

# Veränderung der Vegetationsperioden in der Schweiz?

In den letzten Jahrzehnten wurde in der Schweiz und global eine Klimaerwärmung festgestellt (Bader und Kunz, 1998). Neben dem reinen Temperaturanstieg kann eine Erwärmung direkte und indirekte Auswirkungen haben. Es werden mehr extreme Wetterereignisse (Stürme, Überschwemmungen), Veränderungen bei der landwirtschaftlichen Produktion oder Einflüsse auf die menschliche Gesundheit erwartet. Da das Wachstum und die Verbreitung der Pflanzen in der Schweiz stark von der Lufttemperatur beeinflusst werden, erwarten wir bei einer Klimaerwärmung auch Veränderungen bei der Vegetationsentwicklung. Ein einfaches Instrument zur Überwachung der Vegetationsentwicklung ist die Pflanzenphänologie.

CLAUDIO DEFILA,  
METEOSCHWEIZ, ZÜRICH

Die Phänologie befasst sich mit den periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Lebewesen. Diese sind bei der Pflanzenphänologie die sogenannten phänologischen Phasen oder kurz Phänophasen: Blattentfaltung, Vollblüte, Fruchtreife, Blattverfärbung und Blattfall. Registriert werden die Eintrittstermine der Ereignisse. Bei Kulturpflanzen werden oft noch detaillierter Stadien (Schwellen der Knospen über die Vollblüte bis zum Fruchtansatz) beobachtet und notiert. Da die Eintrittstermine sehr stark durch die Temperaturen bestimmt werden (Defila 1991), muss eine Klimaerwärmung die Phänophasen beeinflussen. Im Frühling ist eine Verfrühung der Vegetationsentwicklung zu erwarten. Bei den Internationalen Phänologischen Gärten (IPG) wurde eine Verlängerung der Vegetationsperiode in Europa bereits nachgewiesen (Menzel und Fabian 1999). Im Gegensatz zu den allgemeinen phänologischen Beobachtungen, bei denen vor allem wildwachsende Pflanzen registriert werden, dienen bei den IPG erbgleiche, geklonte Pflanzen (Bäume und Sträucher) als Beobachtungsmaterial.

## Roskastanien und Kirschen

Neben einigen kurzfristigen phänologischen Beobachtungen existieren in der Schweiz zwei sehr lange Beobachtungsreihen. In der Stadt Genf wird seit 1808 der Blattaussbruch der Rosskastanie beobachtet und notiert. Die Vollblüte der Kirschen wird in Liestal seit 1894 registriert. 1951 wurde das nationale phänologische Beobachtungsnetz der Schweiz gegründet, das bis heute von der MeteoSchweiz (ehemals Schweizerische Meteorologische Anstalt) betreut wird. Das heutige Programm (1996 wurde es leicht modifiziert) umfasst 26 Pflanzenarten und

69 Phänophasen. Es werden vor allem wild wachsende Pflanzen (Bäume, Sträucher und Krautpflanzen) beobachtet. Aus Tradition enthält das Programm noch die Vollblüte der Kirschen, Birnen und Äpfel sowie den Beginn der Heuernte und die Weinlese. Das Netz besteht heute aus etwa 160 Beobachtungsstationen in verschiedenen Regionen und Höhenlagen der Schweiz. Die tiefstgelegene Station liegt auf 210 m.ü.M. (Vira/TI) und die höchstgelegene auf 1800 m.ü.M. (St. Moritz/GR). Während der Saison wird aufgrund von Sofortmeldungen wöchentlich über den Stand der Vegetationsentwicklung orientiert ([www.meteoschweiz.ch](http://www.meteoschweiz.ch)). Die langfristigen phänologischen Zeitreihen von Genf und Liestal wurden mittels gleitender Mittelwerte dargestellt und die Zeitreihen der Periode 1951 bis 2000 des nationalen Netzes mit linearen Trendanalysen statistisch bearbeitet. Insgesamt wurden 896

Abb. 1: Vollblüte der Kirschen.



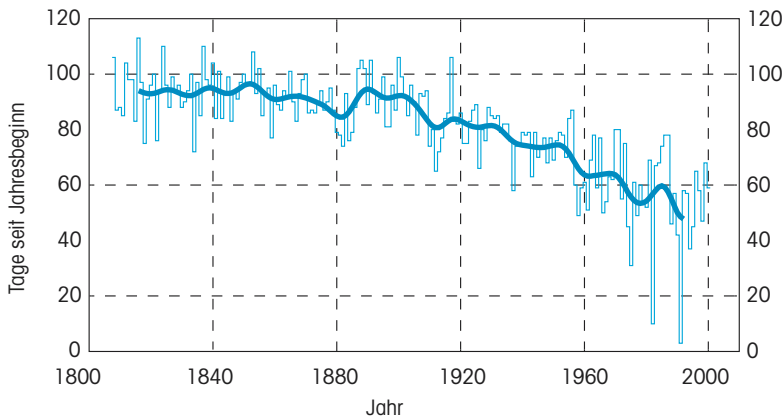


Abb. 2: Blattausbruch der Rosskastanien in Genf, 1808 bis 2000. Glättung: Gauss Tiefpassfilter mit 20-jähriger Periode.

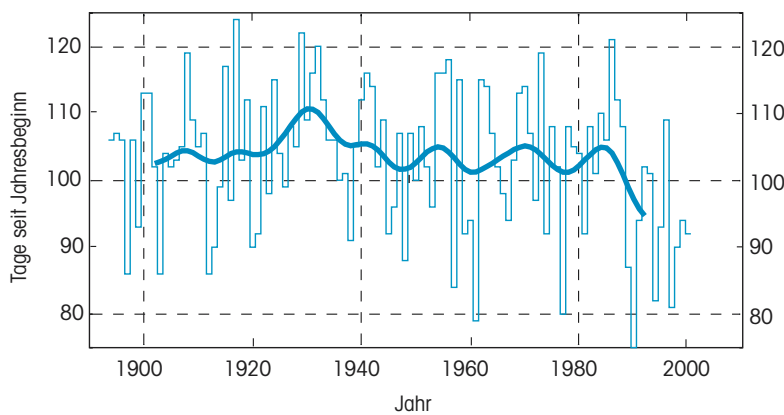


Abb. 3: Vollblüte der Kirschen in Liestal, 1894 bis 2000. Glättung: Gauss Tiefpassfilter mit 20-jähriger Periode.

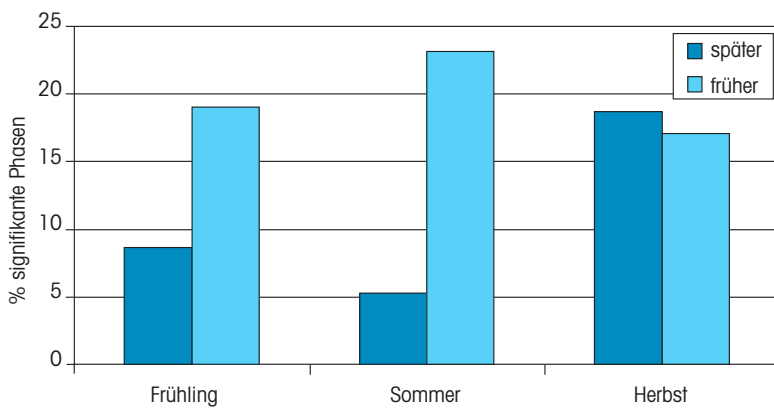


Abb. 4: Saisonale Verteilung der signifikanten Trends für die Periode 1951 bis 1998.

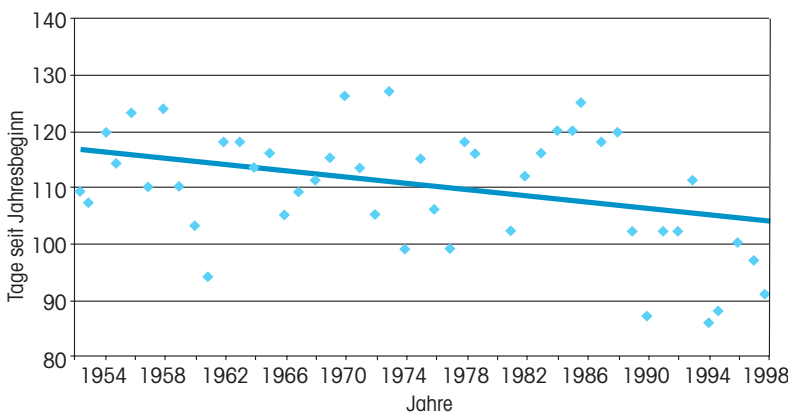


Abb. 5: Vollblüte der Birnbäume in Versoix, 1952 bis 1998.

phänologische Zeitreihen der Periode 1951 bis 1998 getestet und bis ins Jahr 2000 extrapoliert. Diese 896 Zeitreihen verteilen sich auf 68 Beobachtungsstationen und 19 verschiedene Phänophasen. Dabei wurden keine Kulturpflanzen berücksichtigt, um das Problem der unterschiedlichen Sorten und Pflegemassnahmen auszuschalten.

Zum Blattausbruch der Rosskastanie in Genf ist zu erwähnen, dass effektiv der Blattausbruch und nicht die Blattentfaltung beobachtet wird. Beim nationalen phänologischen Beobachtungsnetz wird die Blattentfaltung so verstanden, dass die Blätter völlig entfaltet sein müssen, aber die endgültige Grösse der Blätter noch nicht erreicht ist. In Genf ist der Blattausbruch dann erreicht, wenn die ersten grünen Blattspitzen aus den Knospen ausbrechen. Dies erklärt die zum Teil sehr frühen Eintrittstermine (z.B. 1991 am 3. Januar). In Abbildung 1 ist der Blattausbruch der Rosskastanie von Genf von 1808 bis 2000 dargestellt. Neben den einzelnen Terminen ist auch die Kurve der gleitenden Mittelwerte eingezeichnet. Die Variationsbreite ist sehr gross (vom 23. April im Jahr 1816 bis zum 3. Januar in Jahr 1991). Ab etwa 1900 ist ein starker Trend zu früheren Eintrittsterminen ersichtlich. Dieser Trend kann nur teilweise auf die globale Klimaerwärmung zurückgeführt werden. Der Einfluss einer sehr lokalen Erwärmung muss mitberücksichtigt werden. Die Rosskastanien stehen mitten in der Stadt Genf, die seit 1808 sehr stark gewachsen ist.

### Abwärme

Es ist eine erhöhte Abwärme, die vom Verkehr, von der Industrie und von den Heizungen herrührt, zu verzeichnen. Diese kann bewirken, dass die Temperaturen im Stadtzentrum um einige Grade höher sind als in der städtischen Umgebung. Es handelt sich um das so genannte Stadtklima oder die Wärmeinsel der Stadt. Bei der Vollblüte der Kirschen in Liestal (Abb. 2) ist die Variationsbreite weniger gross (vom 4. Mai im Jahr 1917 bis zum 16. März 1990). Es besteht ein signifikanter Trend zu früheren Eintrittsterminen, doch ist dieser weit weniger stark als beim Blattausbruch der Rosskastanien. Liestal liegt in einer ländlichen Gegend, wo mit weniger Abwärme zu rechnen ist.

Von den 896 getesteten Zeitreihen des nationalen phänologischen Beobachtungsnetzes der Periode 1951 bis 1998 zeigen 30% einen signifikanten Trend (F-Test,  $P < 0,05$ ). Davon weisen 11% einen Trend zu späteren und 19% zu früheren Eintrittsterminen auf. Werden die einzelnen Phänophasen den phänologischen Jahreszeiten (Frühling, Sommer und Herbst) zugeordnet, dann wird deutlich, dass im Frühling und Sommer die Trends zu früheren Eintrittsterminen überwiegen (Abb. 3). Im Herbst sind die Resultate nicht mehr so eindeutig. Es kommen nur wenig mehr Trends zu späteren Terminen vor. Im Mittel konnte für die Periode 1951 bis 2000 im Frühling eine Verfrühung von 11,6 Tagen und im Herbst eine Verspätung von 1,7 Tagen festgestellt werden. Dies ergibt in diesen 50 Jahren eine mittlere Verlängerung der Vegetationsperiode von 13,5 Tagen oder 0,3 Tagen pro Jahr.

## Regionale Unterschiede

Detaillierte Untersuchungen haben ergeben, dass es regionale Unterschiede gibt. Wird die Schweiz in sieben Klimaregionen unterteilt, dann wird ersichtlich, dass in den Regionen Jura, Mittelland, Alpennordhang, Rheinbünden und Engadin die Trends zu früheren Eintrittsterminen überwiegen. Hingegen wurden für das Wallis und die Alpensüdseite mehr Trends zu späteren Eintrittsterminen gefunden. Möglicherweise ist der Grund darin zu suchen, dass in Regionen, wo die Temperatur nicht so stark der limitierende Faktor für das Wachstum und die Entwicklung der Pflanzen ist (Wallis und Alpensüdseite), die Pflanzen weniger markant auf eine Klimaerwärmung reagieren. Diese These wird untermauert durch die Tatsache, dass bei höher gelegenen Beobachtungsstationen tendenziell die Trends zu früheren Eintrittsterminen häufiger sind als bei tiefer gelegenen Stationen.

## Ausblick

Die vorliegenden Untersuchungen haben ergeben, dass der Stadteinfluss (Wärmeinsel) bei der Analyse von phänologischen Daten berücksichtigt werden muss. Es konnte insbesondere im Frühling und Sommer eine Verfrühung der Vegetationsentwicklung festgestellt werden. Diese bewirkt eine Verlängerung der Vegetationsperiode von etwa 13 Tagen. Diese Trends wurden jedoch erst bei wild wachsenden Pflanzen nachgewiesen. Eine analoge Analyse bei Kulturpflanzen ist nicht ganz einfach, da Sortenunterschiede sowie unterschiedliche Pflegemassnahmen einen Vergleich erschweren. Auch innerhalb der Zeitperiode 1951 bis 2000 gibt es diesbezüglich Inhomogenitäten. Als Beispiel eines Trends einer Kulturpflanze soll die Vollblüte der Birnbäume in Versoix dienen (Abb. 4). Prinzipiell ist zu erwarten, dass Kulturpflanzen ähnlich wie die wildwachsenden Pflanzen auf eine Erwärmung reagieren. Eine Verlängerung der Vegetationsperiode und insbesondere eine Verfrühung der Vegetationsentwicklung im Frühling kann verschiedene Auswirkungen haben. Eine verlängerte photosynthetisch aktive Zeit kann die Biomasseproduktion steigern. Ein früher Vegetationsbeginn kann die Gefahr von Spätfrostschäden erhöhen. Auch die Pflanzenschädlinge (Pilze und Insekten) werden bei ihrer Entwicklung und Ausbreitung stark von der Temperatur beeinflusst. Es kann zu grösseren Populationen und stärkerer Verbreitung von Schädlingen kommen.

Viele Fragen betreffend der phänologischen Trends sind noch offen. So sollen die Unterschiede zwischen den verschiedenen Regionen und Höhenlagen noch besser erforscht werden. Es müssen Beziehungen zwischen den Klimamessreihen und den phänologischen Beobachtungsreihen hergestellt werden. Es stellt sich die Frage, ob Kulturpflanzen sich anders als die wild wachsenden Pflanzen verhalten. Es kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass mehrjährige Pflanzen stärker reagieren als einjährige. Erst wenn all diese Fragen beantwortet sind, kann die Frage beantwortet werden, ob sich die Vegetationsperiode in der Schweiz verlängert hat.



Abb. 6: Blattenfaltung bei der Rosskastanie.

## Literatur

Bader S. und Kunz P.: Klimarisiken – Herausforderung für die Schweiz. Wissenschaftlicher Schlussbericht NFP 31. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 276 p., 1998.

Defila C.: Pflanzenphänologie der Schweiz. Diss. Uni Zürich.

Veröff. d. Schweiz. Meteorologischen Anstalt, Nr. 50: 235 p., 1991.

Menzel A. und Fabian P.: Growing season extended in Europe. Nature, 397, 659, 1999.

## RÉSUMÉ

### Modification des périodes de végétation en Suisse?

*Au cours de la décennie écoulée, on a observé un échauffement global du climat en Suisse (Bader et Kunz 1998). Comme la croissance et la prolifération des végétaux en Suisse sont largement influencées par la température de l'air, un échauffement du climat devrait logiquement aller de pair avec des modifications au niveau de l'évolution de la végétation. Pour retracer de telles modifications, on fait appel à la phénologie des plantes, une science qui se penche sur les phénomènes périodiquement récurrents de croissance et d'évolution des plantes. C'est ainsi que l'on a constaté en Suisse dans la période de 1951 à 2000 une tendance à l'allongement de la période de végétation de 13 jours, au printemps et en été notamment où le développement de la végétation commence désormais 11,6 jours plus tôt, mais également en automne où il se poursuit 1,7 jour de plus.*

*Mais avant de pouvoir donner une réponse concluante à la question de savoir si la période de végétation s'est allongée en Suisse, il faudra encore analyser le comportement des plantes cultivées et les réactions éventuellement différentes des plantes annuelles et robustes.*