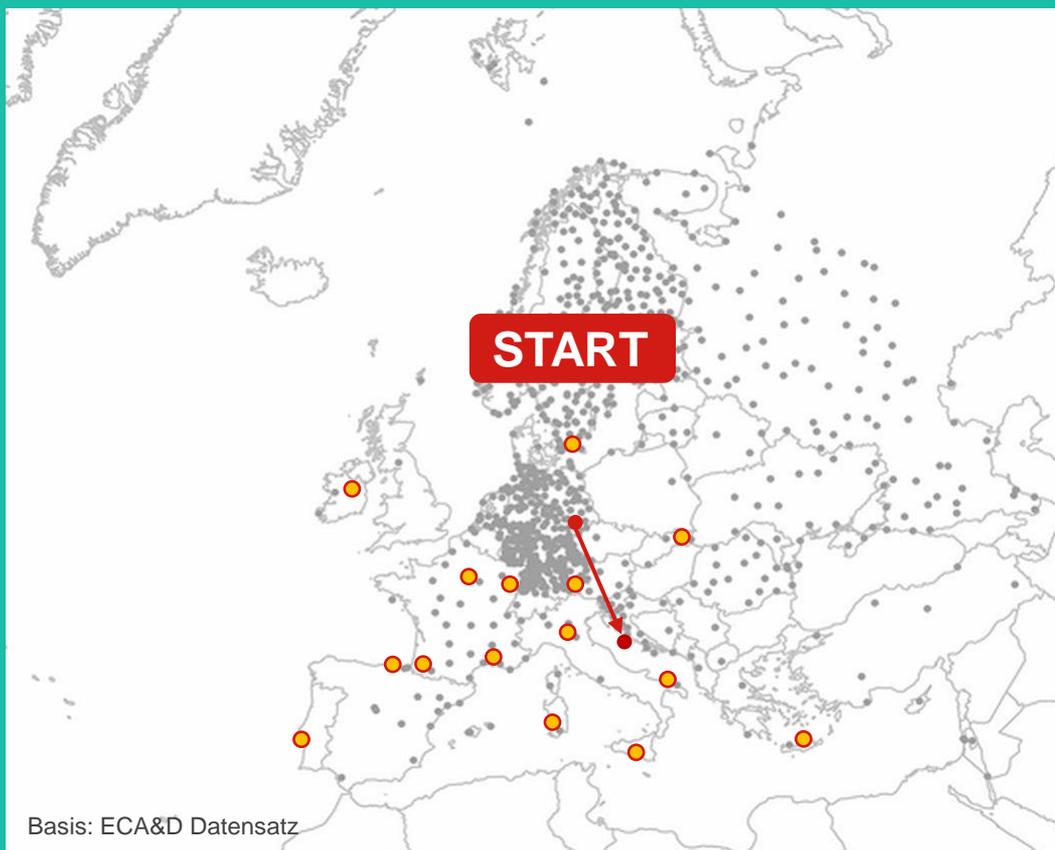
# Klimaanaloge

## Ort

▶ Leipzig

Ausgang:  
RCP 8.5;  
nur Temperatur

Zeitraum:  
2070- 2100



## Ergebnis

1 **Knin**  
(ca. 1200 km  
südlich von  
Leipzig)

F. Dahinden  
(submitted, ETH  
Zürich, MeteoSwiss)  
Umsetzung: A. Kreis  
(DWD)

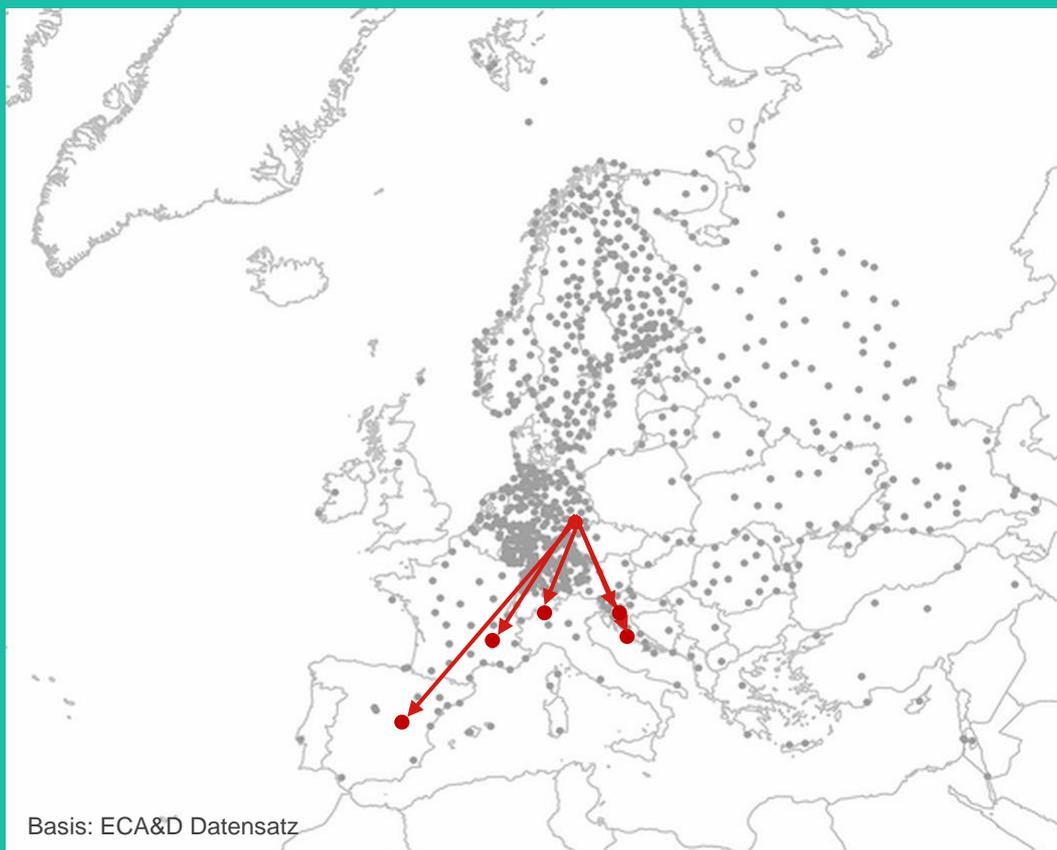
# Klimaanaloge

## Ort

▶ Leipzig

Ausgang:  
RCP 8.5;  
nur Temperatur

Zeitraum:  
2070- 2100



## Ergebnis

- 1 Knin  
(ca. 1200 km  
südlich von  
Leipzig)
- 2 Hvar
- 3 Montelimar
- 4 Lugano
- 5 Cuenca

F. Dahinden  
(submitted, ETH  
Zürich, MeteoSwiss)  
Umsetzung: A. Kreis  
(DWD)

## Abraham Lincoln 1809 - 1865 \*

\* 16. Präsident der Vereinigten Staaten von Amerika (1861-1865)



„

**„Man kann der  
Verantwortung für  
morgen nicht dadurch  
entkommen, ihr heute  
auszuweichen.“**

**Vielen Dank!**



<http://saintpetersblog.com/wp-content/uploads/2016/12/abe-lincoln-donald-trump.jpg>