

Erste Spuren der Klimaänderung in der Pflanzen- und Tierwelt

Weltweit haben sich Verhalten und Entwicklung von Pflanzen und Tieren verändert. Zudem haben sich ihre Verbreitungsgebiete verschoben. Die Klimaänderung scheint ein wichtiger Faktor dabei zu sein. Dies zeigt ein globales Gesamtbild, das sich aus vielen Einzelbeobachtungen zahlreicher Arten und Regionen der Welt zusammensetzt.

Seit 1951 werden in der Schweiz die jahreszeitlichen Phasen der Pflanzenentwicklung genau beobachtet. Frühlingsphasen wie Vollblüte oder Blattentfaltung werden stark von der Lufttemperatur beeinflusst. Wie zu erwarten, spiegelt sich daher die globale Klimaerwärmung bei den Beobachtungen wider: Zeitreihen in der Schweiz und in anderen europäischen Ländern zeigen, dass die Frühlingsphasen der Pflanzenentwicklung immerfrüher auftreten. Im Mittel kommt der biologische Frühling in der Schweiz heute rund 12 Tage früher als vor 50 Jahren. Im Herbst zeigen sich keine eindeutigen Trends.

Auf die Klimaerwärmung reagieren auch die Tiere: Einige Zugvogelarten haben ihren Flug in den Süden in den letzten vier Jahrzehnten um bis zu zehn Tage verschoben und bleiben im Herbst länger bei uns. Die Verbreitungsgebiete von zahlreichen Tier- und Pflanzenarten verschieben sich um sechs Kilometer pro Jahrzehnt polwärts.

Die Kirschbäume blühen immer früher, der Distelfink zieht im Herbst später gegen Süden. Sind dies die ersten Spuren der Klimaerwärmung in der Natur? Oder handelt es sich um einzelne Veränderungen mit unterschiedlichen Ursachen?

Die Jahreszyklen in der Pflanzen- und Tierwelt werden durch viele Faktoren beeinflusst. Ein wichtiger Faktor bilden die klimatischen Bedingungen. Die Beobachtung einer einzelnen Art an einem bestimmten Ort lässt jedoch kaum Rückschlüsse auf den Einfluss einer globalen Veränderung zu. Lokale Gegebenheiten spielen eine zu wichtige Rolle. Die Frage nach dem Einfluss der globalen Erwärmung lässt sich nur beantworten, wenn Wissenschaftler das Gesamtbild der vielen Einzelbeobachtungen in der Natur betrachten, grossflächig und über eine

Vielzahl verschiedener Arten von Tieren und Pflanzen. Dieses Gesamtbild zeigt einen allgemeinen Trend, der bei den meisten Lebewesen parallel zu den Veränderungen des Klimas verläuft. Die Klimaänderung ist für einzelne Veränderungen nicht unbedingt der bestimmende Faktor, aber sie treibt die Natur langfristig in eine bestimmte Richtung.

Pflanzen reagieren auf Umweltbedingungen

Pflanzen sind gute Indikatoren für Umweltveränderungen, da sie auf die Gesamtheit aller Umweltbedingungen reagieren. Die Einflüsse sind vielfältig: Neben erhöhter CO₂-Konzentration in der Luft und veränderten Niederschlagsmengen reagieren die Pflanzen im Frühling stark auf die Lufttemperaturen. Dies haben zahlreiche Studien im In- und Ausland gezeigt.

Die *Phänologie* befasst sich mit den im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Lebewesen. Diese periodisch wiederkehrenden Erscheinungen sind in der Pflanzenphänologie die Phänophasen wie Blattentfaltung, Vollblüte, Fruchtreife, Blattverfärbung und Blattfall. Die Klimaänderung dürfte sich auch auf die Phänologie auswirken. Globale Untersuchungen quer durch verschiedenste Arten und geographische Regionen zeigen, dass Frühlingserscheinungen wie die Blattentfaltung oder die Blühtermine durchschnittlich 2,3 Tage pro Jahrzehnt früher auftreten.

Der Frühling verschiebt sich

Phänologische Ereignisse wurden bereits im Mittelalter notiert wie zum Beispiel die Tatsache, dass in einem Jahr die Kirschbäume ein zweites Mal geblüht haben. Im 18. und 19. Jahrhundert wurden in verschiedenen Ländern erste phänologische Beobachtungsnetze gegründet. Erst im 20. Jahrhundert entstanden zahlreiche nationale Beobachtungsnetze, die mehrheitlich bei den Wetterdiensten angesiedelt sind. In der Schweiz existieren das nationale Netz der MeteoSchweiz sowie ein lokales des

Geographischen Institutes der Universität Bern, das einzelne Pflanzen im Kanton Bern beobachtet.

Im nationalen Netz werden seit 1951 jährlich die Entwicklungen von 26 ausgewählten Pflanzen an rund 160 Beobachtungsstationen dokumentiert. So wurden die Eintrittstermine der verschiedenen phänologischen Phasen wie unter anderem der Blattentfaltung oder Vollblüte notiert. Trendanalysen dieser phänologischen Zeitreihen der letzten 50 Jahre zeigen, dass die Vegetationsperiode im Frühling 11.6 Tage früher beginnt und im Herbst 1.7 Tage später endet. Allerdings scheinen nicht alle Entwicklungsphasen gleich stark auf Veränderungen zu reagieren. So treten vor allem die Blühterminne früher ein, während sich der Zeitpunkt der Blattentfaltung nur wenig verschoben hat. Da die Vegetationsentwicklung im Frühling sehr stark durch die Lufttemperaturen beeinflusst wird, kann die markante Verschiebung auf die Klimaerwärmung zurückgeführt werden. Deutlich ist der Effekt vor allem in den höheren Lagen der Alpennordseite zu beobachten.

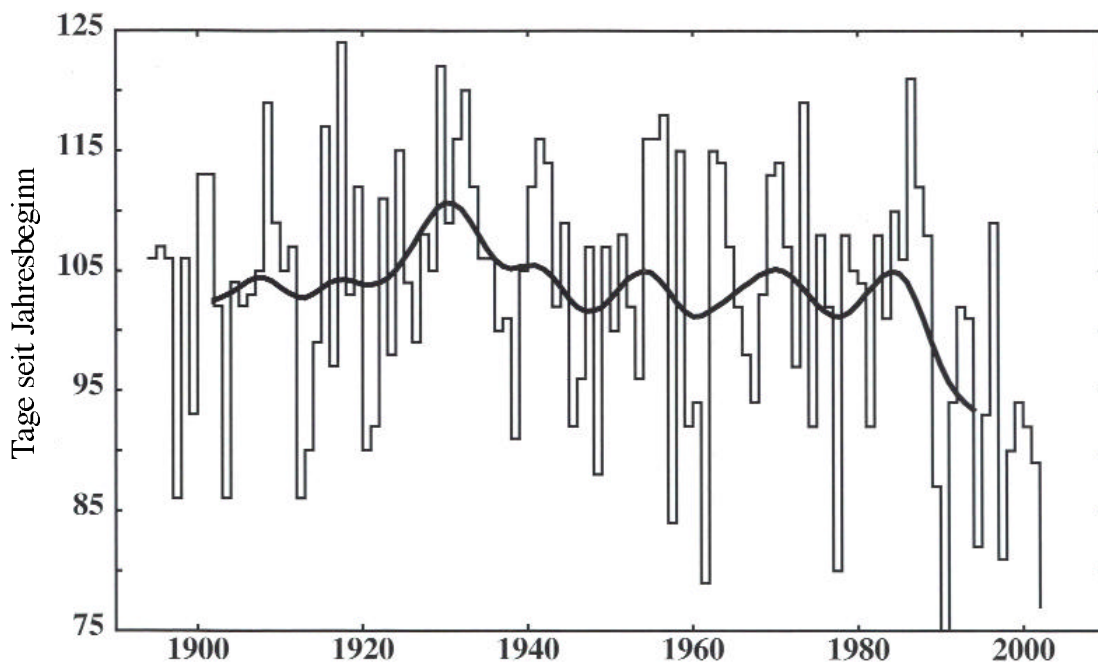
In milderen Regionen der Schweiz wie Alpensüdseite und Wallis sowie in tieferen Lagen ist die Wärme dagegen nur selten der limitierende Faktor für Wachstum und Entwicklung der Pflanzen. Daher reagiert die Vegetationsentwicklung dort weniger stark oder gar nicht auf die Klimaerwärmung.

Im Sommer zeigt sich ein ähnliches Bild wie im Frühling: Die Sommerphasen treten im Durchschnitt aller Beobachtungen früher ein. Bei den Herbstphasen zeichnen sich keine eindeutigen Trends ab. Im Herbst verfärben die Pflanzen ihr Laub im Durchschnitt etwas früher und verlieren ihre Blätter etwas später.

Kirschbäume blühen früher

Am 28. Dezember 2002 wurde für die Stadt Genf der Frühling 2003 erklärt – an den Rosskastanien öffneten sich die ersten Blattknospen. Der späteste Frühlingsbeginn wurde dort am 23. April 1816 registriert. Diese Beobachtungen sind Teil einer historischen Zeitreihe der Schweiz. Seit 1808 wird in der Stadt Genf der Blattausbruch der Rosskastanien beobachtet und notiert. Diese Zeitreihe zeigt über die knapp 200 Jahre einen starken Trend zu früherem Aufbrechen der Blattknospen. Neben der globalen Erwärmung kann hier jedoch auch das Stadtklima eine Rolle spielen. Eine zweite historische Zeitreihe bestätigt jedoch den schweizerischen Trend: Die Kirschbäume bei der ländlichen Beobachtungsstation in Liestal blühen in den letzten Jahrzehnten immer früher (siehe Abb.). Die Station existiert seit 1894. Die weltweit längste Zeitreihe geht sogar bis ins Jahr 812 zurück. Seit über 1000 Jahren wird in Japan alljährlich aufgeschrieben, wann die Kirschen blühen.

Die Auswertungen der Beobachtungsdaten der Schweiz zeigen eindrücklich, dass sich die Phänologie eignet, um die Auswirkungen einer Klimaerwärmung auf die Vegetationsentwicklung zu dokumentieren. Diese Aktualität der Phänologie hat sich auch auf die Wissenschaft ausgewirkt. In den letzten Jahren fanden drei internationale Phänologiekongresse statt. In der Schweiz befasst sich ein Projekt innerhalb des Nationalen Forschungsschwerpunkts Klima mit der Pflanzenphänologie. Mit neueren statistischen Methoden werden die Aus-



Eintrittsdaten der Blüte der Kirschbäume von Liestal 1894-2002. Seit den 1980er Jahren blühen die Kirschbäume tendenziell immer früher im Jahr. Die Vegetationsperiode hat sich gegen das Frühjahr hin verlängert.

wirkungen der Witterung und des Klimas auf die einzelnen Entwicklungsphasen sowie die Trends der phänologischen Zeitreihen in den letzten Jahrzehnten untersucht.

Zugvögel reagieren unterschiedlich auf die Klimaerwärmung

Die globale Klimaerwärmung bringt den Fahrplan der Zugvögel durcheinander. Neue Forschungsergebnisse zeigen, wie sensibel und schnell Zugvögel auf veränderte Umweltbedingungen reagieren. Die Ankunft vieler Zugvögel im Frühling hat sich um 1-2 Wochen vorverschoben. Auch die Brutzeit beginnt entsprechend früher. Was passiert aber im Herbst? Ziehen Zugvögel früher weg, weil sie früher mit der Brut fertig sind? Oder ziehen Zugvögel später weg? Die Ergebnisse fallen je nach Vogelart unterschiedlich aus.

Im Mittelmeergebiet überwinternde Kurzstreckenzieher wie Hausrotschwanz, Star und Distelfink haben das mittlere Wegzugdatum über die Jahrzehnte Richtung Winter verschoben. Diese Arten können im Spätsommer eine zusätzliche Brut aufziehen, oder sie geniessen den warmen Herbst länger in der Schweiz. Die Feldlerche zieht im Herbst rund 7 Tage später weg als noch vor 40 Jahren, der Star hat 9 Tage Verspätung, der Hausrotschwanz gar 10 Tage. Zusätzlich hat auch der Anteil der Vögel zugenommen, die bei uns überwintern.

Dagegen verlassen uns Langstreckenzieher, die im tropischen Afrika überwintern, heute fast eine Woche früher als noch in den Sechzigerjahren. Zu diesen früher wegziehenden Zugvögeln zählen Trauerschnäpper, Schafstelze, Fitis und Grauschnäpper. Der frühere Abflug im Herbst wird als Folge des früheren Eintreffens im Frühling gedeutet. Zudem erreichen die Zugvögel den Sahel früher und profitieren so noch von der dortigen Regenzeit.

Die markanten zeitlichen Verschiebungen des herbstlichen Vogelzugs sind das eindeutige Ergebnis einer langfristigen Untersuchung der Schweizerischen Vogelwarte Sempach. Seit 1958 beobachten Vogel-spezialisten die durchziehenden Vögel. Jetzt haben sie die Daten von fast 350'000 Vögeln aus 65 verschiedenen Arten statistisch ausgewertet. Es wird deutlich, dass die Auswirkungen der Klimaerwärmung auf die Natur komplex sind und keine einfachen Prognosen zulassen. Die Folgen der Klimaveränderung für die Vogelwelt werden vielfältig und gerade für die Langstreckenzieher nicht unproblematisch sein.

Pflanzen und Tiere besiedeln neue Gebiete

Globale Untersuchungen quer durch verschiedenste Arten und geographische Regionen zeigen signifikante durchschnittliche Verschiebungen der Verbreitungsgebiete von 6,1 Kilometer pro Jahrzehnt polwärts. Ein eindrückliches Beispiel dazu sind die Veränderungen in

Kontaktpersonen:

Dr. Claudio Defila, Leiter Bio- und Umweltmeteorologie, MeteoSchweiz, Krähbühlstrasse 58, Postfach 514, CH-8044 Zürich, Tel.: 01/256 91 11, Tel.(direkt): 01/256 94 05, Fax: 01/256 92 78, e-mail: claudio.defila@meteoschweiz.ch, www.meteoschweiz.ch

PD Dr. Lukas Jenni, Wissenschaftlicher Leiter, Schweizerische Vogelwarte, CH-6204 Sempach, Tel.: 041/462 97 00, Fax : 041/462 97 10, e-mail: lukas.jenni@vogelwarte.ch, www.vogelwarte.ch

Bernard Clot, MétéoSuisse, Biométéorologie et environnement, Les Invuardes, Case Postale 316, CH-1530 Payerne, tél. 026/662 62 11, tél.(direct) 026/662 62 59, fax 026/662 62 12, e-mail: bernard.clot@meteoswiss.ch

Dr. François Jeanneret, lecteur, Institut de géographie, Université de Berne, groupe de recherche PHENOTOP, Hallerstrasse 12, CH-3012 Berne, tél. 031/631 88 83, fax 031/631 85 11, e-mail: jeanneret@sis.unibe.ch, www.giub.unibe.ch/phaeno

der Moosflora Mitteleuropas, die als Folge von Klimafluktuationen erklärt werden können. Diese Feststellungen beruhen bis jetzt weitgehend auf Einzelbeobachtungen. Moose eignen sich wegen ihrer Wasser- und Nährstoffaufnahme durch die Oberfläche besonders als Zeigerpflanzen für Standortveränderungen. In den mittleren Breiten sind Moose sensibler auf Klimaänderungen als Blütenpflanzen, insbesondere auf Temperaturänderungen während der kalten Jahreszeit. In den Gebirgen reagieren sie auf Temperaturänderungen durch Verschiebungen der oberen Höhengrenzen. In den Vogesen hat zum Beispiel die Moosart *Dicranoweisia cirrata* im Zeitraum von 1992-1994 die Obergrenze ihrer Verbreitung um 275 Höhenmeter verschoben.

Literatur:

- Defila C. and B. Clot. Phytophenological trends in Switzerland. Int J Biometeorol 45, 203-207 (2001)
- Jenni, L. & M. Kéry. Timing of autumn bird migration under climate change: advances in long-distance migrants, delays in short-distance migrants. Proc. Roy. Soc. London B (erscheint 28. Mai 2003)
- Walther, G-R. et al. Ecological responses to recent climate change. Nature V416, 389-394 (2002)

Internetseiten

- Nationales Phänologie-Beobachtungsnetzwerk der Meteo-Schweiz:
www.meteoschweiz.ch/de/Beruf/Landwirtschaft/Phaenologie/phaeno.shtml
- Europäisches Phänologienetzwerk, phänologische Trends weltweit:
www.dow.wau.nl/msa/epn/ (in Englisch)
- Internetseite der Schweizerischen Vogelwarte: **www.vogelwarte.ch**