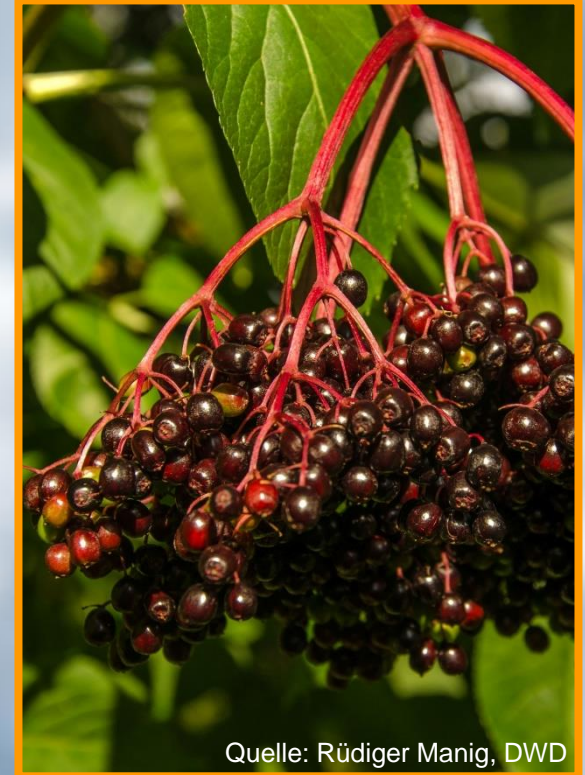
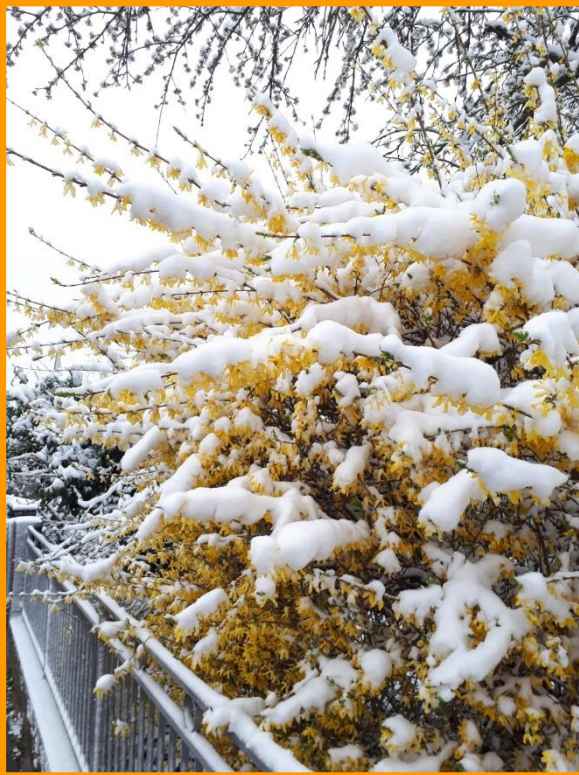


# Der phänologische Kalender: Beobachternetz und Erkenntnisse



Quelle: Rüdiger Manig, DWD

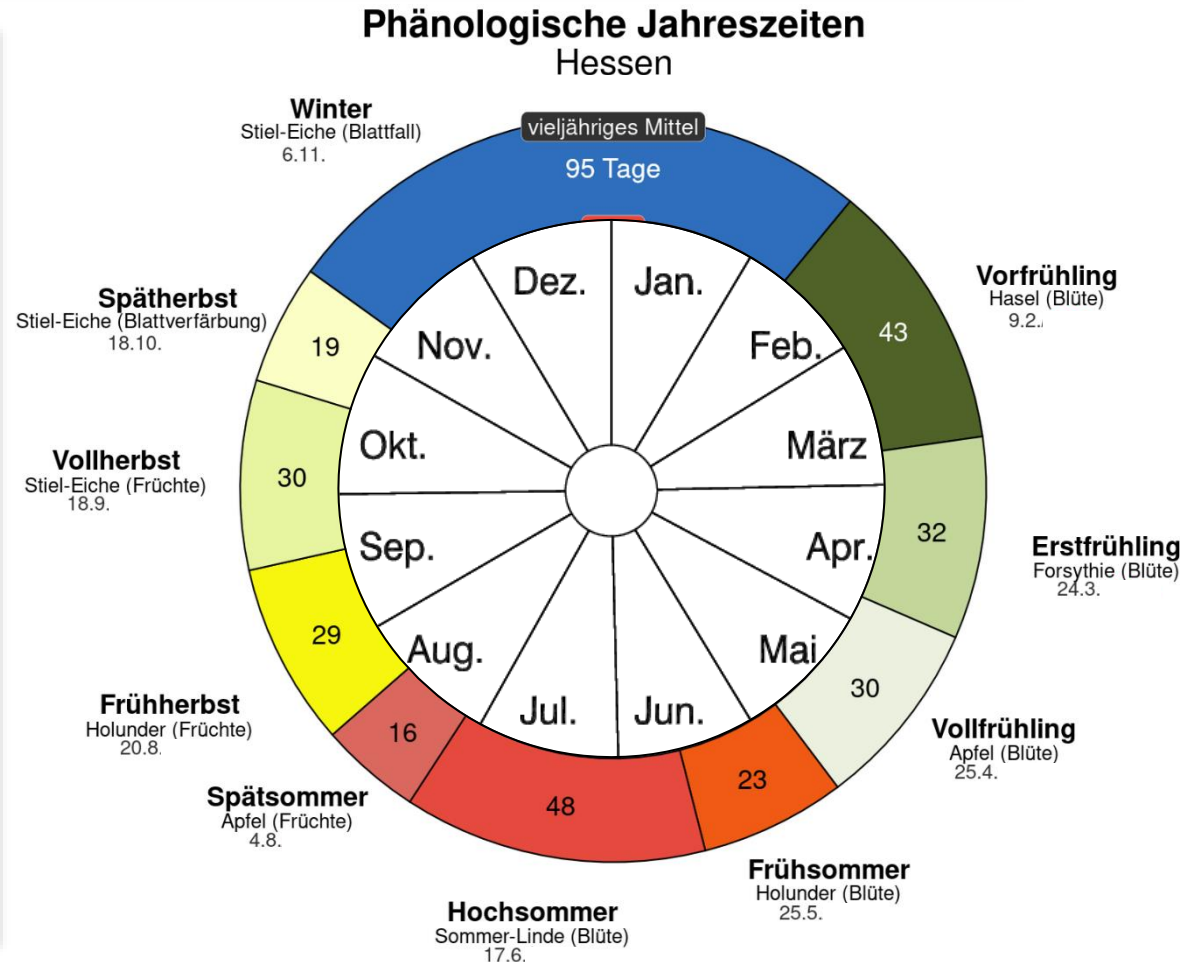
Andreas Brömser - Deutscher Wetterdienst - Abteilung Agrarmeteorologie



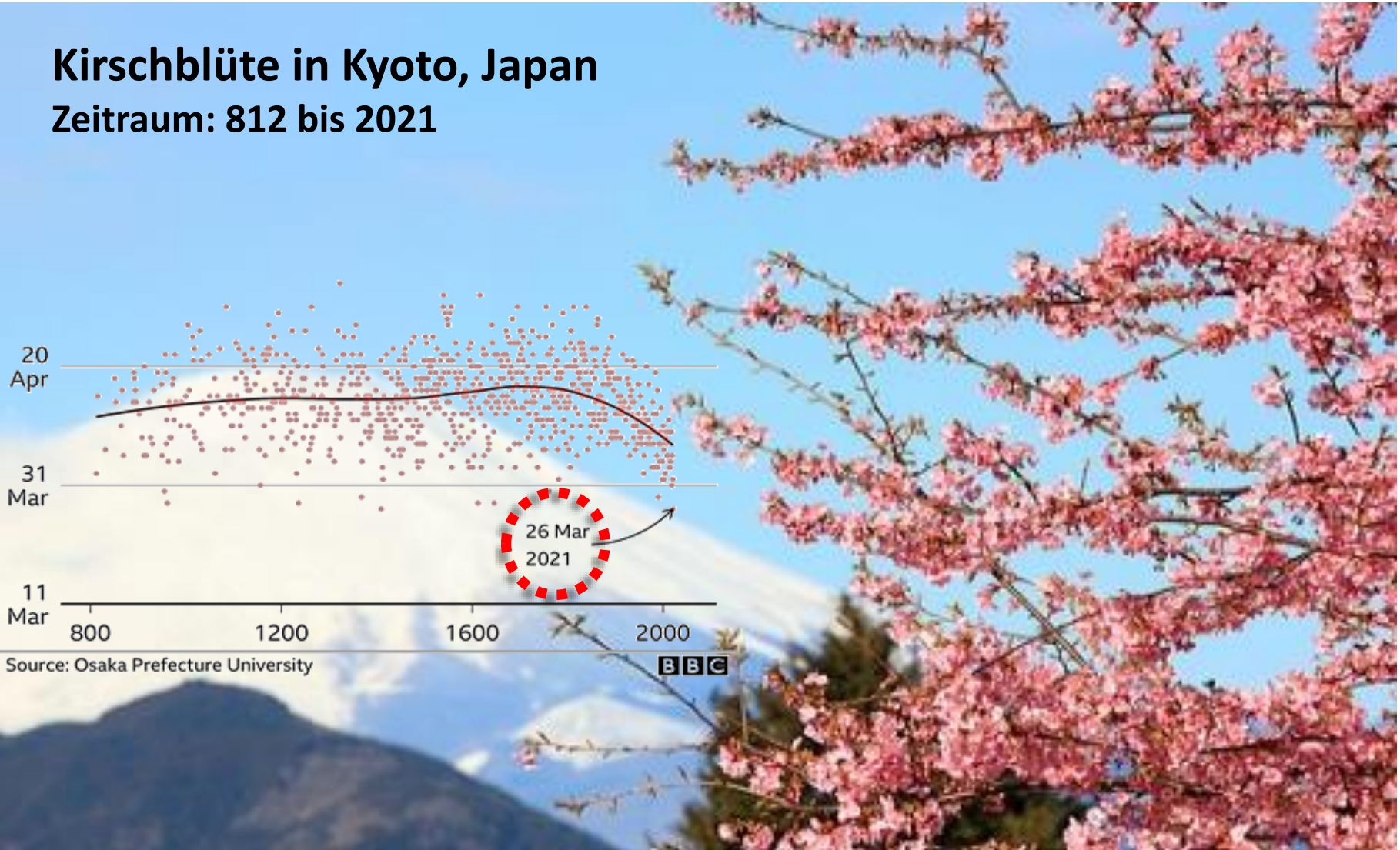
Die Phänologie befasst sich mit den im Jahresverlauf periodisch wiederkehrenden Entwicklungserscheinungen in der Natur

## Die 10 phänologischen Jahreszeiten:

1. Vorfrühling (Haselblüte)
2. Erstfrühling (Forsythienblüte)
3. Vollfrühling (Apfelblüte)
4. Frühlingsommer (Holunderblüte)
5. Hochsommer (Blüte der Sommer-Linde)
6. Spätsommer (Frühapfel, reife Früchte)
7. Frühherbst (Holunder, reife Früchte)
8. Vollherbst (Stiel-Eiche, reife Früchte)
9. Spätherbst (Stiel-Eiche, Blattverfärbung)
10. Winter (Stiel-Eiche, Blattfall)



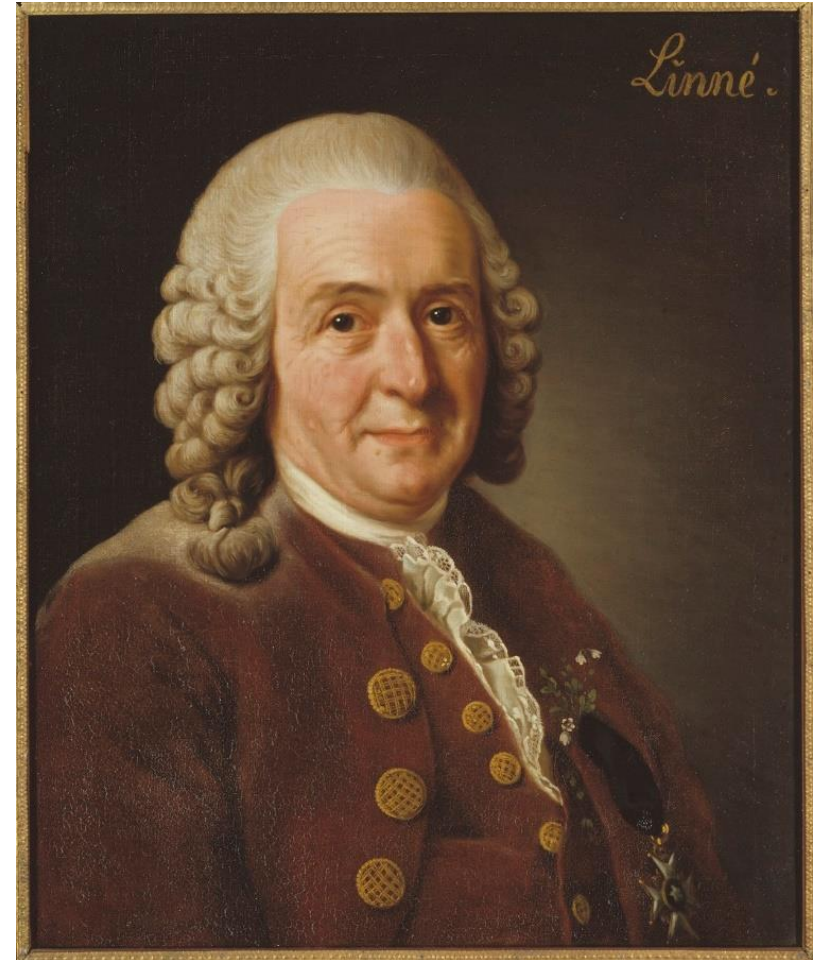
## Kirschblüte in Kyoto, Japan Zeitraum: 812 bis 2021



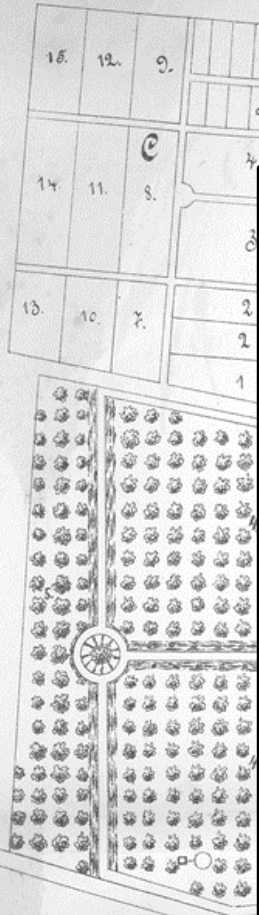
Source: Osaka Prefecture University

BBC

- **1736:** Robert Marsham begann in Stratton, England eine phänologische Beobachtungsreihe („27 Frühlingszeichen“), die bis 1925 fortgeführt wurde
- **1751:** Carl von Linné führte in Schweden phänologische Beobachtungen an 18 Stationen ein: Das erste phänologische Beobachtungsnetz der Welt
- **1882:** Hermann Hoffmann gründete ein europäisches Beobachtungsnetz und führte einheitliche Richtlinien für phänologische Beobachtungen ein



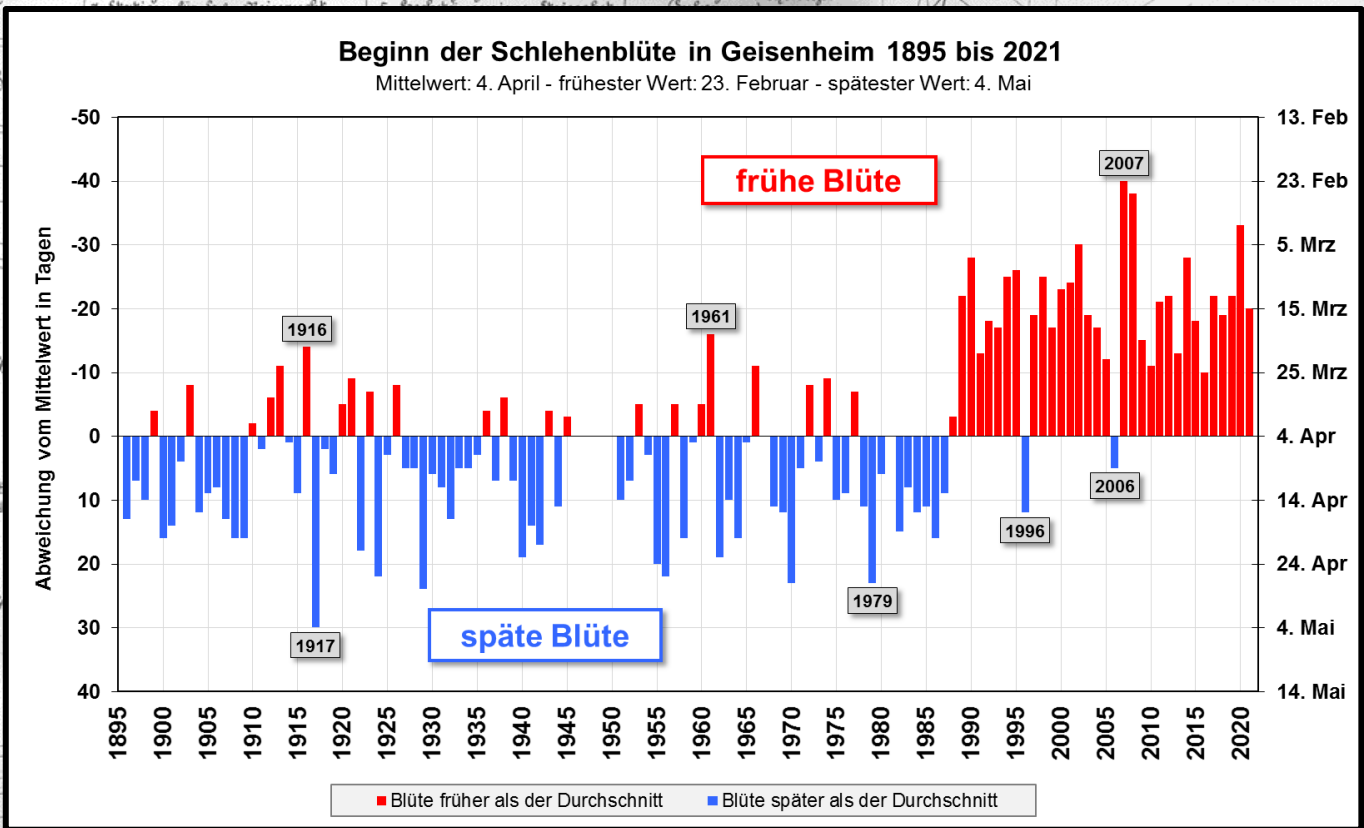
## Lageplan der Königl. Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Geisenheim a. Rhein.



- A. Anstaltsgebäude mit Park.**
1. Haupt- u. Schulgebäude mit den Sammlungen.
  2. Pflanzenphysiologische Versuchstation.
  3. Gewächshaus darunter die Anstaltskeller.
  4. Kelterhaus darunter die Anstaltskeller.
  5. Obstverwertungsstation.
  6. Stallgebäude.

- B. Obstmuttergarten.**
1. Obsthaus.
  2. Niederkämmiger Obstbau mit Gemüsekultur.
  3. Quartiere mit Apfel- und Birnpyramiden.
  4. Quartiere mit Apfel- und Birnhochstämmen.

- C. Weinberg.**
1. Quartier für verschiedene Versuche.
  2. Rebortement (Rebortent).
  3. 2. Quartier mit Düngungsversuchen.
  4. Quartier für Rebpfähle.
  5. Hohe Erziehungsarten (Bildung).
  6. Niedrige Erziehungsarten.



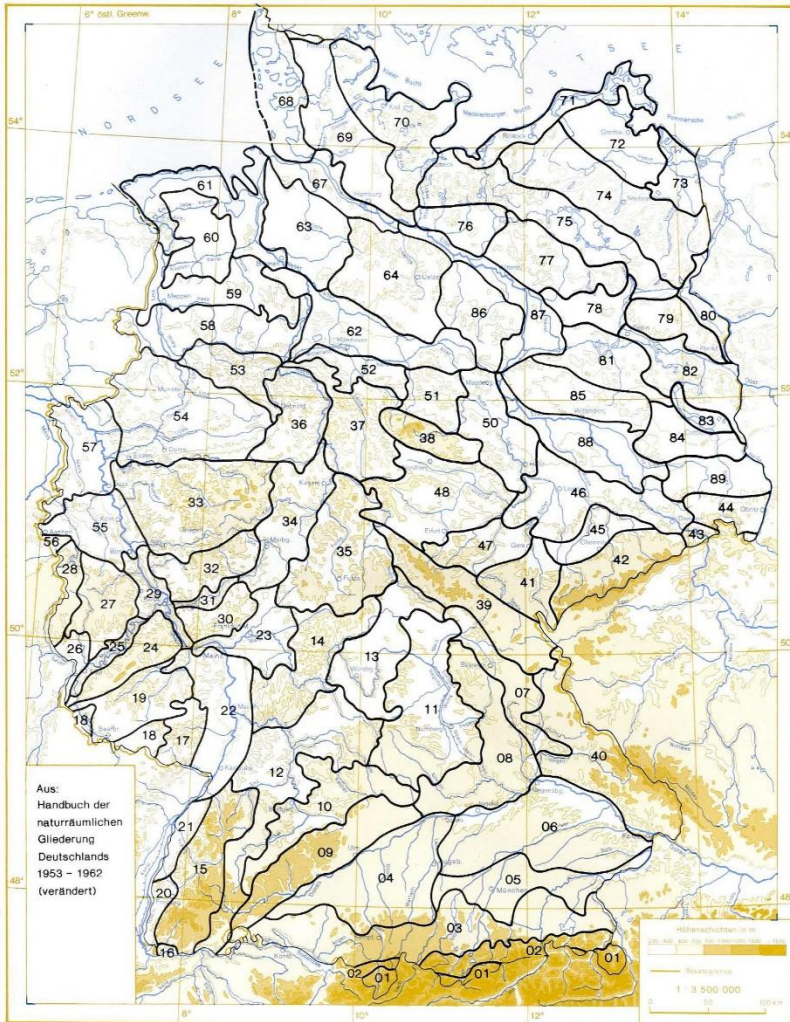
## JAHRESMELDER (ca. 1100):

- bis zu **168 Pflanzenphasen** (Wildpflanzen, landwirtschaftliche Kulturpflanzen, Obst)
- **immer die selben Pflanzen** im Umkreis von 5 km in gleicher Höhenlage (+/- 50 m)
- Meldung online (PhänOnline) oder am Jahresende per Post (Papiermeldebogen)
  - Daten **seit 1951** – Nutzung für **wissenschaftliche Studien (Klimawandel)**, Verifikation phänologischer Satellitendaten,...

## SOFORTMELDER (ca. 310):

- bis zu **83 Pflanzenphasen**
- die „**frühesten**“ **Pflanzen** im Umkreis von 5 km in gleicher Höhenlage
- Meldung sofort online (PhänOnline) oder per Telefon
  - Daten **seit 1992** – Nutzung für **Modellierung, agrarmeteorologische Beratung, Pollenflugvorhersage**,...

## Naturraumgruppen



## Beobachterhandbuch

Eberesche, Vogelbeere, Echte Vogelbeere

DWD - VuB 17 - Beschreibung der Pflanzen



Abbildung 10: Eberesche - Beginn der Blüthenfaltung

- **Beginn der Blüte (B)**

Im Vollfrühling beginnt die Eberesche zu blühen und mit ihrem starken, unangenehmen Duft die Insekten anzulocken.

Wenn sich an mindestens 3 verschiedenen Stellen des Beobachtungsobjektes an einigen der filzig behaarten Doldenrispen die ersten Blüten öffnen (Abbildung 11), ist der Beginn der Blüte zu melden.

BBCH 60



Abbildung 11: Eberesche - Beginn der Blüte

- **Erste reife Früchte (F)**

In den phänologischen Spätsommer fällt die Reife der kleinen, apfelähnlichen Scheinfrüchte. Die Beobachtung dieser Phase erfordert erhöhte Aufmerksamkeit, da sich die Färbung von gelb bis scharlachrot über einen längeren Zeitraum hinzieht.

Es soll möglichst der Zeitpunkt festgestellt werden, wenn an der am weitesten ausgereiften Dolden alle Einzel Früchte die höchste Farb-Intensität erreicht haben (Abbildung 12).

Diese Anweisung ist eher theoretischer Natur, denn die meisten Früchte hängen so hoch, dass der Beobachter nicht herankommt. Entscheidend ist, den Beginn zu erfassen, wobei nicht die ersten Einzel Früchte gemeint sind. Die ganze Dolden soll betrachtet werden.



Abbildung 12: Eberesche - Erste reife Früchte

Die Farbe der reifen Früchte variiert etwas von Individuum zu Individuum. Allein anhand einer Farbskala würde sich die Reife der Früchte deshalb nicht bestimmen lassen.

In diesem Stadium sind die Früchte weich und lassen sich leicht zwischen den Fingern bis auf den harten Kern zerdrücken. Die Konsistenz ist dann „schmierig-mehlig“.

Unreife Früchte sind zwar auch schon mehr oder weniger intensiv rot gefärbt, aber noch fest.

BBCH 86<sup>2</sup>

- **Herbstlicher Blattfall (BF)**

Im Spätherbst ist der Zeitpunkt zu ermitteln, wenn etwa die Hälfte aller Blätter abgefallen ist (Abbildung 13).

Bei vorzeitigem, trockenheitsbedingtem Laubfall ist statt des Datums die Kennzahl [9999] für "keine normale Ausprägung der Phase" zu melden.

BBCH 95



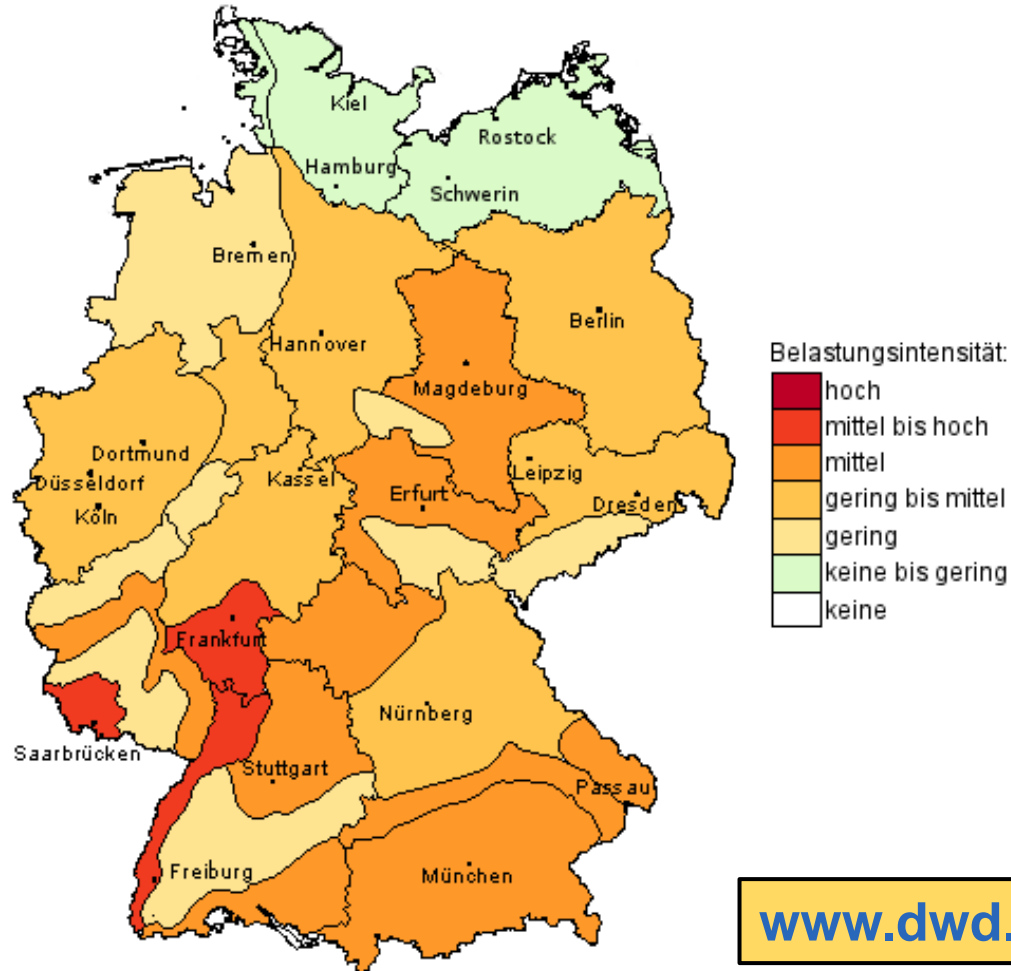
Abbildung 13: Eberesche - Blattfall





## Pollenflugprognose (hier: Birke)

Birke - Vorhersage für den 06.04.23

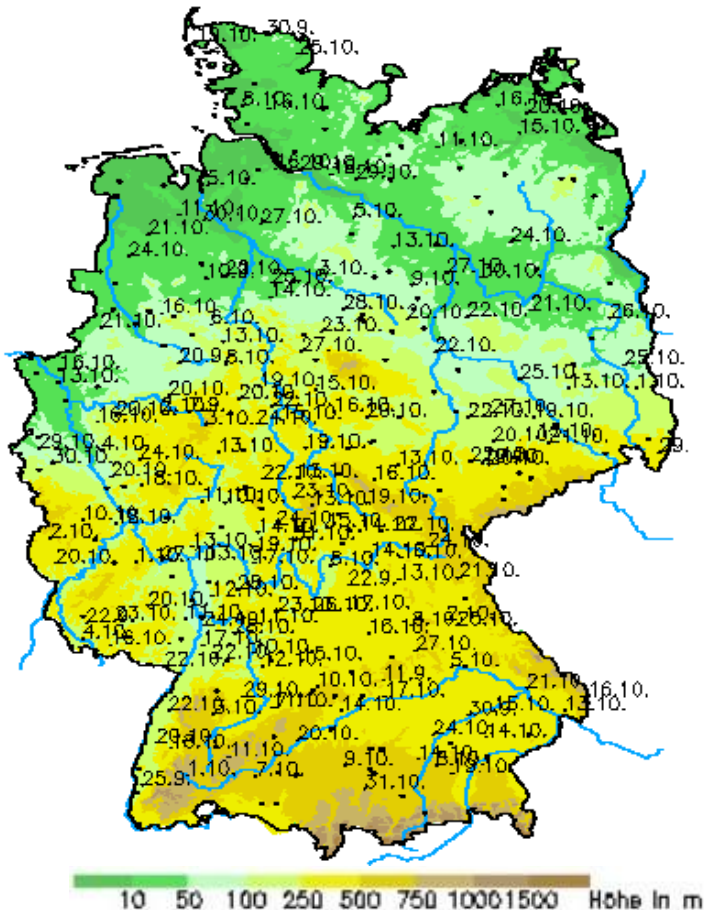


[www.dwd.de/pollenflug](http://www.dwd.de/pollenflug)



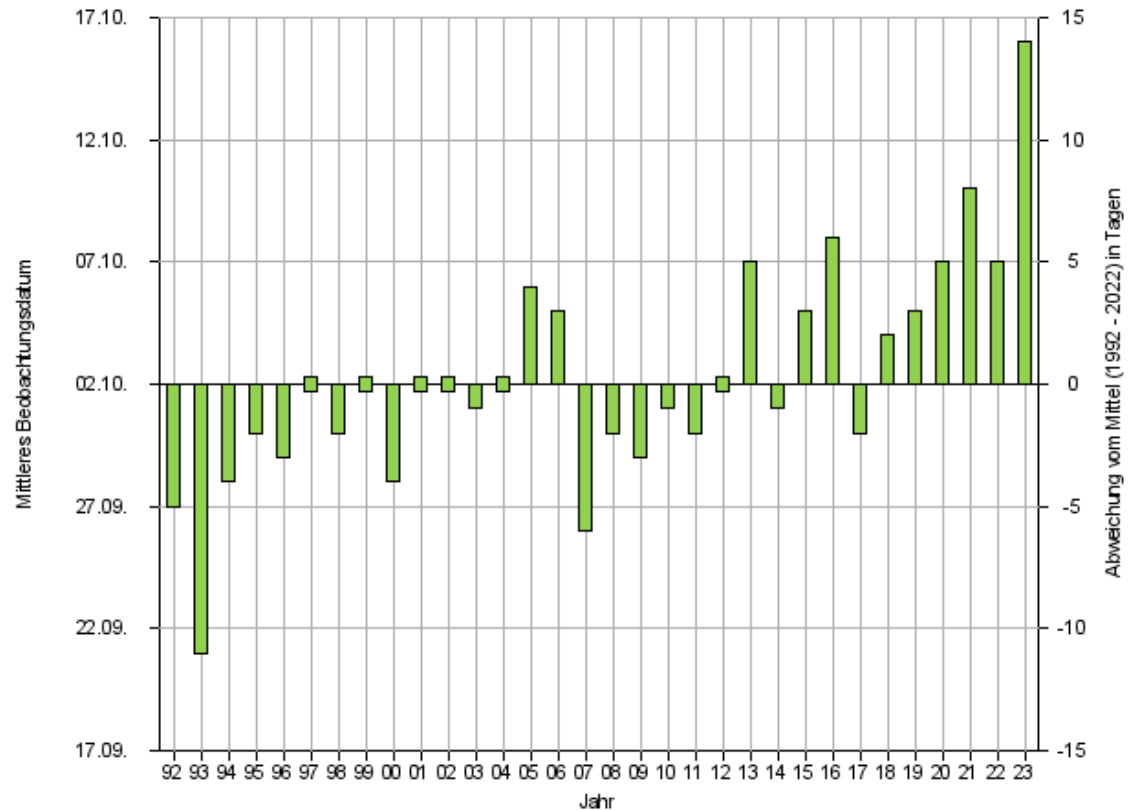
direkter Link: [www.dwd.de/phaenologie](http://www.dwd.de/phaenologie) → Produkte

## Rotbuche: Blattverfärbung 2023



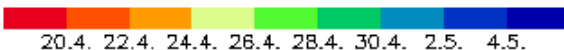
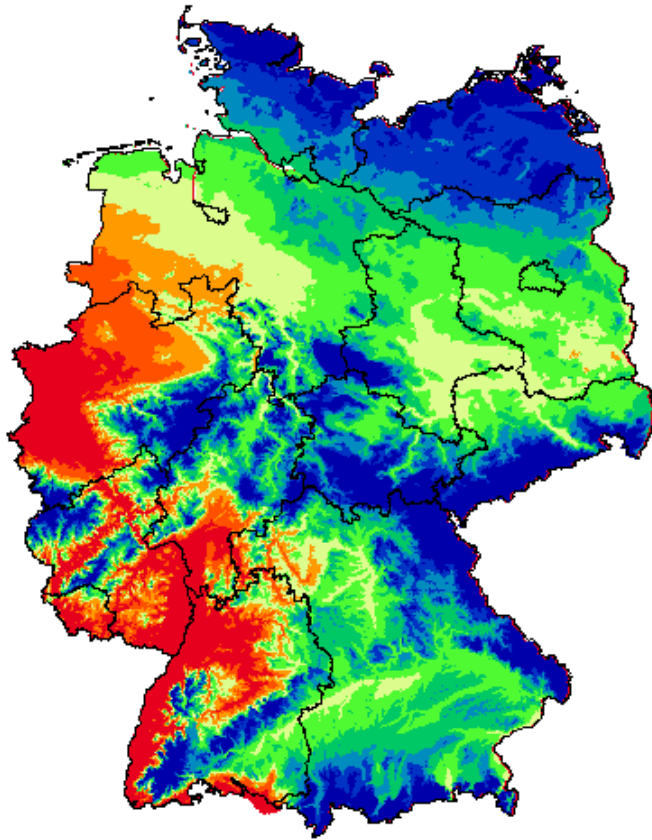
## Vergleich mit den Jahren seit 1992

Rotbuche: herbstliche Blattverfärbung  
Mittlere Beobachtungstermine in Deutschland  
bei Meldequote von 56 %

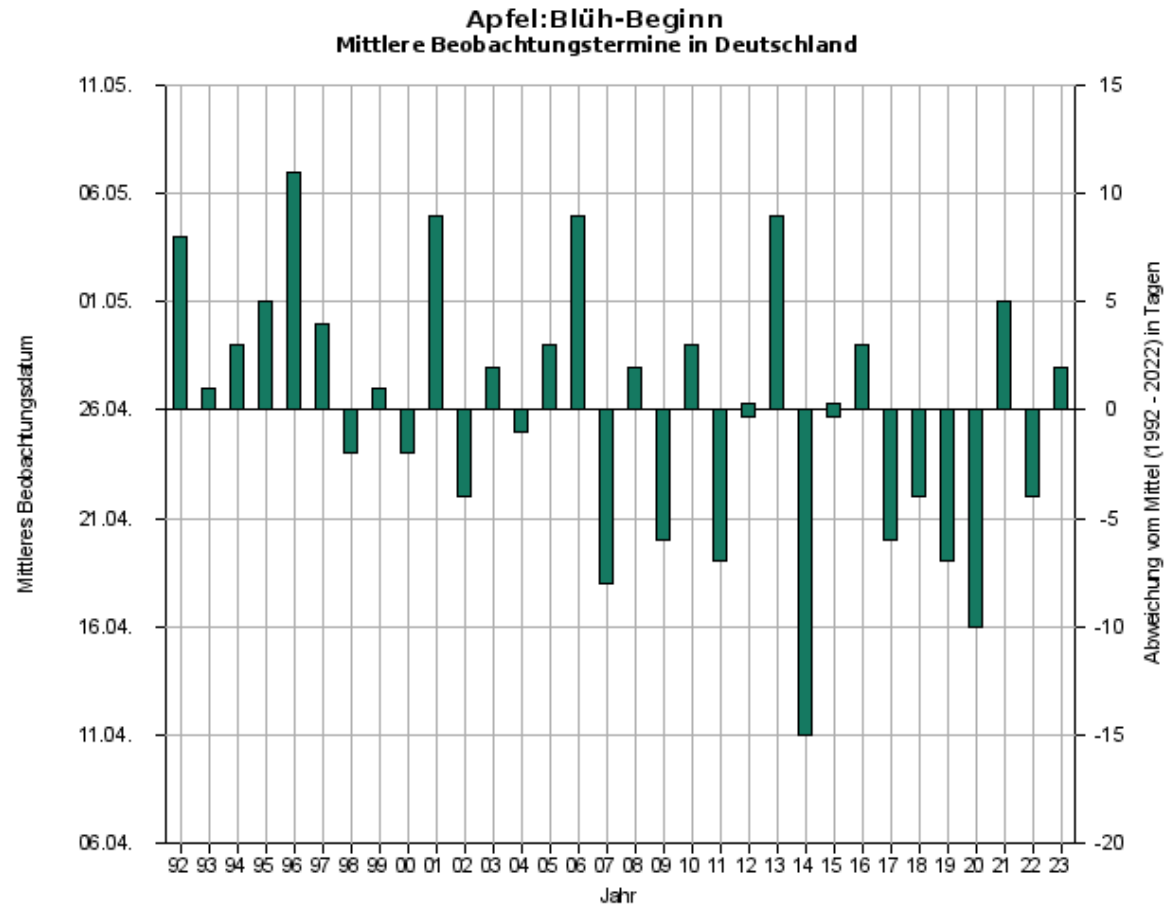


direkter Link: [www.dwd.de/phaenologie](http://www.dwd.de/phaenologie) → Produkte

## Apfel: Blühbeginn 2023



## Vergleich mit den Jahren seit 1992

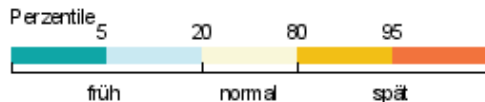


## Klimatologische Einordnung phänologischer Phasen

Vieljähriges Mittel und Beobachtung oder Prognose aktuelles Jahr

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittel 1992-2022	Mittel 2023
Hasel: Blüh-Beginn	♦												09.02.	14.01.
Schneeglöckchen: Blüh-Beginn		♦											16.02.	08.02.
Hufplattich: Blüh-Beginn			♦										15.03.	09.03.
Sal-Weide: Blüh-Beginn			♦										18.03.	16.03.
Löwenzahn: Blüh-Beginn				♦									10.04.	30.03.
Birke: Blüh-Beginn				♦									13.04.	17.04.
Süßkirsche: Blüh-Beginn				♦									15.04.	16.04.
Rotbuche: Blattentfaltung				♦									22.04.	25.04.
Winterraps: Blüh-Beginn				♦									24.04.	23.04.
Apfel: Blüh-Beginn				♦									25.04.	27.04.
Schwarzer Holunder: Blüh-Beginn					♦								24.05.	25.05.
Sommer-Linde: Blüh-Beginn					♦								17.06.	15.06.
Süßkirsche: Pflückreife						♦							23.06.	23.06.
Rote Johannisbeere: Pflückreife						♦							26.06.	24.06.
Beifuß: Blüh-Beginn							♦						21.07.	23.07.
Apfel: Pflückreife							♦						04.08.	06.08.
Winterweizen: Ernte							♦						03.08.	01.08.
Schwarzer Holunder: Fruchtreife								♦					20.08.	17.08.
Rotbuche: herbstl. Blattverfärbung									♦				08.10.	19.10.
Rotbuche: herbstl. Blattfall										♦			27.10.	04.11.

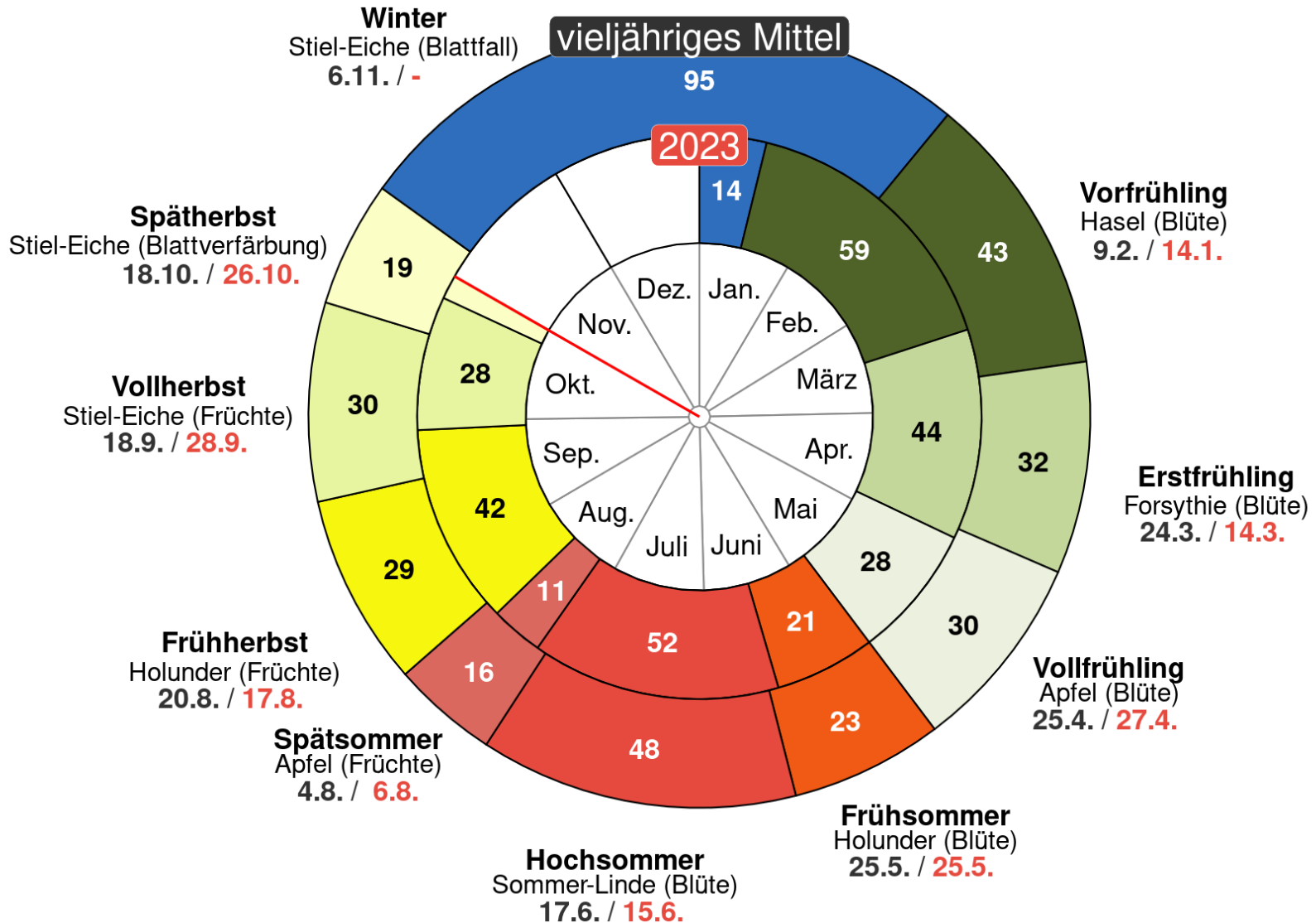
Tabelle 2023  
für Hessen



Mittel 2023 ♦ real bzw. ♦ prognostiziert

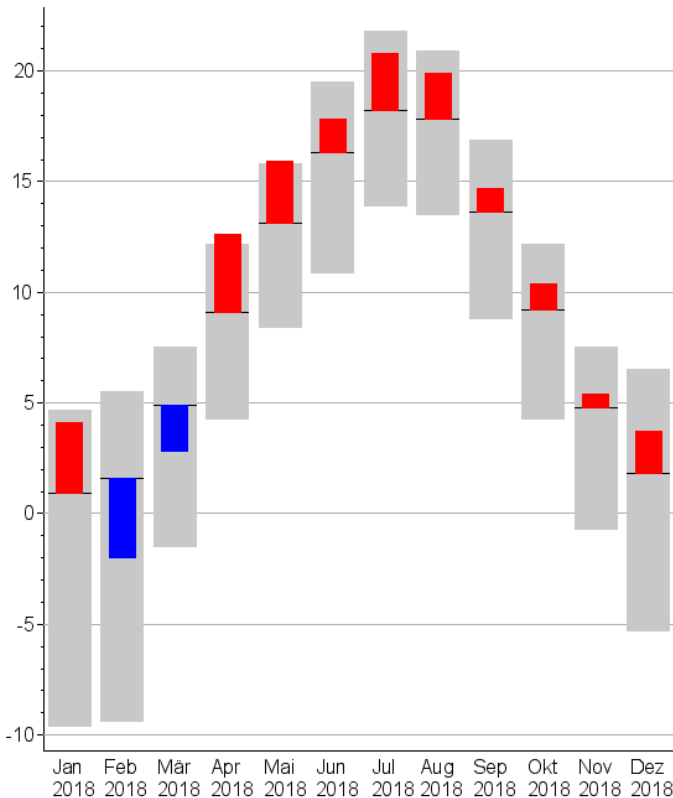


# Phänologische Uhr für Hessen aktuell



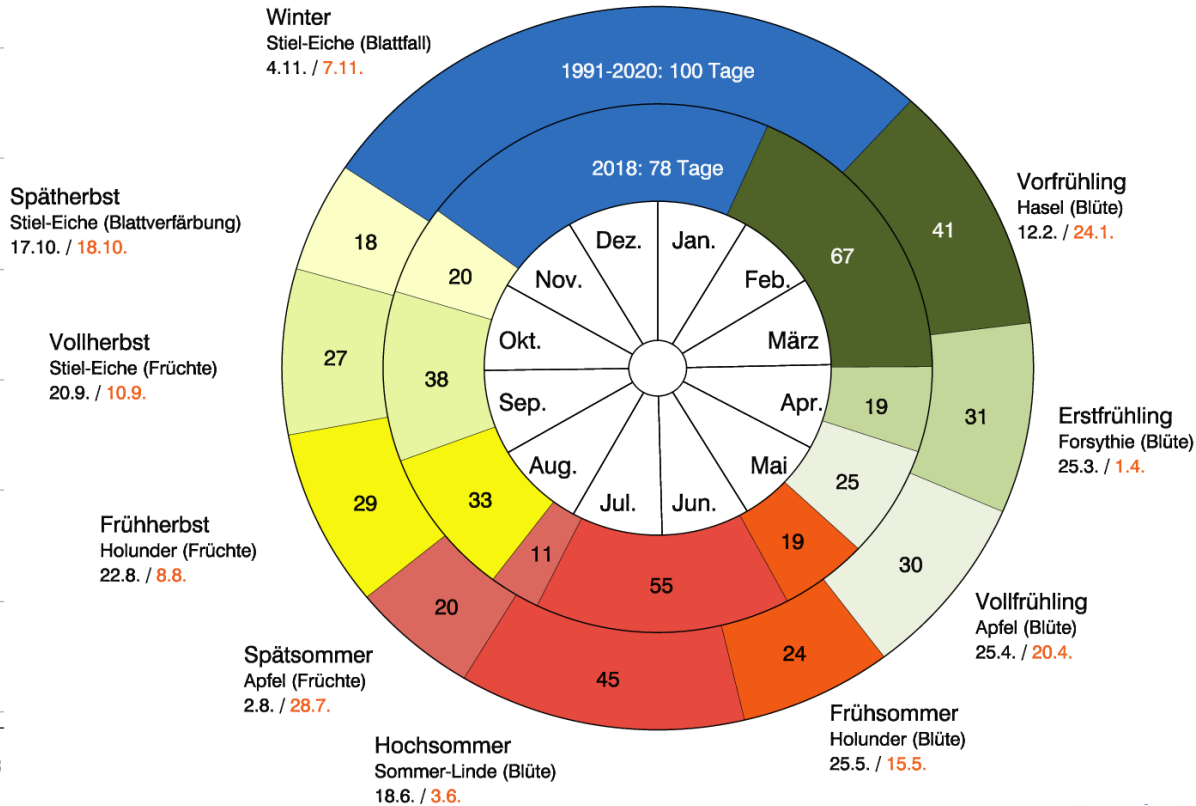


## Mittelwerte der Lufttemperatur in °C Hessen

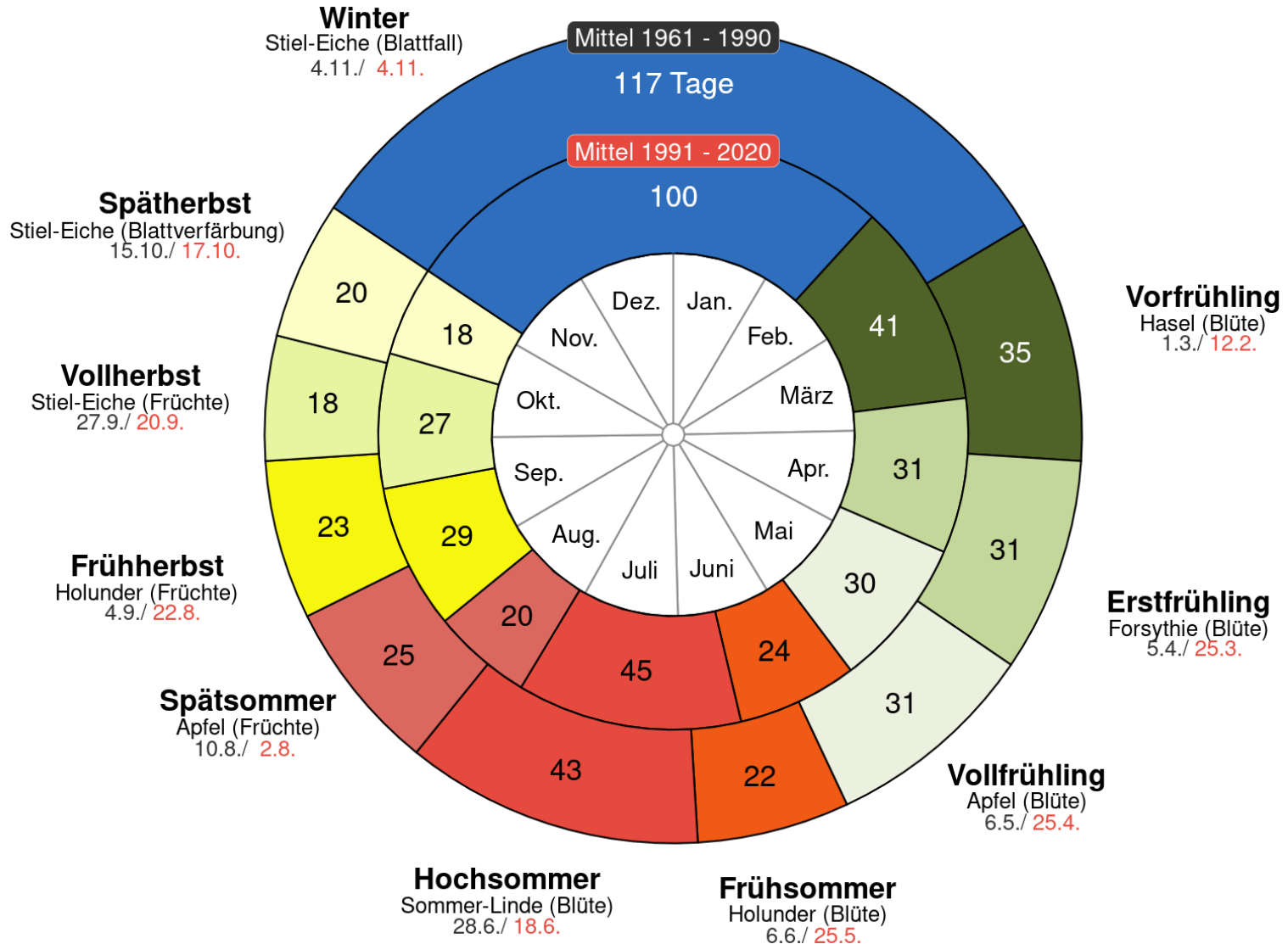


Monatsmittel  
 zu warm (rot)  
 zu kalt (blau)  
 Maximum Jan 1881 - Dez 2017  
 Mittel Jan 1991 - Dez 2020  
 Minimum Jan 1881 - Dez 2017

## Phänologische Jahreszeiten für Hessen äußerer Ring zeigt das Mittel 1991-2020 innerer Ring zeigt das Jahr 2018

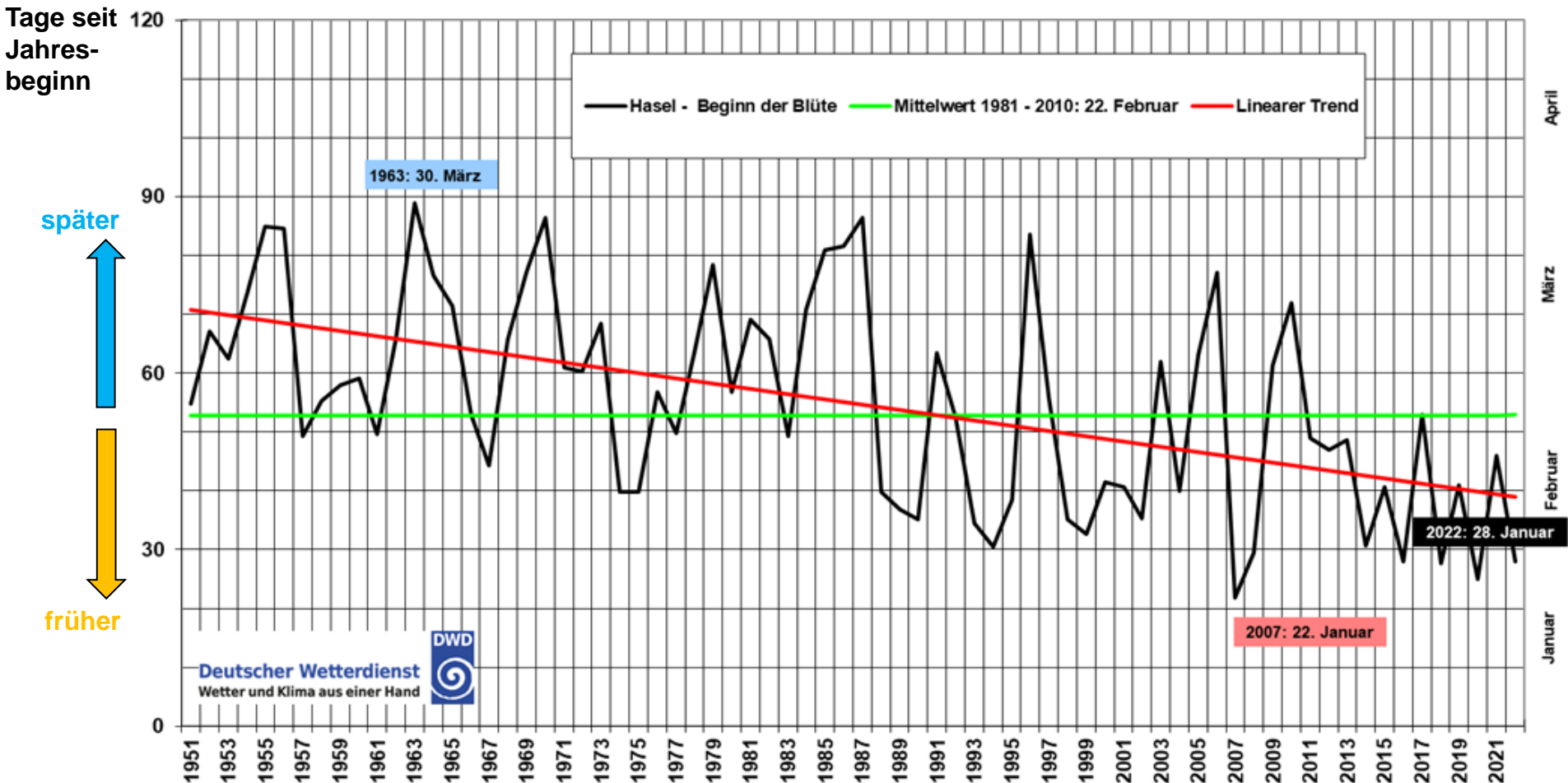


# Vergleich zweier 30-jähriger Mittel für Hessen



## Beginn der Haselblüte (Vorfrühling) in Deutschland seit 1951

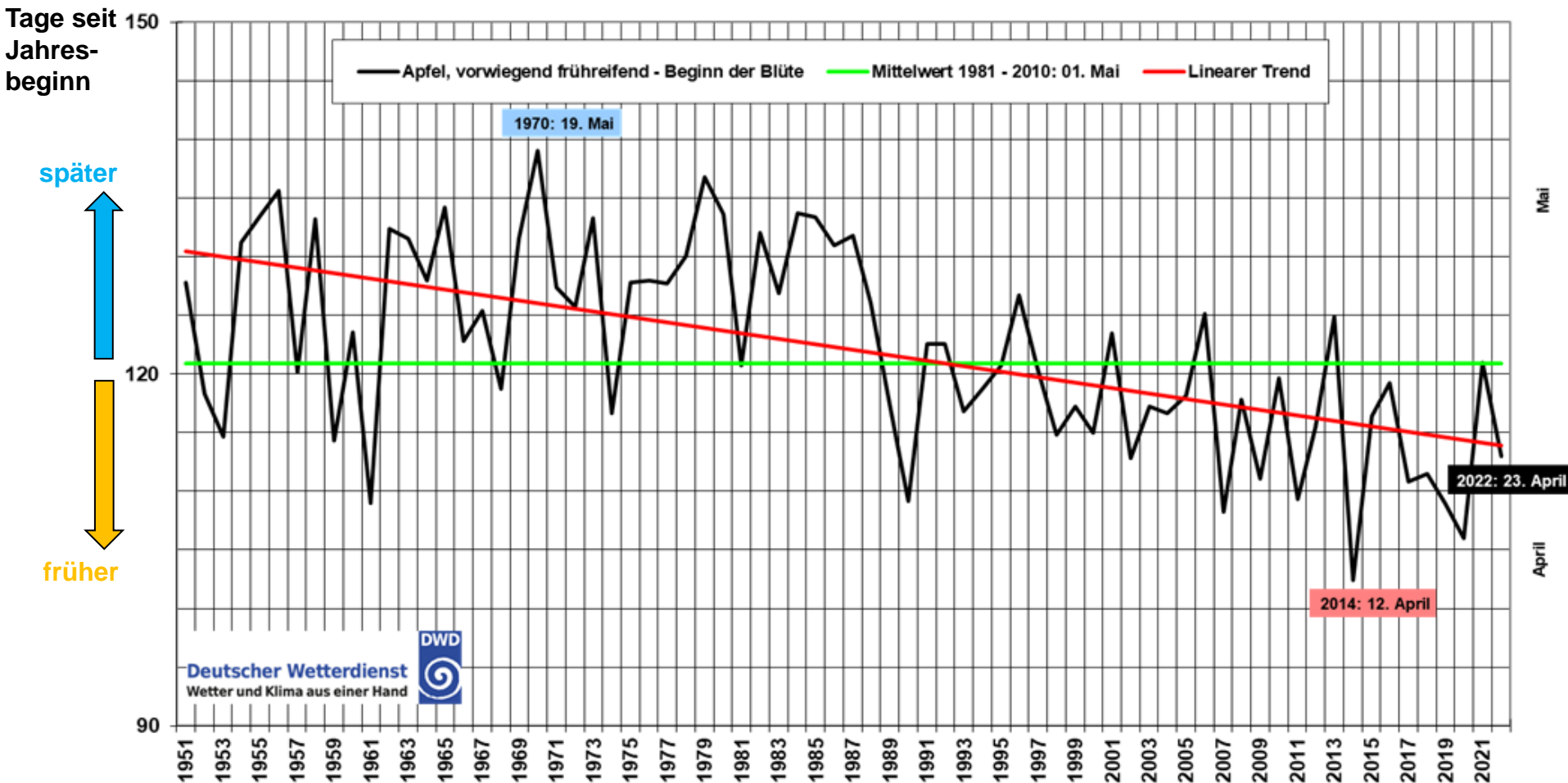
linearer Trend: **31 Tage** früher (11. März  $\rightarrow$  8. Februar)





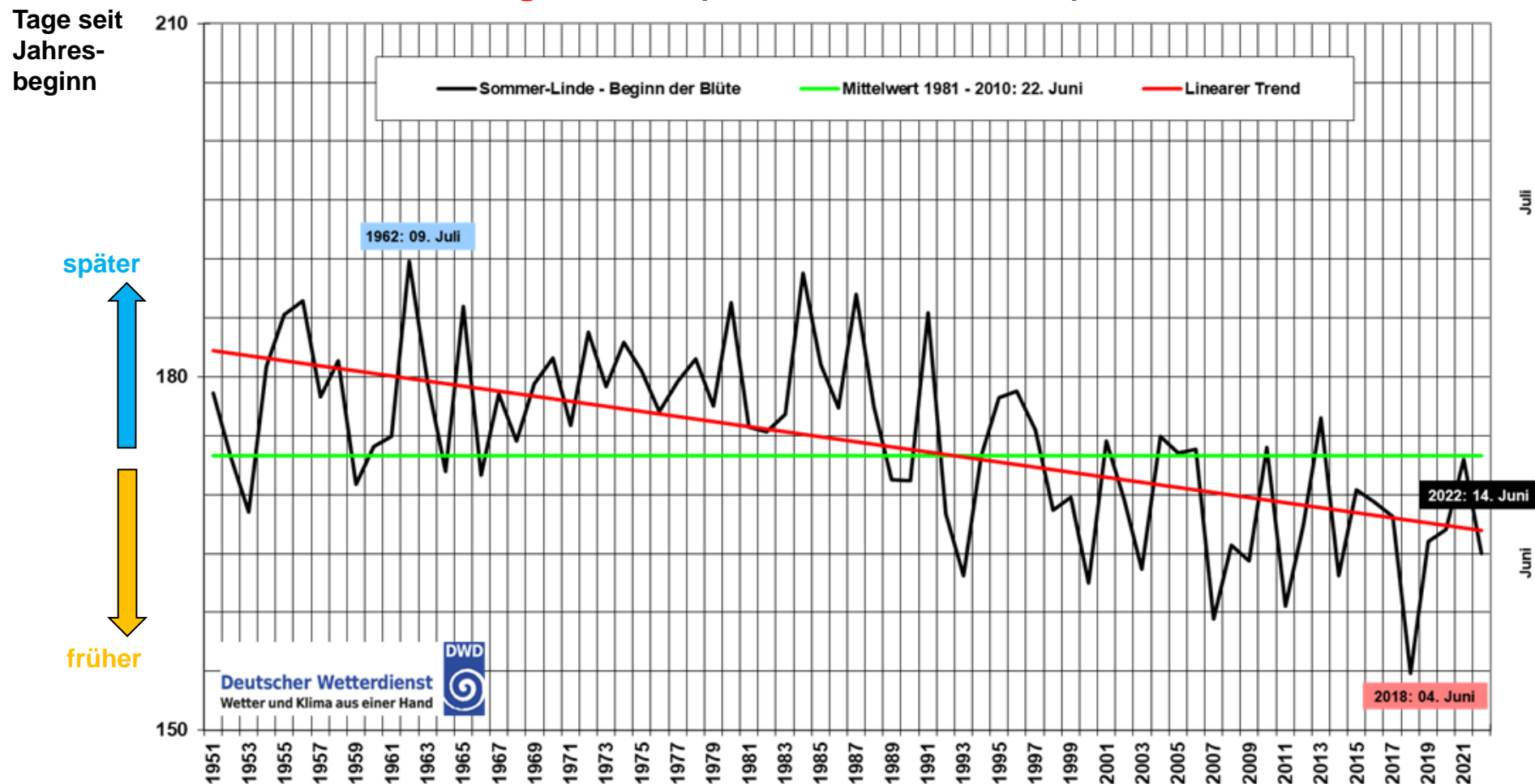
## Beginn der Apfelblüte (Vollfrühling) in Deutschland seit 1951

linearer Trend: **16 Tage** früher (10. Mai  $\rightarrow$  24. April)



## Beginn der Blüte der Sommer-Linde (Hochsommer) seit 1951

linearer Trend: **15 Tage** früher (1. Juli  $\rightarrow$  16. Juni)

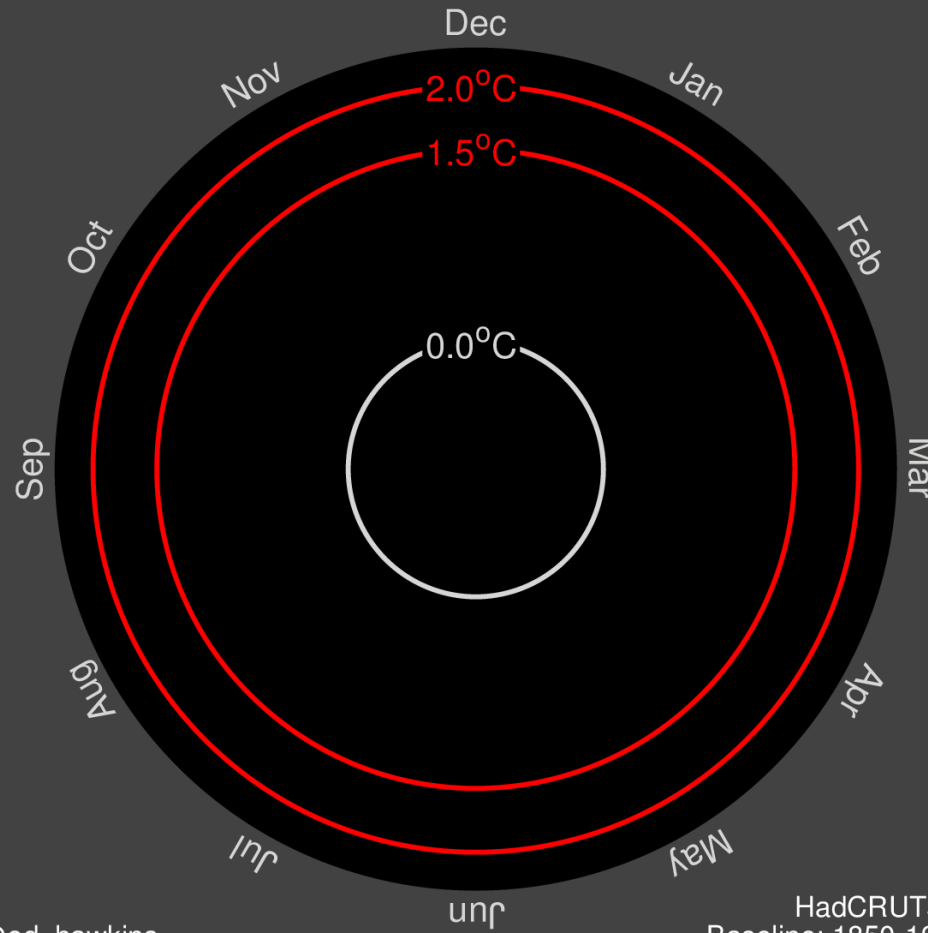




Quelle: Bianca Plückhahn, DWD

## Global temperature change (1850-2020)

Referenzzeitraum:  
1850-1900

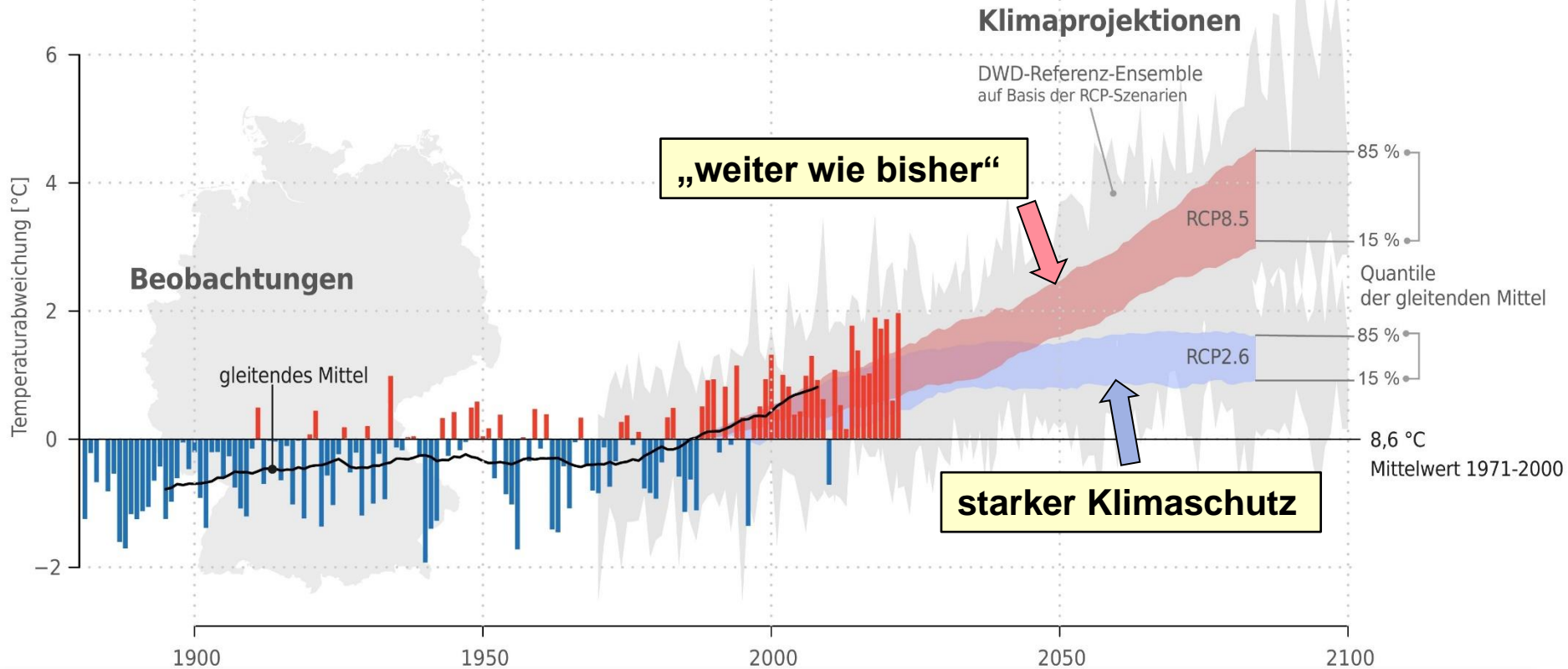


Quelle: [www.climate-lab-book.ac.uk/spirals/](http://www.climate-lab-book.ac.uk/spirals/)

@ed\_hawkins

HadCRUT5.0  
Baseline: 1850-1900

Abgebildet sind die **positiven** und **negativen** Abweichungen der Lufttemperatur vom vieljährigen Mittelwert 1971 - 2000 sowie die zu erwartende Zunahme bis 2100

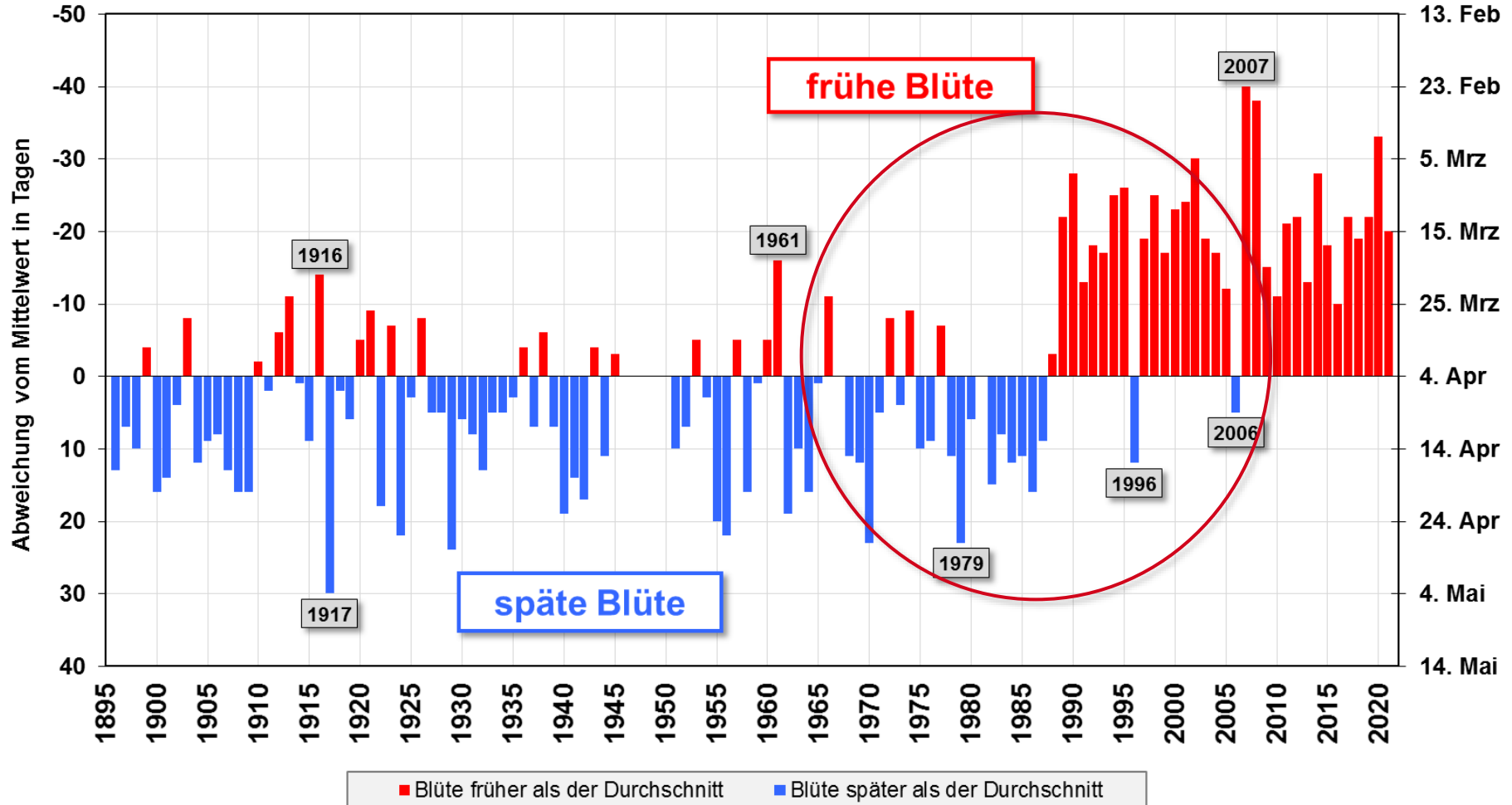


## Klimawandel verhindern?

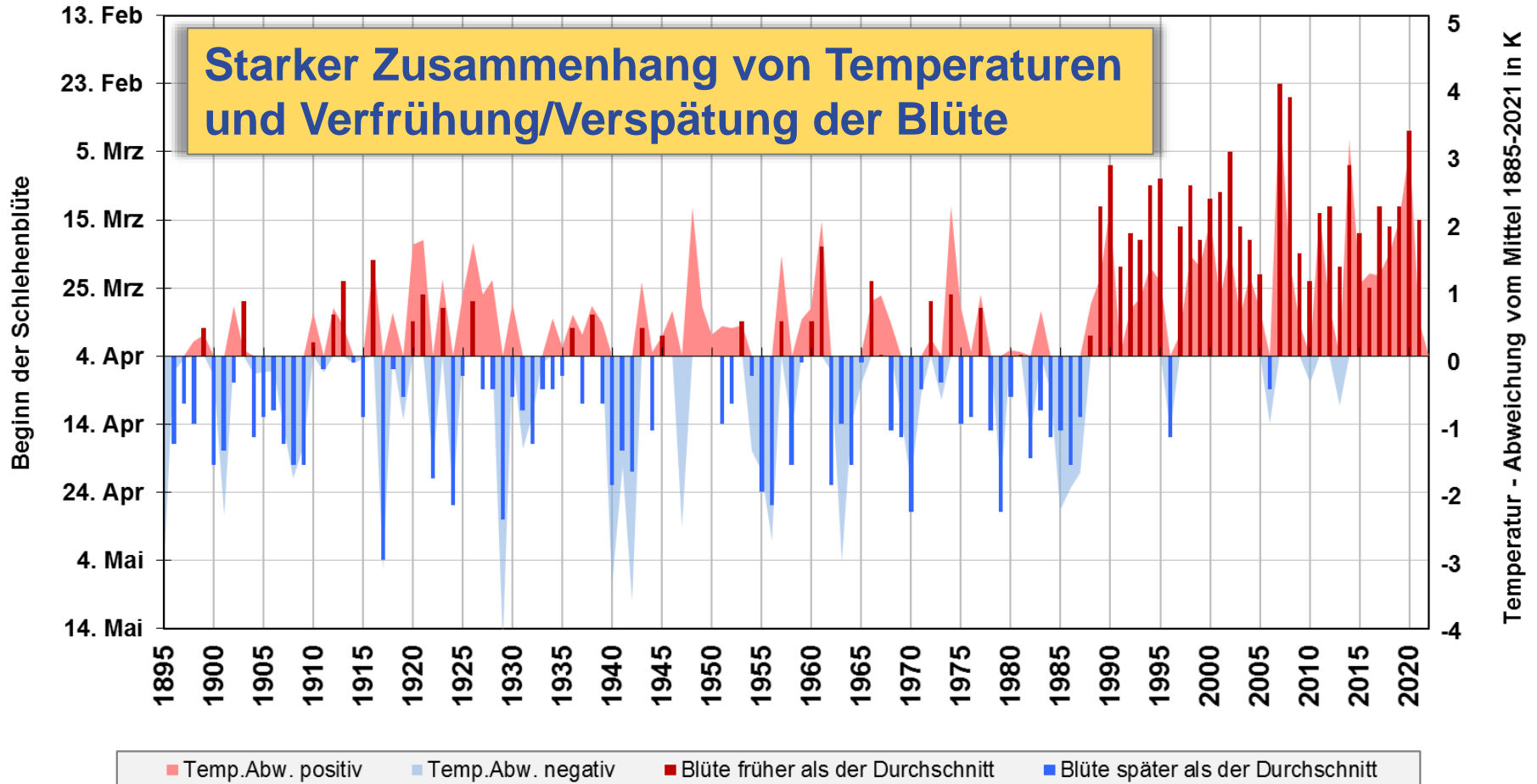
- Änderungen bis etwa 2040 kaum noch beeinflussbar => Anpassung nötig
- **aber:** Klimaschutz heute sehr wichtig für Zeitraum danach

## Beginn der Schlehenblüte in Geisenheim 1895 bis 2021

Mittelwert: 4. April - frühester Wert: 23. Februar - spätester Wert: 4. Mai

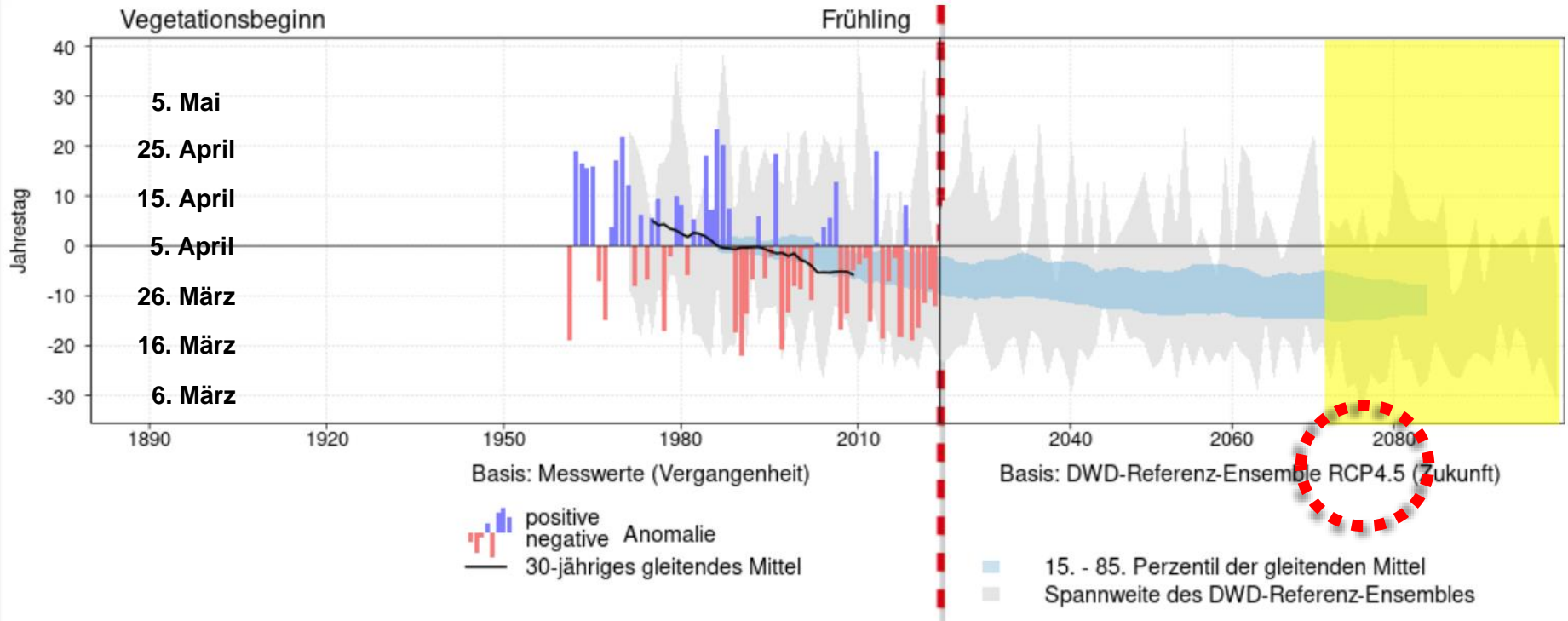


Temperaturen und Phänologie Geisenheim 1895 bis 2021  
Beginn der Schlehenblüte und Temperaturabweichung Januar bis April



1881 - 2023  
Deutschland

2024 - 2100  
Deutschland



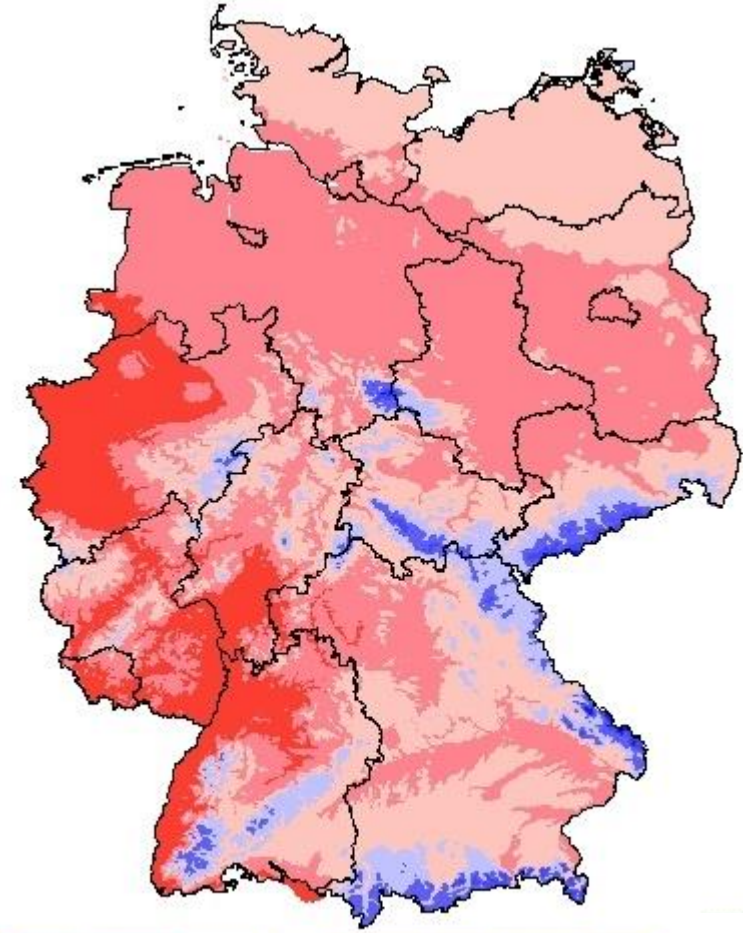
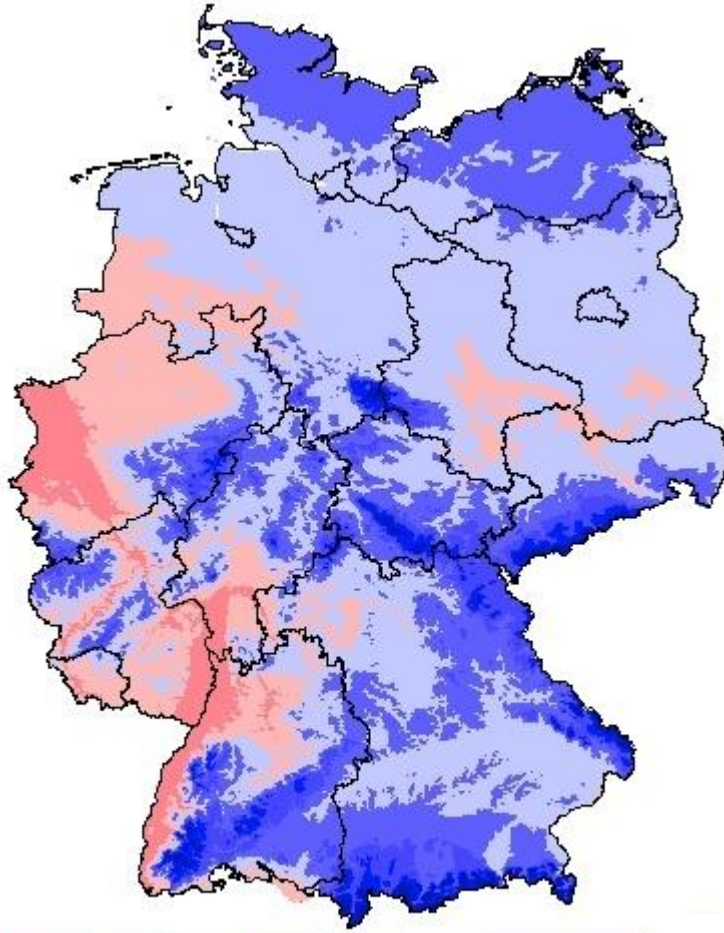
Quelle: [www.dwd.de/klimaatlas](http://www.dwd.de/klimaatlas)



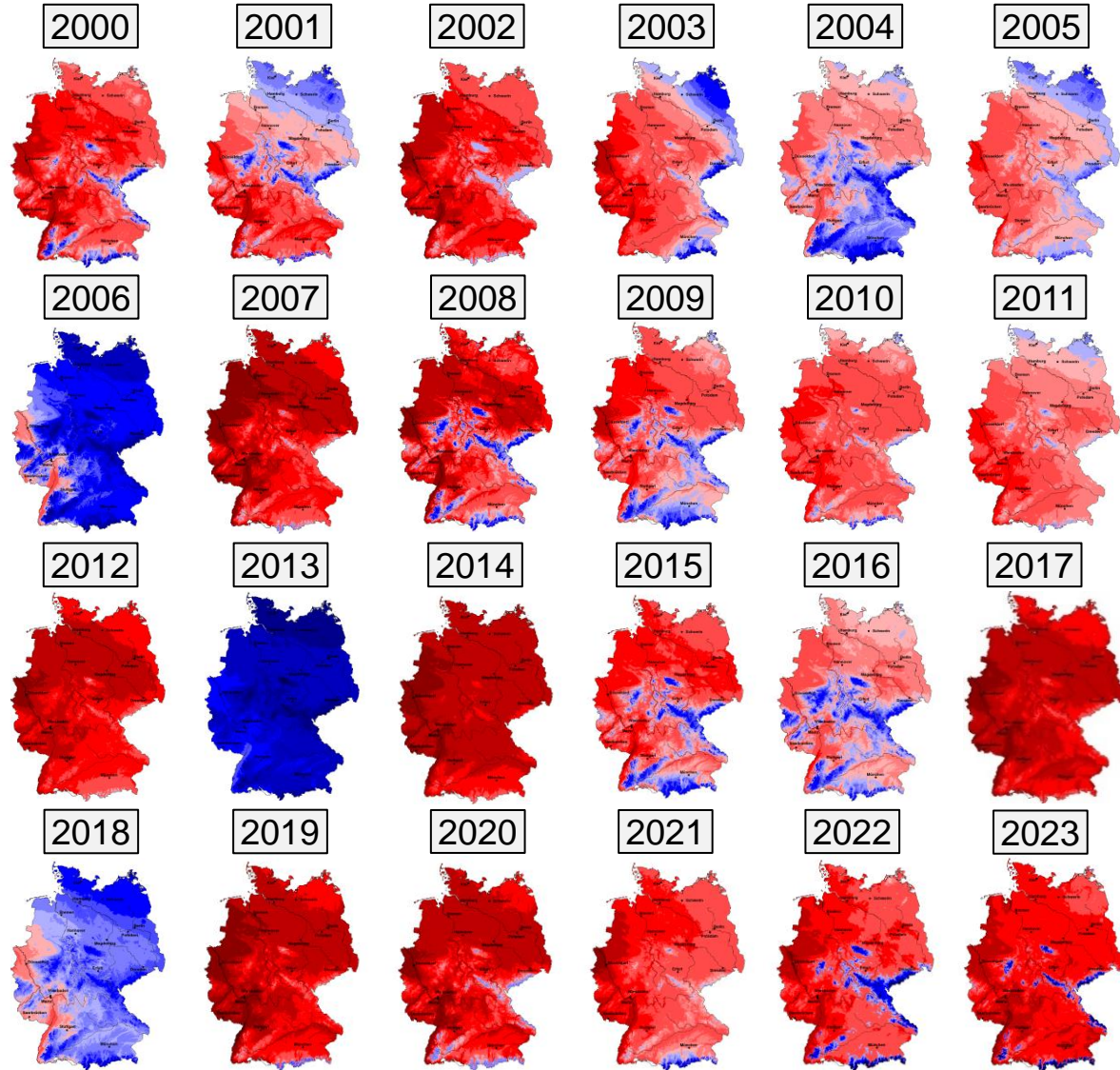
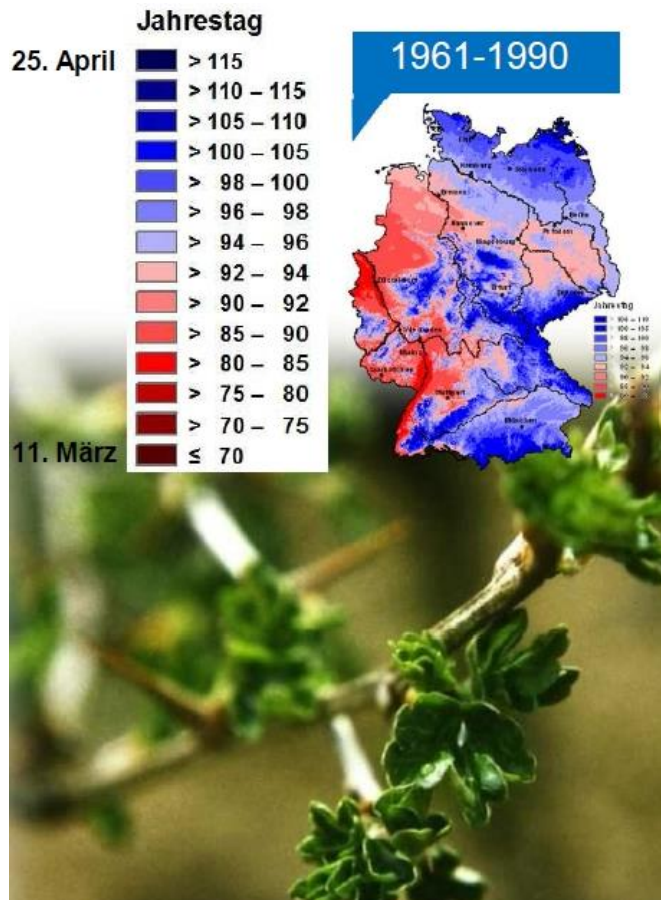
## vieljähriges Mittel

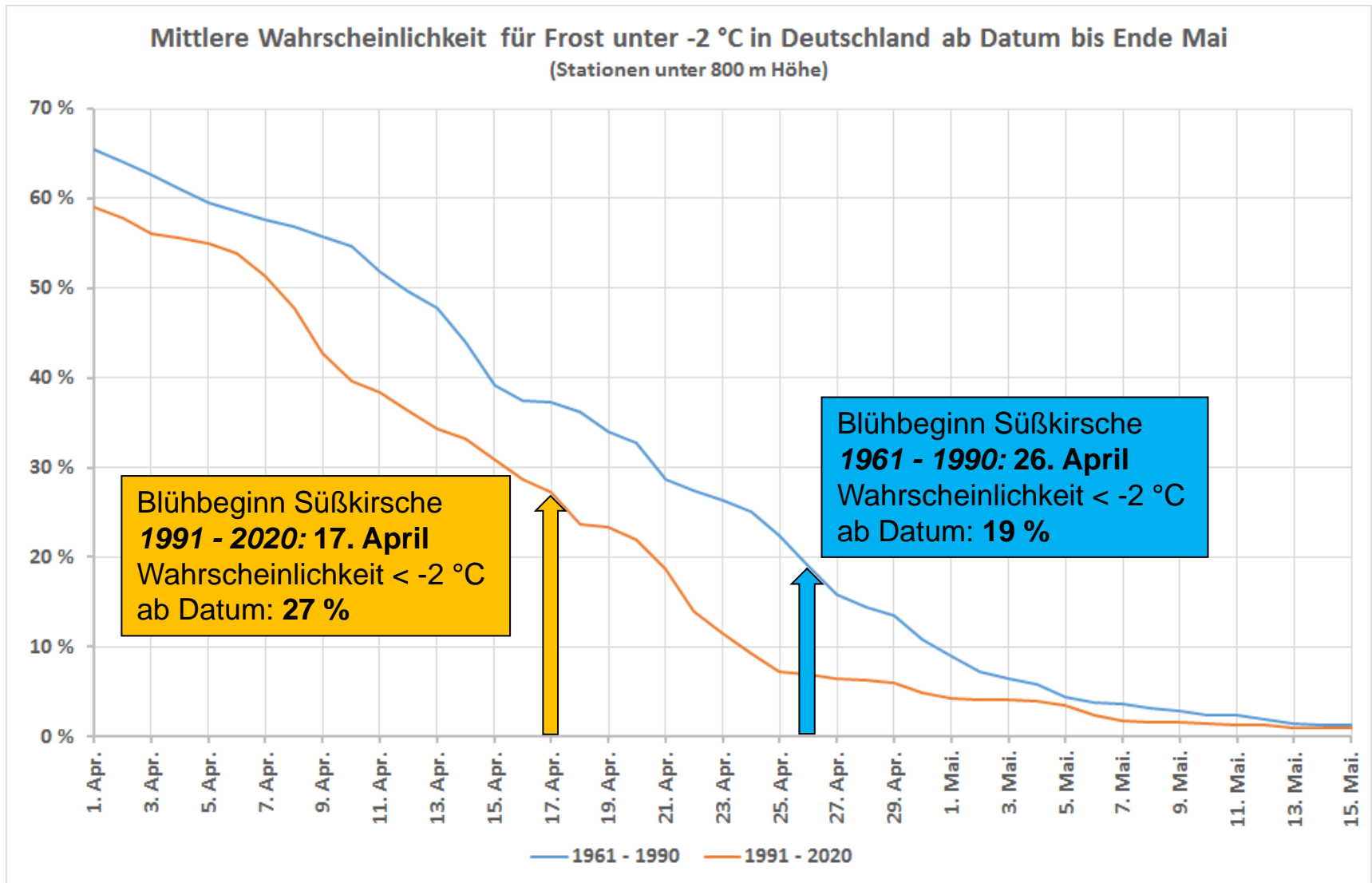
1961 - 1990

1991 - 2020



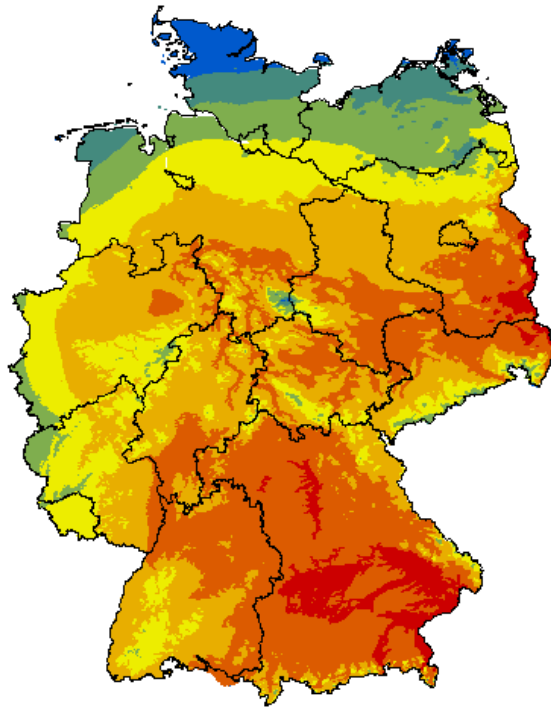
# Vegetationsbeginn – Einzeljahre



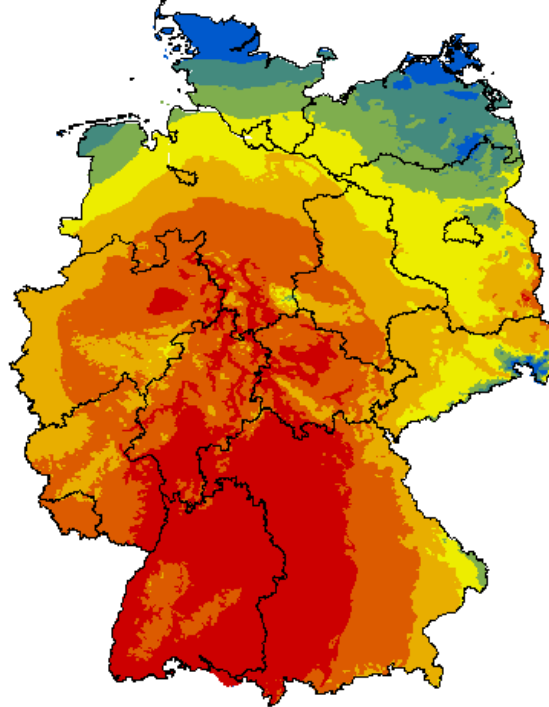


## Wahrscheinlichkeit für Fröste unter $-2\text{ °C}$ ab Blühbeginn

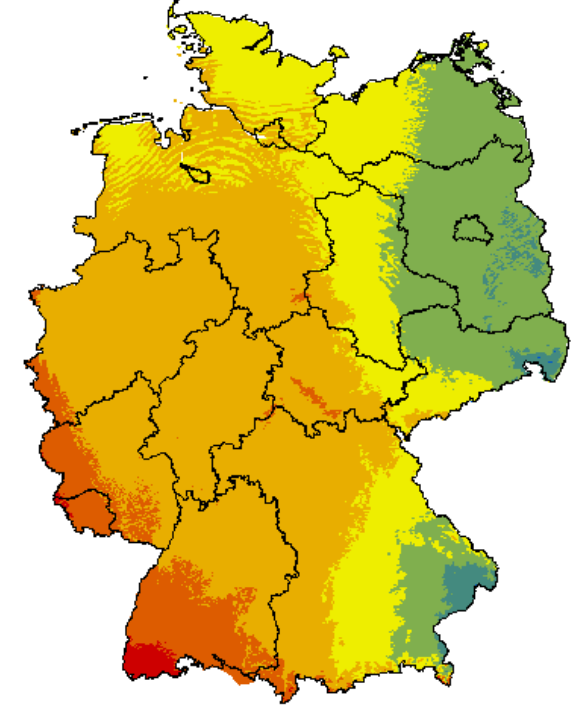
1961 - 1990



1991 - 2020



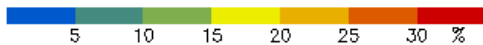
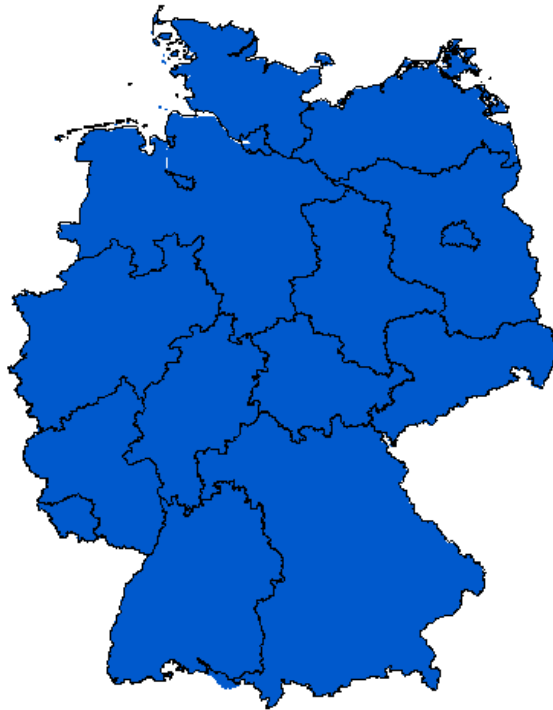
Änderung



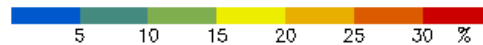
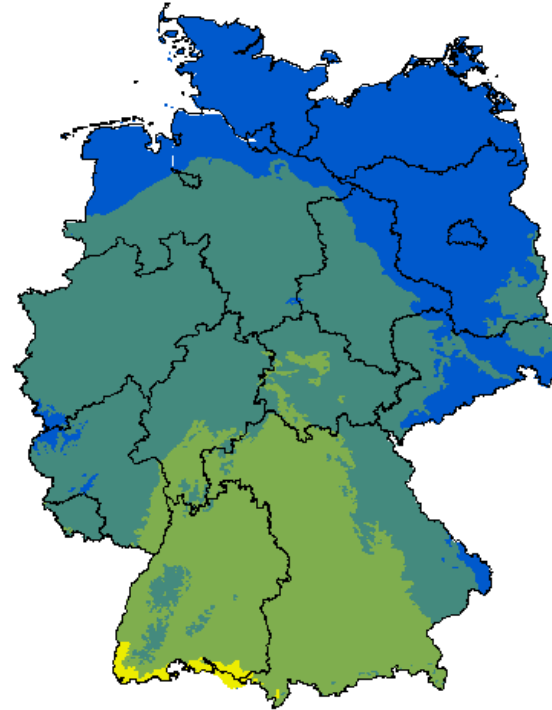
- deutlichste Zunahme im Südwesten
- leichte Abnahme im Osten und Südosten

## Wahrscheinlichkeit für Fröste unter $-2\text{ °C}$ ab Blühbeginn

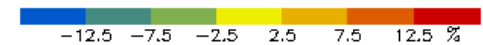
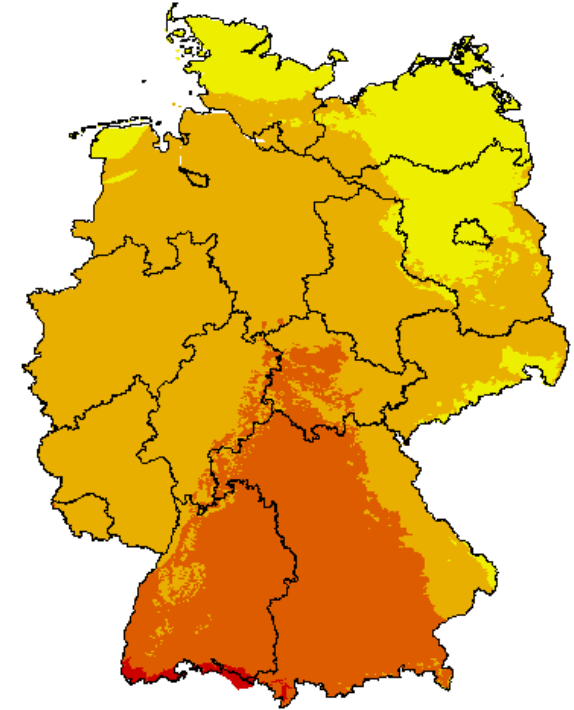
1961 - 1990



1991 - 2020



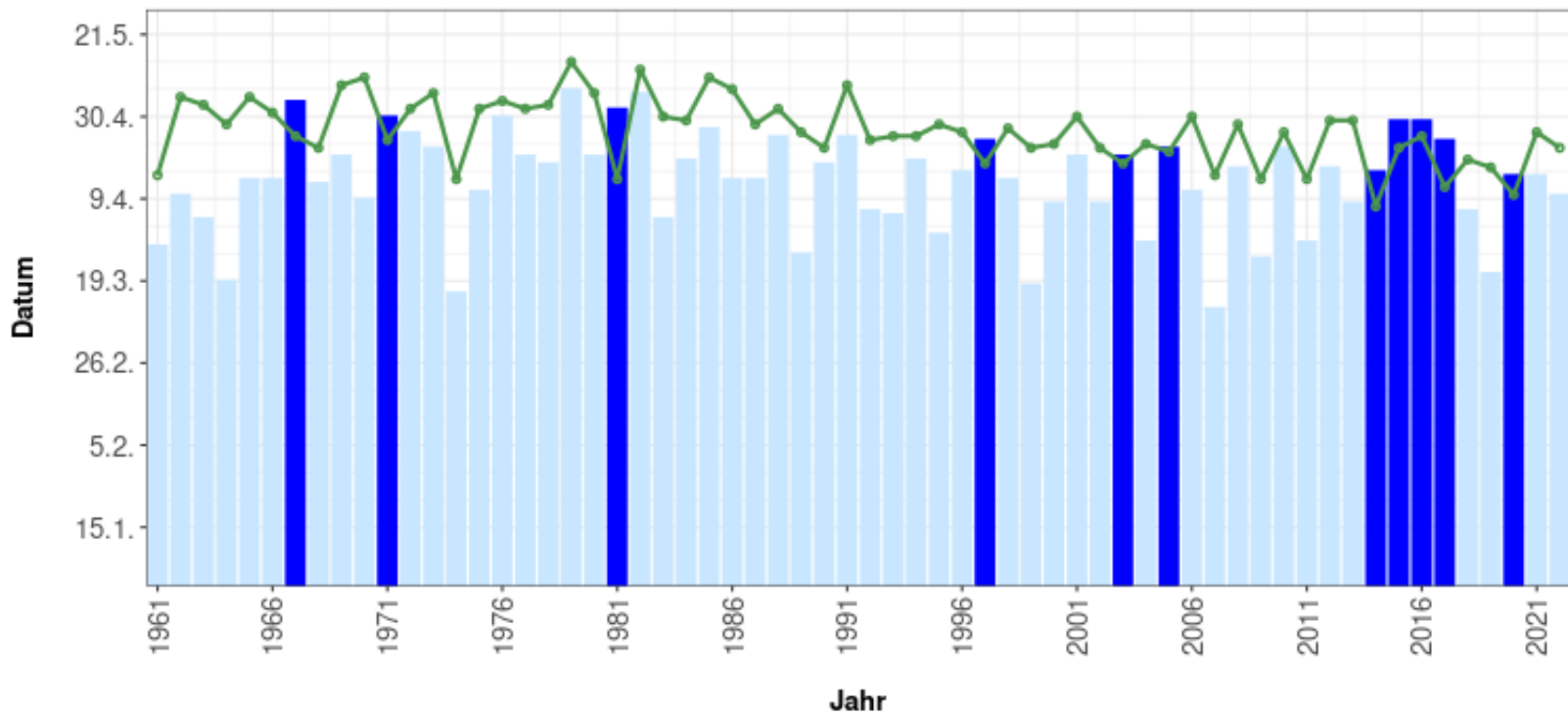
Änderung



- deutlichste Zunahme im Süden
- wenig Änderung im Nordosten

## Weinanbaugebiet Rheingau Spätfrost nach Austrieb der Reben

Meteorologie: Geisenheim  
Phänologie: Eltville



Erstellt: 28.03.2023 14:24  
Kontakt: Landwirtschaft@dwd.de

Termin des letzten Spätfrostes < 1 °C  
Jahre mit Frostereignis nach Austrieb

Beginn Austrieb

# Hitzetage

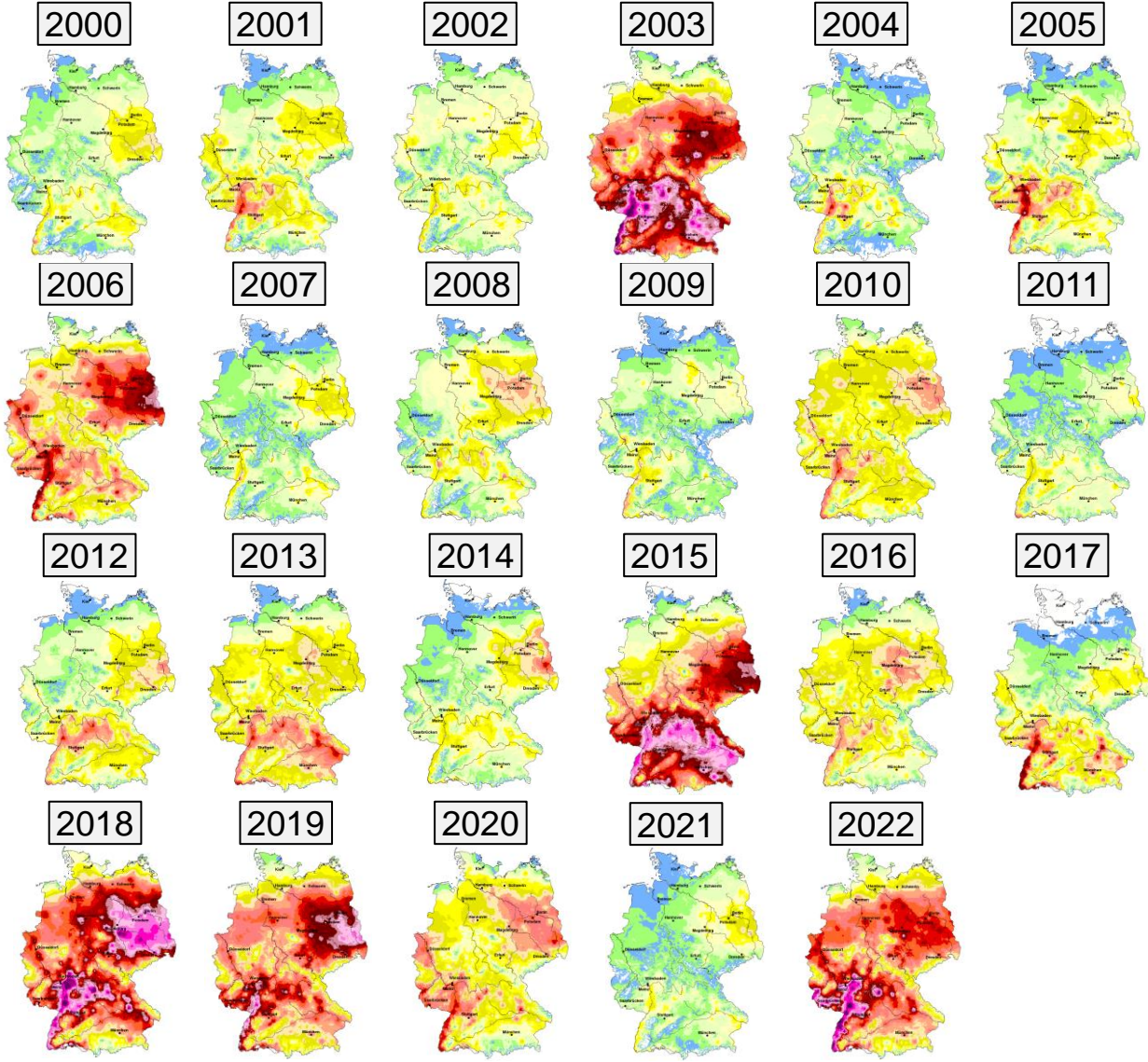
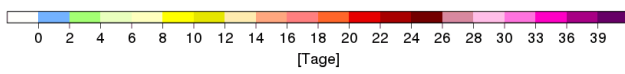
Mittelwert 1961 - 1990: Tage  $\geq 30^{\circ}\text{C}$



# Zunahme der Hitzetage



Mittelwert 1961 - 1990: Tage  $\geq 30^\circ\text{C}$



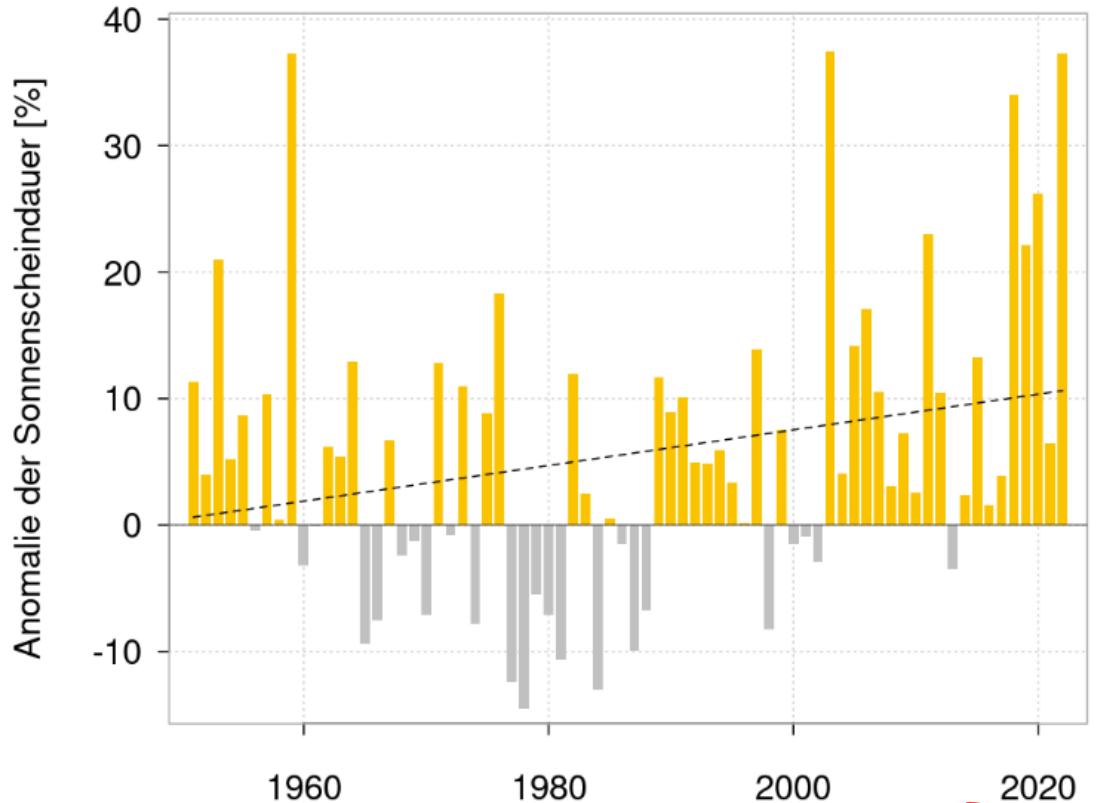


## Anomalie der Sonnenscheindauer

Hessen Jahr

1951 - 2022

Referenzzeitraum 1961 - 1990



positive Anomalie  
negative Anomalie  
— vieljähriger Mittelwert (1961 - 1990): 1459,3 h  
- - - linearer Trend (1951 - 2022): +146,0 h

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

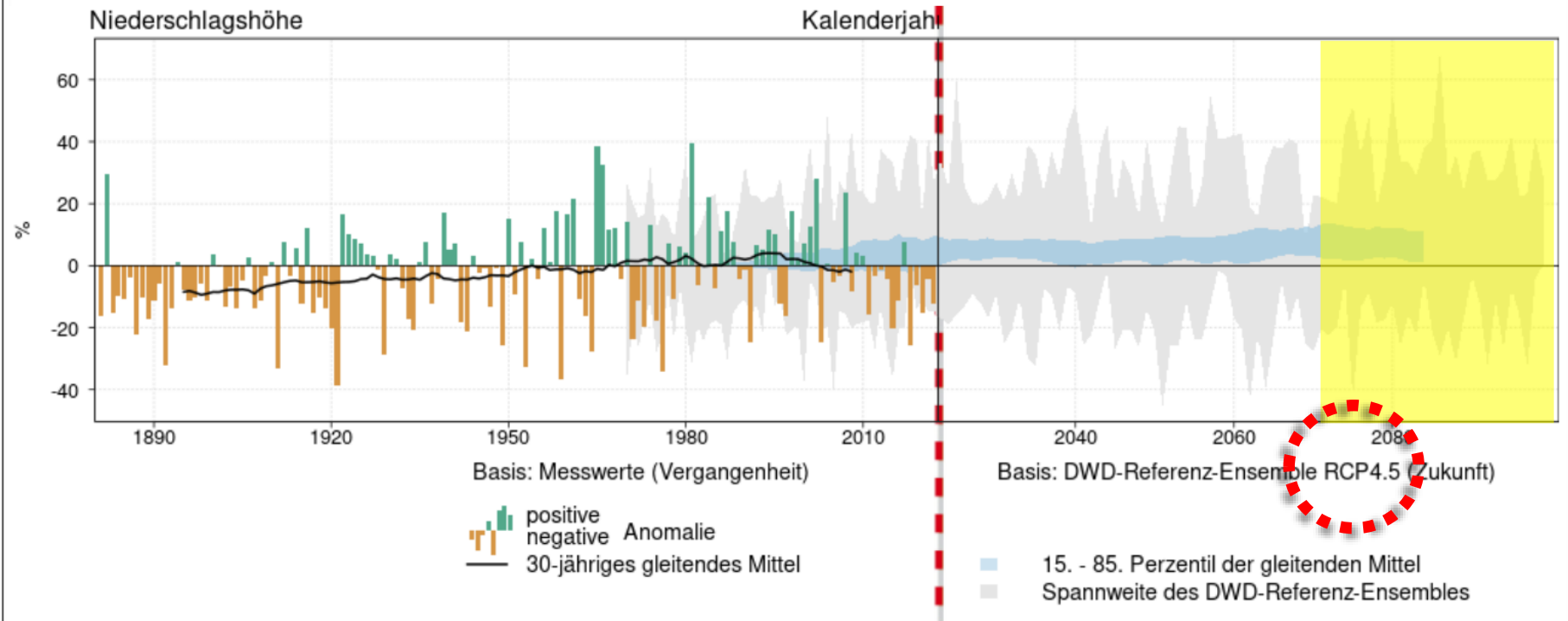
# Sonnenbrand an Obst



Quelle: LELF Brandenburg

1881 - 2022  
Hessen

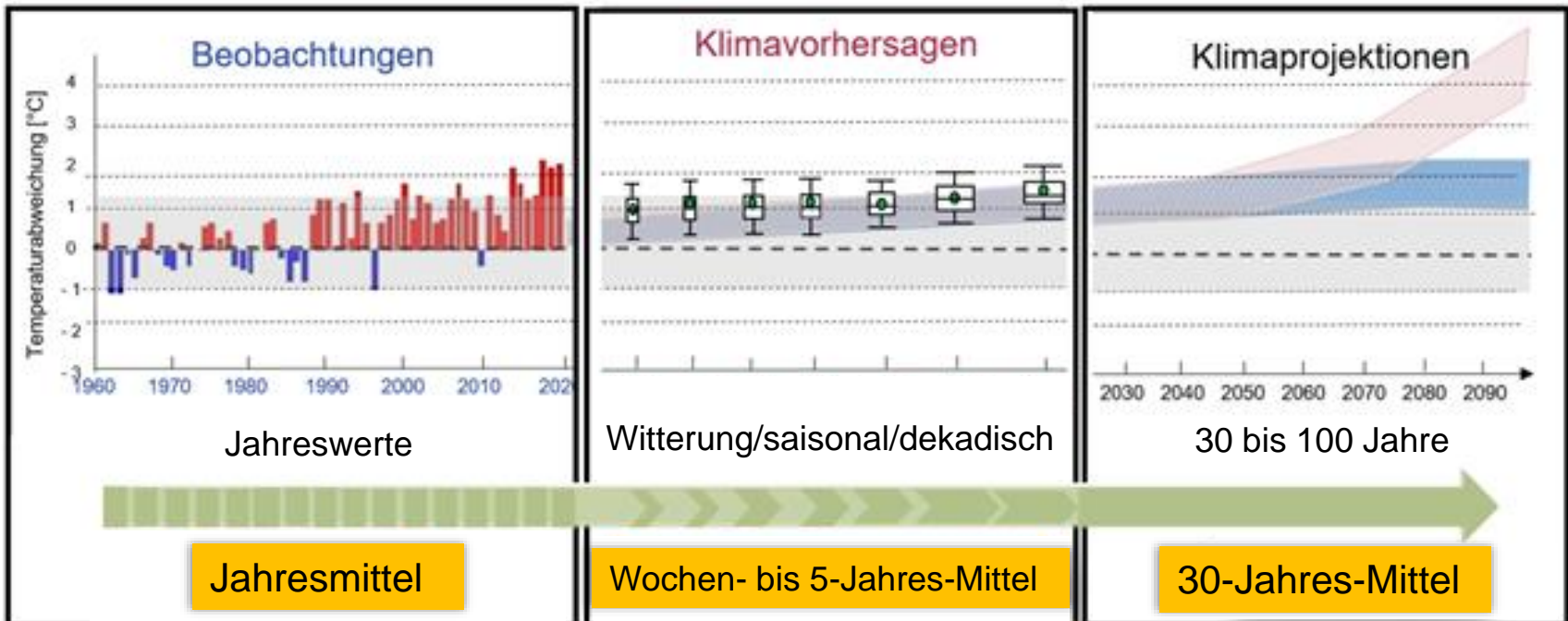
2023 - 2100  
Hessen

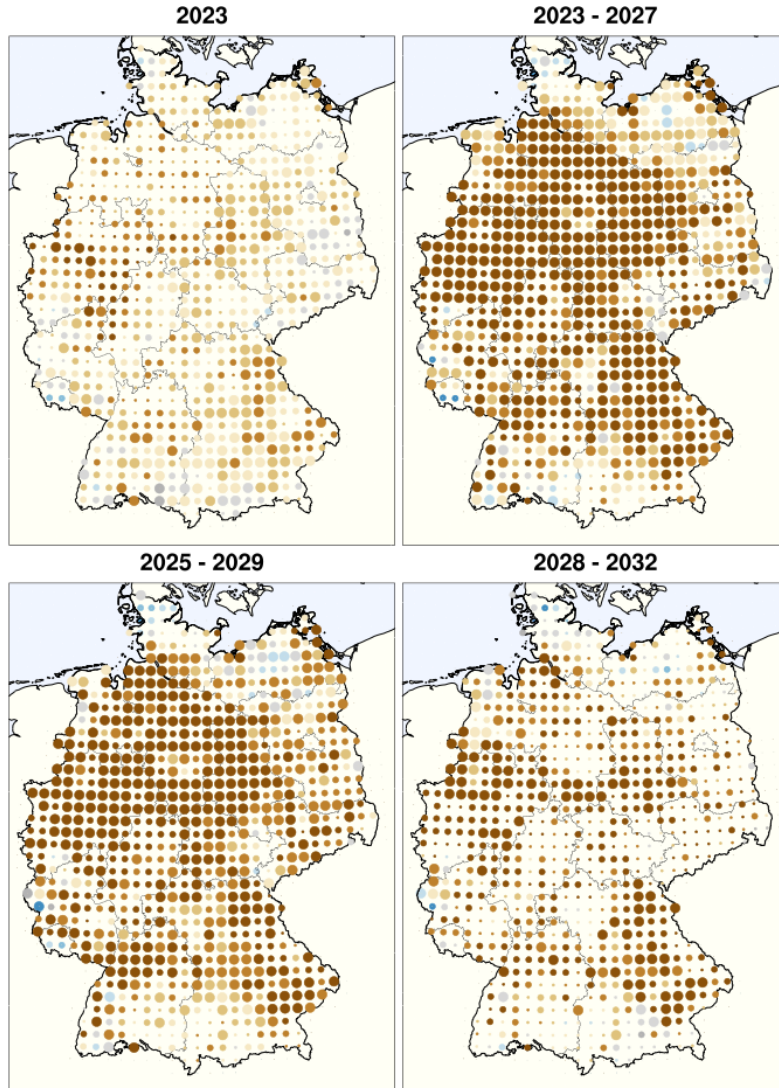


Quelle: [www.dwd.de/klimaatlas](http://www.dwd.de/klimaatlas)



- **Klimavorhersagen:** unterteilt in Witterungsvorhersage (2 - 5 Wochen), saisonale (1 - 6 Monate) und dekadische (1 - 10 Jahre) Klimavorhersage
- Klimavorhersagen berücksichtigen die beobachteten Messwerte / den Trend der vergangenen einzelnen Wochen / Monate / Jahre
- **Klimaprojektionen** (z. B. *DWD-Klimaatlas*) berechnen 30-jährige Mittelwerte  
➔ keine Aussagen für kurze Zeiträume / einzelne Jahre möglich





## Wahrscheinlichkeits- vorhersage

Farbe der Punkte zeigt die  
wahrscheinlichste Kategorie  
(trocken / normal / feucht)

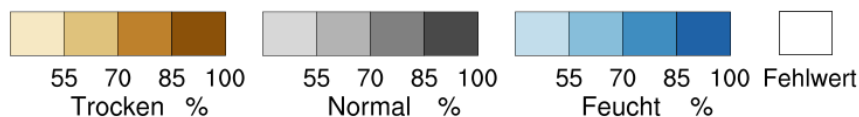
## Punktgröße

zeigt die Vorhersagegüte  
groß: gut  
mittel: mäßig  
klein: schlecht

## Ergebnis

5-jährige Zeiträume 2023 - 2027  
und 2025 - 2029 mit hoher  
Wahrscheinlichkeit trockener als im  
Klimamittel 1991 - 2020

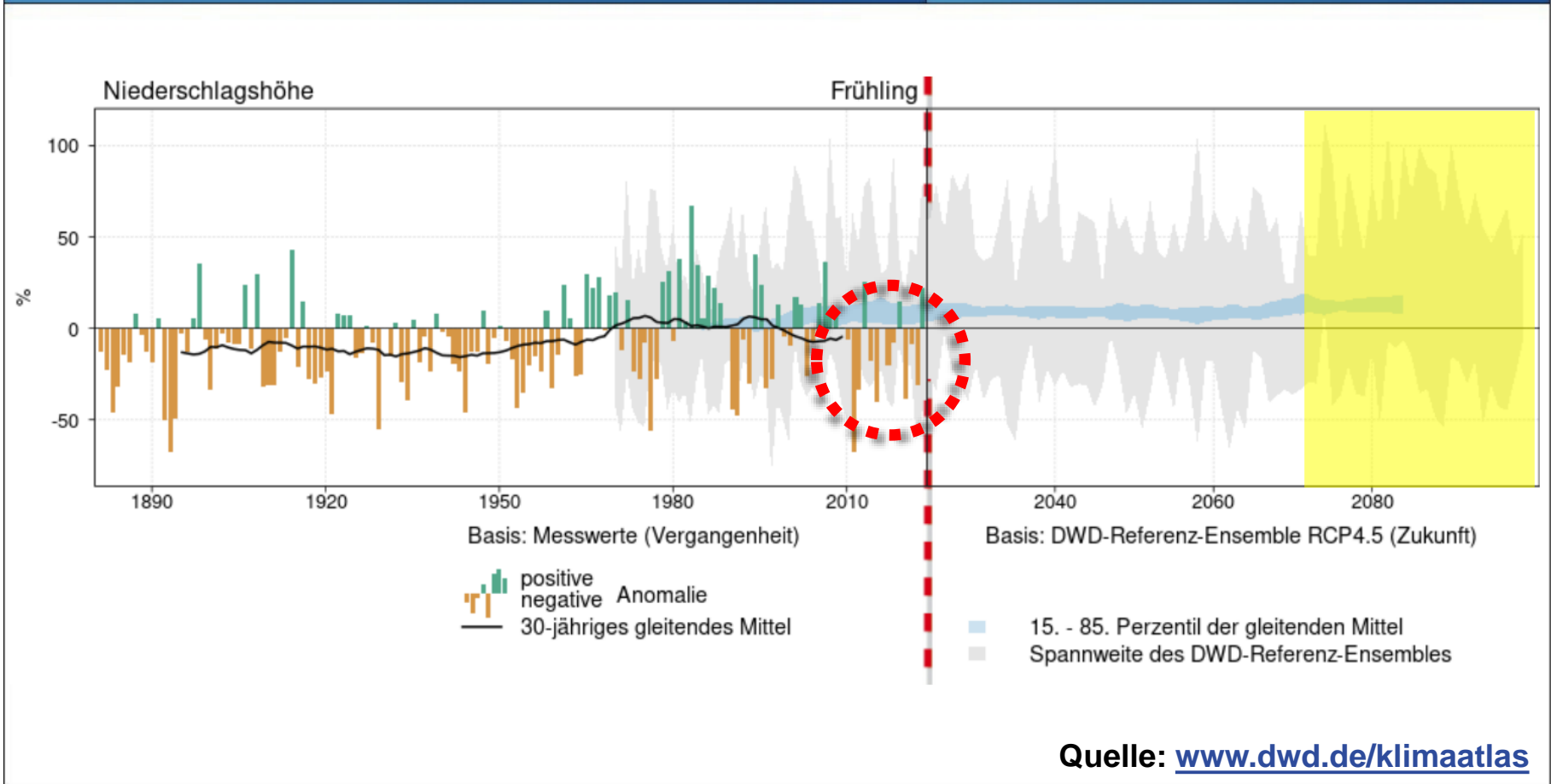
Quelle: [www.dwd.de/klimavorhersagen](http://www.dwd.de/klimavorhersagen)



# Niederschlag im Frühling

1881 - 2023  
Hessen

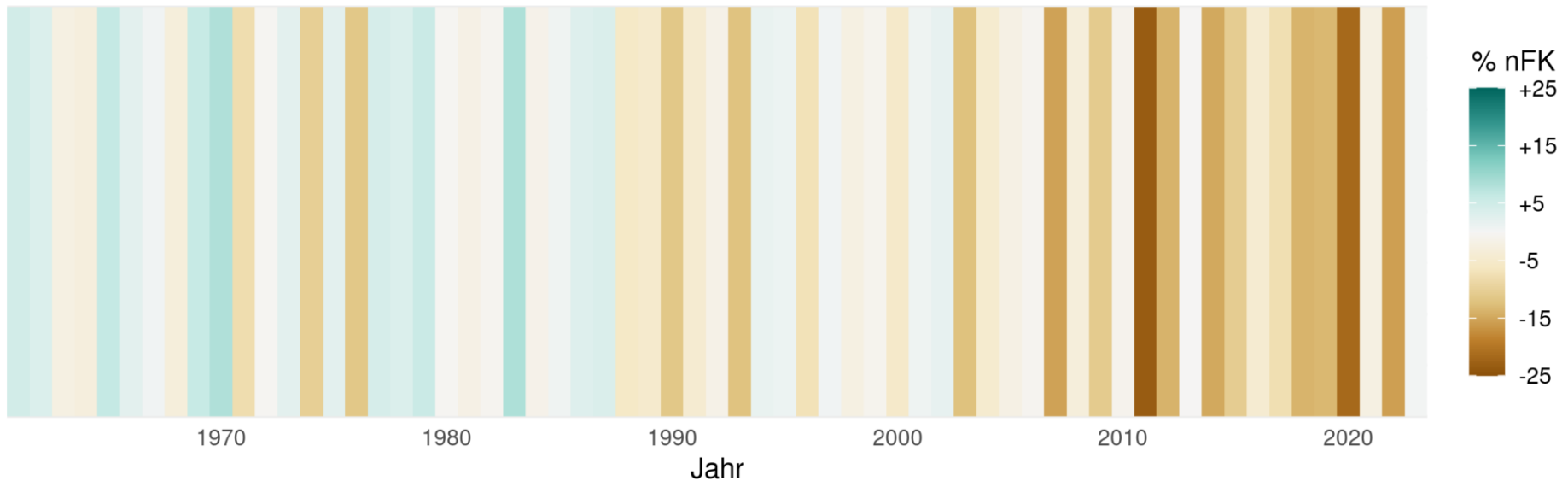
2024 - 2100  
Hessen



Die „**Drying Stripes**“ zeigen das gehäufte Auftreten von Frühjahrstrockenheit in den letzten Jahren

## Abweichung der mittleren Bodenfeuchte unter Gras

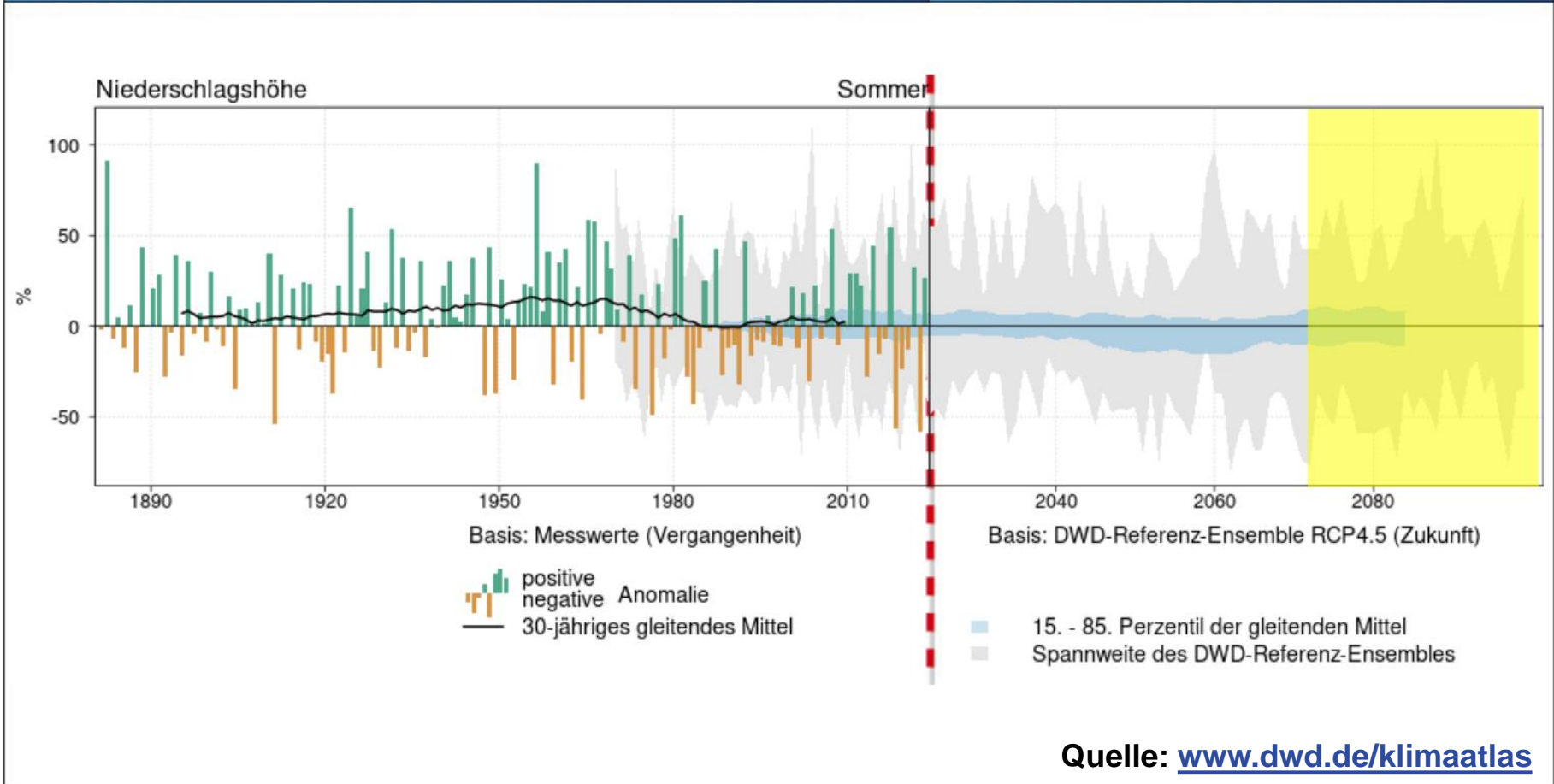
Bodenart: lokaler Boden | Tiefe: 0 bis 60 cm  
Vergleichsperiode: 1961-1990 | Zeitraum: März bis Mai | Gebiet: Deutschland



# Niederschlag im Sommer

1881 - 2023  
Hessen

2024 - 2100  
Hessen

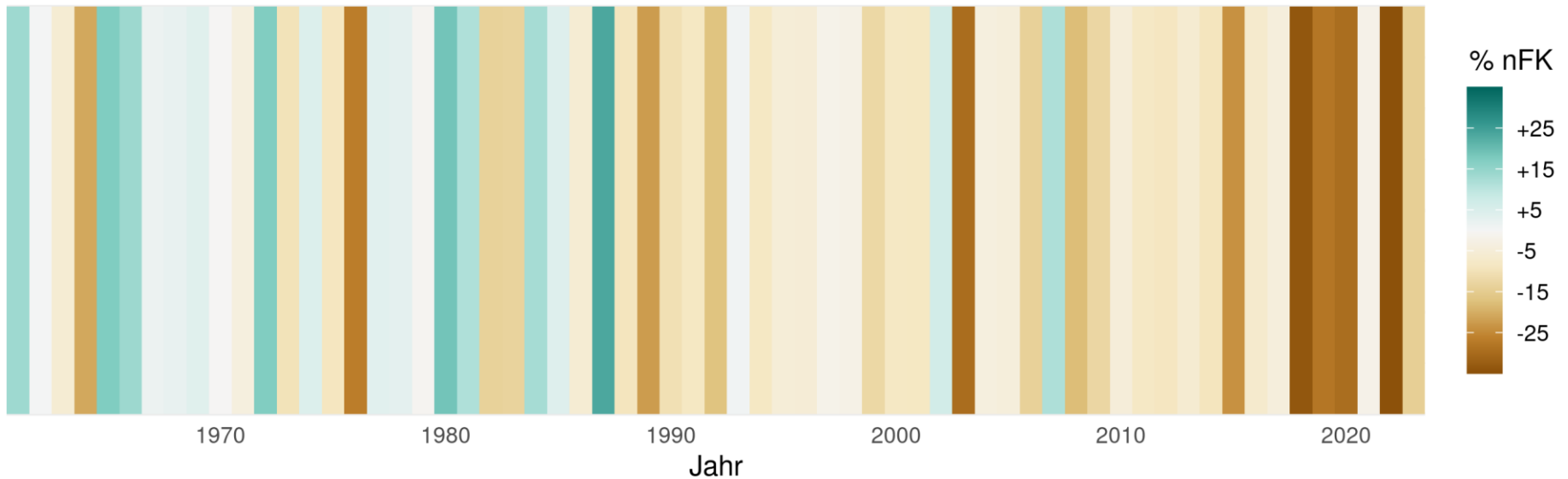




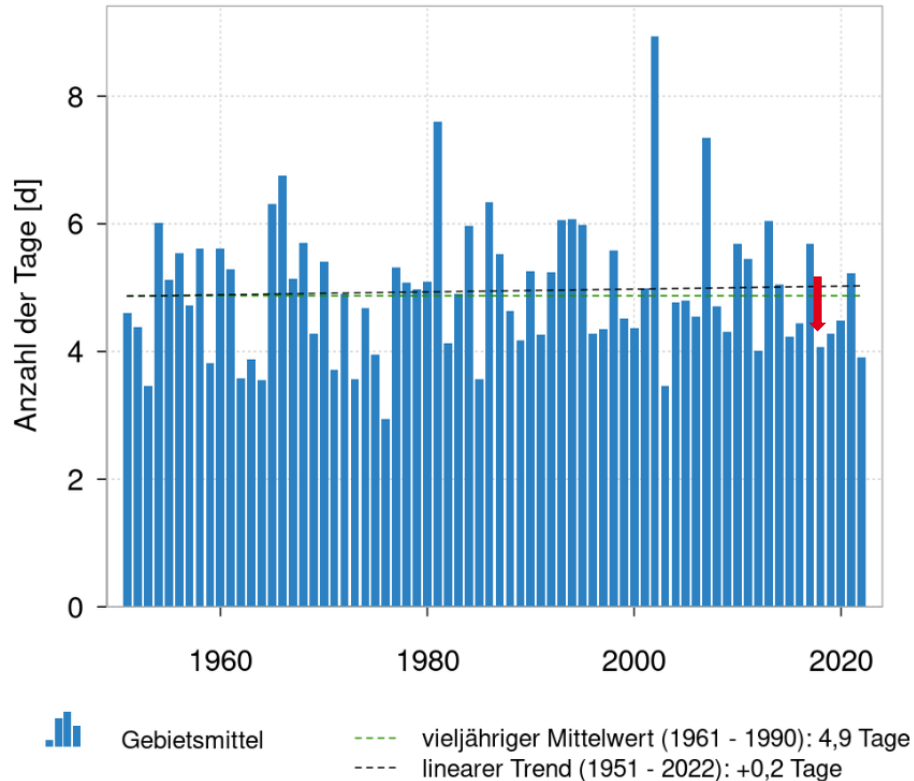
„*Drying Stripes*“ im Sommer: in den letzten Jahren zunehmend trockenere Böden

## Abweichung der mittleren Bodenfeuchte unter Gras

Bodenart: lokaler Boden | Tiefe: 0 bis 60 cm  
Vergleichsperiode: 1961-1990 | Zeitraum: Juni bis August | Gebiet: Deutschland

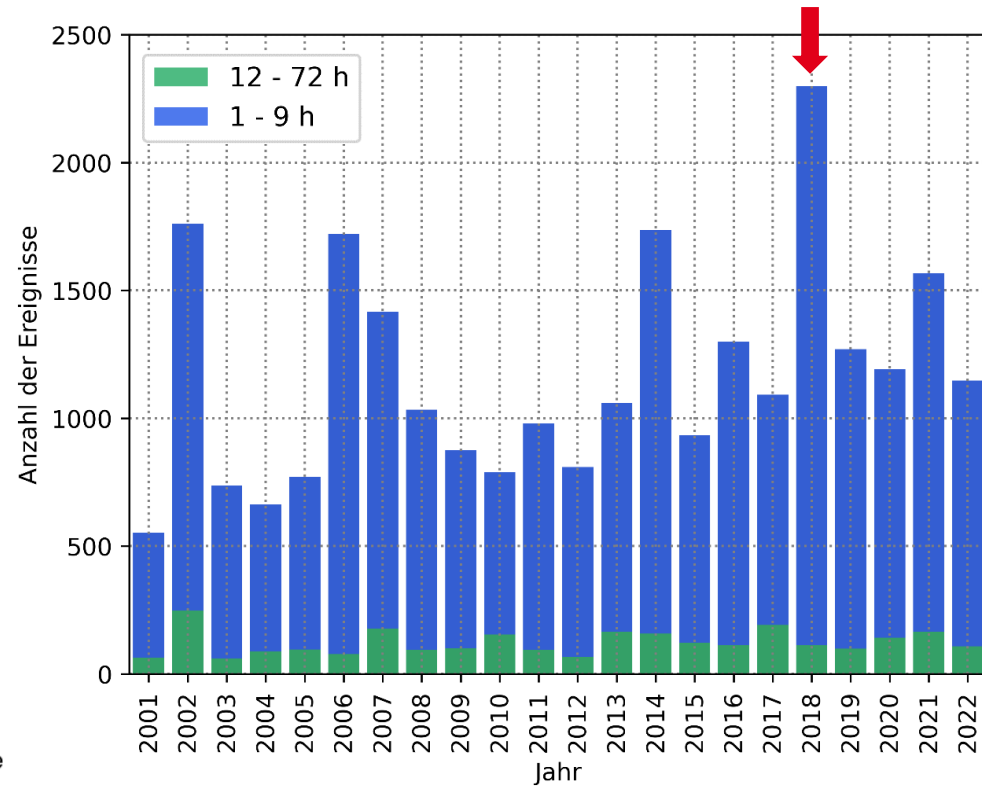


**Tage mit Niederschlag  $\geq 20$  mm**  
Deutschland Jahr  
1951 - 2022



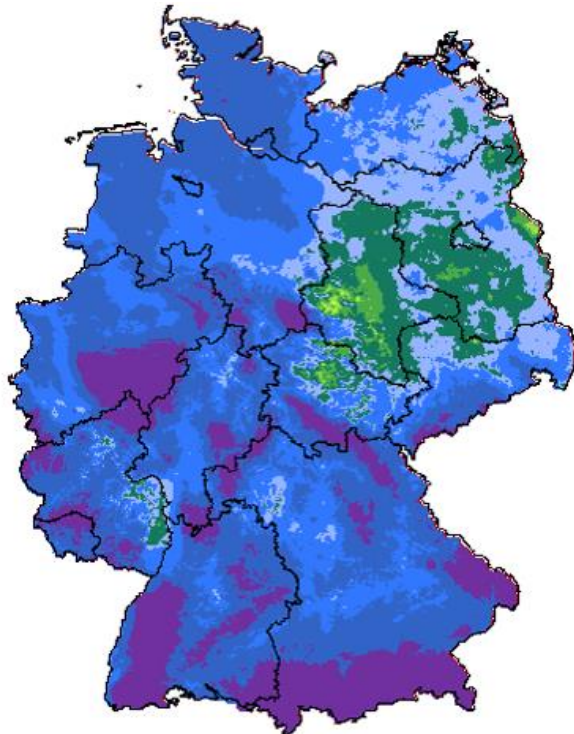
Mit punktuellen Niederschlagsmessungen  
erfasster Starkregen  
**Anzahl der Tage pro Jahr**

**Starkregenereignisse pro Jahr**  
Warnstufe 3 (Unwetter)

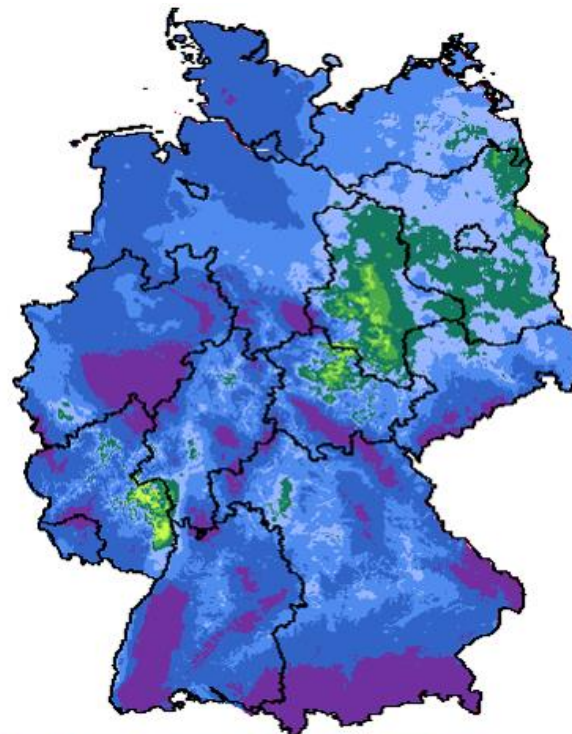


Mit Radar erfasste Starkregenereignisse (Starkregen  
bzw. Dauerregen)  
**Anzahl der Ereignisse pro Jahr**

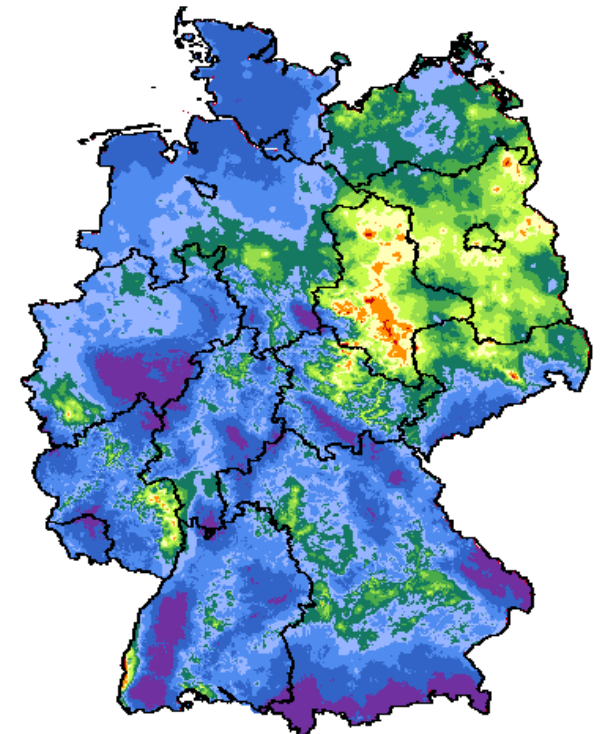
1961 - 1990



1991 - 2020

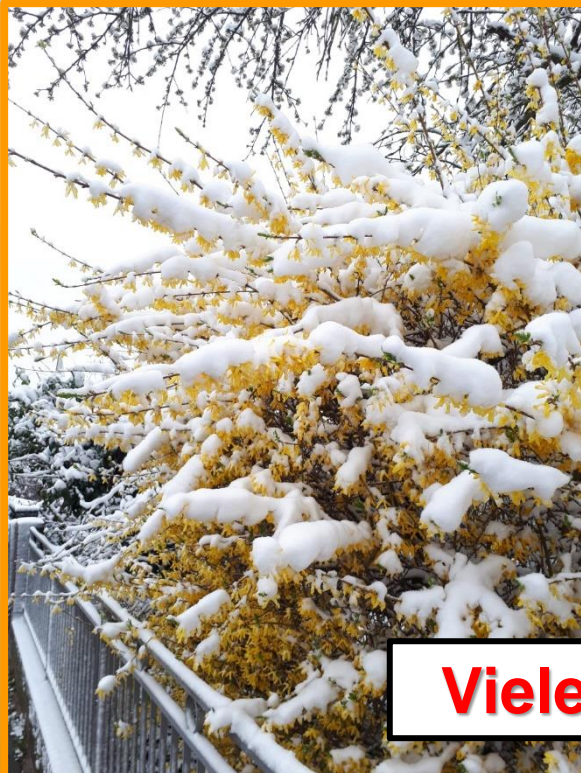


2022



- reale Verdunstung über Gras bei Modellboden sandiger Lehm
- Wasserbilanz deutlich positiv -> Direktabfluss und Grundwasserneubildung
- **aber:** Wasserbilanz nimmt im vieljährigen Mittel ab

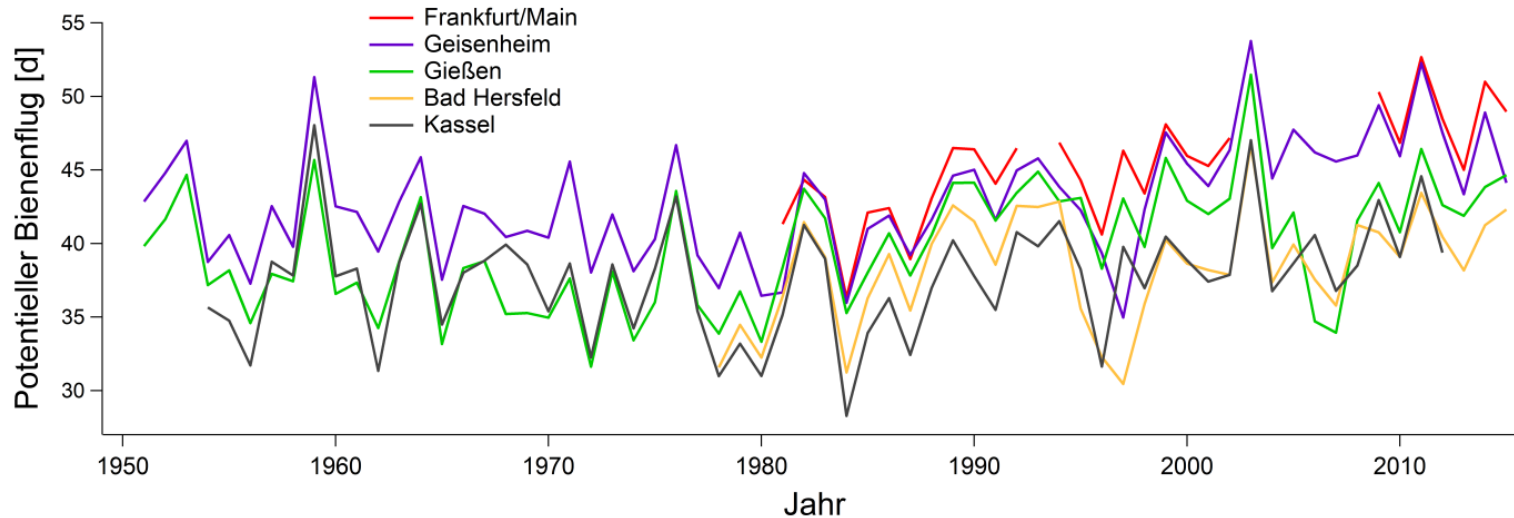
# Der phänologische Kalender: Beobachternetz und Erkenntnisse



**Vielen Dank! Ihre Fragen bitte.**

Quelle: Rüdiger Manig, DWD

## Bisheriger Trend beim ganzjährigen potenziellen Bienenflug in Hessen:



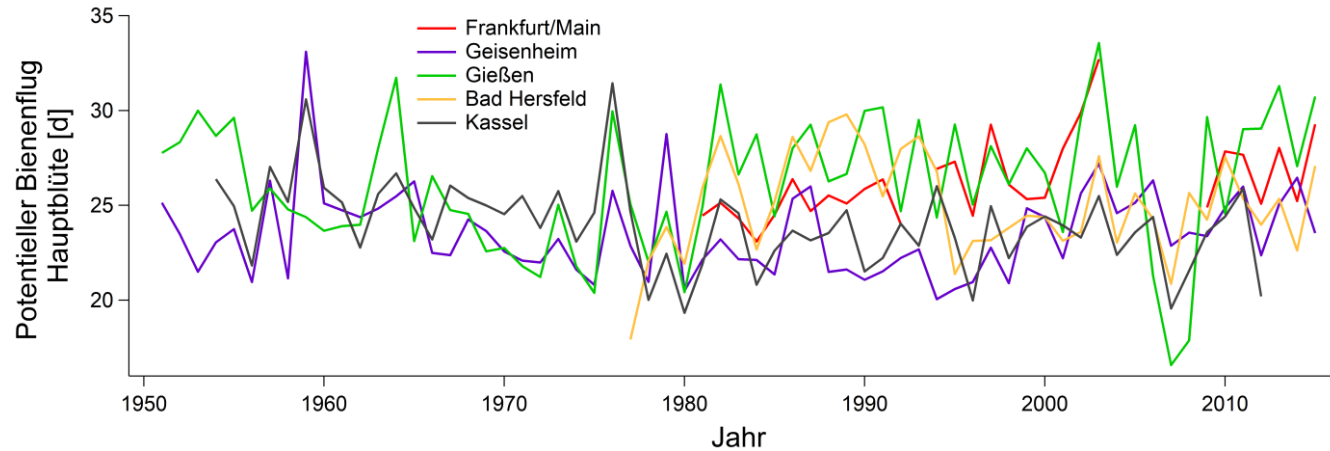
**Quelle** dieser und folgender Grafiken: Abschlussbericht „Honigbiene im Klimawandel“, Prof. Dr. Frank-M Chmielewski, Prof. Dr. Kaspar Bienefeld, HLNUG, Humboldt-Universität Berlin, Länderinstitut für Bienenkunde

## gute Flugbedingungen in Tagen pro Jahr (aufsummiert aus einzelnen Stunden), 1951 - 2015

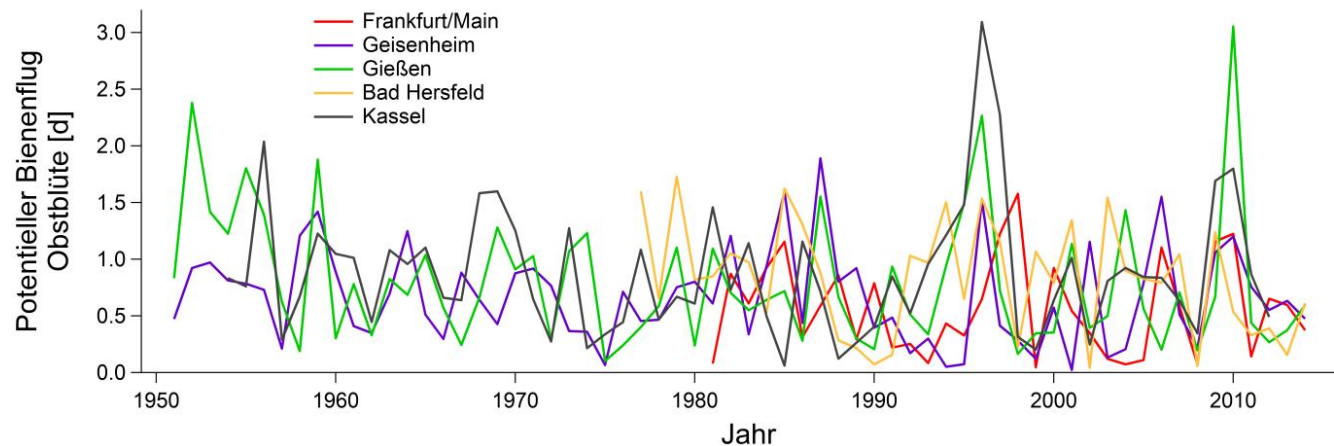
➡ Unterschiede mildes/kühles Klima gut sichtbar

➡ Trend nach oben (da wärmer und sonniger)

## Bisheriger Trend zur Hauptblüte (Hasel bis Winterlinde):

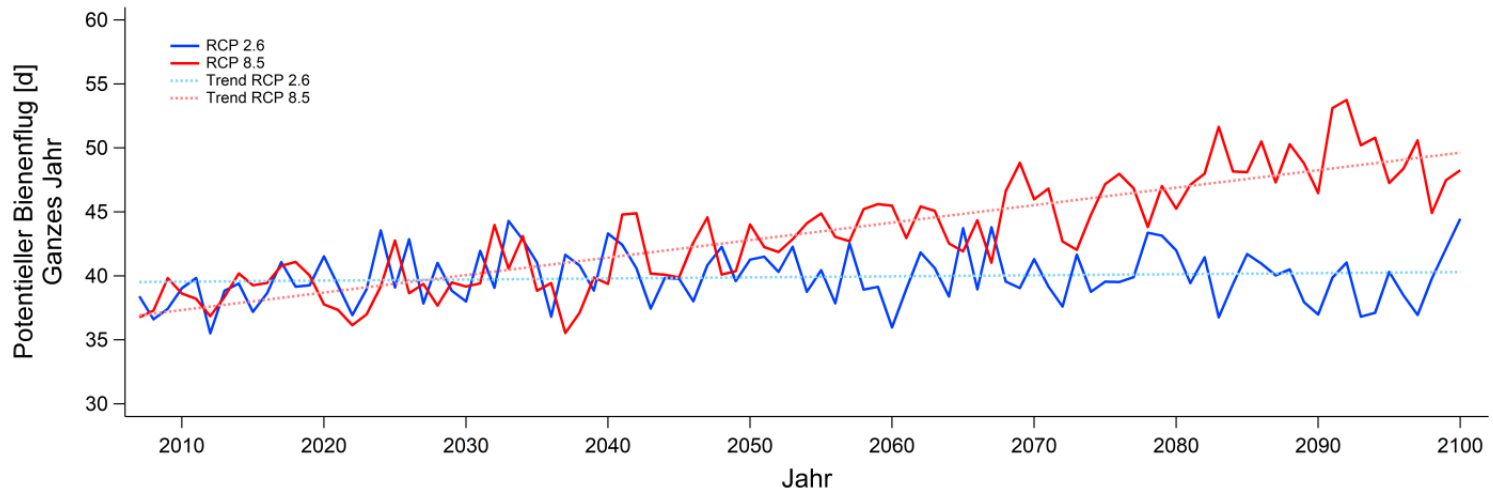


## Bisheriger Trend zur Obstblüte (Süßkirsche bis Apfel):



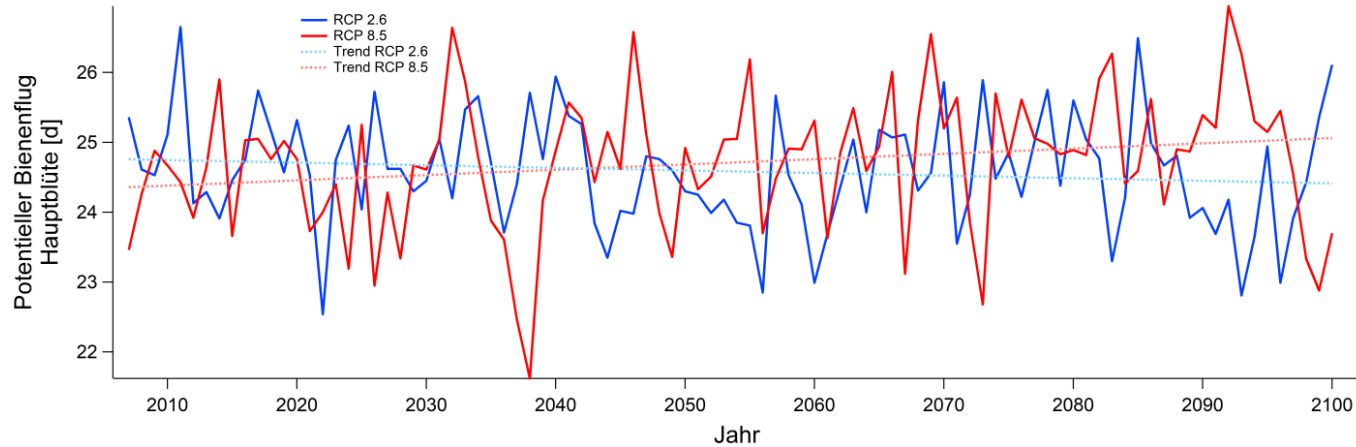
## In Zukunft durch Klimawandel Bedingungen zum Sammelflug über das ganze Jahr häufiger gegeben:

- Zeitanteile mit Temperaturen zwischen 12 und 35 °C nehmen zu
- Anzahl der Sonnenstunden steigt
- Niederschlagsdauer während der Vegetationsperiode sinkt
- Stärke der Veränderungen hängt vom Emissionsszenario ab (RCP 2.6 / RCP 8.5)

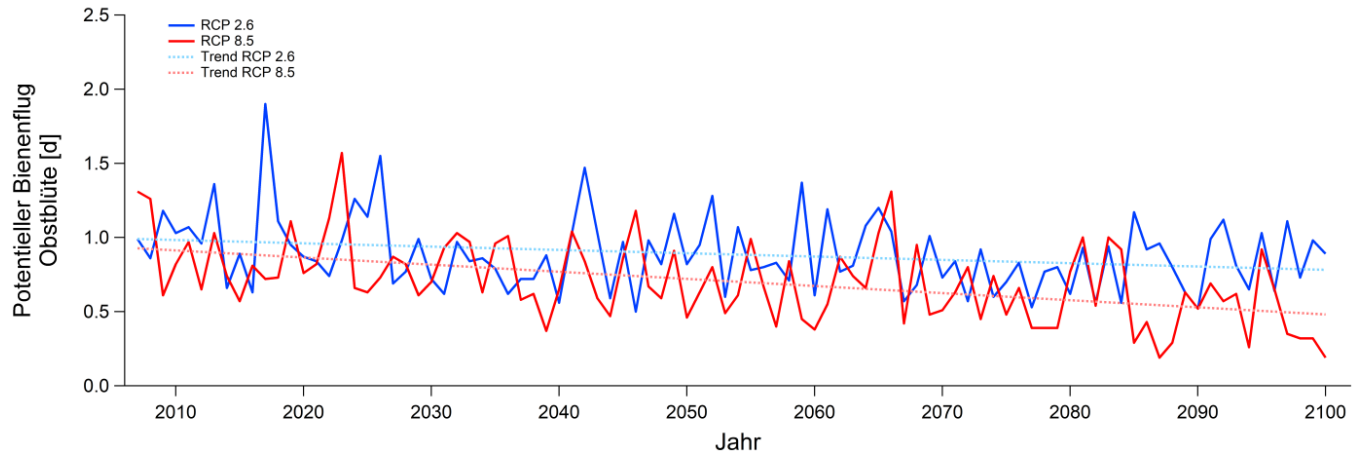


Potenzieller Bienenflug in Tagen pro Jahr: Mittel aus 6 hessischen Stationen und 3 globalen Klimamodellen für RCP 2.6 (starker Klimaschutz) und RCP 8.5 (ohne Klimaschutz)

## Zukünftiger Trend zur Hauptblüte (Hasel bis Winterlinde):



## Zukünftiger Trend zur Obstblüte (Süßkirsche bis Apfel):





## Bedingungen zum Sammelflug während der Obstblüte in Zukunft:

- kein Temperaturtrend
- **27 % weniger** Stunden mit ausreichend Tageslicht wegen früherer Blüte
- leichte Abnahme der windigen Stunden
- keine belastbare Aussage zum Niederschlag möglich
- Zeitspanne der gesamten Obstblüte (Süßkirsche bis Apfel) **nimmt ab**

➔ **Abnahme der Bienenflugstunden während der Obstblüte**

➔ **Abnahme der Bestäubungsleistung der Honigbiene**

➔ **Ausgleich durch Wildbienen und Hummeln fraglich**