

# Umwelt

## Phänologischer Rückblick ins Jahr 1999

Claudio Defila, Bio- und Umweltmeteorologie, Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA), CH-8044 Zürich

Auskünfte: Claudio Defila, e-mail: cde@sma.ch, Fax +41 (0)1 256 92 78, Tel. +41 (0)1 256 91 11

**D**as Jahr 1999 war geprägt durch extreme Wetterereignisse. Neben Rekordschneemengen, Lawinnenniedergängen und Überschwemmungen waren auch heftige Winterstürme zu verzeichnen. Gesamthaft war das Jahr 1999 erneut zu warm und zeitweise fielen heftige Niederschläge. Die Vegetationsentwicklung verlief mehrheitlich im normalen zeitlichen Rahmen. Gegen den Sommer hin konnte eine leichte Verfrühung festgestellt werden. Im Herbst blühten die Herbstzeitlosen an verschiedenen Orten sehr spät.

Trotz Rekordschneemengen, Lawinnenniedergängen und Überschwemmungen verlief die Vegetationsentwicklung 1999 normal - im Bild: Vollblüte der Rosskastanie (Foto: SMA Zürich)

Nachdem wir 1999 für die phänologische Beobachtungsstation Fribourg-Posieux einen neuen Beobachter gefunden haben, fehlen uns für 1999 nur noch die

Daten der Station Menzonio im Tessin. Hier war die Suche nach einem neuen Beobachter oder einer Beobachterin erfolglos. Deshalb werden in Zukunft anstelle von Menzonio die Daten der Station Prato-Sornico, die sich in ähnlicher Höhenlage befindet, aufgeführt. Die Rekrutierung von guten phänologischen Beobachter/innen gestaltet sich immer schwieriger. Für Personen, die sich oft im Freien aufhalten und fast täglich einen Spaziergang machen, sind phänologische Beobachtungen eine schöne und abwechslungsreiche Aufgabe. Sie lernen den Jahresrhythmus der Vegetationsentwicklung kennen und können sehr schön die Unterschiede der phänologischen Eintrittstermine von Jahr zu Jahr verfolgen. Zurzeit fehlt uns eine interessierte Person für diese Aufgabe in Ilanz/GR.

### Rekordschneemengen, Lawinen, Überschwemmungen und Stürme

Meteorologisch war das Jahr 1999 geprägt durch Rekordschneemengen mit zahlreichen Lawinnenniedergängen im Februar, Überschwemmungen im Mai und orkanartige Stürme (Lothar) im Dezember.

Der Winter 1998/99 war in den ersten zwei Monaten (Dezember 1998 und Januar 1999) zu mild. Erst im Februar wurde es etwas zu kalt. Rekordniederschläge und Rekordschneemengen lösten zahlreiche Grosslawinen aus. Diese prekäre Lawinensituation verursachte grosse Schäden und forderte auch Menschenle-

ben. Im Südtessin herrschte hingegen extreme Trockenheit.

Die Frühlingsmonate waren durchwegs zu warm. Im März war es in den tieferen Lagen wärmer als im langjährigen Mittel. In den höheren Lagen war der Wärmeüberschuss weniger gross. Ebenfalls zu warm blieb es im April. Zudem war der April niederschlagsreich. Deutlich zu warm war es im Mai (2 bis 8 Grad wärmer als normal). Gebietsweise fiel mehr als 250 % der normalen Niederschlagsmenge. Dies führte infolge der extremen Niederschläge vom 11./12. und 20. bis 22. Mai zu Hochwasser und Überschwemmungen.

Im Juni waren die Temperaturverhältnisse normal. Doch war es in der ganzen Schweiz zu nass. Im Juli war es hingegen wieder deutlich zu warm. In den meisten Regionen waren die Regenmengen unterdurchschnittlich. Lokal fielen jedoch heftige Gewitterregen. Deutlich zu warm war es, vor allem auf der Alpennordseite, im August. Die Niederschlagsmengen waren in weiten Teilen der Schweiz überdurchschnittlich.

Etwa 3 Grad zu warm war es im September auf der Alpennordseite. Auf der Alpensüdseite war es lediglich 2 Grad zu warm, aber deutlich zu nass. Ebenfalls zu mild war es im Oktober. Der November war leicht zu kühl und geprägt durch einen kräftigen Wintereinbruch. Das Jahr 1999 war erneut zu warm und geprägt durch zeitweilig heftige Niederschläge.



Tab. 1. Phänologische Beobachtungen 1999

Phäno-Phasen Stationen/Höhe m ü.M.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>1. Jura</b>											
Moutier/530m	15.3. o	1.5. o	24.5. -		26.4. o	11.5. o	4.5. o	10.6. o	20.6.	8.10. -	28.9. ++
L'Abergement/660m		19.4. o	24.6. +			15.4. -	15.4. -	1.7. ++			1.10. ++
Le Locle/1020m	20.3. o	6.5. o	11.6. -		22.5. +	20.5. o		19.6. o			22.9. o
Les Ponts-de-Martel/1120m		28.5. +	10.5. --		16.5. o			15.6. -			
<b>2. Wallis/Rhonetal</b>											
Leytron/480m	15.3. o	2.4. -	14.5. --	22.6. +	12.4. o	30.4. o	26.4. +		15.6. o	13.10. o	
Fiesch/1100m		17.5. +			3.5. o			18.6. o			
Plans s. Bex/1100m		15.5. o		15.6.							
Gryon/1100m		24.4. o	26.5. o	31.7. o	1.5. o	13.5. o	8.5. o	24.5. --			
St. Luc/1650m		22.5. o									
<b>3. Zentralschweiz</b>											
Sarnen/500m	2.3. -	6.4. -	10.5. --	18.6. -	21.4. o	1.5. o	1.5. o	27.5. ++			
Entlebuch/765m	28.3. o	28.4. -	25.5. --	21.6. -	27.4. o	13.5. o	4.5. o	27.5. o	20.6. -	5.10. o	1.9. o
Escholzmatt/910m		1.5. o	26.5. -	27.6. --	2.5. -	10.5. -	8.5. -	26.5. --			
Gadmen/1205m		9.6. +	22.6. o		12.5. -			1.7. o			
<b>4. Mittelland</b>											
Liestal/350m	14.3. o	9.4. o	13.5. o	18.6. o	9.4. o	30.4. o	10.4. o	28.5. o			
Cartigny/400m	5.3. o	8.4. o	2.5. --	16.5. --	7.4. o	28.4. o	26.4. o	26.5. o	9.6. --		
Oeschberg/485m	22.3. o	25.4. o	15.5. -	17.6. -				24.5. o			8.9.
Rafz/515m	15.3. o	22.4. o	15.5. o	28.6. o	25.4. o	3.5. o	2.5. o	27.5. o	18.6. o	21.10. o	2.9. o
Zürich Witikon/620m	20.3. o	23.4. o	18.5. o	20.6. o	9.4. o	3.5. o	25.4. o	5.6. ++	17.6. o	21.10. o	3.9. o
Fribourg Posieux/680m	5.4. +	2.5. o	17.5. --	26.6. o	2.5. o	7.5. -	4.5. o	23.5. o	25.6. o		
Uetliberg/815m	5.4. o	2.5. o									
Wyssachen/850m	1.4. o	26.4. o	25.5. o	30.6. o	28.4. o	7.5. -	1.5. -	25.5. -		14.9. o	20.9. o
<b>5. Ostschweiz u. Mittelbünden</b>											
Sargans/480m	9.3. o	22.4. o	20.5. o	22.6. o	14.4. o	11.5. +	29.4. o	10.6. ++	12.6. -	21.10. o	20.10. +
Wattwil/625m	22.3. o	29.4. o	18.5. -		4.5. o	9.5. o	5.5. o	25.5. o			
Thusis/700m	28.3. o	28.4. o	23.5. o		25.4. o	7.5. o	2.5. o	25.5. -			1.9. --
Ennetbühl/900m	15.3. o	3.5. o	5.6. o		7.5. o	7.5. o	7.5. o				20.9. ++
Seewis/960m	3.4. o	10.5. o	1.6. o		28.4. o	5.5. -	4.5. o	29.5. o			
Andeer/985m	31.3. o	16.5. o	1.6. o	7.7. o	7.5. o	16.5. o	14.5. o	27.5. --	1.7. o	16.10. +	6.9. +
Vals/1250m	24.4. ++	18.5. o	12.6. o		13.5. -	18.5. o	13.5. o	28.6. o			4.9. o
Davos/1560m	30.4. +	2.6. o	1.7. o					25.6. o			23.9. o
<b>6. Engadin u. Südbünden</b>											
Brusio/800m		7.4. -		28.6. o	9.4. o	10.5. +	30.4. o	25.5. -			
Stampa/1000m	24.3. o	12.5. o	27.5. o		8.5. o	13.5. o	7.5. o	8.6. --			3.10. ++
Martina/1050m	3.4. o	9.5. o	3.6. o		10.5. o	20.5. o	20.5. o	1.6. --			14.9. ++
Scuol/1240m	10.4. o	16.5. ++	23.6. o	10.7. o	12.5. o	16.5. o	15.5. o	26.6. o			20.9. o
Sent/1440m	10.4. ++	10.5. o	1.6. -		11.5. o	25.5. o	20.5. o	14.6. -			21.9. o
San Bernardino/1625m		29.4. o	15.6. -					24.7. o			
St. Moritz/1800m	27.4. +	24.5. o	15.6. -					5.7. --			26.8. o
<b>7. Tessin</b>											
Aurigeno/350m		3.4. -	11.5. o	22.6. +	1.4. o	10.4. o	10.4. o	31.5. o	31.5. o	5.10. o	
Cavergno/430m	10.4. o	6.4. o	20.5. o		2.4. o			7.6. +	15.6. o		
Prato-Sornico/750m		10.4. --	26.5. o	22.6. o	8.4. -		9.4. -	16.6. o			
Vergeletto/1100m	9.4.	29.4.	26.5.	1.7.	23.4. o	10.5.	30.4.	10.6. --			28.10.

**Phänophasen:**

- 1 Vollblüte des Huflattichs (*Tussilago farfara*)
- 2 Vollblüte des Löwenzahns (*Taraxacum officinale*)
- 3 Vollblüte der Margerite, Wucherblume (*Chrysanthemum leucanthemum*)
- 4 Vollblüte der Sommerlinde (*Tilia grandifolia*)
- 5 Vollblüte der Kirschbäume
- 6 Vollblüte der Apfelbäume
- 7 Vollblüte der Birnbäume
- 8 Beginn der Heuernte
- 9 Vollblüte der Weinrebe
- 10 Weinlese
- 11 Vollblüte der Herbstzeitlosen (*Colchicum autumnale*)

**zeitliche Entwicklung:**

- sehr früh
- früh
- o normal
- + spät
- ++ sehr spät
- keine Angabe: zu kurze Beobachtungsreihe

## Normale Vegetationsentwicklung

In der Tabelle 1 herrschen die Phänophasen vor, die zeitlich normal eingetreten sind. Je nach Region und Phänophase kommen auch frühe und späte Eintrittstermine vor.

**Frühling:** In den tieferen Lagen des Mittellandes und im Tessin blühten die Haselsträucher bereits Ende Januar. Durch den darauf folgenden Wintereinbruch wurde die weitere Vegetationsentwicklung unterbrochen und die allgemeine Haselblüte fand danach Anfang März statt. Mitte März konnten an bevorzugten Lagen die ersten blühenden Hufplattiche und Buschwindröschen beobachtet werden. Ein erneuter Wintereinbruch stoppte nochmals die Vegetationsentwicklung. Anfangs April blühten allgemein im Mittelland die Buschwindröschen, was als normal bezeichnet werden kann. Auch die weiteren phänologischen Frühlingsphasen, wie die Blattentfaltung der Rosskastanien, der Nadelaustrieb der Lärchen, die Vollblüte der Kirschen und des Löwenzahns, fanden im normalen zeitlichen Rahmen statt. Auch Anfang Mai konnte die Natur in den tieferen Lagen den gewohnten Fahrplan einhalten. In den höheren Regionen konnte hingegen eine leichte Verfrühung festgestellt werden. Mitte Mai ergrünten auch bei den höchstgelegenen Beobachtungsstationen im Oberengadin bereits die Lärchen. Der Vorsprung gegenüber der Norm betrug rund 10 Tage, was als früh bezeichnet werden kann. Ebenfalls mit einem Vorsprung von etwa 10 Tagen blühten die Margeriten im Mittelland und schlossen den phänologischen Frühling ab.

Von den phänologischen Frühlingsphasen in Tabelle 1 hebt sich vor allem die Phase 4 (Vollblüte Margerite) von den übrigen

Phasen ab. Gebietsweise konnte bei der Vollblüte der Margerite eine sehr frühe Vegetationsentwicklung registriert werden. Diese Phase stellt den Übergang vom phänologischen Frühling in den Sommer dar.

**Sommer:** Bei den phänologischen Sommerphasen (in Tab. 1 durch die Vollblüte der Weinreben und den Beginn der Heuernte repräsentiert) kann kein einheitlicher Trend zu frühen oder späten Eintrittsterminen festgestellt werden. Neben den normalen Eintrittsterminen kommen noch relativ viele späte und frühe vor.

Anfang Juni begannen die Landwirtinnen und Landwirte gleichzeitig mit der Heuernte in den tieferen und höheren Lagen (bis etwa 1000 m ü.M.). Dies bedeutet eine zeitlich normale Heuernte im Unterland und eine verfrühte Heuernte in höheren Lagen. Die Vollblüte der Weinreben im Tessin konnte ebenfalls Anfang Juni festgestellt werden. Auf der Alpennordseite begann die Blüte der Weinreben gegen Ende Juni. Gleichzeitig konnte auch die Vollblüte der Sommerlinden beobachtet werden. Der Vorsprung betrug rund 10 Tage, so dass der phänologische Sommer als normal bis früh bezeichnet werden kann.

**Herbst:** Bei der Weinlese überwiegen eindeutig die normalen Eintrittstermine. Bei der Vollblüte der Herbstzeitlose treten relativ viele sehr späte Eintrittstermine auf.

Die ersten herbstlich verfärbten Laubbäume konnten bereits Ende September beobachtet werden. Zeitlich normal begann die Weinlese Anfang Oktober. Die weitere Laubverfärbung konnte je nach Region und Höhenlage als früh, normal oder gar spät bezeichnet werden. Der Beginn des Blattfalls war gleich wie 1998 Anfang November.

Trotz einer regnerischen Vegetationsperiode verlief die Vegetationsentwicklung 1999 mehrheitlich normal. Gegen den Sommer hin konnte sogar eine Verfrühung festgestellt werden.

## Trendanalysen bei phänologischen Zeitreihen

Eine globale Erwärmung wird sich auch auf die phänologischen Eintrittstermine auswirken. So werden vor allem die phänologischen Frühlingsphasen sehr stark von den Lufttemperaturen beeinflusst (Defila 1991). An der Universität München wurde in der Tat für Europa eine Verlängerung der Vegetationsperiode gefunden (Menzel und Fabian 1999). Untersucht wurden die Daten der Internationalen Phänologischen Gärten (IPG) der Periode 1959 bis 1993. In diesen Gärten werden erbgleiche, geklonte Pflanzen (Bäume und Sträucher) beobachtet. Innerhalb von 30 Jahren konnte bei den Frühlingsphasen (Blattentfaltung) eine Verfrühung von sechs Tagen festgestellt werden. Die Herbstphasen (Blattverfärbung) hat sich um 4,8 Tage verspätet. Dies ergibt eine mittlere Verlängerung der Vegetationsperiode innerhalb von 30 Jahren von 10,8 Tagen. Modellierungen ergaben, dass die Frühlingsphasen bis zu sechs Tage früher eintreten bei einer winterlichen Temperaturerhöhung von 1 Grad.

Es stellt sich die Frage, ob beim nationalen phänologischen Beobachtungsnetz der Schweiz ähnliche Resultate gefunden werden können. Es ist zu beachten, dass es sich dabei nicht um erbgleiches Pflanzenmaterial handelt. Lineare Trendanalysen von phänologischen Zeitreihen (maximale Periode 1951 bis 1998) wurden einerseits für klimatologisch begrenzte Regionen wie das Tessin und Engadin durchgeführt sowie für die gesamte Schweiz.

Im Engadin konnten infolge mangelnder Herbstphasen (Laubverfärbung) nur die Frühlingsphasen ausgewertet werden. Fast die Hälfte der analysierten Zeitreihen weisen im Frühling einen signifikanten Trend zur Verfrühung von rund 14 Tagen innerhalb der Periode 1971 bis 1998 auf. Die Tatsache, dass die Verfrühung im Engadin weit stärker ist als bei den Internationalen Gärten, kann mit der Höhenlage des Engadins erklärt werden. In diesen Höhenlagen ist das Wärmeangebot ein limitierender Faktor für die Entwicklung und das Wachstum der Pflanzen. Deshalb reagieren sie auch extremer auf Veränderungen der Lufttemperaturen.

Im Tessin konnte ein allgemeiner Trend zu späteren Eintrittsterminen bei den Herbstphasen festgestellt werden. Im Frühling hingegen sind die Verhältnisse differenzierter. Die vegetativen Phasen (Blattentfaltung, -verfärbung und -fall) weisen ebenfalls einen Trend zur Verspätung auf während bei den generativen Phasen (Blühphasen) ein Trend zur Verfrühung auftrat. Dies bedeutet, dass die photosynthetisch aktive Zeit (Vegetationsperiode) nicht verlängert sondern lediglich verschoben wurde. Innerhalb der Untersuchungsperiode (1951 bis 1998) konnte eine mittlere Verschiebung der phänologischen Eintrittstermine von rund 26 Tagen registriert werden. In der Annahme, dass es sich um einen linearen Trend handelt, kommt man für eine Periode von 28 Jahren (vergleichbar mit dem Engadin) auf eine Verschiebung der Eintrittstermine von 15 Tage, was mit den Resultaten vom Engadin (14 Tage) vergleichbar ist. Weshalb auch im Tessin, wo das Wärmeangebot kein limitierender Faktor ist, ein stärkerer Trend als bei den Internationalen Phänologischen Gärten auftrat, kann zurzeit nicht eruiert werden.

Bei den Trendanalysen für die gesamte Schweiz können erst provisorische Resultate bekannt gegeben werden. Es wurden 895 Phänophasen und 68 Stationen untersucht. Davon weisen rund 305 einen signifikanten Trend auf. Ein Drittel dieser signifikanten Trends zeigen einen Trend zu späteren Terminen und zwei Drittel zu früheren Terminen. Die Unterschiede zwischen Frühlings- und Herbstphasen sowie zwischen generativen und vegetativen Phasen sind nicht mehr eindeutig. Die Auswertungen der gesamten Schweiz müssen noch genauer analysiert werden.

Bei den Trendanalysen für die gesamte Schweiz können erst provisorische Resultate bekannt gegeben werden. Es wurden 895 Phänophasen und 68 Stationen untersucht. Davon weisen rund 305 einen signifikanten Trend auf. Ein Drittel dieser signifikanten Trends zeigen einen Trend zu späteren Terminen und zwei Drittel zu früheren Terminen. Die Unterschiede zwischen Frühlings- und Herbstphasen sowie zwischen generativen und vegetativen Phasen sind nicht mehr eindeutig. Die Auswertungen der gesamten Schweiz müssen noch genauer analysiert werden.

### Literatur

- Defila C., 1991. Pflanzenphänologie der Schweiz. Inaugural-Dissertation, Uni Zürich; 235 S. In: Veröff. der Schweiz. Meteorologischen Anstalt, Nr. 50
- Menzel A. and Fabian P., 1999. Growing season extended in Europe. *Nature* Vol. 397, 25 February 1999, S. 659

## RÉSUMÉ

### Rétrospective phénologique de l'année 1999

L'année 1999 a été marquée par des événements météorologiques extrêmes. En plus des quantités de neige records, des avalanches destructrices et des inondations, il faut relever de violentes tempêtes hivernales. De façon générale, l'année 1999 a été comme les précédentes trop chaude. D'abondantes précipitations ont été enregistrées à certaines périodes. Le développement de la végétation s'est généralement déroulé dans les délais. Au début de l'été, la végétation avait pris un peu d'avance. En automne, les colchiques ont fleuri tardivement dans de nombreuses régions.

En relation avec une éventuelle évolution climatique, l'analyse des tendances révélées par les données phénologiques à long terme est particulièrement intéressante. Les informations fournies par les jardins phénologiques internationaux mettent en évidence l'allongement de la période de végétation en Europe. En Suisse, le Tessin et l'Engadine ont été étudiés les premiers. En Engadine, les phases printanières se montrent significativement plus précoces. Au Tessin, ce sont les phases automnales qui interviennent plus tardivement. L'analyse de l'ensemble des données disponibles en Suisse est en cours, et apportera certainement d'autres résultats importants.

## RIASSUNTO

### Retrospectiva fenologica per l'anno 1999

L'anno 1999 è stato caratterizzato da eventi meteorologici estremi. Accanto a quantitativi record di precipitazioni, valanghe e allagamenti, bisogna pure annoverare violente tempeste invernali. In generale, l'anno è nuovamente risultato troppo caldo e a intervalli sono cadute precipitazioni molto forti. Lo sviluppo della vegetazione si è però perlopiù svolto con le scadenze normali, anche se verso l'estate si è potuto constatare un lieve anticipo e in autunno il colchico, in diverse località, è fiorito molto tardi.

Nel contesto di un possibile cambiamento climatico, l'analisi di trend delle serie fenologiche sono di interesse. Dai rilevamenti dei giardini fenologici internazionali, in Europa si è potuto constatare un allungamento del periodo vegetativo. Le prime analisi per la Svizzera sono state effettuate per le regioni Ticino ed Engadina. Mentre in Engadina è risultato un trend significativo verso un anticipo delle fasi primaverili, in Ticino si può notare una generale tendenza a un ritardo dell'inizio delle fasi autunnali. I risultati globali per la Svizzera devono ancora venir analizzati in maniera più dettagliata.