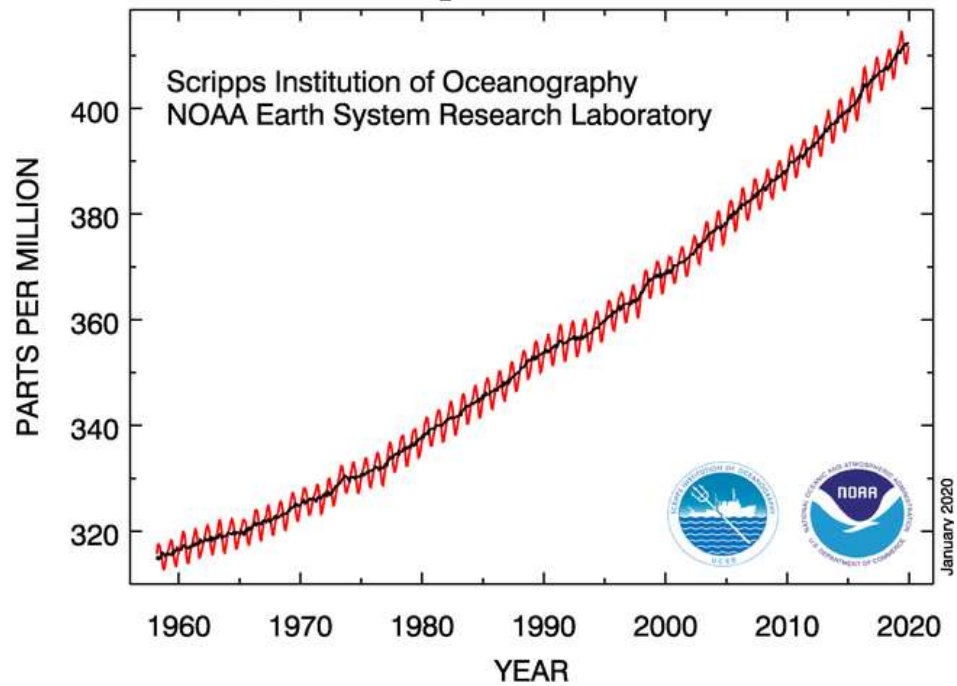
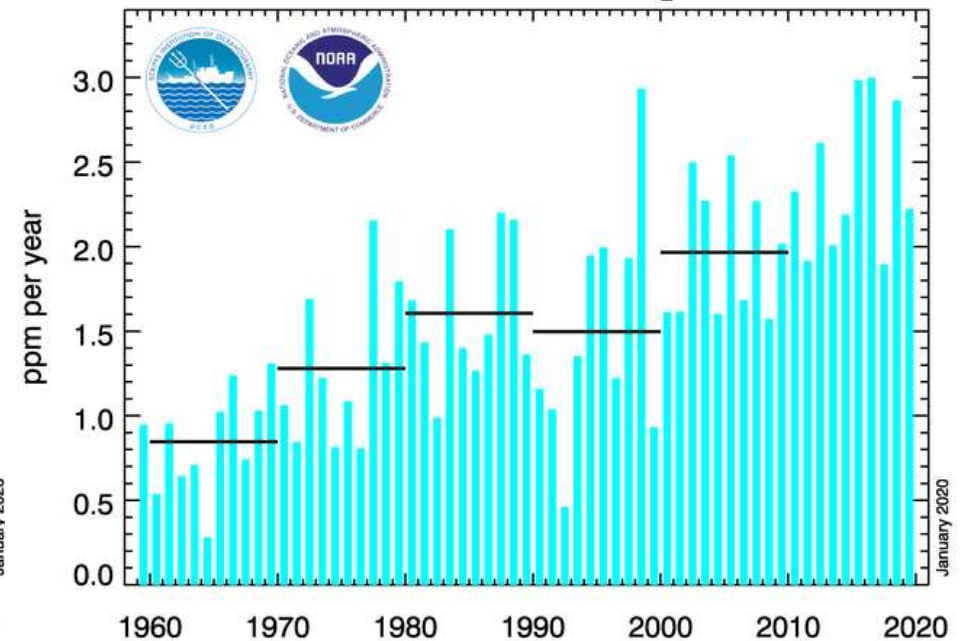


Veränderungen für die Landwirtschaft durch den Klimawandel

Dr. Cathleen Frühauf

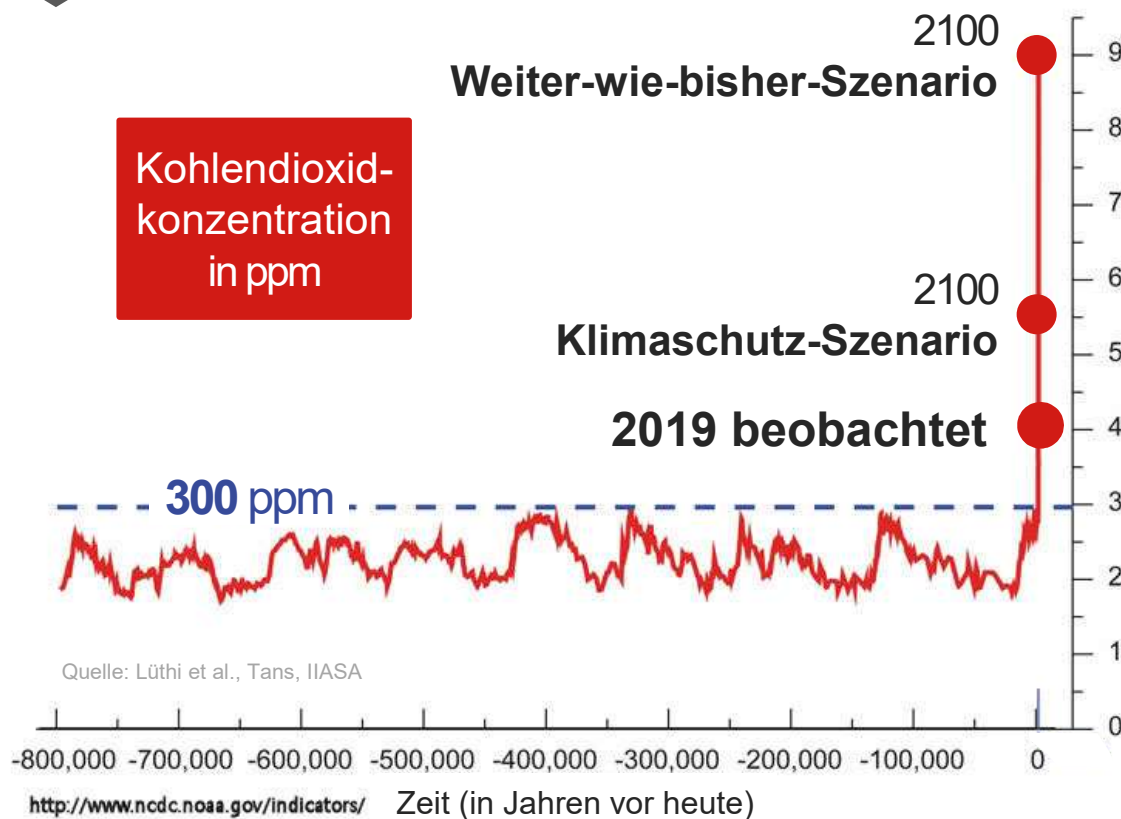
Deutscher Wetterdienst – Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung – Braunschweig

Treibhausgase

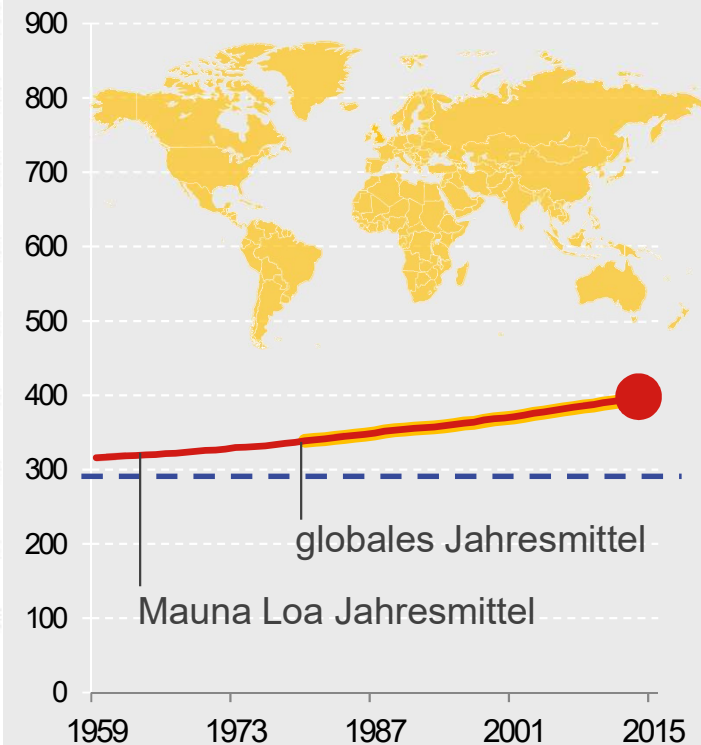
Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatoryannual mean growth rate of CO₂ at Mauna Loa

Entwicklung der atm. CO₂-Konzentration

Eiskernbohrungen



CO₂-Messungen



Mitwirkung am FACE Projekt des Thünen Instituts

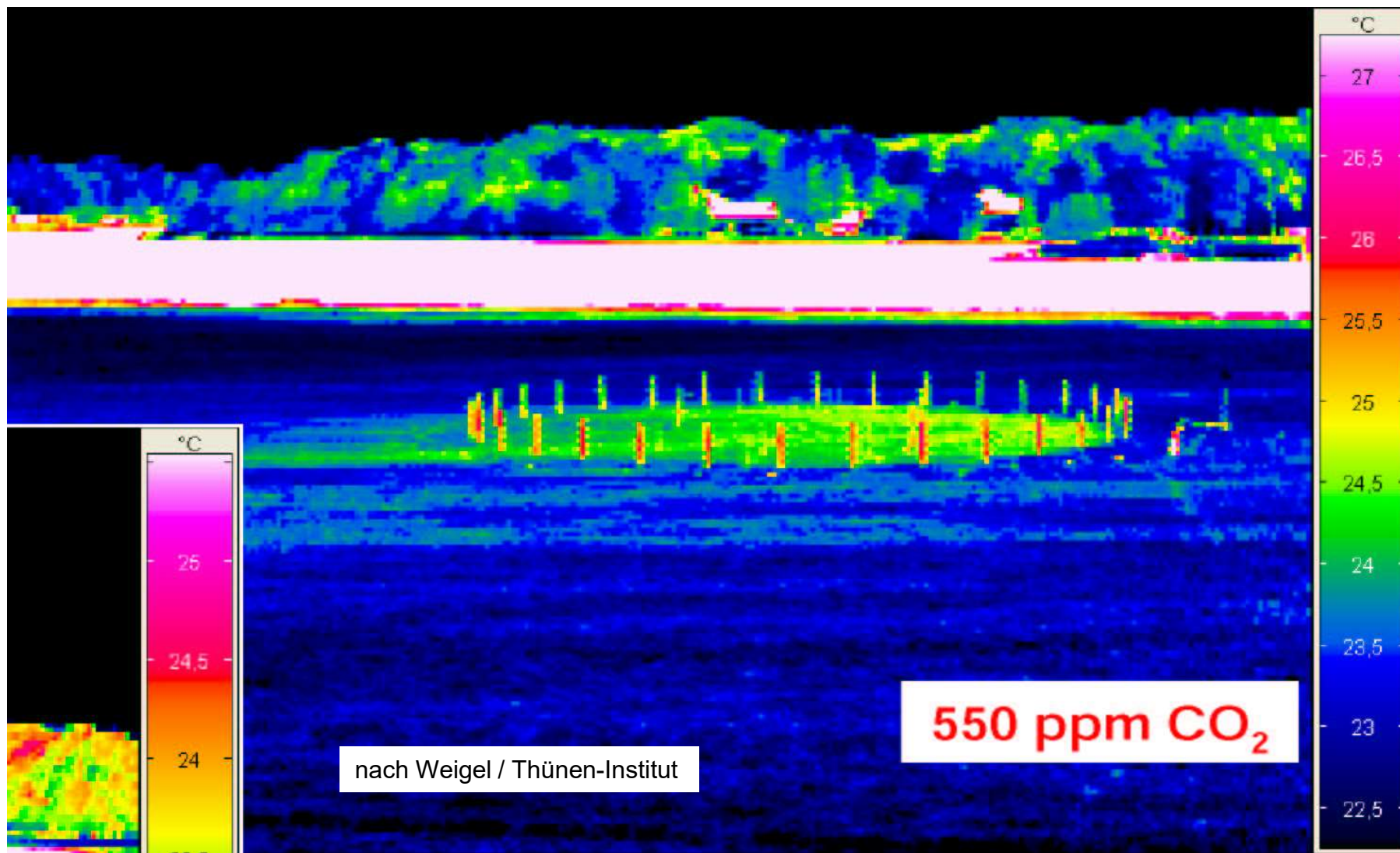
Auswirkungen erhöhtes CO₂ auf Pflanzen

hier Ringe mit CO₂-Anreicherung



CO₂

Auswirkungen



Auswirkungen des CO₂-Anstiegs auf das Pflanzenwachstum



höhere Photosynthese- und Wachstumsraten

(Wenn kein anderer Wachstumsfaktor limitierend wirkt)



verbesserte Wassernutzungseffizienz

The background of the slide features a close-up of a thermometer on the left side, with the numbers 10, 20, 30, and 40 visible on its scale. The liquid level is just below the 30 mark. To the right of the thermometer is a bright sun shining in a clear blue sky.

Temperatur

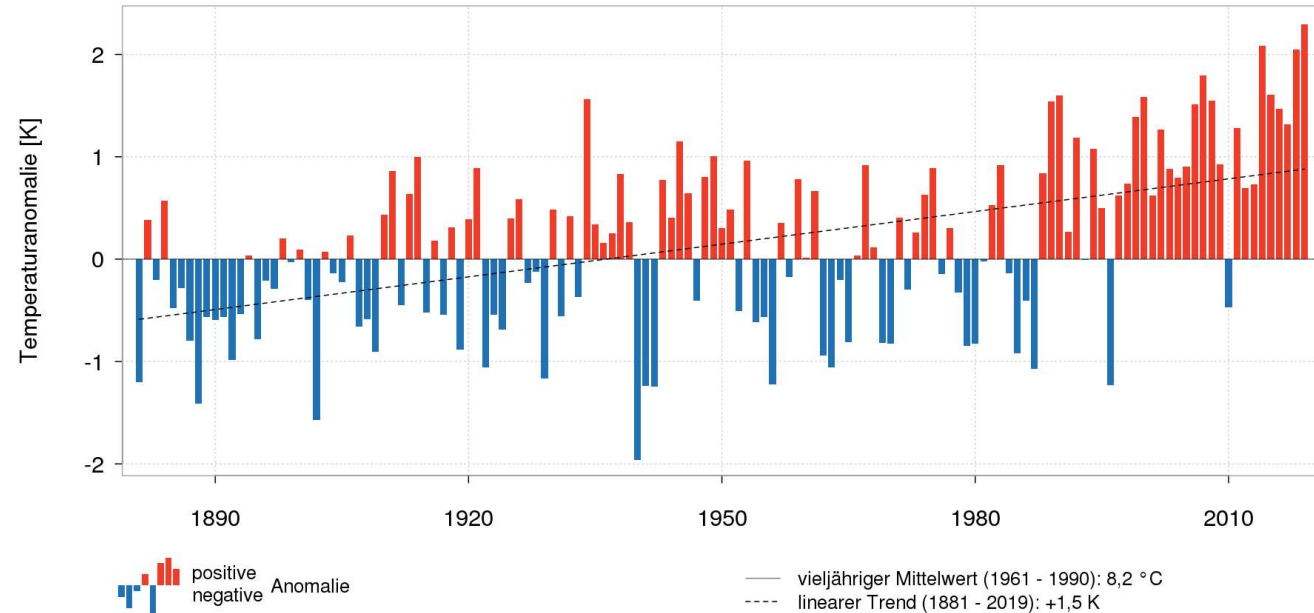
Mecklenburg-Vorpommern wird wärmer

Abweichung zu 1961 - 1990

kurz notiert:

- ungebrochener Trend der Erwärmung in MV
- Anstieg der Jahresmitteltemperatur um **1,5 °C** seit **1881**

Temperaturanomalie
Mecklenburg-Vorpommern Jahr
1881 - 2019
Referenzzeitraum 1961 - 1990

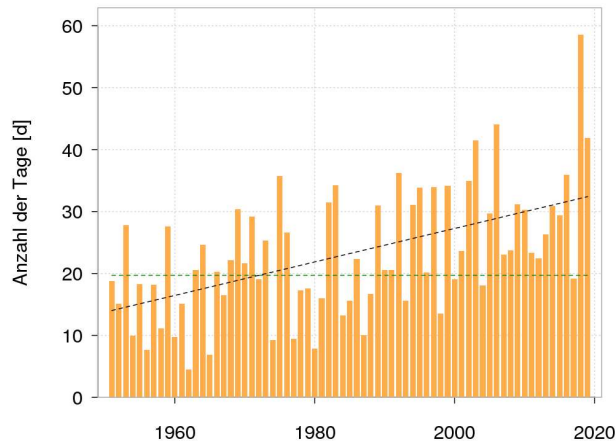


- **Änderung der Extreme:**
 - mehr Sommertage und heiße Tage
 - weniger Frost- und Eistage

Änderung bei Kenntagen (Extreme)

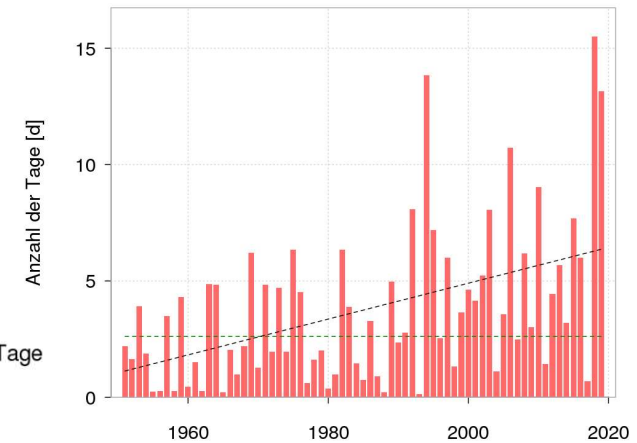
Temperatur Beobachtungen

Sommertage
Mecklenburg-Vorpommern Jahr
1951 - 2019



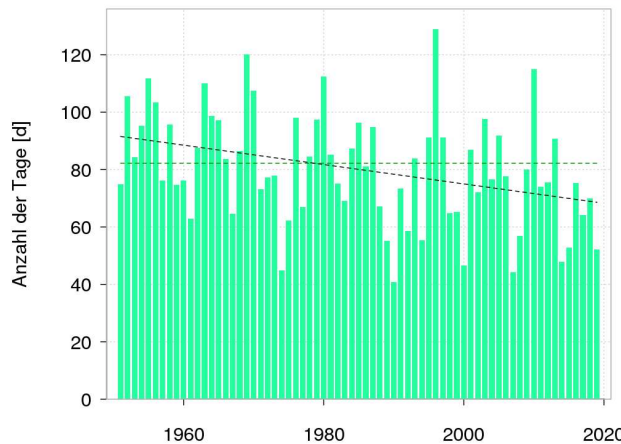
Gebietsmittel
 - - - - - vieljähriger Mittelwert (1961 - 1990): 19,7 Tage
 - - - - - linearer Trend (1951 - 2019): +18,4 Tage

Heiße Tage
Mecklenburg-Vorpommern Jahr
1951 - 2019



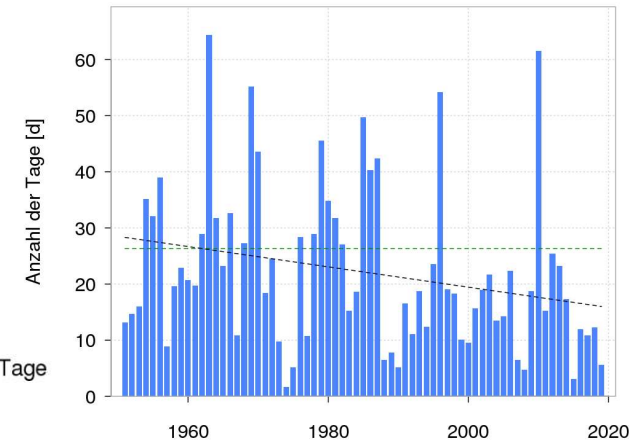
Gebietsmittel
 - - - - - vieljähriger Mittelwert (1961 - 1990): 2,6 Tage
 - - - - - linearer Trend (1951 - 2019): +5,2 Tage

Frosttage
Mecklenburg-Vorpommern Jahr
1951 - 2019



Gebietsmittel
 - - - - - vieljähriger Mittelwert (1961 - 1990): 82,2 Tage
 - - - - - linearer Trend (1951 - 2019): -22,9 Tage

Eistage
Mecklenburg-Vorpommern Jahr
1951 - 2019

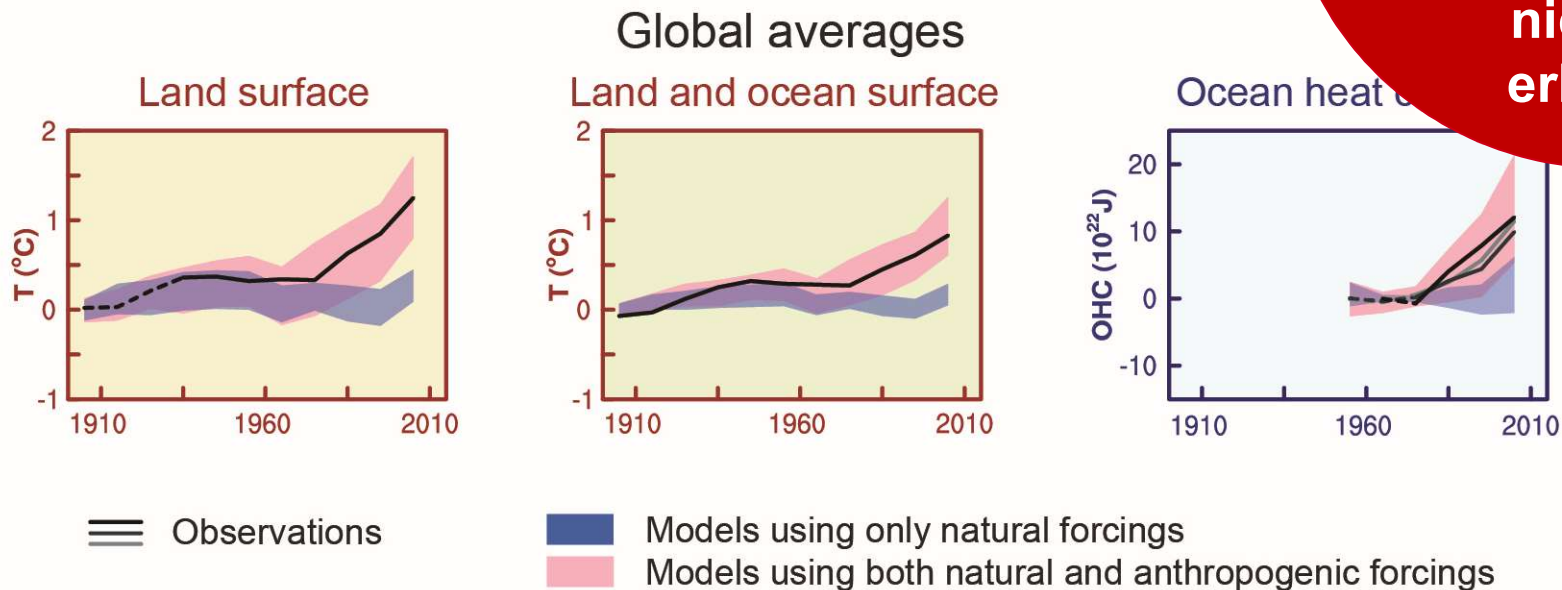


Gebietsmittel
 - - - - - vieljähriger Mittelwert (1961 - 1990): 26,3 Tage
 - - - - - linearer Trend (1951 - 2019): -12,3 Tage



Ist die Erwärmung „menschengemacht“?

Ohne anthropogenen Einfluss ist bisher stattgefundenene Erwärmung nicht zu erklären

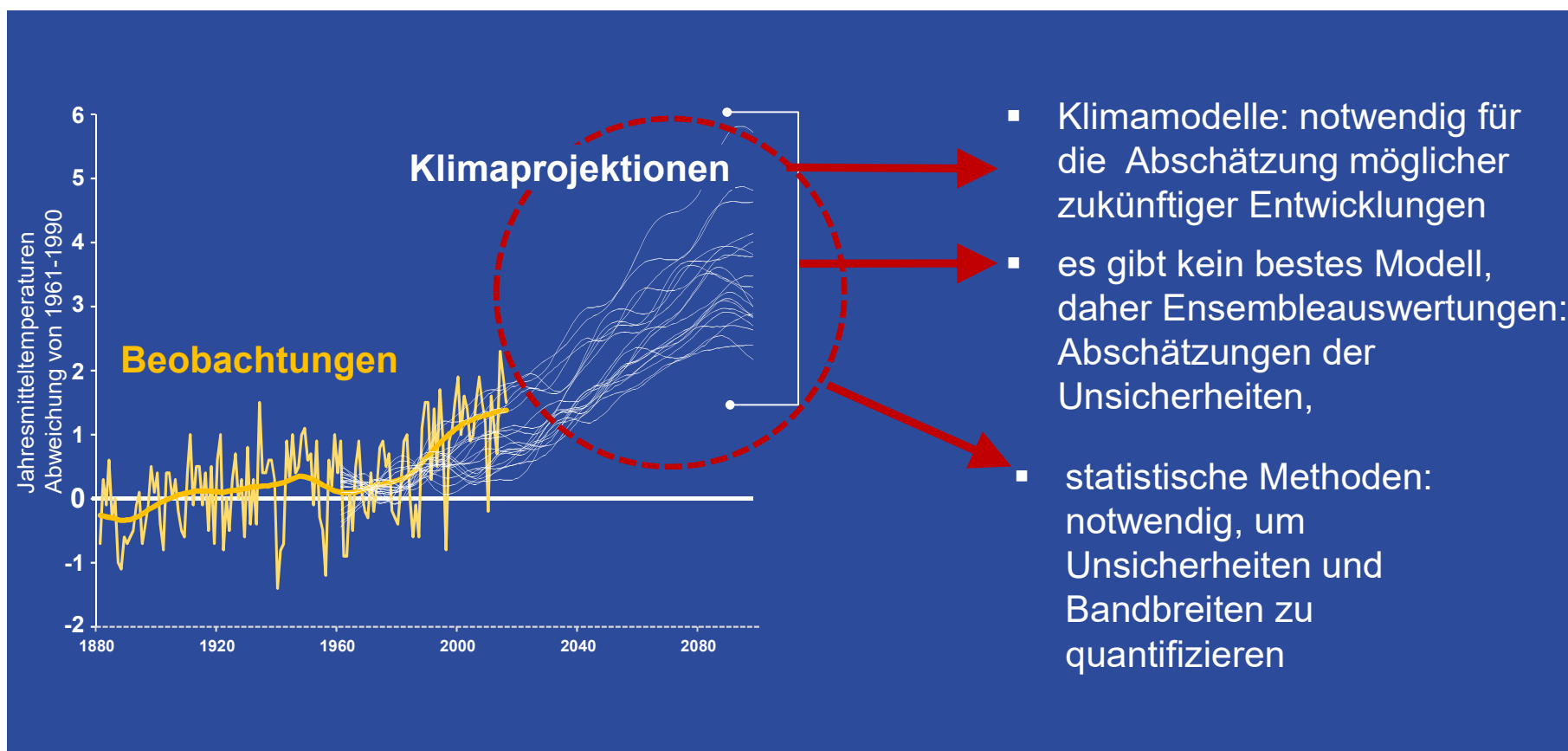


Quelle: IPCC, 2013. WGI TS



In die Zukunft schauen: Wie geht das?

Auswertung von Klimaprojektionsensembles



Temperatur **Projektionen**


Änderungssignale zu 1971 - 2000 in °C

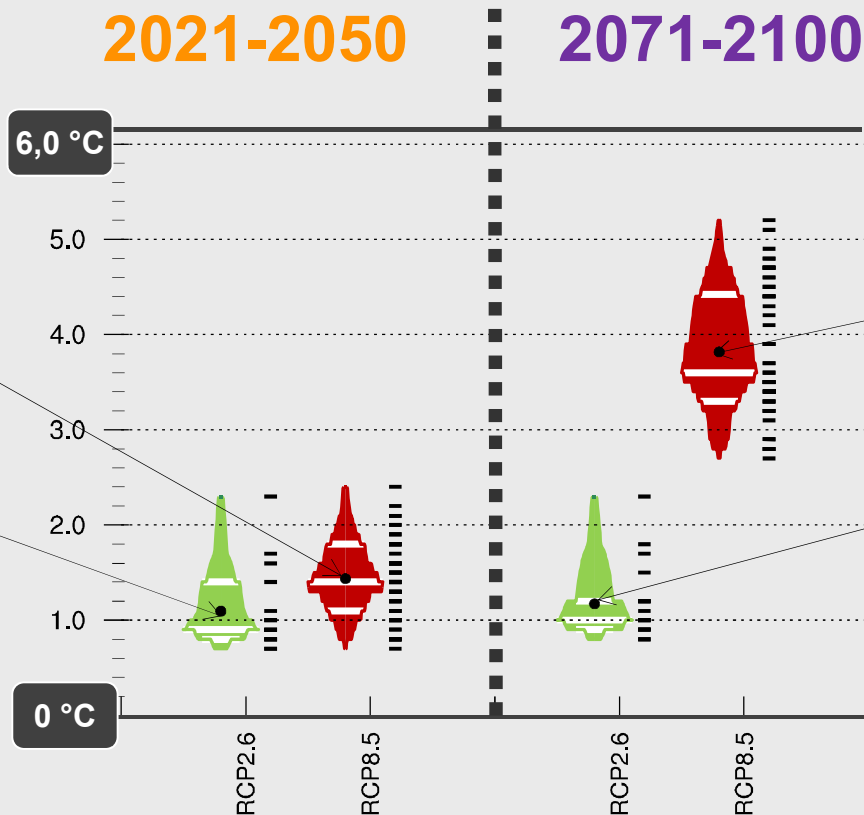
Erwärmung im Mittel bis °C:

 Weiter-wie-bisher-Szenario

+ 1,4

+ 1,1

 Klimaschutz-Szenario




Erwärmung im Mittel bis °C:

 Weiter-wie-bisher-Szenario

+ 3,8

+ 1,1

 Klimaschutz-Szenario

Temperatur

Projektionen

Jahreszeitliche Mittelwerte der Temperatur und erwartete Änderungen



	1961-1990	1971-2000	2021-2050 (RCP2.6)	2021-2050 (RCP8.5)	2071-2100 (RCP2.6)	2071-2100 (RCP8.5)
Frühjahr	7,7 °C	8,1 °C	+0,9 °C	+1,1 °C	+1,0 °C	+2,9 °C
Sommer	16,3 °C	16,6 °C	+1,1 °C	+1,3 °C	+1,0 °C	+3,5 °C
Herbst	8,8 °C	8,7 °C	+1,2 °C	+1,5 °C	+1,2 °C	+3,9 °C
Winter	0,3 °C	0,8 °C	+1,1 °C	+1,6 °C	+1,2 °C	+4,0 °C
Jahr	8,2 °C	8,6 °C	+1,0 °C	+1,3 °C	+1,2 °C	+3,7 °C

Quelle: DWD 2017, Nationaler Klimareport

Temperatur

Auswirkungen

Auswirkungen des Temperaturanstiegs auf das Pflanzenwachstum

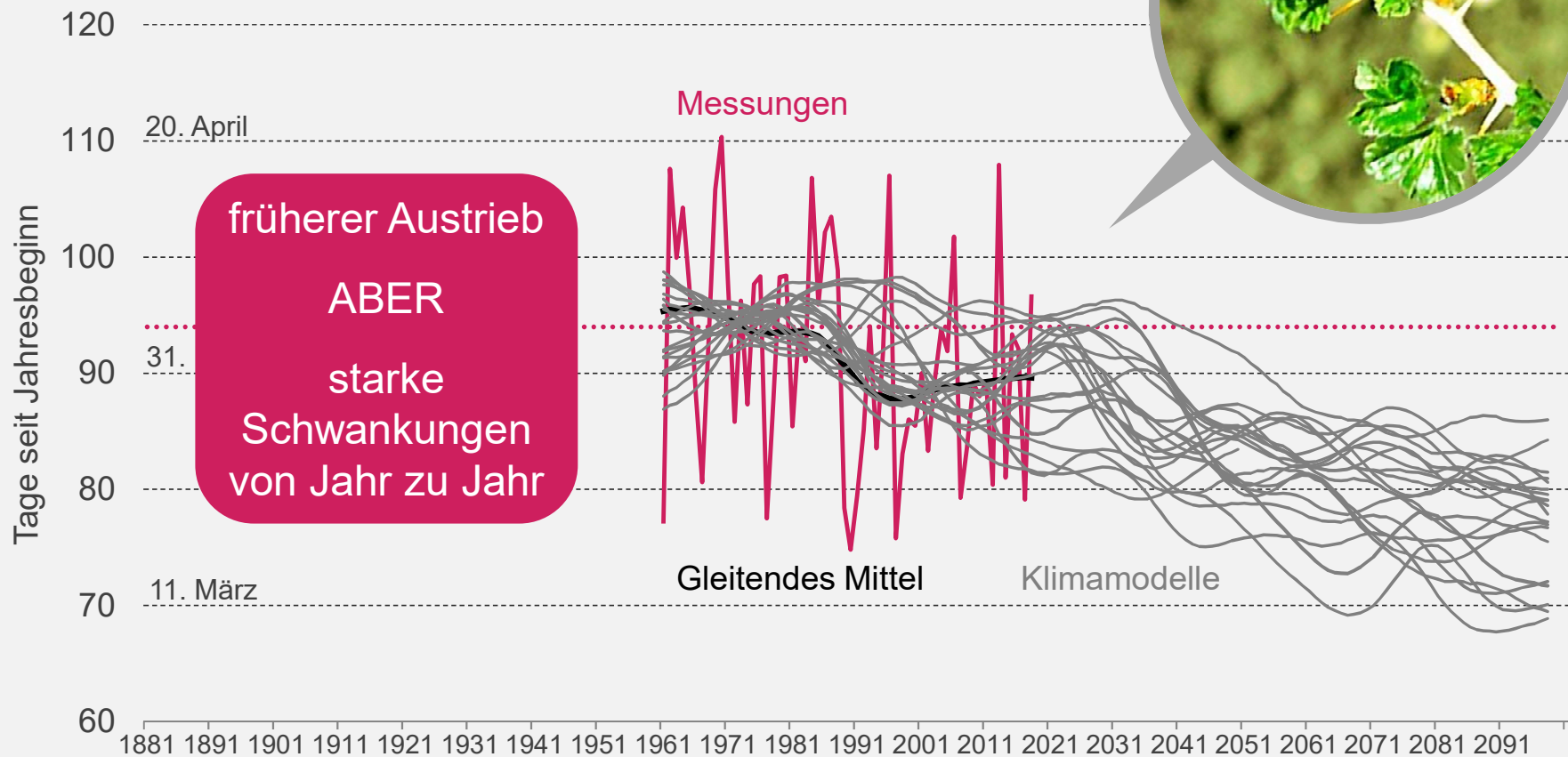


tendenziell

Verfrühung der
Pflanzenentwicklung

Vegetationsbeginn

Austrieb der Stachelbeere



Vegetationsbeginn

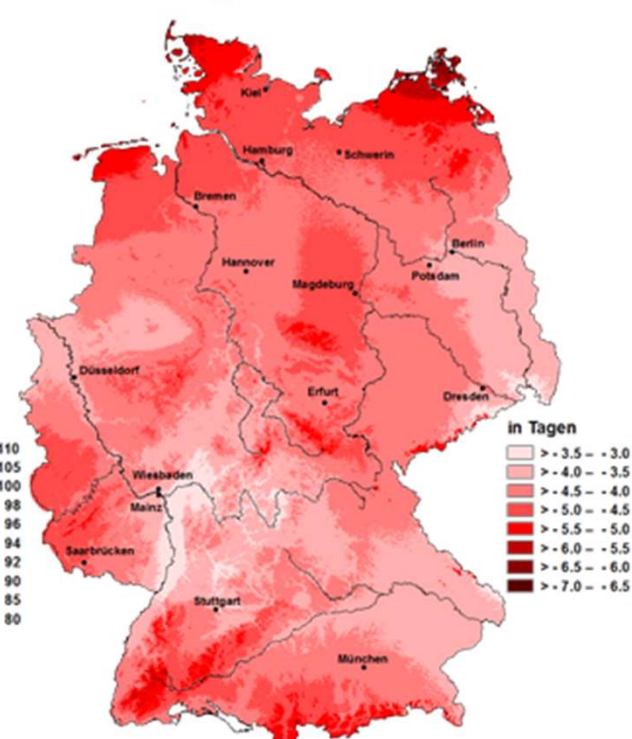
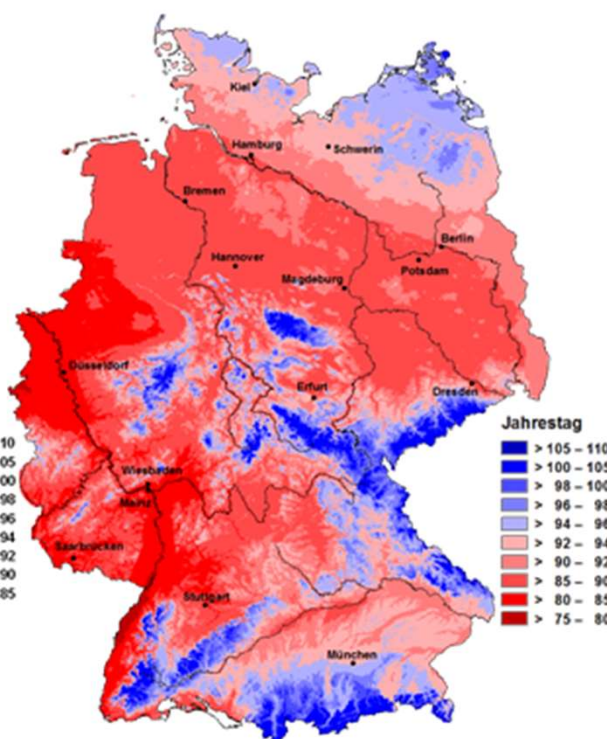
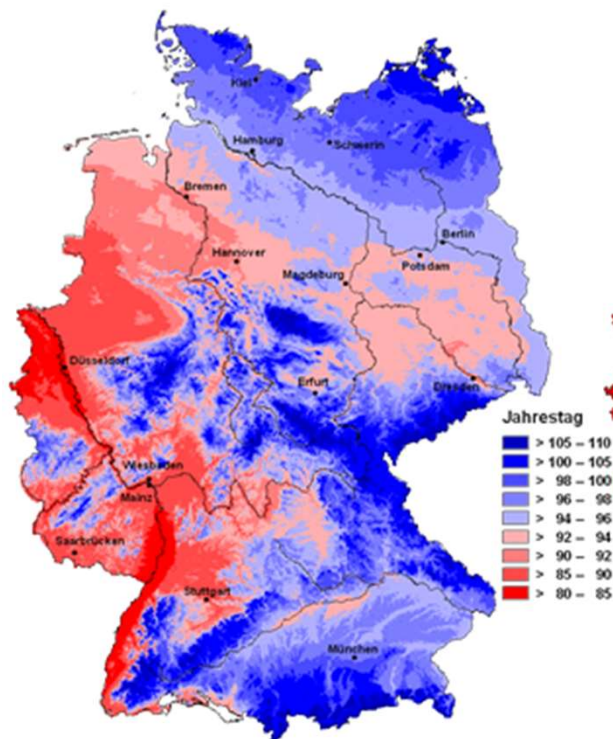


langjähriges Mittel

1961 – 1990

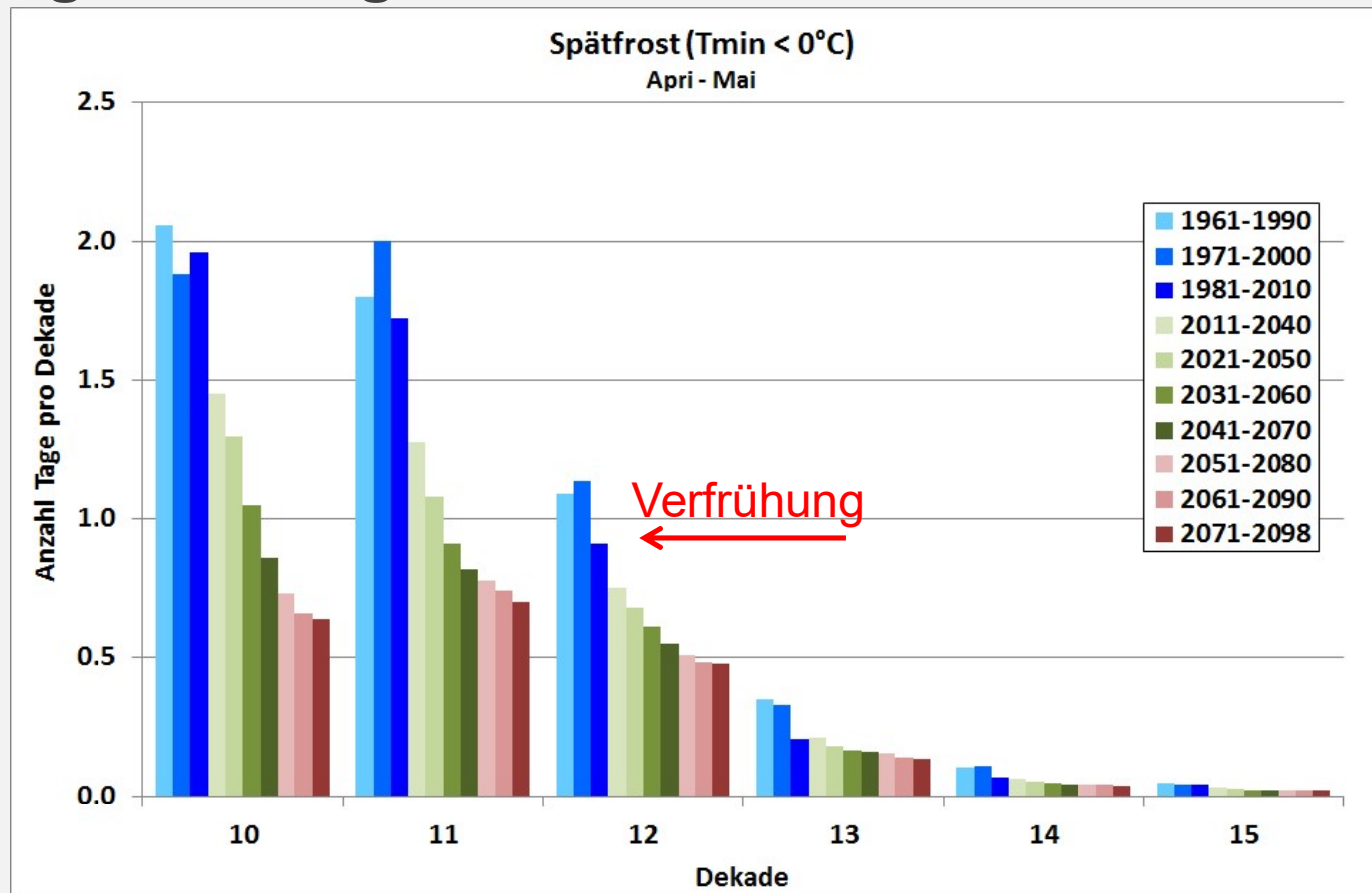
1981 – 2010

Änderung 1981 – 2010
im Vergleich zu 1961 – 1990



Quelle: Extremwetterprojekt

früherer Vegetationsbeginn und Spätfrostgefährdung



Quelle: Extremwetterprojekt

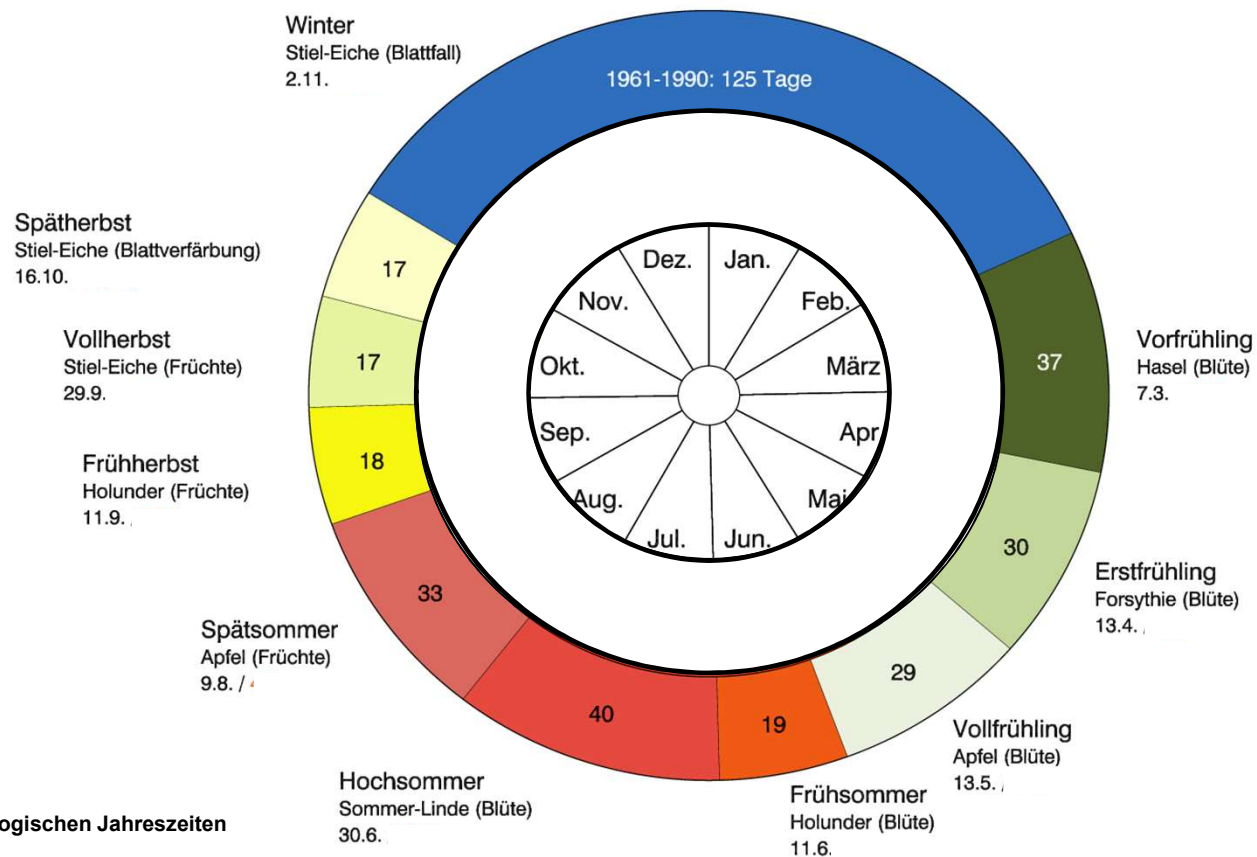


Temperatur Auswirkungen

Pflanzenentwicklung

Phänologische Uhr

Phänologische Jahreszeiten für Warnow-Recknitz-Gebiet (mit Bützower und Güstrower Becken)
äußerer Ring zeigt das Mittel 1961-1990



Leitphasen, mittlerer Beginn und Dauer der phänologischen Jahreszeiten
Zeitraum 1961-1990



Temperatur Auswirkungen

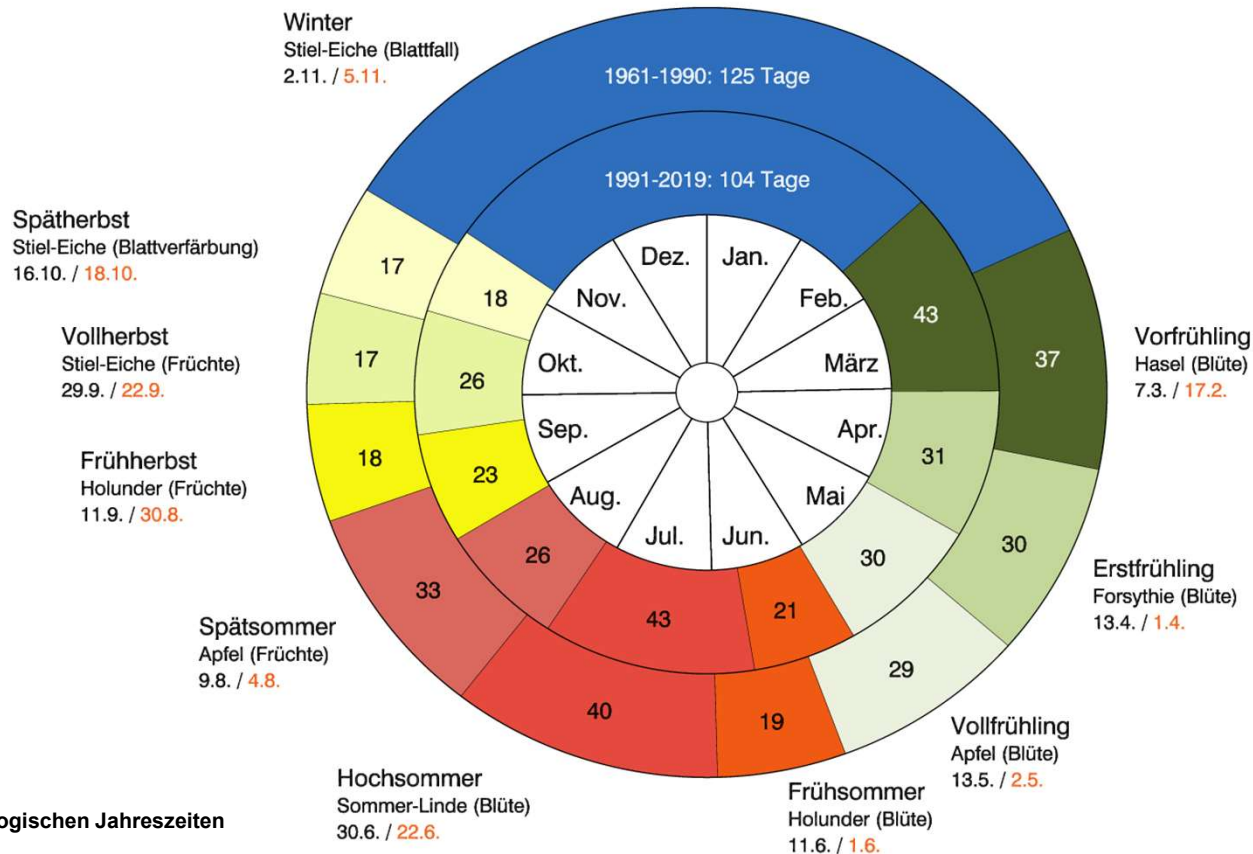
Pflanzenentwicklung

Phänologische Uhr

Phänologische Jahreszeiten für Warnow-Recknitz-Gebiet (mit Bützower und Güstrower Becken)
 äußerer Ring zeigt das Mittel 1961-1990
 innerer Ring zeigt das Mittel 1991-2019

kurz notiert:

Verschiebung der phänologischen Jahreszeiten
 Vegetationsperiode beginnt früher



Leitphasen, mittlerer Beginn und Dauer der phänologischen Jahreszeiten
 Zeiträume 1961-1990 und 1991-2019 im Vergleich



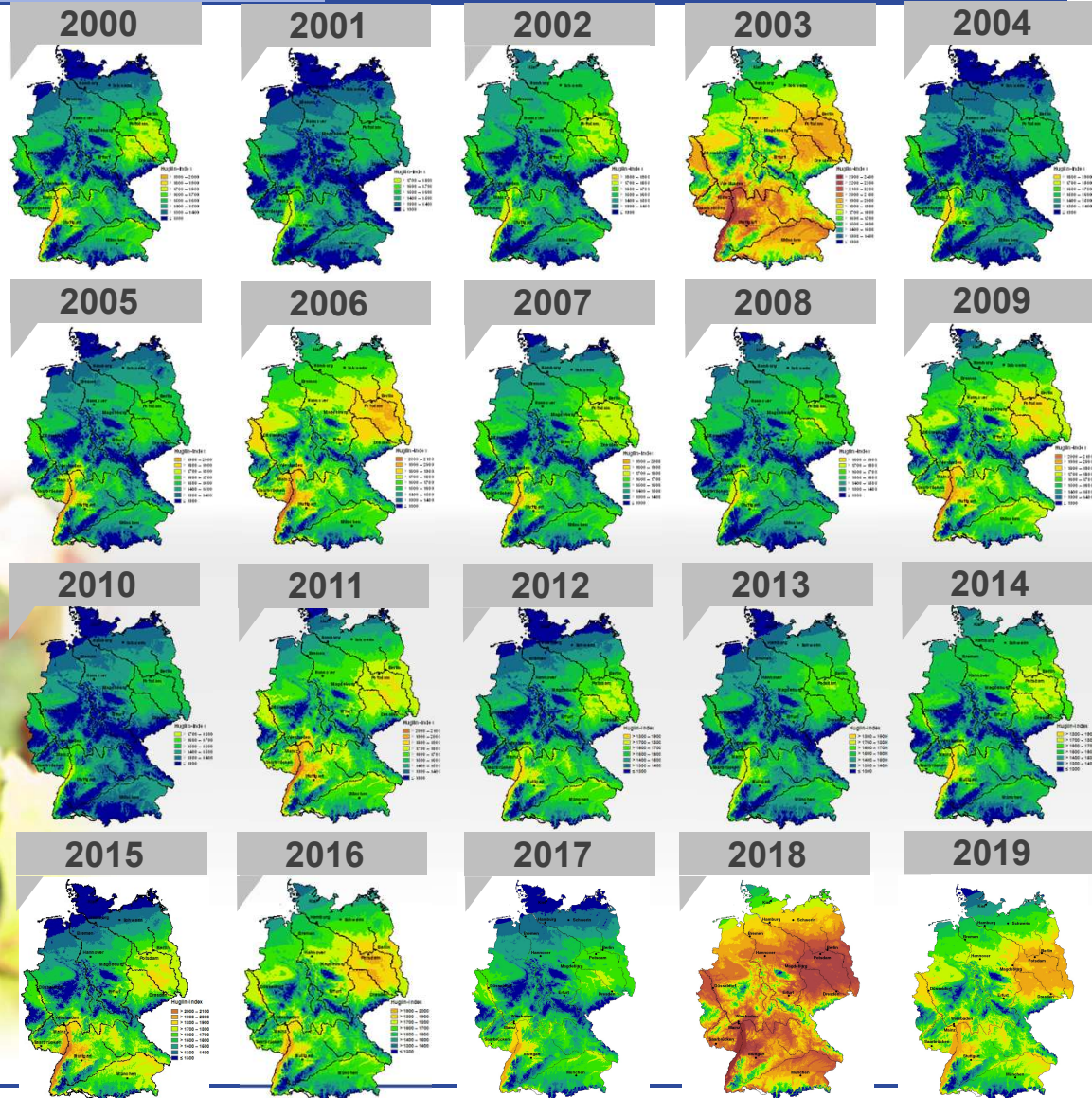
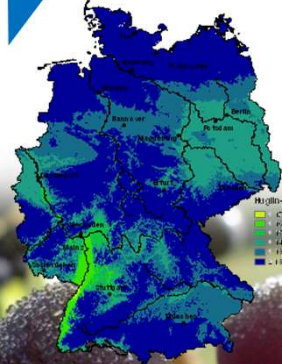
Huglin-Index

Wärmesumme
Rebsorteneignung

Huglin-Index

- > 2300 – 2400
- > 2200 – 2300
- > 2100 – 2200
- > 2000 – 2100
- > 1900 – 2000
- > 1800 – 1900
- > 1700 – 1800
- > 1600 – 1700
- > 1500 – 1600
- > 1400 – 1500
- > 1300 – 1400
- ≤ 1300

1961-1990



Auswirkungen des Temperaturanstiegs auf das Pflanzenwachstum



tendenziell



Verfrühung der Pflanzenentwicklung



dadurch größere Gefahr durch Spätfröste (Aprikosen, Süßkirschen, Äpfel)

Auswirkungen des Temperaturanstiegs auf das Pflanzenwachstum



tendenziell



frühere Ernte im Herbst wegen beschleunigter Entwicklung



Abnahme der Frostgefahr im Winter



geringere Frosthärte der Pflanzen erforderlich

Anbau von mediterranen Pflanzen möglich?

Auswirkungen des Temperaturanstiegs auf das Pflanzenwachstum



tendenziell

teilweise fehlende
Vernalisationsreize bei warmen
Wintern

Hitzestress im Sommer (*bei
gleichzeitig abnehmendem
Wasserangebot*); frühere Abreife /
Notreife bei Trockenheit,
Sonnenbrand

Teilweise bessere
Überlebenschancen für Schädlinge

aber: hohe Variabilität von Jahr zu
Jahr

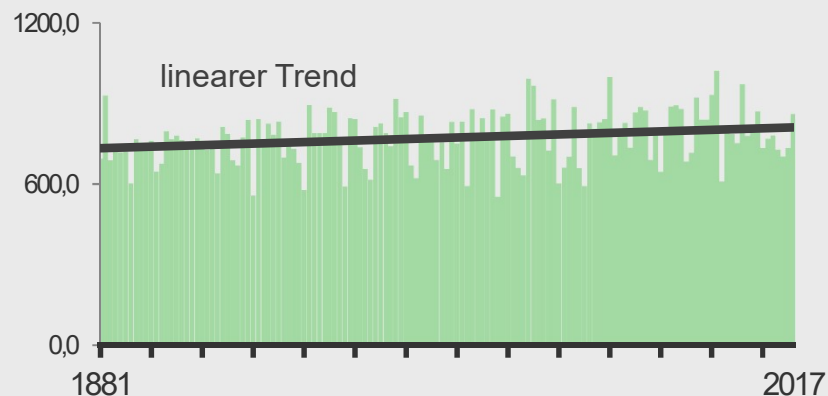


Niederschlag

Niederschlag

Beobachtungen

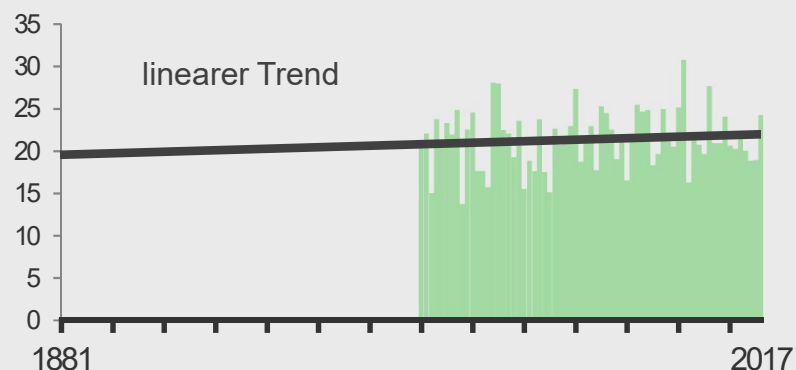
Jahresniederschlagssummen in mm



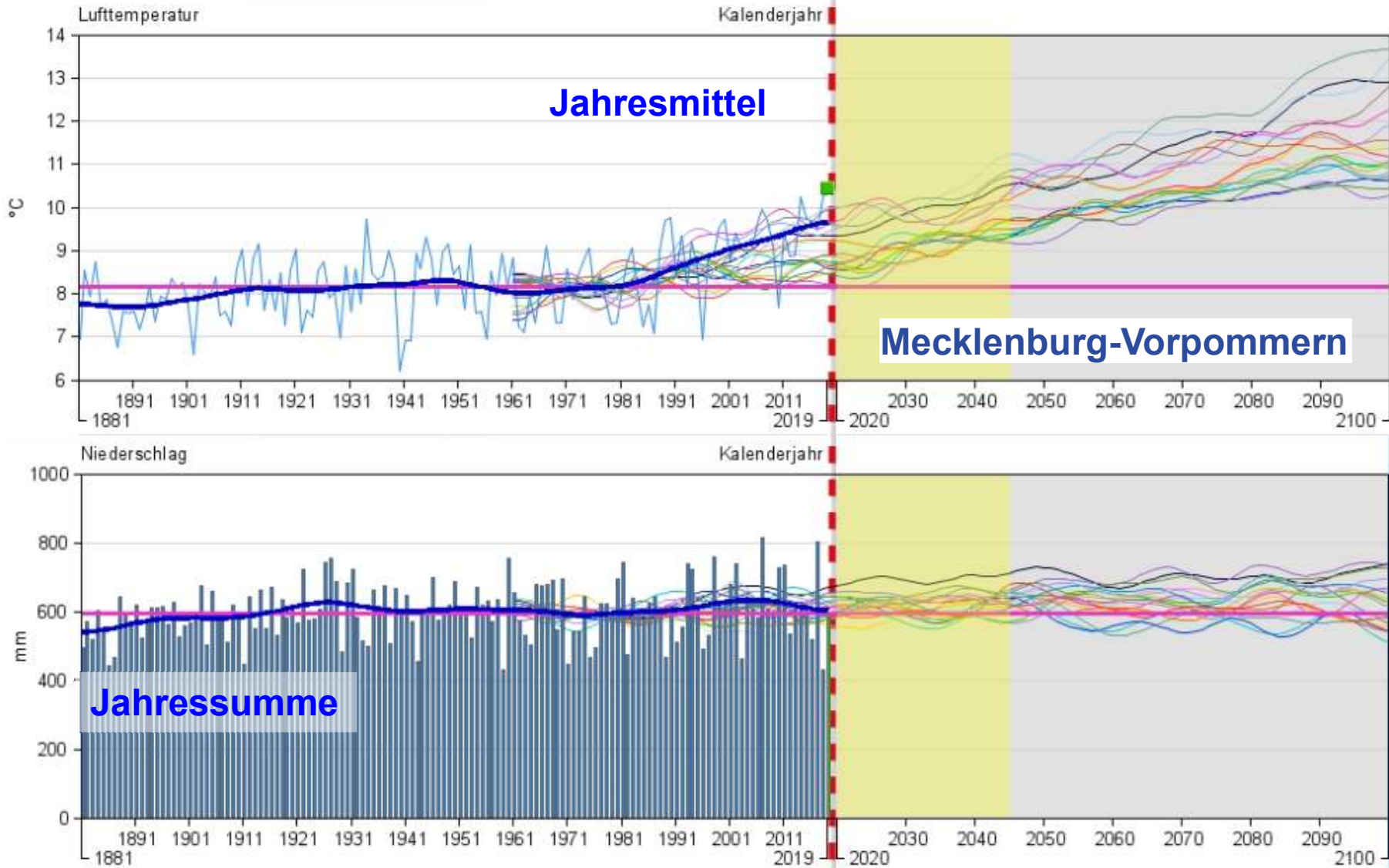
kurz notiert:

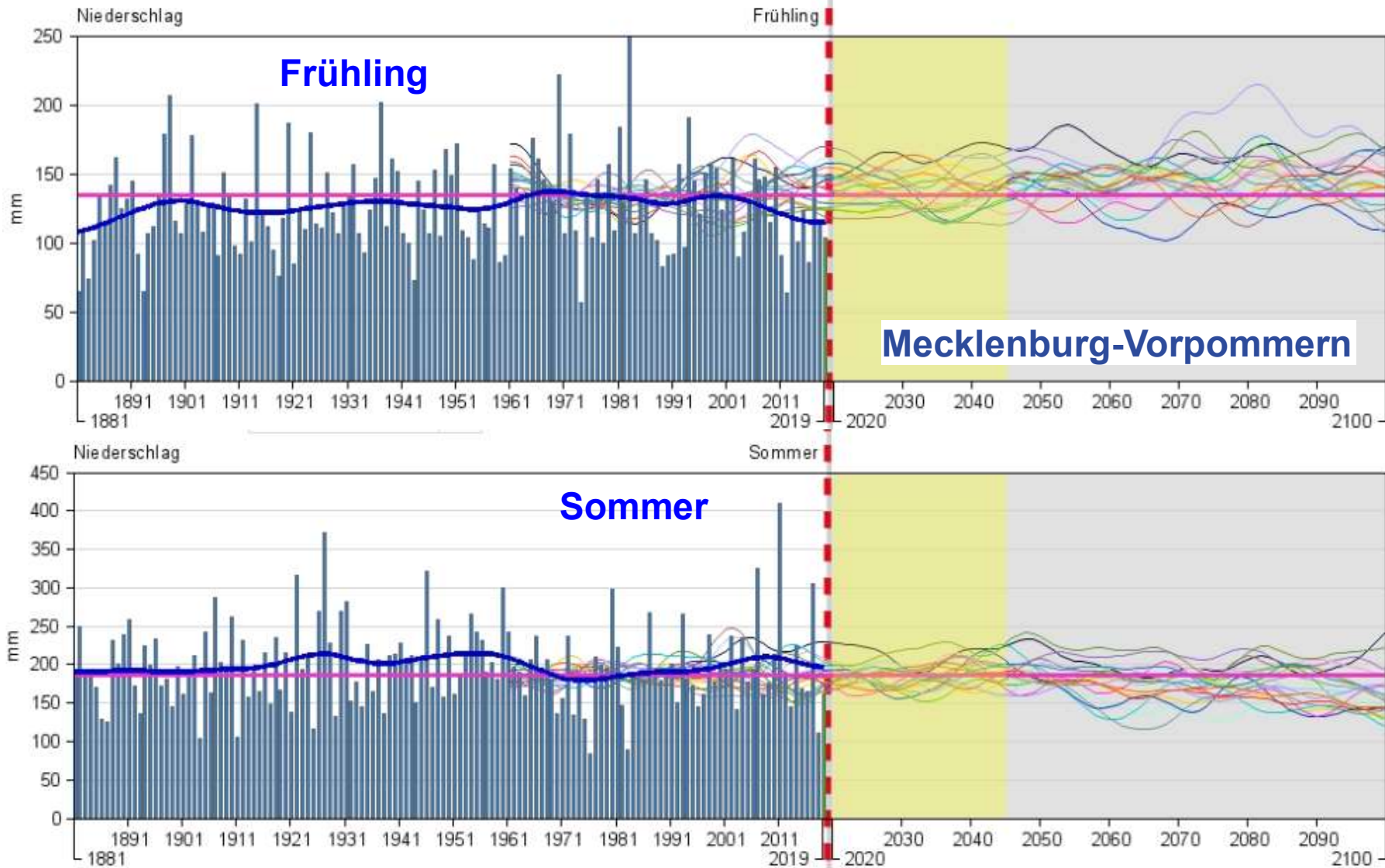
- seit 1881
Niederschlagsanstieg in allen
Jahreszeiten außer Sommer

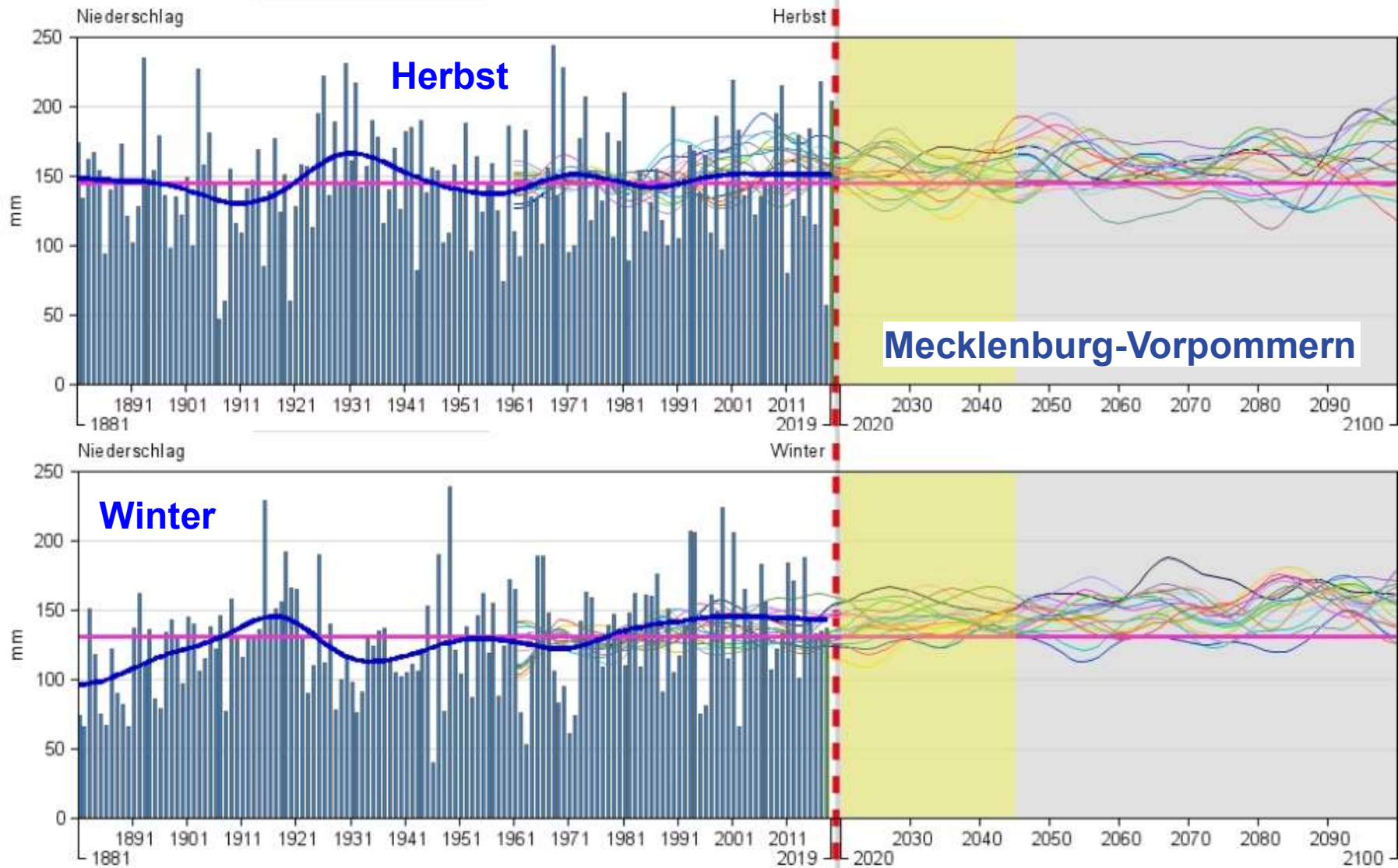
Anzahl der Tage Niederschlag ≥ 10 mm im Jahr



- Zunahme der Jahres-
niederschlagshöhe um
+10 %
- Zunahme von
Starkniederschlägen







Niederschlag

Projektionen

Jahreszeitliche Mittelwerte der Niederschlagshöhe und erwartete Änderungen



	1961-1990	1971-2000	2021-2050 (RCP2.6)	2021-2050 (RCP8.5)	2071-2100 (RCP2.6)	2071-2100 (RCP8.5)
Frühjahr	186 mm	179 mm	+5 %	+8 %	+3 %	+13 %
Sommer	239 mm	234 mm	-2 %	±0 %	±0 %	-9 %
Herbst	183 mm	191 mm	+3 %	+4 %	±0 %	+7 %
Winter	181 mm	183 mm	+7 %	+7 %	+4 %	+17 %
Jahr	789 mm	788 mm	+3 %	+5 %	+2 %	+9 %

Quelle: DWD 2017, Nationaler Klimareport

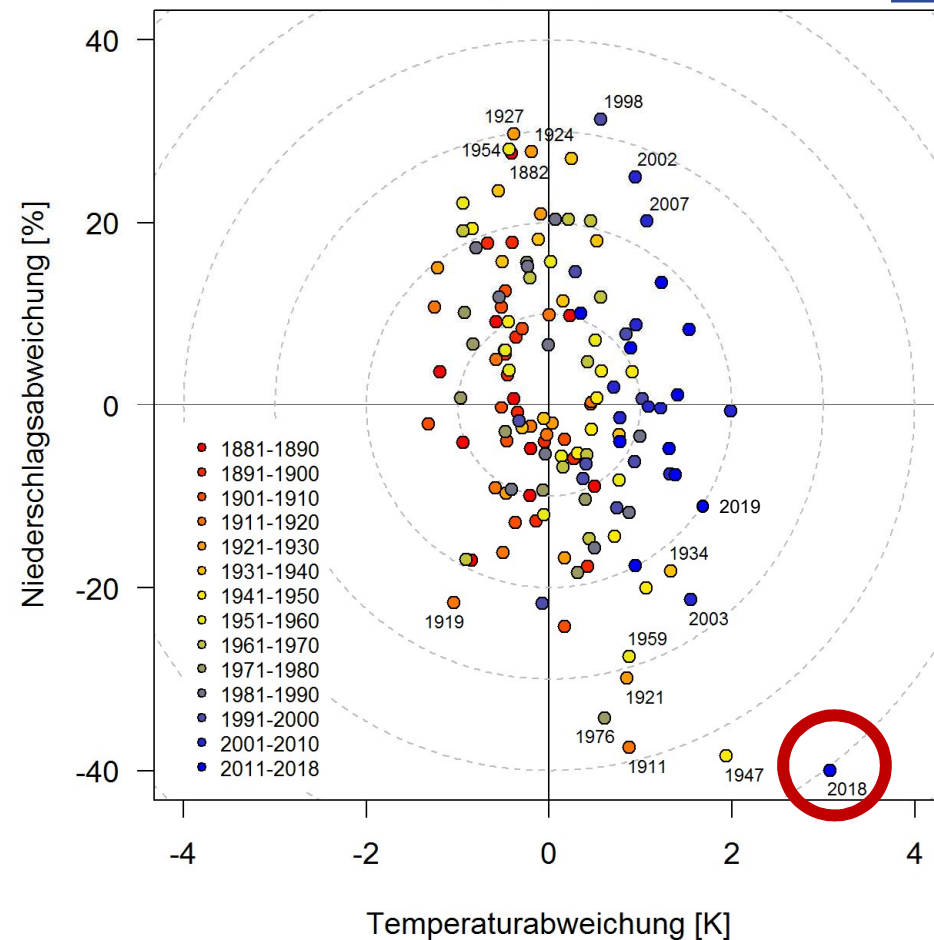
2018 war ein besonderes Jahr !

Abweichungen der Temperatur und des Niederschlags 2018 für Deutschland vom vieljährigen Mittelwert 1961-1990 für den Zeitraum **April - Oktober**.

Eine ähnliche Abweichung wurde für **April - Oktober** noch nie beobachtet.

Thermopluviogramm Deutschland

April - Oktober
1881 - 2018



Auswirkungen der Niederschlagsänderung auf das Pflanzenwachstum



tendenziell



Mehr Niederschläge im Winter,
weniger im Sommer



Erosion und Überflutung im
Winter, Nährstoffauswaschung



Auswirkungen der Niederschlagsänderung auf das Pflanzenwachstum



tendenziell

Wassermangel
im Sommer:

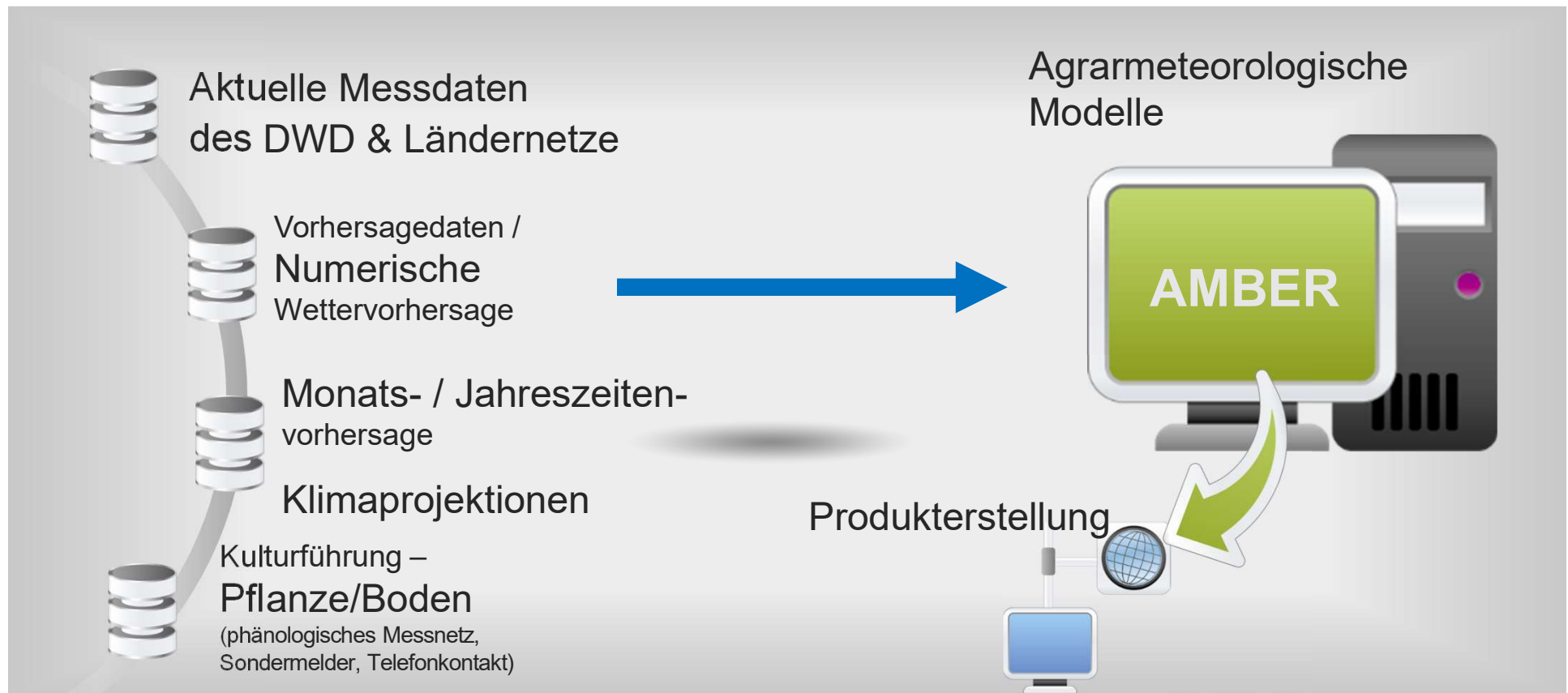
→ höhere Verdunstung
bei weniger Niederschlag
Bewässerung!

→ Niederschlagsereignisse werden
extremer

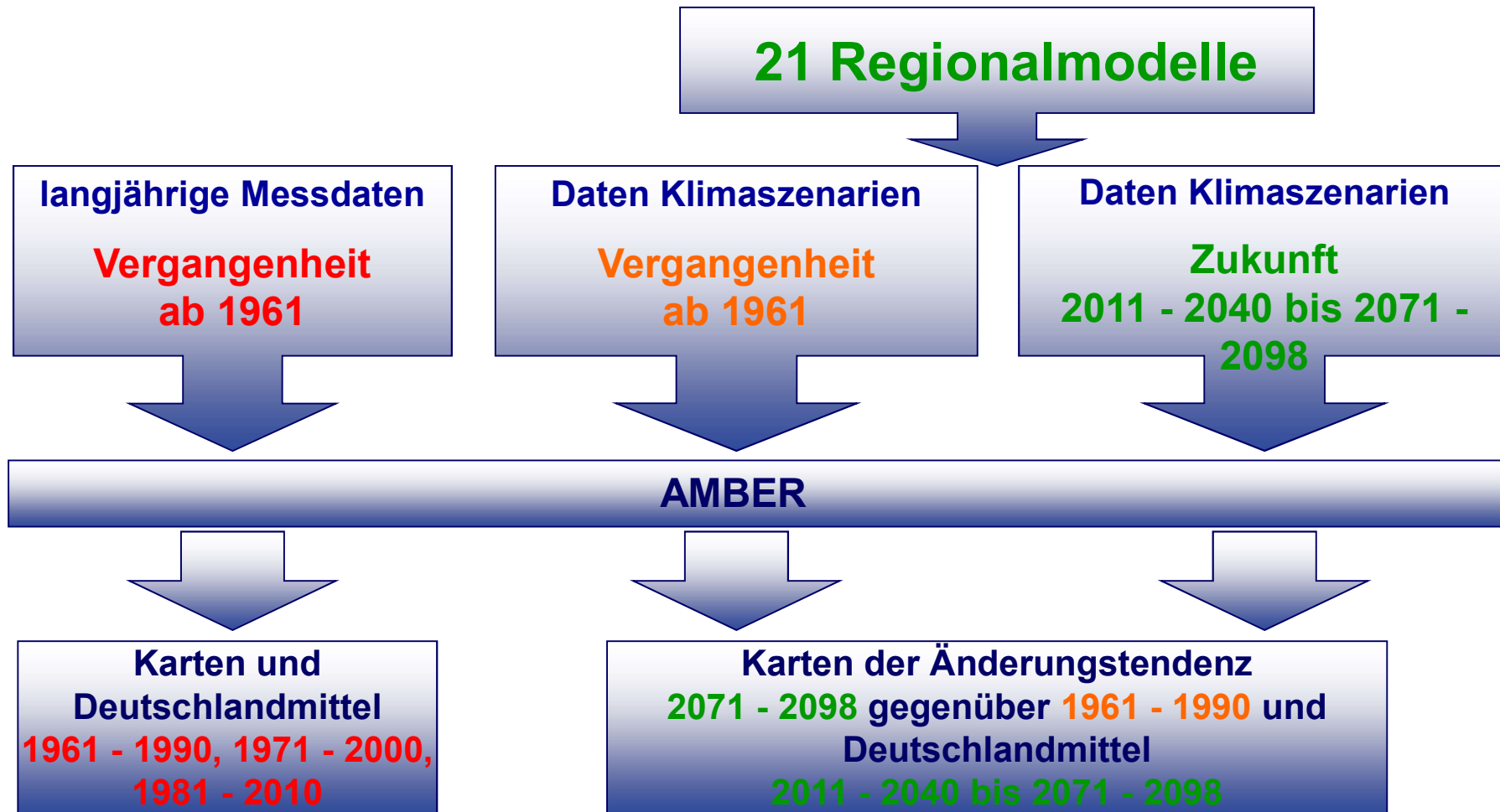
→ Trockenperioden wechseln mit
Starkregen, besonders im Sommer

→ aber hohe Variabilität von Jahr zu Jahr

Agrarmeteorologische Forschung und Modellierung



Anwendung von AMBER mit regionalen Klimaszenarien





Allgemein

- Lufttemperatur
- Eistage
- Frosttage
- Sommertage
- Heiße Tage
- Tropennächte
- Niederschlag
- Vegetationsbeginn
- Waldbrandindex

Landwirtschaft

- Bodenfeuchten unter Getreide / Hackfrüchten
- Vegetationsbeginn
- Tage mit Wechselfrost
- Beginn der Vollblüte Winterrraps
- Maisabreife und Maisertrag
- Grünlandertrag (1. Silageschnitt)
- Winterhärtezonen und Hitzezonen für Pflanzen
- Huglin-Index (Wärmeindex Rebsorteneignung)
- Frosteindringtiefe
- Maximum der Oberflächentemperatur
- Lufttemperatur
- Niederschlag

Forstwirtschaft

- Waldbrandindex
- Borkenkäfer (Befallsbeginn + Ende 1. Brut)
- Winterhärtezonen und Hitzezonen für Pflanzen
- Vegetationsbeginn
- Lufttemperatur
- Niederschlag

Bodenschutz

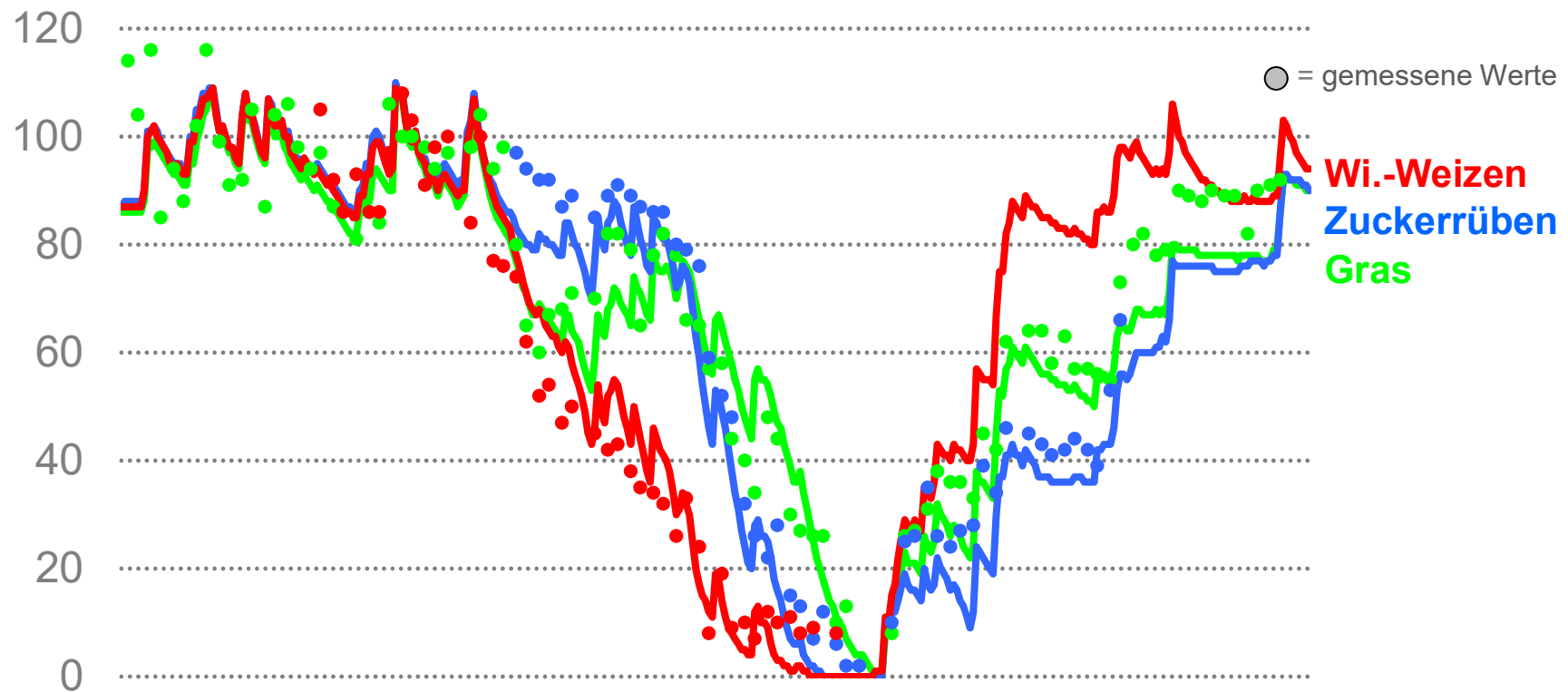
- Bodenfeuchten unter Getreide / Hackfrüchten
- Frosteindringtiefe
- Maximum der Oberflächentemperatur
- Lufttemperatur
- Niederschlag

www.deutscher-klimaatlas.de

**Energiewirtschaft
Verkehr**

Modell AMBAV - Bodenfeuchte in %nFK (1995)

über 20 Jahre kontinuierliche Verifikation der Modellergebnisse

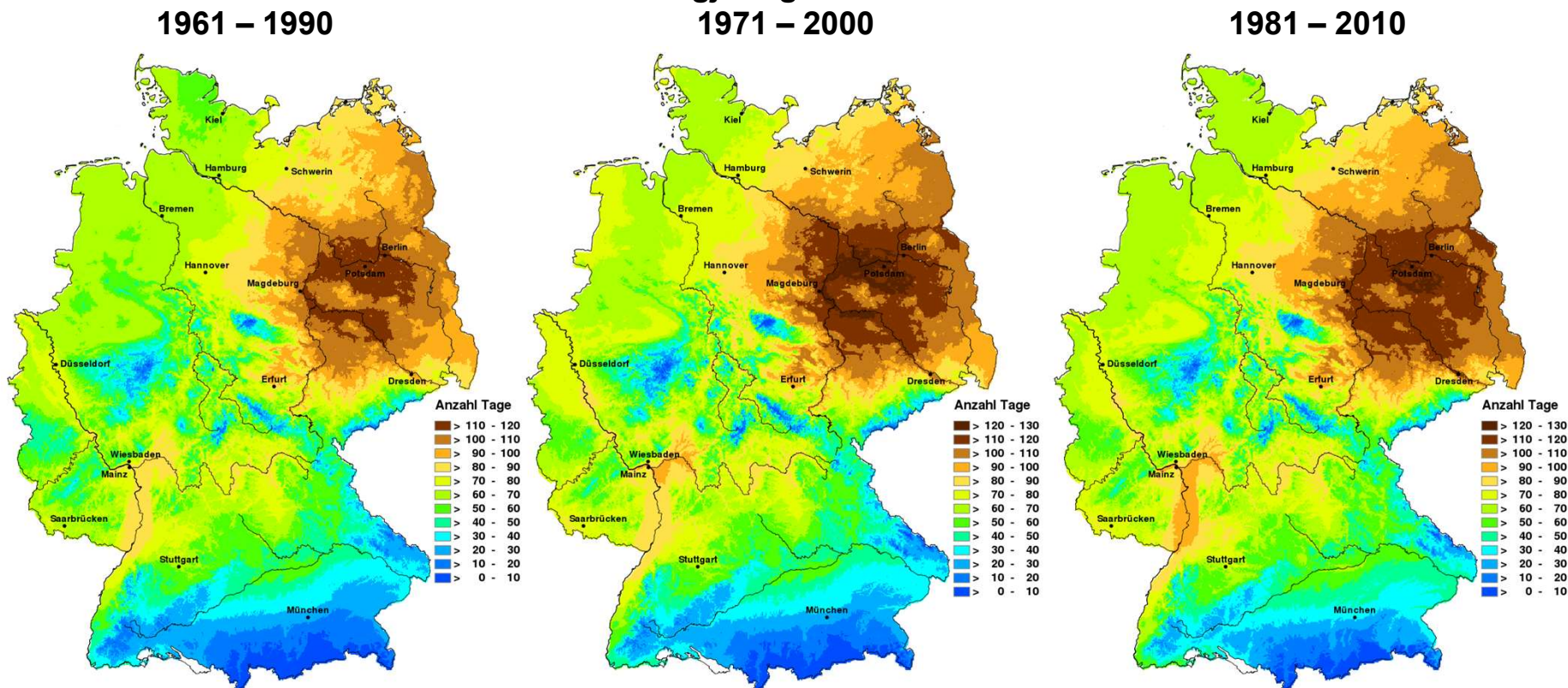


Trockenheit

Anzahl Tage mit einer Bodenfeuchte < 50%*n*FK
Kultur: Wintergetreide, leichter Boden
Zeitraum: April - Oktober



langjähriges Mittel
1971 – 2000

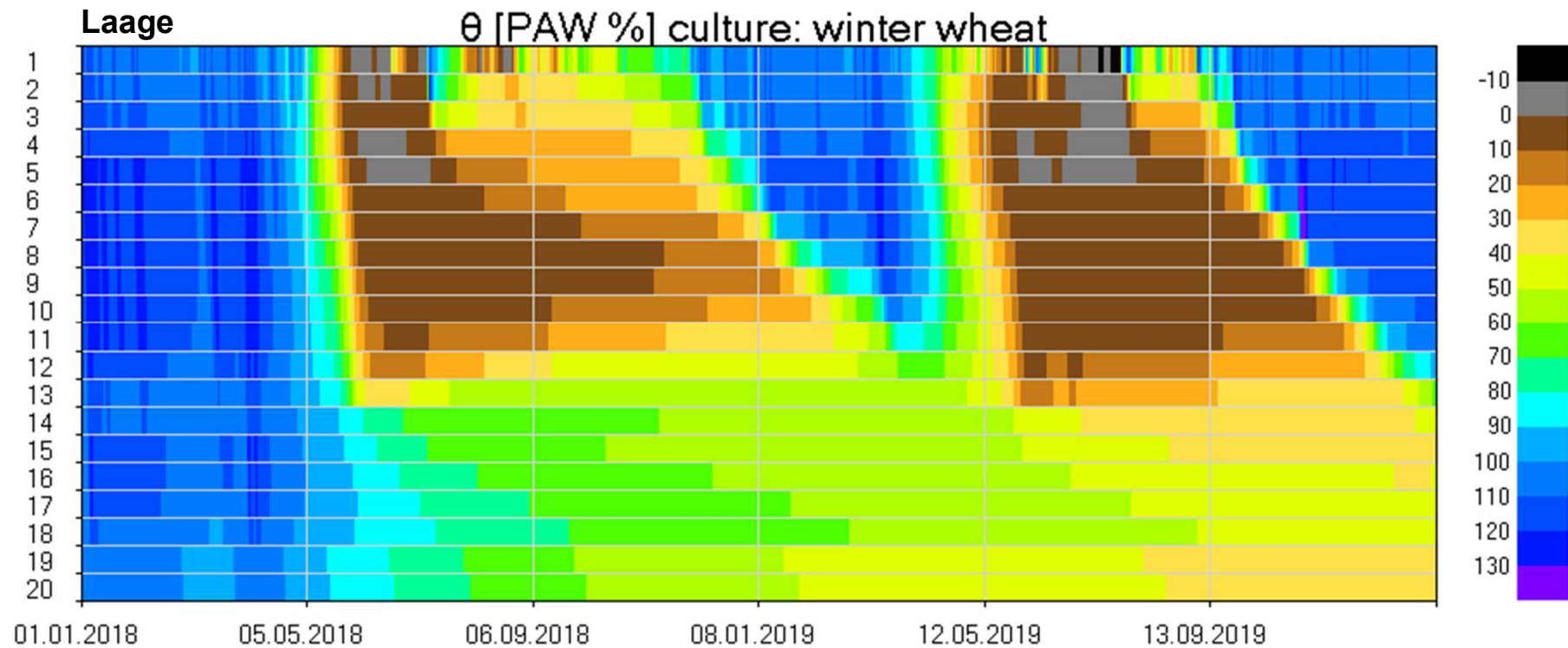


Quelle: Extremwetterprojekt



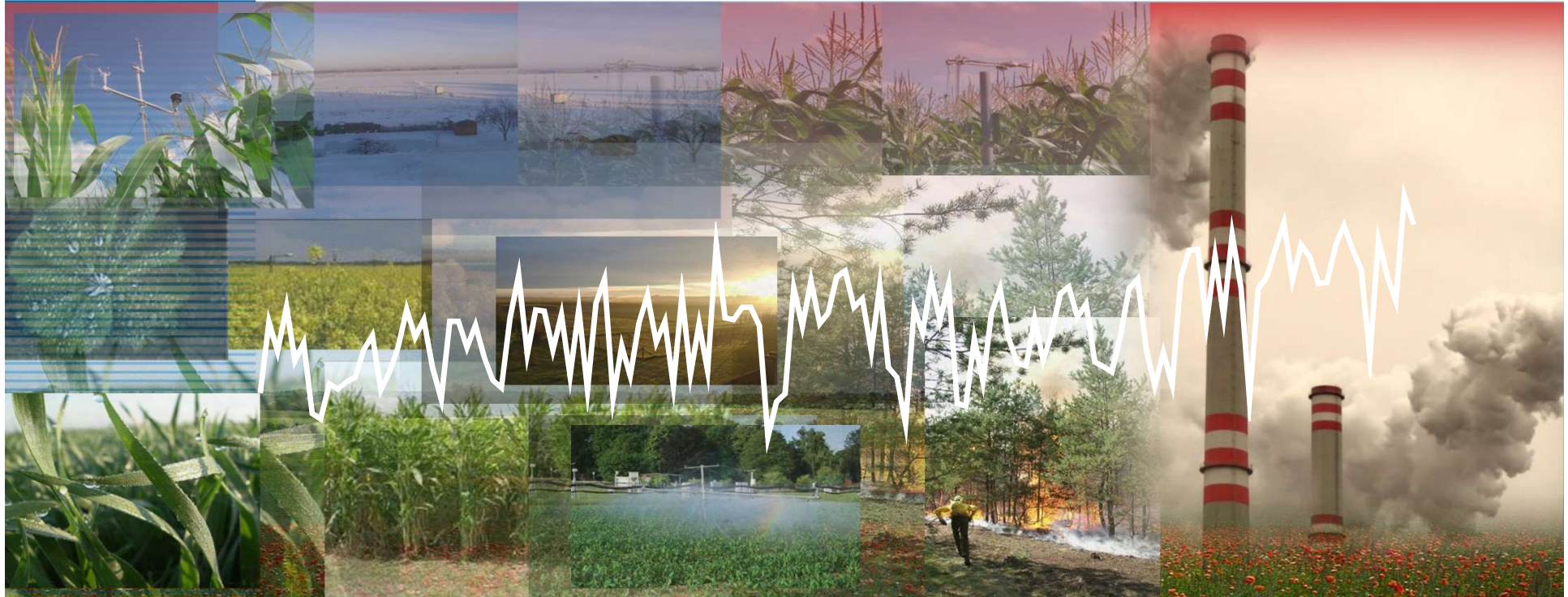
Trockenheit

Bodenfeuchtesituation für den Zeitraum 1.1.2018 bis 19.01.2020



Messungen / Projektionen für die Zukunft

- gleichbleibenden Sommerniederschlägen / Tendenz zu leichtem Rückgang
- höhere potenzielle Verdunstung durch steigende Temperaturen, während sich die aktuelle Verdunstung nicht verändert hat.
- Abnahme der Bodenfeuchte innerhalb der Vegetationsperiode
- Die zunehmende Differenz zwischen aktueller und potenzieller Verdunstung deutet auf ein gestiegenes Potenzial für Ertragssteigerung durch Bewässerung hin.
- steigenden Winterniederschläge → stärkere Nitratauswaschung möglich
- Unsicher ist die künftige Wasserverfügbarkeit im Frühjahr



Vielen Dank

Weitere Karten zum Klimawandel finden Sie im Klimaatlas des Deutschen Wetterdienstes (www.deutscher-klimaatlas.de)

Abschlussbericht des Extremwetterprojekte (Thünen-Report 30) kann unter <https://www.agrarrelevante-extremwetterlagen.de/> heruntergeladen werden.