

Klimawandel

Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft



Phänologie als Indikator für den Klimawandel

Autor:innen: Helfried Scheifinger, Thomas Hübner, Hans Ressler, Markus Ungersböck, Gernot Zenkl (GeoSphere Austria)
begutachtet von: Helga Kromp-Kolb (BOKU University), Christian Berg (Universität Graz)

Hauptaussagen

- Unter Phänologie versteht man die Untersuchung von im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Entwicklungserscheinungen in der Natur.
- Das Engagement freiwilliger Beobachter:innen oder Citizen Scientists stellt das Rückgrat jedes phänologischen Beobachtungsnetzes dar – in Österreich melden über 300 ehrenamtliche Beobachter:innen regelmäßig Daten über derzeit 60 Pflanzen- und 8 Tierarten.
- Die Phänologie erfasst Veränderungen im saisonalen Verhalten von Arten als Reaktion auf den Klimawandel und veranschaulicht diesen in einer leicht erfassbaren Weise.
- Die Ausdehnung der Vegetationsperiode durch eine Verfrühung der Frühlingsphasen (etwa 5 – 7 Tage seit 1961) und einer Verspätung der Herbstphasen (etwa 4 Tage seit 1961) ist gut dokumentiert; pro Grad Erwärmung ergibt sich eine Verschiebung phänologischer Phasen von 5 bis 10 Tagen.
- Zeitlich unterschiedliche Anpassung verschiedener Glieder eines Ökosystems oder einer Nahrungskette kann sich ungünstig auf Populationsgrößen oder Biodiversität auswirken.

Definition und Anwendungen der Phänologie

Unter Phänologie versteht man die Untersuchung von im Jahresverlauf auftretenden, periodischen Entwicklungsschritten im Lebenszyklus von Pflanzen und Tieren und deren Beeinflussung durch Witterungsverlauf und Klima. Beispiele hierfür sind Blüte, Knospenaufgang, Schlüpfen von Insekten, Nisten von Vögeln, Fruchtreife und Laubfall. Diese Ereignisse werden auch als phänologische Phasen bezeichnet.

Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wurde der Wert langer phänologischer Beobachtungsreihen zur Abbildung der Wirkung langfristiger systematischer Trends der Temperatur auf den saisonalen Zyklus von Pflanzen und Tieren erkannt [2,3,4,5,6]. Dementsprechend schließt die IPCC-Definition das Konzept des Klimawandels ein: „Die Phänologie - der zeitliche Ablauf der jahreszeitlichen Aktivitäten von Tieren und Pflanzen - ist vielleicht das einfachste Verfahren, um Veränderungen in der Ökologie von Arten als Reaktion auf den Klimawandel zu verfolgen“. [1]

Darüber hinaus werden phänologische Beobachtungen unter anderem zur Kalibrierung der Phänologie aus der Fernerkundung, zur Kalibrierung von phänologischen Modellen für numerische Pollenausbreitungssimulationen und zur Optimierung diverser landwirtschaftlicher Aktivitäten eingesetzt.

Citizen Science und das phänologische Beobachtungsnetz in Österreich

Die Aufzeichnungen des Wetters und der Witterung, der Phänologie und der Erdbebenaktivität stammten bis vor der Einführung automatischer Messsysteme nahezu ausschließlich von freiwilligen Beobachter:innen oder Citizen Scientists.

Auch heute liefert die Bevölkerung der Wissenschaft wichtige Informationen, wie Berichte über extreme Wetterereignisse und deren Auswirkungen, Beobachtungen zur Wirkung von Erdbeben oder eben phänologische Beobachtungen für die Klimaforschung. Durch technologische Innovationen wie Internet und Smartphones hat sich das Sammeln und die automatische Weiterleitung der Beobachtungen in Echtzeit stark vereinfacht. So sammeln in Österreich ca. 300 Citizen Scientists etwa 8.000 – 10.000 phänologische Beobachtungen pro Jahr. In Summe liegen mehr als 900.000 Beobachtungen über 130 Arten seit 1946 vor.

Phänologie als Klimawandelindikator in Österreich

In unseren Breiten steuern hauptsächlich die Temperaturverhältnisse die saisonale Entwicklung der Pflanzen, zu einem geringeren Teil auch die Tageslänge und der Niederschlag. Daher sind die Pflanzen unserer Breiten in der Lage, auf das erhöhte Temperaturangebot der letzten Jahrzehnte mit einem früheren Saisonstart und einem späteren Saisonende zu reagieren. Seit Mitte der 80er Jahre wird die Wirkung der steigenden durchschnittlichen Frühlings- und Sommertemperaturen auf die phänologischen Eintrittszeiten sichtbar (Abbildung 1). Je nach Pflanze und Phase haben sich die Eintrittszeiten um 10 bis 20 Tage nach vorne verschoben. Legt man über diesen Zeitraum einen Temperaturanstieg von etwa 2 °C zugrunde, ergibt sich eine Verschiebung phänologischer Phasen von 5 bis 10 Tagen pro Grad Celsius. Die Temperaturempfindlichkeit der Pflanzen reicht damit aus, die Wirkung des Klimawandels auf den saisonalen Zyklus der Natur in unseren Breiten allgemein wahrnehmbar werden zu lassen.

Abbildung 2 demonstriert die Verschiebung der Eintrittszeiten in Österreich auf Grundlage eines Vergleichs der beiden Klimanormalperioden 1961 – 1990 und 1991 – 2020, wobei sich die Vegetationsperiode durch eine Verfrühung der Frühlingsphasen (etwa 5 – 7 Tage) und eine Verspätung der Herbstphasen (etwa 4 Tage) um etwa 9 – 11 Tage verlängert hat. Unterschiedlich schnelle Anpassung verschiedener Arten an den Klimawandel kann zu Störungen im ökologischen

System führen. Bei Zugvögeln kann beispielsweise eine schwache oder fehlende Überlappung der Brutzeiten und der Zeiten mit der höchsten Verfügbarkeit von Nahrungsinsekten zu Problemen bei der Aufzucht der Jungvögel führen. Rehe sind offenbar nicht in der Lage, ihren Setzzeitpunkt so zu verschieben, dass er mit der Zeit des besten Futterangebots übereinstimmt.

Abb. 1 (re): Zeitreihendarstellung phänologischer Phasen mit der besten Datenverfügbarkeit. Die Farbe zeigt die Zuordnung zur Jahreszeit an, die dünnen Linien sind Österreichmittel, die dicken mit einem Gauss Tiefpass (Zeitspanne 10 Jahre) geglättete Verläufe. Für einige ausgewählte Arten/Phasen (BB Beginn der Blüte, LA Laubaustrieb, FR Frucht-reife, LF Laubverfärbung) wurden die linearen Trends der letzten 30 Jahre berechnet. Die grünen Punkte zeigen die Eintrittszeiten von 2024 an.

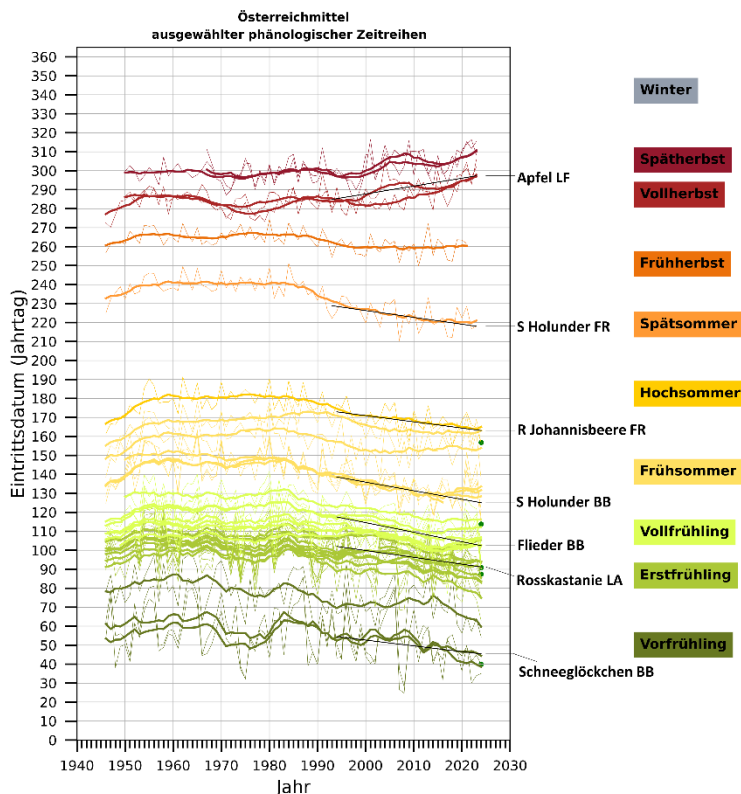
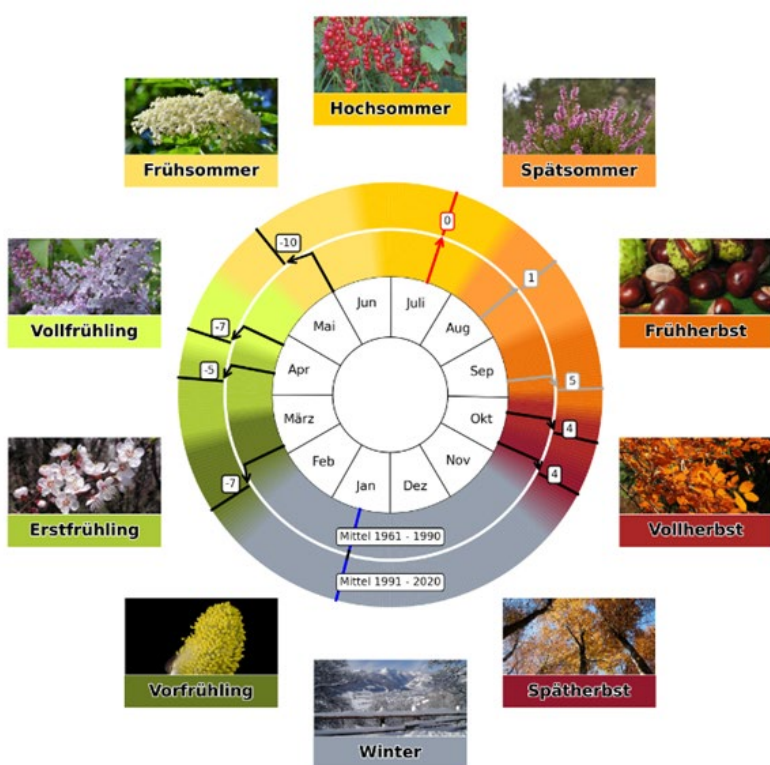


Abb. 2 (li): Die phänologischen Uhren der beiden letzten Klimanormalperioden im Vergleich, 1961 – 1990 (innerer Ring) und 1991 – 2020 (äußerer Ring). Die langjährigen mittleren Positionen der 10 Jahreszeiten sind bei Mittelung tatsächlicher phänologischer Phasen als schwarze Linien und im Fall einer Interpolation als graue Linien dargestellt. Die blaue Linie kennzeichnet den Winter mit dem Zeitpunkt des jährlichen Temperaturminimums um den 15. Jänner, die rote Linie kennzeichnet den Hochsommer mit dem Zeitpunkt des jährlichen Temperaturmaximums um den 21. Juli, diese werden für die Kalibrierung der anderen Jahreszeiten verwendet. Die Verschiebung der phänologischen Jahreszeiten im Vergleich der beiden 30-jährigen Mittelungsperioden ist durch die schwarzen Zahlen in den weißen Kästchen angegeben. Die Bilder der Zeigerpflanzen in den Entwicklungsphasen der jeweiligen Jahreszeiten ermöglichen einen Bezug zu den Erscheinungen in der Natur.

Referenzen

- [1] Rosenzweig, C., et al. (2007). Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 79-131. [2] Walther, G.-R. et al. (2002). Ecological Responses to Recent Climate Change. *Nature* 416 (6879): 389. [3] Root, T. et al. (2003). Fingerprints of Global Warming on Wild Animals and Plants. *Nature* 421 (6918): 57. [4] Parmesan, C., Yohe G. (2003). A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts across Natural Systems. *Nature* 421 (6918): 37. [5] Menzel, Annette, Tim H. Sparks, Nicole Estrella, Elisabeth Koch, Anto Aasa, Rein Ahas, Kerstin Almkübler, Peter Bissolli, Ol'ga Braslavská, and Agrita Briede. 2006. 'European Phenological Response to Climate Change Matches the Warming Pattern'. *Global Change Biology* 12 (10): 1969–76. <https://doi.org/doi: 10.1111/j.1365-2486.2006.01193.x>. [6] Menzel, Annette, Ye Yuan, Michael Matiu, Tim Sparks, Helfried Scheifinger, Regula Gehrig, and Nicole Estrella. 2020. 'Climate Change Fingerprints in Recent European Plant Phenology'. *Global Change Biology* 26 (4): 2599–2612. <https://doi.org/DOI: 10.1111/gcb.15000>.

Das phänologische Beobachtungsprogramm der GeoSphere Austria freut sich über zusätzliche Beobachter:innen! Informationen dazu gibt es auf www.phenowatch.at und www.naturkalender.at.

Impressum

CCCA
Dänenstraße 4
A-1190 Wien
ZVR: 664173679

servicezentrum@ccca.ac.at
www.ccca.ac.at
Stand: Februar 2025
ISSN 2410-096X

