

Phänologie - Journal

In diesem Heft:

Einfluss des Klimawandels auf Bienenflug und Blühzeiträume

Andreas Brömser

1

Klimareferenzperiode – Phänologische Doppeluhr – Einblick

Dr. Mathias Herbst

5

Einfluss des Klimawandels auf Bienenflug und Blühzeiträume

Andreas Brömser

Die Flugaktivität der Honigbiene wird wesentlich durch zwei Faktoren bestimmt, die beide durch den Klimawandel verändert werden: Witterungsbedingungen und die Blüte der Trachtpflanzen. Als Tracht wird die Pflanzenart bezeichnet, die zu einer bestimmten Zeit im Jahr viel Nektar oder Pollen für die Nahrungsversorgung der Bienen liefert.

Veränderung der Bienenflugbedingungen

Damit Honigbienen zum Sammelflug ausschwärmen, benötigen sie ausreichend Licht zur Orientierung (Globalstrahlung von mehr als 200 W/m²) und Lufttemperaturen zwischen 12 und 35 °C. Außer-

dem darf weder stärkerer Niederschlag (ab etwa 2 bis 3 mm/h) noch Wind von mehr als ca. 3 m/s auftreten.

In den letzten Jahrzehnten hat die Anzahl der Stunden pro Jahr mit guten Flugbedingungen für Honigbienen deutlich zugenommen. Dies ist ein Ergebnis des Projektes „Honigbiene im Klimawandel“, in welchem für den Zeitraum 1951 bis 2015 die stündlichen Bienenflugbedingungen anhand mehrerer Wetterstationen in Hessen ermittelt wurden. Zur Bestimmung der Flugbedingungen (keine, schlecht, mäßig, gut) wurden die stündlichen Werte von Lufttemperatur, Globalstrahlung, Niederschlagsmenge und Windgeschwindigkeit herangezogen. Anschließend wurden die Stunden mit guten Flugbedingungen (Bienenflugstunden) für jedes einzelne Jahr aufsummiert, so konnte ein langfristiger Aufwärtstrend im Zeitraum 1951 bis 2015 gezeigt werden. Vor allem die gestiegene Temperatur

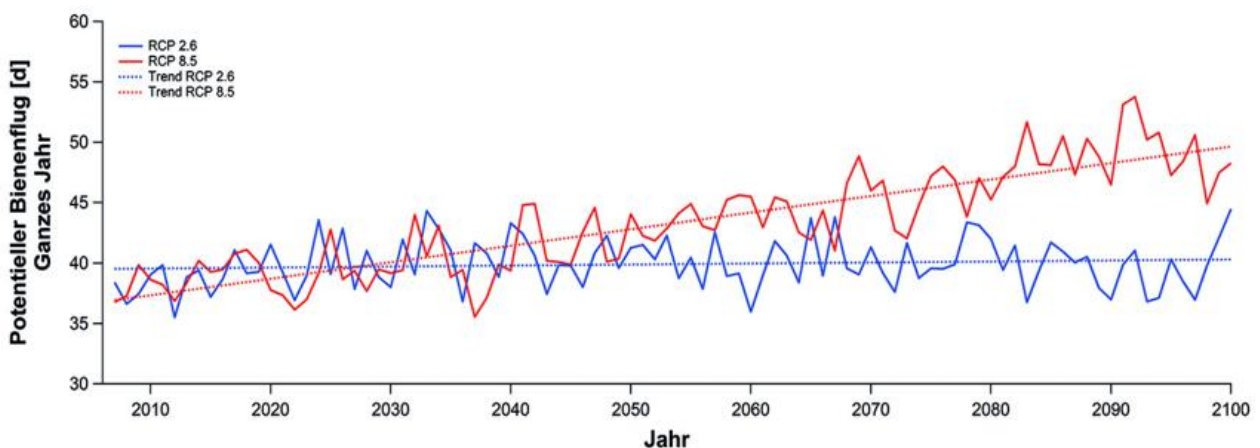


Abb. 1: Mittlere Bienenflugstunden pro Jahr aufsummiert in Tagen von 2006 bis 2100 nach Klimaschutzszenario (RCP 2.6) und Weiter-wie-bisher-Szenario (RCP 8.5). Quelle: Chmielewski, Bienefeld: Honigbiene im Klimawandel.



(+0,6 Grad im Vergleich der Perioden 1951-1980 und 1981-2010) und vermehrte Sonnenstunden trugen zu diesem Trend bei.

In den kommenden Jahrzehnten ist eine weitere Steigerung der mittleren Anzahl der Bienenflugstunden pro Jahr zu erwarten. Die Stärke des Anstiegs hängt davon ab, welches Treibhausgas-Emissionsszenario verwendet wird, also welche Entwicklung des Ausstoßes von Treibhausgasen wie Kohlendioxid oder Methan im Laufe des 21. Jahrhunderts zu Grunde gelegt wird. Bei Annahme rascher und starker Klimaschutzmaßnahmen steigen die Bienenflugstunden ab etwa 2040 nicht mehr an, bei einem Weiter-wie-bisher-Szenario

nehmen sie hingegen bis Ende des Jahrhunderts weiter deutlich zu (Abbildung 1).

Bisherige Veränderungen der phänologischen Entwicklung der Trachtpflanzen

Neben den Bienenflugstunden spielen mögliche Verschiebungen der Blühzeiten der Trachtpflanzen eine große Rolle. Denn einerseits hängt die Versorgung der Bienen mit Nektar und Pollen von den Blühzeiten ab und andererseits spielen Honigbienen eine wesentliche Rolle bei der Bestäubung in Obstbau und Landwirtschaft. Hierbei kommen die seit 1951 vorhandenen phänologischen Daten des

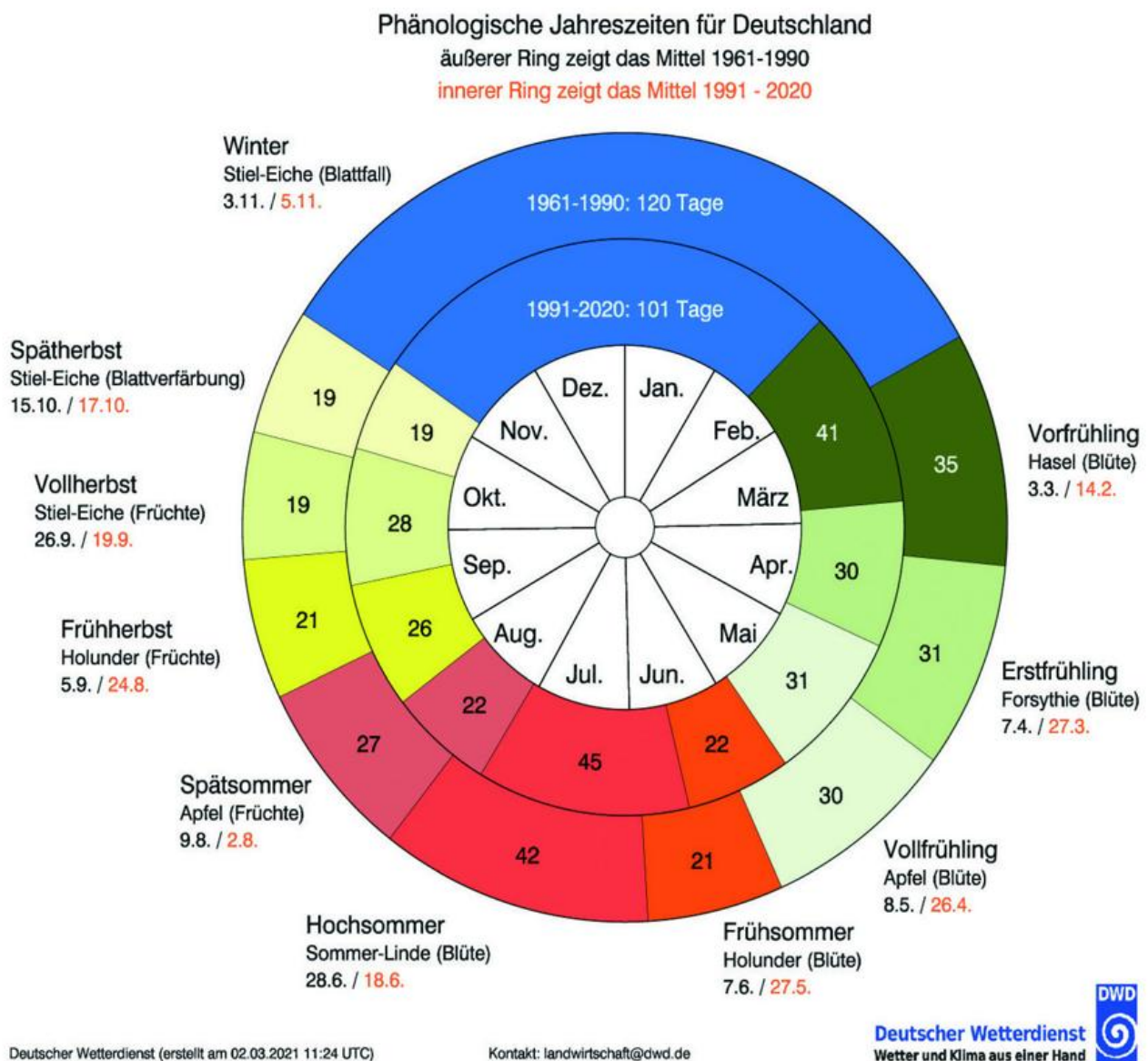


Abb. 2: Vergleich des vieljährigen Mittels der phänologischen Jahreszeiten 1991-2020 mit dem älteren Mittel 1961-1990. Quelle: Deutscher Wetterdienst.



Deutschen Wetterdienstes ins Spiel, die für das Projekt „Honigbiene im Klimawandel“ benutzt wurden.

Zur Erfassung der Veränderung der Nährstoffversorgung im Jahresverlauf werden zwei Zeiträume verwendet. Die Hauptblüte erstreckt sich vom Beginn der Haselblüte bis zum Ende der Blüte der Winterlinde. Die für Bienen und Landwirtschaft besonders wichtige Obstblüte ist ein Teilzeitraum der Hauptblüte und reicht vom Beginn der Süßkirschenblüte bis zum Ende der Apfelblüte.

Die Hauptblüte als Zeitraum der Massentrachten setzt sich zusammen aus:

- Entwicklungstracht: Hasel, Salweide, Wildkirsche
- Frühtracht: Süßkirsche, Rosskastanie, Apfel, Raps
- Frühsommertracht: Kastanie, Robinie
- Sommertracht: Linde

Für viele der hier aufgeführten Pflanzen liegen phänologische Daten zur Blüte vor. Für das Ende der Hauptblüte wird aufgrund fehlender Phänologiedaten von der Winterlinde der Blühbeginn der Sommerlinde +21 Tage gesetzt. Die phänologische Uhr (Abbildung 2) zeigt im Vergleich der Zeiträu-

me 1961 bis 1990 mit 1991 bis 2020, dass sich die Blühzeiträume in den letzten Jahrzehnten während der gesamten Hauptblüte deutlich nach vorne verschoben haben. Analog dazu hat sich der durchschnittliche Vegetationsbeginn verfrüht, dieser ist definiert durch den Blattaustrieb der Stachelbeere (Abbildung 3). Bei den Bienenflugstunden ließ sich im Zeitraum 1951 bis 2015 sowohl bei der Haupt-, als auch bei der Obstblüte allerdings kein Trend feststellen.

Zukünftige phänologische Änderungen der Trachtpflanzen

Für die kommenden Jahrzehnte zeigt sich (in der Stärke der Veränderung wiederum abhängig vom jeweiligen Treibhausgas-Emissionsszenario), dass die Temperatur über den Zeitraum der Hauptblüte gemittelt leicht ansteigt. Die Dauer der Hauptblüte weist keinen Trend auf, Beginn und Ende verschieben sich gleichermaßen hin zu früheren Terminen. Wegen der Verfrühung der phänologischen Entwicklung kommt es aufgrund der kürzeren Tage zu einer Verringerung der Stunden mit ausreichender

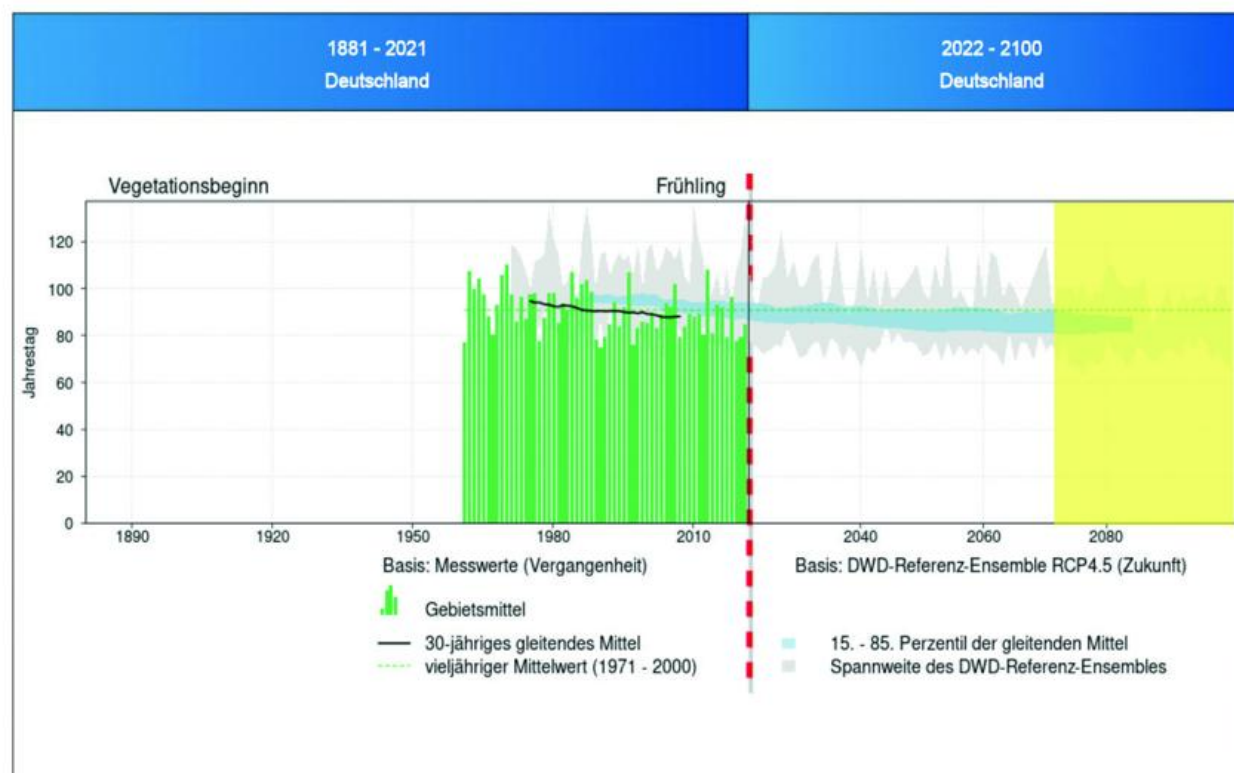


Abb. 3: Deutschlandmittel des Vegetationsbeginns 1961-2021 und Klimaprojektion bis zum Jahr 2100. Quelle: Deutscher Wetterdienst, dwd.de/klimaatlas.



Helligkeit (Globalstrahlung $> 200 \text{ W/m}^2$) um rund 12 Prozent. Die steigende Temperatur scheint dies annähernd auszugleichen, so dass sich für die Hauptblüte auch in Zukunft kein Trend der Bienenflugstunden abzeichnet. Für die Niederschlagsentwicklung lässt sich keine belastbare Aussage treffen.

Während der sich ebenfalls verfrühenden Obstblüte wird kaum eine Temperaturänderung erwartet. Die Verschiebung hin zu kürzeren Tagen reduziert aber auch hier die Stunden mit ausreichender Helligkeit, und zwar um rund 27 %. Zudem deutet sich eine Verkürzung der Blühdauer an, da sich der Blühbeginn bei der Süßkirsche weniger stark verfrüht als beim Apfel. Im Falle des Weiter-wie-bisher-Szenarios ist gegen Ende des 21. Jahrhunderts sogar eine Halbierung der Bienenflugstunden zu erwarten! Da sich möglicherweise die Blühdauer

der einzelnen Obstarten verkürzt, könnte dieser Rückgang noch stärker ausfallen (Blanke und Kunz, 2008). Bei frühblühenden Obstarten kann somit der Einsatz von Wildbienen und Hummeln, die bereits bei niedrigeren Temperaturen flugfähig sind, an Bedeutung gewinnen.

Längere warme Zeit ohne Massentrachten

Da die Bienenflugstunden im Gesamtjahr bereits zugenommen haben und in Zukunft weiter ansteigen, während der Hauptblüte jedoch keinen Trend aufweisen, fällt die Zunahme gänzlich in die Zeit nach Ende der Hauptblüte, also in den späteren Sommer und Herbst. In der Bienenhaltung ist diese der Lindenblüte folgende Sommer- und Herbstaufbautracht ebenfalls von großer Bedeutung. In diesem Zeitraum versorgen sich die Bienen von einer

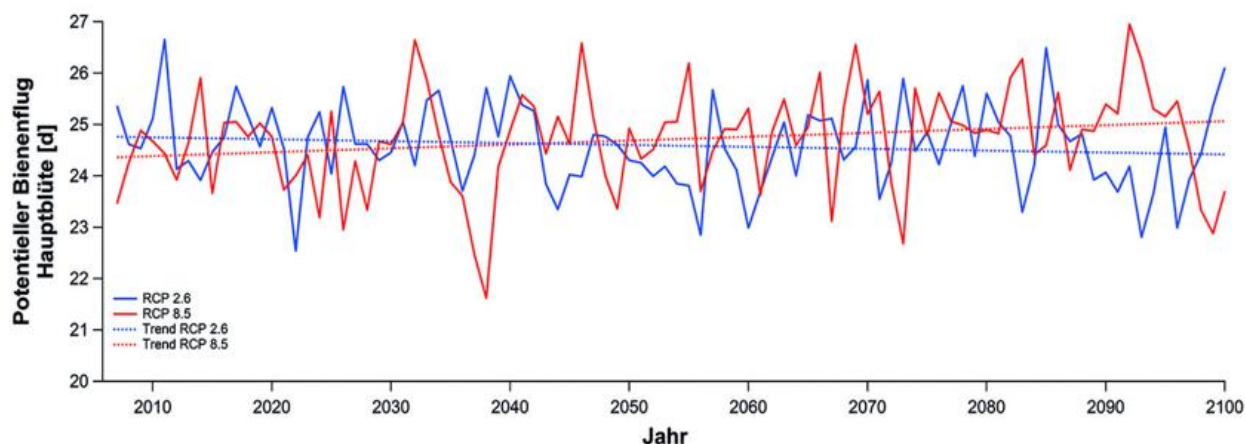


Abb. 4: Mittlere Bienenflugstunden während der Hauptblüte aufsummiert in Tagen von 2006 bis 2100 nach Klimaschutzszenario (RCP 2.6) und Weiter-wie-bisher-Szenario (RCP 8.5). Quelle: Chmielewski, Bienefeld: Honigbiene im Klimawandel.

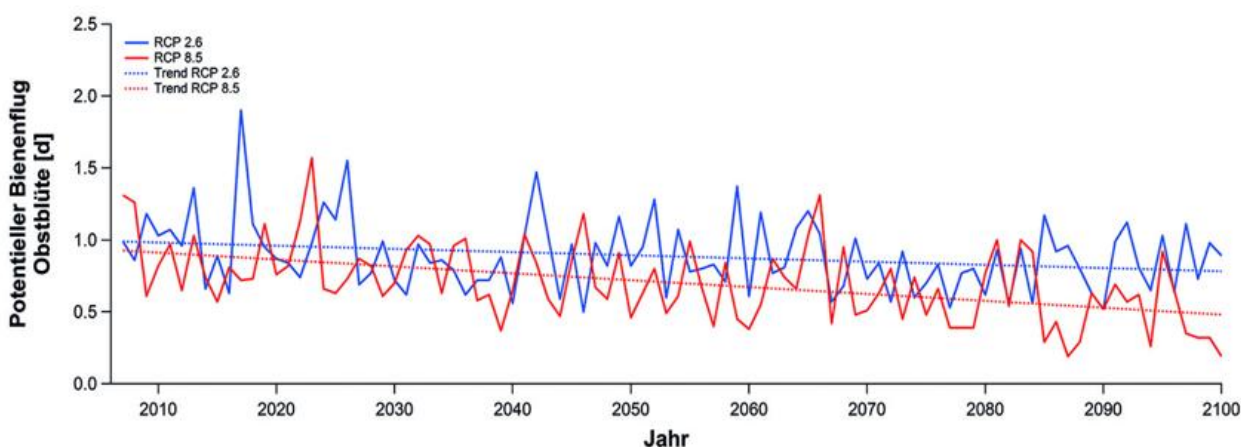


Abb. 5: Mittlere Bienenflugstunden während der Obstblüte aufsummiert in Tagen von 2006 bis 2100 nach Klimaschutzszenario (RCP 2.6) und Weiter-wie-bisher-Szenario (RCP 8.5). Quelle: Chmielewski, Bienefeld: Honigbiene im Klimawandel.



Vielzahl an unterschiedlichen Wiesenblumen und Sträuchern. Hierbei entstehen allerdings am häufigsten Trachtlücken, in denen der Imker zufüttern muss.

Im Spätsommer und Herbst blühende Trachtpflanzen werden durch Verlängerung der warmen Zeit nach den Massentrachten wichtiger, bzw. es verlängert sich der Zeitraum mit möglichem Nahrungsmangel. Ob aber die Zufütterung durch den Imker bei Honigbienen und Nahrungsmangel bei Wildbienen wirklich an Bedeutung gewinnen, ist unsicher, da dies auch von Veränderungen in den Anbausystemen der Landwirtschaft abhängt. Hierbei können vermehrt angebaute blühende Zwischenfrüchte im Herbst in Verbindung mit häufiger warmer Witterung sogar zu hohe Honigproduktion und damit einen zu geringen Raum im Bienenstock für die langlebigen Winterbienen verursachen. Im städtischen Bereich ist durch neue, an den Klimawandel angepasste Pflanzenarten eine Vergrößerung und Vervielfältigung des Trachtangebots möglich. Andererseits reduzieren vermehrte Wassertransportflüge der Bienen zur Kühlung des Bienenstocks in wärmeren Sommern die Sammelmöglichkeit von Nektar und Pollen. Somit lässt sich kaum abschätzen, ob die Honigbiene zu den Gewinnern oder Verlierern der Klimaerwärmung zählt.

Quelle:

Institution: Humboldt-Universität zu Berlin,
Lebenswissenschaftliche Fakultät, Professur
Agrarklimatologie
Länderinstitut für Bienenkunde Hohen
Neuendorf e.V.

Projekttitel: Honigbiene im Klimawandel –
Abschlussbericht –

Laufzeit: 2015-2019

Projektleitung: Prof. Dr. Frank-M. Chmielewski,
Prof. Dr. Kaspar Bienefeld

Projektbearbeitung: Sophie Godow

Auftraggeber: Fachzentrum Klimawandel und
Anpassung im Hessischen Landesamt für
Naturschutz, Umwelt und Geologie

Projektbetreuung: Fachzentrum Klimawandel und
Anpassung

Klimareferenzperiode – Phänologische Doppeluhr – Einblick

Dr. Mathias Herbst

Die World Meteorological Organization (WMO) empfiehlt seit 2021 die neue Klimareferenzperiode 1991 – 2020 zum Vergleich mit dem aktuellen Wetter. Vorher waren die Perioden 1931 – 1960 und vor allem 1961 – 1990 beliebte Vergleichswerte. Jedoch werden gern andere 30-jährige Mittel verwendet, die zwischen den Referenzperioden liegen, daher sollte immer ein besonderes Augenmerk auf den verwendeten Zeitraum gelegt werden. Im Allgemeinen zeigen die 30-jährigen Mittelwerte das Klima besonders gut, da sie die Wettererscheinungen und somit den mittleren Zustand der Atmosphäre widerspiegeln. In den Diagrammen werden dann die Entwicklungen des Parameters zum gewünschten Zeitraum deutlich. In der Abbildung 6 sind die Unterschiede der Referenzperioden anhand der Temperatur zu sehen. Im unteren Bereich werden die vieljährigen Mittelwerte dargestellt, welche eine Temperaturzunahme erkennen lassen.

Im Deutschen Wetterdienst wird weiterhin der Normalwert, also 1961 – 1990, genutzt. Dies auf Empfehlung der WMO, da dieser Zeitraum nur zum Teil von der aktuell zu beobachtenden beschleunigten Erwärmung betroffen ist. Jedoch wird für das zeitnahe Klimamonitoring die Referenz 1991 – 2020 herangezogen. Beim Klimamonitoring geht es um die monatlichen und saisonalen Produkte.

Aber auch in der Phänologie werden die über viele Jahre gesammelten Daten zum Vergleich zusammengestellt. Oft stellt man die Abfolge der 10 Jahreszeiten in Form einer sogenannten phänologischen Uhr dar. Eine solche „Doppeluhr“, mit den vieljährigen Mitteln der Perioden 1961-90 (außen) und 1991-2020 (innen) zeigt die Abbildung 7.

Der Vorfrühling beginnt mit dem Erblühen der Haselsträucher (*Corylus avellana*). Während dies, gemittelt über ganz Deutschland, von 1961-90 etwa Anfang März eintrat, lag der Blühbeginn in den vergangenen 30 Jahren im Mittel bereits zweieinhalb Wochen früher. Die Forsythienblüte (*Forsythia x intermedia*), die den Beginn des Erstfrühlings anzeigt, trat früher gegen Ende der ersten Aprilwoche



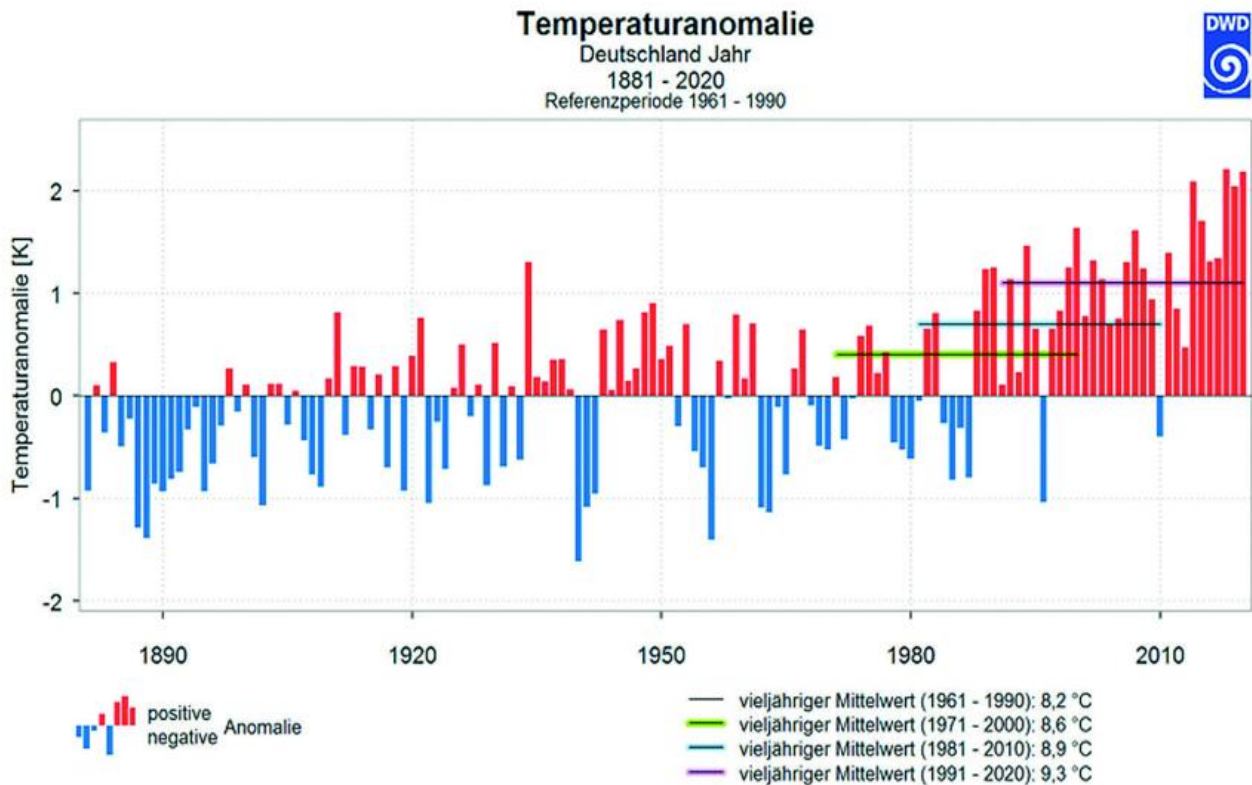


Abb. 6: Abweichungen der Jahresmitteltemperaturen für Deutschland 1881-2020 vom vieljährigen Temperaturmittel 1961-1990 sowie die vieljährigen Temperaturmittelwerte der 30-Jahresperioden 1971-2000, 1981-2010 und 1991-2020.
Quelle: DWD, Wetterlexikon

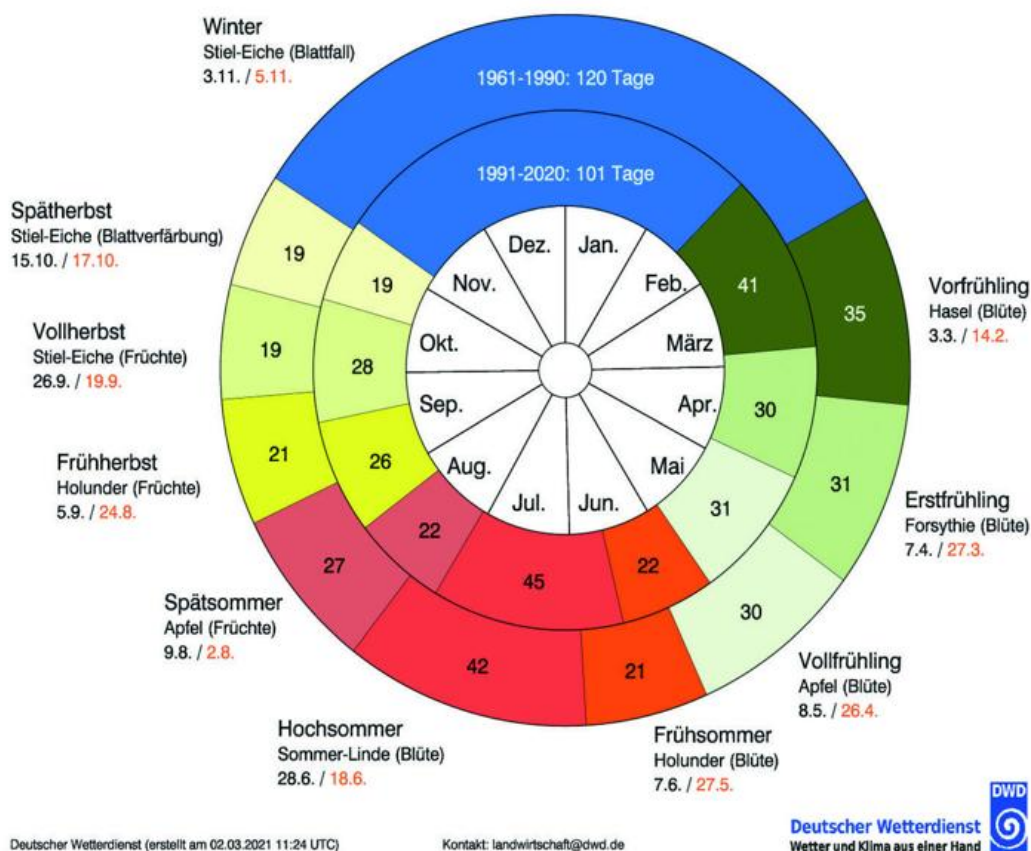


Abb. 7: Phänologische Doppeluhr zur Veranschaulichung der Eintrittszeitpunkte der zehn phänologischen Jahreszeiten im Vergleich zwischen den Referenzzeiträumen 1961-1990 (äußerer Ring) und 1991-2020 (innerer Ring).



ein und in den letzten 30 Jahren bereits anderthalb Wochen früher. Ziemlich genau einen Monat später begannen und beginnen im Mittel die Apfelbäume (*Malus domestica*) zu blühen. Damit beginnt der Vollfrühling, der wiederum etwa einen Monat andauert, bevor mit dem Beginn der Holunderblüte (*Sambucus nigra*) der Frühsommer einsetzt. Während dies im Zeitraum von 1961-1990 meist am Ende der ersten Juniwoche der Fall war, blüht der Holunder nun bereits um den 27. Mai herum. Die Blüte der Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*) zeigt in der Regel rund drei Wochen später den Beginn des Hochsommers an, der durchschnittlich etwa sechs Wochen lang währt, nämlich bis die frühen Apfelsorten reif werden. Dieser Zeitpunkt lag in den vergangenen 30 Jahren im Mittel um den 2. August und damit eine Woche früher als in der Referenzperiode von 1961-1990. Die ersten reifen Holunderbeeren finden sich inzwischen sogar rund zwei Wochen früher als im genannten Referenzzeitraum und werden nun meist schon um den 24. August beobachtet. Damit beginnt der Frühherbst, der wiederum vom Vollherbst abgelöst wird, sobald die Früchte der Stiel-Eiche (*Quercus robur*) herunterfallen. Dies war früher gegen Ende September der Fall und heute im Mittel am 19. September.

Das Ende der Vegetationsperiode wird in aller Regel weniger durch die Temperatur als vielmehr durch die Tageslänge gesteuert. Dadurch bleiben der Eintritt des Spätherbstes, der durch die Blattverfärbung der Stiel-Eiche angezeigt wird, und der Zeitpunkt des Winterbeginns relativ konstant, so dass sich durch den früheren Beginn des Frühlings die Vegetationsperiode verlängert. Dabei ändert sich die Dauer der Hauptwachstumsperiode vom Erstfrühling bis zum Hochsommer kaum. Stattdessen wird der Spätsommer schneller durchlaufen, so dass Früh- und Vollherbst früher beginnen und länger anhalten. Während sich in der Landwirtschaft dementsprechend die Termine für Aussaat und Ernte meist gleichermaßen verschieben, kann beispielsweise der Gemüseanbau von der insgesamt längeren Vegetationsperiode profitieren, da mit ihr auch die Zeitspanne des möglichen Freilandanbaus zunimmt.

Die vieljährigen Mittel können auch zum Vergleich in einzelne Zeiträume dargestellt und ausgewertet werden. Bei dieser Auswertungsmöglichkeit werden die Datenmengen auf einen Blick gezeigt und Besonderheiten stechen heraus. Daher hier noch ein kurzer Ausflug auf den Vegetationsbeginn, der sich nicht nur gut beobachten, sondern auch

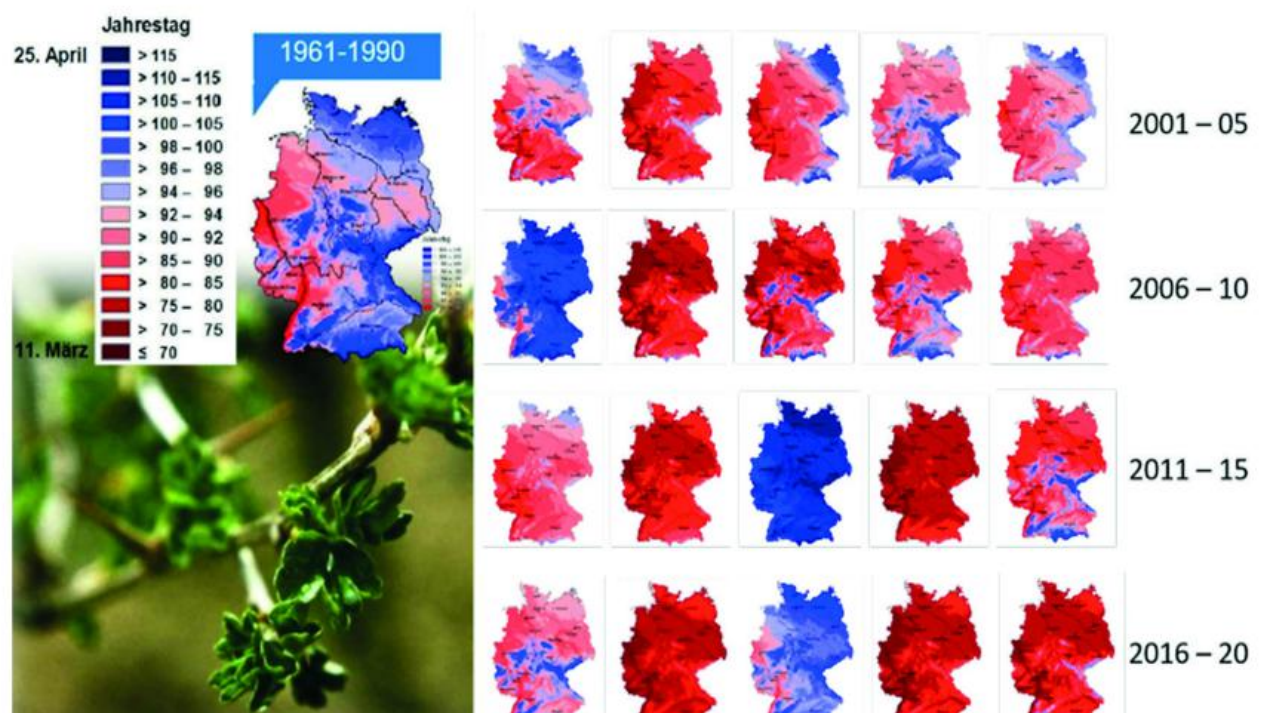


Abb. 8: Vegetationsbeginn, hier definiert als Zeitpunkt des Blattaustriebs der Stachelbeere, im Referenzzeitraum 1961-1990 (links oben) und einzeln für die letzten 20 Jahre.



zuverlässig mit einem Temperatursummenmodell berechnen lässt. Abbildung 8 zeigt die Ergebnisse einer solchen Berechnung, einmal für die Referenzperiode 1961-90 und dann einzeln für die letzten 20 Jahre. Rote Farben symbolisieren einen frühen Austrieb und blaue Farben einen späten. Während der Blattaustrieb im vieljährigen Mittel von West nach Ost und von Süd nach Nord (mit Ausnahme der Mittelgebirge) voranschreitet, kann er in einzelnen Jahren nicht nur insgesamt verfrüht oder verspätet auftreten, sondern auch von dem erwähnten regionalen Muster abweichen. Anhand der Einzelbilder für die Jahre 2001-20 ist zwar insgesamt ein Trend zur Verfrühtung zu erkennen, jedoch gibt es immer wieder einzelne Jahre, in denen die Vegetationsperiode erst spät begann, wie z.B. 2006, 2013 oder sogar 2018, das Jahr mit dem nachfolgenden heißen Sommer. Umgekehrt hat es in den Jahren mit besonders frühem Blattaustrieb oft Spätfrostschäden gegeben (z.B. in 2017 und 2020), denn trotz der allgemeinen Klimaerwärmung kann es hierzulande auch im April und Mai weiterhin zu Kaltluftvorstößen mit Minusgraden kommen, unter denen oft der Obstbau am stärksten leidet.

Wer ist WMO?

Die WMO ist eine Sonderorganisation der UNO mit Sitz in Genf und besteht aus 183 Mitgliedern / Wet-

terdiensten. Derzeit ist Prof. Dr. Gerhard Adrian der Präsident der WMO, außerdem hat er das Amt des Präsidenten des Deutschen Wetterdienst inne. Ein Ziel der WMO ist ein weltweiter Datenaustausch von meteorologischen, hydrologischen und anderen geophysikalischen Beobachtungen zu standardisieren, außerdem werden internationale Zusammenarbeiten und technisch-wissenschaftliche Projekte gefördert. Dies findet beispielsweise Anwendung in den Bereichen Luftfahrt, Schifffahrt, Wasserproblemstellung, Landwirtschaft und anderen anthropogenen Aktivitäten. Ein Bestreben ist international eine Kompetenz in den Bereichen Wetter, Klima, Hydrologie und Wasserressourcen zu erreichen, um für Mensch, Tier und Umwelt Sicherheit und Wohlergehen zu schaffen. Ein ständiges Mitglied ist der Deutsche Wetterdienst.

Quellen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Weltorganisation_f%C3%BCr_Meteorologie

https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon_node.html

Hinweis

Dem Jahresversand 2021 liegen, wie schon in der Juli-Ausgabe 2021 angekündigt, die Überarbeitung des Kapitels 5 Sofortmeldung zum Einheften in die Beobachteranleitung bei.

Herausgeber:

Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie KU3
Auflage: 1.200 Exemplare

Redaktion:

Annika Behrend
Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung (ZAMF)
Bundesallee 33
38116 Braunschweig
Tel. 069 8062 6072

Netzverwaltung:

Anja Engels
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach
Tel.: 069 8062 2946
Fax: 069 8062 11941
E-Mail: phaenologie@dwd.de
Twitter: [www.twitter.com/dwd_klima](https://twitter.com/dwd_klima)

www.dwd.de/phaenologie

