



Die phänologischen Jahreszeiten



BAYSIOS

Bayerisches Synthese-Informationen-Citizen Science Portal
für Klimaforschung und Wissenschaftskommunikation

Die phänologischen Jahreszeiten

Pflanzenphänologie

Das Wort "Phänologie" stammt aus dem Griechischen und bedeutet so viel wie "die Lehre der Erscheinungen". Unter Pflanzenphänologie versteht man konkret den jahreszeitlichen Wechsel der Erscheinungsformen von Pflanzen. Die Phänologie untersucht also die Entwicklung der Pflanzen im Jahresablauf, indem sie entsprechende Eintrittszeiten notiert. Auffällige wichtige Erscheinungsformen sind dabei beispielsweise die Blattentfaltung, die Blüte, die Fruchtreife oder die Verfärbung und das Absterben der Blätter. Über die Beobachtung hinausgehend, versucht die Phänologie die Gesetzmäßigkeiten der Wachstumsperiode zu ergründen. Sie erforscht damit auch die Zusammenhänge zwischen der biologischen Rhythmik und den Umwelteinflüssen, beispielsweise Witterung und Klima.



Abb. 1: Apfelblüte (Quelle: Prof. Annette Menzel)

Die phänologischen Jahreszeiten

Die uns bekannten Jahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter lassen sich noch viel feiner aufteilen, in die sogenannten phänologischen Jahreszeiten. Jede phänologische Jahreszeit wird durch eine phänologische (Leit-)Phase eröffnet und endet mit dem Beginn der nächsten phänologischen Jahreszeit. In Deutschland gibt es 10 phänologische Jahreszeiten mit einer Leit- und einer Ersatzphase:

Tab. 1: Phänologische Jahreszeiten mit Leit- und Ersatzphase (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

Phänologische Jahreszeit	Leitphase	Ersatzphase	Mittlerer Beginn in Deutschland (1991-2020)
Vorfrühling	Hasel (Blüte)	Schneeglöckchen (Blüte)	14.02.
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	Stachelbeere (Blattentfaltung)	27.03.
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	Stiel-Eiche (Blattentfaltung)	26.04.
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	Robinie (Blüte)	27.05.
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	Rote Johannisbeere (Früchte)	18.06.
Spätsommer	Apfel, frühreifend (Früchte)	Eberesche/Vogelbeere (Früchte)	02.08.
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Früchte)	Kornelkirsche (Früchte)	24.08.
Vollherbst	Stiel-Eiche (Früchte)	Roskastanie (Früchte)	19.09.
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung)	Eberesche/Vogelbeere (Blattfall)	17.10.
Winter	Stiel-Eiche (Blattfall)	1. Apfel, spätreifend (Blattfall) 2. Europ. Lärche (Nadelfall)	05.11.

Pflanzenphänologie und Klimawandel

Die Temperatur ist einer der wichtigsten Einflussfaktoren für den Entwicklungszyklus von Pflanzen. Sie entscheidet sowohl im Frühling als auch im Herbst über die Phänologie: Erhöht sich die Temperatur, so werden beispielsweise die Prozesse der Blattentfaltung, der Blüte und der Fruchtreife beschleunigt und treten früher ein. Auf der anderen Seite verschiebt eine Erwärmung im Sommer die Blattverfärbung und den Blattfall im Jahresverlauf eher nach hinten.



Abb. 2: Blattentfaltung bei der Rotbuche (*F.Sylvatica*) (Quelle: Elena Gutschin)

Durch den Klimawandel steigen die Temperaturen weltweit und auch in unseren Breiten an. Die Veränderung wirkt sich auch auf die Pflanzenphänologie aus: Durch höhere Temperaturen im Frühling beginnt die Blatt- und Blütenbildung bei vielen Pflanzen früher, wodurch der phänologische Frühling in Deutschland heute (1991-2020) teilweise um über zwei Wochen früher beginnt als noch im Zeitraum 1961-1990. Im Gegensatz dazu bewirkt die regionale Erwärmung bei uns eine Verspätung des Herbstes, wenn auch mit einem deutlich schwächeren Trend als im Frühling. Dies liegt daran, dass im Herbst noch weitere Faktoren (wie z.B. die Tageslänge oder die Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit) eine wichtige Rolle für die Pflanzenphänologie spielen.



Abb. 3: Fruchtreife bei der Roten Johannisbeere (Quelle: Prof. Annette Menzel)

Die Veränderung der Pflanzenphänologie durch den Klimawandel ist aber nicht nur für die Forschung interessant, sondern wirkt sich ganz konkret auch auf die Natur und somit auch auf uns Menschen aus. Durch die Verschiebung des natürlichen Rhythmus müssen sich Nahrungsnetze in der Tier- und Pflanzenwelt anpassen und die verlängerte Wachstumsperiode verändert natürliche Kreisläufe, wie z.B. den Kohlenstoffkreislauf. Eine längere Vegetationsperiode hat - in einer Art Rückkopplung auf das Klimasystem - zur Folge, dass länger Wasser verdunstet wird und die Landoberfläche stärker gekühlt wird. Und auch die Land- und Forstwirtschaft muss sich auf veränderte Bedingungen, wie z.B. ein erhöhtes Spätfrostisiko, einstellen.

Eine gute Visualisierungsmöglichkeit für die Verschiebung pflanzenphänologischer Phasen bietet die phänologische Uhr. Sie zeigt für einen ausgewählten Zeitraum den mittleren zeitlichen Verlauf aller phänologischen Phasen für ein bestimmtes Gebiet und lässt Vergleiche mit anderen Zeiträumen zu. Die unten dargestellte phänologische Uhr für Deutschland bildet sehr gut die (Vor-)Verschiebung der Frühlings- und Sommerphasen in der jüngeren Vergangenheit ab:

Phänologische Jahreszeiten für Deutschland

äußerer Ring zeigt das Mittel 1961-1990

innerer Ring zeigt das Mittel 1991-2010

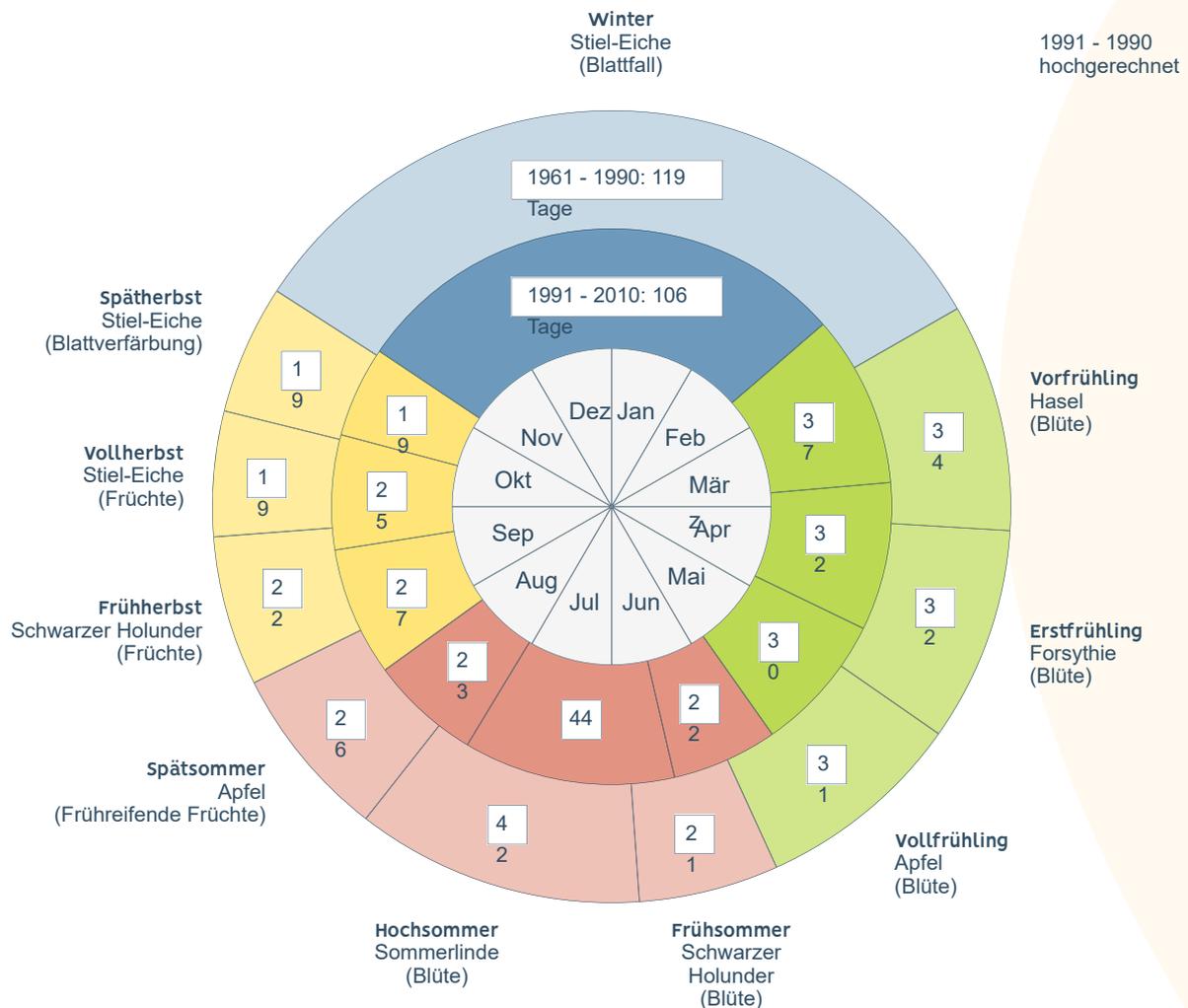


Abb. 4: Phänologische Uhr (Quelle: An overview of the phenological observation network and the phenological database of Germany's national meteorological service (Deutscher Wetterdienst) F. Kaspar, K. Zimmermann, and C. Polte-Rudolf Adv. Sci. Res., 11, 93-99, <https://doi.org/10.5194/asr-11-93-2014>, 2014)

Welche Unsicherheiten gibt es?

Unsicherheiten innerhalb der Pflanzenphänologie entstehen vor allem bei der Erfassung der Daten, wobei diese über regelmäßige Beobachtungen in der Natur oder mit Hilfe von Webcams, Drohnen oder Satellitenbildern gesammelt werden können. Während die Erfassung der Beobachtung vor allem vom Beobachter selbst und lokalen Bedingungen (Schattenlage, umgebende Bebauung, Windschutz, ...) beeinflusst werden kann, ist bei der digitalen Erfassung vor allem die räumliche und zeitliche Auflösung der Daten und die Aufnahmequalität ein Unsicherheitsfaktor.



Abb. 5: Phänologische Beobachterin bei der Aufnahme (Quelle: Alissa Lüpke)

Auch bei der Beziehung zwischen Klima(-wandel) und Pflanzenphänologie gilt es, Unsicherheiten zu berücksichtigen. So reagieren verschiedene Pflanzen unterschiedlich stark auf Temperaturveränderungen und auch die einzelnen phänologischen Jahreszeiten weisen unterschiedliche Zusammenhänge mit der Temperatur auf. Besonders spannend ist die Fragestellung, ob aufgrund von wärmeren Wintern die Winterruhe der Pflanzen später durchbrochen wird und diese dann trotz einer Frühjahrserwärmung ihren Blattaustrieb oder die Blüte nicht oder nicht so stark verfrühen. Darüber hinaus beeinflussen auch andere Umweltvariablen (z.B. Niederschlag oder Wetterextreme) die Pflanzenphänologie, wodurch Veränderungen nicht immer ausschließlich auf die erhöhte Temperatur zurückgeführt werden können. Auch eine Prognose in die Zukunft ist in dieser Hinsicht meist nicht trivial, da die Beziehung zwischen Temperatur und Phänologie nicht immer linear ist und andere Faktoren, wie z.B. die Tageslänge, bestimmte Rahmenbedingungen vorgeben.

Wie läuft die Forschung ab und wie kann ich mitmachen?

In der Pflanzenphänologie werden auf verschiedene Arten phänologische Daten gesammelt und aus unterschiedlicher Perspektive und je nach Fragestellung ausgewertet. So wird zum Beispiel analysiert, inwiefern der Klimawandel die Phänologie verschiedener Pflanzen verändert und was das für Auswirkungen für die Land- und Forstwirtschaft oder auf zeitlich abgestimmte Prozesse in Ökosystemen hat.

Um möglichst viele Daten auswerten zu können und möglichst robuste Ergebnisse zu präsentieren, braucht es natürlich so viele phänologische Beobachtungen wie möglich. An dieser Stelle kommst du und die BAYSICS-App in's Spiel! Mit Hilfe deiner Beobachtungen in der Pflanzenphänologie verbesserst du die Datenlage und hilfst der Forschung, möglichst umfangreiche Auswertungen durchführen zu können. Ein wichtiger Bestandteil sind hier die Zeigerarten, welche in Deutschland den Beginn einer phänologischen Jahreszeit markieren und die du deshalb im BAYSICS-Portal erfassen kannst:

Tab. 2: Arten, welche in der BAYSICS-App aufgenommen werden können –Leitphasenname ist Fett, Ersatzphasenname ist kursiv.

Jahreszeit	Art(en)	Botanischer name
Vorfrühling	Hasel (Beginn der Blüte) <i>Schneeglöckchen (Beginn der Blüte)</i> Schwarz-Erle (Beginn der Blüte) Kornelkirsche (Beginn der Blüte) Huflattich (Beginn der Blüte)	Corylus avellana <i>Galanthus nivalis</i> Alnus glutinosa Cornus mas Tussilago farfara
Erstfrühling	Forsythie (Beginn der Blüte) <i>Stachelbeere (Beginn der Blattentfaltung)</i> Eberesche (Beginn des Austriebs) Hänge-Birke (Beginn des Austriebs) Schlehe (Beginn der Blüte) Löwenzahn (Beginn der Blüte) Schwarz-Erle (Beginn der Blattentfaltung)	Forsythie suspensa <i>Ribes uva-crispa</i> Sorbus aucuparia Betula pendula Prunus spinosa Taraxacum sect. Ruderalia Alnus glutinosa
Vollfrühling	Kultur-Apfel (Beginn der Blüte) <i>Stiel-Eiche (Beginn der Blattentfaltung)</i> Rosskastanie (Beginn der Blüte) Flieder (Beginn der Blüte)	Malus domestica <i>Quercus robur</i> Aesculus hippocastanum Syringa vulgaris
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Beginn der Blüte) <i>Robinie (Beginn der Blüte)</i> Hunds-Rose (Beginn der Blüte)	Sambucus nigra <i>Robinia pseudoacacia</i> Rosa canina
Hochsommer	Sommer-Linde (Beginn der Blüte) <i>Rote Johannisbeere (erste reife Früchte)</i> Beifuß (Beginn der Blüte) Wilde Karde (Beginn der Blüte) Vogel-Kirsche (erste reife Früchte)	Tilia cordata <i>Ribes rubrum</i> Artemisia vulgaris Dipsacus fullonum Prunus avium
Spätsommer	Kultur-Apfel (erste reife Früchte) <i>Eberesche (erste reife Früchte)</i> Heidekraut (Beginn der Blüte)	Malus domestica <i>Sorbus aucuparia</i> Calluna vulgaris
Frühherbst	Schwarzer Holunder (erste reife Früchte) <i>Kornelkirsche (erste reife Früchte)</i> Herbstzeitlose (Beginn der Blüte)	Sambucus nigra <i>Cornus mas</i> Colchicum autumnale
Vollherbst	Stiel-Eiche (erste reife Früchte) <i>Rosskastanie (Kastanien fallen herunter)</i> Rotbuche (Blattverfärbung)	Quercus robur <i>Aesculus hippocastanum</i> Fagus sylvatica
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung) <i>Eberesche (Blattfall)</i>	Quercus robur <i>Sorbus aucuparia</i>
Winter	Stiel-Eiche (Blattfall) <i>Lärche (Nadelfall)</i> <i>Kultur-Apfel (Spätreifende)</i>	Quercus robu <i>Larix decidua</i> <i>Malus domestica</i>

Wenn du selbst zum Forschenden in der Pflanzenphänologie werden willst, empfehlen wir dir unsere Analyse-Tools:

- **Green warming stripes:** Mit unseren Green warming stripes-Tool kannst du dir die grünen Klimastreifen ausgeben. Sie zeigen die Auswirkungen des Klimawandels auf die jahreszeitliche Entwicklung von Pflanzen.
- **PhenoInterPol:** PhenoInterPol ist ein Tool, um die phänologische Interpolationskarte in Bayern zu visualisieren und als Bürgerwissenschaftler:in Basisanalysen durchzuführen. Du hast sogar die Möglichkeit deine eigene Beobachtung einzutragen und mit historischen Daten in Kontext zu setzen!
- **TECCS:** TECCS ist ein einfach zu bedienendes Simulationswerkzeug zur Untersuchung möglicher Auswirkungen von Winter- und/oder Frühlingserwärmung auf den Knospenaufbruch. Hier noch ergänzen: Wenn Du im Winter Zweigexperimente machen willst und den Knospenaufbruch unter verschiedenen Bedingungen zu Hause beobachtest, dann hilft Dir TECCS bei der Auswertung Deiner Daten.

Das Projekt BAYSICS – Worum geht es eigentlich?

Weitreichende Folgen des Klimawandels machen umfangreiche Anpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen in Bayern notwendig. Diese können in demokratischen Gesellschaften nur dann erfolgreich in die Praxis umgesetzt werden, wenn diese von Bürgern und Bürgerinnen als **legitim, akzeptabel** und **machbar** angesehen werden.

Unter dem Motto „**Wissen vermitteln – Wahrnehmung fördern – Komplexität kommunizieren**“ werden in einem Citizen Science Ansatz über das BAYSICS-Portal ausgewählte Zielgruppen (z. B. Erholungssuchende, Pollenallergiker*innen, naturinteressierte Bürger*innen, Schüler*innen) angesprochen. Dadurch wird der Klimawandel durch eigene Beobachtungen in ihrem konkreten Umfeld erlebbar gemacht.

Empirische, experimentelle und theoretische Forschungsansätze aus Naturwissenschaften, Fachdidaktik und Umweltsoziologie ermöglichen attraktive Angebote für die Nutzergruppen. Gleichzeitig wird mit modernen Medien des Crowdsourcing relevantes Wissen zu Klimafolgen generiert.

BAYSICS ermöglicht damit **innovative** und **digitale** Formen der breiten Partizipation von Bürgern und Bürgerinnen an aktuellen Forschungsthemen und Wissenschaft, den **Transfer von Wissen** zur Komplexität des Klimawandels und seinen **regionalen Folgen** in die Gesellschaft sowie die Kombination von naturwissenschaftlichen und umweltbildenden Zielen.