

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 150 (1999)

**Heft:** 4

**Artikel:** Der Einfluss des Stadtklimas auf die phänologischen Eintrittstermine

**Autor:** Defila, Claudio

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1098418>

### **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:** 14.04.2026

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

# Der Einfluss des Stadtklimas auf die phänologischen Eintrittstermine

CLAUDIO DEFILA

Keywords: Phenology, seasonal growth; meteorology; urban climate. FDK 111 : 181.8 : (494.34)

## 1. Einführung

Bei der Frage des Einflusses einer Klimaänderung auf die phänologischen Eintrittstermine ist auch der sogenannte Stadteffekt von Interesse. Aus klimatologischen Untersuchungen ist bekannt, dass die grösseren Städte als Wärmeinseln wirken, die ein paar Grad wärmer sein können als das Umland. Diese Wärmeabgabe stammt vom Verkehr, von der Industrie und von den Heizungen. Es stellt sich nun die Frage, inwieweit in einer Stadt der Grösse von Zürich eine Verfrühung der phänologischen Eintrittstermine festgestellt werden kann. Da sich der Stadteffekt vor allem im Winter stark auswirkt (Heizungen), dürften insbesondere die frühen Frühlingsphasen von diesem Wärmegegewinn profitieren. Um den Einfluss einer globalen oder auch regionalen Erwärmung auf die Phänologie eruieren zu können, muss bei den Stadtstationen der Stadteffekt bekannt sein. Ansonsten kommt es zu Fehlinterpretationen, wie dies schon oftmals bei der Zeitreihe der Rosskastanie von Genf (1808–1997), deren Blattaussbruch seit etwa 1900 eine starke Verfrühung zeigt (DEFILA, 1998), der Fall war. Diese Verfrühung ist grösstenteils auf den Einfluss der Wärmeinsel der Stadt Genf zurückzuführen, was im Prinzip auch eine Klimaerwärmung ist, jedoch eine sehr lokale.

## 2. Material und Methode

Ausgewählt wurden neben der Stadtstation Zürich-SMA (555 m/M) die drei ländlichen Stationen Witikon (620 m/M), Üetliberg (815 m/M) und Birmensdorf (500 m/M). Die Entfernung von Zürich-SMA nach Witikon beträgt 3,5 km und nach Birmensdorf etwa 10 km. Der Üetliberg liegt 6,5 km (Luftlinie) von der Station Zürich-SMA entfernt. Da die Beobachtungsstation Witikon erst 1966 mit den Beobachtungen begonnen hat und auf dem Üetliberg 1994 die Beobachtungen aufgehoben wurden, steht für diese Arbeit die Periode 1966 bis 1994 zur Verfügung. Von der Station Birmensdorf sind erst zehn Beobachtungsjahre vorhanden. Diese Station hat aber den Vorteil, dass sie weiter von der Stadt entfernt ist als Witikon und am Fusse des Üetlibergs liegt, so dass ein Höhenvergleich zwischen diesen zwei Stationen ermöglicht wird. Zur Station Zürich-SMA ist zu erwähnen, dass auch dieser Standort nicht im Zentrum der Stadt liegt, sondern etwas erhöht am Abhang des Zürichbergs. Bezüglich der Exposition und der Höhenlage (Nebelvorkommen) ist die Station SMA gegenüber dem Stadtkern leicht bevorzugt. Es ist auch mit etwas weniger Abwärme als im Zentrum zu rechnen. Die Hauptexposition aller Beobachtungsstationen ist einheitlich SW, so dass die Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet ist. Es darf aber nicht vergessen werden, dass trotzdem unterschiedliche mikroklimatische Einflüsse auf die Eintrittstermine der Phänophasen vorhanden sind.

Leider gibt es von keiner Station völlig lückenlose Aufzeichnungen. Es wurden aber pro Phänophase nur die Jahre miteinander verglichen, die bei allen Stationen vorhanden waren.

Bei der Auswahl der Pflanzen wurden die Kulturpflanzen grösstenteils nicht berücksichtigt. Dasselbe gilt auch für die Tierphänologie (Vogelzüge). Somit standen für die Studie die 34 folgenden Phänophasen zur Verfügung:

- 1 Vollblüte Schneeglöckchen
- 2 Vollblüte Huflattich
- 3 Blattentfaltung Hasel
- 4 Vollblüte Buschwindröschen
- 6 Blattentfaltung Rosskastanie
- 7 Vollblüte Rosskastanie
- 9 Vollblüte Löwenzahn
- 10 Blattentfaltung Buche
- 11 Nadeltrieb Lärche
- 12 Vollblüte Flieder
- 13 Vollblüte Scharbockskraut
- 14 Blattentfaltung Espe
- 15 Vollblüte Wiesenschaumkraut
- 16 Vollblüte Margerite
- 17 Nadeltrieb Fichte
- 18 Vollblüte Schwarzdorn
- 19 Vollblüte Sommerlinde
- 20 Vollblüte Roter Holunder
- 21 Vollblüte Schwarzer Holunder
- 23 Vollblüte Winterlinde
- 24 Vollblüte Erika
- 26 Blattverfärbung Rosskastanie
- 27 Blattfall Rosskastanie
- 28 Blattverfärbung Buche
- 29 Blattfall Esche
- 30 Blattfall Buche
- 47 Vollblüte Hasel
- 49 Fruchtreife Vogelbeere
- 50 Vollblüte Herbstzeitlose
- 32B Vollblüte Kirschen
- 33B Vollblüte Äpfel
- 34B Vollblüte Birnen
- 36B Vollblüte Weinrebe
- 37M Heuernte

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Vergleich der phänologischen Mittelwerte der Stationen Zürich-SMA, Witikon und Üetliberg, 1966–94

Es wurden nur diejenigen Phänophasen in der Auswertung berücksichtigt, die über mindestens 20 Beobachtungsjahre verfügen. Durch diese Einschränkung konnten von den 34 möglichen Phänophasen lediglich 29 verwendet werden. Es konnten auch nur bei zehn Phänophasen alle drei Stationen in die Auswertung miteinbezogen werden. Es wurden die Differenzen der mittleren Eintrittstermine zwischen der höher- und der tiefergelegenen Station gebildet. Positive Differenzen bedeuten frühere Eintrittstermine bei den tiefergelegenen als bei den höhergelegenen Stationen. Bei negativen Differenzen verhält es sich umgekehrt.

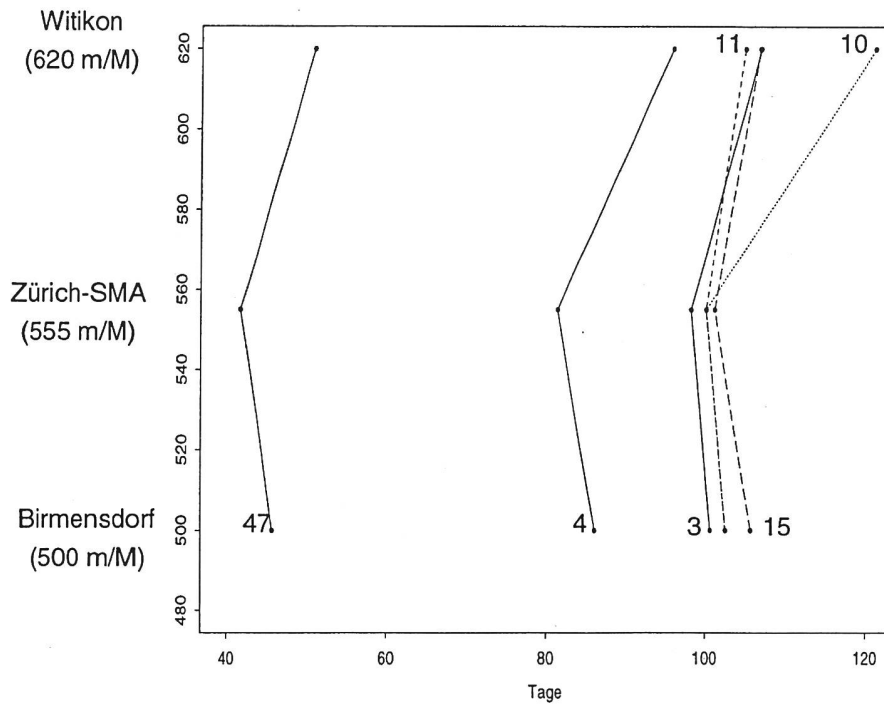


Abbildung 1: Der Stadteinfluss auf ausgewählte Phänodaten, 1986 bis 1995.

Die Grösse der Differenzen zwischen den mittleren Eintrittsterminen ist recht unterschiedlich und reicht von 0,4 Tagen bei der Vollblüte der Kirschen (Zürich-SMA/Witikon) bis zu 22,5 Tagen bei der Vollblüte des Schwarzen Holunders (Witikon/Üetliberg). Da die Eintrittstermine der Phänophasen allgemein höhenabhängig sind, werden im Frühling und Sommer positive Differenzen erwartet. Bei folgenden Phänophasen und Stationen wurden wider Erwarten negative Differenzen gefunden:

- Vollblüte der Rosskastanien (Zürich-SMA/Witikon)
- Blattformfaltung der Buche (Witikon/Üetliberg)
- Vollblüte des Schwarzen Holunders (Zürich-SMA/Witikon)
- Vollblüte der Obstbäume und der Weinrebe (Zürich-SMA/Witikon)

Bei den Herbstphasen (Blattverfärbung und -fall) sind hingegen negative Differenzen zu erwarten. Doch ist die Höhenabhängigkeit im Herbst nicht so deutlich (DEFILA, 1991). Es wurden positive Differenzen bei der Blattverfärbung und beim Blattfall (Zürich-SMA/Witikon) sowie beim Blattfall der Eschen (Witikon/Üetliberg gefunden).

Neben der Höhenabhängigkeit müssen noch weitere Faktoren die phänologischen Eintrittstermine beeinflussen. Bei den Kulturpflanzen sind vor allem die Sortenunterschiede zu berücksichtigen. Neben dem bereits erwähnten Mikroklima (Exposition, Kaltluftseen) spielen auch die Bodenverhältnisse (Nahrung und Wasserangebot), der Gesundheitszustand der Pflanzen sowie bei mehrjährigen Pflanzen auch das Alter eine wesentliche Rolle.

Der zusätzliche Miteinbezug der ländlichen Station Birmensdorf brachte keine zusätzlich neuen Erkenntnisse. Auch hier traten im Frühling und Sommer negative und im Herbst positive Differenzen auf.

### 3.2 Vergleich der phänologischen Extremwerte der Stationen Zürich-SMA, Witikon und Üetliberg, 1966–94

Extremwertstatistiken sind mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten. Beobachtungsfehler können die Resultate verfälschen, und da es kaum lückenlose phänologische Reihen gibt, spielt auch der Zufall eine gewisse Rolle, da bei einer Phänophase ausgerechnet das Jahr mit dem möglichen Extremwert

fehlen kann. Bei diesen Auswertungen wurde die Station Birmensdorf nicht berücksichtigt, da bei kurzen Reihen Extremwerte keinen Sinn machen.

Auch diese Statistik zeigt, dass weder bei den frühesten noch bei den spätesten Eintrittsterminen eine reine Höhenabhängigkeit vorhanden ist, da im Frühling und Sommer negative und im Herbst positive Differenzen vorkommen. Eine Zuordnung zu den entsprechenden Jahren zeigt eine Häufung von den spätesten Eintrittsterminen im Jahre 1970 und von den frühesten im Jahre 1990. Diese zwei Jahre sind allgemein bekannt als späte bzw. frühe phänologische Jahre. Ob ein eigentlicher Trend zu früheren Eintrittsterminen in den letzten Jahren vorhanden ist (Klimawärmung), muss jedoch noch anhand von verschiedenen Stationen und Regionen in der Schweiz genauer untersucht werden. Bei rund 30% aller Fälle treten die Minima einer Phänophase bei den verschiedenen Stationen im selben Jahr auf. Bei den spätesten Jahren (Maxima) beträgt die Übereinstimmung rund 36%.

### 3.3 Der Einfluss des Stadteffektes (Wärmeinsel) auf die phänologischen Eintrittstermine

Der Nachweis des Einflusses des Stadteffektes auf die phänologischen Eintrittstermine ist recht schwierig. Ein direkter Vergleich zwischen den verschiedenen Beobachtungsstationen ist nur bedingt möglich, da sich die Stationen in unterschiedlichen Höhenlagen befinden. Wäre ein geeigneter Höhengradient pro Phänophase bekannt, dann könnten die Daten um den jeweiligen Höhengradienten auf eine einheitliche Höhe reduziert werden. In der Arbeit «Pflanzenphänologie der Schweiz» (DEFILA, 1991) wurden für verschiedene Phänophasen und Regionen die Höhengradienten berechnet. Für die Frühlingsphasen konnten grösstenteils relativ gute Resultate ermittelt werden. Aber gerade für die Region Mittelland war der Höheneinfluss nicht eindeutig, und wahrscheinlich muss auch noch ein West-/Ostgradient mitberücksichtigt werden. Aus diesem Grunde wurden lediglich die Stationen Zürich-SMA, Witikon und Birmensdorf der Periode 1986 bis 1995 miteinander verglichen. Da sich diese drei Stationen ungefähr in gleicher Höhenlage befinden, sollte der Stadteffekt

mindestens tendenziell ersichtlich werden. Vergleichbar waren 28 Phänophasen. In 66% der Fälle traten die Phänophasen bei der Station Zürich-SMA früher als in Birmensdorf ein, was doch auf einen Stadteffekt hinweist. Bei den restlichen 34% sind grösstenteils Gründe bekannt, weshalb die Eintrittstermine in Birmensdorf früher sein könnten als in Zürich. Neben Sortenunterschieden bei den Kulturpflanzen, unterschiedlichen Beobachtungsmethoden (Einzelbäume/Bestand), Inhomogenitäten in den Reihen können auch die bereits erwähnten mikroklimatischen Unterschiede massgebend sein. Interessant sind die Fälle, in denen die Eintrittstermine bei der Station Zürich-SMA früher sind als in Birmensdorf und diejenigen von Birmensdorf früher als in Witikon. Bei diesen Fällen besteht also ein Höhengradient zwischen Birmensdorf und Witikon, der durch die Daten der Station Zürich-SMA unterbrochen wird. Diese Konstellation weist deutlich auf den Stadteffekt hin. Bei sechs Phänophasen ist dieser Knick bei der Station Zürich-SMA sehr deutlich sichtbar (*Abbildung 1*). Es handelt sich dabei durchwegs um Frühlingsphasen (Vollblüte Hasel [47], Vollblüte Buschwindröschen [4], Nadeltrieb Lärche [11], Blattentfaltung Hasel [3], Vollblüte Wiesenschaumkraut [15] und Blattentfaltung Buche [10]). Bei den Herbstphasen konnte hingegen kein Stadteffekt nachgewiesen werden. Eine genaue Bezifferung des Vorsprungs in Anzahl Tagen ist nicht möglich. Aufgrund der Daten und der geschätzten Höhengradienten ist ein Vorsprung in der Stadt Zürich gegenüber dem Umland, je nach Phänophase und Wetterlage, von ein bis zwei Wochen zu erwarten. Dies entspricht auch den Erfahrungen des Autors betreffend der markanten Forsythiablüte innerhalb und ausserhalb der Stadt Zürich.

Diese Untersuchung zeigt, dass der Stadteffekt (Wärmeinsel) tendenziell einen Einfluss auf die mittleren Eintrittstermine der Phänophasen hat, wobei ein genauer Vorsprung der Stadt gegenüber den ländlichen Gebieten in Anzahl Tagen nicht beziffert werden kann.

#### 4. Schlussfolgerungen

Von der phänologischen Stadtstation Zürich-SMA (555 m/M) und den drei ländlichen Beobachtungsstationen Witikon (620 m/M), Üetliberg (815 m/M) und Birmensdorf (500 m/M) wurden die mittleren Eintrittstermine und die Extremwerte von 34 verschiedenen Phänophasen untersucht. Allgemein konnte die Periode 1966 bis 1994 berücksichtigt werden, lediglich für Birmensdorf standen nur zehn Beobachtungsjahre zur Verfügung. Beim Vergleich der mittleren und extremen Eintrittstermine zwischen den erwähnten Stationen konnte bestätigt werden, dass bei den phänologischen Phasen keine ausschliessliche Höhenabhängigkeit besteht. Neben dem Mikroklima (Bestandesklima) dürften Bodenbeschaffenheit, Sortenunterschiede, Alter und Gesundheitszustand

der Pflanzen zusätzliche Einflussgrössen sein. Eine eindeutige Häufung von Extremwerten konnte für die frühesten Eintrittstermine im Jahre 1990 und für die spätesten im Jahre 1970 gefunden werden. Ein Trend zu früheren Eintrittsterminen als Folge einer globalen Klimaerwärmung konnte nicht nachgewiesen werden. Eine solche Fragestellung muss in Zukunft angegangen werden, wobei dazu verschiedene Klimaregionen, Pflanzenarten und Phänophasen berücksichtigt werden müssen.

Der Nachweis eines Stadteffektes (Wärmeinsel) aufgrund von phänologischen Daten erwies sich als schwierig, da sich die Beobachtungsstationen in unterschiedlichen Höhenlagen befinden und für das Mittelland kein eindeutiger Höhengradient existiert. Vergleiche zwischen den Stationen Zürich-SMA, Witikon und Birmensdorf, die sich in ähnlicher Höhenlage befinden, der Periode 1986 bis 1995, weisen tendenziell auf einen Stadteffekt hin. Bei einigen Phänophasen (Vollblüte Hasel, Vollblüte Buschwindröschen, Nadeltrieb Lärche, Blattentfaltung Hasel, Vollblüte Wiesenschaumkraut und Blattentfaltung Buche) wird der Stadteffekt deutlich sichtbar. Dabei handelt es sich ausschliesslich um phänologische Frühlingsphasen. Bei den Herbstphasen konnte weder ein Höhengradient noch ein Stadteffekt nachgewiesen werden. Der Vorsprung der phänologischen Frühlings- und Sommerphasen gegenüber dem Land beträgt ein bis zwei Wochen. Diese Zahl ist stark abhängig von der betreffenden Phänophase und den Witterungsbedingungen und kann nicht genauer beziffert werden.

#### Literatur

- DEFILA, C. (1998): Phänologische Beobachtungen in der Schweiz im Jahre 1997. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 149 (1998) 4: 285–290.
- DEFILA, C. (1991): Pflanzenphänologie der Schweiz. Inaugural-Dissertation, Univ. Zürich; 235 S. in: *Veröff. der Schweiz. Meteorologischen Anstalt*, Nr. 50.

*Verfasser:*

Dr. CLAUDIO DEFILA, Bio- und Umweltmeteorologie, Schweizerische Meteorologische Anstalt, CH-8044 Zürich.