

The background features a large, semi-transparent globe on the left with Germany highlighted in red. To the right is a silhouette of a city skyline against a background of orange and red diagonal stripes. The title 'Klimawandel in Hessen' is overlaid in white on the lower part of the globe and skyline.

Klimawandel in Hessen

Dr. Paul Becker

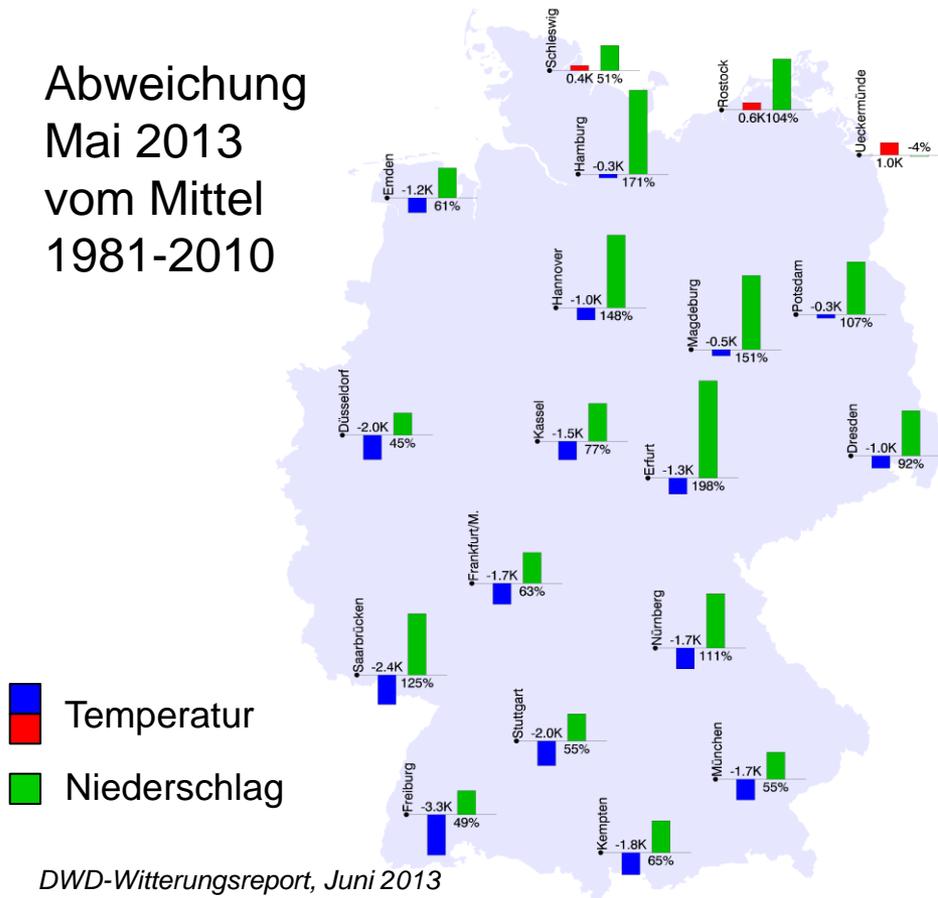
Vizepräsident des Deutschen Wetterdienstes

Deutschlandwetter im Mai 2013

Zweitnassester Mai seit 1881 war auch noch sehr trüb

Abweichung
Mai 2013
vom Mittel
1981-2010

Pressemitteilung DWD 28.5.2013



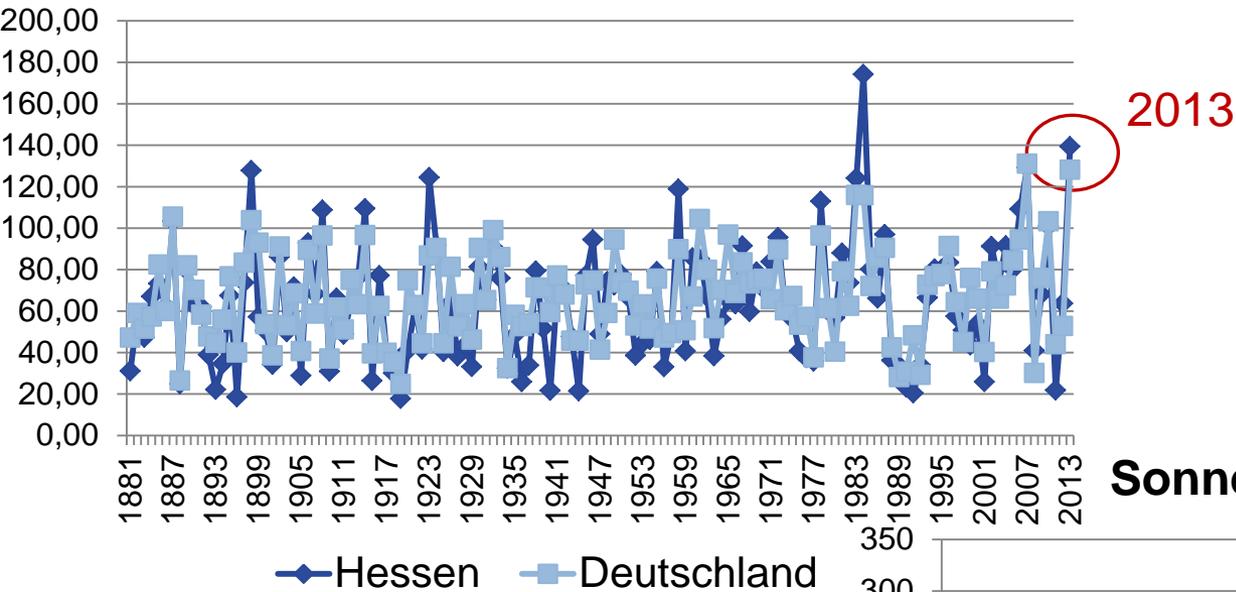
Hessen:

- **Temperatur:** 11,3°C (langjähriges Mittel 12,1°C)
- **Niederschlag:** 139 l/m² (71 l/m²)
- **Sonnenstunden:** 112 h (194 h)
→ sonnenscheinärmstes Bundesland
- **Schlammlawine** am 17. (während eines schweren Gewitters) in Heringen bei Bad Hersfeld (mehr als 15 Häuser beschädigt)
- **intensiver Regen** in Neukirchen-Hauptschwenda am 27. mit 53,4 l/m²
- **Hochwasser:** Fulda und Werra

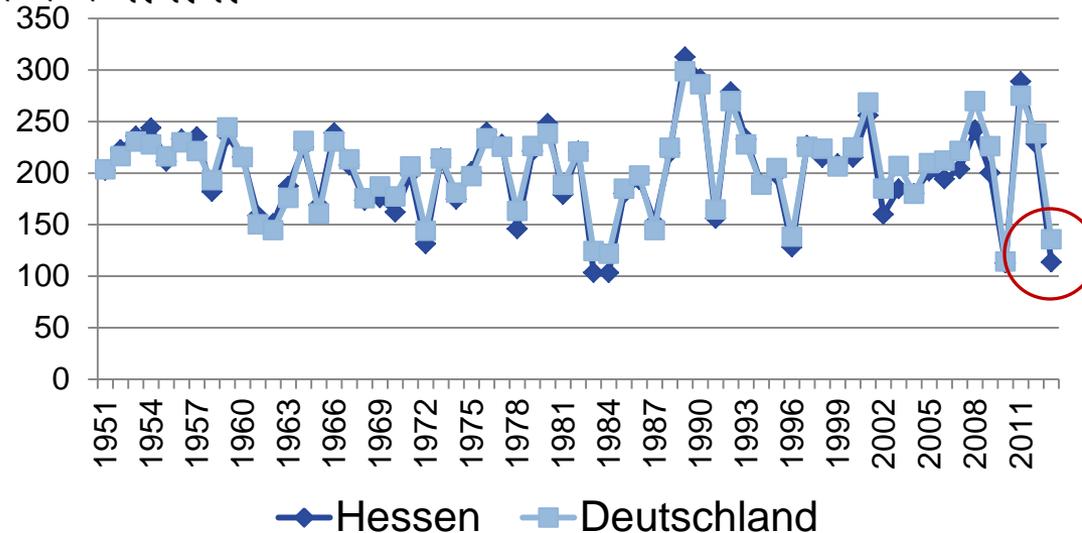
DWD-Witterungsreport, Juni 2013



Niederschlag Mai



Sonnenscheindauer Mai



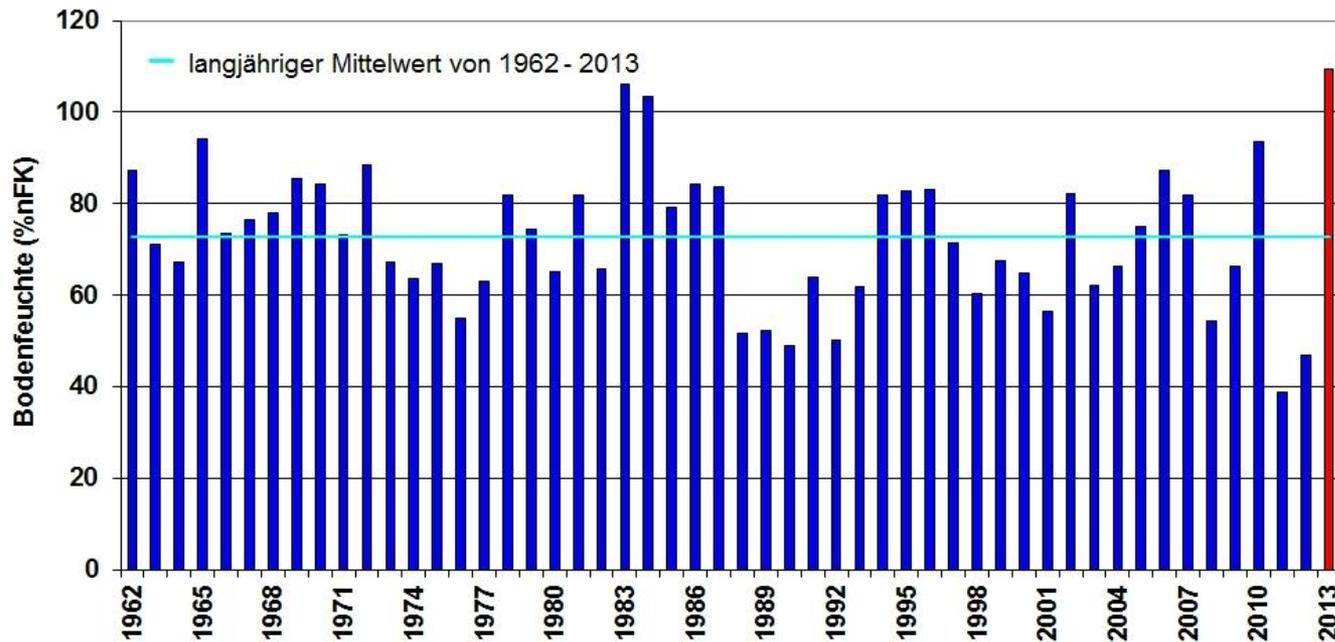
In Hessen noch extremere Werte als in Deutschland, aber keine absoluten Rekorde



Wetter und Landwirtschaft in Deutschland im Frühjahr 2013: Extreme Bodenfeuchte wie seit 50 Jahren nicht mehr

Pressemitteilung DWD 31.5.2013

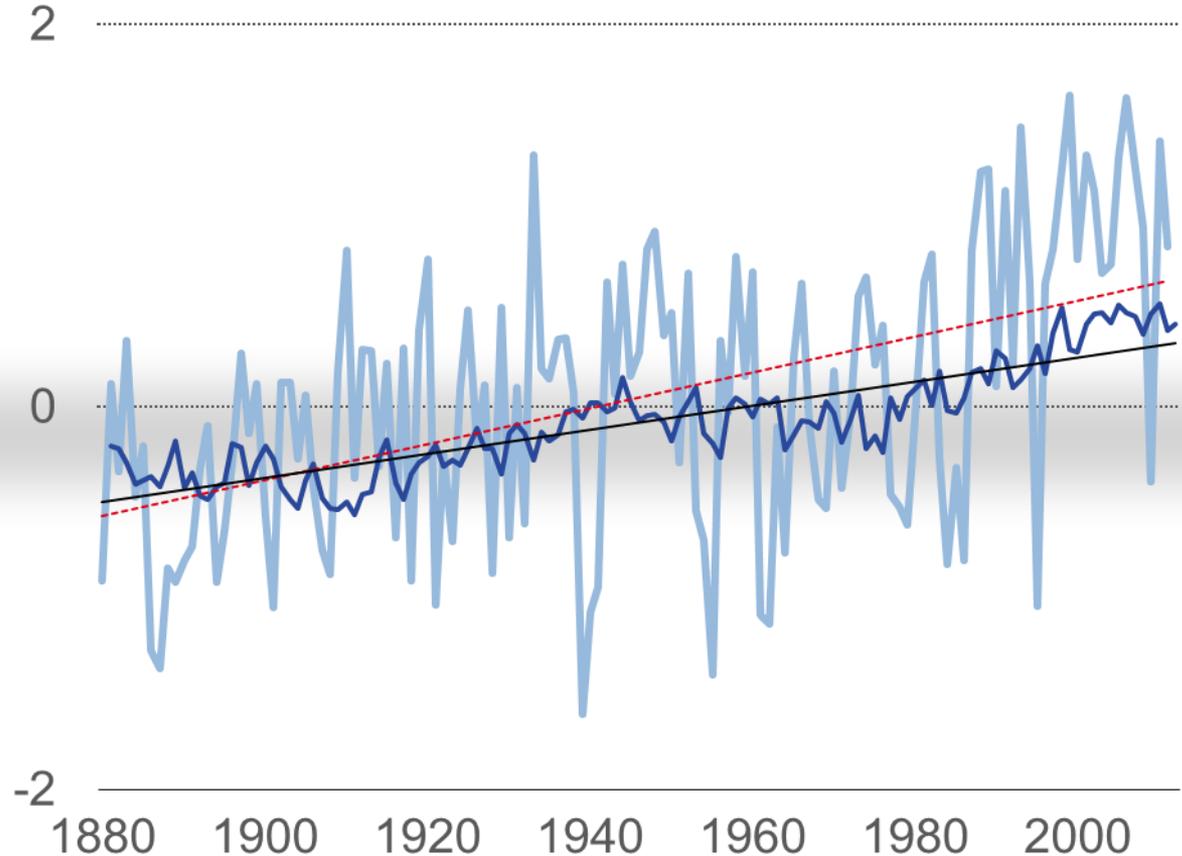
Bodenfeuchte (%nFK) schwerer Boden
am 30. Mai im Zeitraum 1962 - 2013 in Wintergetreide
Deutschland



„...sind aktuell rund 40 Prozent der Fläche Deutschlands von Bodenfeuchten betroffen, wie sie seit 1962 nicht mehr beobachtet wurden. ... Ausnahmen gibt es im Wesentlichen im äußersten Osten und Westen des Landes.“

Lufttemperatur Deutschland und global

seit 1881 in °C
als Abweichung vom Mittelwert 1961-1990



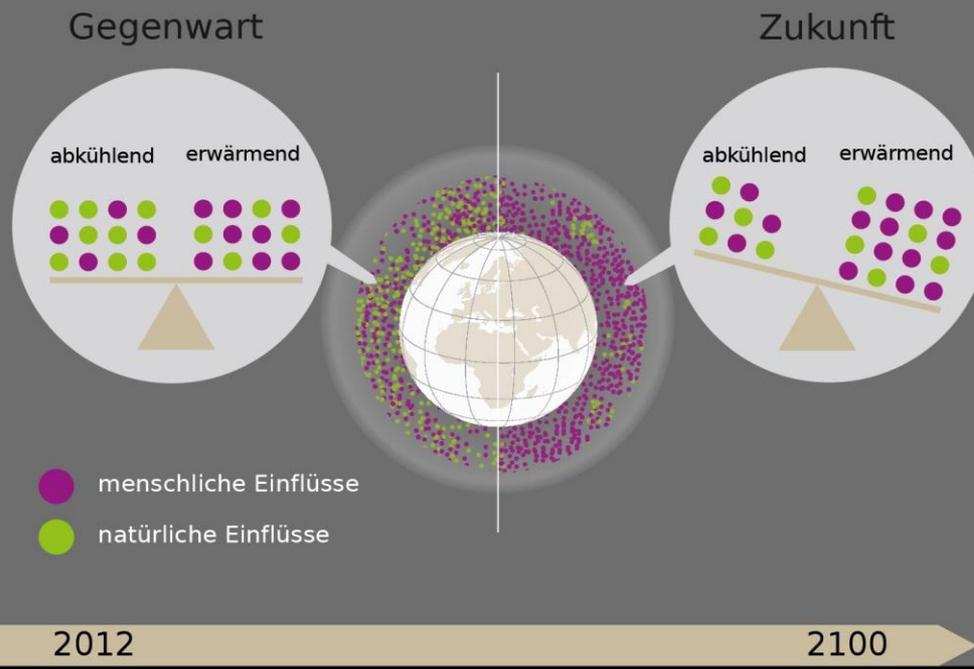
Legende

- Abweichung Deutschland
- Abweichung global
- linearer Trend Deutschland
- linearer Trend global

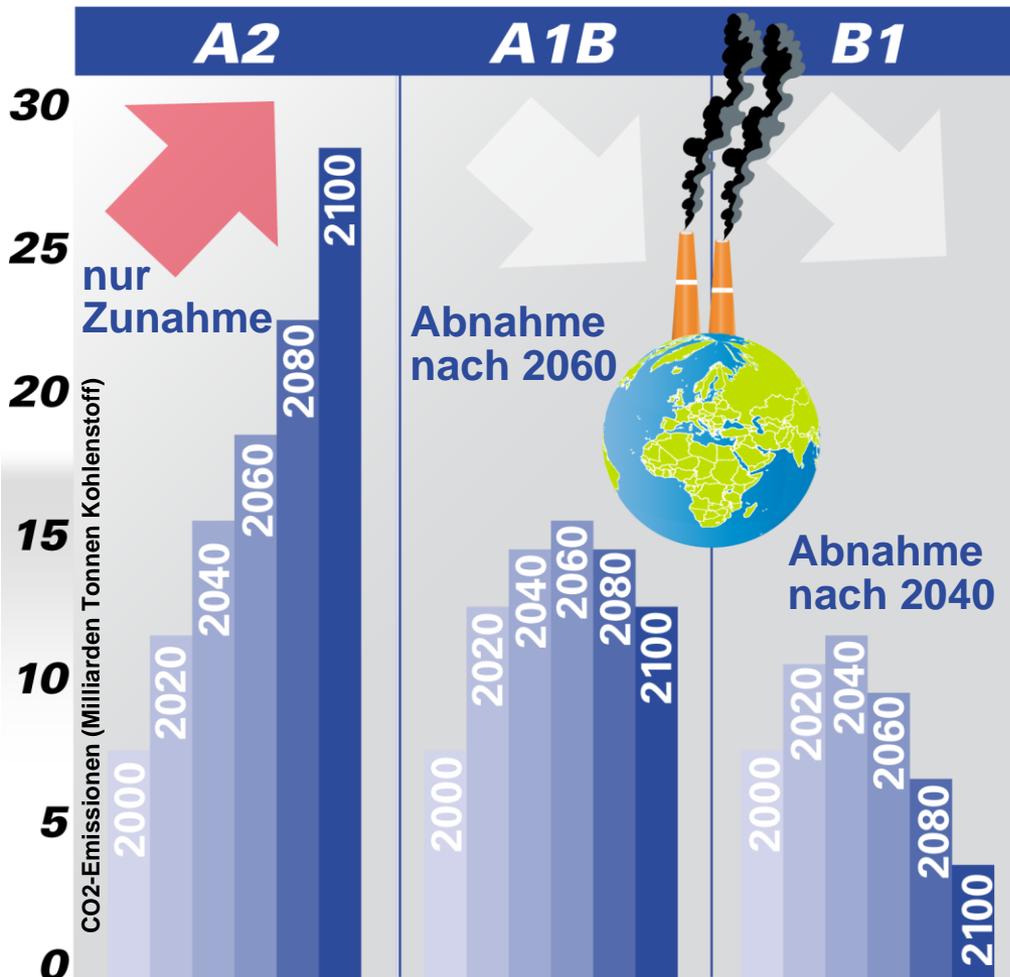
Wir müssen die langfristige Entwicklung im Blick behalten

Globaltemperatur wird langfristig steigen

Die Grafik zeigt das Zusammenwirken der verschiedenen menschlichen und natürlichen Einflüsse auf die Erdtemperatur. Gegenwärtig halten sich abkühlende und erwärmende Einflüsse die Waage. In der Zukunft, das zeigen die Klimamodelle, setzt sich der Treibhausgaseffekt endgültig durch und die Temperatur steigt wieder.



Die zukünftigen CO₂-Emissionen sind entscheidend



Emissionsszenarien beschreiben die CO₂-äquivalent Emissionen für verschiedene mögliche Varianten der zukünftigen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung

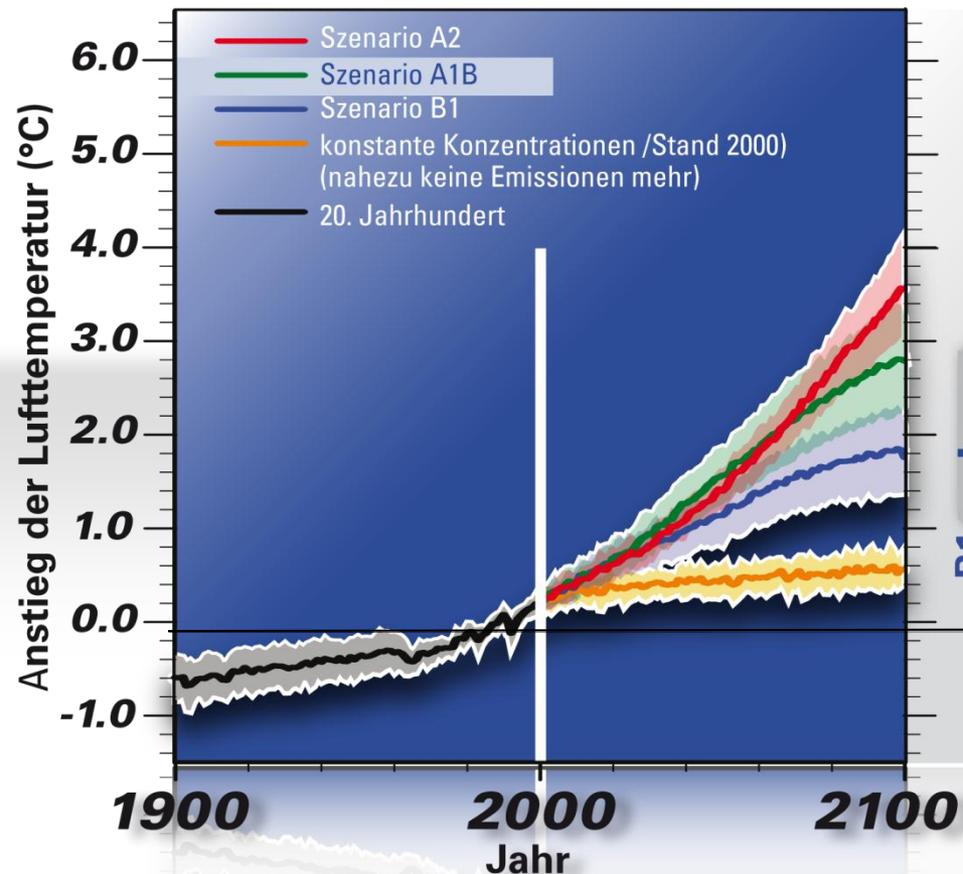
SRES – Szenarien
(IPCC - Special Report on Emissions Scenarios)



Quelle: IPCC 2007 (WGI-AR4, Summary for Policymakers, Feb. 2007)



Globale Klimamodelle berechnen die Lufttemperaturänderungen für die Emissionsszenarien



E1-Szenario

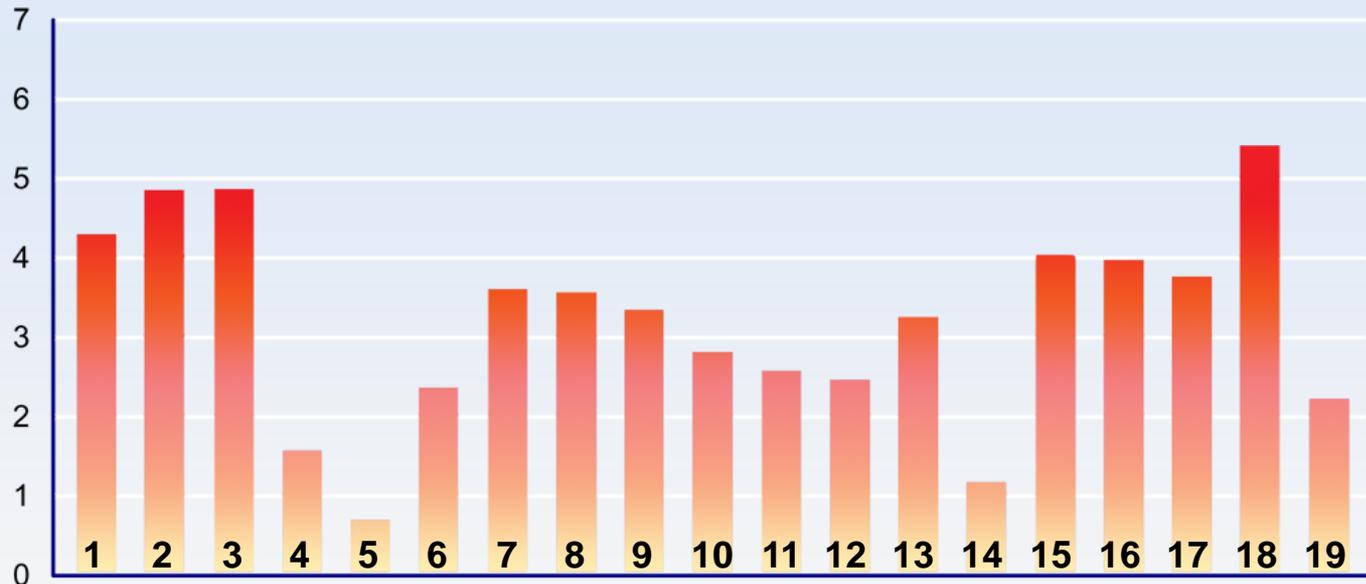
Mitigationsszenario, das für das 2°C-Ziel der EU (Klimaänderung bis Ende 2100 gegenüber vorindustrieller Zeit) nötig ist: Langfristige Stabilisierung der CO₂-äquivalent-Konzentrationen auf 450ppm mit einem Maximum von 535ppm um 2045

Quelle: IPCC 2007 (WGI-AR4, Summary for Policymakers, Feb. 2007)

! Diese PowerPoint-Seite enthält Animationen, die im PDF-Format nicht wiedergegeben werden können !

Perzentil-Darstellung der Modellergebnisse

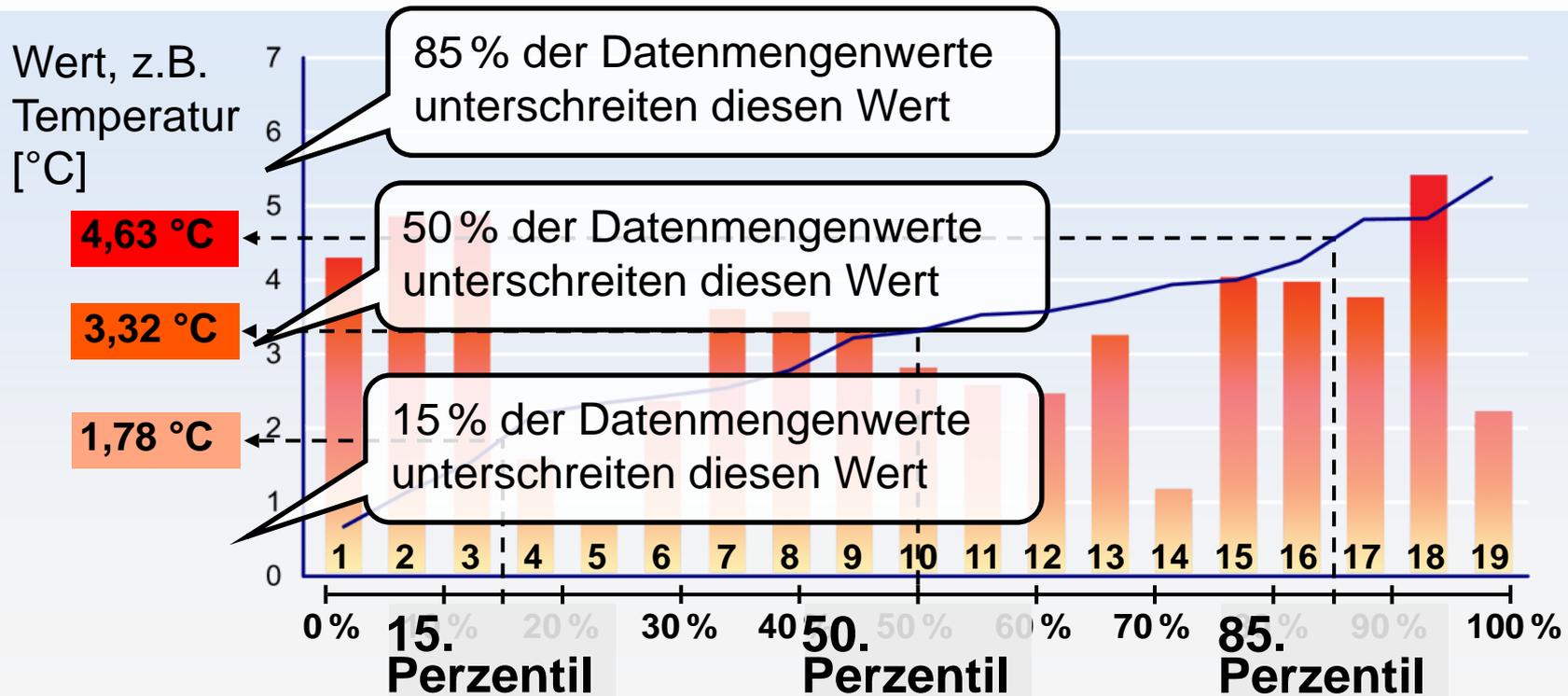
Wert, z.B.
Temperatur
[°C]



Datenmenge, z.B. Monatsmittel März 1993 bis 2011 (19 Jahre)

! Diese PowerPoint-Seite enthält Animationen, die im PDF-Format nicht wiedergegeben werden können !

Perzentil-Darstellung der Modellergebnisse



Ein Perzentil teilt die Datenmenge in Anteile. Beim 50. Perzentil sind 50% der Werte kleiner und 50% sind größer. Beim 85. Perzentil sind 85% der Werte kleiner und 15% der Werte größer. Mit Perzentilen können z.B. Extremwertschwellen definiert werden.



Temperatur



Veränderung von Parametern

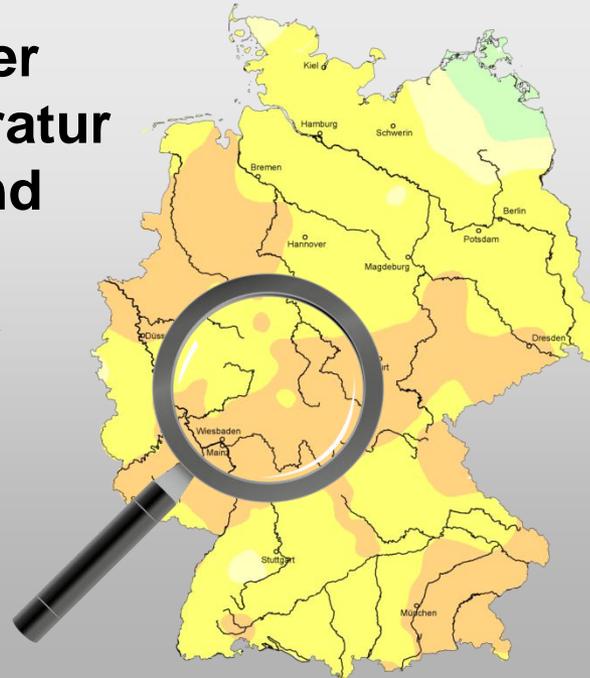
» Temperatur

VERGANGENHEIT

ZUKUNFT

Änderung der
Mitteltemperatur
linearer Trend
1881–2009

Sommer



Änderung
[K]



MITTEL
EXTREME



Veränderung von Parametern

» Temperatur

VERGANGENHEIT

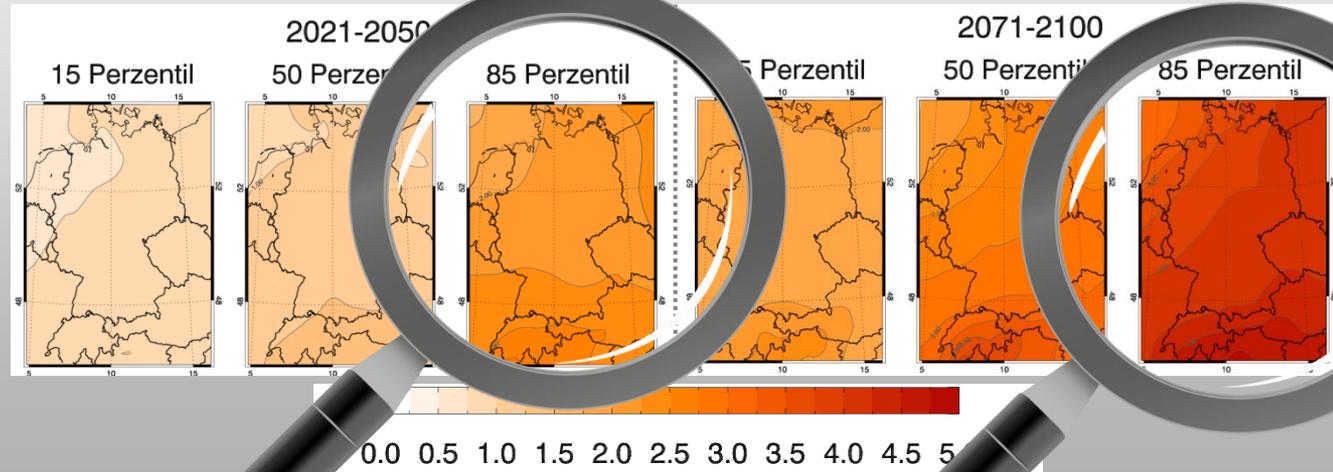
ZUKUNFT

Änderung der
Mitteltemperatur
linearer Trend
1881–2009

Sommer



Änderung der Jahresmitteltemperatur auf Basis von 19 Klimaprojektionsläufen (A1B-Szenario)



MITTEL
EXTREME



Veränderung von Parametern

» Temperatur

VERGANGENHEIT

Änderung der
Mitteltemperatur
linearer Trend
1881–2009



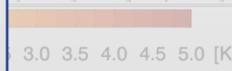
Änderung
[K]

-0,1 – 0

0,1 – 0,5

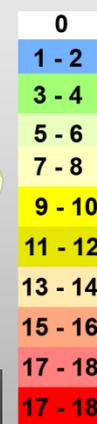
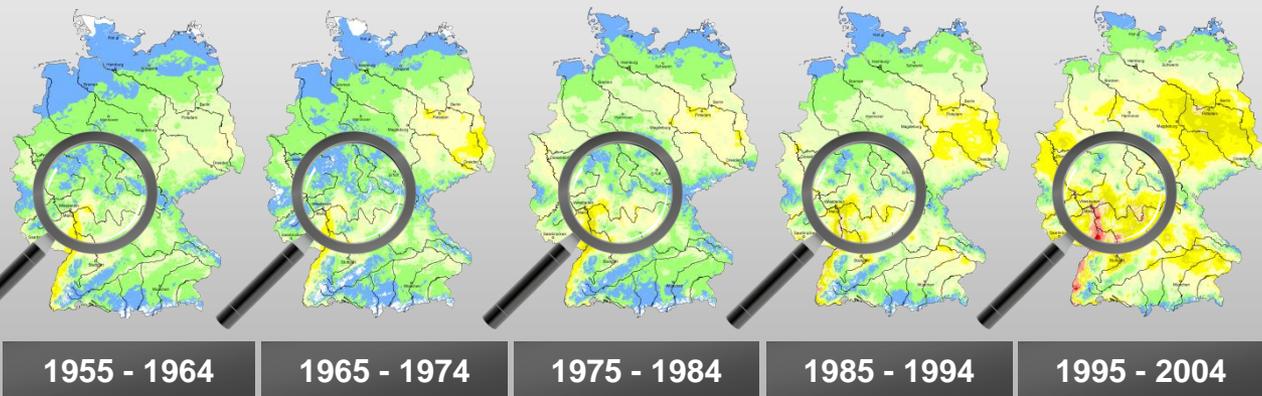
ZUKUNFT

Änderung der Jahresmitteltemperatur auf Basis
von 19 Klimaprojektionsläufen (A1B-Szenario)



MITTEL
EXTREME

Zahl der Heißen Tage



Veränderung von Parametern

» Temperatur

VERGANGENHEIT

ZUKUNFT

Änderung der
Mitteltemperatur
linearer Trend
1881–2009

Sommer

Änderung
[K]

-0,1 – 0

0,1 – 0,5

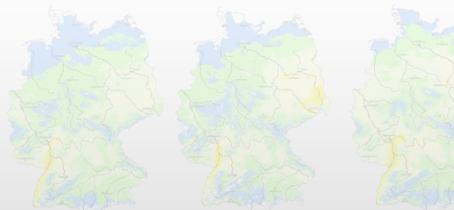
Änderung der Jahresmitteltemperatur auf Basis
von 19 Klimaprojektionsläufen (A1B-Szenario)



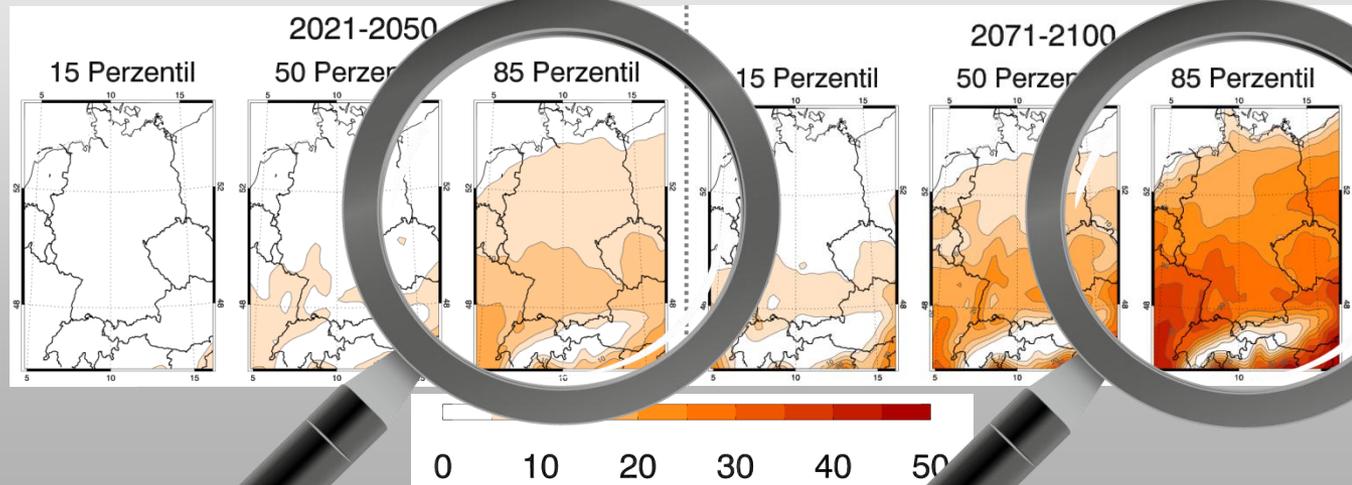
MITTEL
EXTREME

Änderung der Zahl der Heißen Tage auf Basis von 19 Klimaprojektionsläufen (A1B-Szenario)

Zahl der Heißen Tage



1955 - 1964 1965 - 1974 1975 - 1984



0 10 20 30 40 50



Veränderung von Parametern

» Temperatur

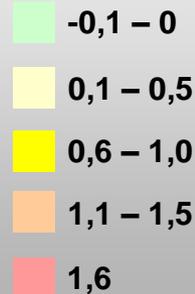
VERGANGENHEIT

Änderung der
Mitteltemperatur
linearer Trend
1881–2009

Sommer

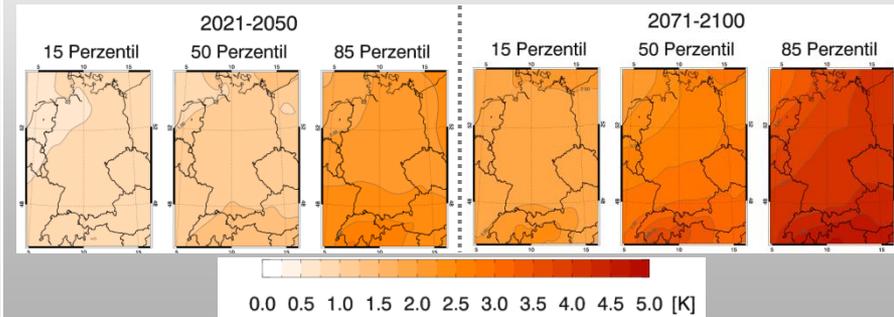


Änderung
[K]

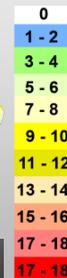
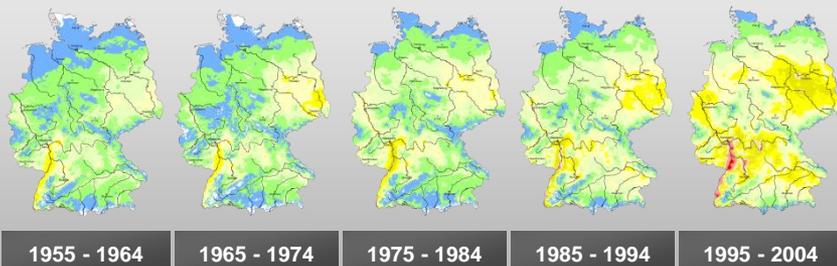


ZUKUNFT

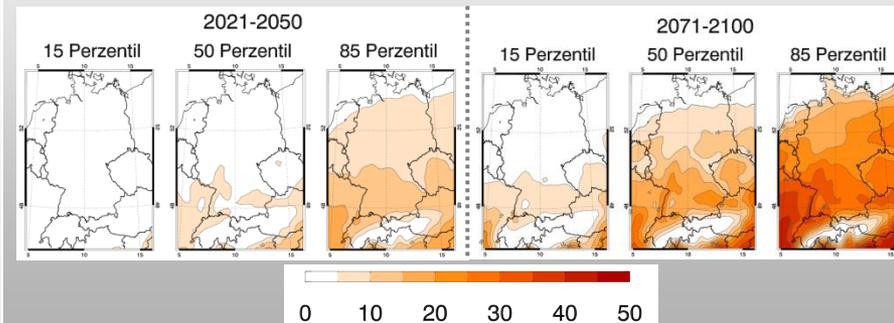
Änderung der Jahresmitteltemperatur auf Basis
von 19 Klimaprojektionsläufen (A1B-Szenario)



Zahl der Heißen Tage



Änderung der Zahl der Heißen Tage auf Basis
von 19 Klimaprojektionsläufen (A1B-Szenario)

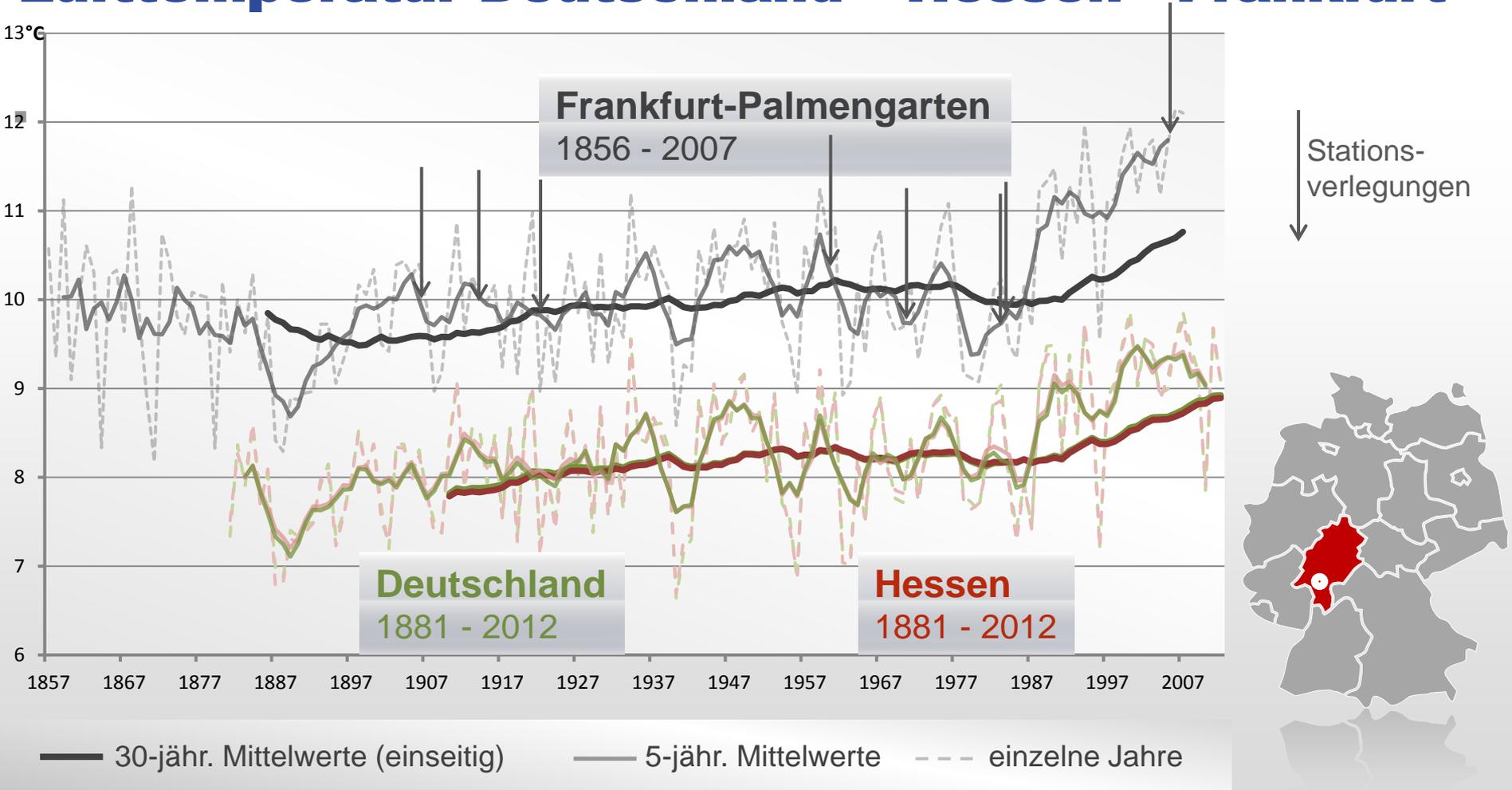


MITTEL

EXTREME



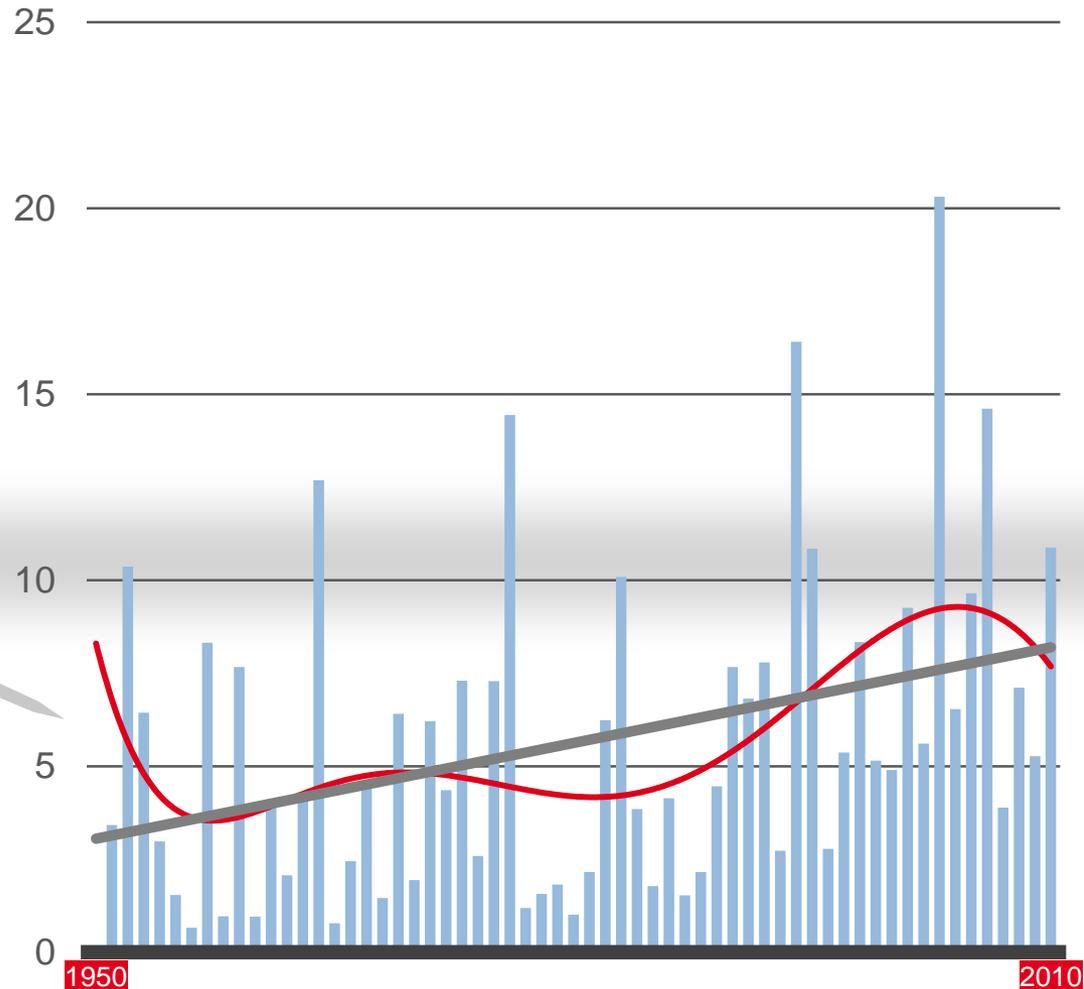
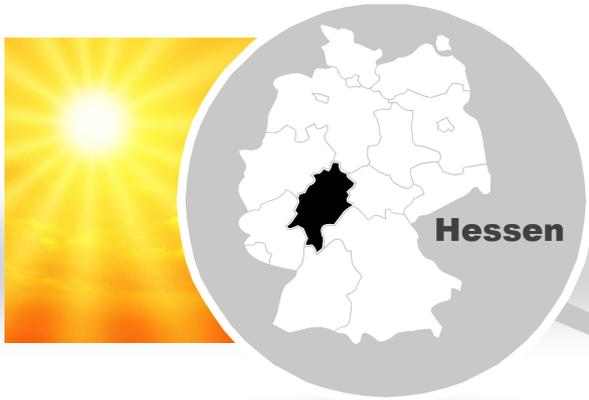
Lufttemperatur Deutschland – Hessen – Frankfurt



Anzahl der Heißen Tage

MAX-Temperatur $\geq 30\text{ °C}$

seit 1950 in °C

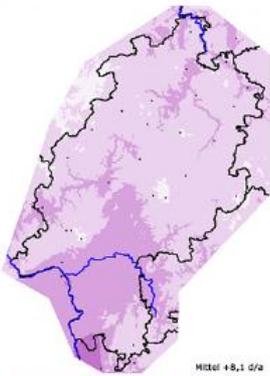


Legende

- Einzeljahre
- polynomischer Trend
- linearer Trend

Änderung Hitzetage pro Jahr: 2071-2100 im Vergleich zu 1971-2000

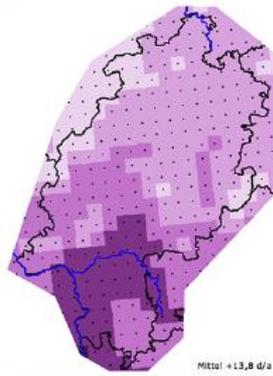
A1B WETTREG



Mittel +8,1 d/a



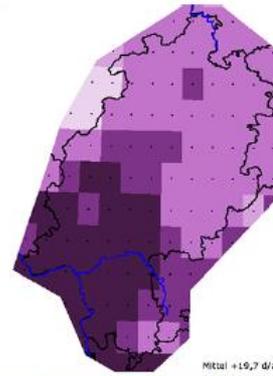
A1B REMO



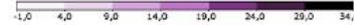
Mittel +13,8 d/a



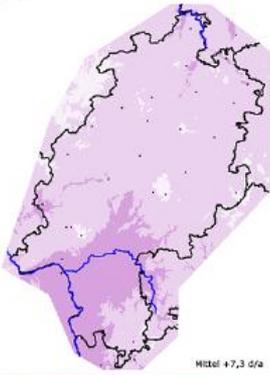
A1B CCLM



Mittel +19,7 d/a



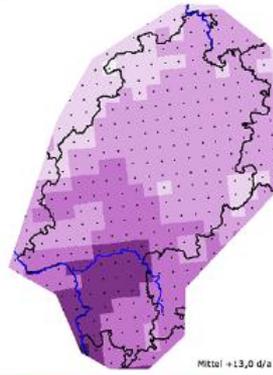
A2 WETTREG



Mittel +7,3 d/a



A2 REMO



Mittel +13,0 d/a



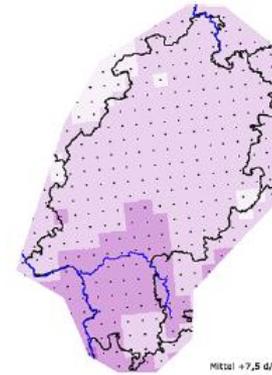
B1 WETTREG



Mittel +4,9 d/a



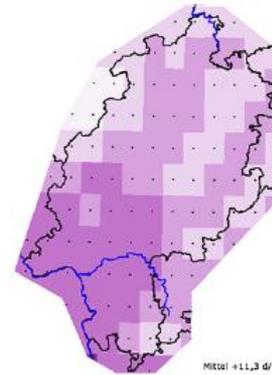
B1 REMO



Mittel +7,5 d/a



B1 CCLM



Mittel +11,3 d/a



Datengrundlage: CEC, MPI-M, CCLM-Community
Bearbeitung: HLUG: Fachzentrum Klimawandel Hessen

HLUG Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Quelle: <http://atlas.umwelt.hessen.de/>



Mittlere Anzahl der Sommertage ($T_{max} \geq 25^{\circ}C$)

Modell: **MUKLIMO_3**
Antrieb: **Beobachtungen**
1971 – 2000

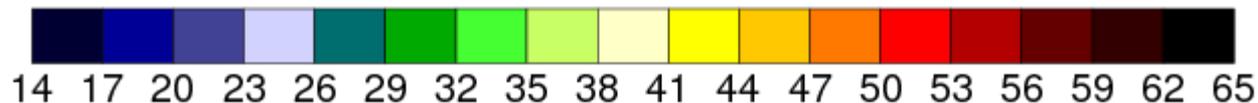
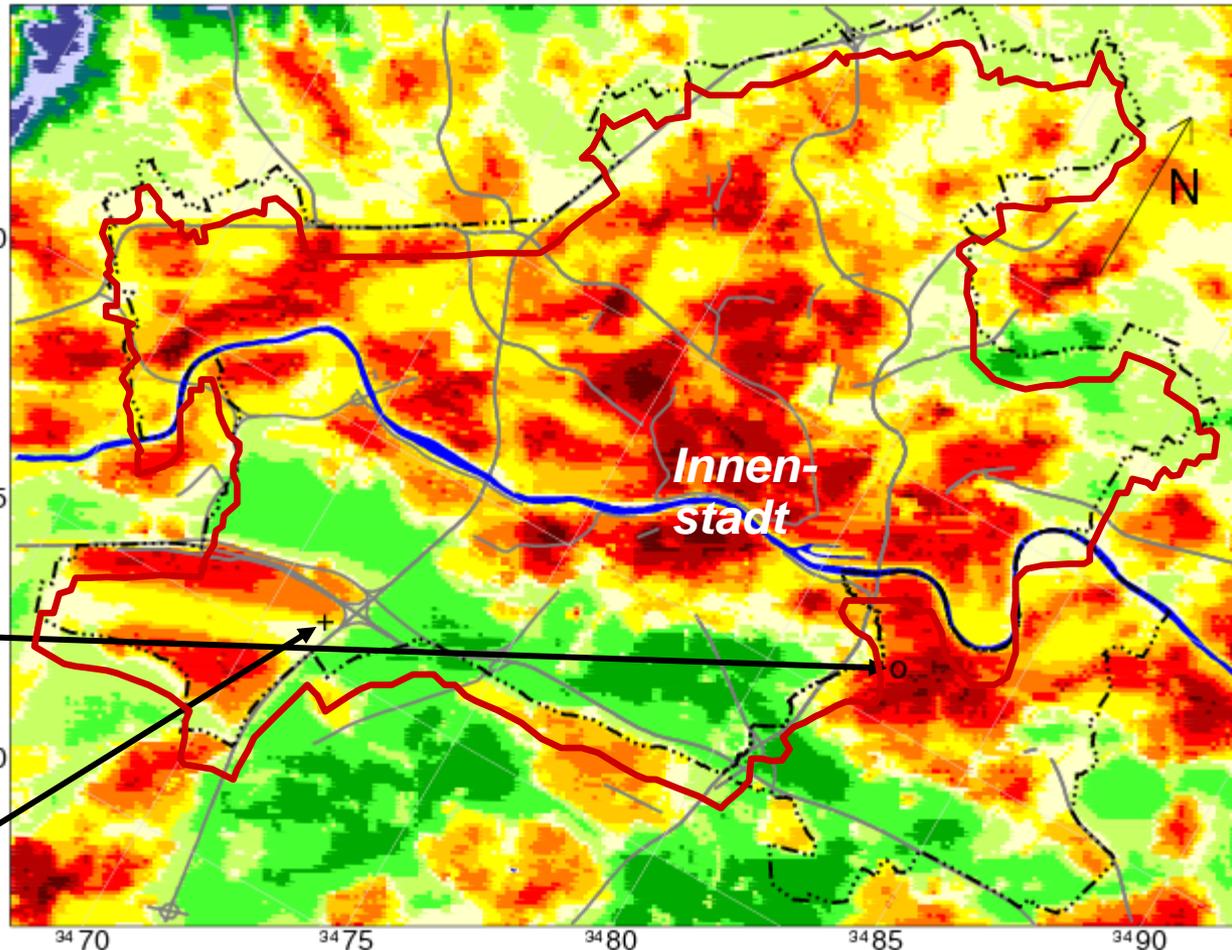
Evaluierung:

Offenbach
(1971-77 & 1980-95)

Simulation 52.2 d/a
Beobachtung 49.6 d/a

Rhein-Main-Airport
(1971-2000)

Simulation 40.3 d/a
Beobachtung 46.1 d/a

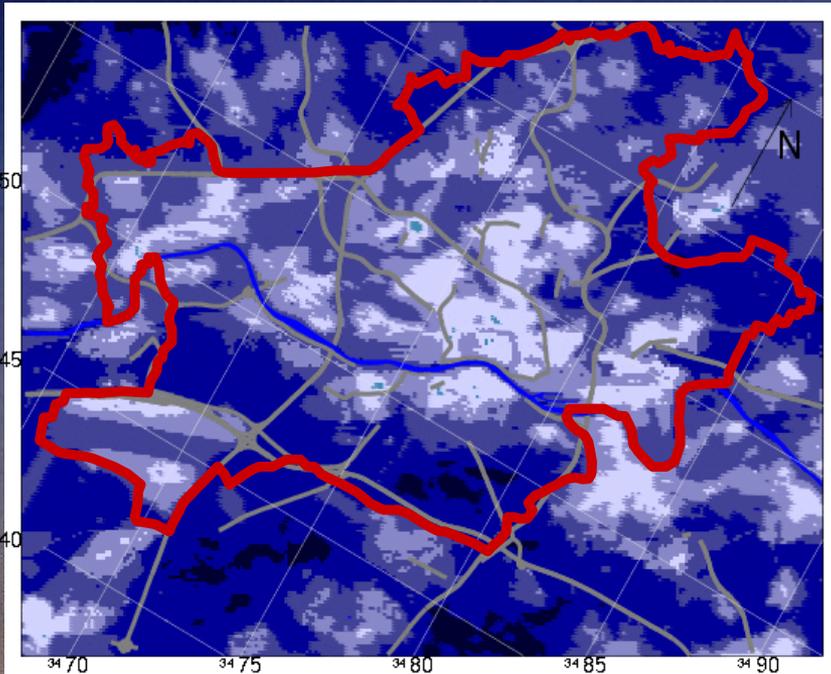


Frankfurt am Main



! Diese PowerPoint-Seite enthält Animationen, die im PDF-Format nicht wiedergegeben werden können !

Klimawandel – Auswirkungen in der Stadt



5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 Days/Year

summer days, Days/Year
Forcing: CLM projection



model simulations
MUKLIMO_3
(V10 v. 12.11.2009)

Änderung der
Zahl der
Sommertage
1961 – 2100
in
Frankfurt/Main

Wirkmodell
MUKLIMO_3
Antrieb durch
CLM (A1B)

Quelle: Deutscher Wetterdienst,
Abteilung Klima- und Umweltberatung

1961

2100

Stand 09/2011

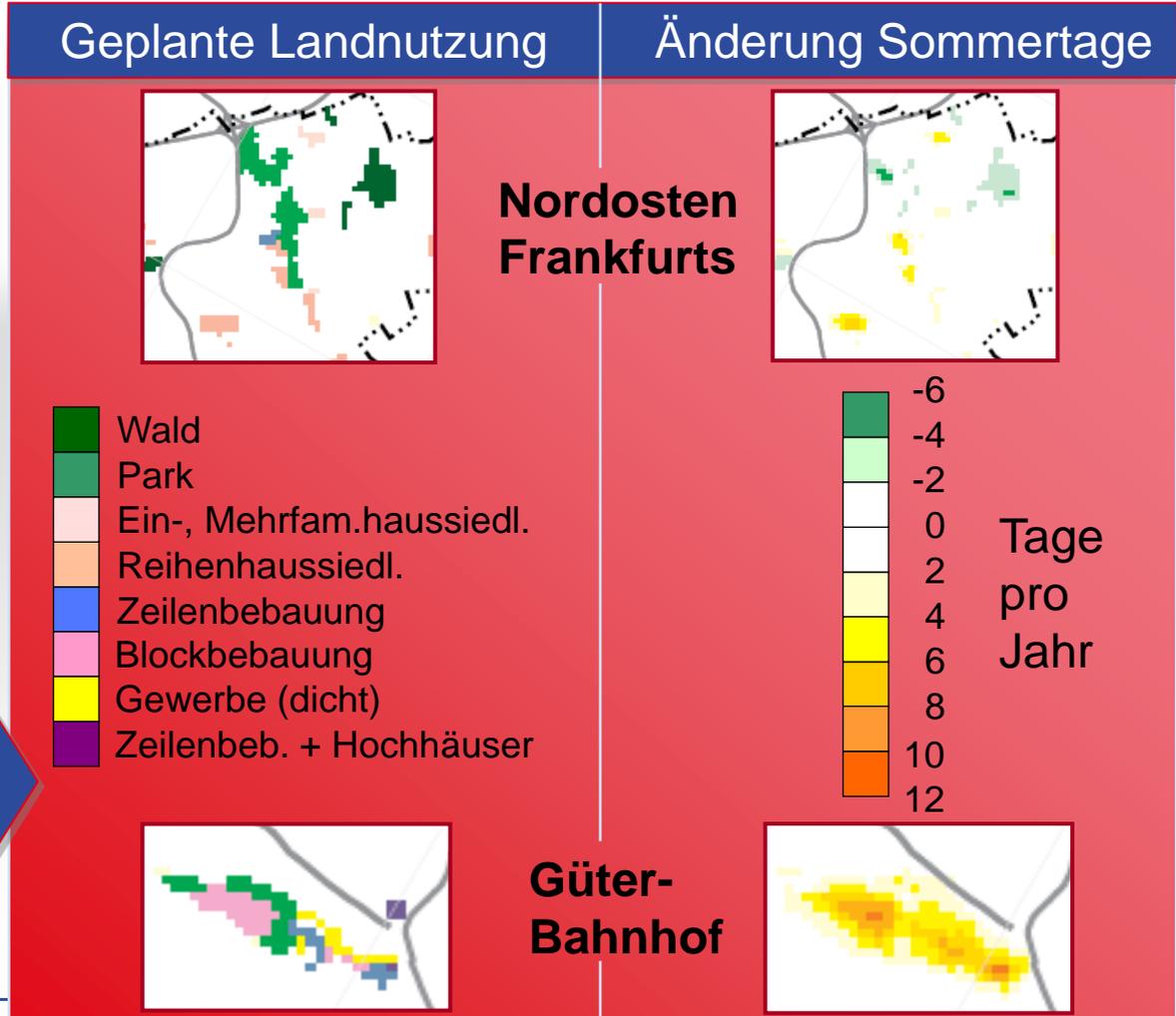
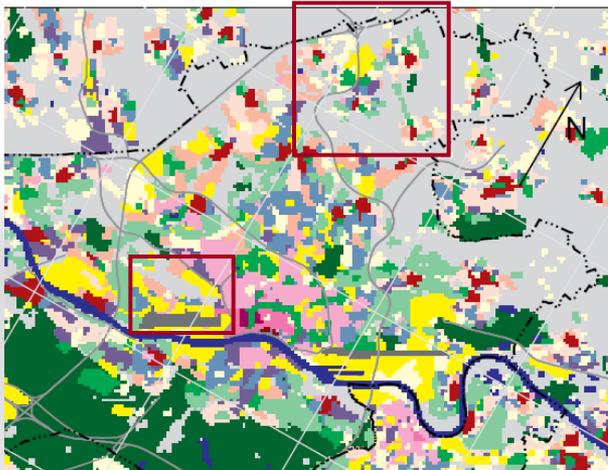




! Diese PowerPoint-Seite enthält Animationen, die im PDF-Format nicht wiedergegeben werden können !

Einfluss von Landnutzungsänderungen auf Sommertage

1971 - 2000 in Frankfurt/Main



Das sommerliche Temperaturniveau wird reduziert durch neue Grünflächen und erhöht durch verdichtete Bebauung.

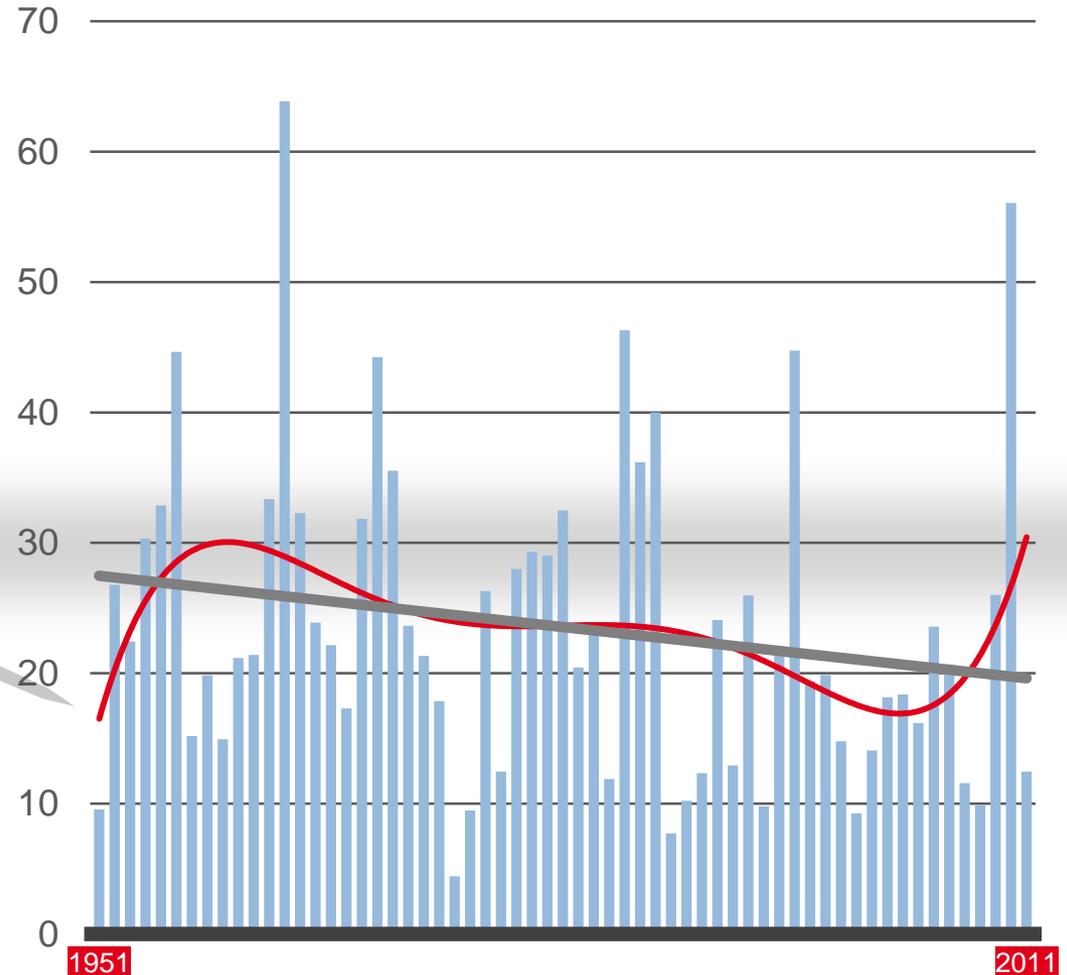
→ Geeignete Stadtplanung ist eine Möglichkeit zur Anpassung an den Klimawandel



Anzahl der Eistage

MAX-Temperatur $\leq 0^\circ\text{C}$

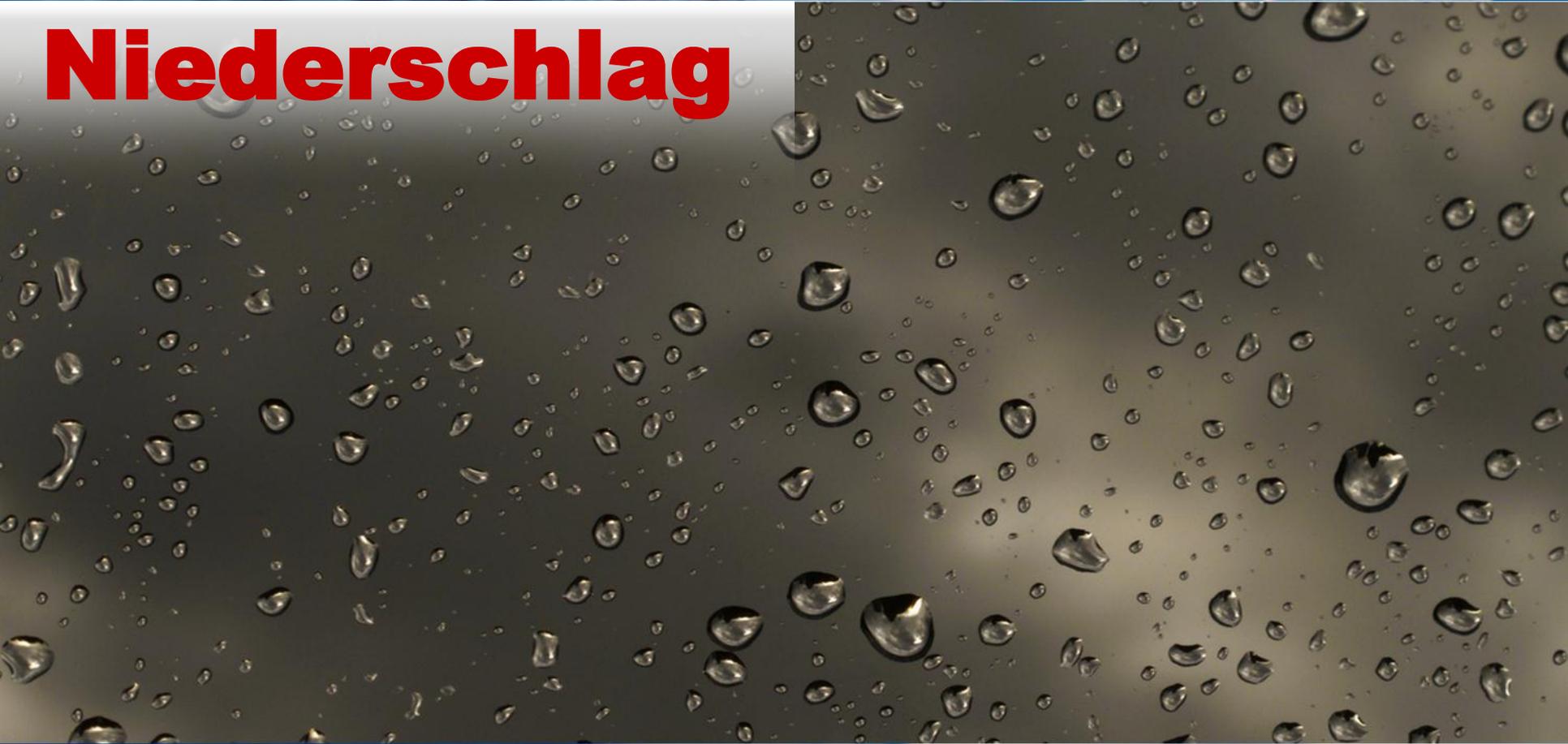
seit 1951 in Tagen



Legende

- Einzeljahre
- polynomischer Trend
- linearer Trend

Niederschlag



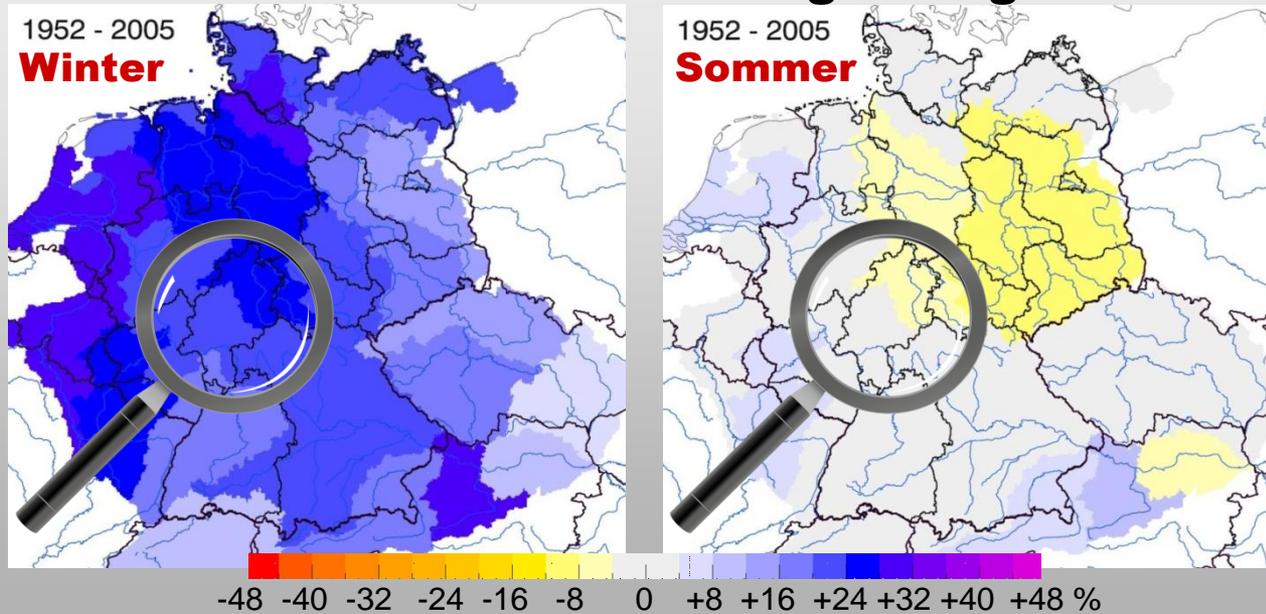
Veränderung von Parametern

» Niederschlag

VERGANGENHEIT

ZUKUNFT

Trend der mittleren Niederschlagsmenge



MITTEL
EXTREME



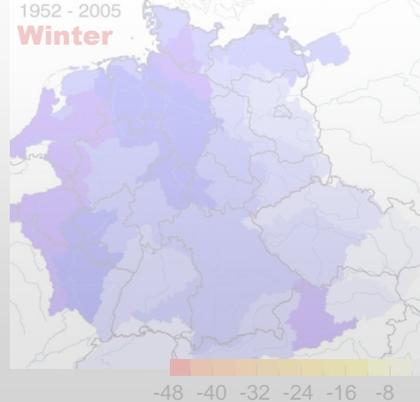
Veränderung von Parametern **» Niederschlag**

VERGANGENHEIT

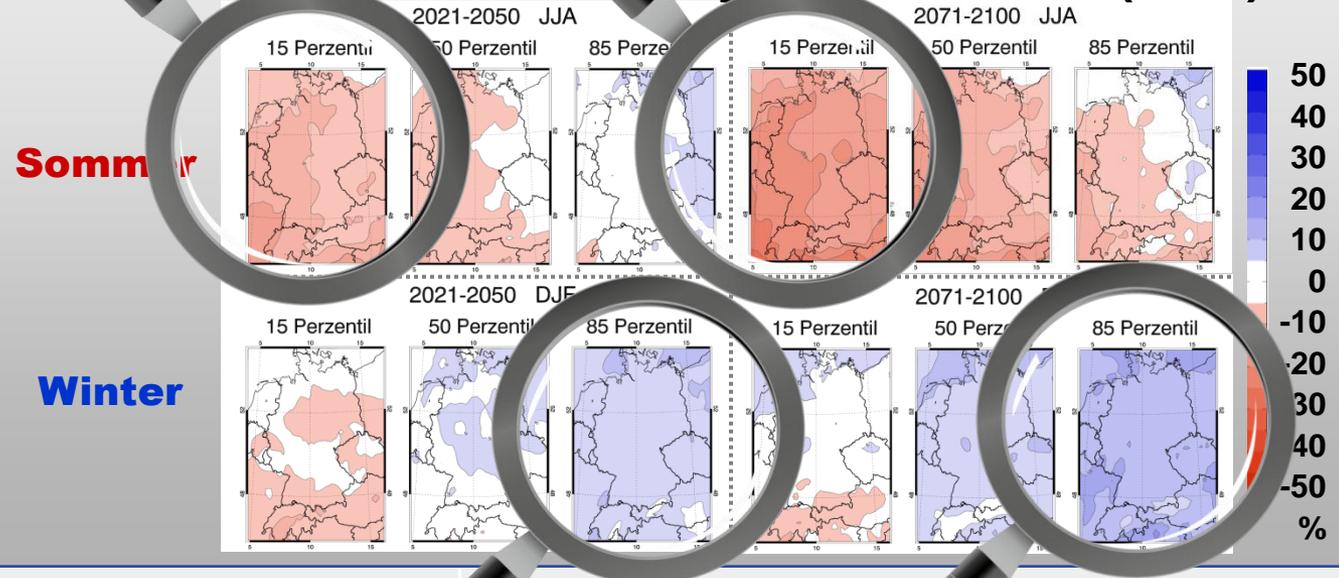
ZUKUNFT

Trend der mittleren Niederschlagsmenge

1952 - 2005
Winter



Veränderung der mittleren Niederschlagsmenge
auf Basis von 19 Klimaprojektionsläufen (A1B)



MITTEL
EXTREME



Veränderung von Parametern

Niederschlag

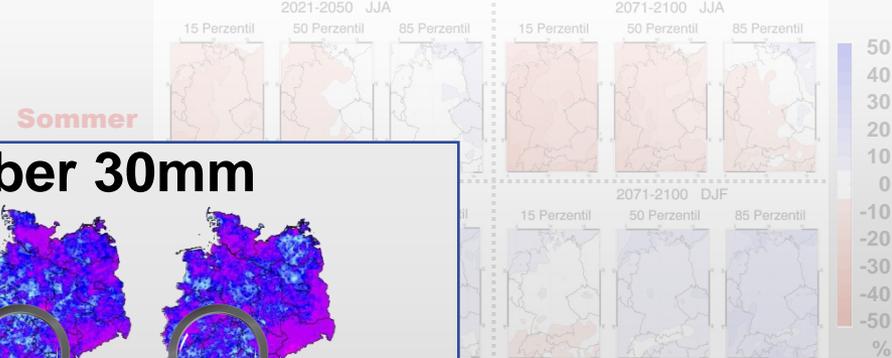
VERGANGENHEIT

ZUKUNFT

Trend der mittleren Niederschlagsmenge

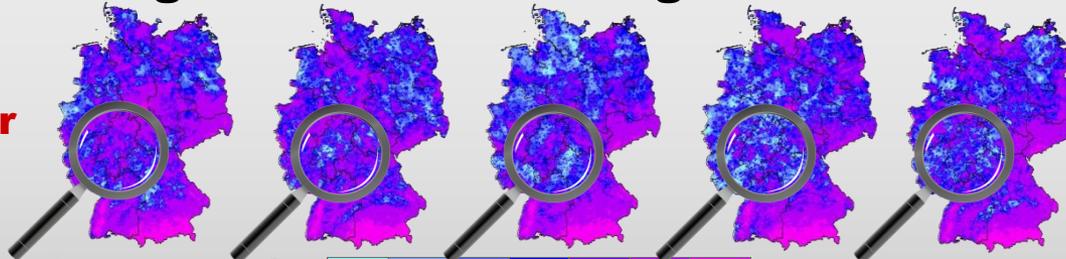


Änderung der mittleren Niederschlagsmenge auf Basis von 19 Klimaprojektionsläufen (A1B)



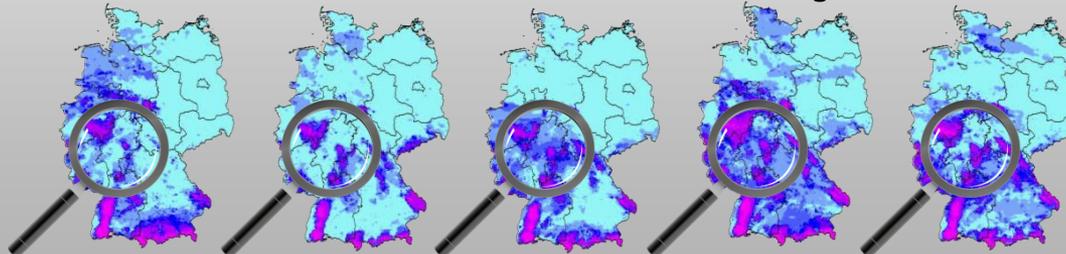
Zahl der Tage mit Niederschlag über 30mm

Sommer



0 1 2 3 3-5 5-15 >15 Tage/Dekade

Winter



1955-1964

1965-1974

1975-1984

1985-1994

1995-2004

MITTEL
EXTREME



Veränderung von Parametern

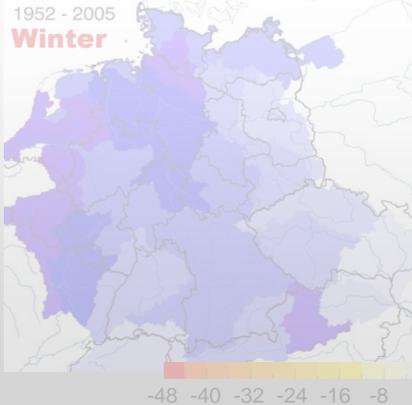
» Niederschlag

VERGANGENHEIT

ZUKUNFT

MITTEL
EXTREME

Trend der mittleren Niederschlagsmenge



Änderung der mittleren Niederschlagsmenge auf Basis von 19 Klimaprojektionsläufen (A1B)



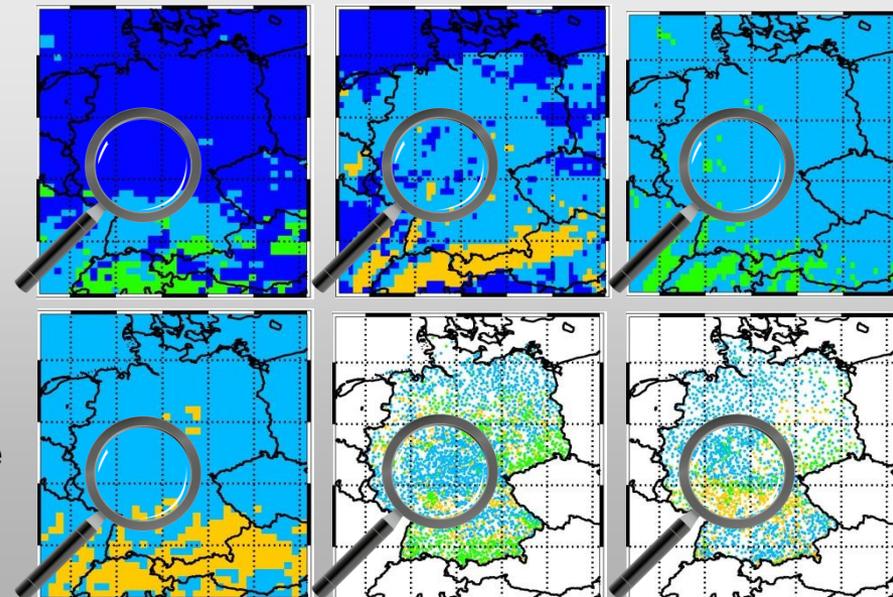
Änderung der Starkregenhäufigkeit (99. Perzentil)

bis 2100 im Vergleich zu 1961–2000

6 Projektionen
A1B-Szenario

Winter

- deutliche Zunahme
- moderate Zunahme
- keine Änderung
- leichte Abnahme



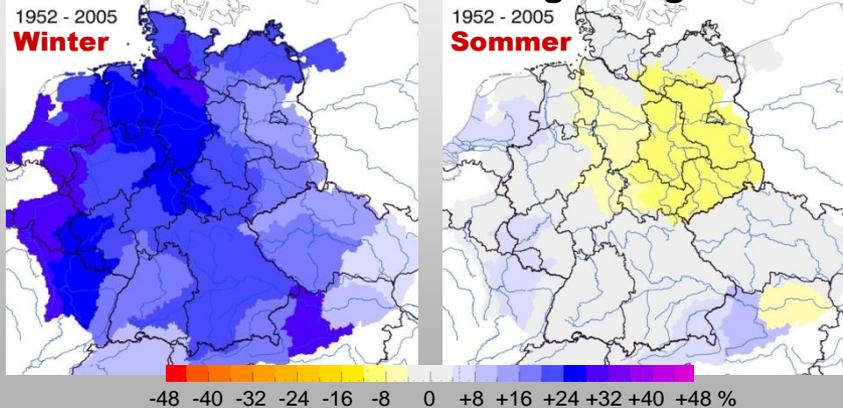
Veränderung von Parametern

Niederschlag

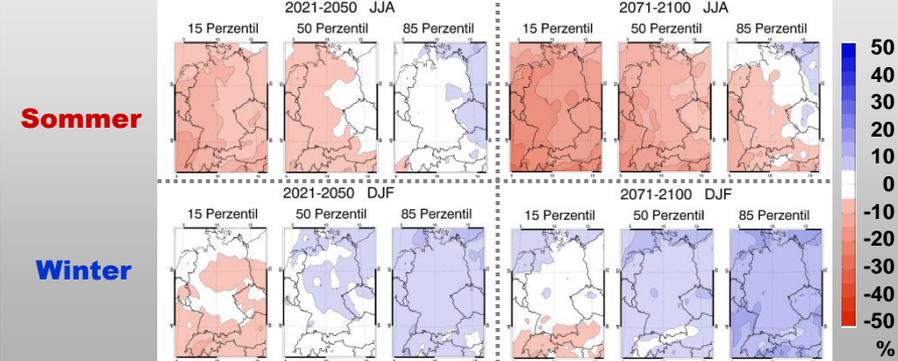
VERGANGENHEIT

ZUKUNFT

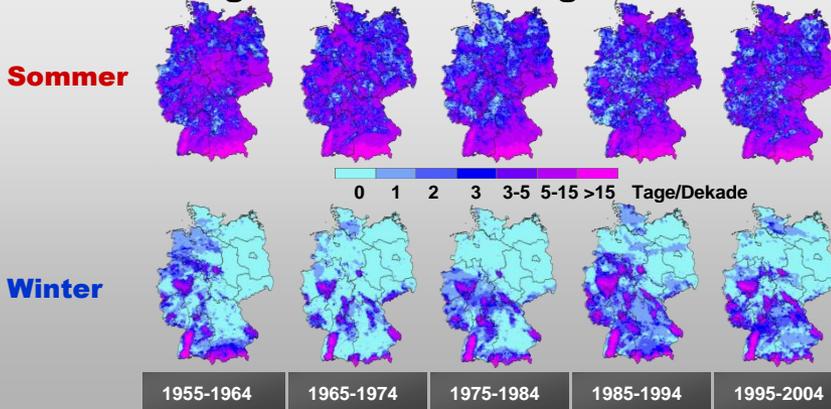
Trend der mittleren Niederschlagsmenge



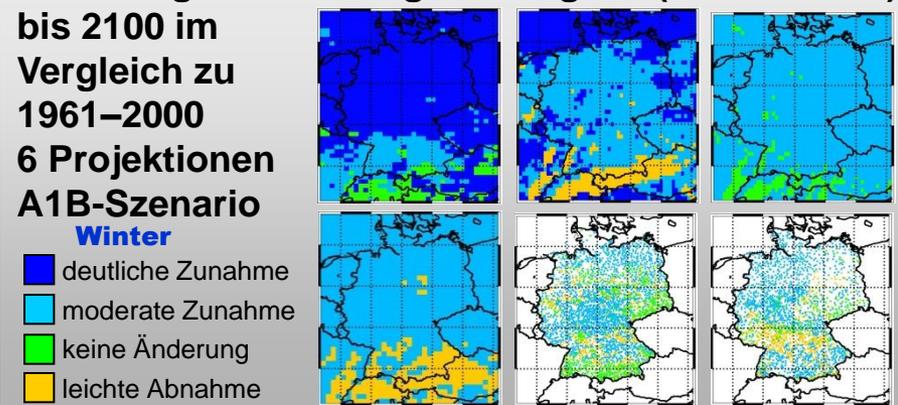
Änderung der mittleren Niederschlagsmenge auf Basis von 19 Klimaprojektionsläufen (A1B)



Zahl der Tage mit Niederschlag über 30mm



Änderung der Starkregenhäufigkeit (99. Perzentil) bis 2100 im Vergleich zu 1961-2000



MITTEL

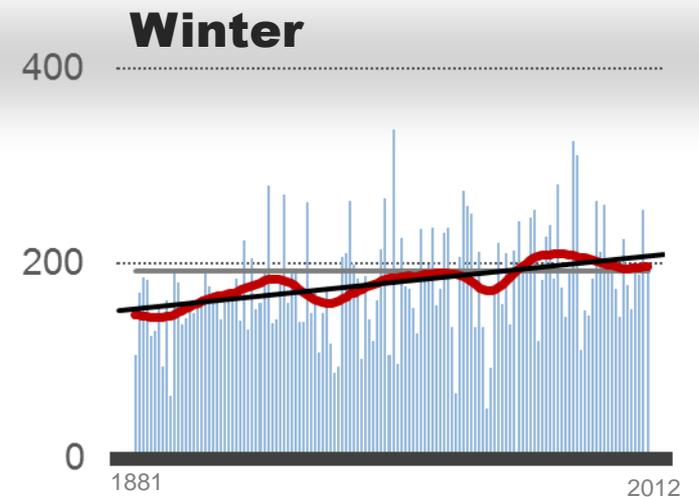
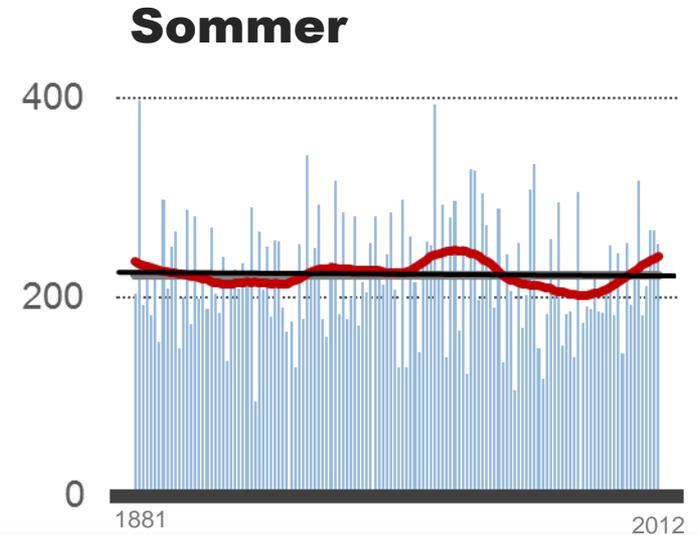
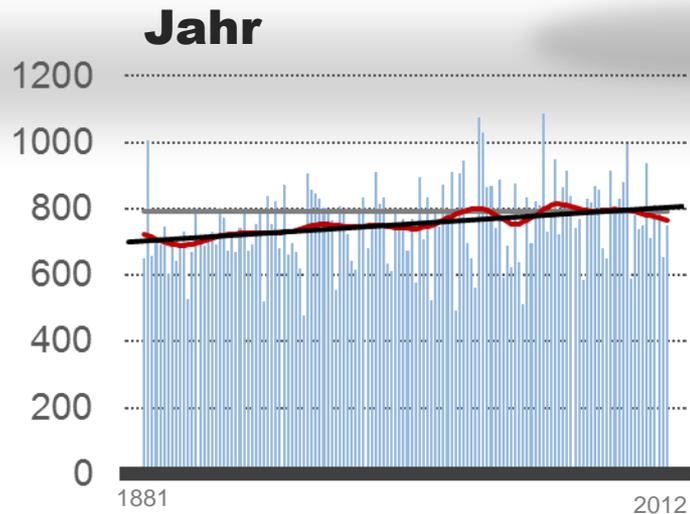
EXTREME



Niederschlagshöhen für Hessen

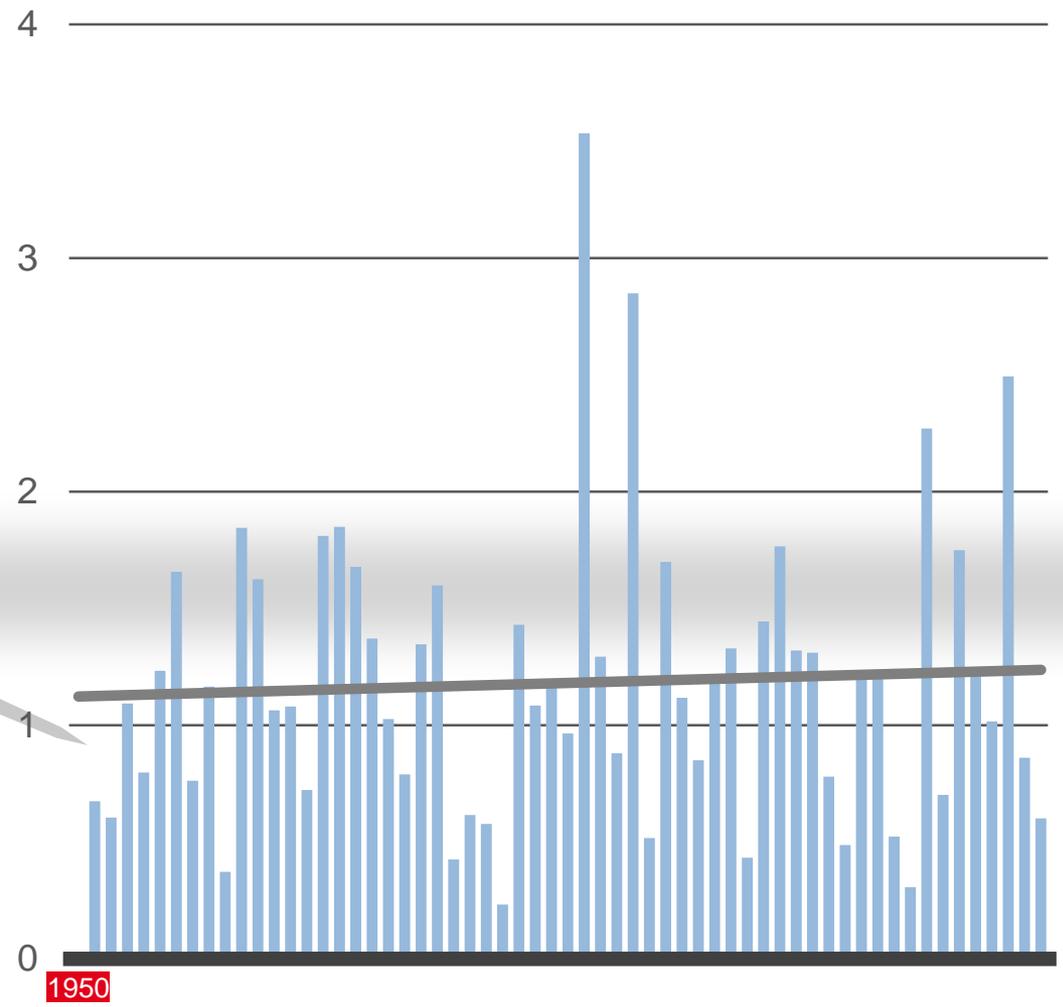
seit 1881 in mm

- Niederschlagshöhe
- Mittelwert 1961-1990
- geglätteter Mittelwert
- linearer Trend



Anzahl der Tage mit mindestens 30 mm Niederschlag

seit 1950 in Tagen



Legende

- Einzeljahre
- linearer Trend

Skeptizismus



Trendskeptiker

bezweifeln, dass es einen eindeutigen Erwärmungstrend im Wettergeschehen gibt.



Ursachenskeptiker

bezweifeln den Zusammenhang zwischen der Temperaturentwicklung und dem CO₂-Gehalt der Atmosphäre.



Folgenskeptiker

bezweifeln, dass eine Erwärmung gravierende negative Folgen hat.

<http://www.klimaskeptiker.info/>



Quelle: MEV-Verlag

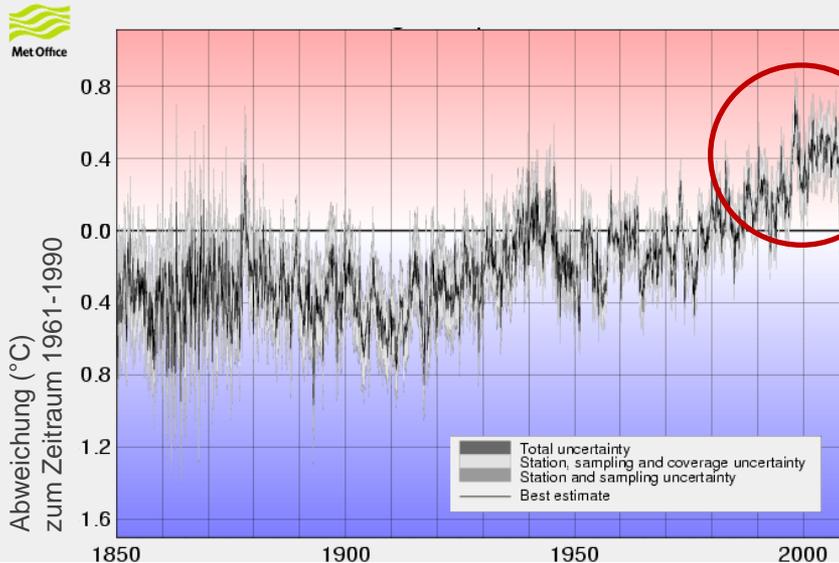


Trendskeptiker: Erwärmung seit 1998 gestoppt?

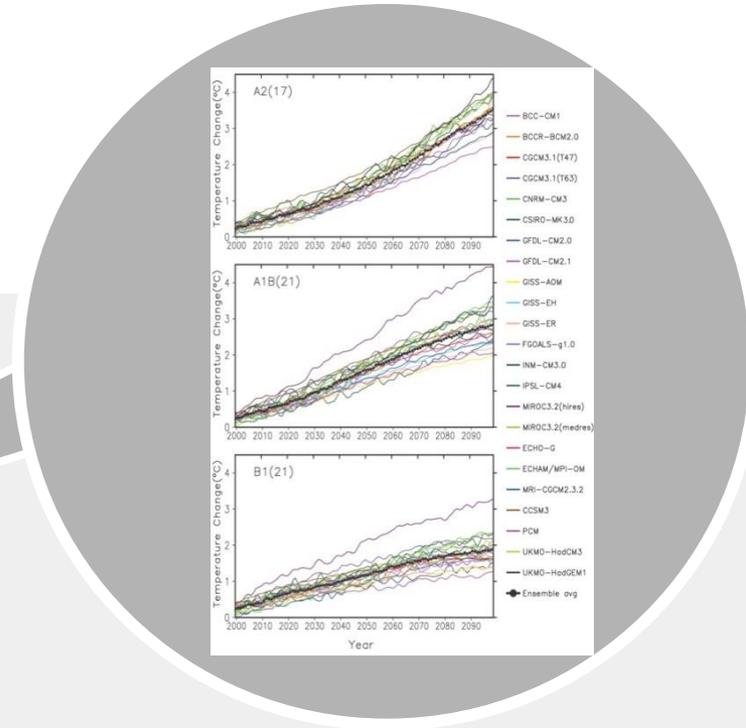
Klimatrend steht bis heute nicht im Widerspruch zu den Projektionen der IPCC- Modelle, da sich natürliche Schwankungen und anthropogene Erwärmung überlagern.

Globale Mitteltemperatur 1850 – 2008

leichter Rückgang der Temperatur im globalen Mittel von 1998-2008 um ca. 0,2 °C:

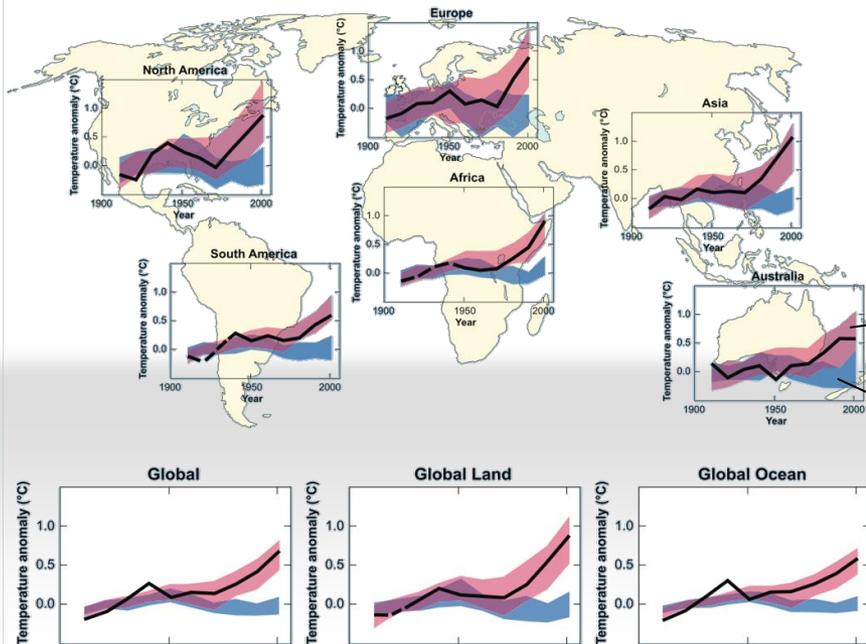


Ja, aber:





Klimasimulation mit gekoppelten globalen Klimamodellen



Quelle: IPCC 2007

IPCC-AR4-Modelle nutzen bis zu 18 verschiedene Randbedingungen als Antrieb („Forcing Agents“)

Mit anthropogenen Einflüssen (u. a.):

- CO₂
- Landnutzung

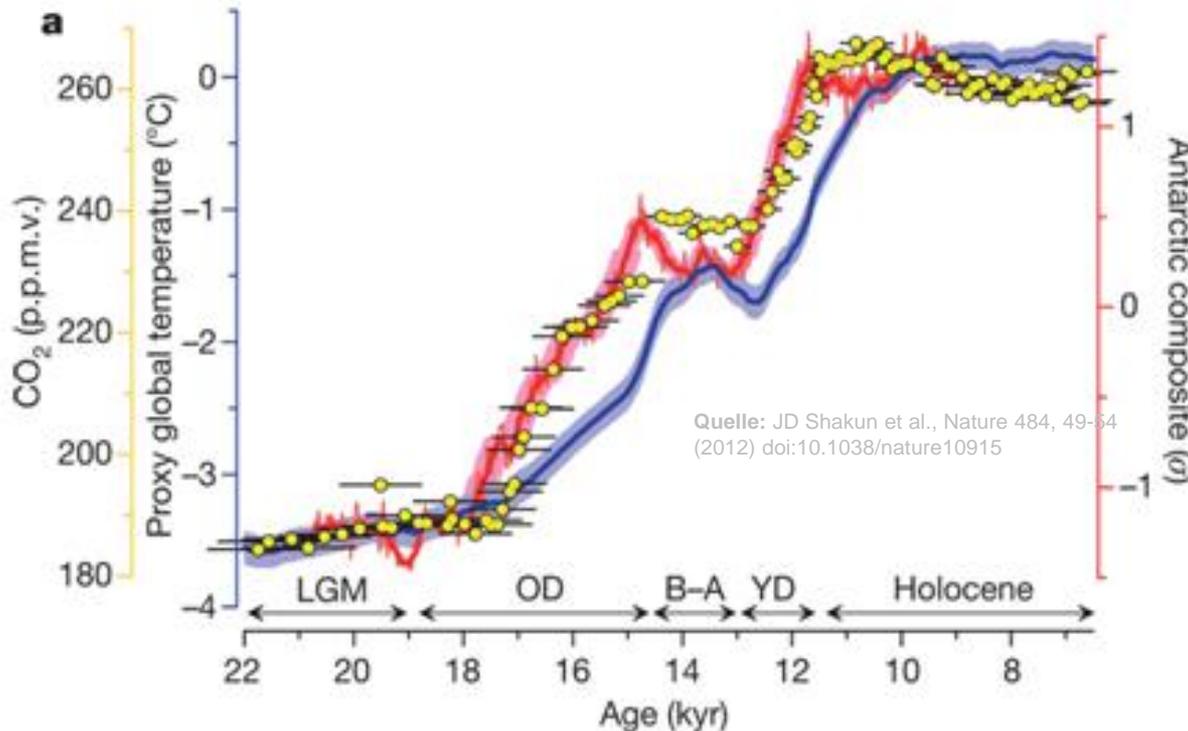
Natürlich (ohne anthropogene Einflüsse):

- solare Aktivität
- vulkanische Aktivität

Der beobachtete Temperaturverlauf ist nicht mit ausschließlich natürlichen Antrieben zu erklären.



Ursachenskeptiker: CO₂-Konzentration und Temperatur



Heute: Andere Ursache, gleicher Mechanismus

Paläo-Klima

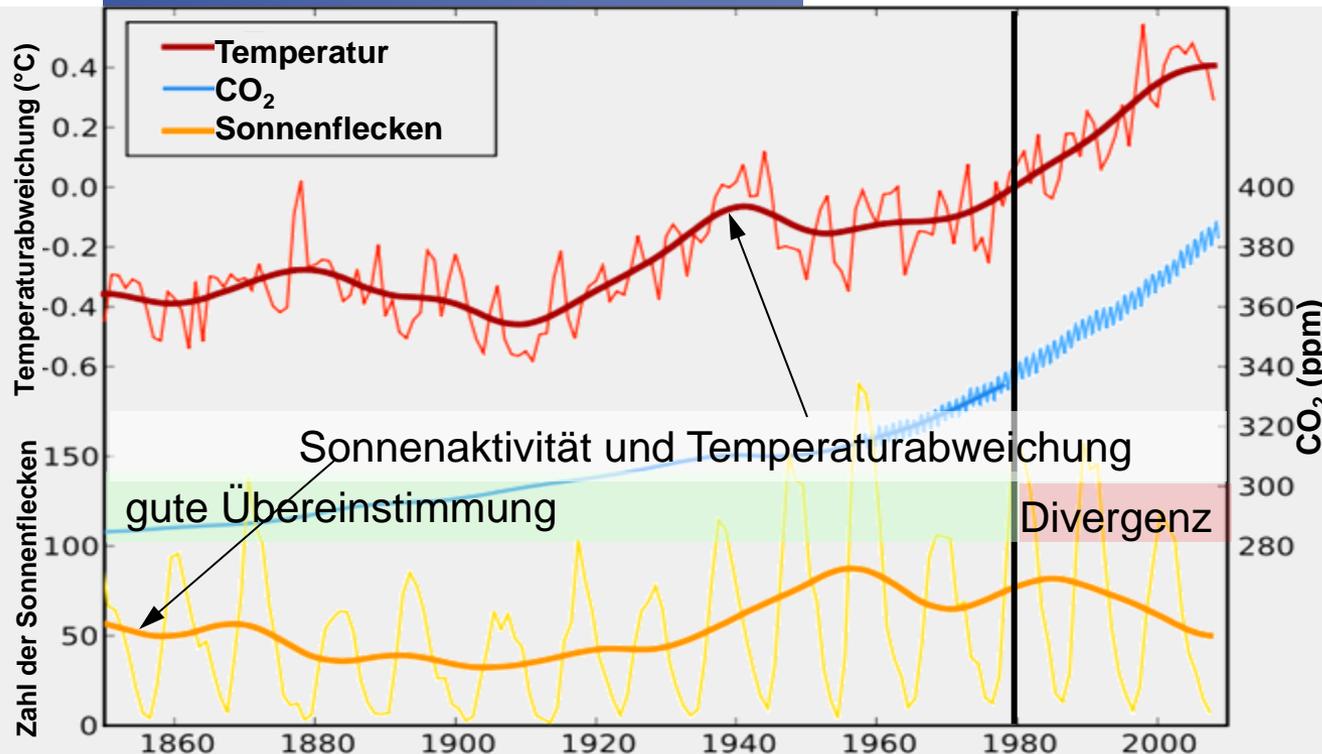


CO₂ verstärkt die durch Schwankungen in der Erdumlaufbahn verursachte Temperaturerhöhung an den Polen so stark, dass sie sich auf die gesamte Erdoberfläche ausdehnt.



„Klimawandel-Skeptiker“: Solare Variabilität ist hauptverantwortlich für den beobachteten Klimawandel

Temperatur, CO₂ und Sonnenflecken
(als Maß für die Sonnenaktivität)



wichtigstes
Gegenargument:

Kurven
(Sonnenaktivität und
Globaltemperatur)

divergieren
spätestens seit 1980

(z.B. Lockwood & Fröhlich,
2007)

Alarmismus

- Übertreibung der Bedrohung

▲ Ursachen



- Erklärung wissenschaftlicher Hypothesen zur Wahrheit
 - Hockeyschlägerkurve

▲ Trend



- Bewusste oder unbewusste Ignoranz unvermeidlicher Unsicherheiten

- Fehler im IPCC AR4
 - Gletscher im Himalaya
 - Meeresspiegelanstieg NL
 - Africagate

▲ Folgen



Klimawandel in Hessen – ein Fazit

Unser Klima ist geprägt durch eine hohe Variabilität. Selbst eine Stagnation der Erwärmung über mehrere Jahre wäre kein Beweis für ein Ende des Klimawandels.

Das Klimasystem ist zu komplex, um **alle** Prozesse bereits heute verstehen und vollständig berücksichtigen zu können.

Anpassung an den Klimawandel kann und muss dennoch trotz aller noch vorhandenen Unsicherheiten jetzt erfolgen!
→ Die Bundesländer spielen dabei eine wesentliche Rolle!



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit.**

