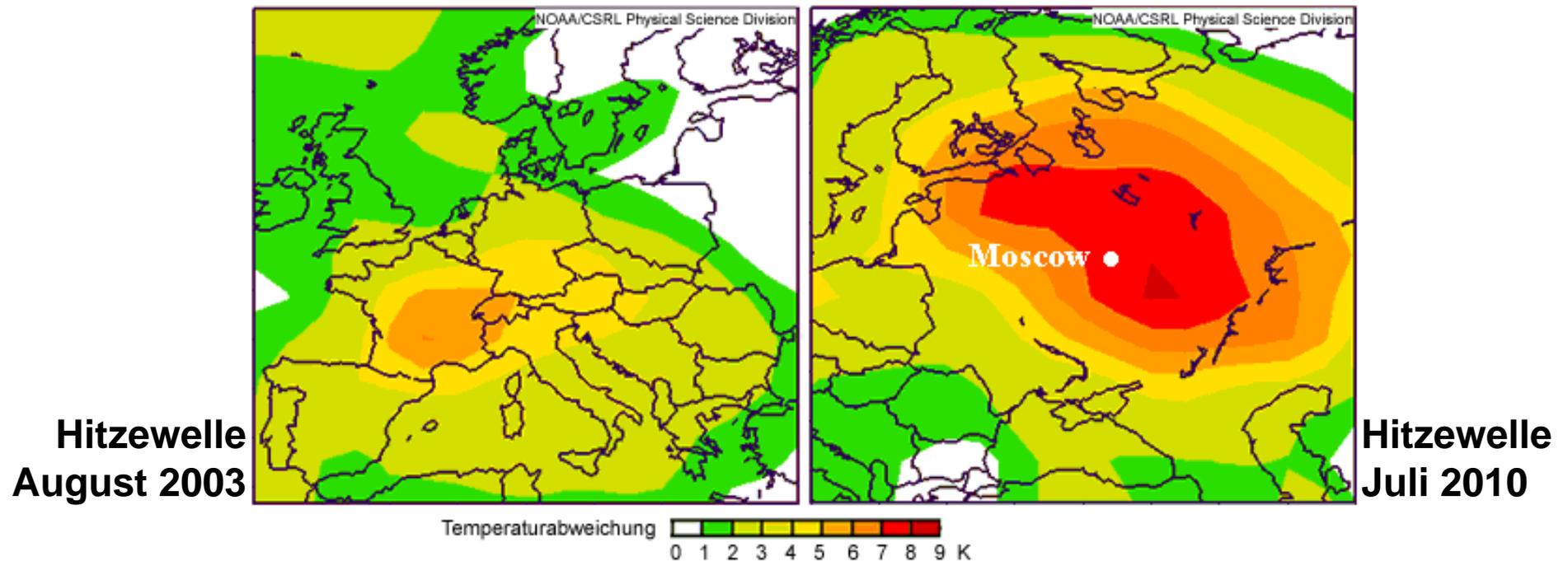


# Klimawandel – Extremwetter – Frühwarnsysteme



Dr. Paul Becker, DWD

# Überblick

1

Trends in Häufigkeit und Intensität  
beobachteter Extremereignisse

2

Entwicklung und Optimierung von  
an die Zukunft angepassten „Warnsystemen“

3

Auswirkungen von projizierten Änderungssignalen  
auf extreme Wetterereignisse:  
*Beispiel „Wärmebelastung in Städten“*

4

Ausblick

5

Zusammenfassung

# Überblick

1

**Trends in Häufigkeit und Intensität  
beobachteter Extremereignisse**

2

Entwicklung und Optimierung von  
an die Zukunft angepassten „Warnsystemen“

3

Auswirkungen von projizierten Änderungssignalen  
auf extreme Wetterereignisse:  
*Beispiel „Wärmebelastung in Städten“*

4

Ausblick

5

Zusammenfassung

## Der Klimawandel äußert sich durch:

Änderung der  
mittleren Verhältnisse

Änderung der Häufigkeit  
und Intensität von  
Extremereignissen



Auswirkungen auf  
alle Wetterelemente?

regional unterschiedliche  
Veränderungen

**Lokale und zeitliche Variabilität des Extremwettergeschehens  
erschwert Nachweis eines Zusammenhangs mit Klimawandel**

# Sommer 2010 – Extremereignisse nehmen zu?

## Tornados



In 2010 bisher mind. 26 Tornados und mehr als 100 Tornado-Verdachtsfälle (z. B. am 09.06. 2x in NRW, am 23.08. in Mecklenburg-Vorpommern und in Hessen, am 30.08. in Baden-Württemberg)

Quelle: <http://www.tornadoliste.de/>

**Aber**

Z. B. Handys ermöglichen einfache Dokumentation und rasche Kommunikation von Extremereignissen



## Hochwasser



Große Dürre von Mitte Juni bis zur 3. Julidekade mit Waldbränden in der Heide; im August extremer Niederschlag mit Überschwemmungen z. B. in Oberlausitz und Münsterland

Quelle: [www.dwd.de/presse](http://www.dwd.de/presse)

## Hitzewelle

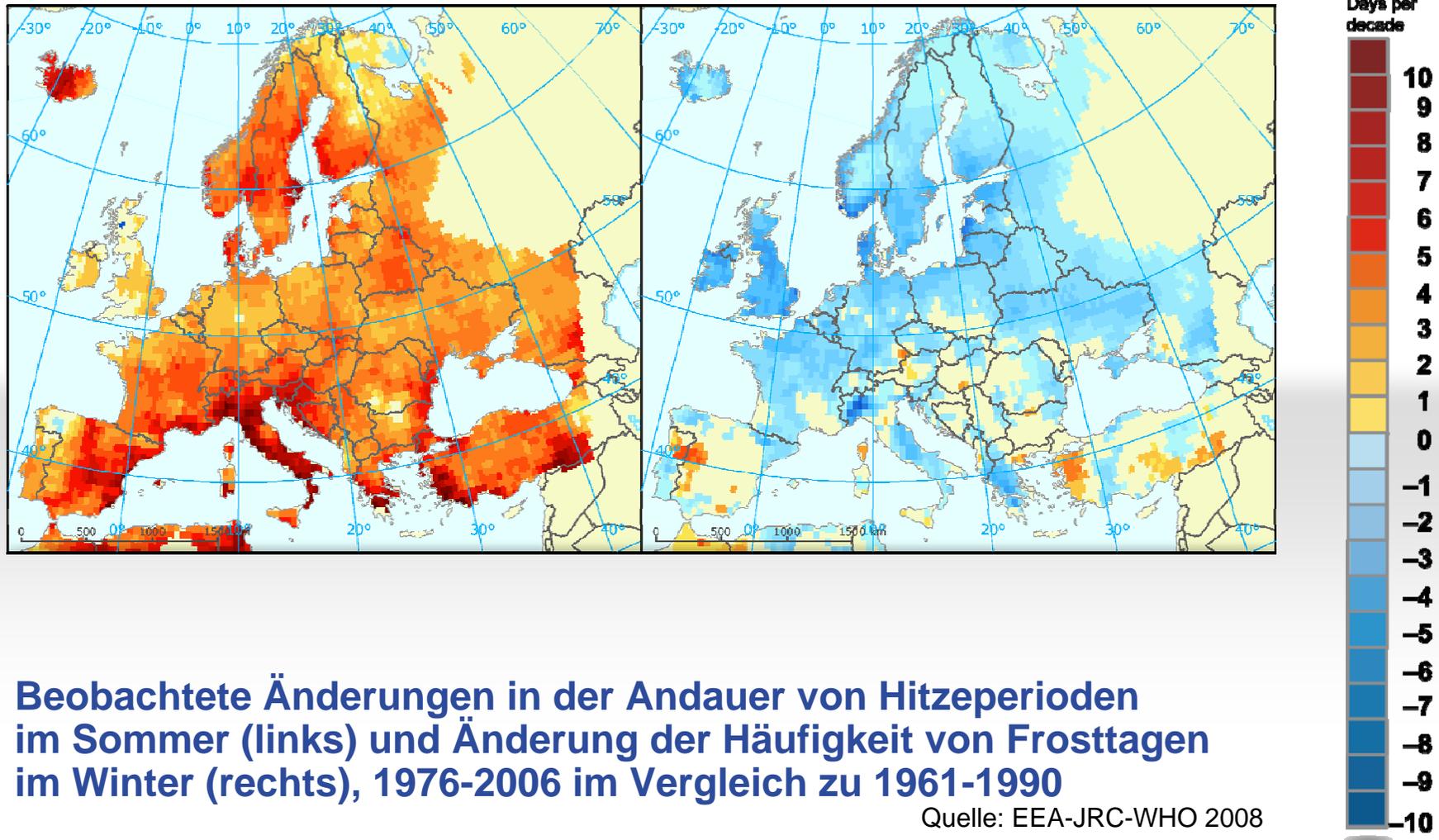


Ende Juni bis zur 3. Julidekade in fast ganz Deutschland

Quelle: [www.dwd.de/presse](http://www.dwd.de/presse)

 Auswirkung auf langjährige Statistiken

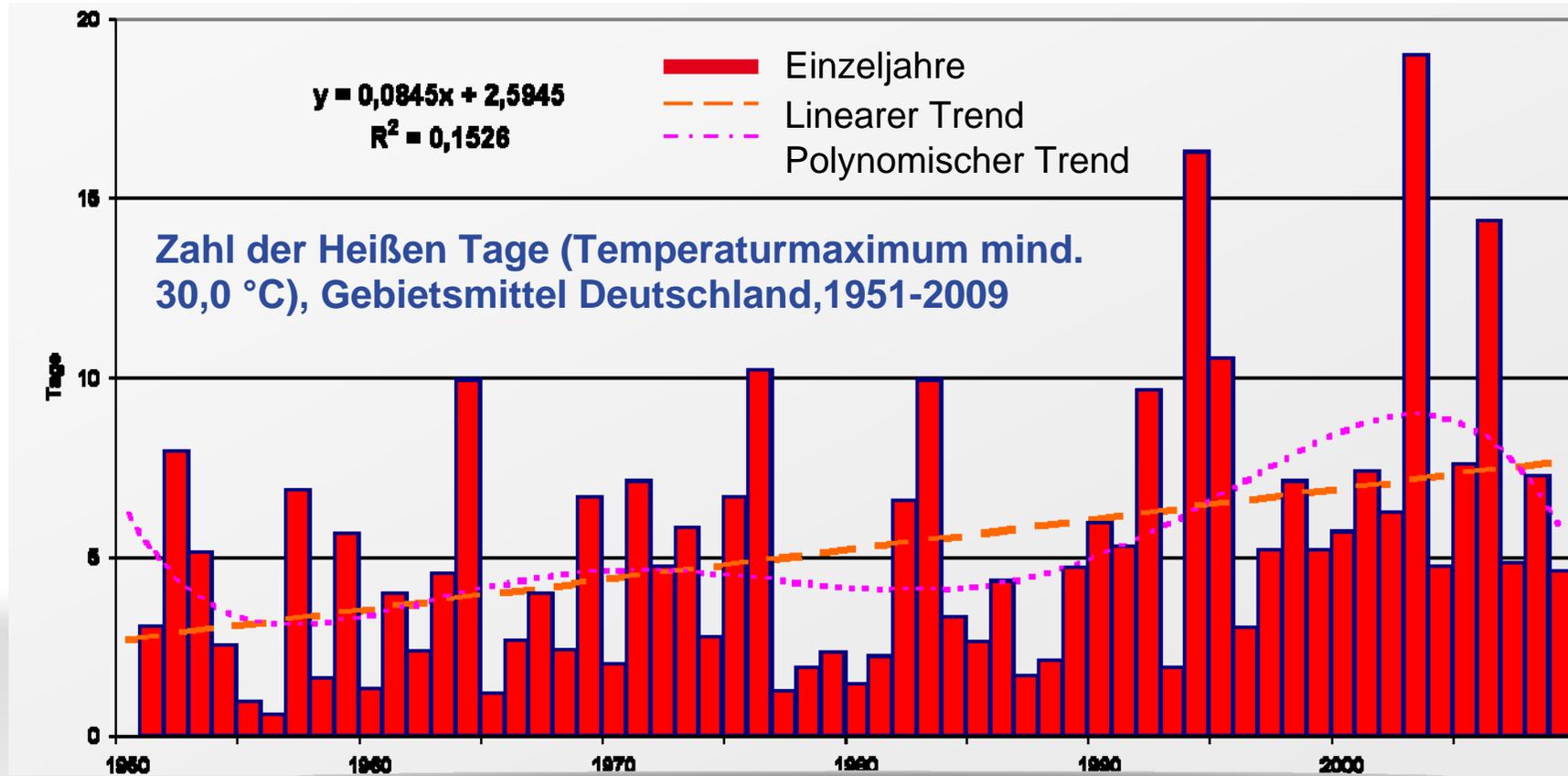
## Änderung von Hitzeperioden und Frosttagen



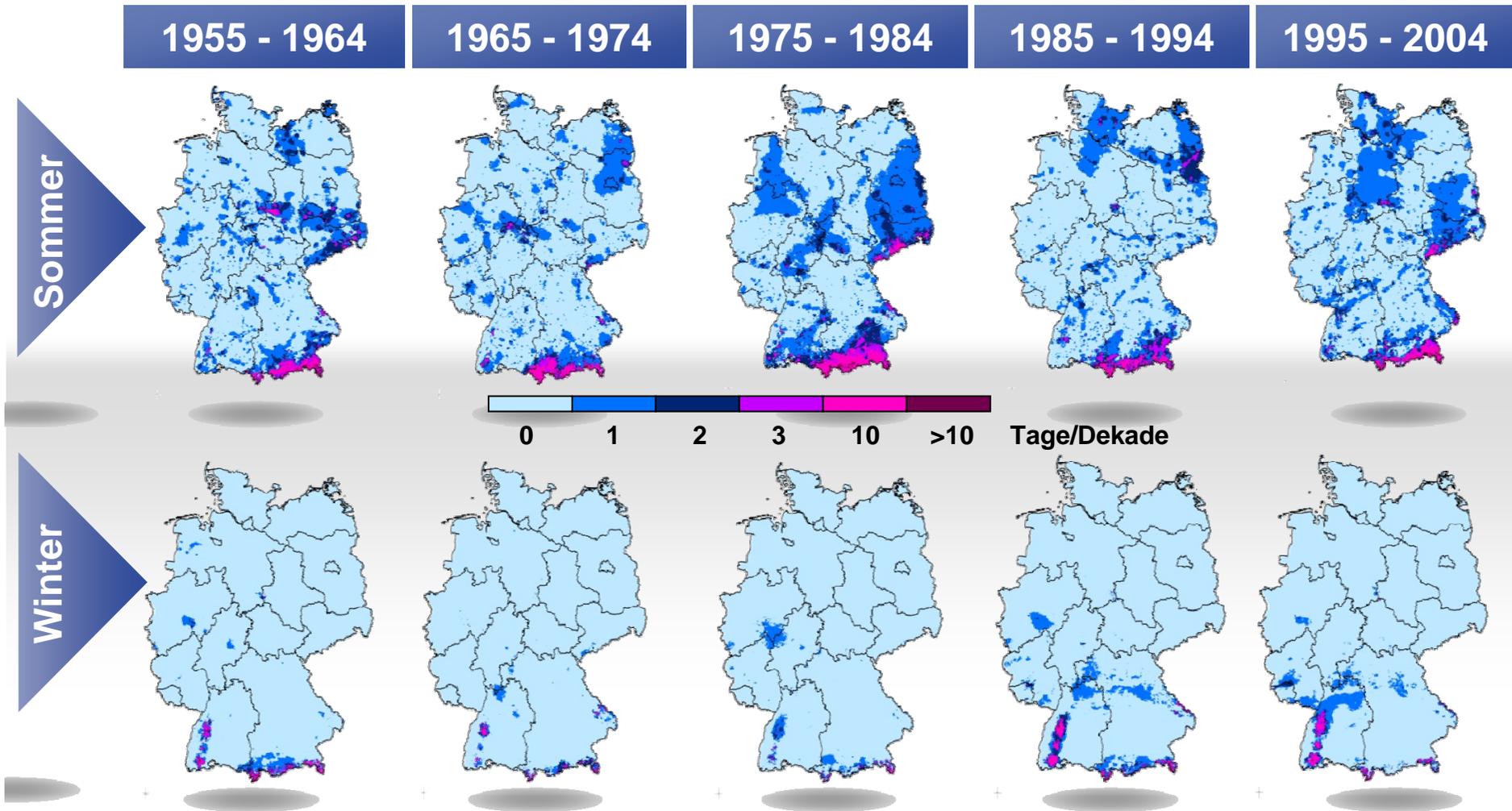
**Beobachtete Änderungen in der Andauer von Hitzeperioden im Sommer (links) und Änderung der Häufigkeit von Frosttagen im Winter (rechts), 1976-2006 im Vergleich zu 1961-1990**

Quelle: EEA-JRC-WHO 2008

# Entwicklung der Zahl der Heißen Tage



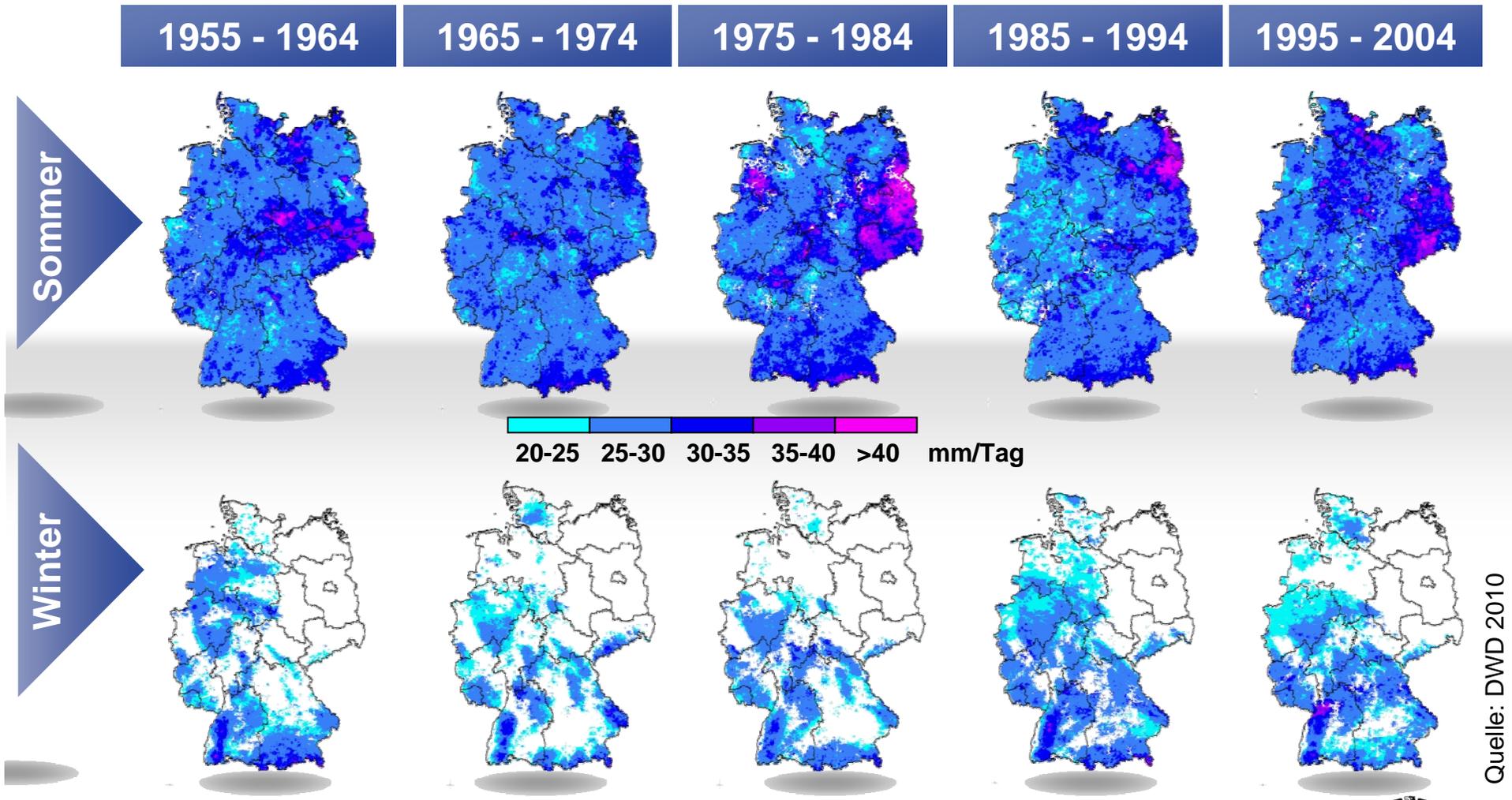
# Häufigkeit von Starkregen (mind. 60 mm/Tag)



Quelle: DWD 2010



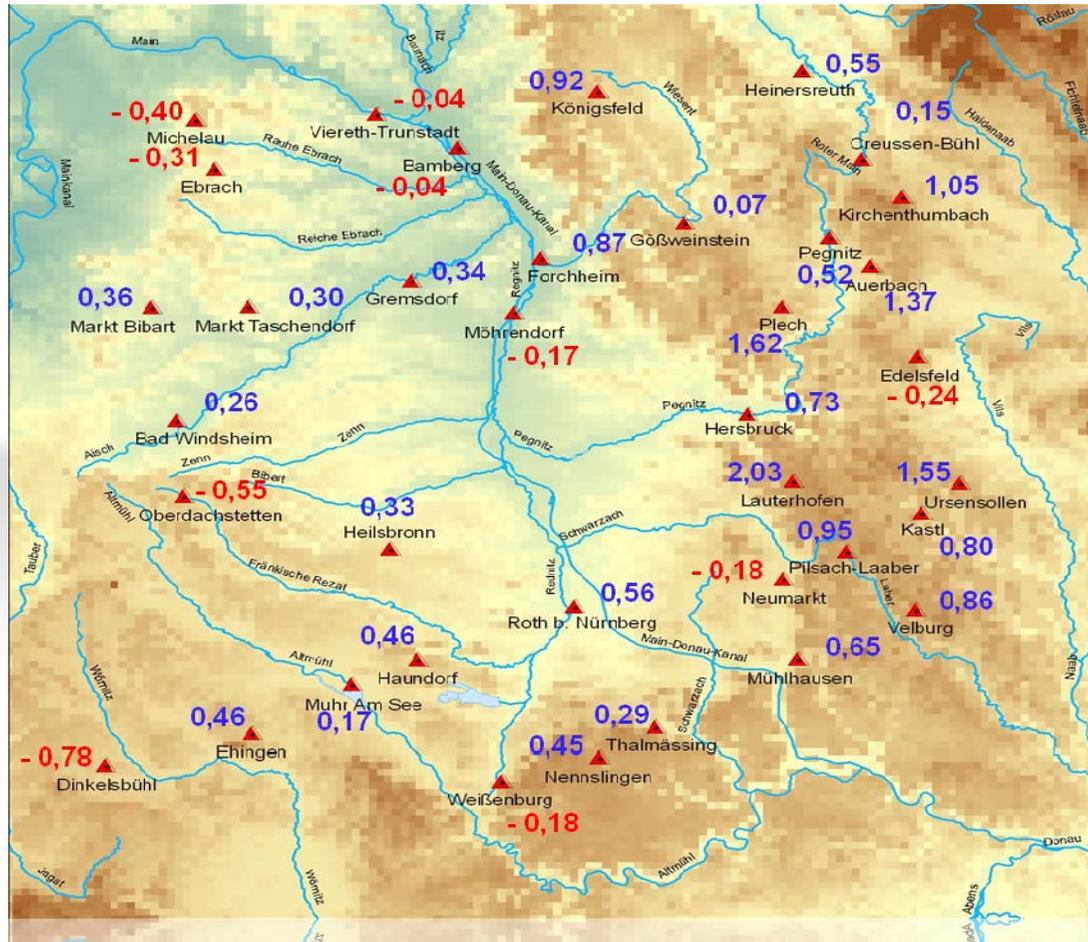
# Mittelwert des Starkregens (nur für >20 mm/Tag)



Quelle: DWD 2010



# KLIWA



**Große Unterschiede im Trend extremer Niederschläge von Ort zu Ort**

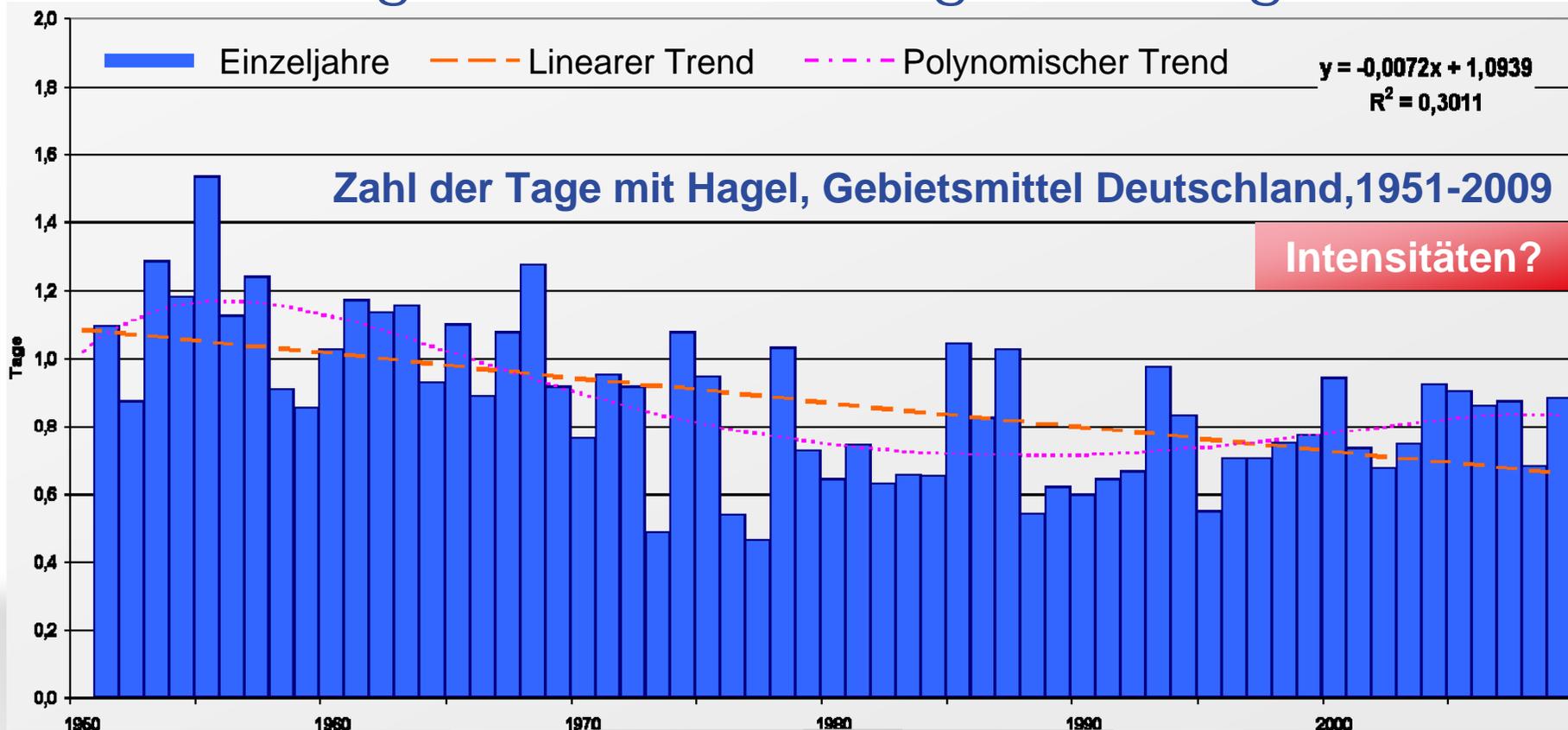
**Daten: 37 Messstationen**

**Gebiet Oberer Main  
Fläche ca. 50 km x 50 km**

**Linearer Trend der Anzahl Tage/Jahr mit  
RR  $\geq$  30 mm/Tag  
Zeitraum: 1931-2008**

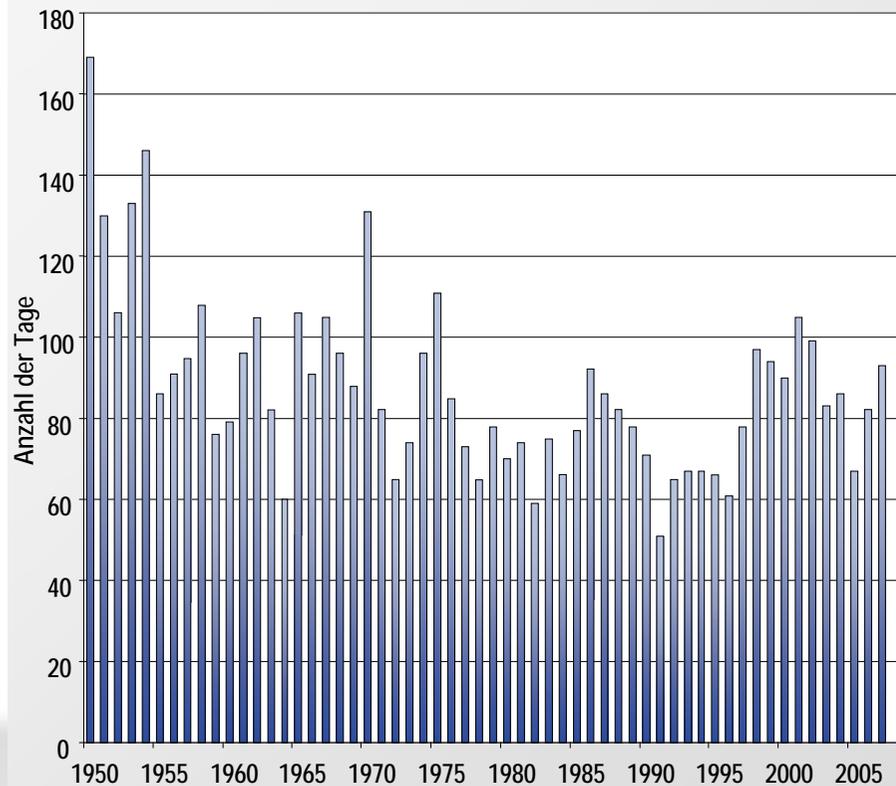


# Entwicklung der Zahl der Tage mit Hagel

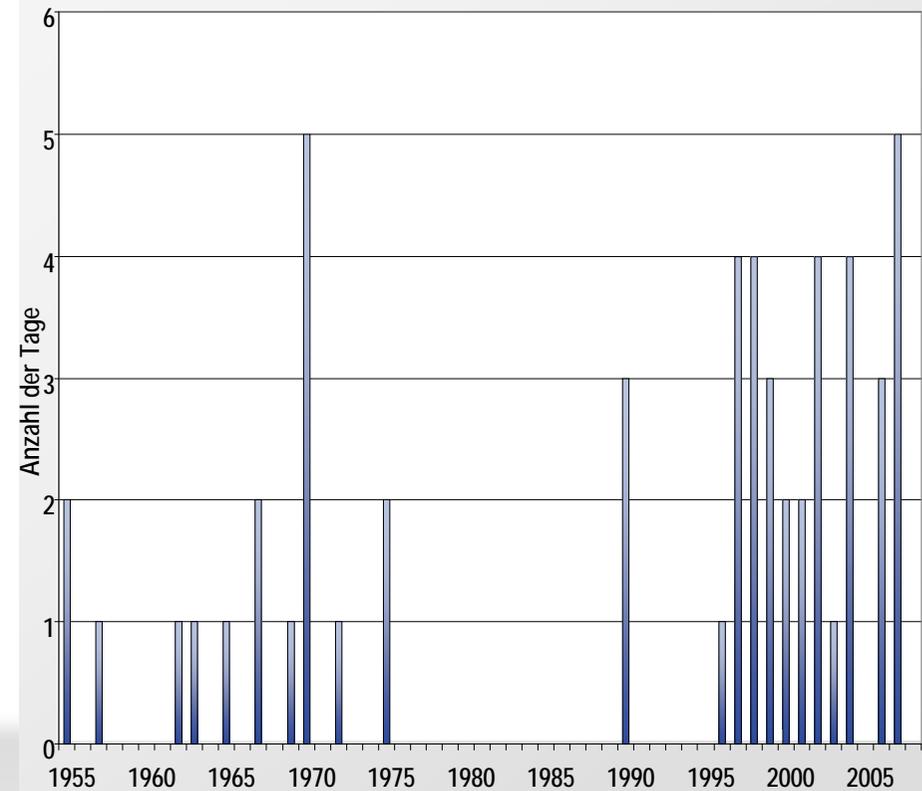


# Entwicklung der Anzahl der Tage mit Windgeschwindigkeit $\geq$ Bft 8

Feldberg/Schw.

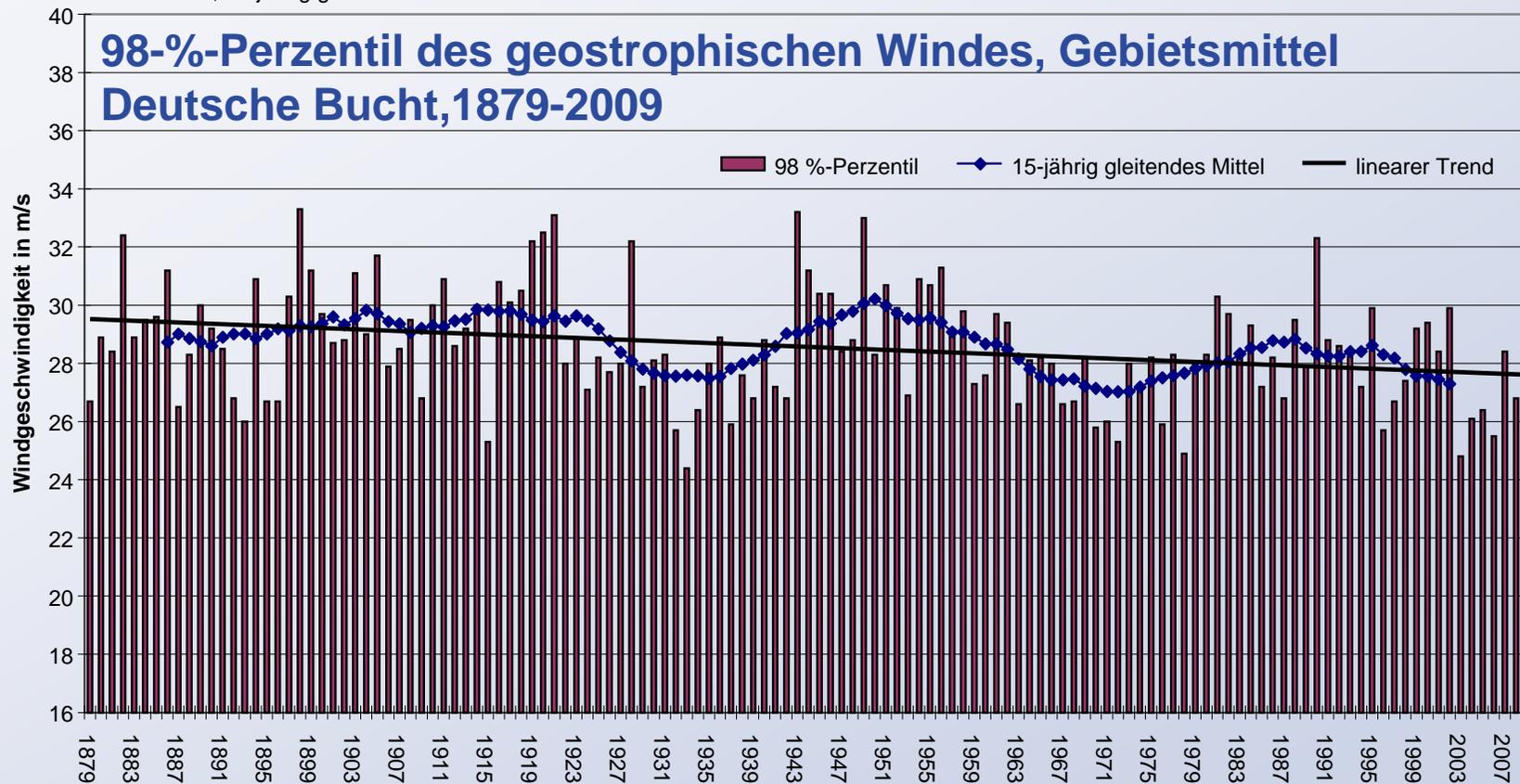


Karlsruhe



# Entwicklung des 98-%-Perzentils der Windgeschwindigkeit

Zeitreihe des 98 %-Perzentils des geostrophischen Windes in der Deutschen Bucht 1879-2009  
Jahreswerte, 15-jährig gleitendes Mittel und linearer Trend



# Überblick

1

Trends in Häufigkeit und Intensität  
beobachteter Extremereignisse

2

**Entwicklung und Optimierung von  
an die Zukunft angepassten „Warnsystemen“**

3

Auswirkungen von projizierten Änderungssignalen  
auf extreme Wetterereignisse:  
*Beispiel „Wärmebelastung in Städten“*

4

Ausblick

5

Zusammenfassung

## Die vier Elemente eines bevölkerungsorientierten Frühwarnsystems



Quelle: nach ISDR Platform for the Promotion of Early Warning, UN/ISDR 2006.

# Die Faktoren der Relevanz von Frühwarnsystemen und ihre Zeitabhängigkeit

| Faktoren   | Zeitskala |         |      |        |        |       |         |
|--|-----------|---------|------|--------|--------|-------|---------|
|  | Sekunden  | Stunden | Tage | Wochen | Monate | Jahre | Dekaden |
| Seismizität (Erdbeben),<br>Tsunami   | ●         | ●       | ●    |        |        |       |         |
| Wetter, Ozeane,<br>Überflutungen   |           | ●       | ●    | ●      | ●      |       |         |
| Böden, Wasserspeicher,<br>Schneedecken, El Nino                              |           |         |      | ●      | ●      | ●     |         |
| Betroffene Bevölkerung,<br>Konflikte, Migration                              |           |         | ●    | ●      | ●      | ●     |         |
| Landwirtschaftliche<br>Produktion, Preise, Reserven,<br>Nahrungsmittelhilfen |           |         |      |        | ●      | ●     | ●       |
| Industrie, Städte,<br>Infrastruktur  |           |         |      |        |        | ●     | ●       |
| Raumplanung, Klimawandel   |           |         |      |        |        | ●     | ●       |

Quelle: nach Basher, 2006



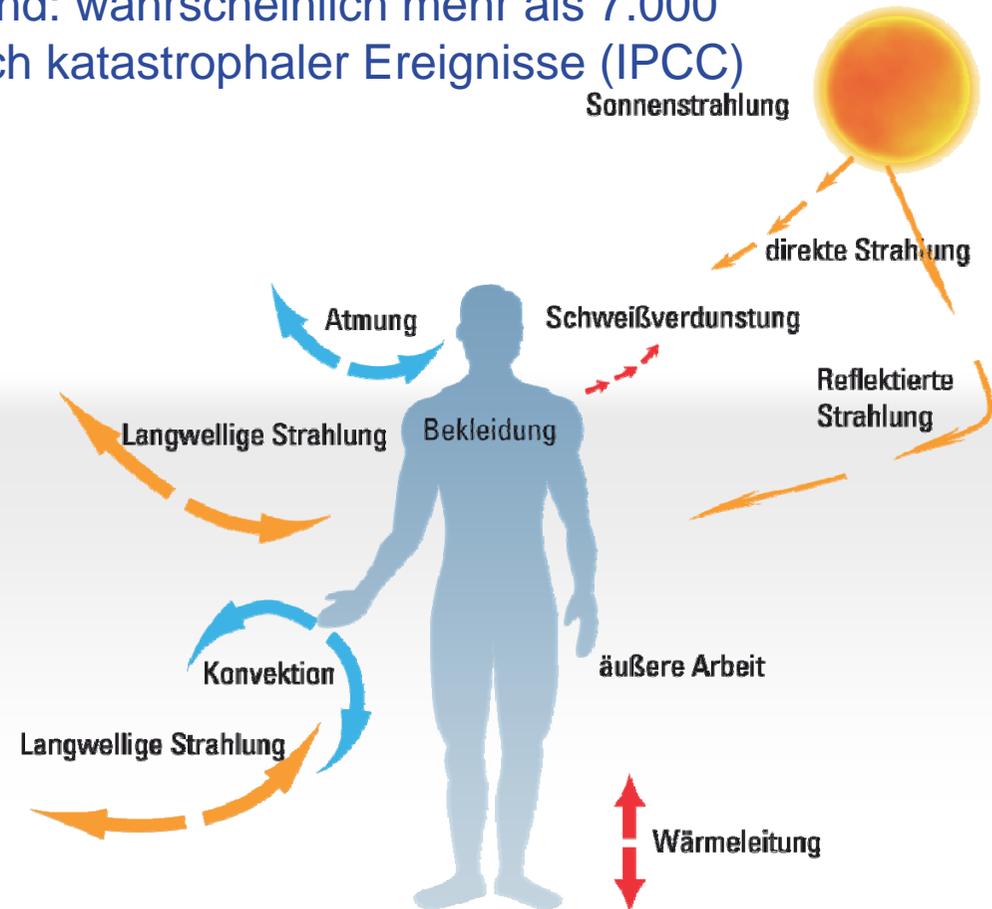
## *Spezielle Frühwarnsysteme des DWD Auswahl*

1. Das Hitzewarnsystem (seit 2005)
2. Brandgefahrenindizes

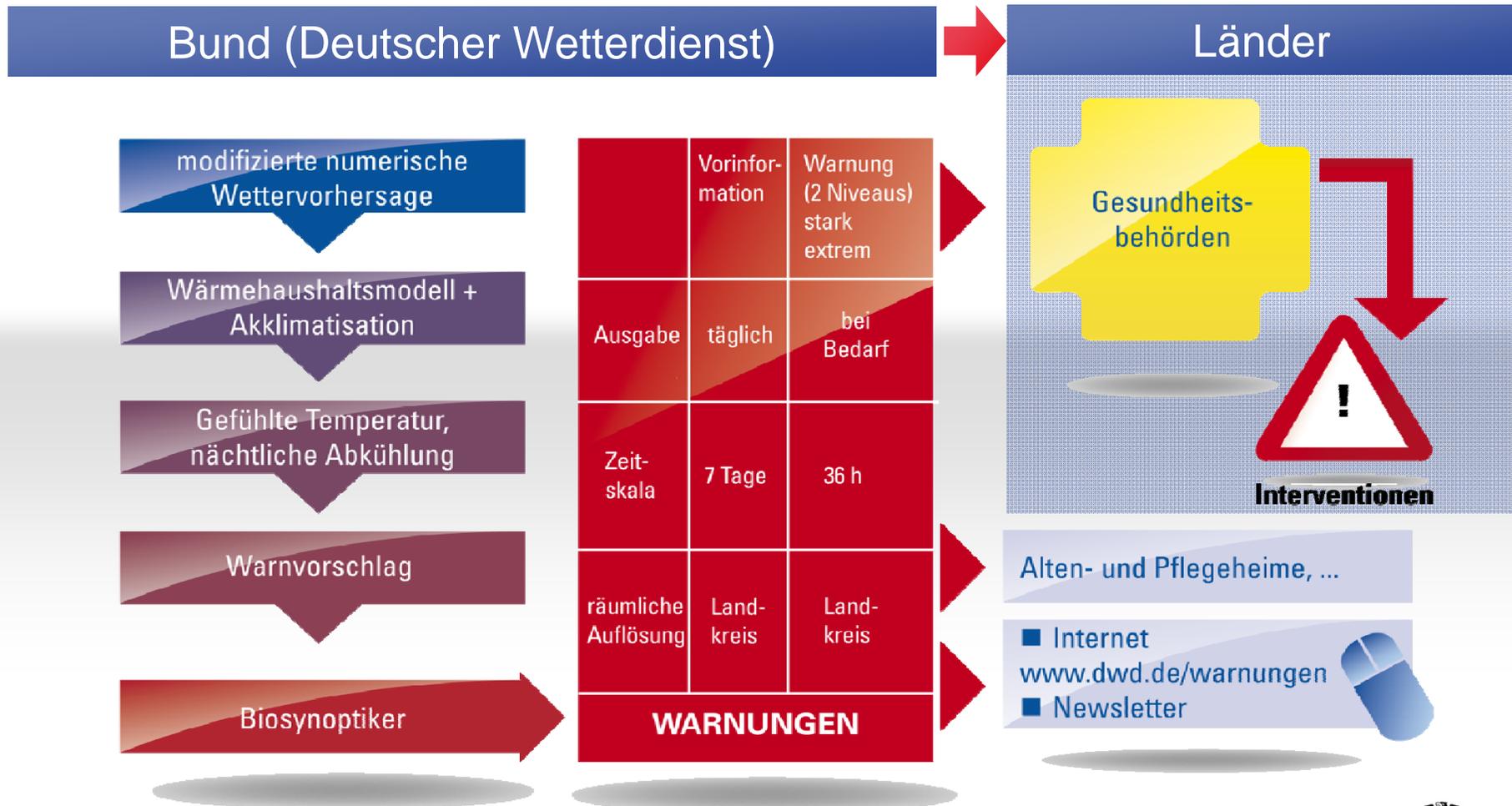
## Das deutsche Hitzewarnsystem

- Zahl der 'Hitzetoten' 2003 in Deutschland: wahrscheinlich mehr als 7.000
- Zunehmende Wahrscheinlichkeit ähnlich katastrophaler Ereignisse (IPCC)

- zwei Warnstufen
- thermophysologisch relevant (vollst. Wärmehaushaltsmodell des menschl. Körpers mit Akklimatisationsansatz)
- Vorhersagezeitraum 7 Tage
- räumliche Auflösung: Warnbezirke
- zusätzliche Information zu Raumtemperaturen aus einem Gebäude-Simulationsmodell



# Frühwarnsystem Hitzewarnung: Zusammenarbeit von Bund (DWD) und Ländern

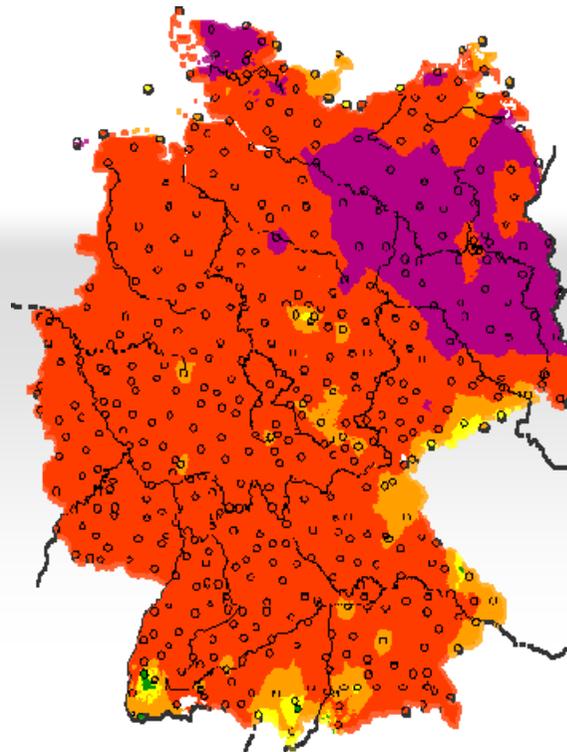


# Vorhersage der Waldbrandgefahr Vorleistung des Bundes (DWD) für Warnungen der Länder

## Bund (Deutscher Wetterdienst)

- **saisonal: von März bis Oktober**
- **nach internationaler Gefahrenskala**
- **täglich neu**

## Gefahrenindizes



### Stufen der Waldbrandgefährdung

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 | sehr geringe Gefahr |
| 2 | geringe Gefahr      |
| 3 | mittlere Gefahr     |
| 4 | hohe Gefahr         |
| 5 | sehr hohe Gefahr    |

## Länder

WARNUNGEN

MASSNAHMEN

- **Länderspezifisch unterschiedliches Warnmanagement**
- **Teilweise gibt DWD Warnungen im Auftrag der Länder heraus**

# Überblick

1

Trends in Häufigkeit und Intensität  
beobachteter Extremereignisse

2

Entwicklung und Optimierung von  
an die Zukunft angepassten „Warnsystemen“

3

**Auswirkungen von projizierten Änderungssignalen  
auf extreme Wetterereignisse:**  
*Beispiel „Wärmebelastung in Städten“*

4

Ausblick

5

Zusammenfassung

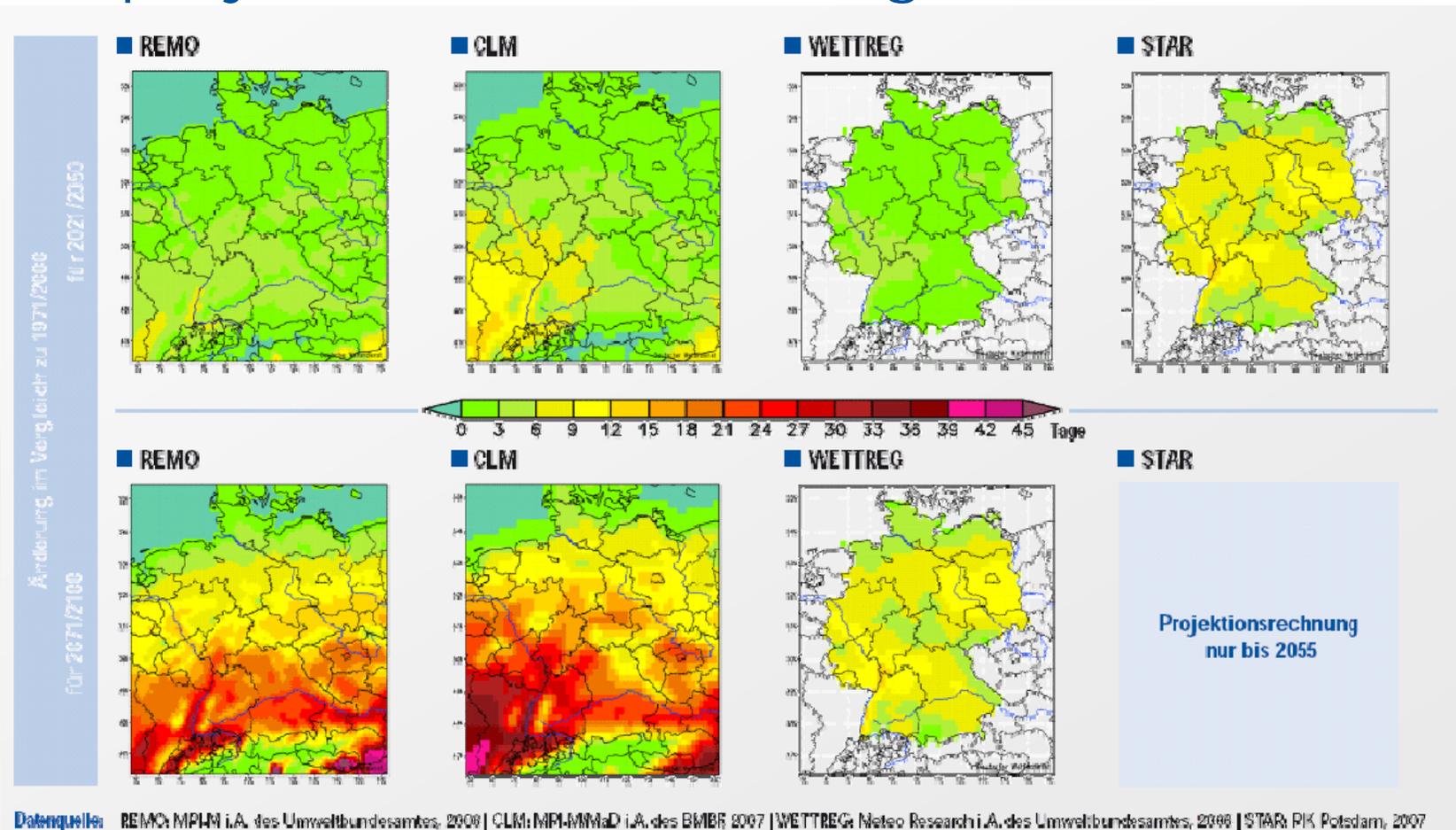
# Auswirkung des Klimawandels auf Städte

## ▪ Lufttemperatur, Wärmebelastung



Kooperationen des  
DWD mit mehreren Städten

# Klimaprojektionen: Heiße Tage im Jahr



Quelle: DWD 2009

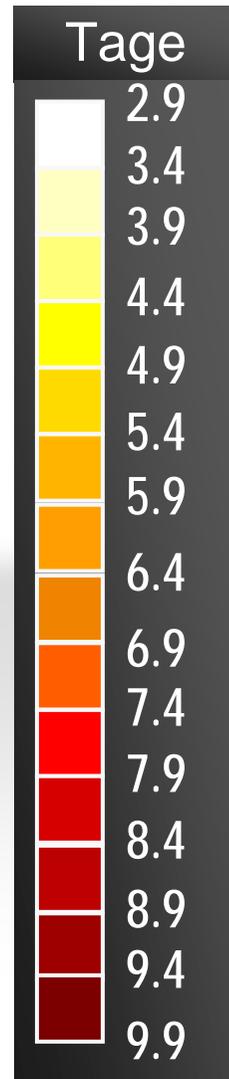
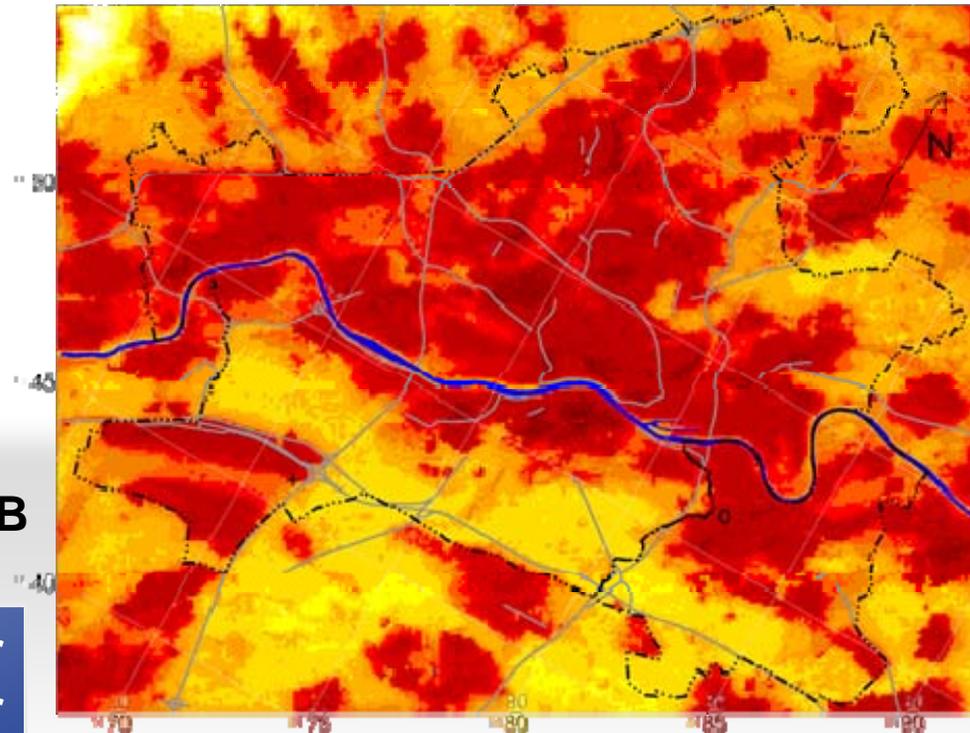
## Klimaprojektion: Raum Frankfurt/M.

Differenz der  
Zahl der Heißen Tage

2021 – 2050  
bezogen auf  
1971 – 2000

CLM,  
Antrieb durch ECHAM-5  
(Lauf 1), SRES-Szenario A1B

Gebietsmittel: 7,1 Tage/Jahr  
Minimum: 3,0 Tage/Jahr  
Maximum: 9,8 Tage/Jahr



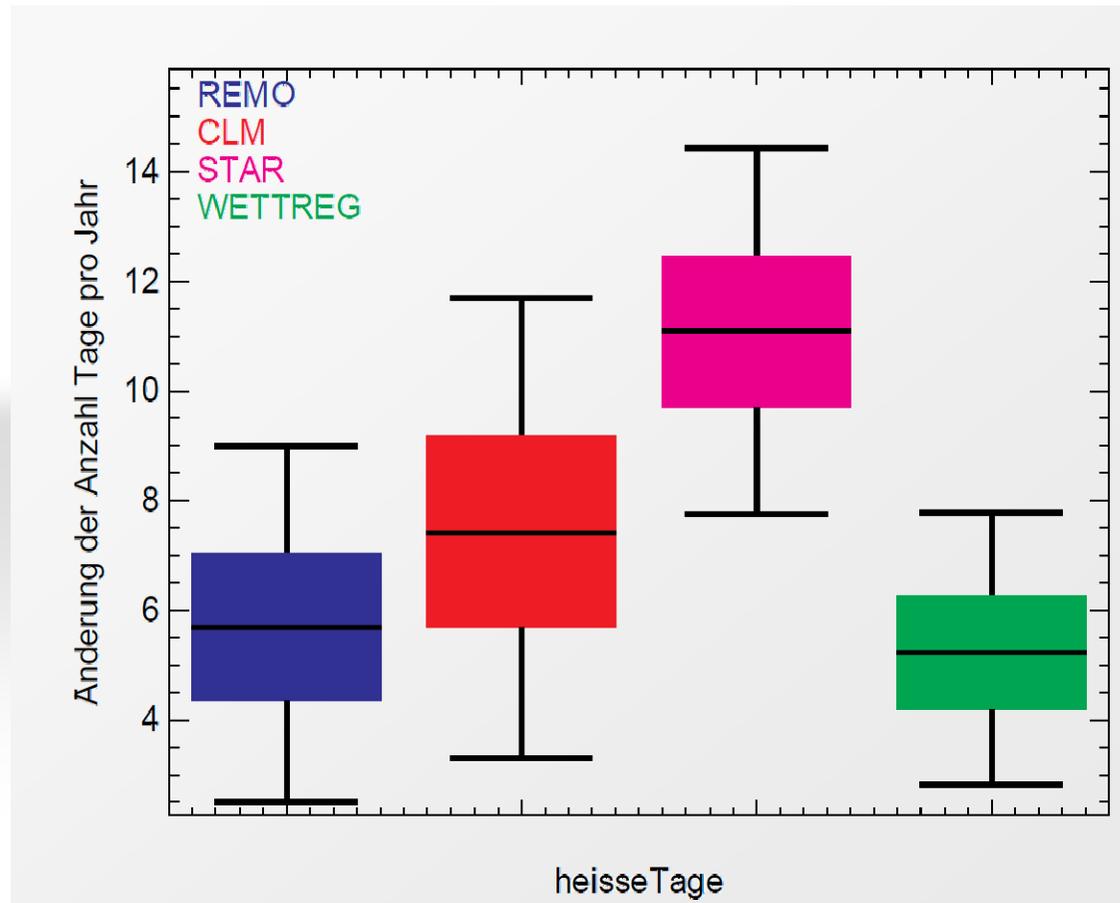
Quelle: DWD

Bei Projektionsrechnungen von Heißen Tagen ist die Belastbarkeit der Ergebnisse wegen der geringen Stichprobenzahl relativ gering.

# Projektion: Änderung der Zahl der Heißen Tage

Stadtgebiet Frankfurt am Main - 2021-2050 im Vergleich zu 1971-2000

Bei Projektionsrechnungen von Heißen Tagen ist die Belastbarkeit der Ergebnisse wegen der geringen Stichprobenzahl relativ gering.



Quelle: DWD



# Überblick

1 Trends in Häufigkeit und Intensität beobachteter Extremereignisse

2 Entwicklung und Optimierung von an die Zukunft angepassten „Warnsystemen“

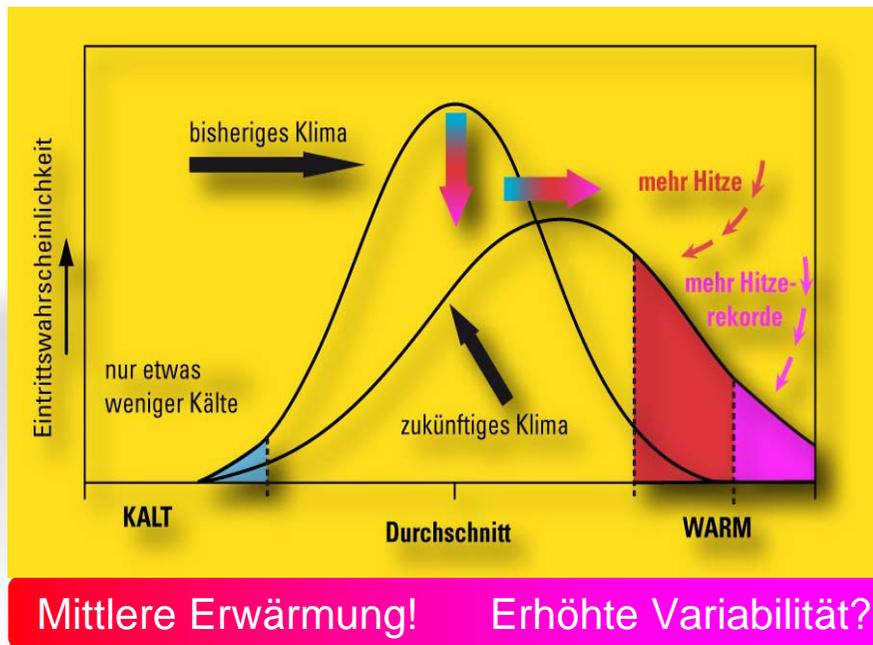
3 Auswirkungen von projizierten Änderungssignalen auf extreme Wetterereignisse:  
*Beispiel „Wärmebelastung in Städten“*

4 **Ausblick**

5 Zusammenfassung

# Klimaprojektionen: Extremwertprojekt

Unsere Gesellschaft ist besonders vulnerabel gegenüber Veränderungen der Extremwerte!



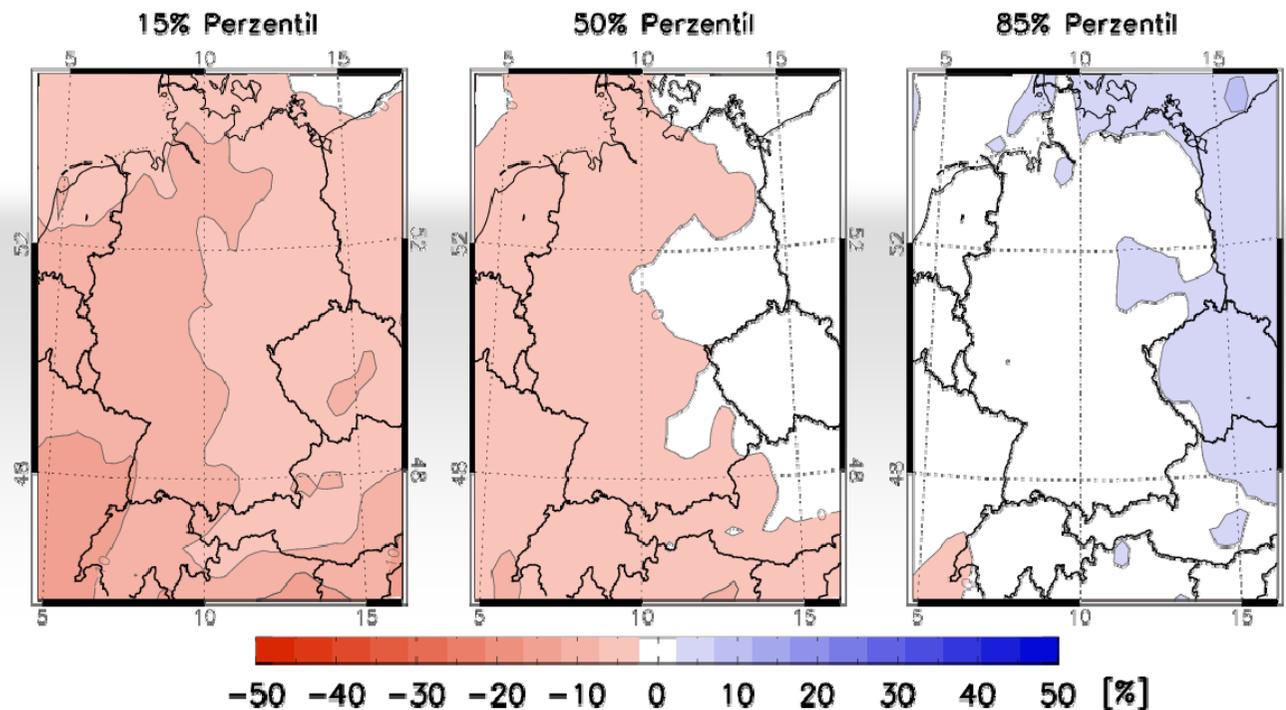
Projekt: Auswertung regionaler Klimaprojektionen für Deutschland hinsichtlich der Änderung des Extremverhaltens von Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit

Behördenarbeitskreis  
„Klimawandel und Bevölkerungsschutz“

# Ensemble-Änderungssignale

19 Klimaprojektionen, Niederschlag, Sommer; Quelle: DWD

Eintrittswahrscheinlichkeit für die Änderungssignale des Niederschlags: 2021 – 2050 JJA



| SRES-Scenario | GCM           | RCM       |
|---------------|---------------|-----------|
| A1B           | HadCM3Q0      | CLM       |
|               |               | HadRM3Q0  |
|               | HadCM3Q1<br>6 | HadRM3Q16 |
|               |               | C4IRCA3   |
|               | HadCM3Q3      | HadRM3Q3  |
|               |               | SMHIRCA   |
|               | BCM           | SMHIRCA   |
|               |               | HIRHAM5   |
|               | ECHAM5-r3     | SMHIRCA   |
|               |               | REGCM3    |
|               |               | RACMO2    |
|               |               | REMO      |
|               | ECHAM5-r2     | REMO      |
|               |               | CLM       |
|               | ECHAM5-r1     | CLM       |
|               |               | REMO      |
|               | ARPEGE        | HIRHAM5   |
|               |               | HIRHAM5   |
|               |               | RM5.1     |

# Überblick

1

Trends in Häufigkeit und Intensität  
beobachteter Extremereignisse

2

Entwicklung und Optimierung von  
an die Zukunft angepassten „Warnsystemen“

3

Auswirkungen von projizierten Änderungssignalen  
auf extreme Wetterereignisse:  
*Beispiel „Wärmebelastung in Städten“*

4

Ausblick

5

**Zusammenfassung**



## Zusammenfassung

Die Zahl der heißen Tage und der Hitzewellen nimmt in Deutschland zu (Beobachtung und Projektion). Die Trends bei den beobachteten Niederschlagsextrema in Deutschland sind uneinheitlich.

Es existieren schon spezielle operationelle Frühwarnsysteme hoher Qualität (Hitzewarnsystem, Brandgefahrindizes).

Für das Funktionieren von Frühwarnsystemen (Messdaten → Maßnahmen) ist die Zusammenarbeit von Bund und Ländern notwendig.

Extremwertbetrachtungen stellen einen Forschungsschwerpunkt (auch beim DWD) dar, wobei der Vernetzung aller Teilbereiche Klimamonitoring/-diagnose → Szenarienrechnungen → Wirkmodelle besondere Bedeutung zukommt.



Viele Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit.

**Deutscher Wetterdienst**  
***Wetter und Klima aus einer Hand***

