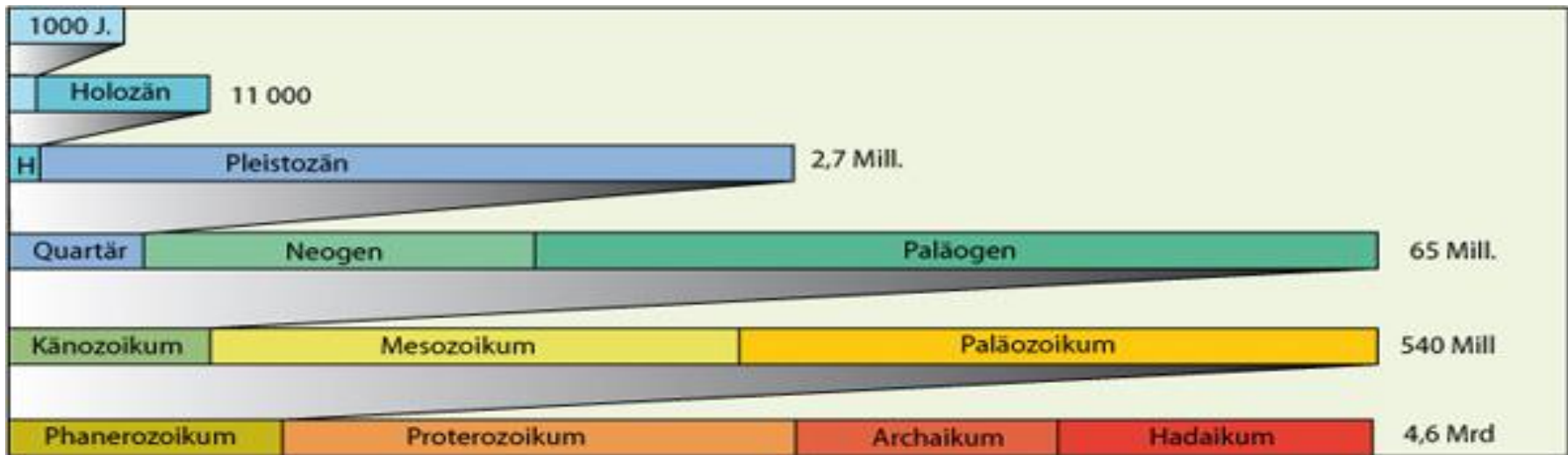


# Klima- und Witterungsentwicklung aus Sicht des Landwirts

Falk Böttcher  
Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Leipzig



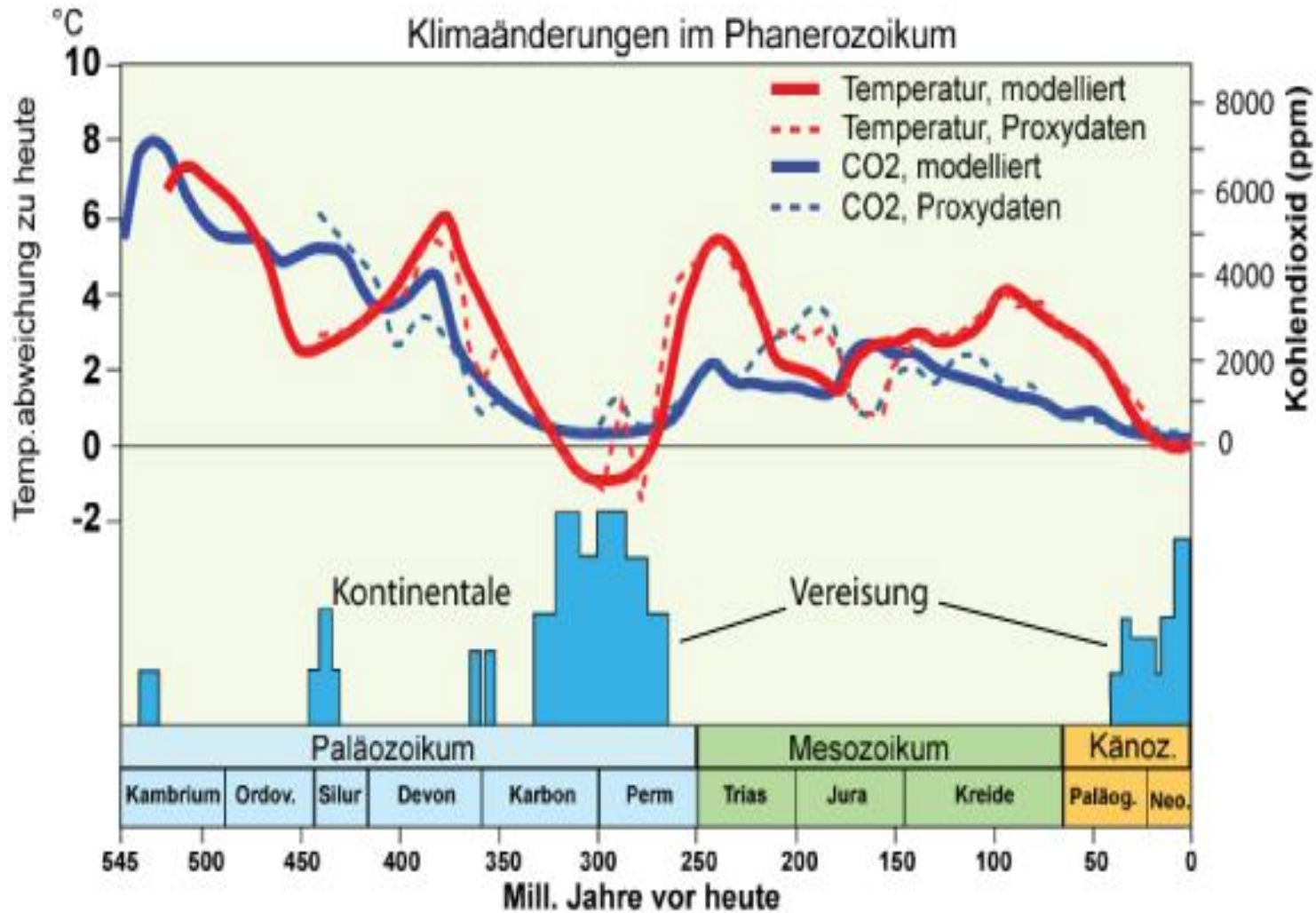
## Quellen:

W. Oschmann: Vier Milliarden Klimageschichte im Überblick, in: DWD Klimastatusbericht 2003

Meschede, M. (2015): Vereiste und eisfreie Erde – Ein Überblick, in: Lozán, J.L., H. Graßl, D. Kasang, D. Notz und H. Escher-Vetter: Warnsignal Klima: Das Eis der Erde, Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg 2015

Rother, H., und M. Meschede (2015): Schneeball-Erde – die größte Vereisung der Erdgeschichte, in: Lozán, J.L., H. Graßl, D. Kasang, D. Notz und H. Escher-Vetter: Warnsignal Klima: Das Eis der Erde, Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg 2015

[Siehe auch Hamburger Bildungsserver](#)



- 19. Jh - Beschreibung des Atmosphäreneinflusses auf die Lufttemperatur (Treibhauseffekt)
  - Instrumentelle Lufttemperaturmessung
  - Beschreibung der Blockierung der Infrarotstrahlung durch CO<sub>2</sub>
  - Beschreibung der Wirkung des CO<sub>2</sub> auf die Lufttemperatur

*On the Influence of Carbonic Acid  
in the Air upon the Temperature of  
the Ground*

Svante Arrhenius

Philosophical Magazine and Journal of Science  
Series 5, Volume 41, April 1896, pages 237-276.

This photocopy was prepared by Robert A. Rohde for Global Warming Art (<http://www.globalwarmingart.com/>) from original printed material that is now in the public domain.

Arrhenius's paper is the first to quantify the contribution of carbon dioxide to the greenhouse effect (Sections I-IV) and to speculate about whether variations in the atmospheric concentration of carbon dioxide have contributed to long-term variations in climate (Section V). Throughout this paper, Arrhenius refers to carbon dioxide as "carbonic acid" in accordance with the convention at the time he was writing.

Contrary to some misunderstandings, Arrhenius does not explicitly suggest in this paper that the burning of fossil fuels will cause global warming, though it is clear that he is aware that fossil fuels are a potentially significant source of carbon dioxide (page 270), and he does explicitly suggest this outcome in later work.

THE  
LONDON, EDINBURGH, AND DUBLIN  
PHILOSOPHICAL MAGAZINE  
AND  
JOURNAL OF SCIENCE.

[FIFTH SERIES.]

APRIL 1896.

XXXI. *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground.* By Prof. SVANTE ARRHENIUS\*.

I. *Introduction: Observations of Langley on Atmospheric Absorption.*

A GREAT deal has been written on the influence of the absorption of the atmosphere upon the climate. Tyndall† in particular has pointed out the enormous importance of this question. To him it was chiefly the diurnal and annual variations of the temperature that were lessened by this circumstance. Another side of the question, that has long attracted the attention of physicists, is this: Is the mean temperature of the ground in any way influenced by the presence of heat-absorbing gases in the atmosphere? Fourier‡ maintained that the atmosphere acts like the glass of a hothouse, because it lets through the light rays of the sun but retains the dark rays from the ground. This idea was elaborated by Pouillet§; and Langley was by some of his researches led to the view, that "the temperature of the earth under direct sunshine, even though our atmosphere were present as now, would probably fall to  $-200^{\circ}$  C., if that atmosphere did not possess the quality of selective

\* Extract from a paper presented to the Royal Swedish Academy of Sciences, 11th December, 1895. Communicated by the Author.

† 'Heat a Mode of Motion,' 2nd ed. p. 495 (Lond., 1865).

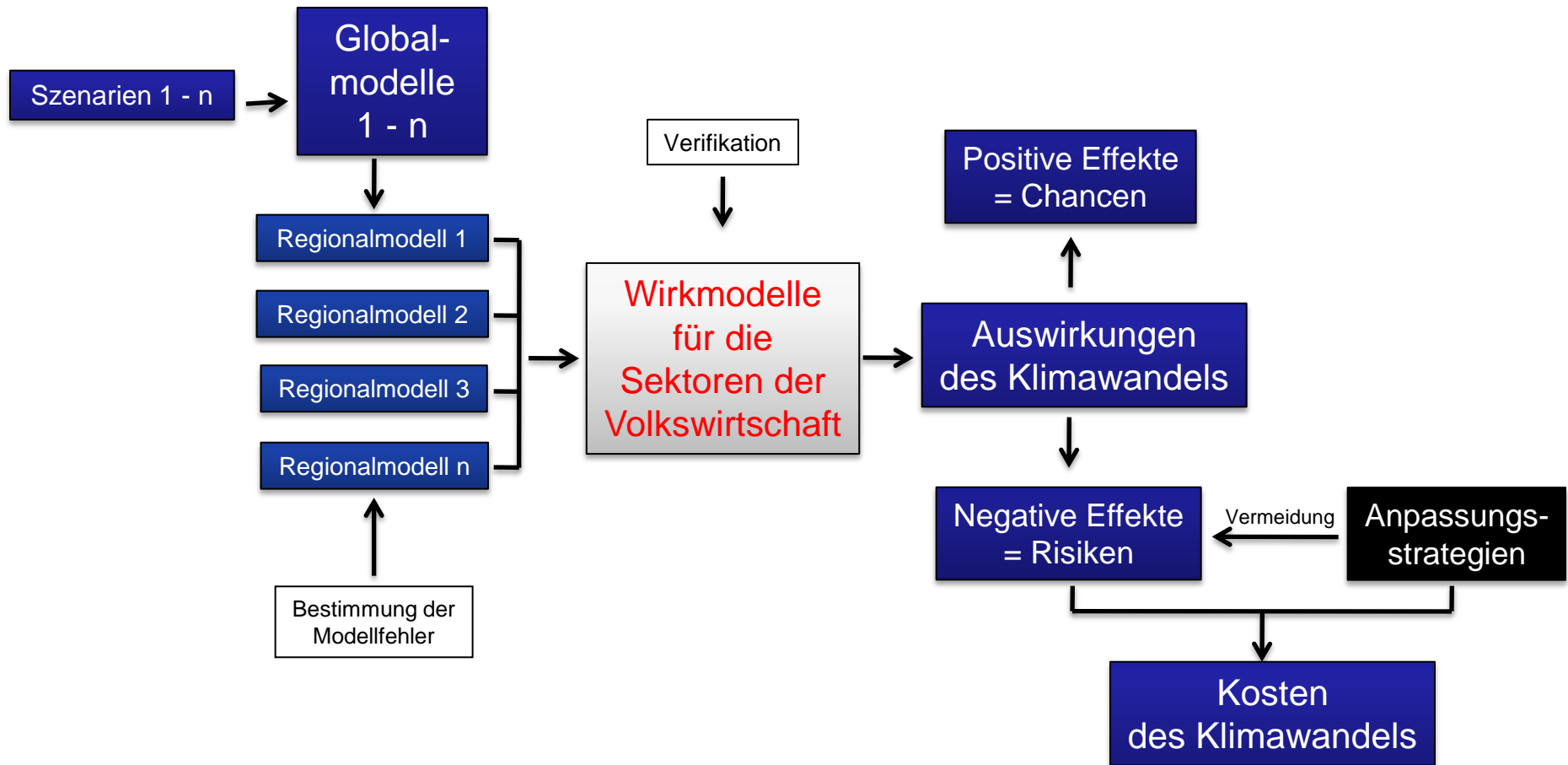
‡ *Mém. de l'Ac. R. d. Sci. de l'Inst. de France*, t. vii. 1827.

§ *Comptes rendus*, t. vii. p. 41 (1838).



- 19. Jh - Beschreibung des Atmosphäreneinflusses auf die Lufttemperatur (Treibhauseffekt)
  - Instrumentelle Lufttemperaturmessung
  - Beschreibung der Blockierung der Infrarotstrahlung durch CO<sub>2</sub>
  - Beschreibung der Wirkung des CO<sub>2</sub> auf die Lufttemperatur
  
- 20. Jh - Erwärmung wird gemessen
  - Errechnung und Nachweis von Rückkopplungseffekten
  - CO<sub>2</sub> – Quellen werden identifiziert
  - Beginn der „Keeling – Messungen“
  - Gründung des IPCC
  - erste Warnungen an politische Entscheidungsträger
  - erste Erdsystemmodellierungen
  
- 21. Jh - Satelliten beobachten Verstärkung der Erwärmung
  - immer komplexere Erdsystemmodellierungen
  - differenzierte Klimamodellierungen
  - sozio-Ökonomische Wirkungsabschätzungen und Anpassungsstrategien

## Methodischer Ansatz der Klimamodellierung



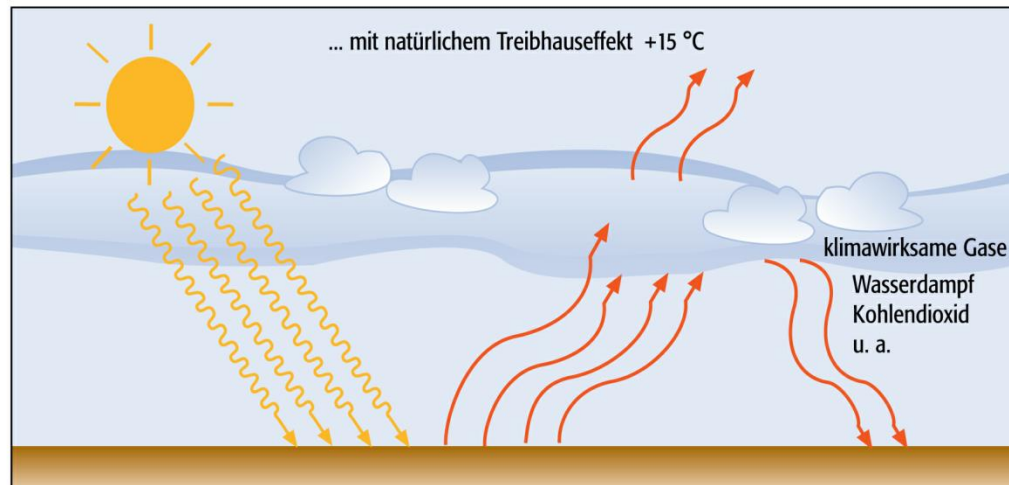
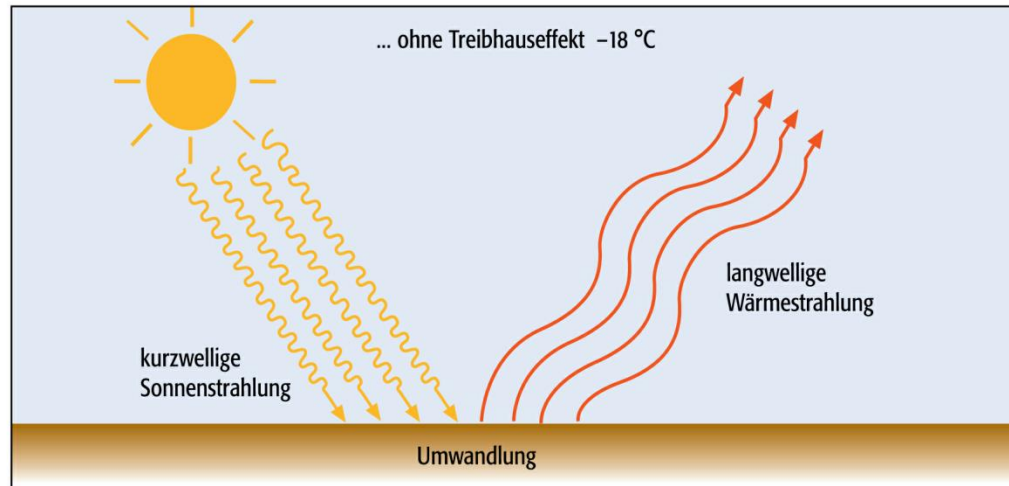
# Grundlagen zum Klimawandel



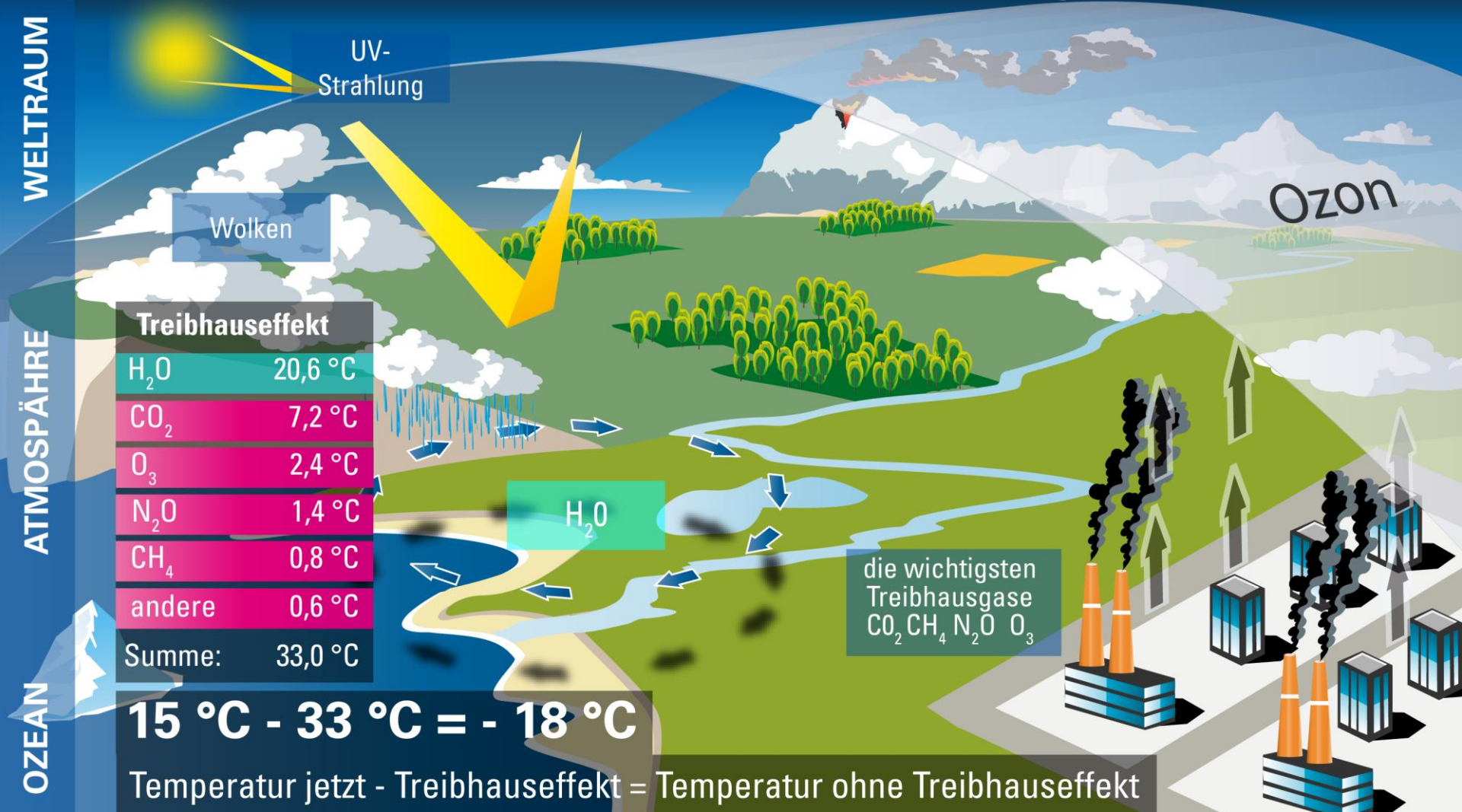
IPCC Assessment Reports seit 1990



## Der natürliche Treibhauseffekt.



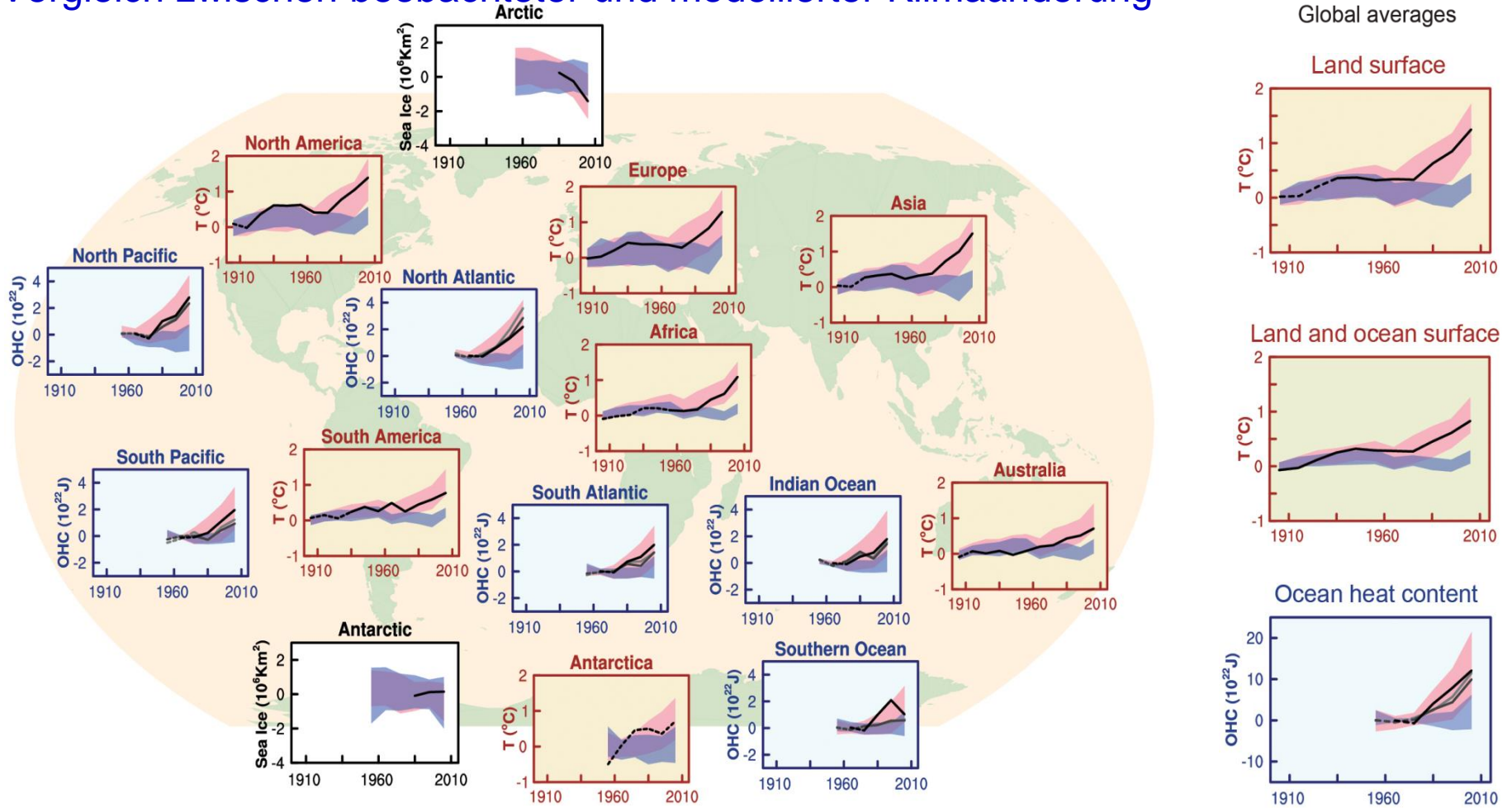
## Treibhauseffekt macht Leben erst möglich



# Grundlagen zum Klimawandel



## Vergleich zwischen beobachteter und modellierter Klimaänderung



≡ Observations

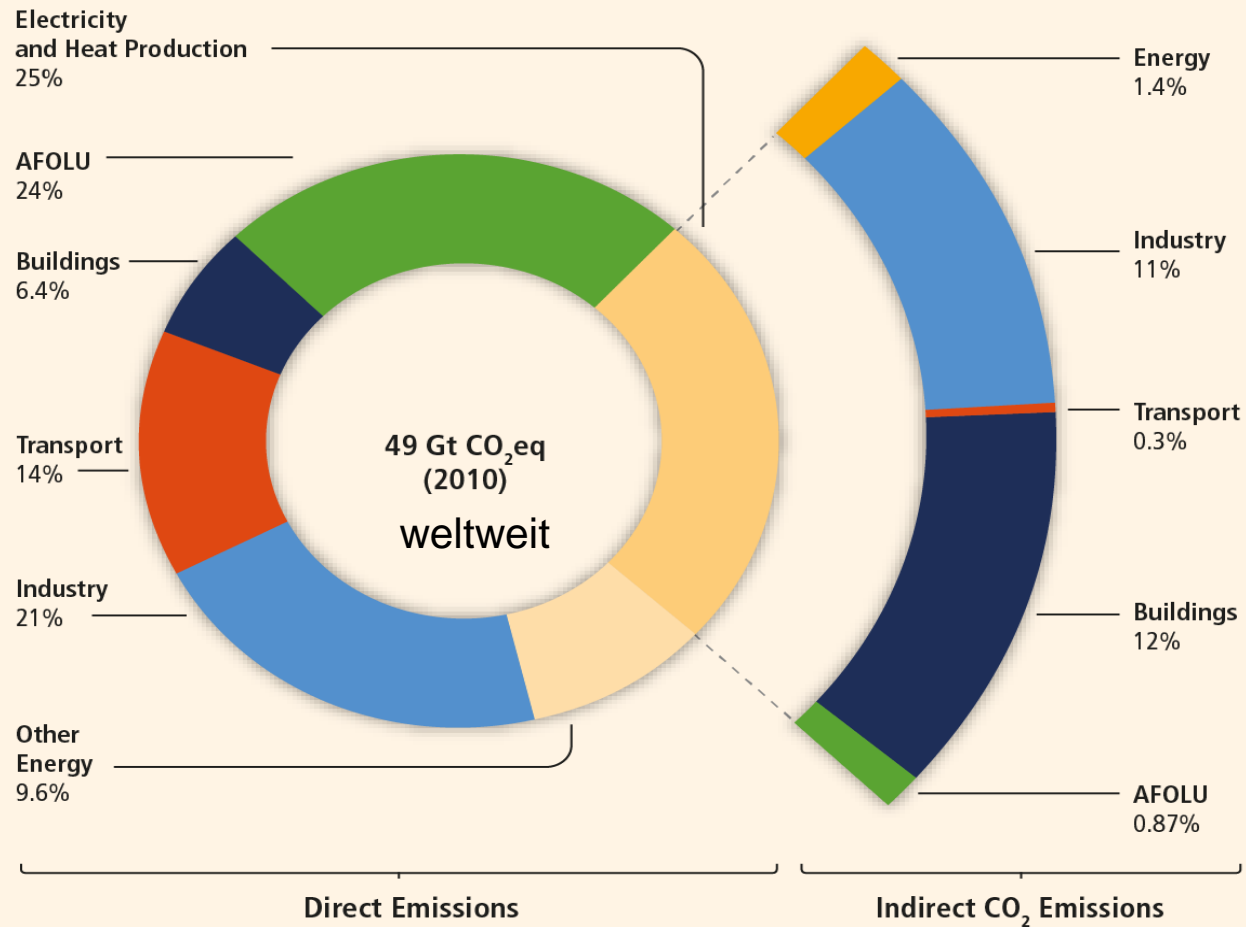
■ Models using only natural forcings

■ Models using both natural and anthropogenic forcings

All Figures © IPCC 2013



## Greenhouse Gas Emissions by Economic Sectors

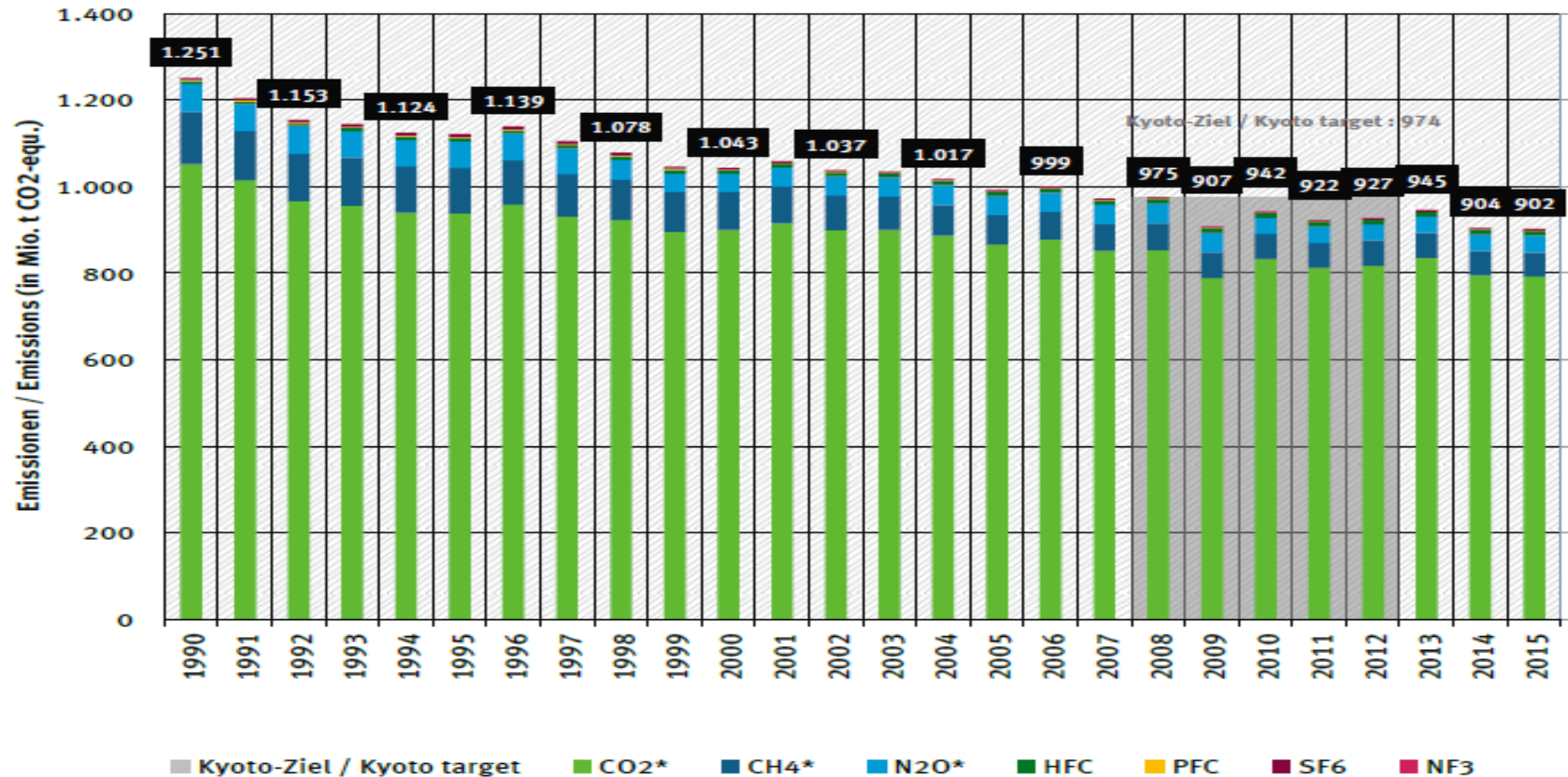


All Figures © IPCC 2014

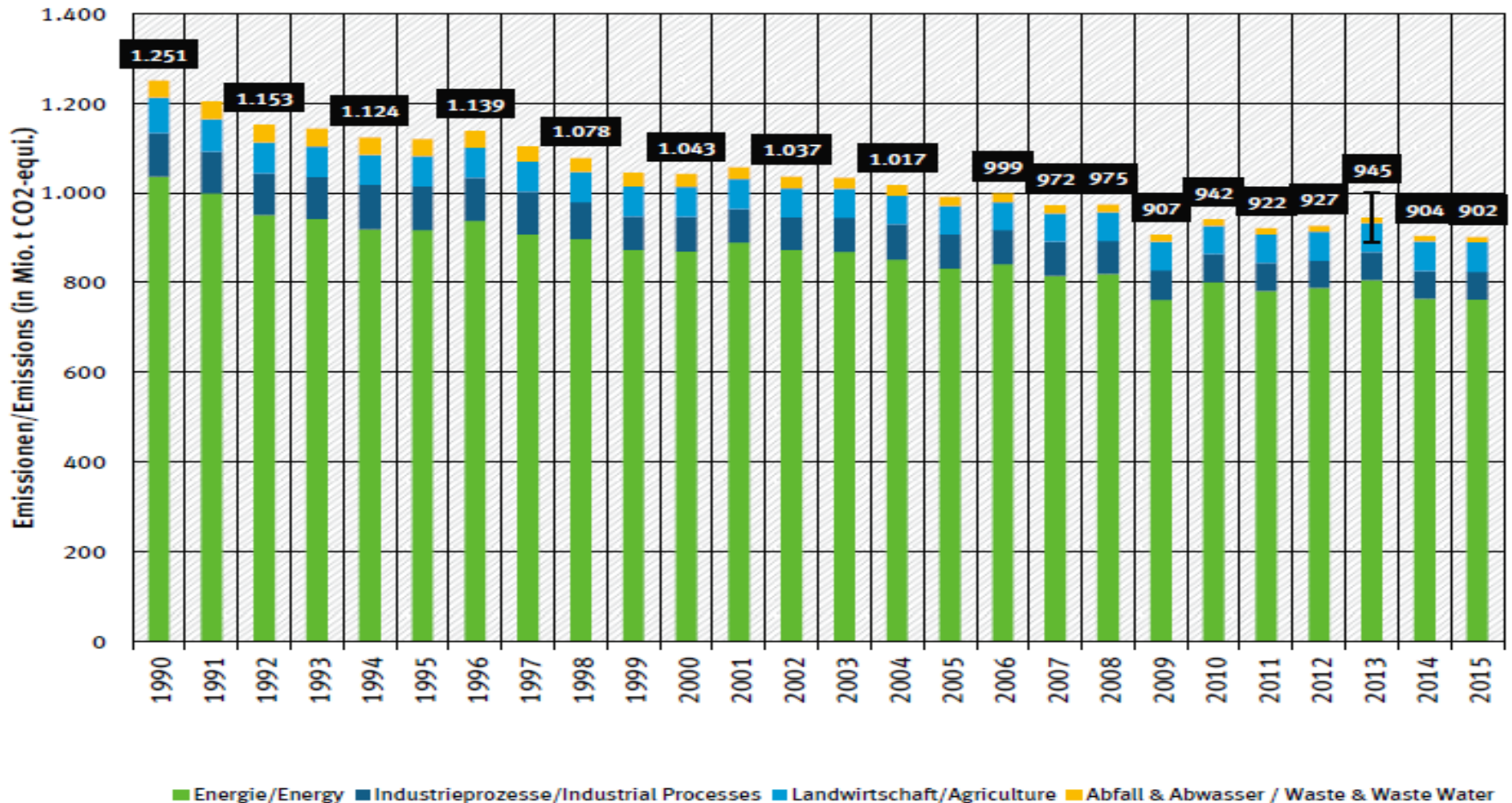


Deutschland: 0,942 Gt CO<sub>2</sub> eq entspricht 1,92%

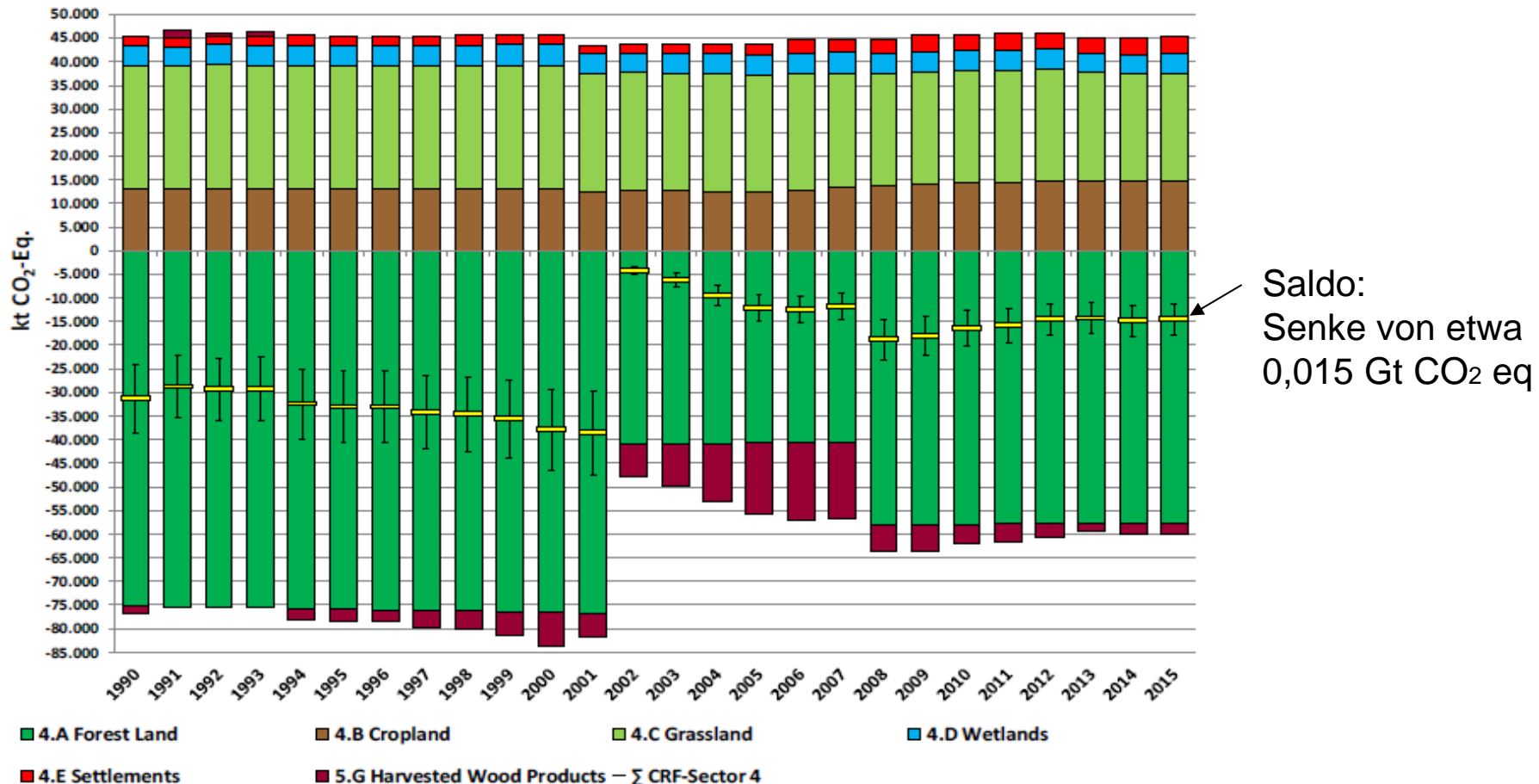
## Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland seit 1990



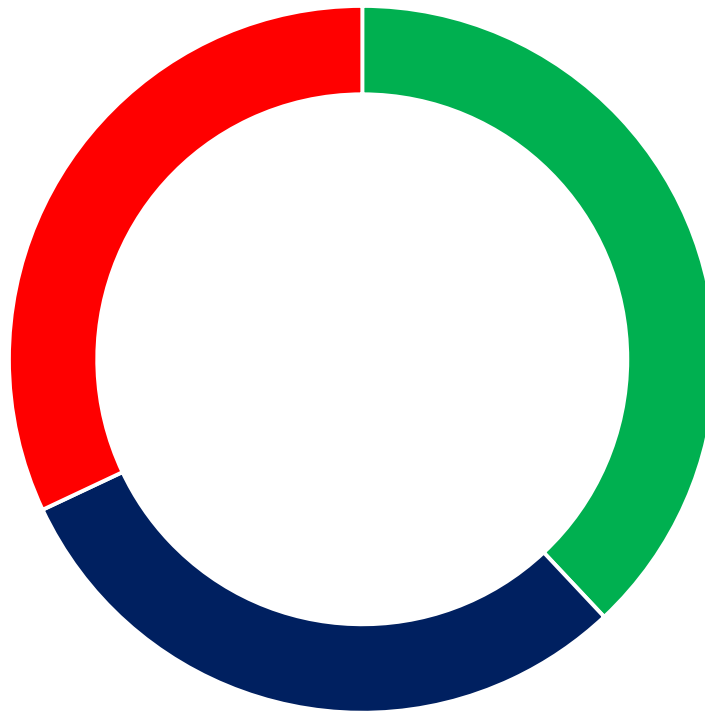
Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland seit 1990



Entwicklung der Treibhausgasemissionen und –senken im Bereich Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft in Deutschland seit 1990



Verteilung der wichtigsten THG in der Landwirtschaft



■ CO2 38%   ■ N2O 30%   ■ CH4 32%

## Wichtigste Quellen

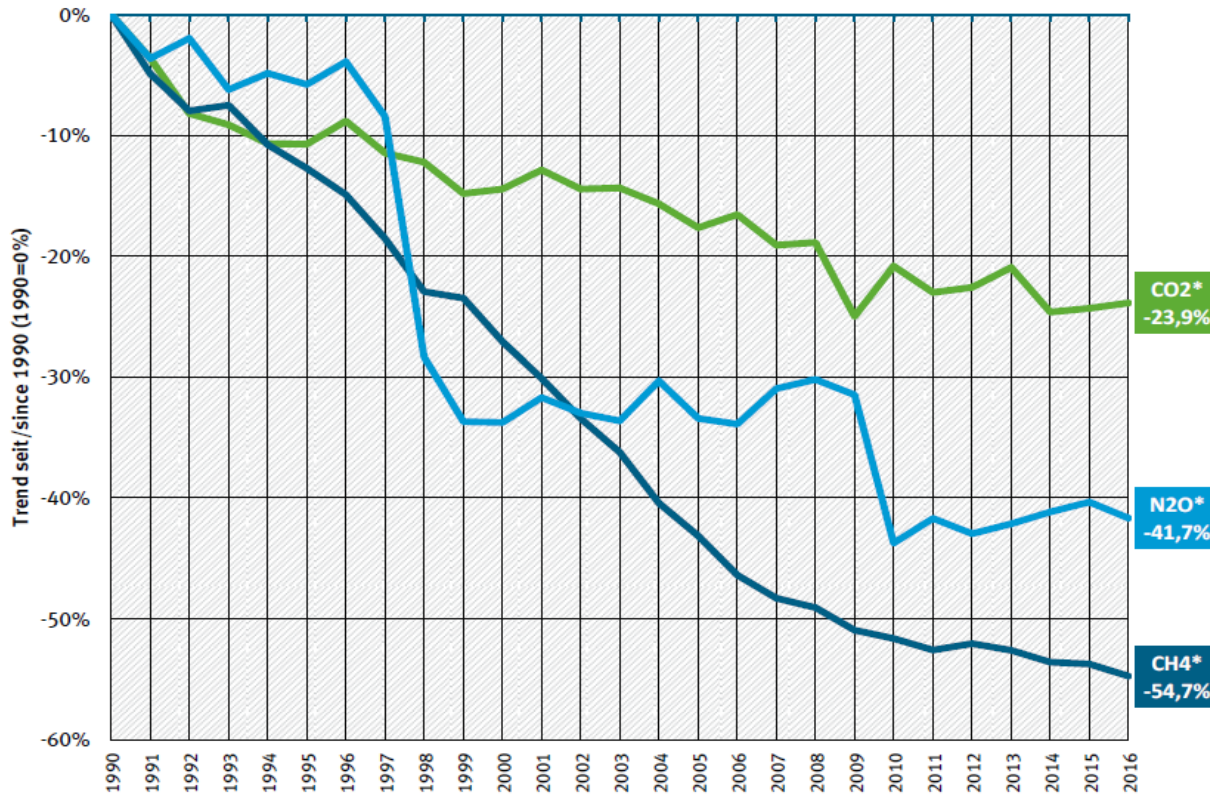
CO2: Boden

N2O: Düngung

CH4: Tierhaltung  
Wirtschaftsdünger



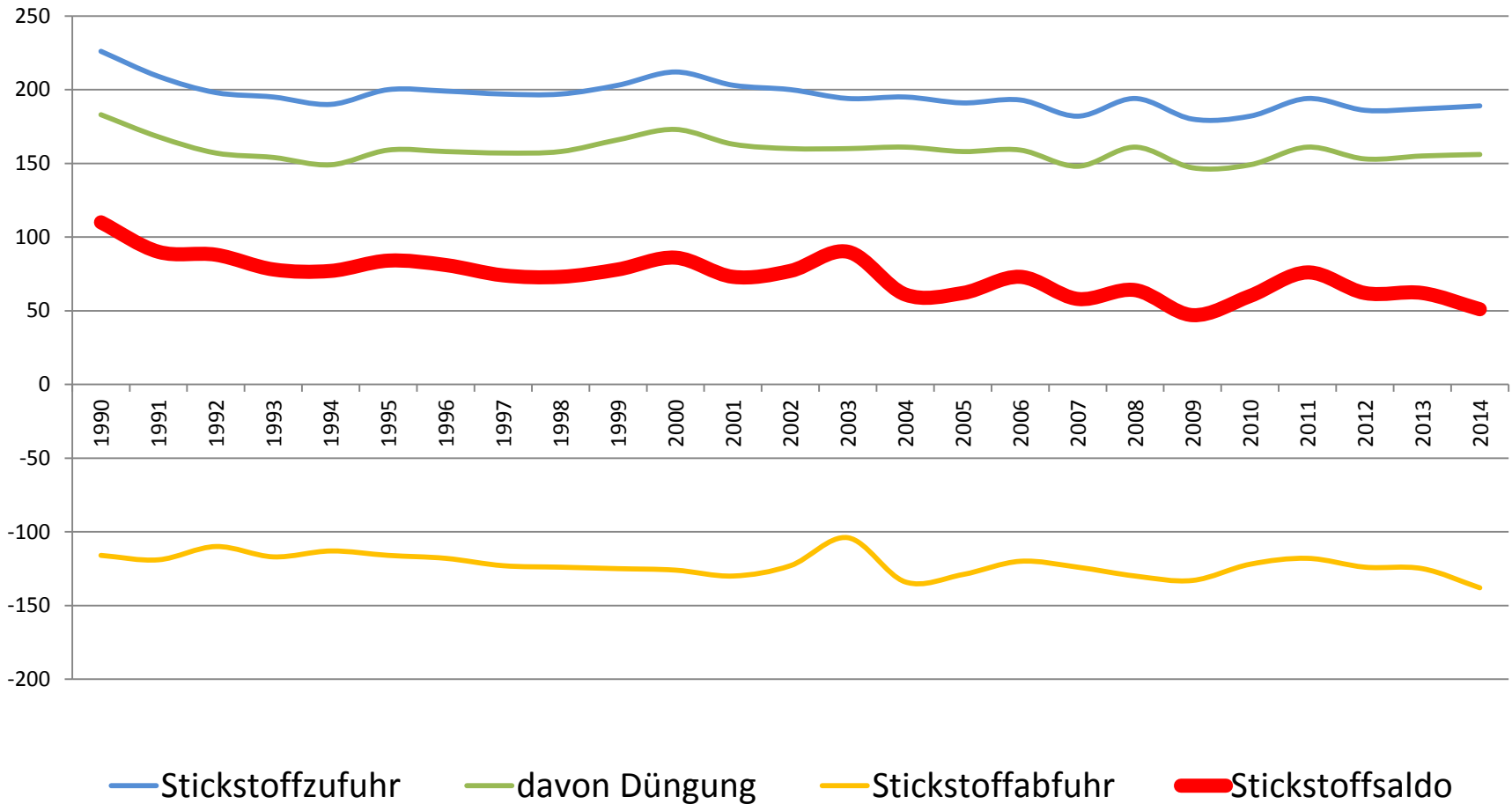
## Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland seit 1990

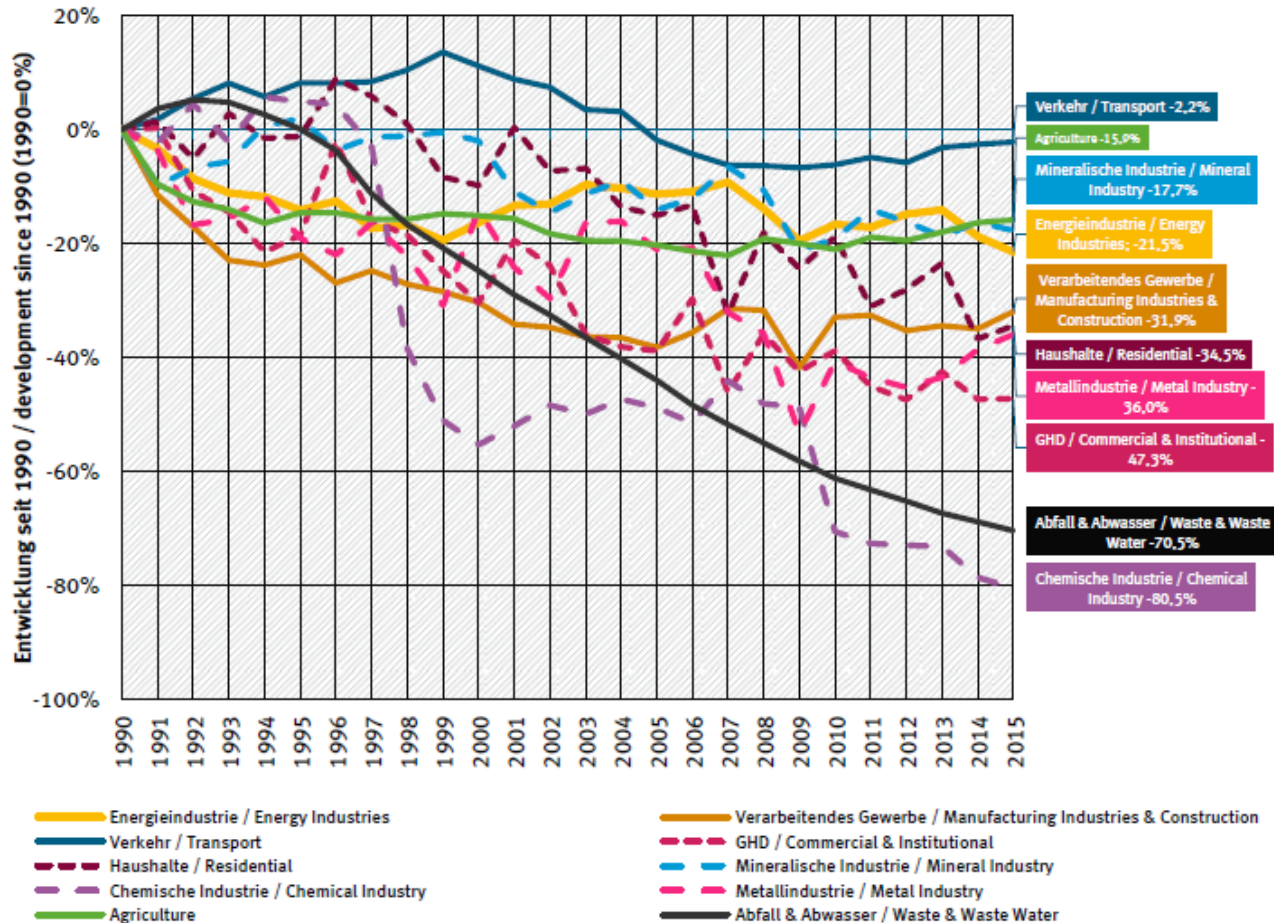


\* Kohlendioxid-Emissionen ohne LULUCF

Die Abnahme der landwirtschaftlichen Emissionen um 17,8 % seit 1990 geht im Wesentlichen auf eine Abnahme der Tierbestände, aber auch auf Reduktionen der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Düngermanagement zurück.

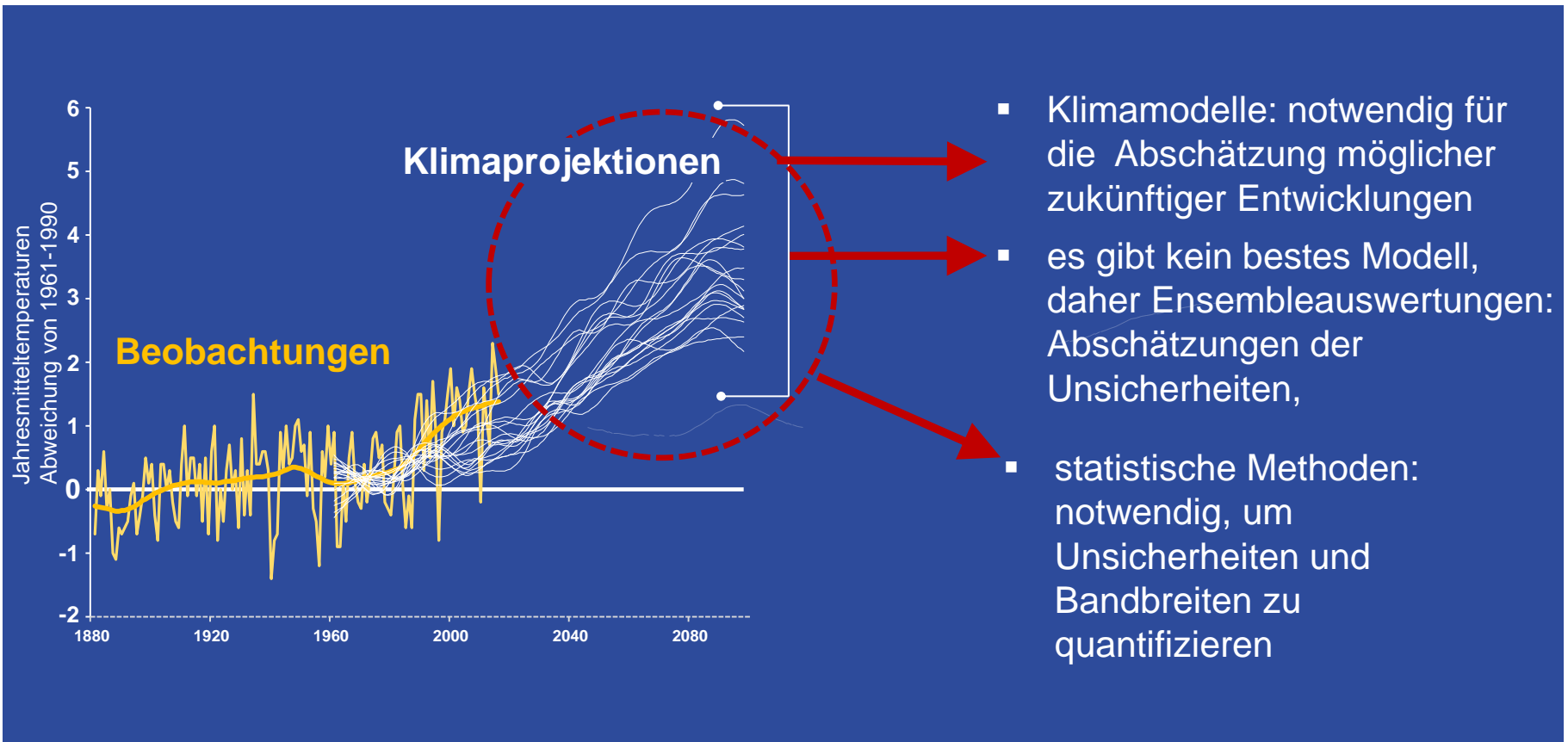
Entwicklung der N-Flächenbilanz in Deutschland (Nitratbericht 2016) in kg N /ha LNF



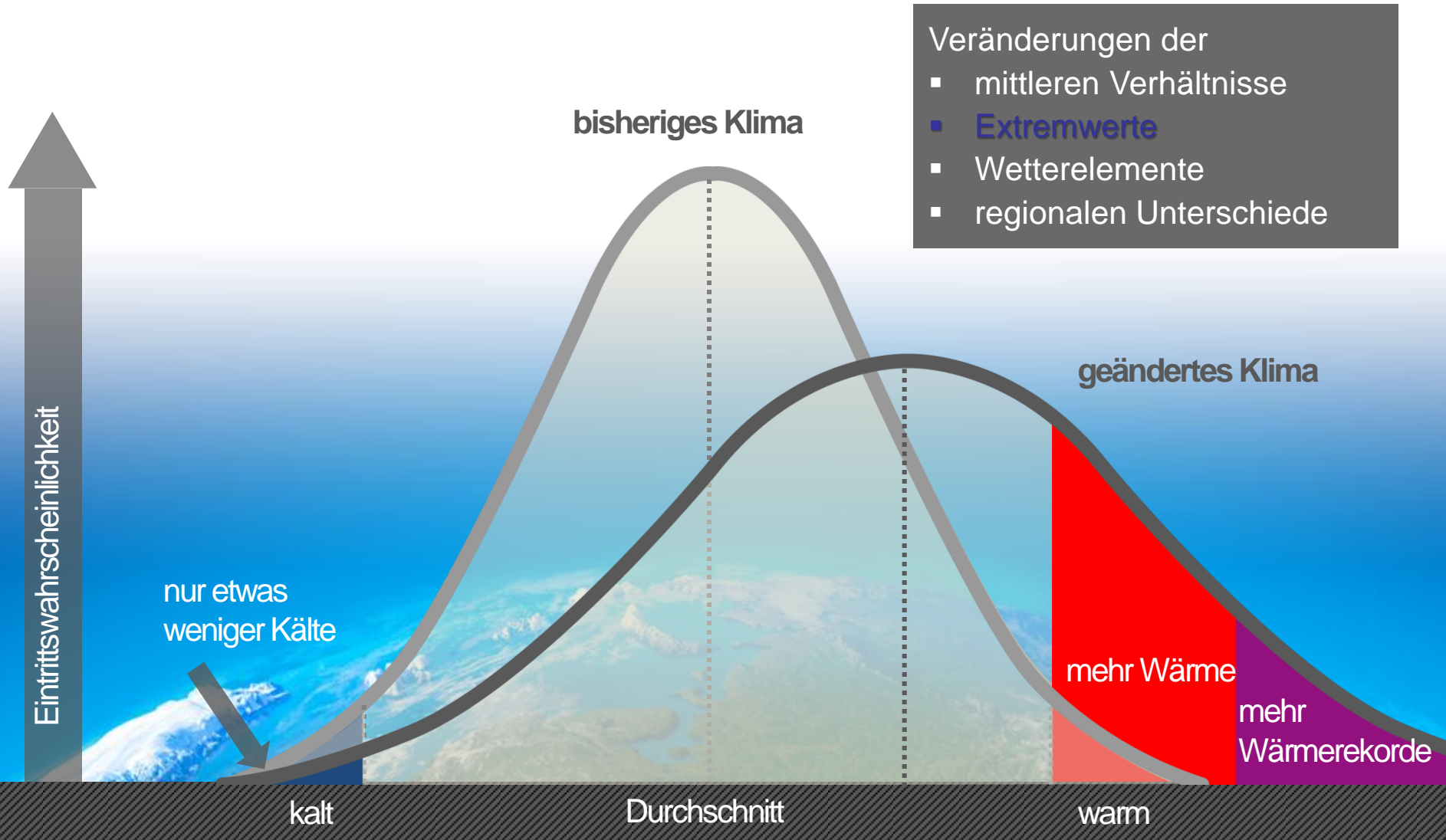


## In die Zukunft schauen: Wie geht das?

# Auswertung von Klimaprojektionsensembles



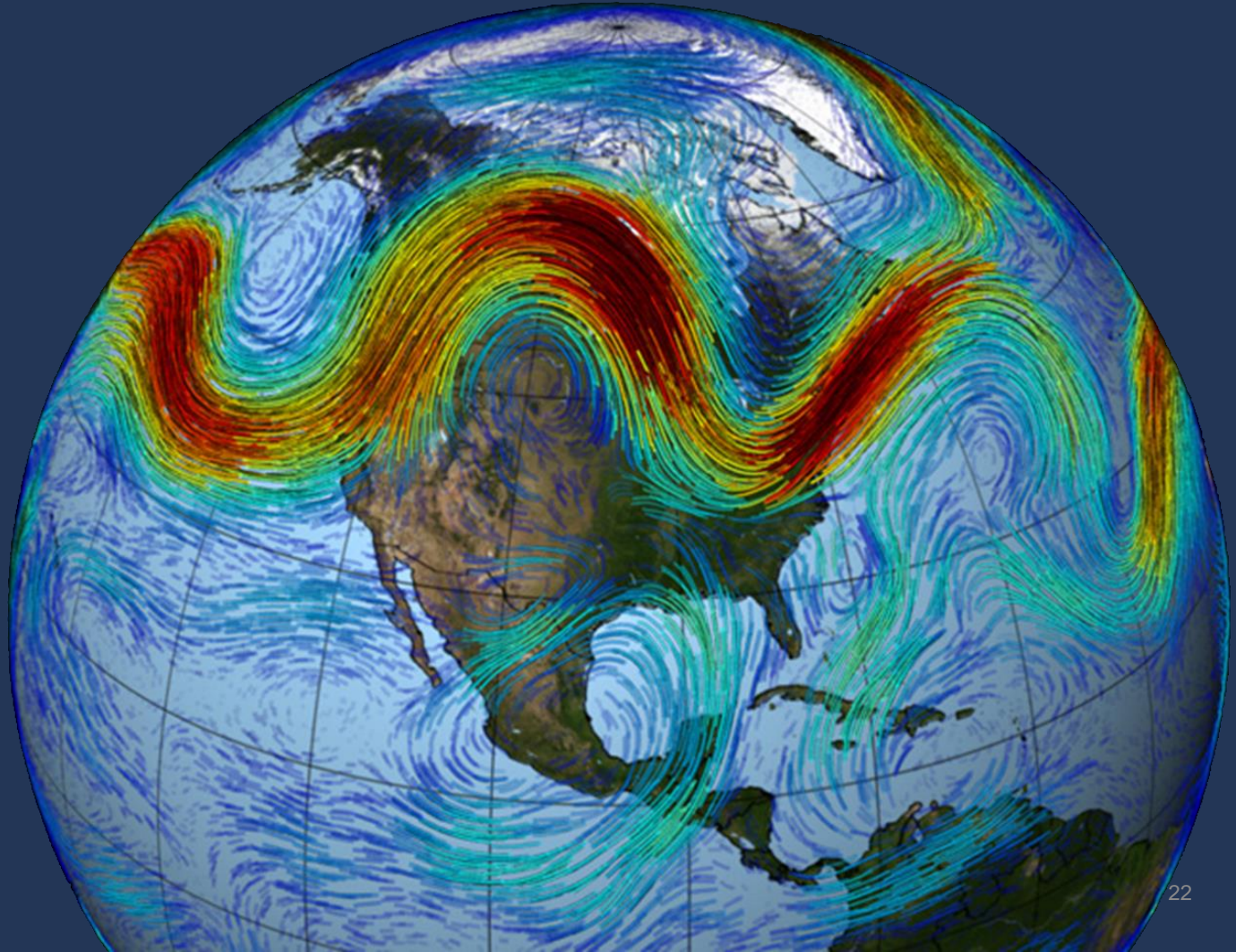
# Die Spannweite der Möglichkeiten wird größer



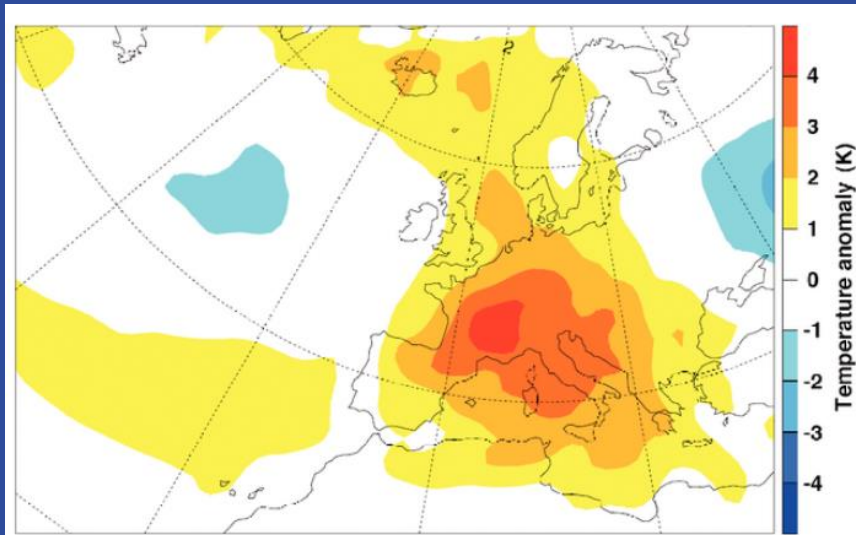
Veränderungen der

- mittleren Verhältnisse
- **Extremwerte**
- Wetterelemente
- regionalen Unterschiede

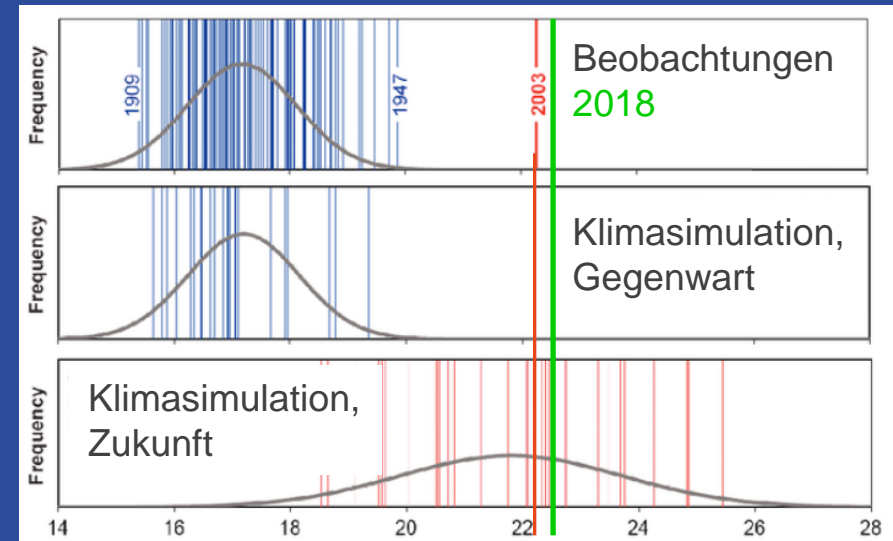
# Veränderungen im Jet Stream als mögliche Ursache für stabilere Wetterlagen



## Hitzesommer 2003



## Statistische Einordnung seit 1864



Dieses einzelne Ereignis ist durch die menschengemachte Erderwärmung zwei Mal wahrscheinlicher geworden.

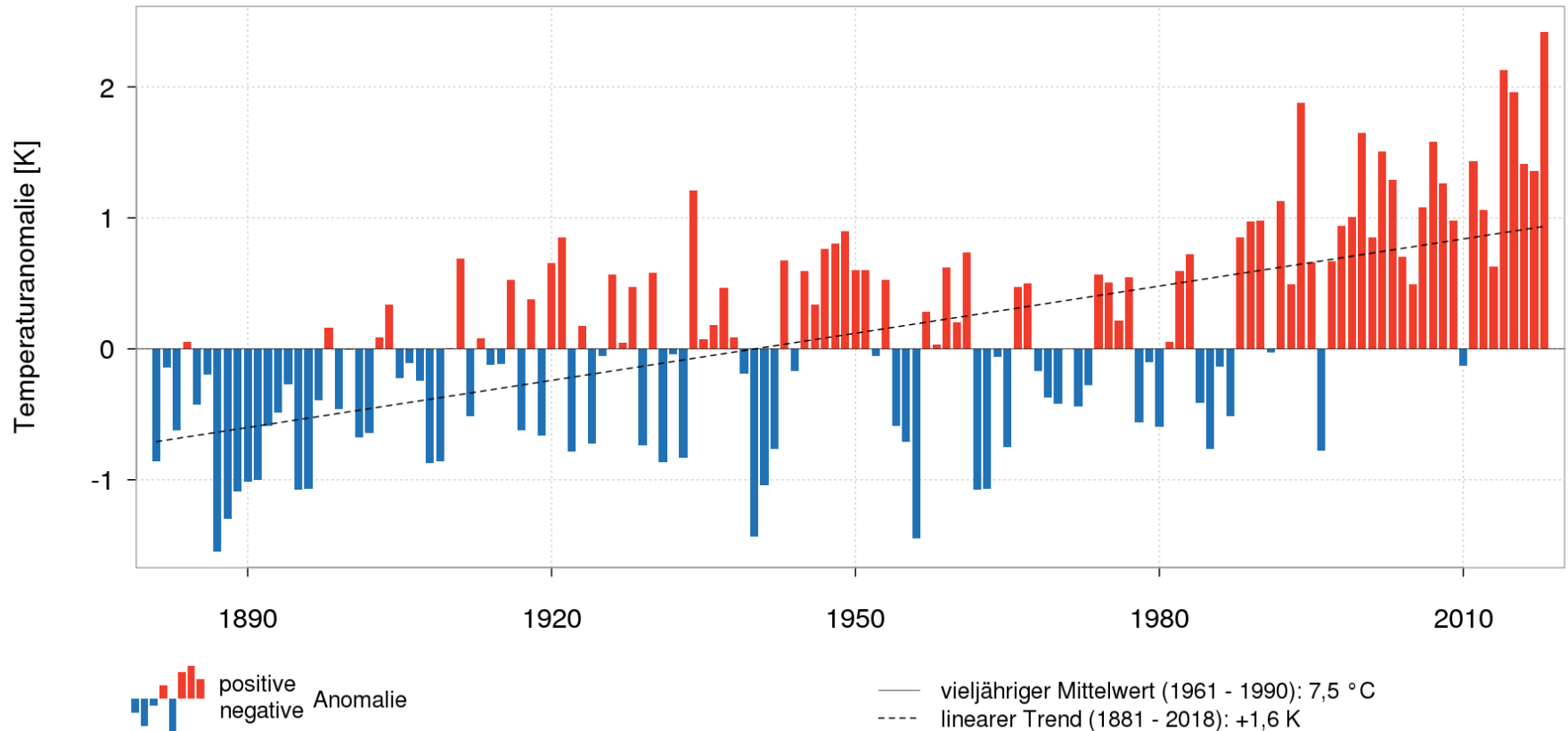
(Schär et al. 2004, bearbeitet 2019)

## Temperaturanomalie

Bayern Jahr

1881 - 2018

Referenzzeitraum 1961 - 1990



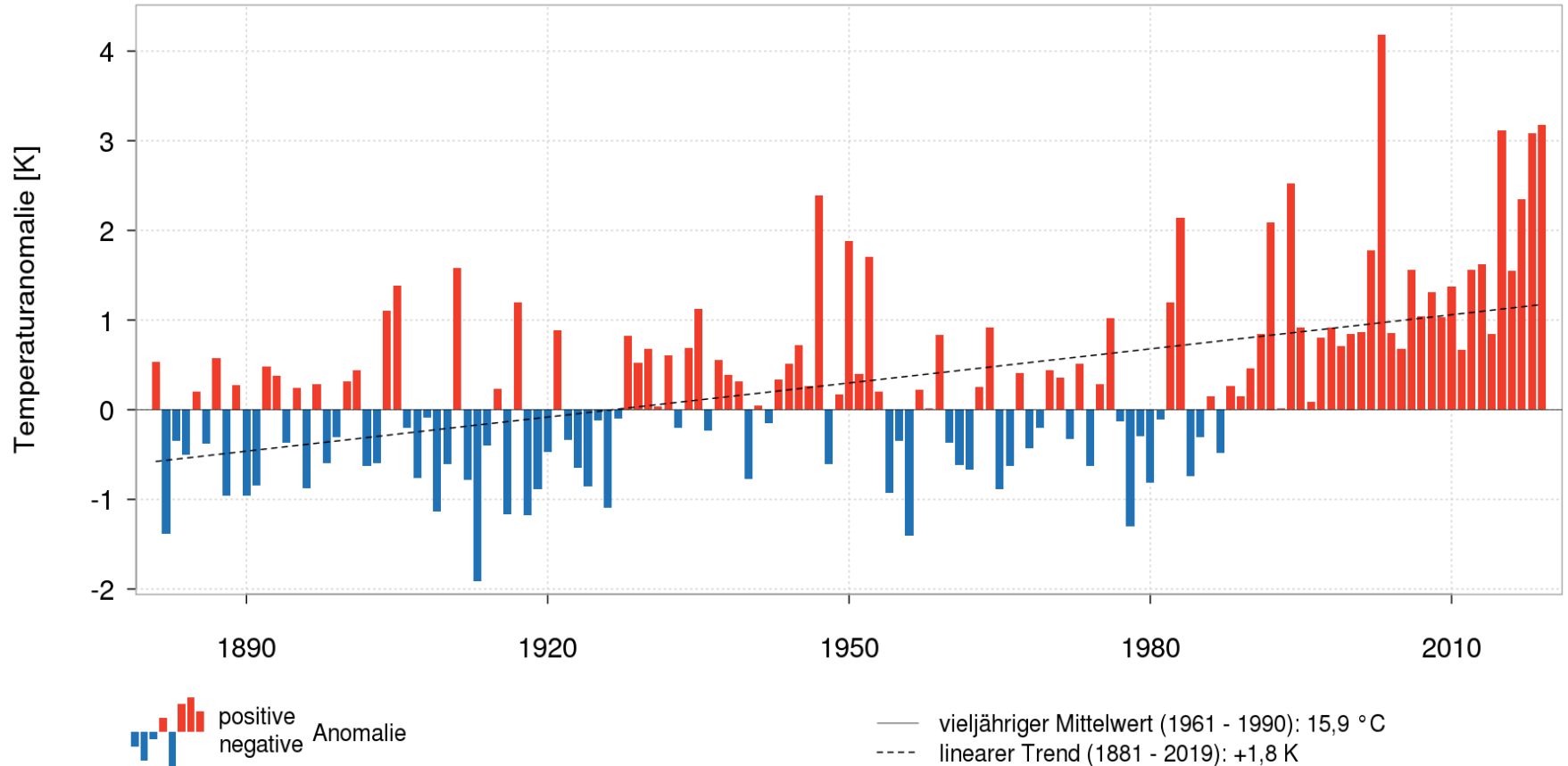


## Temperaturanomalie

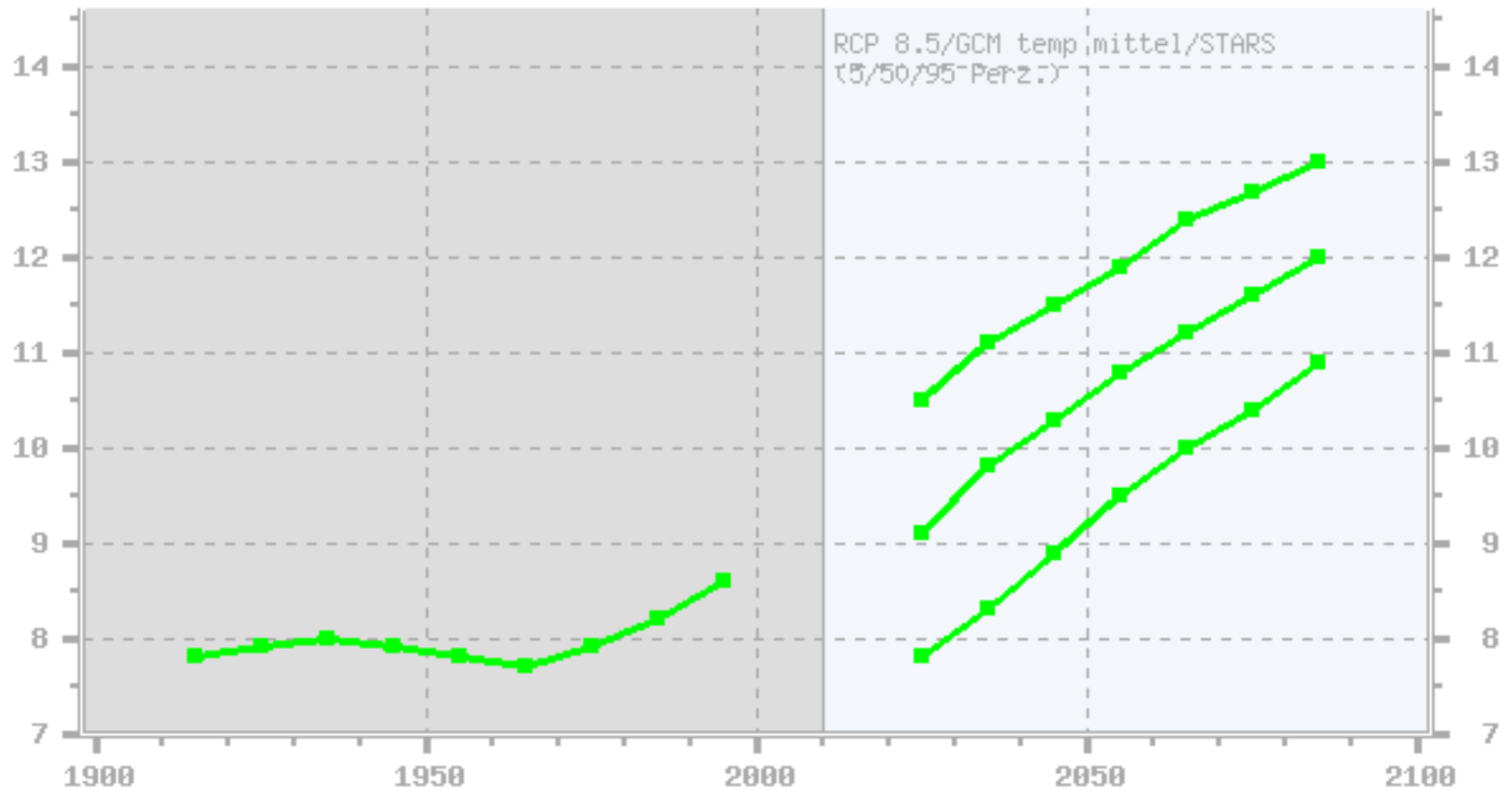
Bayern Sommer

1881 - 2019

Referenzzeitraum 1961 - 1990



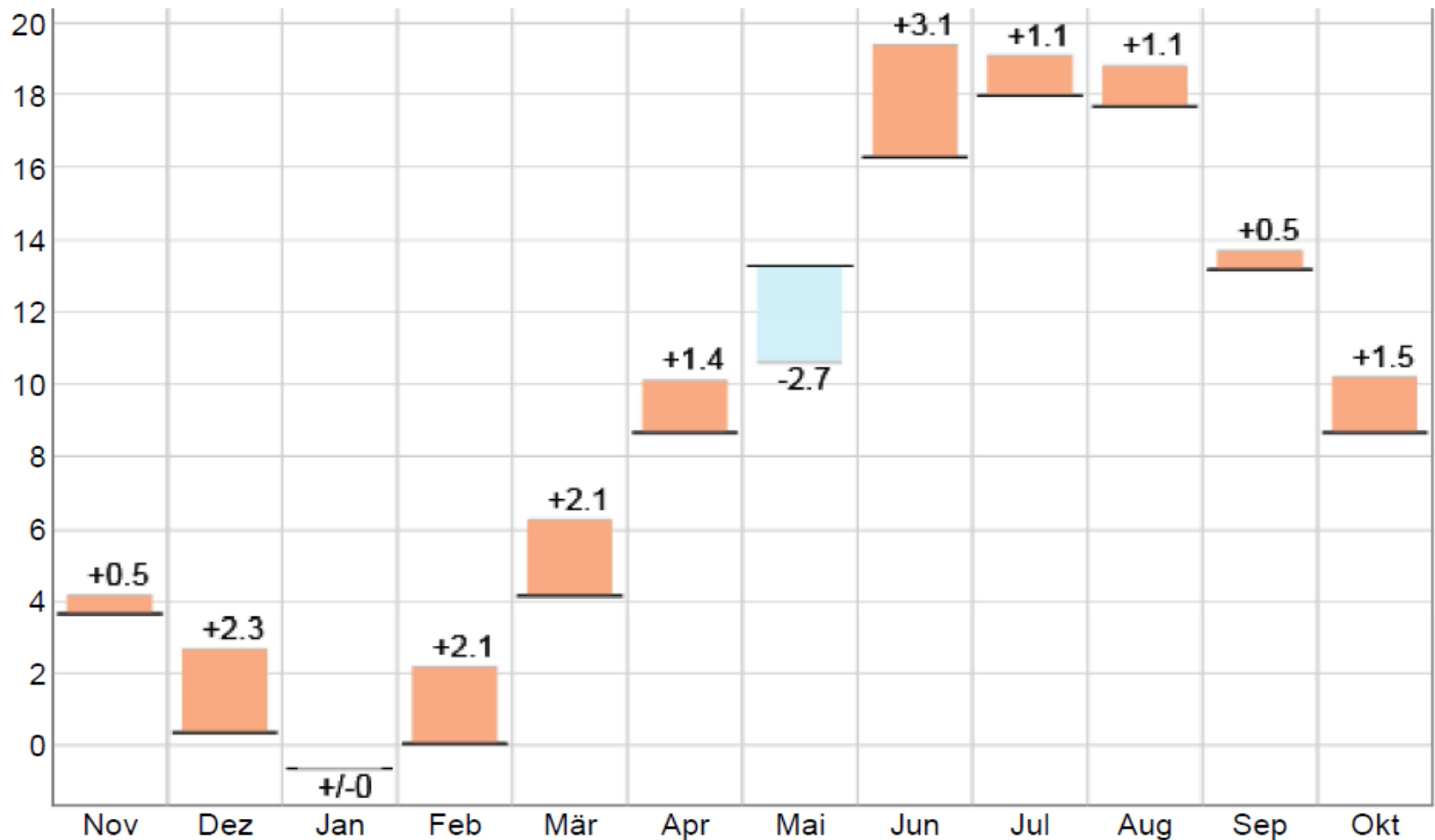
## Landkreis Landshut Mittlere Tagestemperatur [°C] in Jahresmittel

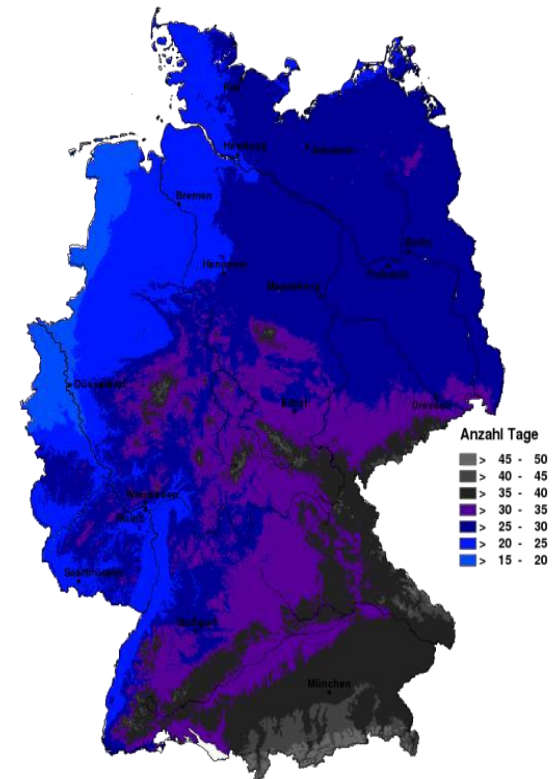
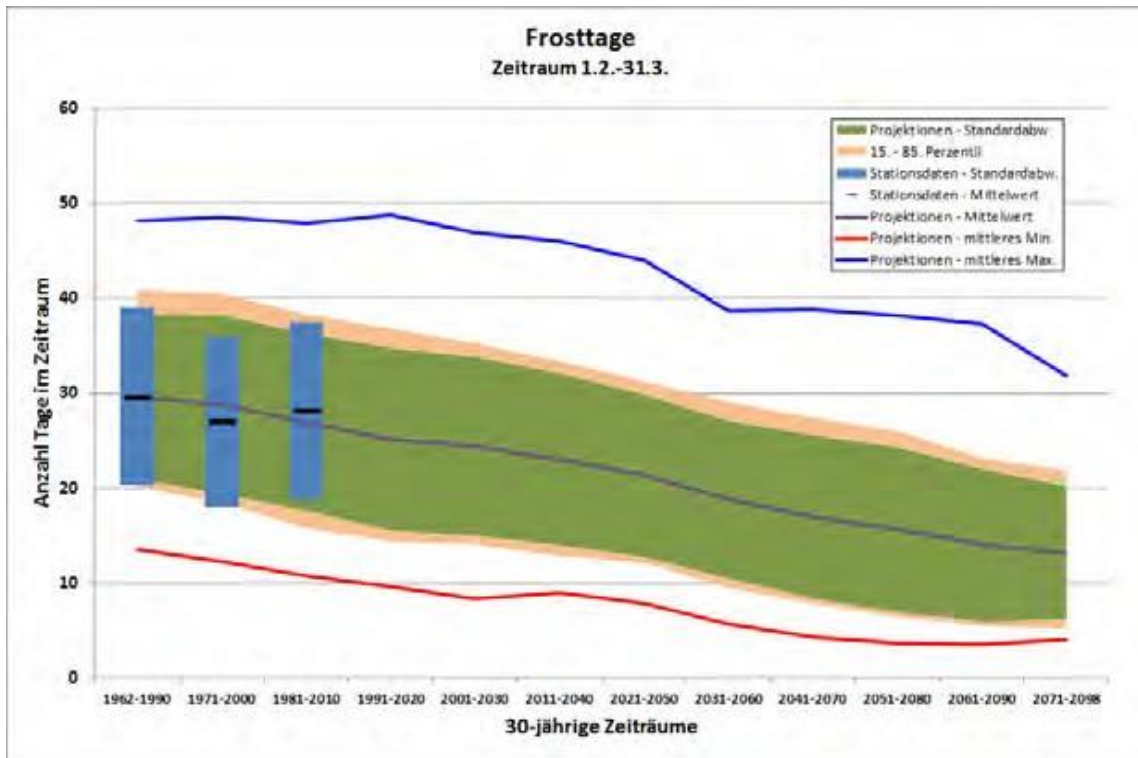


## Monatsmittel Tagesmitteltemperatur [°C] bis zum Vormonat

— Aktuell — langjähriges Mittel

Aktuell kälter wärmer als im Mittel

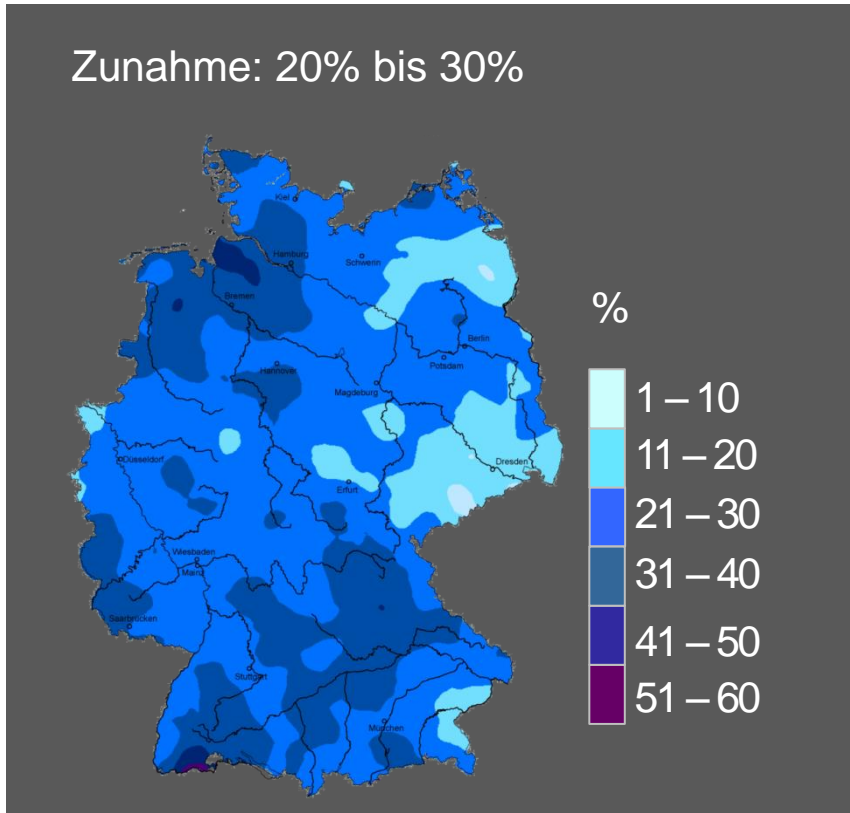




Anzahl der Tage mit Frost (Minimumtemperatur  $< 0^{\circ}\text{C}$ ) in den Monaten Februar und März; links: Vergleich der Mittelwerte und der Standardabweichungen der Messungen und der Klimaprojektionen für 30-Jahreszeiträume; rechts: Deutschlandkarte für den Zeitraum 1981-2010

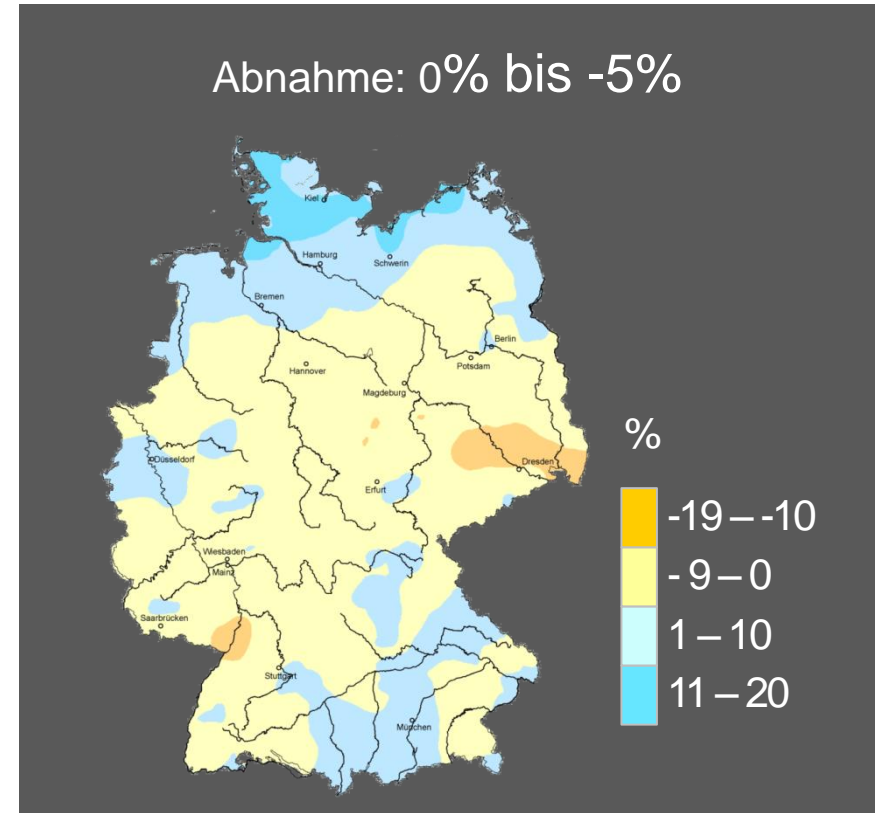
## Winter - linearer Trend ab 1881

Zunahme: 20% bis 30%



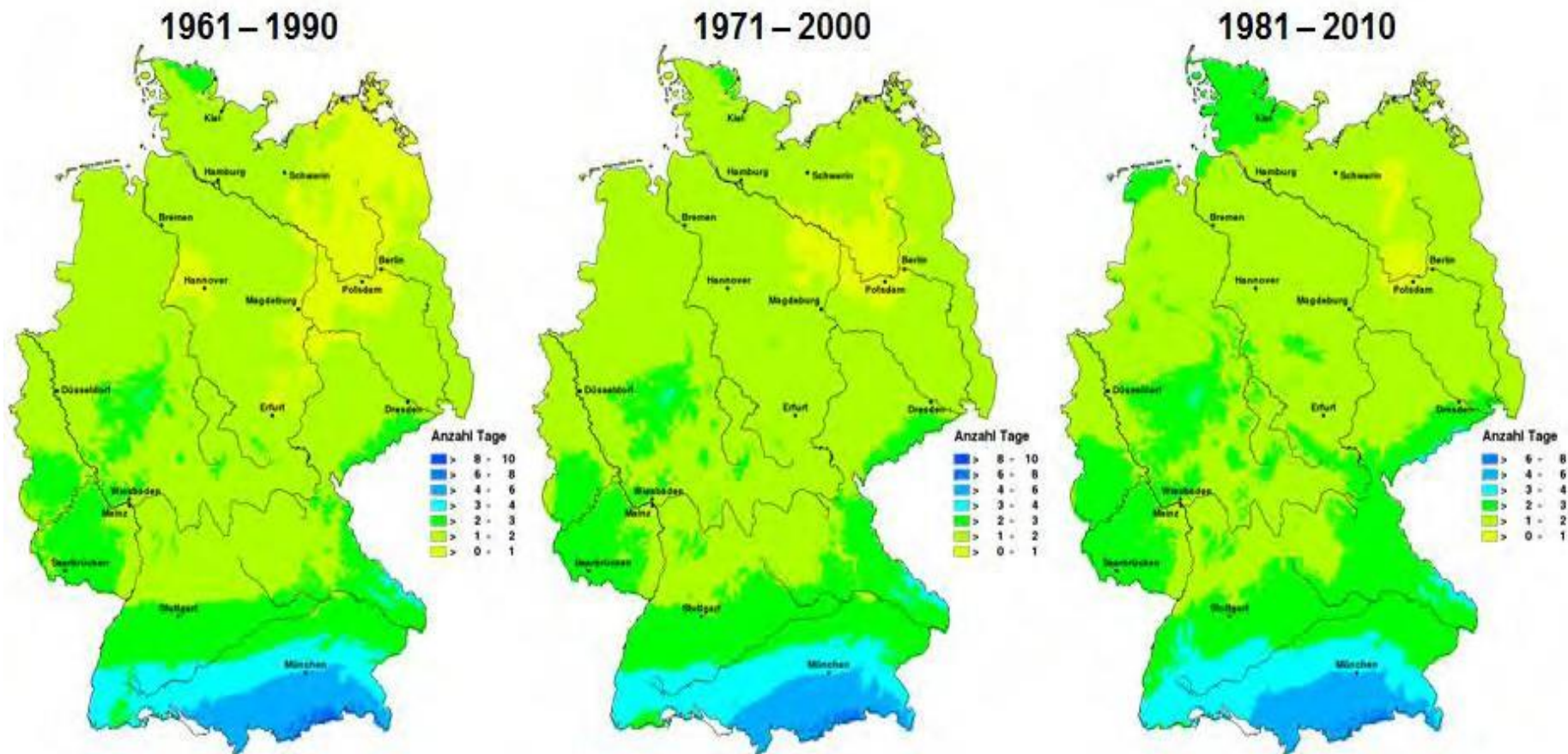
## Sommer - linearer Trend ab 1881

Abnahme: 0% bis -5%



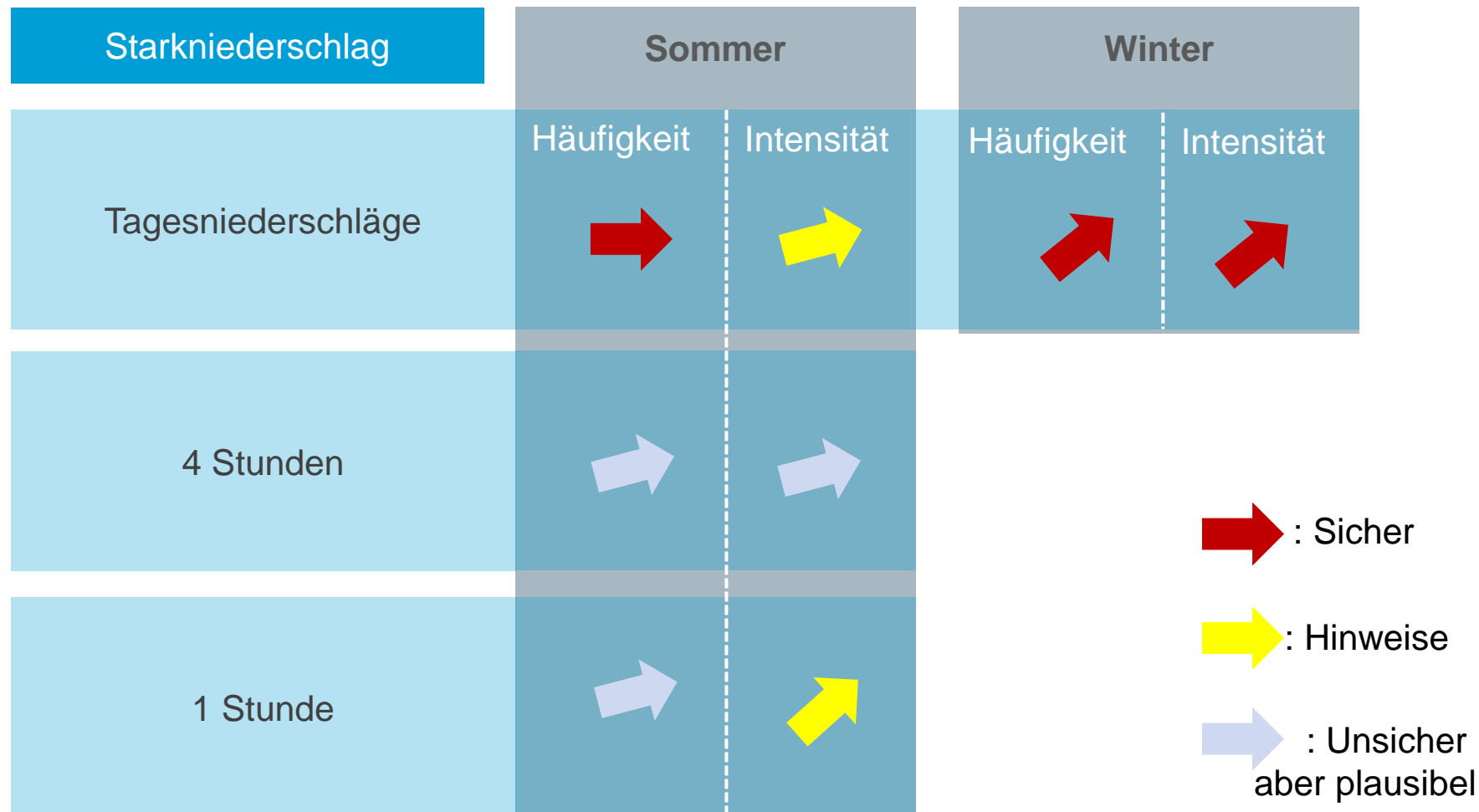
**Jahresniederschläge um 10% bis 15% seit 1881**

# Änderung des Auftretens von Starkregen

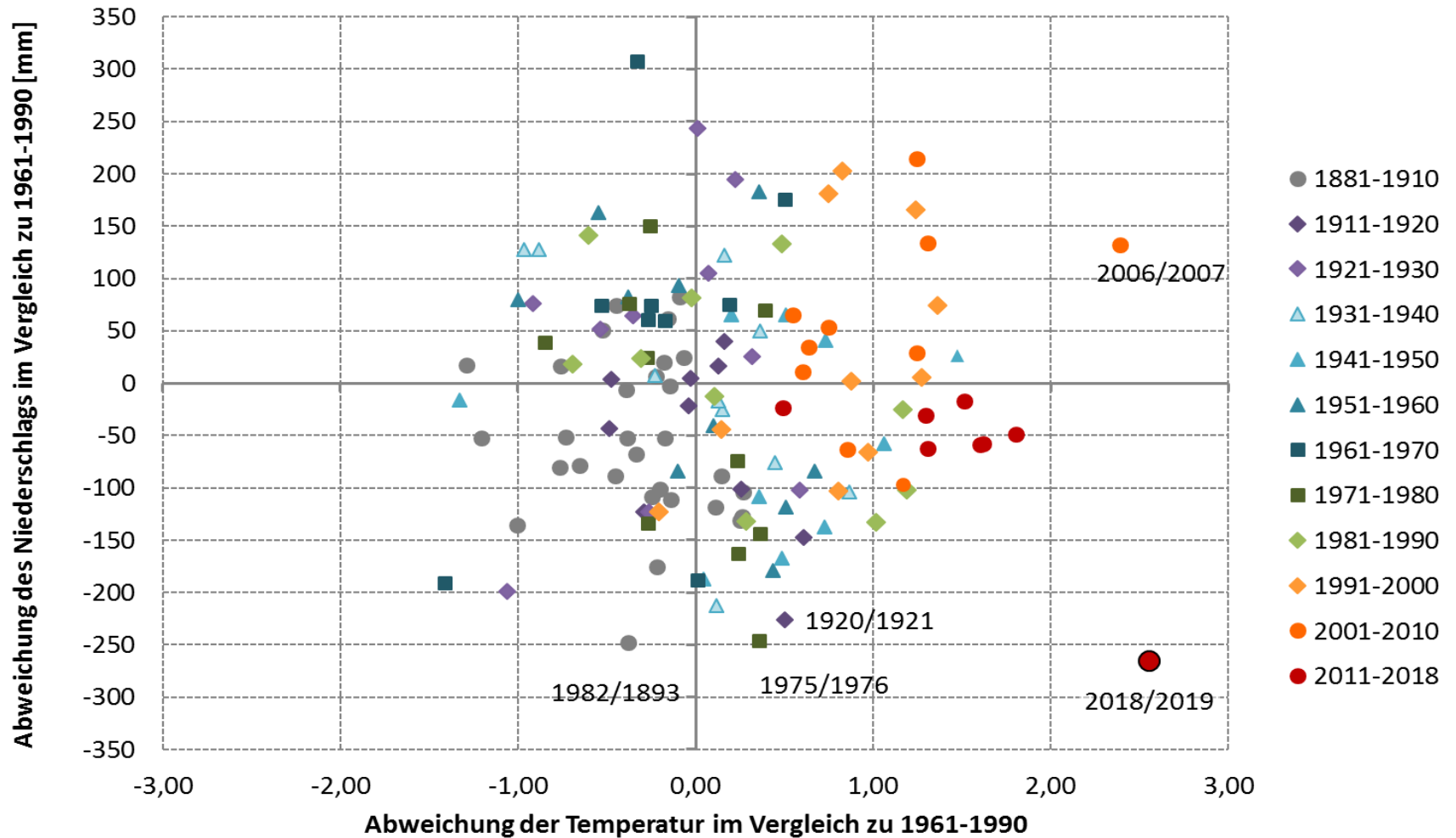


Regionales Auftreten der Anzahl der Tage mit Starkregen (RR > 20 mm) in den Monaten Juli bis Oktober, 30-jährigen Mittelwerte 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010

## Beobachtete Veränderungen



### Deutschland: April Vorjahr bis August

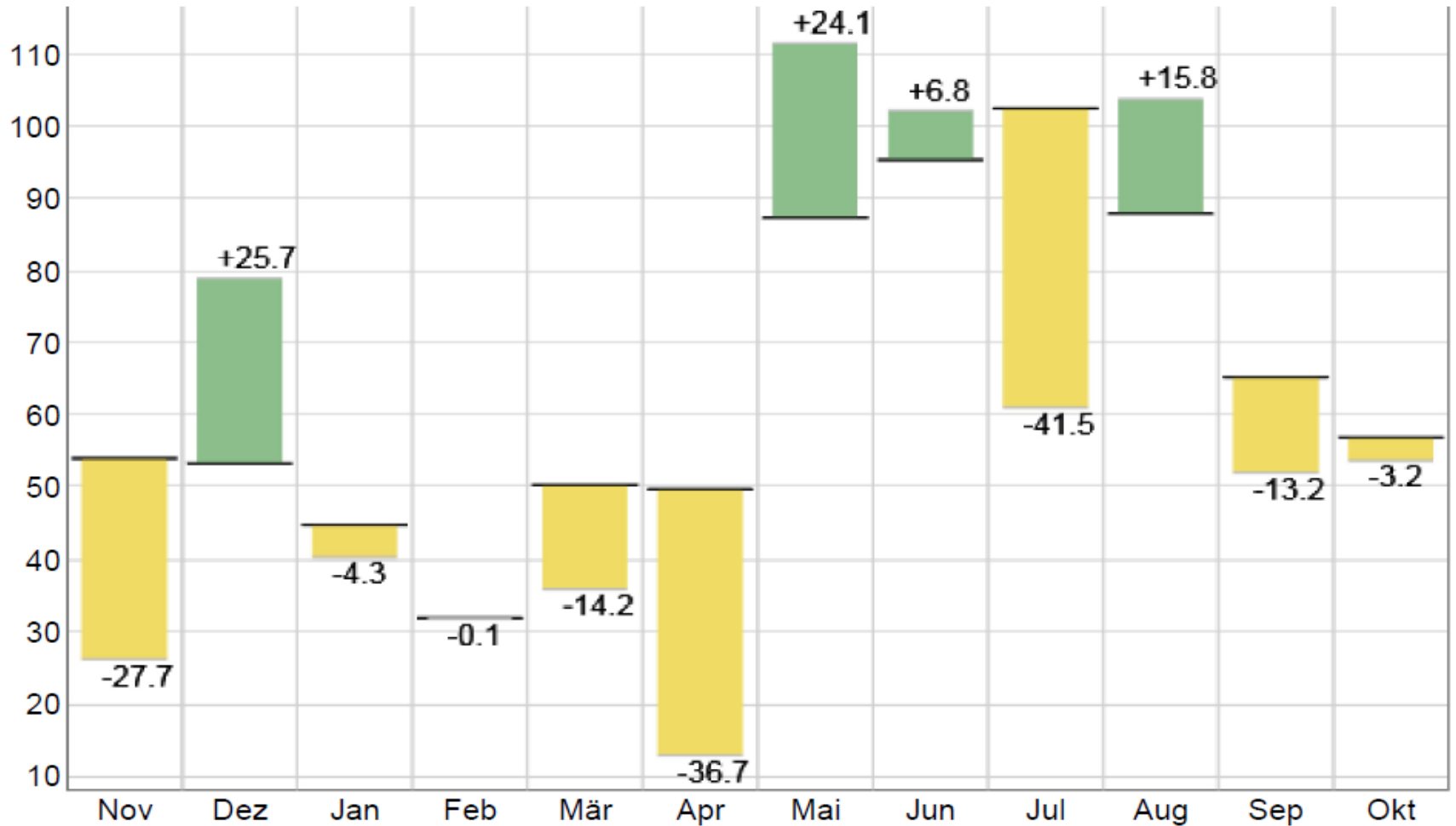




## Monatssummen Niederschlag [mm] bis zum Vormonat

— Aktuell — langjähriges Mittel

Aktuell   trockener   feuchter als im Mittel

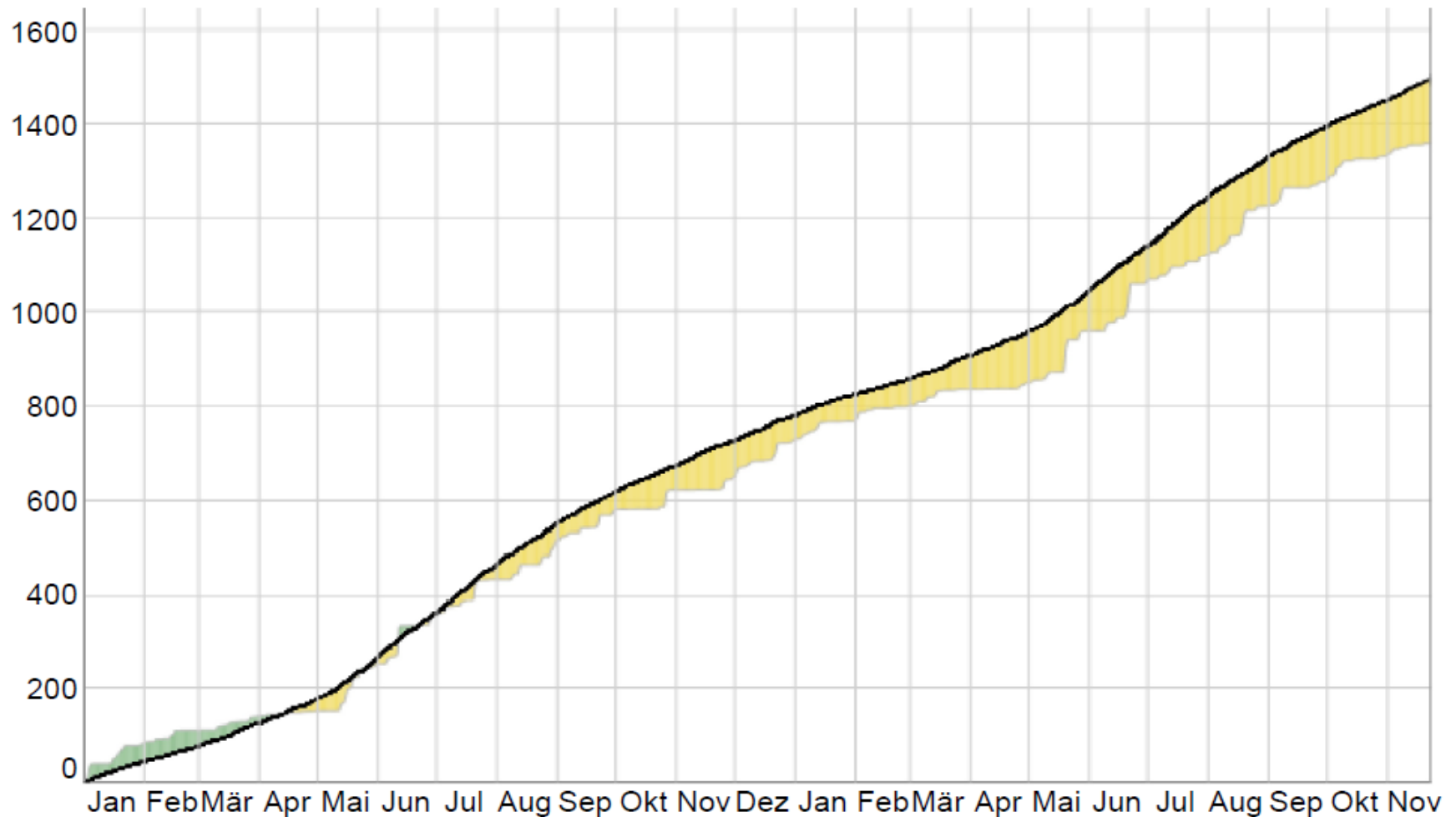


# Die Jahre 2018 und 2019 in der Region

## Summe des Niederschlags [mm] seit 01.01.2018

— Aktuell — langjähriges Mittel

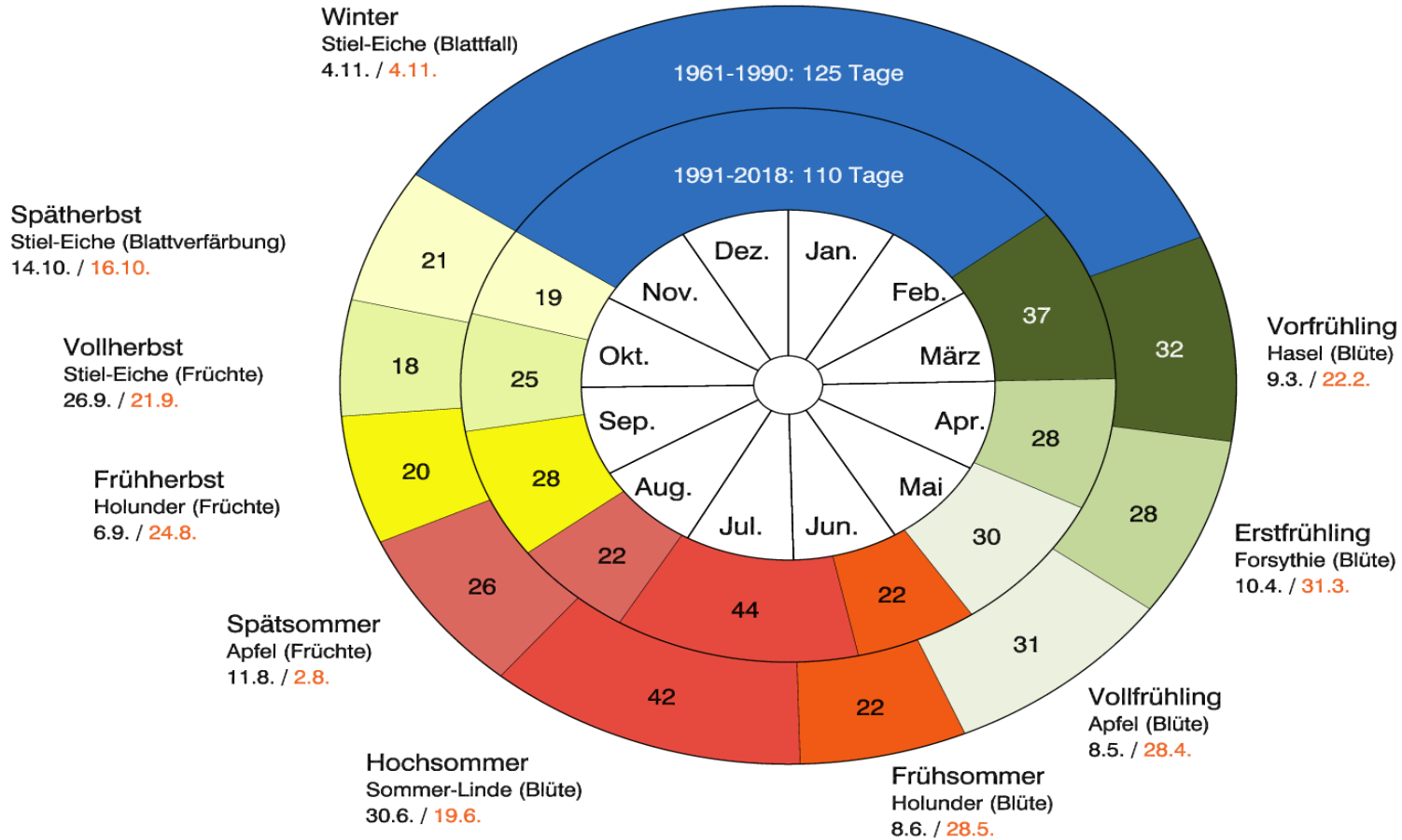
Aktuell trockenere feuchter als im Mittel



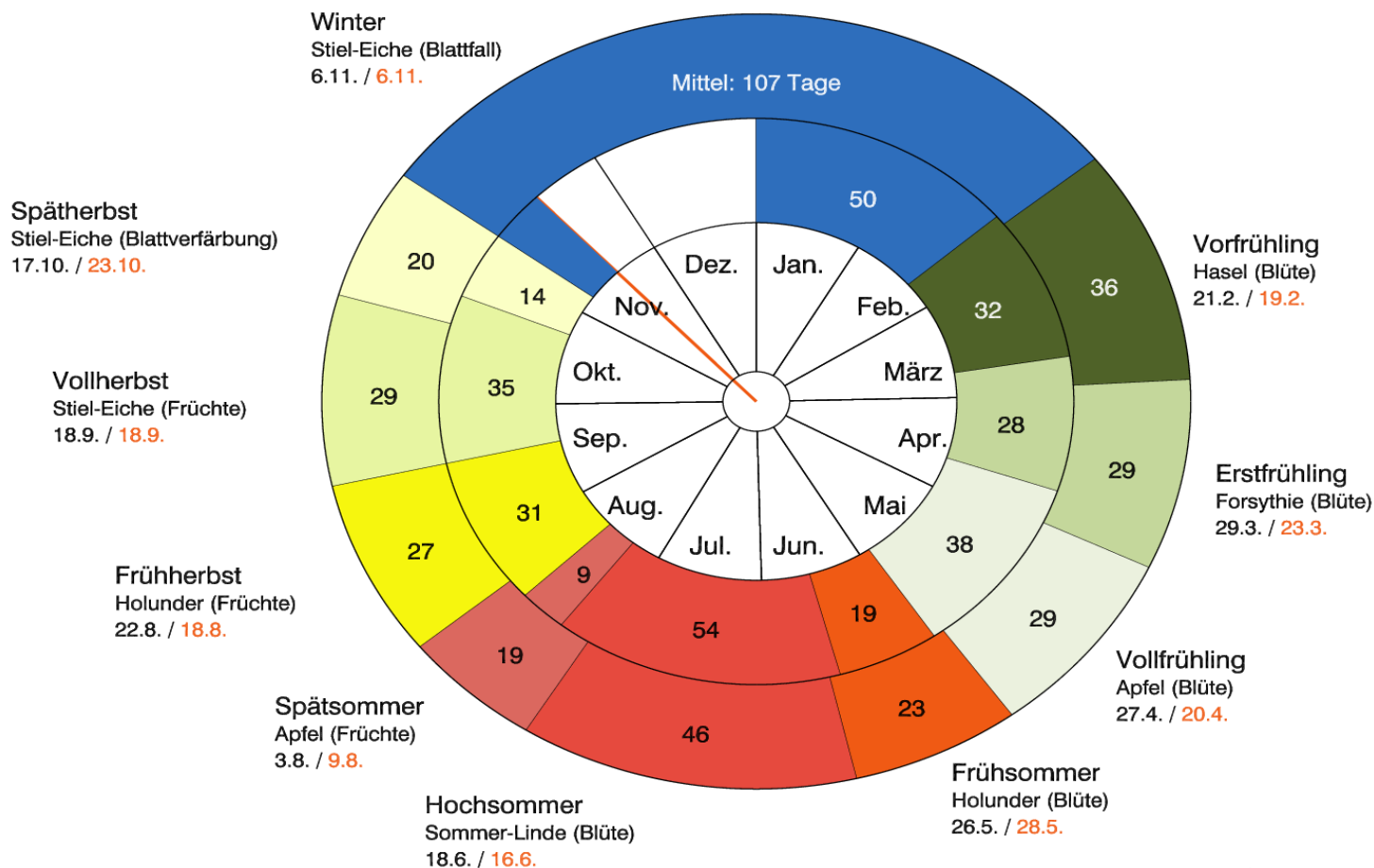
# Änderung in der Pflanzenentwicklung

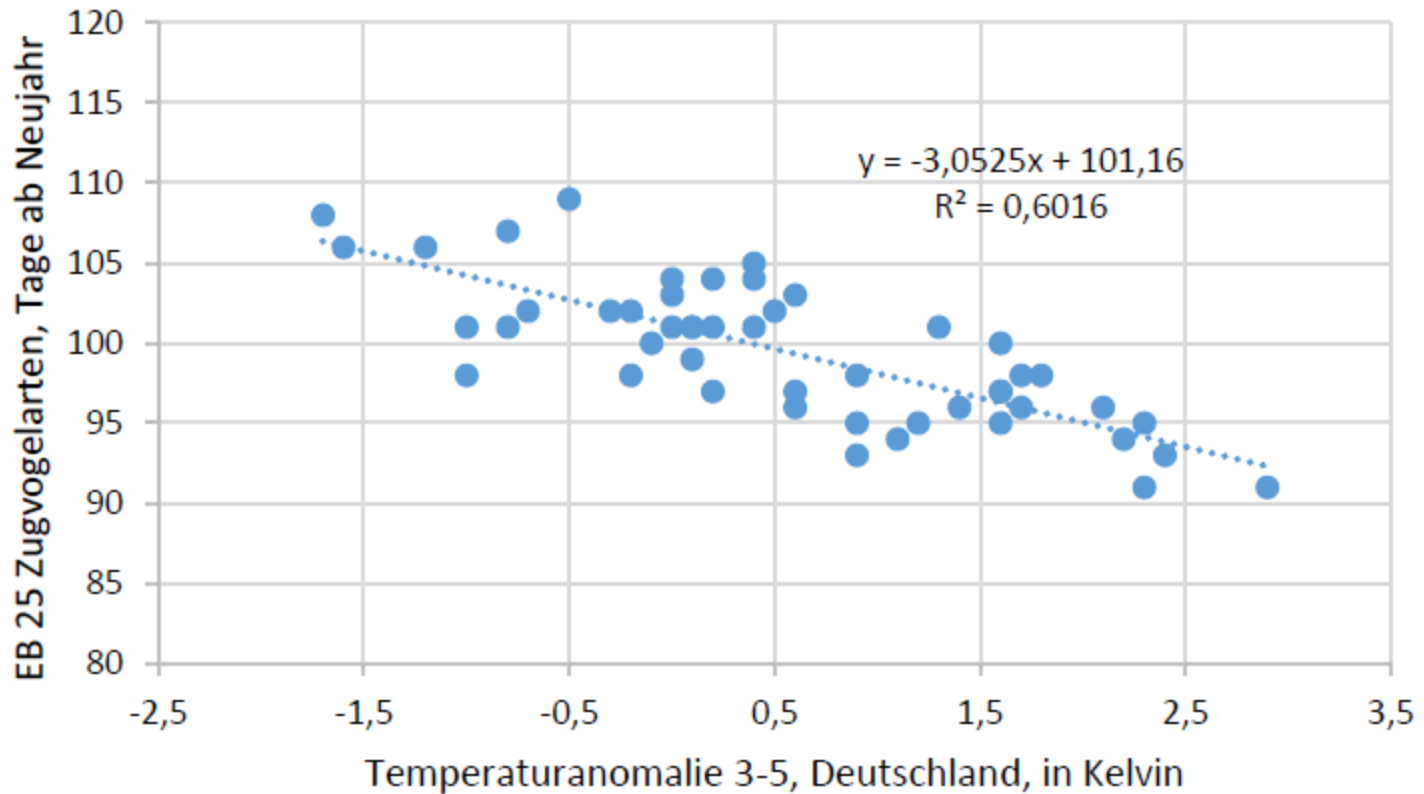


Phänologische Jahreszeiten für Bayern  
äußerer Ring zeigt das Mittel 1961-1990  
innerer Ring zeigt das Mittel 1991 - 2018



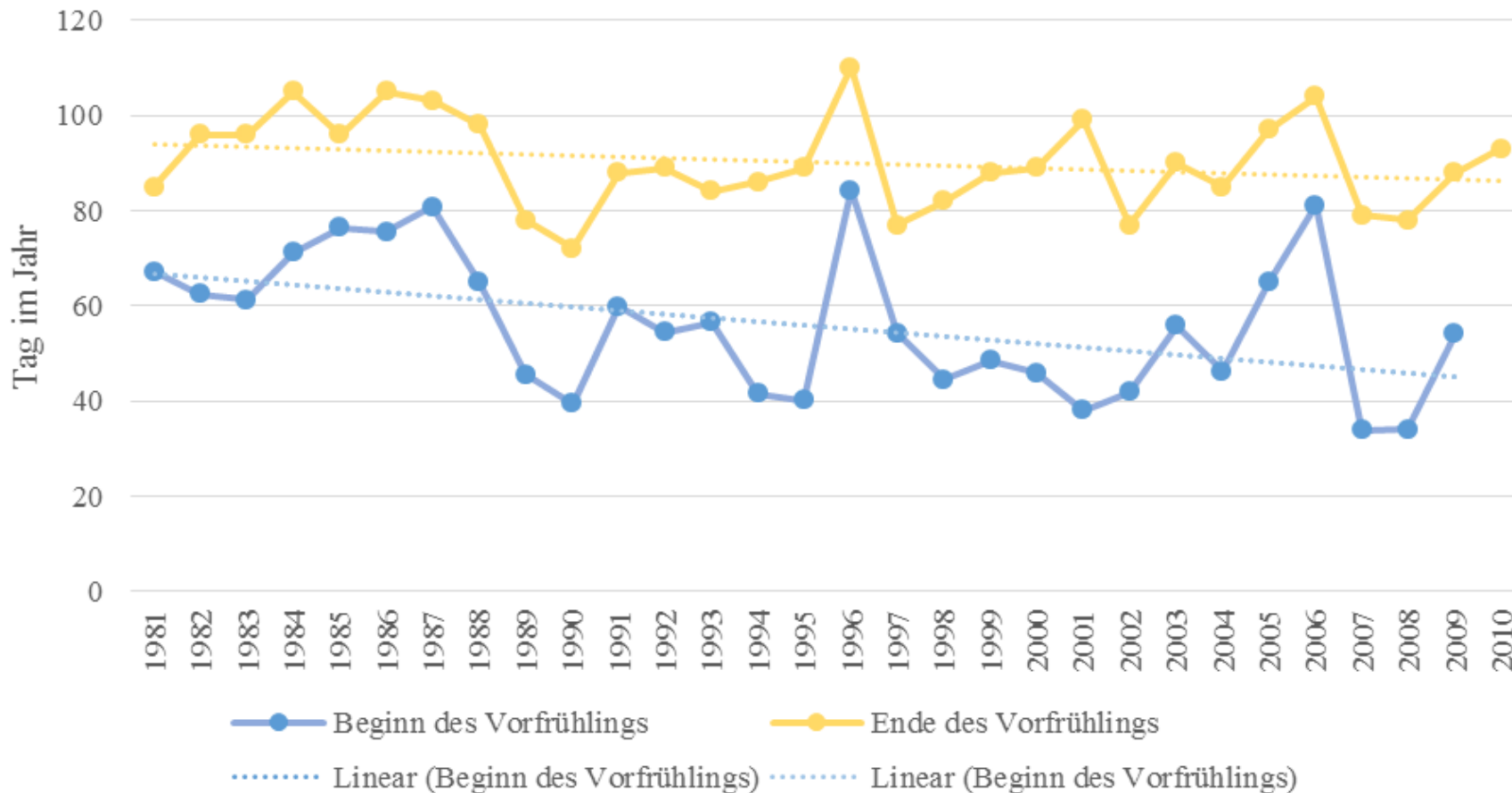
Phänologische Jahreszeiten für Bayern  
äußerer Ring zeigt das vieljährige Mittel  
innerer Ring zeigt das Jahr 2019





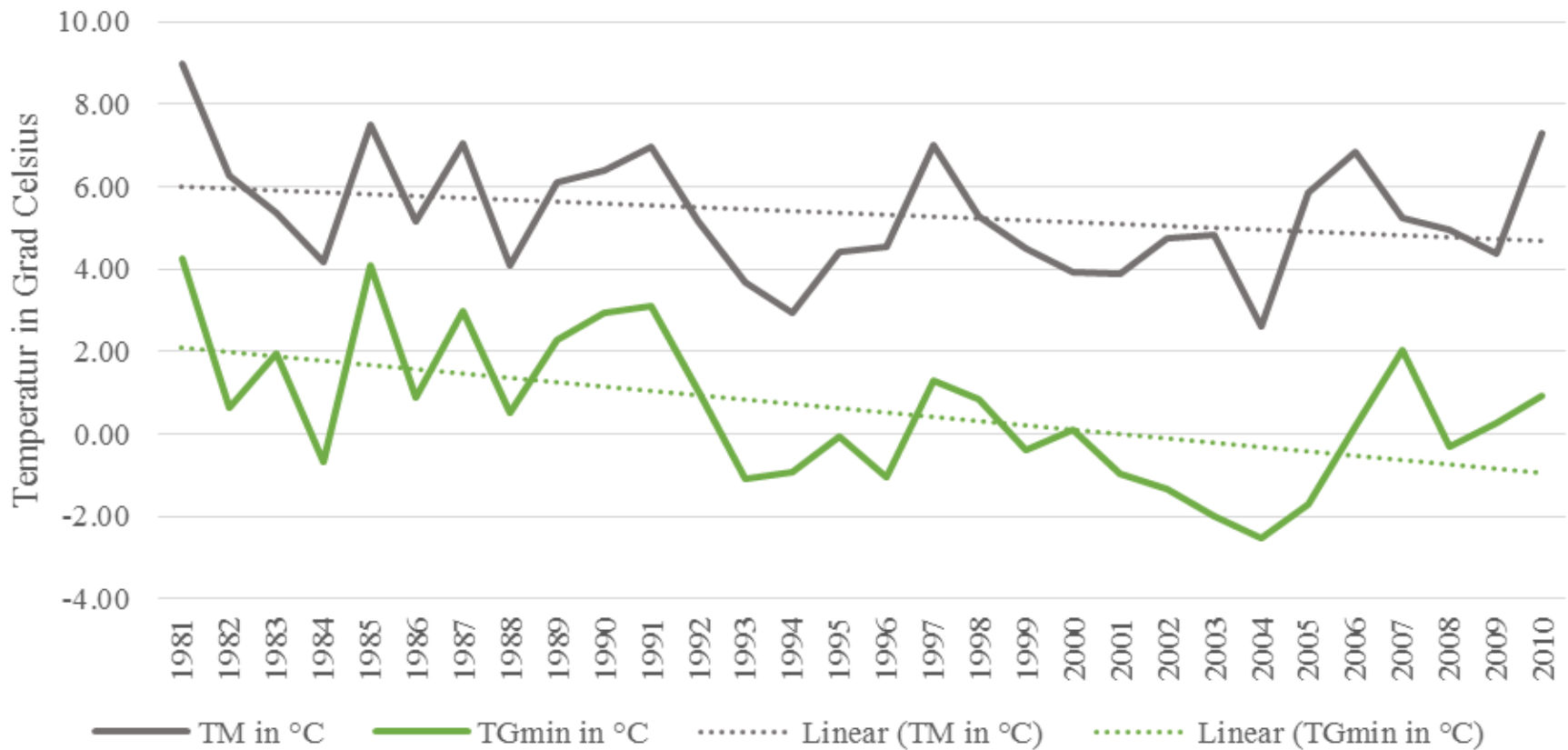
Zusammenhang zwischen dem Deutschlandmittel der Temperaturanomalie (Kelvin) im Frühjahr und den mittleren Daten der Erstbeobachtung (EB) von 25 Zugvogelarten im Vogtland von 1967-2015

## Beginn und Ende des Vorfrühlings von 1981 bis 2010



# Erhöhung der Frostgefahr bei früher einsetzender Vegetationsentwicklung

## Entwicklung der mittleren Lufttemperatur und der niedrigsten am Boden gemessenen Temperatur im Vorfrühling von 1981 bis 2010



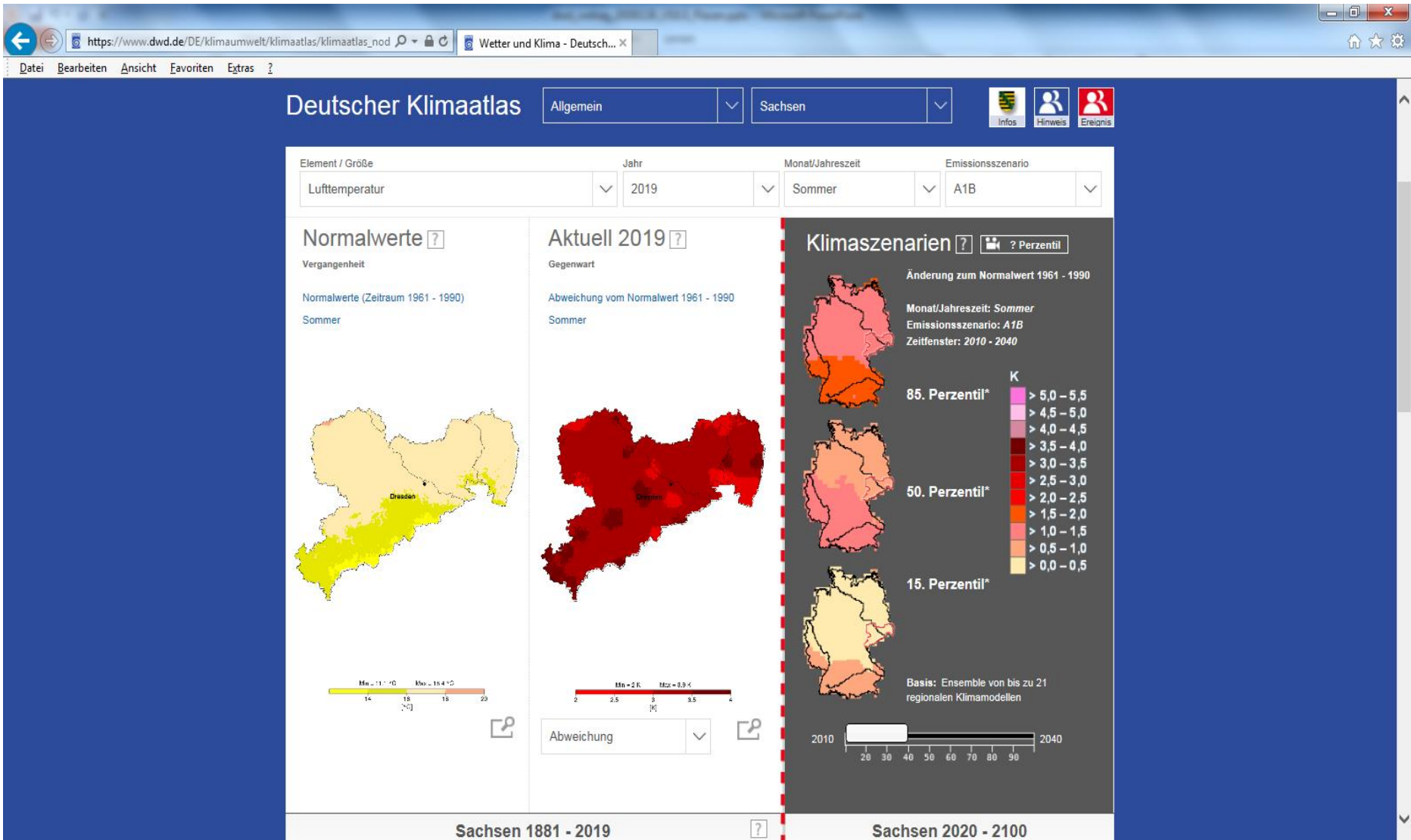
## Änderungen thermischer Größen

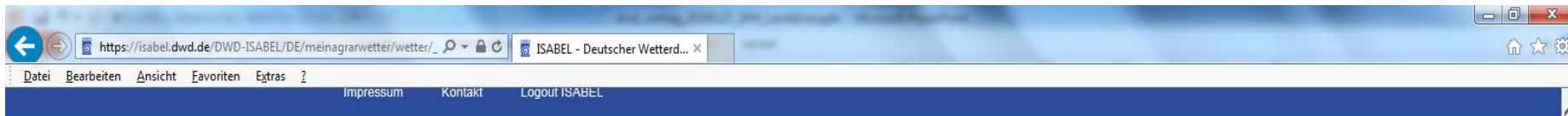
- Ganzjährige Temperaturzunahme
- Aber: weiterhin Frostperioden bekannter Intensität jedoch mit abnehmender Häufigkeit
- Geringere Zahl der Schneedeckentage, damit bei Frost zunehmende Frostschadensgefahr
- geringeres Eindringen des Frostes in den Boden
- Früherer Vegetationsstart → Spätfrostrisiko



## Änderungen von Bodenwasserhaushaltsgrößen

- Regional sehr unterschiedlich, hohe natürliche Variabilität
- Längere Zeiträume müssen betrachtet werden
- Zunahme der Herbst- und Winterniederschläge
- Abnahme der Niederschläge im Frühjahr/Frühsummer
- Stärkere Bodenwasserzehrung im Frühjahr/Frühsummer
- Intensivere Schauerniederschläge; Veränderungen der Niederschlagscharakteristik
- Änderungen in der Hagelgefahr ? (zeitliches Auftreten)
- Schnellerer Bodenwasseranstieg im Herbst/Winter zunächst in den oberen Schichten
- **ZIEL:** keinen Tropfen Regen vergeuden und überschüssigen Niederschlag schadlos (u.a. Erosion, Nährstofffracht) abführen





DEUTSCHLANDÜBERSICHT

MEIN AGRARWETTER

Startseite > Mein Agrarwetter > Agrarwetter

Stationsauswahl

Agrarwetter

Pflanzenbau

Tierhaltung

Rückblicke

Radar und Satellit



## Landshut-Reithof (490 m)

Zeitangabe in UTC, d.h. UTC=MESZ-2 bzw. UTC=MEZ-1

Heute	Mo 25.11.	Di 26.11.	Mi 27.11.	Do 28.11.	Fr 29.11.	Sa 30.11.
10 °C	4 °C	8 °C	7 °C	11 °C	8 °C	7 °C
3 °C	2 °C	4 °C	4 °C	6 °C	5 °C	3 °C
0 h	0 h	0 h	0 h	1 h	1 h	1 h
0 mm	0 mm	0 mm	2-5 mm	1-2 mm	2-5 mm	2-5 mm

## Lufttemperatur [°C]

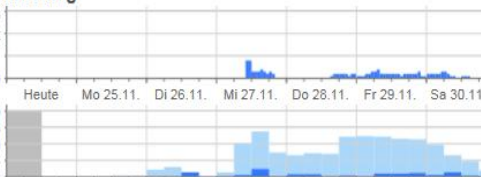
— 2 m  
— 5 cm, unbewachsen  
— 5 cm, Gras



## Niederschlag und Verdunstung

Niederschlag [mm]

Wahrscheinlichkeit [%]  
■ Niederschlag > 0.2 mm  
■ Niederschlag > 5 mm  
■ Vergangenheit/fehl



---

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit**

**und weiterhin  
erfolgreiche Arbeit!**

**Ich bin sehr auf Ihre Fragen gespannt!**

[Falk.Boettcher@dwd.de](mailto:Falk.Boettcher@dwd.de)

Tel. 069 8062 9890