



Klimawandel und Starkregen in Hessen

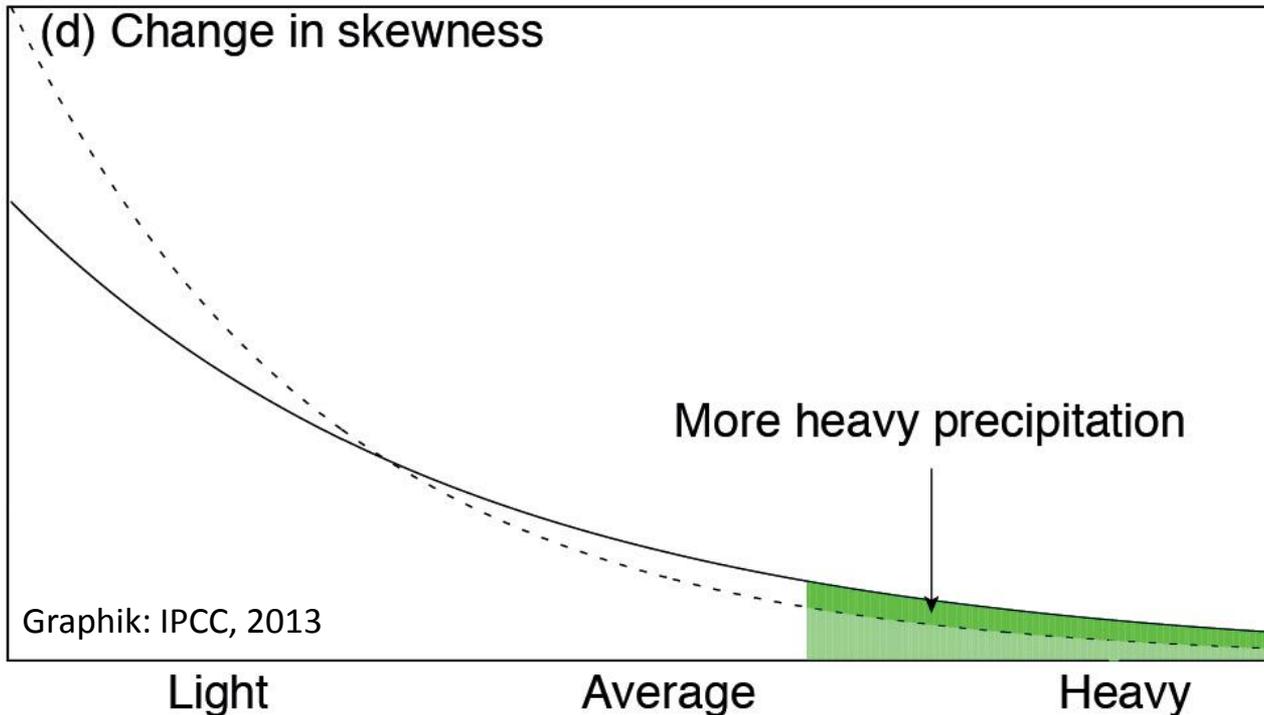


Was hat Starkregen mit dem Klimawandel zu tun?

- Wärmere Luft kann mehr Feuchte aufnehmen als kühlere Luft
- Erreicht die relative Feuchte 100% (d.h. wenn die Luft mit Feuchte gesättigt ist), dann setzt Tropfenbildung ein -> Wolken können entstehen.
- Je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasser kann also eine Wolke enthalten und desto mehr Regen kann aus der Wolke fallen.
- Laut Theorie (Clausius-Clapeyron-Gleichung) müsste pro 1 °C Temperaturanstieg 7% mehr Niederschlag fallen.
- Diese Niederschlagszunahme ist jedoch nicht gleichmäßig verteilt. Die stärkste Zunahme der Niederschlagsmenge finden wir bei den Starkregenereignissen.

Niederschlagsintensität

Precipitation



Schema der Änderung
des Niederschlages

Gestrichelte Linie:
heutige Verteilung;
durchgezogene Linie:
zukünftige Verteilung

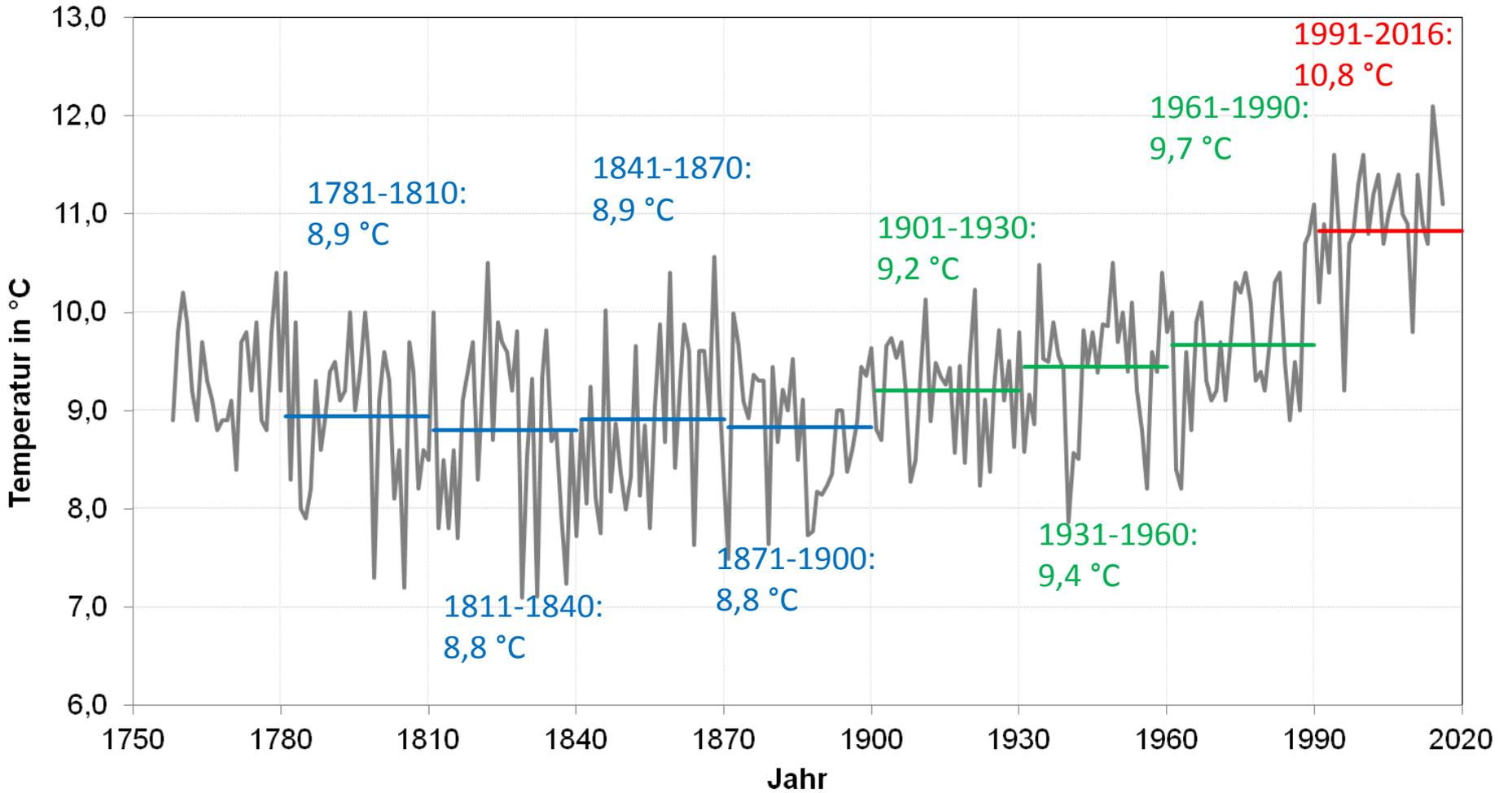
Durch den Klimawandel erwarten wir eine Verschiebung der Niederschlagsintensität:
Weniger leichte Niederschlagsereignisse, mehr intensive Niederschlagsereignisse.



Beobachteter Klimawandel in Hessen

Jahresmitteltemperatur Frankfurt/Main 1758–2016

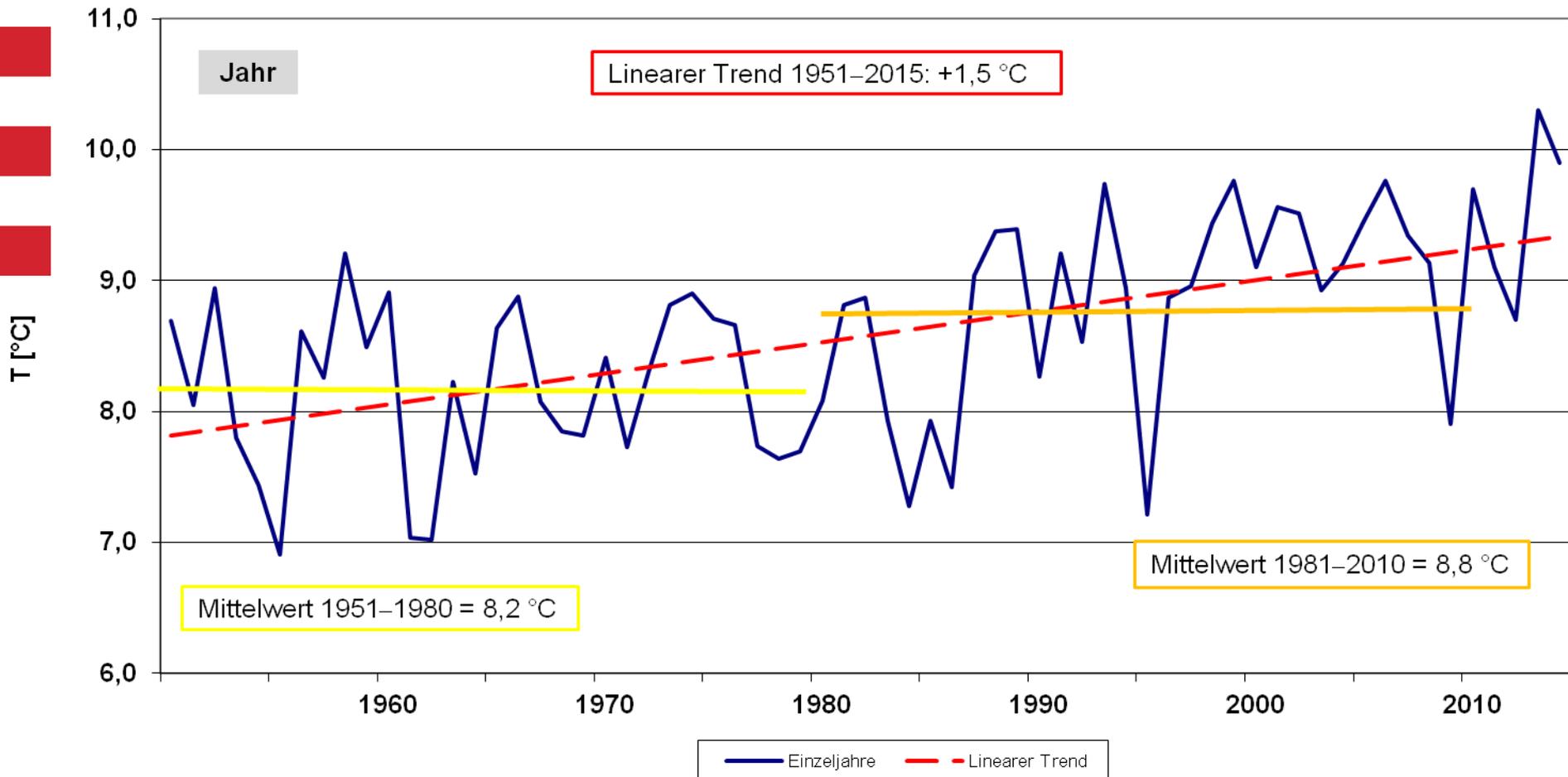
(auf heutigen Messstandort am Flughafen interpolierte Zeitreihe)



— Jahresmittel — 1781-1810 — 1811-1840 — 1841-1870 — 1871-1900 — 1901-1930 — 1931-1960 — 1961-1990 — 1991-aktuell



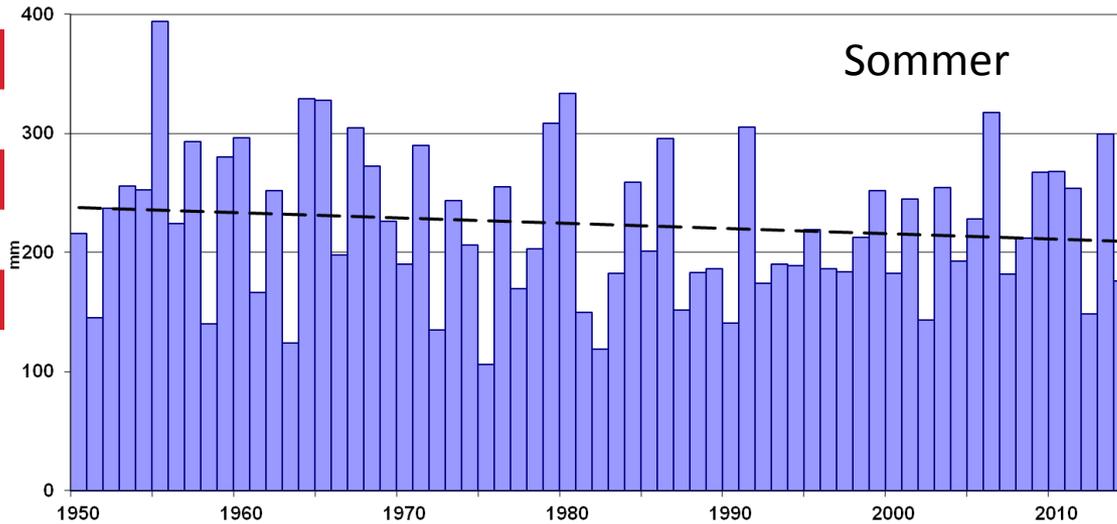
Jahresmitteltemperatur Hessen 1951 - 2015



2014 war in Deutschland und in Hessen das wärmste Jahr seit Beginn der Klimaaufzeichnungen. Das zweitwärmste Jahr in Hessen war 2015.

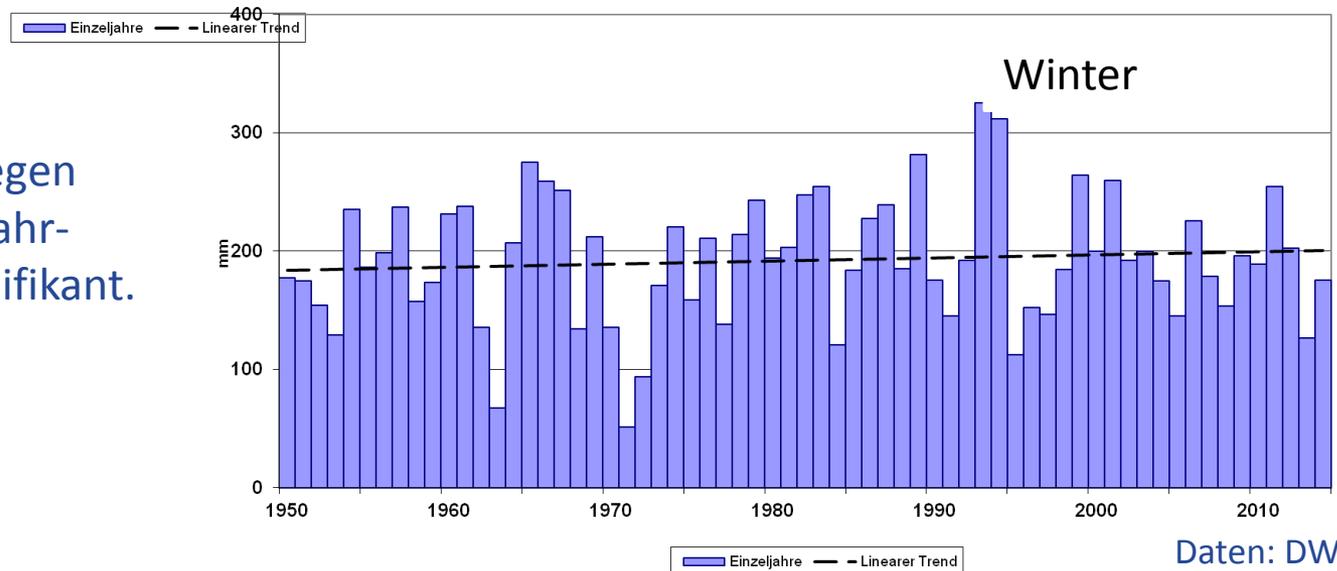


Niederschlag Hessen, 1951-2015

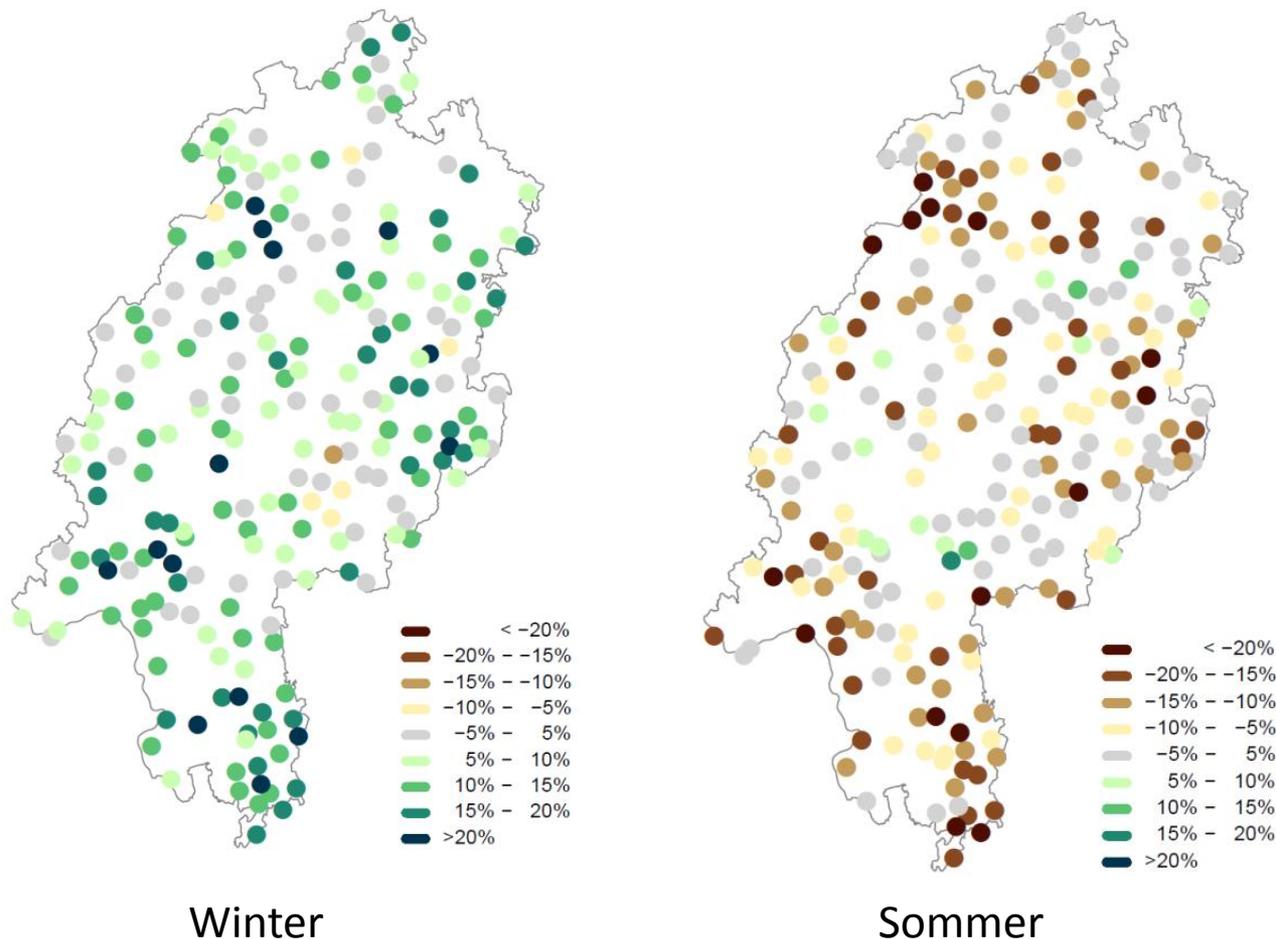


Sommer: Abnahme
Winter: Zunahme

Beide Trends sind wegen
der großen Jahr-zu-Jahr-
Variabilität nicht signifikant.



Starkniederschlag: Trends 1961 - 2009



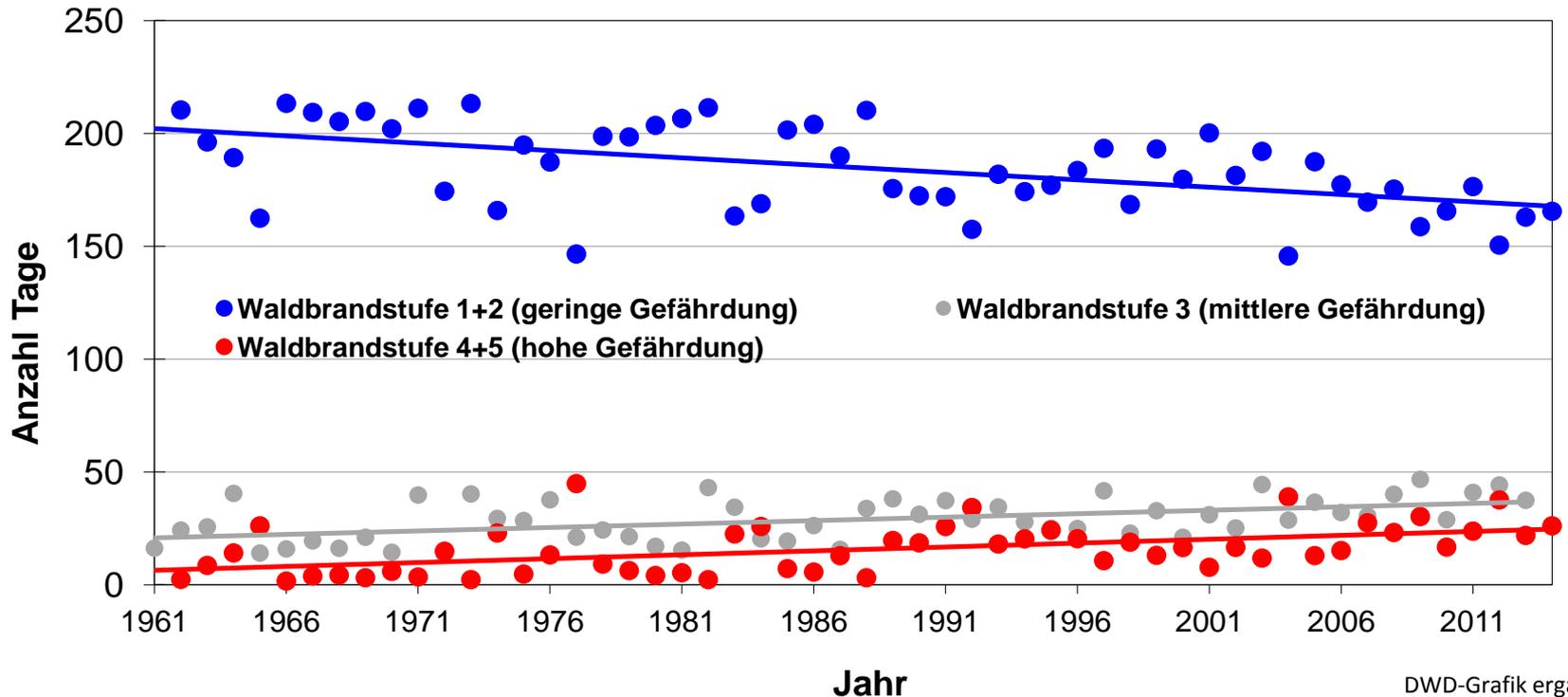
Trends im beobachteten Extremniederschlag 1961-2000 in % (100% = Mittelwert 1961-1990).



Zunahme des Waldbrandrisikos

Deutscher Wetterdienst

Mittelwert Kanadischer Waldbrandindex 1961-2013, Hessen für die Waldbrandsaison



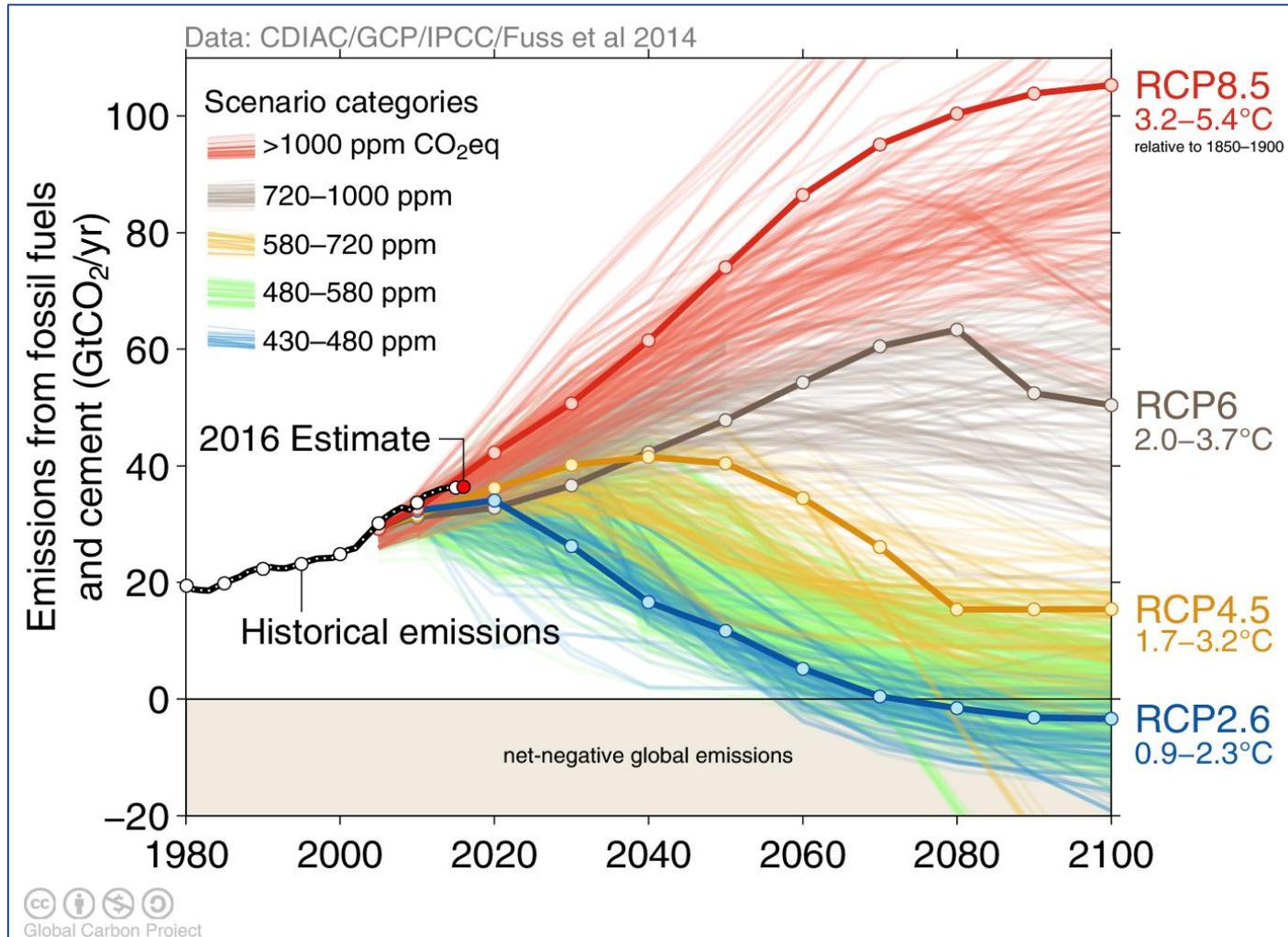
DWD-Grafik ergänzt um
Waldbrandstufe 3

	1961-1990	1971-2000	1981-2010
Waldbrandstufe 1+2	192	186	180
Waldbrandstufe 3	25	28	31
Waldbrandstufe 4+5	11	15	18
Summe	229	229	229



Klimaprojektion

CO₂-Emissionen – Beobachtung und Szenarios



Weiter-wie-bisher

2°-Szenario

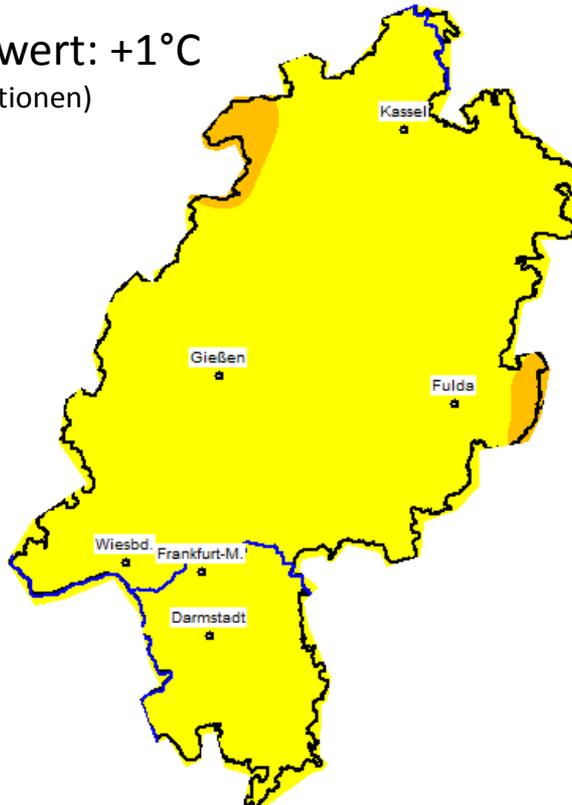
Globale CO₂-Emissionen von fossilen Brennstoffen und Zementproduktion: Beobachtung und IPCC-Szenarios.



Änderung Jahresmitteltemperatur 2071-2100 gegenüber 1971-2000

2°-Szenario

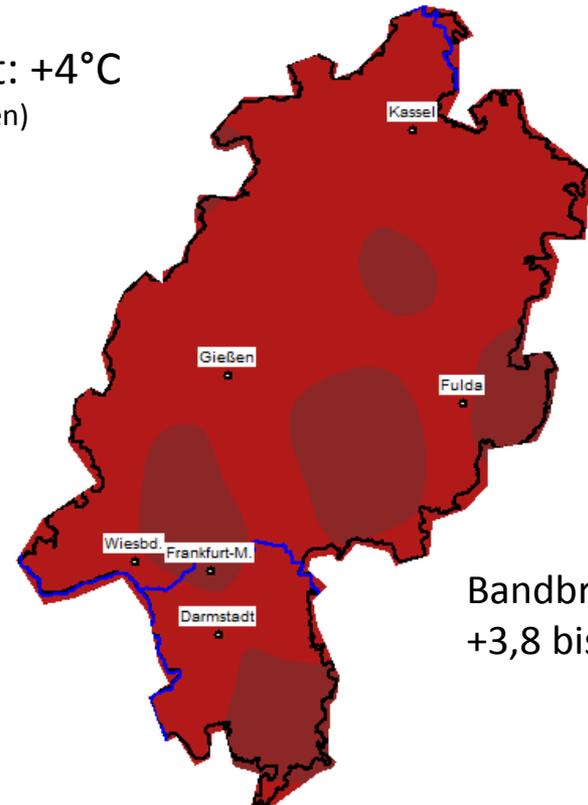
Mittelwert: +1°C
(3 Simulationen)



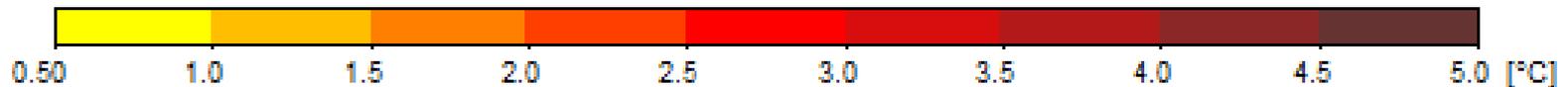
Bandbreite
unklar

Weiter-wie-bisher

Mittelwert: +4°C
(25 Simulationen)



Bandbreite:
+3,8 bis +4,4 °C





Änderung der Anzahl heißer Tage 2071-2100 gegenüber 1971-2000

2°-Szenario

Weiter-wie-bisher

Mittelwert: +3,7 Tage
(3 Simulationen)

Mittelwert: +23,4 Tage
(25 Simulationen)

1971-2000: 5,6 heiße Tage
2003: 23 heiße Tage, d.h.
+17,4 Tage vs. 1971-2000

Bandbreite
unklar

Bandbreite:
+8,5 bis +38,2
Tage

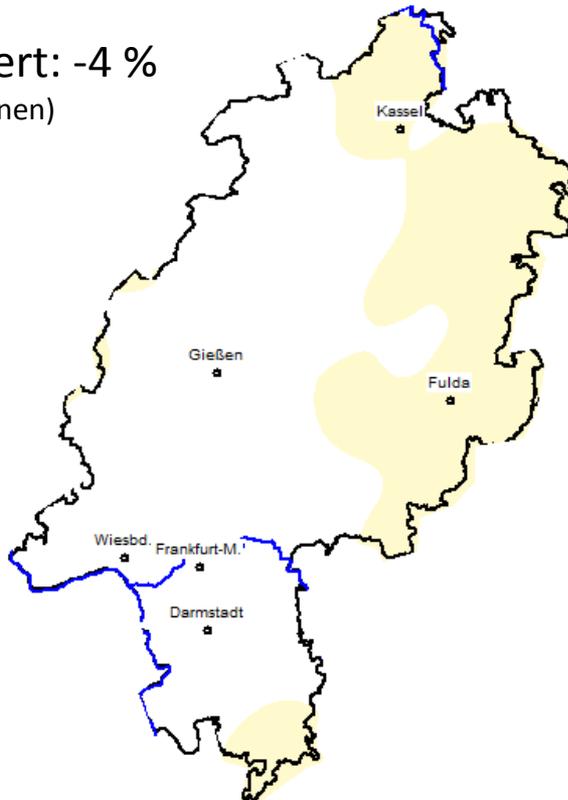




Änderung Niederschlag Sommer 2071-2100 gegenüber 1971-2000

2°-Szenario

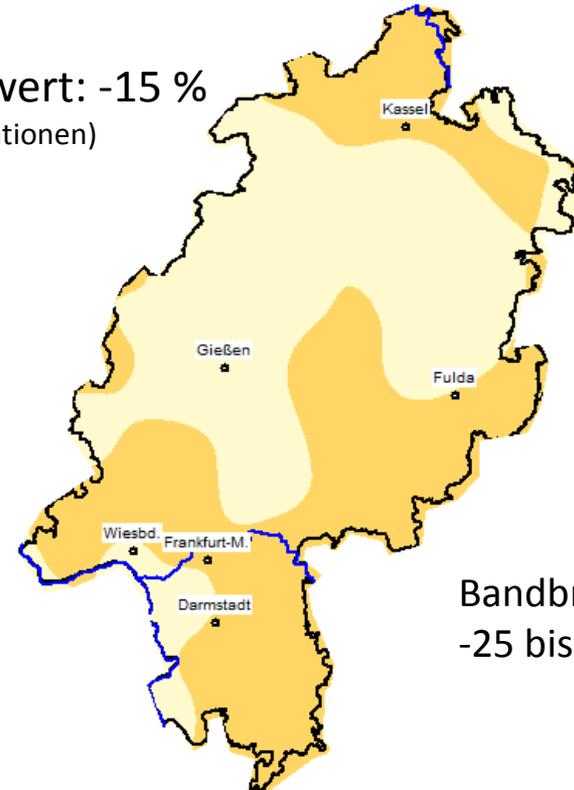
Mittelwert: -4 %
(3 Simulationen)



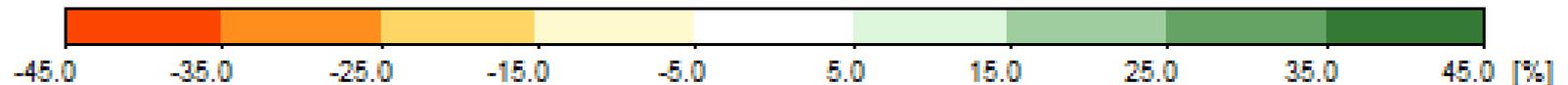
Bandbreite
unklar

Weiter-wie-bisher

Mittelwert: -15 %
(25 Simulationen)



Bandbreite:
-25 bis -6 %





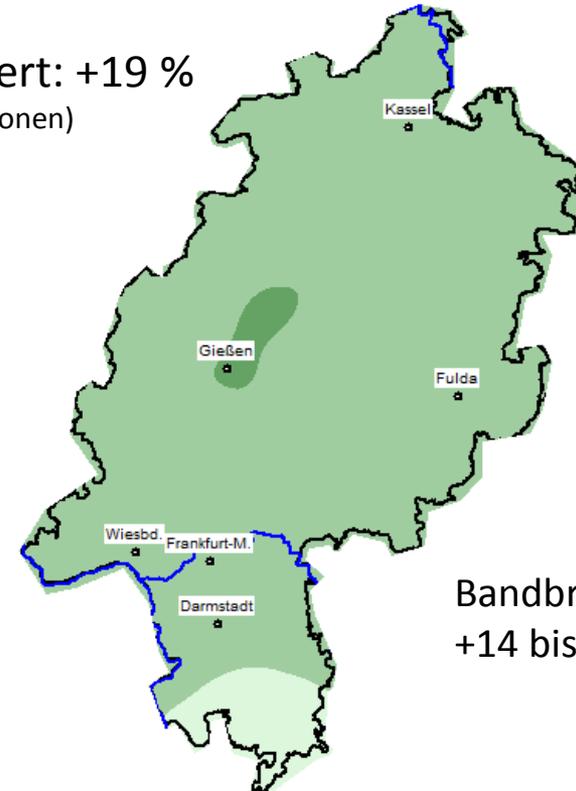
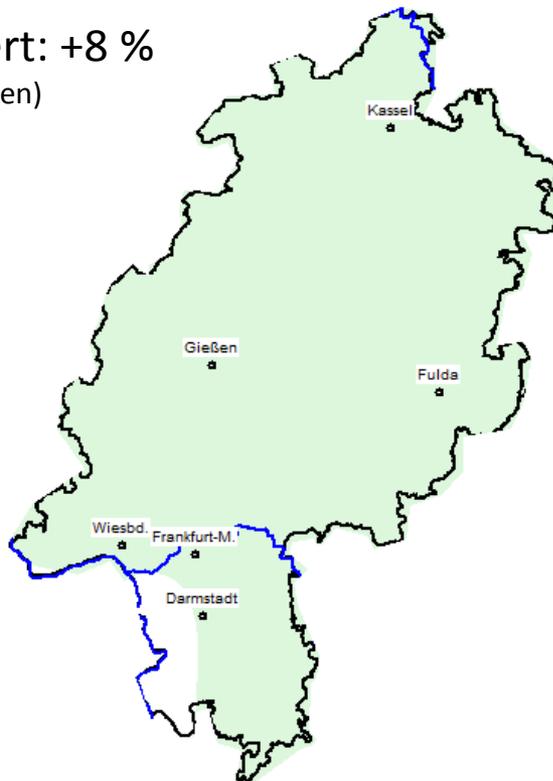
Änderung Niederschlag Winter 2071-2100 gegenüber 1971-2000

2°-Szenario

Weiter-wie-bisher

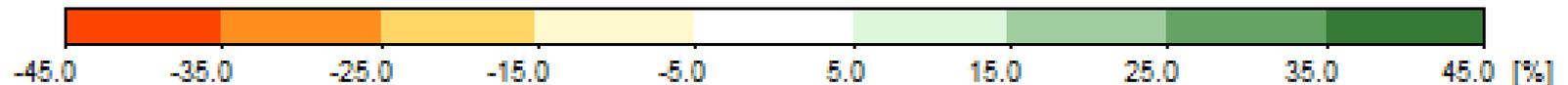
Mittelwert: +8 %
(3 Simulationen)

Mittelwert: +19 %
(25 Simulationen)



Bandbreite
unklar

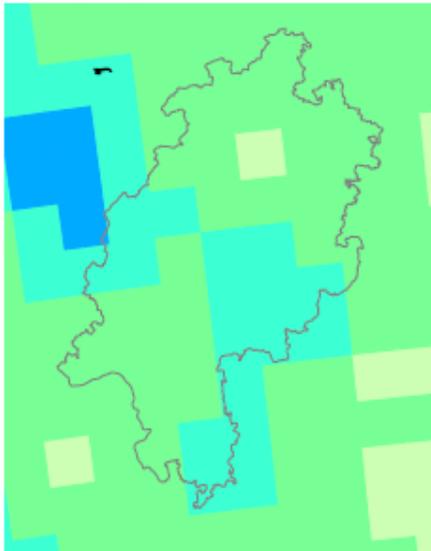
Bandbreite:
+14 bis +25 %



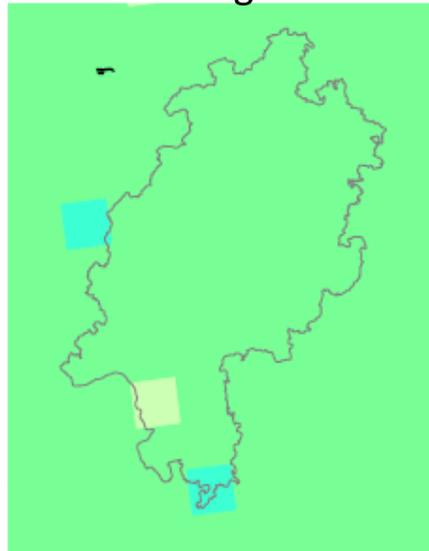


Starkniederschlag: Tage mit Niederschlag $> 20 \text{ l/m}^2$

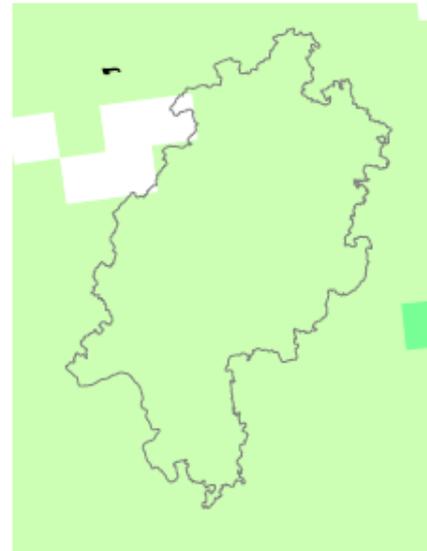
Winter



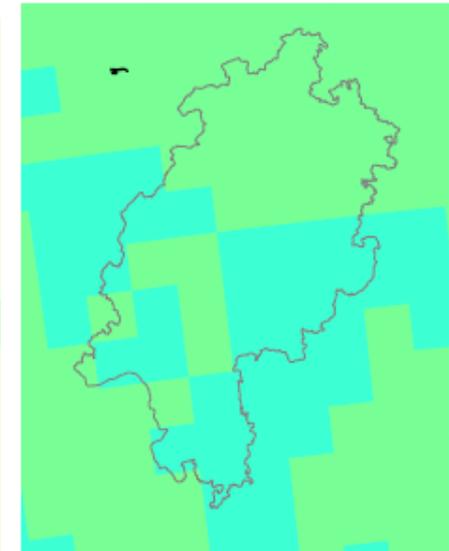
Frühling



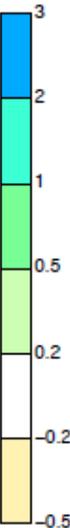
Sommer



Herbst



Tage/Jahr



Änderung der Anzahl von Tagen mit mehr als 20 l/m^2 Niederschlag pro Jahreszeit, 2060 – 2099 gegenüber 1960 – 1999, Mittel über 12 Projektionen mit verschiedenen globalen und regionalen Klimamodellen; **Szenario A1B** (\approx Zusagen für Paris).

Sommer: Kleines Änderungssignal = Simulationen mit Zunahme oder Abnahme -> Aussage sehr unsicher.



Folgen des Klimawandels in Hessen

Folgen des Klimawandels in Hessen: Wasser

- Steigende **Hochwassergefahr** im Winter
- Zunehmende **Niedrigwassergefahr** im Sommer und Herbst
- Quellschüttungen könnten im Sommer zurückgehen
- Bewässerungsbedarf nimmt zu



Rhein bei
Rüdesheim,
November 2011

Folgen des Klimawandels in Hessen: Obst + Wein



- Veränderung der Wachstumsperiode (Blüte und Ernte verfrühen sich, Kältereiz im Winter evtl. nicht erfüllt)
- Zunahme von wärmeliebenden Schädlingen (z.B. Apfelwickler auf zwei Generationen pro Jahr bis 2100)



Bild: O. Leillinger, Wikipedia

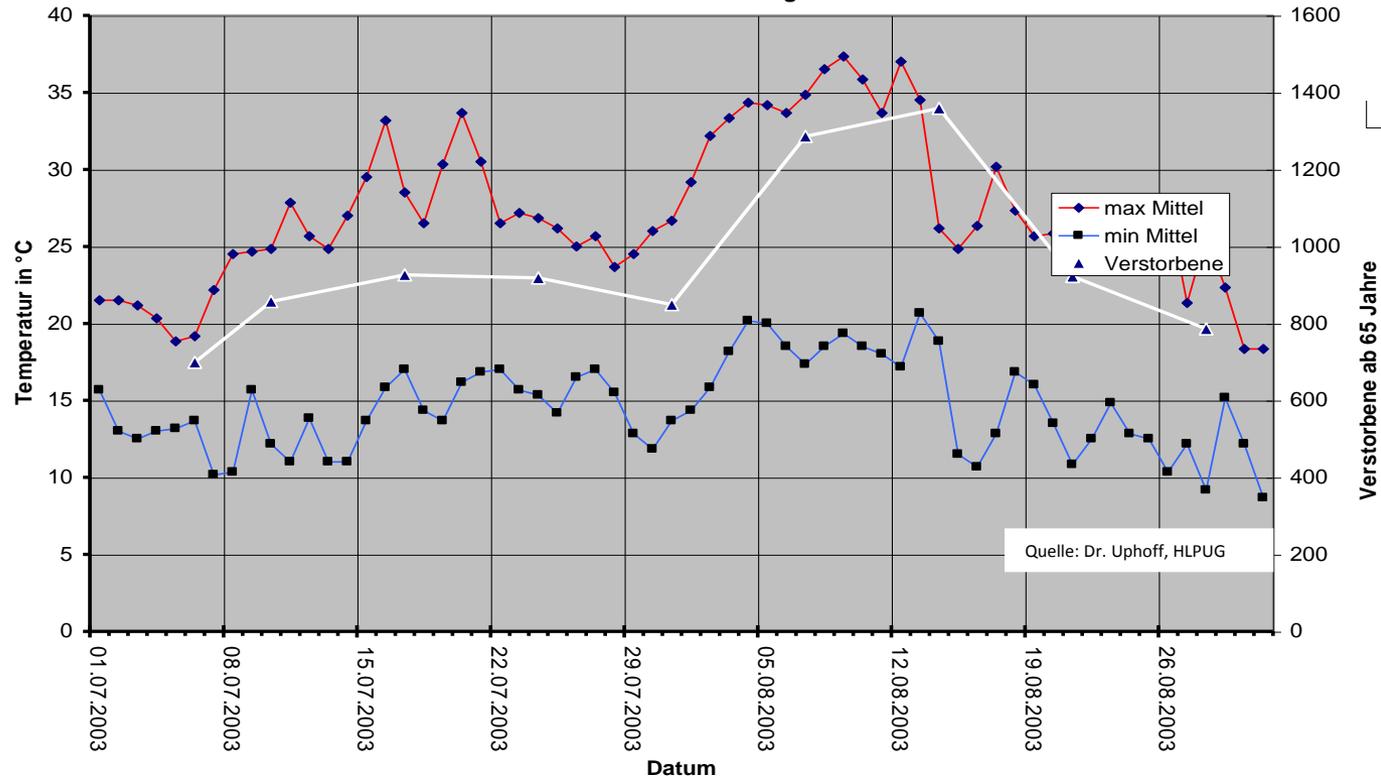


Bild: Chmielewski, HU-Berlin

Folgen des Klimawandels in Hessen: Gesundheit

Hitzeperioden nehmen zu und führen zu Gesundheitsbelastungen bis hin zu Todesfällen.

Durchschnittliche maximale und minimale Tagestemperaturen sowie verstorbene ältere Menschen in Hessen
Juli - August 2003



Innenstädte sind besonders betroffen!



Fazit



Fazit I

- Das Klima hat sich schon geändert und wird sich weiter ändern.
- Die Stärke dieser Änderung hängt von den THG-Emissionen der kommenden Jahrzehnte ab.
- Wenn wir so weitermachen wie bisher, bedeutet das für Hessen:
 - Mittlerer Temperaturanstieg von ca. 4 °C im Jahresmittel (gegenüber 1971-2000)
 - Verschiebung des Niederschlags vom Sommer in den Winter
 - Mehr Starkregenereignisse
- Bei Einhaltung des 2°-Zieles könnte ein großer Teil dieser Änderungen vermieden werden!



Fazit II

- Der Klimawandel hat Auswirkungen auf unsere Umwelt, z.B.:
 - Häufiger Niedrigwasser in Sommer / Herbst
 - Häufiger Hochwasser im Winter
 - Mehr Bewässerungsbedarf
 - Pflanzen blühen und reifen früher
 - Wärmeliebende Schädlinge vermehren sich
 - Zunahme der Waldbrandgefahr
 - Mehr Hitzebelastung in Städten
 - Zunehmende Überschwemmungsgefahr durch Starkregen
 - Zunahme der Erosionsgefahr durch Starkregen



Hessisches Landesamt für
Naturschutz, Umwelt und Geologie
Für eine lebenswerte Zukunft

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit