



Phänologie findet sich überall

Bis vor nicht allzu langer Zeit erwarb sich ein Großteil der Bevölkerung in unseren Breiten den Lebensunterhalt in der Landwirtschaft und war so mit dem Jahreszyklus der Natur wohl vertraut. Der richtige Zeitpunkt für das Ernten von Früchten oder für die Arbeiten auf dem Feld wurde an der Natur mit ihrem Wechsel der Jahreszeiten abgelesen. In der Landwirtschaft hat diese Praxis immer noch ihre Gültigkeit, nur wird sie inzwischen als Wissenschaft der Phänologie in vielen Bereichen der Biologie angewendet. Sie konnte sich zuletzt als unverzichtbarer Bestandteil der Klimawirkungsforschung etablieren.

Was ist Phänologie?

Jedes Jahr schreibt die Natur ihren eigenen Kalender. Zwar ereignen sich die verschiedenen Erscheinungen in einer ganz bestimmten Reihenfolge, dennoch ist jedes Jahr der Naturkalender anders. Die Abfolge der verschiedenen Erscheinungen in der Natur nennt sich Phänologie. Da ist es nicht verwunderlich, dass sich das Wort Phänologie von altgriechisch für *phaino* - „ich erscheine“ ableitet.

Die Phänologie beschäftigt sich mit der Entwicklung der Pflanzen und dem Verhalten der Tiere im Jahresverlauf, also im Endeffekt mit deren Abhängigkeit von den Jahreszeiten, die wiederum maßgeblich von der stark wechselnden Witterung geprägt werden.

Wie funktioniert Phänologie?

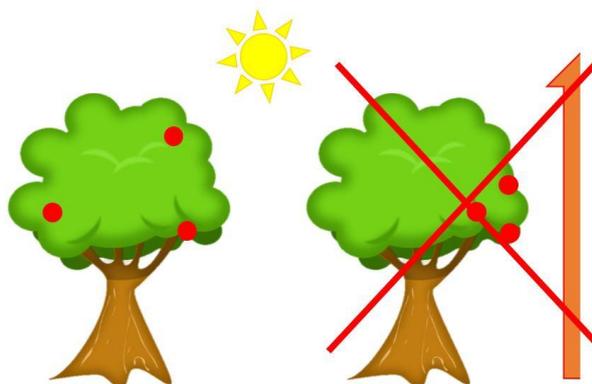
Wie in allen Wissenschaften üblich, brauchen wir auch in der Phänologie Standards und Methoden, die eingehalten werden müssen, damit die erhobenen Beobachtungen der Pflanzen einheitlich und vergleichbar sind.

Für diesen Zweck wurden sogenannte Zeigerpflanzen ausgewählt. Das spezielle an denen ist, dass sie keine besonderen Ansprüche wie beispielsweise an den Boden haben, dadurch kommen sie weit verbreitet vor. An diesen Pflanzen werden genau definierte Entwicklungsphasen beobachtet.

Eine der wichtigsten Phasen ist der Blühbeginn. Dieser ist bei Gehölzen eingetreten, wenn die ersten Blüten an mindestens 3 Stellen des zu beobachtenden Objekts geöffnet sind, so dass die Staubgefäße (Antheren) zwischen den entfalteten Blütenblättern sichtbar sind und Pollen abgeben. Bei krautigen Pflanzen sollten die Blüten an drei unterschiedlichen Stellen des Bestandes geöffnet sein. Und bei Gräsern und Getreide ist es der Zeitpunkt, wenn bei etwa 5 % der Ähren die ersten Blüten in der Ährenmitte geöffnet sind, so dass die Staubbeutel sichtbar werden.

Die genaue Beschreibung weiterer Entwicklungsphasen sowie eine Auflistung aller Zeigerpflanzen finden Sie auf der Webseite www.phenowatch.at.

Damit die Beobachtungsdaten der Pflanzen vergleichbar sind, ist es wichtig, dass diese an keinen Sonderstandorten, wie Nordab-schattung oder südseitige Hausmauer, stehen. Dort würde das Mikroklima die Pflanze zu stark beeinflussen und die Daten wären nicht mit anderen Standorten vergleichbar.

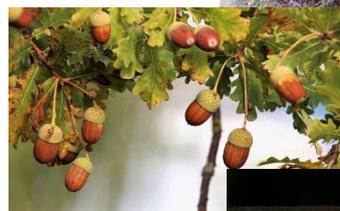




Die Pflanzen schreiben den Naturkalender

Das phänologische Jahr setzt sich aus 10 Jahreszeiten zusammen, die jeweils von bestimmten Erscheinungen, genauer Entwicklungsstadien von Zeigerpflanzen charakterisiert werden:

1. Der **Vorfrühling** wird angezeigt durch die erste Blüte von Haselnuss, Schneeglöckchen (Bild) und Salweide, in den Alpen durch den Austrieb des Bergahorns.
2. Der darauffolgende **Erstfrühling** äußert sich durch die Blüte von Forsythie (Bild) und Ribisel, später von Kirsche, Pflaume, Birne und Schlehdorn.
3. Der **Vollfrühling** ist durch die Blüte von Kulturapfel und Flieder (Bild), später auch der Himbeere gekennzeichnet.
4. Im **Frühsommer** blühen Gräser, Schwarzer Holunder (Bild) und Weißdorn. Jetzt ist auch die Zeit der Heuernte und für viele Allergiker der Beginn der Heuschnupfen-Saison.
5. Im **Hochsommer** blühen Sommerlinde und Kartoffel. In den Gärten reifen die Ribiseln (Bild).
6. Im **Spätsommer** reifen bereits zahlreiche Früchte wie Frühapfel, Frühzwetschke und Vogelbeere (Bild).
7. Zeigerpflanzen für den beginnenden **Frühherbst** sind schließlich die nun blühende Herbstzeitlose sowie die einsetzende Fruchtreife von Schwarzem Holunder (Bild) und Haselnuss.
8. Erst im **Vollherbst** reifen Stieleiche (Bild) und Rosskastanie. In dieser Zeit beginnen auch viele Wildbäume ihr Laub zu verfärben, unter anderem Rosskastanie, Rotbuche und Eiche. Bei den Obstbäumen fallen bereits die Blätter.
9. Sobald auch Stieleiche (Bild) und Rosskastanie ihr Laub abwerfen, beginnt der **Spätherbst** der mit dem Ende des Laubfalls endet.
10. Der phänologische **Winter** ist die Zeit der Vegetationsruhe.



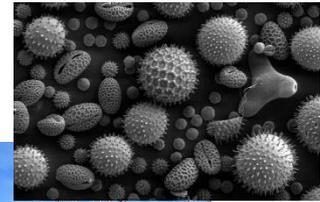
Die Beobachtung der Pflanzen wird nicht nur für die Bestimmung der Jahreszeiten verwendet. Viele Bereiche unseres Lebens sind immer noch an den Jahreszyklus der Natur gebunden.



Das bringt's ...

... der Allgemeinheit:

- **Pollenwarndienst**
Allergiker brauchen verlässliche Information über die Pollenbelastung. Für die Vorausberechnung des Pollenfluges braucht es Daten zum Blühbeginn.
- **Tourismus**
Wenn wir verreisen, wollen wir zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein, zum Beispiel zur Marillenblüte in der Wachau.
- **Landwirtschaft**
Wann ist der richtige Saatzeitpunkt? Wann ist es besonders nachhaltig, die Wiesen zu mähen?
- **Imkerei**
Damit die Bienenvölker viel Nektar und Pollen sammeln können, muss der Imker wissen wann Trachtpflanzen in Blüte stehen.
- **Klimaforschung**
Das Klima ändert sich, die Pflanzen reagieren darauf und werden so zu Klimawandelindikatoren. Zeichnet sich ein Trend ab? Wie könnte es weiter gehen?
- **Forstwirtschaft**
Der richtige Zeitpunkt für die Besammlung der Samen von Wildgehölzen wird auch über die Phänologie ermittelt.



... Ihnen:

- Nach wenigen Jahren können Sie aus den von Ihnen eingegebenen Daten einen Trend für Ihren Standort ablesen.
- Sie achten bewusster auf die Ereignisse in der Natur.
- Sie wissen schon im Voraus, wann in der Natur spannende Ereignisse eintreten. Sie verpassen nie wieder die Obstblüte oder den Austrieb im Wald!

... uns

- Ein dichteres Beobachtungsnetz bedeutet bessere Auswertungen.
- Sie helfen uns in Österreich, ein ähnlich flächendeckendes phänologisches Netz wie beispielsweise in der Schweiz und in Deutschland aufzubauen.

Das braucht's ...

Für die Beobachtung der Phänologie braucht es nicht viel, gute Augen, Bleistift und ein Blatt Papier reichen. Damit alle Entwicklungsphasen richtig erkannt werden, sollten Sie auf jeden Fall einen Blick in die Beobachtungsanleitung oder auf die Webseite www.phenowatch.at werfen. Dort finden Sie auch alle Wege, wie Sie uns Ihre Beobachtungen zukommen lassen können (Papierformular, App oder Eingabemaske).



Historisches

Auch wenn die erhobenen Daten heute für Klimaforschung und die Pollenvorhersage verwendet werden, ist die genaue Beobachtung der Ereignisse in der Natur keine neue Erfindung, sondern eine ganz alte Methode, derer sich schon die Römer oder Chinesen vor über zweitausend Jahren bedient haben. Damals hat man sich im Ackerbau an der Entwicklung der Wildpflanzen orientiert, den Saatzeitpunkt daran angepasst und so die Ernteausfälle verringert.

Die älteste und längste dokumentierte phänologische Datenreihe stammt aus Japan. Dort wird seit dem Jahr 705 der Beginn der Kirchblüte aufgezeichnet!

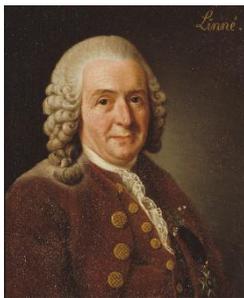


Abbildung 1:
Karl von Linné

Der Schwede Karl von Linné (Abbildung 1) hat 1751 als erster ein größeres phänologisches Beobachtungsnetzwerk gegründet und dafür auch die ersten gültigen Beobachtungsanleitungen verfasst, die in ihrer Idee bis heute gelten. Als 1851 in Wien die Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus (Abbildung 2) gegründet wurde, wurde von Carl Fritsch auch das erste österreichweite phänologische Beobachtungsnetz angelegt. In den Jahrbüchern der Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus wurden die erhobenen Daten jährlich publiziert. Das Netzwerk wurde 1877 aufgelöst. Danach wurden immer wieder phänologische Beobachtungen durchgeführt, die aber nach kurzer Zeit wieder einschliefen.



Abbildung 2: Centralanstalt für
Meteorologie und Erdmagnetismus

Erst 1928 wurde auf Anregung von Friedrich Rosenkranz der phänologische Beobachtungsdienst in allen Ländern Österreichs, durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, wieder ins Leben gerufen. Zehn Jahre später umfasste das Beobachtungsnetz 150 Stationen, bevor es im Zuge der Vorgänge des Zweiten Weltkrieges 1938 dem Reichsamt für Wetterdienst in Berlin unterstellt wurde. Die Beobachtungen wurden von da an nach Berlin geleitet. Der Großteil dieser Beobachtungsbögen ist im Kriegsgeschehen verloren gegangen oder verbrannt. Die Daten wurden ab 1946 wieder nach Wien gemeldet und konnten mittlerweile auch digitalisiert werden. Derzeit beobachten rund 150 Citizen Scientists in ganz Österreich die Entwicklung der Natur und zeichnen die Eintrittsdaten auf.

Phänologie und Klimawandel

Mit Hilfe der Phänologie lässt sich die Reaktion von Pflanzen und Tieren auf den Klimawandel erforschen. Studien belegen, dass Pflanzen und Tiere der mittleren und höheren Breiten der nördlichen Hemisphäre auf den Anstieg der Temperatur während der letzten Jahrzehnte reagiert haben. Die Vegetationszeit hat sich im Frühjahr nach vorn und im Herbst nach hinten ausgedehnt. Der Winter wurde somit kürzer.

Längere Vegetationsperiode und frühere Beginn des Pflanzenwachstums führen zu einer Verschiebung der Arbeiten in der Landwirtschaft. So können die Arbeiten einerseits schon früher im Jahr beginnen und das Anbaugebiet von wärmeliebenden Pflanzen weitet sich, andererseits kann es gelegentlich zu Konflikten mit dem Naturschutz kommen. Im Programm PhenoFlex (www.mahdzeitpunkt.at) wird das früheste Datum für den ersten Mähdurchgang von Biodiversitätsflächen nach der phänologischen Entwicklung der Natur im aktuellen Jahr angepasst. So haben die Pflanzen und Insekten ausreichend Zeit zur Fortpflanzung und das gemähte Gras ist trotzdem noch sehr eiweißreich.



Dass die Entwicklung von Blüte und Fruchtreife der Pflanzen in Österreich stark von der Temperatur abhängig ist, kann man deutlich an Fruchtreife des Schwarzen Holunders im Vergleich zur Temperaturabweichung zum langjährigen Mittel sehen (Abbildung 3).

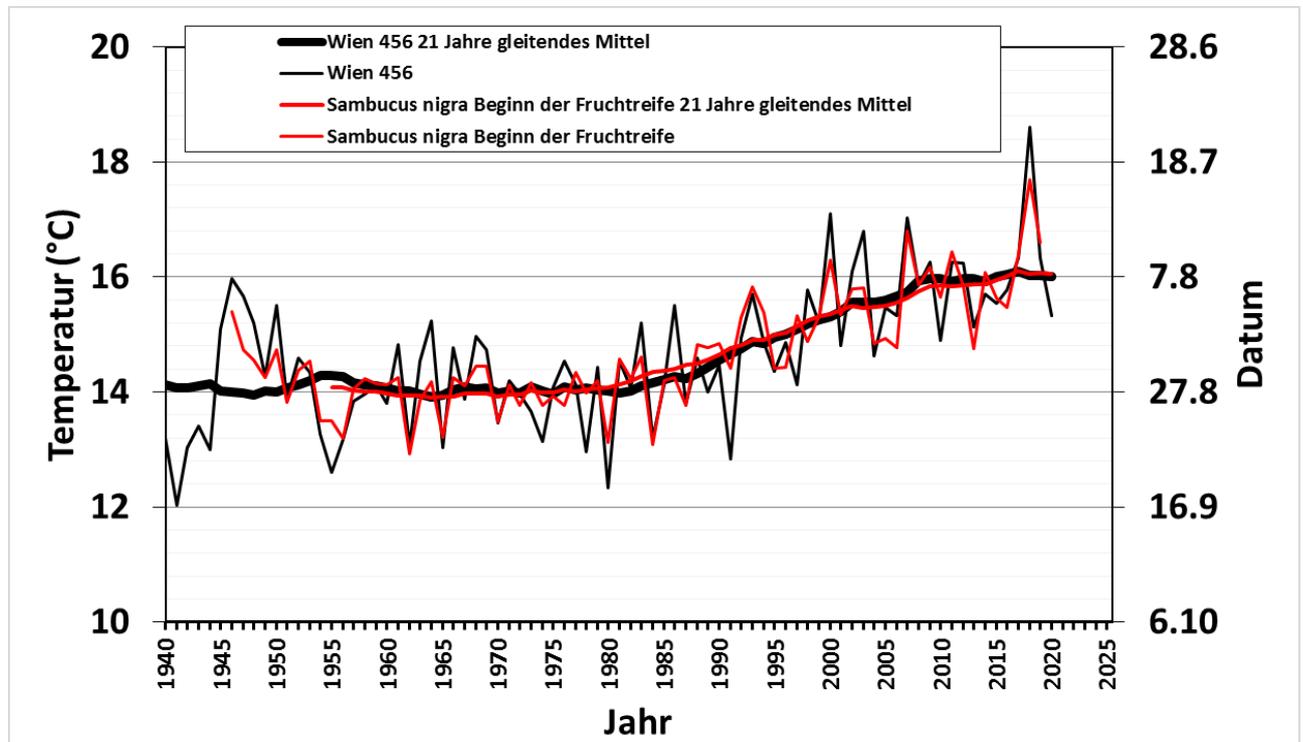


Abbildung 3: Beginn der Fruchtreife des Schwarzer Holunders (rote Linien, die Datumsachse ist rechts) und die Frühlingstemperatur (Mittel aus April, Mai und Juni) (schwarze Kurven, Temperaturachse links). Die dicken Linien stellen das gleitende Mittel über die Mittelungsperiode von 21 Jahren dar: Die Temperaturzunahme seit Beginn der 1980er führte zu einer Verfrüherung der Holunderbeerenreife um mehr als 15 Tage.

Was bedeutet Klimawandel?

In den folgenden Absätzen haben wir Ihnen die wichtigsten Informationen zum Klimawandel zusammengestellt.

Als Klimawandel bezeichnet man die Veränderung des Klimas auf der Erde, sowohl durch natürliche als auch durch anthropogene Ursachen. Die natürlichen Hauptantriebe des Klimawandels sind die Neigung der Erdachse, die Exzentrizität der Erdumlaufbahn um die Sonne sowie Sonnenaktivität und Vulkanismus. Zu den anthropogenen Ursachen, die zu einer langfristigen Veränderung des Erdklimas führen, gehören Änderungen der Landoberfläche und seit etwa Mitte des 18. Jahrhunderts die Veränderung der atmosphärischen Spurengaskonzentrationen. Durch die industrielle Produktion bringt der Mensch eine Vielzahl von Substanzen in derartigen Mengen in die Umwelt, dass er damit in die globalen biogeochemischen Kreisläufe

Der natürliche Treibhauseffekt.

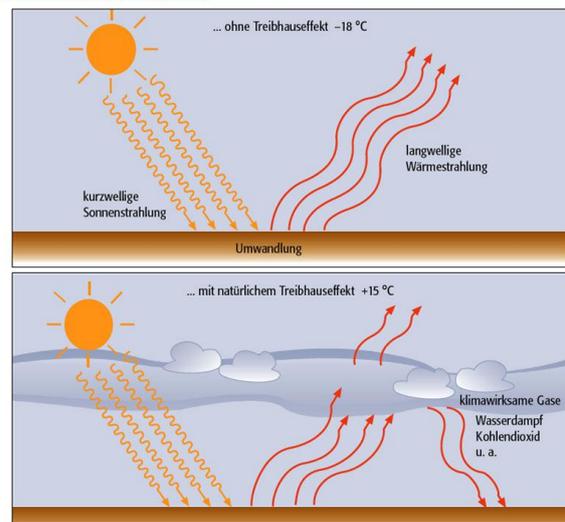


Abbildung 4: Ohne natürlichen Treibhauseffekt wäre die Erdoberfläche um 33 °C kälter, durchschnittlich -18 °C statt +15 °C.



eingreift. Damit hat der Menschen begonnen, gleichsam unbeabsichtigt an den Einstellschrauben des Erdsystems zu drehen. Etliche dieser atmosphärischen Spurengase regeln den Treibhauseffekt der Erde und werden daher Treibhausgase genannt (Abbildung 4).

Die wichtigsten Treibhausgase, deren Konzentrationszunahme aufgrund menschlicher Einflüsse am deutlichsten zu erkennen ist, sind CO_2 und CH_4 (Abbildung 5). Vor allem die Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Erdöl und Erdgas, führt dazu, dass CO_2 in größeren Mengen der Atmosphäre zugeführt wird, als durch natürliche Prozesse wieder aus dem Erdsystem entfernt bzw. abgebaut werden kann. Methan (CH_4) entsteht durch Fäulnisprozesse, durch Vermodern organischen Materials und bei der Verdauung von Zellulose in Rindermägen. Durch Reisbau und Rinderzucht führt dies permanent zu einer Erhöhung der Methankonzentration, was – vor allem im Zusammenhang mit der Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung – zu einem Problem wird.

Die menschengemachte Erhöhung der Treibhausgaskonzentrationen verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt der Erde, sodass mehr Strahlungsenergie der Sonne im Erdsystem bleibt. Die zusätzliche Wärmeenergie wird auf diverse Erdsystemkomponenten aufgeteilt, wobei die Ozeane den Löwenanteil aufnehmen. Die Folge ist ein allgemeiner Anstieg der Temperatur nicht nur an der Erdoberfläche, sondern auch im Ozean.

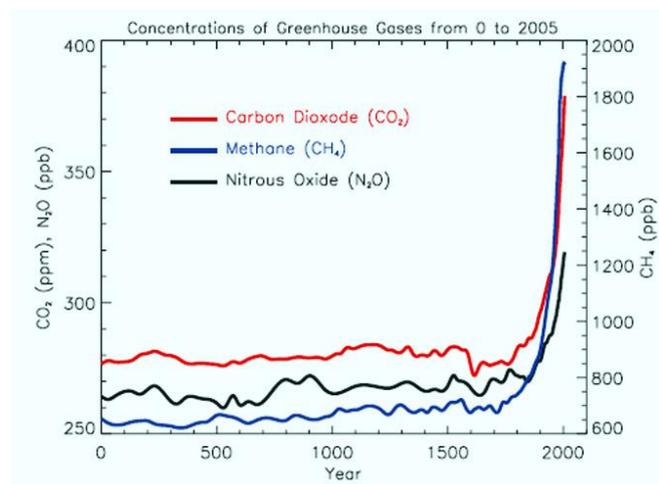


Abbildung 5: Anstieg der Treibhausgase in den letzten Jahren.

Klimazukunft

Veränderungen des Klimas gab es immer schon, allerdings schreitet die derzeitige Veränderung durch den menschlichen Einfluss schneller voran, als es je natürliche Schwankungen des Klimas beispielsweise während der letzten 2000 Jahre taten.

Die Auswirkungen der Erderwärmung haben für den Alpenraum stärkere Folgen als global gesehen. In dieser Region ist die Temperatur seit Ende des 19. Jahrhunderts doppelt so stark angestiegen wie im globalen Durchschnitt, also bereits um mehr als 2°C . Hauptursache dafür ist, dass sich die Luft über Landflächen generell rascher erwärmt als über den thermisch trägeren Ozeanen. Alleine in den letzten 30 Jahren gab es in Österreich 3 Jahrhundert-Temperaturereignisse: 2018 war das wärmste Jahr, 2003 der wärmste Sommer und 2006/07 der mildeste Winter seit Beginn der Aufzeichnungen. Die Temperaturrekorde Österreichs der jeweiligen Jahreszeiten und des gesamten Jahres liegen allesamt im 21. Jahrhundert und die drei wärmsten Jahre seit Messbeginn im Jahr 1767 waren in Österreich 2018, 2014 und 2019.

Hier sollen einige Beispiele bereits beobachteter und noch zu erwartender Folgen des Klimawandels gestreift werden. Eine der zu erwartenden Folgen es Klimawandels bis zum Ende des Jahrhunderts ist beispielsweise eine Fortsetzung des Anstiegs des Meeresspiegels bis 1 – 2 Meter, der vor allem durch die thermische Ausdehnung des Meerwassers und das Abschmelzen von Gletschern verursacht wird. Davon wären ca. 160 Millionen Menschen betroffen, die in Gebieten mit weniger als 1 Meter über dem Meeresspiegel leben. Diese Gebiete werden zunehmend von Flutwellenereignissen heimgesucht. █



Der Klimawandel hat auch Auswirkungen auf die Biosphäre der Erde. Durch die globale Erwärmung verändern sich die Lebensräume für Tiere und Pflanzen. Für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten kann das bedeuten, dass sie aussterben. Die Veränderung der verschiedenen Ökosysteme hat auch Auswirkungen auf den globalen Wasserkreislauf, was in weiterer Folge zu Verschiebungen bei den Möglichkeiten der landwirtschaftlichen Nutzung führt. Ernteauffälle könnten die Folge sein und damit Probleme bei der Ernährung der Weltbevölkerung.

Der weltweite Rückgang der Flächen und des Volumens von Gebirgsgletschern ist eine weitere sehr gut dokumentierte Folge des globalen Temperaturanstiegs. Werden die Gletscher kleiner, bedeutet das auch, dass der Schnee als wichtiger Wasserspeicher fehlt. Im Alpenraum würden bis Ende des 21. Jahrhunderts vor allem die kleinen Gletscher komplett abschmelzen und die größeren stark zurückgehen.



Abbildung 6: Fotovergleich über den Rückgang des Goldbergkees im Sonnblick-Gebiet (Hohe Tauern) im Zeitraum von 1829 (links) über 1983 (Mitte) bis 2003 (rechts).



Weiterführende Literatur

Pflanzenbestimmung

- Was blüht denn da? – ISBN: 9783440170731
- Grundkurs Pflanzenbestimmung – ISBN: 9783494018447
- Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein, Südtirol – ISBN: 9783854741879
<http://www.xflora.info/>

Phänologie

- Pflanzen im Rhythmus der Jahreszeiten beobachten - Der phänologische Naturführer
ISBN: 9783258081700
- Phenological Research: Methods for Environmental and Climate Change Analyses,
I.L.Hudson, M.R.Keatley (eds.), 2010, Springer – ISBN: 9789048133345

Kinder/Jugendarbeit in der Natur

- Draußen unterrichten - Das Praxishandbuch für dislozierten Unterricht, ISBN:
9783035517576

Weiterführende Links

- Die Webseite der Phänologie: www.phenowatch.at
- Informationen zum Klimawandel:
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel>

Kontakt mit dem Phänologie-Team an der ZAMG: phaeno@zamg.ac.at



Ansätze für einen praktischen Einstieg in die Phänologie

Ort: Garten, Park, Schulgarten, Hof

Material: Bei allen Tätigkeiten empfiehlt sich die Beobachtungsanleitung bzw. ein Bestimmungsbuch zur Hand zu haben wegen des Glossars. Außerdem sind Lupen hilfreich um ganz genau hin zu schauen.

Monat	Beschäftigung	Material
1 - 12	Wie schaut die Rinde aus? ➤ Legen ein Blatt Papier auf den Stamm eines Baumes und pause seine Rindenstruktur durch, indem du mit der Zeichenkohle vorsichtig darüber schraffierst.	Papier und Zeichenkohle
1 - 12	Vergleiche zwei ➤ Suche dir zwei verschiedene Gehölze und suche nach Unterschieden und Gemeinsamkeiten. ➤ Was siehst du auf dem einen, was auf dem anderen? Schau nach Knospen, Blättern, Blüten, Früchten (reif/unreif)	
2 – 4	Sonnenanbeter und Regenmuffel ➤ Sind die Blüten immer geöffnet oder gehen diese auch manchmal wieder zu? (Schau bspw. auf Schneeglöckchen oder Huflattich.) ➤ Wie schaut es bei anderen Pflanzen aus? (bspw. Holunder)	Stift und Papier (ggf. Fotoapparat o.ä.)
2 - 5	Was kommt zuerst, Blüten oder Blätter ➤ Such dir zufällig zwei verschiedene Pflanzen (Vorschlag: Marille/Apfel; Forsythie/Schlehe, Flieder/Holunder) ➤ Beobachte und Dokumentiere ihre Entwicklung vom Knospenaufbruch bis zur ersten unreifen Frucht. ➤ Warum gibt es den Unterschied?	Stift und Papier (ggf. Fotoapparat o.ä.)
3 – 10	Wer kommt wann? ➤ Beobachte eine Pflanze deiner Wahl das ganze Jahr über und schreibe auf, wann diese aufblüht, verblüht, die Blätter entfaltet, reife Früchte hat etc.	Beobachtungsanleitung Stift und Papier (ggf. Fotoapparat o.ä.)
4 - 10	Blätter vergleichen ➤ Sammle und presse Blätter von unterschiedlichen Pflanzen.	
9 – 11	Bunter Herbst ➤ Sammle verschiedene Blätter und vergleiche ihre Blattformen und Ränder ➤ Gibt es Verwandtschaft, die man anhand der Blätter erkennen kann? (bspw. Ahorn)	Bestimmungsbuch
9 – 11	Früchte ➤ Sammle verschiedene Früchte und vergleiche ihre Form ➤ Gibt es Ähnlichkeiten bei den Fruchtständen? (bspw. Holunder/Vogelbeere oder Zwetschke/Schlehe)	Bestimmungsbuch
10 - 4	Entdecke den Habitus ➤ Skizziere einen Baum, seine Aststruktur.	Stift und Papier
10 – 4	Knospentalphabet ➤ Kannst du Bäume und Sträucher nur anhand der Knospen bestimmen?	Knospentalphabet oder Bestimmungsbuch