

Umwelt

Phänologischer Rückblick ins Jahr 2000

Claudio Defila, Bio- und Umweltmeteorologie, MeteoSchweiz, CH-8044 Zürich

Auskünfte: e-mail: claudio.defila@meteoschweiz.ch, Fax +41 (0)1 256 92 78, Tel. +41 (0)1 256 91 11

ZUSAMMENFASSUNG

Das Jahr 2000 war ein warmes bis aussergewöhnlich warmes Jahr. Vergleichbare Temperaturen herrschten nur 1947 und 1990. 1994 war es sogar noch wärmer. Im Engadin, auf der Alpensüdseite und im Goms war es deutlich zu nass. In der übrigen Schweiz fielen normale Niederschlagsmengen. Überdurchschnittlich sonnig präsentierte sich die Alpennordseite und das Südtessin. Geprägt wurde das Jahr 2000 durch die Unwetter Mitte Oktober im Wallis und Tessin. Bei der Vegetationsentwicklung konnte im Frühling und Sommer eine deutliche Verfrühung festgestellt werden. Bei den phänologischen Herbstphasen ist jedoch kein eindeutiger Trend ersichtlich.

Die Vollblüte des Schwarzen Holunders trat im Jahr 2000 früh bis sehr früh auf.
(Foto: MeteoSchweiz)

Auch im Jahr 2000 mussten wir zahlreiche, meist altersbedingte, Rücktritte bei den phänologischen Beobachtern und Beobachterinnen registrieren. Besonders ist auch die in Tabelle 1

aufgeführte Station Les Plans sur Bex davon betroffen. Trotz intensiver Suche konnte keine Nachfolge gefunden werden. Es würde uns sehr freuen, wenn sich junge, naturverbundene

Leute vermehrt für diese schöne Aufgabe interessieren würden. Es wäre sehr schade, wenn sich das phänologische Beobachtungsnetz immer mehr auslichten würde. Gerade zu einer Zeit wo die Phänologie national und international einen starken Aufschwung erlebt. Erfreulich ist die Tatsache, dass ab 2001 neu etwa 18 waldphänologische Beobachtungsstationen bei der MeteoSchweiz angesiedelt sind. Bei diesen Stationen wird eine Auswahl von Waldbäumen direkt im Bestand beobachtet.

Verschiedene Unwetter in der Schweiz

Im Januar und Februar 2000 war es zu mild. Nach einem niederschlagsarmen Januar folgte ein nasser Februar. Im März war es in der ganzen Schweiz zu mild. Im Westen und Süden war es sonnig und im Osten nass und trüb. Der April war auf der Alpennordseite durch häufigen Südföhn geprägt, und fiel entsprechend deutlich zu warm aus. Auf der Alpensüdseite hingegen war es nass und trüb. Die erste Maihälfte war extrem warm und bei vielen Stationen die wärmste erste Maihälfte seit Messbeginn. Der Wärmeüberschuss betrug im Mai insgesamt etwa 3 Grad. Im Juni war es sehr warm und sonnig. Der Wärmeüberschuss betrug wieder fast 3 Grad. In vielen Landesteilen war es deutlich zu trocken. Der Juli hingegen präsentierte sich kühl, regnerisch und sonnenarm. Zum Teil war es deutlich zu kühl. Nach einem kühlen Monatsbeginn herrschten im August hoch-



Tab. 1. Phänologische Beobachtungen 2000

Phäno-Phasen Stationen/Höhe m ü.M.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Jura											
Moutier/530 m	20.3. o	5.5. o	26.5. o		26.4. o	2.5. -	4.5. o	6.6. -	20.6.		15.9. +
L'Abergement/660 m		2.5. +	10.5. -		23.4. o	24.4. o	28.4. o	28.5. o		7.10. -	
Le Locle/1020 m	26.3. o	6.5. o	28.6. +	3.8.	3.5. --	3.5. --					10.9. -
Les Ponts-de-Martel/1120 m	4.4. o	18.5. o			14.5. o	17.5. -		1.6. --			
2. Wallis/Rhonetal											
Leytron/480 m	16.3. o	5.4. o		15.6. o	5.4. o	25.4. o	12.4. o		9.6. -	27.9. --	
Fiesch/1100 m		6.5. o			2.5. o		1.5. -	14.6. -			
Plans s. Bex/1100 m											
Gryon/1100 m		4.4. -	15.5. --		27.4. -	7.5. -	7.5. -	7.6. -			25.10. ++
St. Luc/1650 m		8.5. -	10.6. o		15.5. o			26.6. -			
3. Zentralschweiz											
Sarnen/500 m	24.2. --	8.4. -	30.4. --	10.6. --	13.4. o	25.4. -	21.4. o	28.4. --			9.9. +
Entlebuch/765 m	14.3. o	25.4. -	11.5. --	1.6. --	23.4. -	3.5. --	28.4. -	14.5. -	7.6. --	13.10. o	31.8. o
Escholzmatt/910 m	12.3. o	2.5. o	15.5. --	27.6. --	29.4. -	6.5. --	3.5. -	2.6. -			
Gadmen/1205 m		19.5. -			12.5. -						
4. Mittelland											
Liestal/350 m	7.3. o	10.4. o	8.5. -	16.6. o	15.4. o	24.4. o	14.4. o	15.5. -			
Cartigny/400 m	8.3. o	9.4. o	6.5. -	22.5. --	8.4. o	29.4. o	28.4. o	19.5. --	4.6. --	23.9. -	
Oeschberg/485 m	14.3. o	17.4. -	14.5. --	12.6. --				1.5. --			
Rafz/515 m	6.3. -	14.4. -	10.5. -	16.6. -	16.4. o	29.4. -	26.4. o	16.5. o	13.6. -	14.10. o	1.9. o
Zürich-Witikon/620 m	9.3. o	19.4. -	14.5. --	8.6. --	14.4. o	26.4. -	22.4. o	18.6. ++	9.6. --	28.9. --	25.8. --
Fribourg-Posieux/680 m	5.4. +	20.4. o	22.5. o	16.6. --	27.4. o	3.5. -	26.4. -	1.6. o			
Uetliberg/815 m	2.4. o	30.4. o									
Wyssachen/850 m	16.4. +	26.4. o	15.5. -	20.5. --	25.4. o	4.5. -	27.4. -	15.5. --	16.5. --	25.9. o	20.9. o
5. Ostschweiz u. Mittelbünden											
Sargans/480 m	2.4. +	16.4. o	7.6. +	9.6. -	20.4. o	25.4. o	25.4. o	28.5. +	6.6. --	14.10. o	15.10. +
Wattwil/625 m		30.4. o	12.5. --		29.4. o	4.5. -	1.5. o	10.5. --			24.8. -
Thuisi/700 m	30.3. o	25.4. o	17.5. o		21.4. o	1.5. o	23.4. o	16.5. --			
Ennetbühl/900 m		29.4. o									22.8. -
Seewis/960 m	15.4. o	3.5. o	7.6. o		28.4. o	7.5. o	2.5. o	17.5. --			5.10. o
Andeer/985 m	12.3. -	1.5. --	29.5. o	26.6. --	1.5. -	5.5. --	5.5. --	1.6. -	21.6. -	5.10. o	20.8. -
Vals/1250 m	23.4. ++	17.5. o	14.6. o		10.5. -	17.5. -	10.5. -	26.6. o			1.9. o
Davos/1560 m	2.5. +	30.5. o	19.6. -					18.6. -			3.9. o
6. Engadin u. Südbünden											
Brusio/800 m				5.7. o				22.5. --			
Stampa/1000 m	21.3. o	3.5. +	19.5. -		29.4. o	8.5. -	29.4. -	19.6. +			
Martina/1050 m	7.4. o	4.5. --	24.5. -		6.5. -	11.5. -	15.5. -	13.6. -			23.8. -
Scuol/1240 m	18.4. ++	7.5. o	5.6. o		5.5. o	15.5. o	22.5. +	5.6. --			20.9. o
Sent/1440 m	2.4. +	5.5. o	26.5. --		6.5. --	15.5. --	14.5. -	16.6. o	21.6. --	4.11. +	12.9. o
San Bernardino/1625 m		30.4. o	17.6. -					20.7. o			
St. Moritz/1800 m	22.4. o	22.5. o	9.6. --					22.6. --			28.8. o
7. Tessin											
Aurigeno/350 m		3.4. -	10.5. o	10.6. +	30.3. o	8.4. o	8.4. o	29.5. o	3.6. o	2.10. -	
Caveragno/430 m	22.3. o	15.4. o	10.5. -		30.3. o	24.4. +	22.4. +	7.6. +	16.6. o	24.9. --	
Prato-Sornico/750 m		18.4. -	7.6. o	18.6. o	7.4. -	9.4. -	9.4. -	14.6. o			
Vergeletto/1100m	20.3.	27.4.	24.5.	3.7.	24.4. o	3.5. o	3.5. +	22.6. o			4.11.

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

sommerliche Temperaturen. Im Westen und Süden viel zu wenig Niederschlag. Der September war leicht zu warm mit zum Teil ergiebigen Niederschlägen. Unwetterkatastrophen im Wallis und höchster Pegelstand des Lago Maggiore seit 1868 brachte der Oktober. Vom 11. bis 15. und 30./31. Oktober fielen im Wallis, Süden und Engadin extreme Niederschläge. Es gab Tote und verheerende Schäden. Im November war es im Norden mild und föhnig, während es im Süden extrem nass blieb.

Ein weiteres frühes phänologisches Jahr

In der Tabelle 1 herrschen die Phänophasen vor, die zeitlich normal eingetreten sind. Ab Phase 2 (Vollblüte des Löwenzahns) beginnen die frühen Eintrittstermine zuzunehmen. Bei den phänologischen Sommerphasen überwiegen die zu frühen Eintrittstermine. Im Herbst gibt es hingegen keinen deutlichen Trend zu frühen oder späten Terminen.

Frühling: Mit der Vollblüte der Hasel begann auf der Alpensüdseite bereits Anfang Februar die phänologische Saison. In den tieferen Lagen der Alpennordseite konnten blühende Haselsträucher rund einen Monat später beobachtet werden. Allgemein trat diese Phänophase zeitgerecht auf. Die Vollblüte des Huflattichs (Tab. 1) präsentierte sich hingegen recht uneinheitlich. Neben wenigen frühen Eintrittsterminen gab es auch einige späte und sehr späte Termine. Eine zunehmende Verfrühung ist bei den späteren phänologischen Frühlingsphasen feststellbar. Mitte April wurde ein allgemeiner Vorsprung der Vegetationsentwicklung von rund zehn Tagen beobachtet. Doch bereits Anfang Mai betrug der Vorsprung zwei bis drei Wochen. Die Vollblüte der Margerite trat im Jahr 2000 sehr früh auf. Bei

einigen Beobachtungsstationen der Schweiz konnte bei dieser Phänophase das frühe Datum seit Beobachtungsbeginn notiert werden. Auch die Obstbäume blühten vielerorts früher als in normalen Jahren.

Nach einem normalen Vegetationsbeginn wurde im Verlauf des phänologischen Frühlings eine zunehmende Verfrühung festgestellt.

Sommer: Der Beginn der Heuernte sowie die Vollblüte der Weinreben und Sommerlinden wurden mehrheitlich früh beobachtet. Der Beginn der Heuernte ist jedoch kein guter Indikator für die Phänologie, da die Technik der Heuernte in den letzten Jahren stark geändert hat. Doch weisen die zwei anderen phänologischen Sommerphasen (Vollblüte der Weinreben und Sommerlinden) auf eine starke Verfrühung im Sommer 2000 hin. So blühten im Mittelland Mitte Juni die Sommerlinden zwei bis drei Wochen früher als normal. Diese Aussage wird bestätigt durch die frühe bis sehr frühe Vollblüte des Schwarzen Holunders (in Tab. 1 nicht enthalten). Der phänologische Sommer 2000 kann als früh bezeichnet werden.

Herbst: Die Weinlese konnte teilweise früher als in normalen Jahren durchgeführt werden. Bei der Vollblüte der Herbstzeitlose ist jedoch kein eindeutiger Trend ersichtlich. Die Blattverfärbungs- und Blattfallphasen konnten grösstenteils zeitgerecht notiert werden. Mitte Oktober erreichte die allgemeine Laubverfärbung die tieferen Lagen der Alpennordseite. Das Ende der phänologischen Saison begann mit dem Blattfall Ende Oktober/Anfang November. Ausreisser gab es bei den phänologischen Herbstphasen auch in dieser Saison. Die Modellierung der phänologischen Herbstpha-

sen mit Wetterparametern ist noch allgemein eine ungelöste Aufgabe.

Das Jahr 2000 setzt die Folge von frühen phänologischen Eintrittsterminen fort. Dies gilt besonders für den Frühling und Sommer.

Trendanalysen bei phänologischen Zeitreihen

Bereits im letztjährigen Rückblick auf die phänologische Saison 1999 (Defila 2000) wurde auf die phänologischen Trends hingewiesen. Auch ist erwähnt worden, dass die Auswertungen noch detaillierter analysiert werden müssen. Heute gibt es diesbezüglich neue Resultate. Von 896 phänologischen Zeitreihen (1951-1998), die sich auf 68 Beobachtungsstationen und 19 verschiedene Phänophasen verteilen, wurden lineare Trendanalysen durchgeführt. 30 % aller getesteten Zeitreihen weisen einen signifikanten Trend (F-Test, $P < 0,05$) auf: Bei 10,9 % aller Zeitreihen konnte ein signifikant positiver Trend (zu späteren Eintrittsterminen) und bei 19,1 % ein signifikant negativer Trend (zu früheren Terminen) festgestellt werden. Besonders überwiegen im Frühling und Sommer die negativen Trends, während im Herbst die positiven Trends nur leicht häufiger vorkommen. Im Frühling konnte eine mittlere Verfrühung (1951 - 2000) von 11,6 Tagen und im Herbst eine mittlere Verspätung von 1,7 Tagen berechnet werden. Dies ergibt in den 50 Beobachtungsjahren eine Verlängerung der Vegetationsperiode von 13,3 Tagen oder 0,3 Tage pro Jahr. Eine solche verlängerte Vegetationsperiode hat auf die Biosphäre (Biomasseproduktion, Vegetationsverteilung, Frostgefährdung usw.) einen bedeutenden Einfluss. Tendenziell treten bei den höher gelegenen Stationen stärkere Trends zur Verfrühung auf als bei Stationen im

Tiefeland. Wird die Schweiz in sieben Klimaregionen unterteilt, dann werden markante Unterschiede ersichtlich. Während im Jura, Mittelland, Alpennordhang, Rheinbünden und Engadin die negativen Trends (frühere Eintrittstermine) vorherrschen, sind im Wallis und auf der Alpensüdseite die positiven Trends (spätere Eintrittstermine) stärker vertreten. Die phänologischen Frühlingsphasen werden sehr stark von der Temperatur beeinflusst. Die zwei Regionen Wallis und Alpensüdseite sind klimatisch begünstigt und somit ist das Wärmeangebot in diesen Regionen weniger stark limitierend für das Wachstum und die Entwicklung der Pflanzen als in den übrigen Regionen. Somit reagieren die Pflanzen weniger stark auf

eine Erwärmung. Die Tatsache, dass bei höher gelegenen Stationen die Verfrühung markanter auftritt als bei den Tieflandstationen, erhärtet diese These. In Zukunft müssen die regionalen Unterschiede noch genauer untersucht werden und besonders auch mit guten Temperaturmessreihen verglichen werden.

Diese Ergebnisse belegen, dass die Phänologie ein guter Indikator für die Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Vegetation ist. In diesem Zusammenhang darf erwähnt werden, dass die Phänologie weltweit einen Aufschwung erlebt. Im Oktober 2000 fand in Freising bei München der erste internationale Phänologiekongress mit 70 Teilnehmenden aus 22 Ländern statt.

Literatur

■ Defila C., 2000. Phänologischer Rückblick ins Jahr 1999. *Agrarforschung* 7(4), 154-157.

RÉSUMÉ

Rétrospective phénologique de l'année 2000

L'année 2000 a été une année chaude à exceptionnellement chaude. Des températures comparables n'apparaissent qu'en 1947 et 1990. L'année 1994 était même encore plus chaude. Les quantités de précipitations ont été trop élevées en Engadine, au sud des Alpes et à Goms, mais normales dans le reste de la Suisse. Le nord des Alpes et le sud du Tessin ont reçu un ensoleillement supérieur à la moyenne. L'année 2000 a été marquée par les intempéries de la mi-octobre en Valais et au Tessin. Au niveau du développement de la végétation, une nette précocité a été observée au printemps et en été. Par contre les phases automnales n'ont pas montré de tendance particulière.

Les derniers résultats des analyses statistiques des séries phénologiques (1951 - 1998) montrent une nette précocité du début des phases phénologiques printanières et estivales, et un léger retard des phases automnales. Au printemps, une avance moyenne (1951 - 2000) de 11,6 jours est observée, tandis qu'en automne, un retard moyen de 1,7 jour est noté. Cela correspond à un prolongement de la période de végétation de 13,3 jours sur 50 années, soit de 0,3 jour par an. Les effets de cette prolongation sont significatifs sur la biosphère (production de la biomasse, répartition de la végétation, risque dû au gel etc.). Il faut également insister sur les grandes différences régionales qui sont apparues et qui seront étudiées en détail ces prochaines années.

RIASSUNTO

Retrospektiva fenologica nell'anno 2000

L'anno 2000 è risultato da caldo a molto caldo. Temperature simili si verificarono solo nel 1947 e nel 1990, mentre che nel 1994 furono persino superiori. In Engadina, a sud delle Alpi e nel Goms fu decisamente troppo bagnato. Nel resto della Svizzera le quantità di precipitazione furono normali. Un soleggiamento nettamente sopra la media si verificò al nord delle Alpi e nel Ticino meridionale. Il 2000 fu caratterizzato dal maltempo di metà ottobre nel Vallese e nel Ticino. Nello sviluppo della vegetazione fu osservato un chiaro anticipo della primavera e dell'estate. Nella fase fenologica autunnale non si nota per contro nessun trend definito.

Le più recenti analisi delle tendenze delle serie fenologiche (1951-1998) indicano un netto anticipo dell'inizio delle fasi fenologiche primaverili ed estive. In autunno, per contro, si è riscontrato solo un lieve ritardo. Per la primavera (1950-2000) è stato calcolato un anticipo di 11.6 giorni, in autunno un ritardo di 1.7 giorni. Ciò comporta, per i 50 anni di osservazione, un aumento del periodo vegetativo di 13.3 giorni con un incremento annuale di 0.3 giorni. Un simile prolungamento del periodo vegetativo ha un influsso significativo sulla biosfera (produzione di biomassa, distribuzione della vegetazione, pericolo di gelo, ecc.). Da notare che esistono grandi differenze regionali, differenze che nei prossimi anni dovranno venir analizzate ancora più in dettaglio.