

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 156 (2005)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Phänologische Trends bei den Waldbäumen in der Schweiz  
**Autor:** Defila, Claudio  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1098048>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Phänologische Trends bei den Waldbäumen in der Schweiz

CLAUDIO DEFILA

Keywords: Phytophenology; climate change; time series; forest; Switzerland. FDK 111 : 181.8 : (494)

## Einführung

Die Phänologie beschäftigt sich mit den im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungsercheinungen der Lebewesen. In der Pflanzenphänologie werden die Eintrittstermine (Datum) der so genannten phänologischen Phasen (Phänophasen) wie Blattentfaltung, Blüte, Fruchtreife, Blattverfärbung und Blattfall beobachtet und notiert. Seit 1951 existiert in der Schweiz ein phänologisches Beobachtungsnetz, das alle Regionen und Höhenstufen der Schweiz umfasst. Die unterschiedlichen Klimaregionen und Höhenlagen machen die phänologischen Studien in der Schweiz besonders interessant. Die tiefstgelegene Station ist im Tessin in 200 m ü.M., die höchstgelegene im Engadin in 1800 m ü.M. An rund 160 Beobachtungsstationen werden 26 verschiedene Pflanzenarten und 69 Phänophasen beobachtet. Die Beobachterinnen und Beobachter erhalten eine Anleitung «Pflanzen im Wandel der Jahreszeiten» (BRÜGGER & VASSELLA 2003). Betreut wird dieses Netz von MeteoSchweiz (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie). Das Beobachtungsprogramm konzentriert sich vor allem auf wild wachsende Pflanzen. Aus Tradition wird auch noch die Blütezeit einiger Obstbäume und der Weinrebe berücksichtigt. Neben Kräutern und Sträuchern beinhaltet das Beobachtungsprogramm auch Bäume. Bei den vorangehenden Arbeiten (DEFILA & CLOT 2001, DEFILA 2002, DEFILA 2003a) wurden die phänologischen Daten von Kräutern, Sträuchern und Bäumen ausgewertet. Lediglich der Phänologie der Weinrebe wurde eine eigene Publikation (DEFILA 2003b) gewidmet. Es ist anzunehmen, dass die Frühlingsphasen der Bäume (Blattentfaltung und Nadelaustrieb) nicht gleich wie die Kräuter auf das Klima und die Witterung reagieren, da die Witterung vorangehender Vegetationsperioden diese Phänophasen im Frühling beeinflusst (GRUBER 2004). Für die Forstleute dürfte auch eine spezielle Auswertung der phänologischen Daten der Waldbäume von Interesse sein. Dabei ist zu beachten, dass ganze Bestände sowie auch frei stehende Einzelbäume beobachtet werden. Im Gegensatz zur Waldphänologie (BRÜGGER 1998) werden aber keine Einzelbäume im Bestand berücksichtigt.

Die Phänologie hat in den letzten Jahren einen starken Aufschwung erlebt. Viele phänologische Eintrittstermine werden sehr stark von der Lufttemperatur beeinflusst (STUDER *et al.* in press). Somit hat die Klimaerwärmung der letzten Jahrzehnte starke Trends in den phänologischen Zeitreihen verursacht. In zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten konnten Trends zu früheren phänologischen Eintrittsterminen nachgewiesen werden (DEFILA & CLOT 2001, AHAS *et al.* 2002, CHMIELEWSKI & RÖTZER 2002, MENZEL *et al.* 2003, SCHEIFINGER *et al.* 2003). Für die gesamte Schweiz beträgt die Verfrühung in den letzten 50 Jahren bei den Blühphasen 21 Tage, bei der Blattentfaltung und beim Nadelaustrieb 15 Tage, bei der Blattverfärbung neun Tage; beim Blattfall konnte eine Verspätung von drei Tagen nachgewiesen werden. Es stellt sich nun die Frage, ob bei einer Auswertung der Waldbäume ähnliche Resultate gefunden werden können.

## Material und Methoden

Im phänologischen Beobachtungsprogramm der MeteoSchweiz wird bei den Waldbäumen der Nadelaustrieb der Lärchen und Fichten und die Blattentfaltung und Blattverfärbung der Buchen beobachtet. Leider wurde die Nadelverfärbung der Lärchen erst ab 1996 ins Beobachtungsprogramm aufgenommen. Für die Auswertungen der langen phänologischen Zeitreihen entfällt somit diese Phänophase. Die Sommer- und Winterlinden (*Tilia platyphyllos* Scop., *T. cordata* Mill.) sind keine eigentlichen Waldbäume und wurden deshalb in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Da im Herbst lediglich Zeitreihen der Blattverfärbung und Blattfall der Buchen zur Verfügung standen, wurden zu Vergleichszwecken diese beiden Phänophasen auch noch bei den Rosskastanien berücksichtigt, im Wissen darum, dass es sich nicht um Waldbäume handelt und die Rosskastanien in den letzten Jahren sehr stark unter der Miniermotte litten und zusätzlich Trockenperioden die Blattverfärbung stark beeinflussten (DEFILA 2004). Die Rosskastanien stehen auch oft in Städten und werden stark vom wärmeren Stadtklima beeinflusst (DEFILA & CLOT 2003). Somit konnten für Frühling und Herbst folgende Phänophasen untersucht werden:

### Frühling

- Blattentfaltung Buche (*Fagus sylvatica* L.)
- Nadelaustrieb Lärche (*Larix decidua* Mill.)
- Nadelaustrieb Fichte (*Picea abies* (L.) Karsten)

### Herbst

- Blattverfärbung Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum* L.)
- Blattverfärbung Buche (*Fagus sylvatica* L.)
- Blattfall Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum* L.)
- Blattfall Buche (*Fagus sylvatica* L.)

Untersucht wurde die Zeitperiode 1951 bis 2002. Bei den meisten Beobachtungsstationen reichen jedoch die Zeitreihen nicht so weit zurück. Deshalb wurde eine Mindestbeobachtungsdauer von 30 Jahren gefordert. Insgesamt konnten in der Region Jura elf, im Mittelland 23, auf der Alpensüdseite elf, im Engadin fünf, im Rhonetal neun sowie am Alpenordhang und in Rheinbünden 36 Beobachtungsstationen berücksichtigt werden. Dies ergibt ein Total von 95 phänologischen Beobachtungsstationen. Das bedeutet aber nicht, dass bei allen Stationen alle Phänophasen beobachtet wurden. Trendanalysen wurden beim Nadelaustrieb der Lärchen von 90 Zeitreihen, beim Nadelaustrieb der Fichten von 65, bei der Blattentfaltung der Buchen von 70, bei der Blattverfärbung der Buchen von 59, beim Blattfall der Buchen von 51 und bei der Blattverfärbung und beim Blattfall der Rosskastanien von je 51 Zeitreihen durchgeführt. Dies ergibt ein Total von 437 Zeitreihen. Berechnet wurden lineare Trendanalysen, deren Signifikanz mit dem F-Test ( $P < 0,05$ ) bestimmt wurde.

## Resultate

Bei den linearen Trendanalysen der phänologischen Zeitreihen wurde der Anteil der signifikanten Trends mit dem F-Test ( $P < 0,05$ ) ermittelt. In der *Tabelle 1* sind die Anteile der signifikanten Trends pro Phänophase dargestellt.

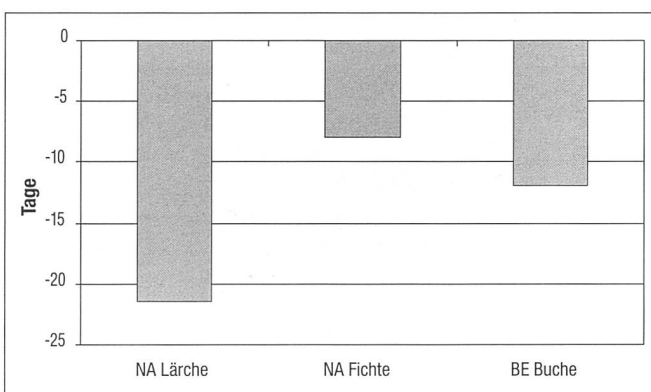
**Tabelle 1: Anteil signifikanter Trends pro Phänophase in Prozent.**

Phänophasen	Signifikante Trends in %	Anzahl Zeitreihen
Nadelaustrieb Lärchen	36,7	90
Nadelaustrieb Fichten	46,2	65
Blattentfaltung Buchen	27,1	70
Blattverfärbung Rosskastanien	39,2	51
Blattverfärbung Buchen	37,3	59
Blattfall Rosskastanien	43,1	51
Blattfall Buchen	35,3	51

Die Unterschiede der Anteile der signifikanten Trends zwischen den verschiedenen Phänophasen sind relativ gross mit 27,1% bei der Blattentfaltung der Buchen und 46,2% beim Nadelaustrieb der Fichten. Der tiefe Wert bei der Blattentfaltung der Buchen ist nicht erstaunlich, da die Erfahrung gezeigt hat, dass die Variabilität von Jahr zu Jahr sehr klein ist. Dies zeigen auch die phänologischen Kalender der verschiedenen phänologischen Beobachtungsstationen in der Schweiz, wo die Variationsbreite bei der Blattentfaltung der Buchen durchwegs am kleinsten ist.

Für die drei phänologischen Frühlingsphasen konnten bei den 225 ausgewerteten Zeitreihen 36,4% signifikante Trends gefunden werden. Ein genau gleich grosser Anteil signifikanter Trends wurde bei allen Frühlingsphasen (Vollblüte und Blattentfaltung von Kräutern, Sträuchern und Bäumen) für die ganze Schweiz ermittelt. Bei den ausgewerteten phänologischen Herbstphasen (Blattverfärbung der Rosskastanien und Buchen sowie Blattfall der Rosskastanien und Buchen) konnten 212 phänologische Zeitreihen berücksichtigt werden mit einem Anteil signifikanter Trends von 38,7%. Dies ergibt ein Total bei 437 berücksichtigten Zeitreihen und 154 signifikanten Zeitreihen von 37,5%. Werden alle Phänophasen (Waldbäume, Sommer- und Winterlinden, Sträucher und Kräuter) für die ganze Schweiz berücksichtigt, dann beträgt der Anteil der signifikanten Trends 37,9%. Die Waldbäume verhalten sich diesbezüglich genau gleich wie die übrigen beobachteten Pflanzen.

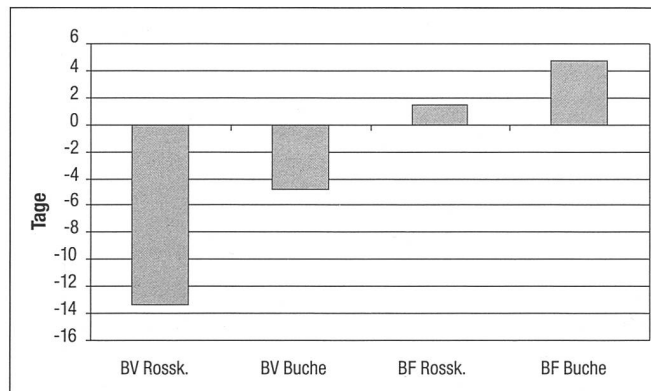
Neben den Anteilen der signifikanten Trends ist die effektive Verfrühung bzw. Verspätung in Tagen von Interesse. In *Abbildung 1* sind diese Werte für die drei ausgewerteten Früh-



**Abbildung 1: Phänologische Trends der Waldbäume im Frühling für die ganze Schweiz, 1951 bis 2000.**

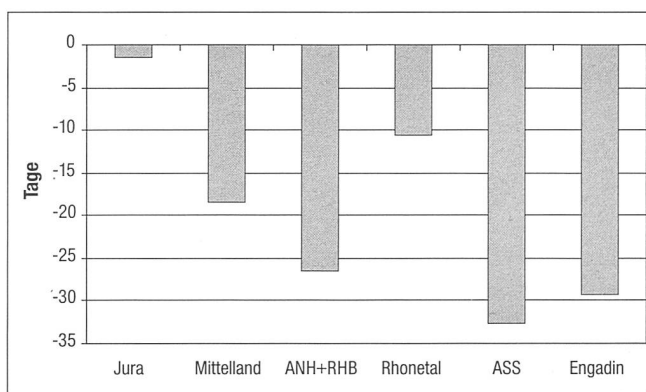
NA: Nadelaustrieb, BE: Blattentfaltung.

lingsphänophasen der Waldbäume dargestellt. Die grösste Verfrühung innerhalb von 50 Jahren ist mit 21,4 Tagen beim Nadelaustrieb der Lärchen zu finden. Beim Nadelaustrieb der Fichten ist zwar der grösste Anteil signifikanter Trends aufgetreten, doch ist das Ausmass der Verfrühung mit 8,0 Tagen geringer als bei den übrigen Frühlingsphasen. Die Blattentfaltung der Buchen weist eine Verfrühung von 11,9 Tagen auf. In *Abbildung 2* sind die Trends der vier phänologischen Herbstphasen dargestellt. 4,8 Tage früher tritt die Blattverfärbung der Buchen und 13,3 Tage früher die Blattverfärbung der Rosskastanien auf. Die stärkere Verfrühung bei den Rosskastanien ist auf Schädlingsbefall (Miniermotte) und auf möglichen Trockenstress zurückzuführen. Einzig der Blattfall der Buchen und Rosskastanien zeigt einen Trend zu späteren Eintrittsterminen von 4,8 Tagen bei den Buchen und 1,5 Tagen bei den Rosskastanien. Da die phänologischen Frühlingsphasen sehr stark von der Temperatur beeinflusst werden (STUDER *et al.* in press), sind diese Verfrühungen der phänologischen Frühlingsphasen der Waldbäume eindeutig auf die Klimaerwärmung der letzten Jahrzehnte zurückzuführen. In den letzten 100 Jahren konnte im Frühling in der Schweiz eine Zunahme der Lufttemperaturen von rund 1 °C nachgewiesen werden (BADER & BANTLE 2004). Eine plausible Erklärung für die frühere Blattverfärbung der Buchen zu finden, ist weit schwieriger, da sich die Herbsttemperaturen in den letzten 100 Jahren um etwa 1,5 °C erhöht haben und nach MENZEL (2003) warme Herbsttemperaturen die Blattverfärbung verzögern. Inwieweit vermehrte Trockenperioden während der Vegetationszeit die Blattverfärbung der Buchen verfrüht haben, kann nicht nachgewiesen werden, da es für die Schweiz keine langjährige Statistik der Trockenperioden gibt. Lediglich der Blattfall der Buchen und Rosskastanien hat sich leicht um 4,8 Tage bzw. 1,5 Tage verspätet. Diese Verspätung bei der Buche kann-



**Abbildung 2: Phänologische Trends der Waldbäume im Herbst für die ganze Schweiz, 1951 bis 2000.**

BV: Blattverfärbung, BF: Blattfall.



**Abbildung 3: Regionale Trends beim Nadelaustrieb der Lärche, 1951 bis 2000.**

ANH+RHB: Alpennordhang und Rheinbünden; ASS: Alpensüdseite.

te vor allem auf der Alpensüdseite festgestellt werden. Die Blattfallphasen werden aber weniger von der allgemeinen Klimaerwärmung beeinflusst als von kurzfristigen Wetterereignissen wie Sturmwinde, Frost oder Schneefall.

Relativ viele Daten liegen beim Nadelaustrieb der Lärchen vor. Deshalb konnten bei dieser Phänophase zusätzlich regionale Auswertungen vorgenommen werden. Die Schweiz wurde in sechs Klimaregionen, Jura, Mittelland, Alpennordhang und Rheinbünden, Rhonetal, Alpensüdseite sowie Engadin, unterteilt. Berechnet wurde die Verfrühung des mittleren Nadelaustriebes der Lärchen pro Region. In *Abbildung 3* sind die Resultate dargestellt. Auffallend sind die grossen Unterschiede von Region zu Region. Die kleinste Verfrühung wurde in der Region Jura (1,5 Tage) und die grösste auf der Alpensüdseite (32,6 Tage) gefunden. Aufgrund von unterschiedlich grossen regionalen Klimaerwärmungen können diese Unterschiede nicht erklärt werden.

Werden alle Frühlingsphasen der Waldbäume zusammengefasst, so ergibt sich eine Verfrühung von 14,3 Tagen. Bei allen Blattentfaltungs- bzw. Nadelaustriebphasen (inklusive Sträucher) beträgt der Wert der Verfrühung für die ganze Schweiz 14,6 Tage. Wird die Vegetationsperiode als Differenz zwischen den mittleren Eintrittsterminen der Blattentfaltung und der Blattverfärbung der Buchen definiert, dann verlängerte sich die Vegetationsperiode in den letzten 50 Jahren um 7,1 Tage. Dies hat aber nicht nur einen positiven Einfluss auf eine erhöhte Biomassenproduktion; auch die Schädlinge oder Pflanzenkrankheiten können sich bei höheren Temperaturen und einer längeren Vegetationsperiode besser entwickeln und vermehren.

## Schlussfolgerungen

Der Anteil der signifikanten Trends bei den phänologischen Phasen der Waldbäume unterscheidet sich nicht von den Resultaten der entsprechenden Auswertungen, wo zusätzlich die Sträucher und Kräuter berücksichtigt wurden. Je nach Phänophase sind jedoch die Ergebnisse recht unterschiedlich. Das Ausmass der Trends in Tagen ist beim Nadelaustrieb der Lärchen markant grösser als beim Nadelaustrieb der Fichten und der Blattentfaltung der Buchen. Langjährige Beobachtungen haben gezeigt, dass die entsprechenden Eintrittstermine bei der Fichte und Buche weniger stark variieren als bei der Lärche. Zudem findet der Nadelaustrieb der Lärche früher im Jahr statt als die anderen zwei Phänophasen. Wärmere Temperaturen früh im Jahr beeinflussen möglicherweise die Entwicklung der Vegetation stärker als später im Jahr, wo genügend Wärme vorhanden ist. Die regionalen Unterschiede beim Nadelaustrieb der Lärche sind kaum erklärbar. Erstaunlich sind die starken Trends auf der Alpensüdseite. Es wäre denkbar, dass in Regionen mit genügendem Wärmeangebot (z.B. Alpensüdseite) die Pflanzen weniger stark auf die Klimaerwärmung reagieren als in kühleren Gebieten (z.B. Engadin). Damit wären die hohen Werte am Alpennordhang/Rheinbünden und im Engadin erklärbar. Dieser These widersprechen aber die tiefen Werte im Jura. Auch mit regionalen Unterschieden der Temperaturtrends in den letzten 100 Jahren sind diese Resultate nicht erklärbar.

Bei den phänologischen Herbstphasen ist vor allem die Blattverfärbung der Rosskastanien in den letzten 50 Jahren früher eingetreten. Neben Krankheiten dürfte vor allem auch der Trockenstress diesen starken Trend bewirken. Obschon warme Herbstmonate die Blattverfärbung verzögern, ist auch bei der Blattverfärbung der Buchen ein Trend zu früheren Eintrittsterminen feststellbar. Trocken- und Hitzestress in den warmen Sommermonaten könnte dafür die Erklärung sein.

Dies konnte im Hitzesommer 2003 klar gezeigt werden. Möglicherweise sind Waldschäden aufgrund von Schadstoffen in der Luft und im Boden zusätzliche Einflussfaktoren.

Die Verlängerung der Vegetationsperiode bei der Buche in den letzten 50 Jahren um sieben Tage wirkt sich positiv auf das Wachstum der Bäume aus. Leider besitzen wir keine langen Datenreihen von der Nadelverfärbung der Lärchen. Doch ist aufgrund der starken Verfrühung beim Nadelaustrieb eine noch grössere Verlängerung der Vegetationsperiode bei der Lärche zu erwarten. Es muss aber berücksichtigt werden, dass auch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge von der Klimaerwärmung profitieren und auch das bodennahe Ozon in heissen Sommermonaten stark zunimmt. Wie bei jeder Veränderung auf der Welt gibt es auch hier Sonnen- und Schattenseiten. Auch bei der Klimaerwärmung gibt es Gewinner und Verlierer.

## Zusammenfassung

In verschiedenen Publikationen wurden pflanzenphänologische Trends insgesamt für Bäume, Sträucher und Kräuter betrachtet. In dieser Arbeit wird der Fokus auf die Waldbäume gerichtet. Dabei wurden die Frühlingsphasen (Blattentfaltung, Nadelaustrieb) und die Herbstphasen (Blattverfärbung, Blattfall) der Lärchen, Fichten und Buchen sowie mangels weiterer Herbstphasen auch noch der Rosskastanien berücksichtigt. Der Anteil der signifikanten Trends ist je nach Phänophase unterschiedlich gross. Der stärkste Trend zu früheren Eintrittsterminen im Frühling der Periode 1951 bis 2000 wurde beim Nadelaustrieb der Lärchen mit über 20 Tagen ermittelt. Im Herbst zeigt sich ein starker Trend zur Verfrühung bei der Blattverfärbung der Rosskastanien. Auch die Buchen verfärbten ihre Blätter innerhalb der letzten 50 Jahre tendenziell etwas früher. Die Blattfallphasen hingegen weisen einen Trend zu leicht späteren Eintrittsterminen auf. Regionale Unterschiede konnten beim Nadelaustrieb der Lärchen untersucht werden. Hier treten die schwächsten Trends zu früheren Eintrittsterminen im Jura auf und die stärksten auf der Alpensüdseite. Die Klimaerwärmung wirkt sich auf die phänologischen Eintrittstermine stark aus. Die Waldbäume reagieren diesbezüglich ähnlich stark wie die übrigen beobachteten Pflanzen (übrige Bäume, Sträucher und Kräuter).

## Résumé

### Tendances phénologiques des arbres forestiers en Suisse

Diverses publications ont permis de considérer globalement les tendances phénologiques des arbres, des buissons et des plantes herbacées. Le présent travail s'est concentré sur les arbres forestiers. Il a tenu compte des phases printanières (débourrement des feuilles ou des aiguilles) et des phases automnales (coloration et chute des feuilles) du mélèze, de l'épicéa et du hêtre, ainsi que du marronnier afin de combler le manque de phases automnales. La proportion des tendances significatives varie en fonction de la phase phénologique. Durant la période 1951 à 2000, au printemps la date d'apparition la plus précoce par rapport à la norme (plus de 20 jours avant) revient au débourrement des aiguilles du mélèze. En automne, c'est dans le cas du marronnier que l'on observe la plus forte précocité moyenne de la coloration du feuillage. Le hêtre a également eu tendance à colorer ses feuilles un peu plus tôt au cours des 50 dernières années. Quant à la chute des feuilles, on constate par contre un léger retardement de la date d'appari-

tion du phénomène. Des différences régionales ont été enregistrées pour le débourrement des aiguilles du mélèze. Dans ce cas, la tendance à la précocité de la date d'apparition est la plus faible dans le Jura et la plus forte au sud des Alpes. Le réchauffement climatique a une grande influence sur le début des phases phénologiques. Les arbres forestiers réagissent à cet effet de la même manière que les autres végétaux observés (arbres, buissons et plantes herbacées).

*Traduction: CLAUDE GASSMANN*

## Summary

### Phenological trends regarding the forest trees in Switzerland

Numerous publications are devoted to plant phenological trends of all trees, shrubs and herbs. In this work we focus on trees of the forest. We take into account the spring season (leaf and needle development) as well as the autumn (colour turning and shedding of leaves) for larch, spruce and beech, and, owing to the lack of further autumn phases, the horse chestnut. The proportion of significant trends is variable, depending on the phenological phase. The strongest trend to early arrival in spring was measured for needles of the larch for the period between 1951 and 2000 with over 20 days. The leaves of the horse chestnut show the earliest trend to turn colour in autumn. Beech leaves have also changed colour somewhat earlier over the past 50 years. The trend for shedding leaves, on the other hand, is slightly later. Regional differences were examined for the growth of needles in the larch where the weakest trends towards early growth are found in Canton Jura and the strongest on the southern side of the Alps. The warming of the climate strongly influences phenological arrival times. Trees in the forest react to this to in a similar way to other plants that have been observed (other trees, shrubs and herbs).

*Translation: ANGELA RAST-MARGERISON*

- GRUBER, F. 2004: Die Steuerung des sogenannten «Blattverlustes» der Buche (*Fagus sylvatica* L.) durch die Witterung. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 175: 83–94.
- MENZEL, A. 2003: Plant phenological anomalies in Germany and their relation to air temperature and NAO. *Climatic Change* 57: 243–263.
- MENZEL, A.; JAKOBI, G.; AHAS, R.; SCHEIFINGER, H.; ESTRELLA, N. 2003: Variations of the climatological growing season (1951–2000) in Germany compared with other countries. *Int. J. Climatol.* 23: 793–812.
- SCHEIFINGER, H.; MENZEL, A.; KOCH, E.; PETER, C. 2003: Trends of spring time frost events and phenological dates in Central Europe. *Theor. Appl. Climatol.* 74: 41–51.
- STUDER, S.; APPENZELLER, C.; DEFILA, C. in press: Inter-annual variability and decadal trends in Alpine spring phenology; A multivariate analysis approach. *Climatic Change*.

## Literatur

- AHAS, R.; AASA, A.; MENZEL, A.; FEDOTOVA, V.G.; SCHEIFINGER, H. 2002: Change in European spring phenology. *Int. J. Climatol.* 22: 1727–1738.
- BADER, S.; BANTLE, H. 2004: Das Schweizer Klima im Trend. Temperatur- und Niederschlagsentwicklung 1864–2001. Veröffentlichung der MeteoSchweiz Nr. 68, 45 S.
- BRÜGGER, R. 1998: Die phänologische Entwicklung von Buche und Fichte. *Geographica Bernensia*, G49, 186 S.
- BRÜGGER, R.; VASSELLA, A. 2003: Pflanzen im Wandel der Jahreszeiten. *Geographica Bernensia*. 287 S.
- CHMIELEWSKI, F.-M.; RÖTZER, T. 2002: Annual and spatial variability of the beginning of the growing season in Europe in relation to air temperature changes. *Clim. Res.* 19: 257–264.
- DEFILA, C. 2002: Pflanzenphänologie des Engadins: Trends bei pflanzenphänologischen Zeitreihen. *Jahresber. Nat.forsch. Ges. Graubünden* 111: 39–47.
- DEFILA, C. 2003a: Pflanzenphänologische Beobachtungen in Graubünden: Trends bei pflanzenphänologischen Zeitreihen. *Schweiz. Z. Forstwes.* 154, 8: 333–339.
- DEFILA, C. 2003b: Klimaerwärmung und Phänologie der Weinrebe. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 20: 9–11.
- DEFILA, C. 2004: Der Sommer und Herbst 2003 aus phänologischer Sicht. *Schweiz. Z. Forstwes.* 155, 5: 142–145.
- DEFILA, C.; CLOT, B. 2001: Phytophenological trends in Switzerland. *Int. J. Biometeorol.* 45: 203–207.
- DEFILA, C.; CLOT, B. 2003: Long-term urban-rural comparisons, in Phenology: An integrative environmental science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 541–554.

### Verfasser

Dr. CLAUDIO DEFILA, Bio- und Umweltmeteorologie, MeteoSchweiz, 8044 Zürich.