

Citizen Science: Pflanzenphänologische Daten erfüllen wissenschaftliche Kriterien

Phänologische Daten dienen der Wissenschaft dazu, den Einfluss des Klimawandels auf verschiedene Pflanzenarten genauer bestimmen zu können. Die Erhebung solcher Daten wird aber zunehmend zur Herausforderung: Die Zahl der freiwilligen professionellen Beobachter nimmt stetig ab. Eine Qualitätsanalyse pflanzenphänologischer Daten der schweizerischen Citizen Science Netzwerke «PhaenoNet» und «OpenNature» im Vergleich mit dem phänologischen Datenset von MeteoSchweiz zeigt, dass auch Laien-Daten für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden können.

Daria Lehmann, Eric Wyss, This Rutishauser, Stefan Brönnimann

Dank Pflanzenbeobachtungen mehr über den Klimawandel erfahren



Abb. 1: Mithilfe von Eintrittsdaten von Phänophasen, wie beispielsweise dem Beginn der Blüte, können die Reaktionen von Pflanzen auf den Klimawandel genauer bestimmt werden.

Phänologie ist die Erforschung periodischer Ereignisse im Lebenszyklus von Pflanzen und Tieren und davon, wie diese Zyklen durch saisonale Variationen und/oder Habitat-Faktoren beeinflusst werden. Im Kontext der Pflanzenphänologie wird eine Phänophase als ein bestimmtes Stadium der saisonalen Entwicklung einer Pflanze verstanden – Beispiele dafür sind der Beginn der Blüte oder die Blattentfaltung. Die Untersuchung der Eintrittsdaten solcher Phänophasen kann dabei helfen, den Einfluss des Klimawandels auf Pflanzen besser zu verstehen.^{1,2,3} Die Erhebung pflanzenphänologischer Daten wird aber zunehmend zur Heraus-

forderung: Die Zahl der freiwilligen professionellen Beobachter nimmt stetig ab, was zu immer kleiner werdenden Datensätzen führt. Eine mögliche Lösung dieses Problems ist es, Laien in die Datenerhebung miteinzubeziehen. Diesen Ansatz, der international auch unter dem Begriff «Citizen Science» bekannt ist, verfolgen in der Schweiz u.a. die Netzwerke «PhaenoNet» und «OpenNature». Nun wurden diese Datensätze erstmals auf ihre Qualität überprüft.⁴ Dies ist wichtig, da die Laien-Daten nur dann für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden können, wenn ihre Qualität sichergestellt wird.

Jahreszeiten der belebten und unbelebten Natur

Auf *OpenNature* können Interessierte Jahreszeiten-Beobachtungen von Pflanzen, Tieren, Pilzen, Landschaftselementen und Wetterextremen wie Schwalbenankunft, Blühtermine oder Hagelkörnergrößen eingeben. *OpenNature* ist sowohl ein persönliches Tagebuch der Jahreszeiten, als auch eine Datensammlung rund um die Auswirkungen des Klimawandels. Das Portal ist unter der Leitung der Universität Bern 2012 – 2015 in Zusammenarbeit mit mehreren Partnern entstanden und wurde vom Schweizerischen Nationalfonds finanziert.



PhaenoNet – Gemeinsam die Jahreszeiten in der Natur erforschen

Haben Sie sich auch schon gefragt, ob die Hasel im Garten oder die Birke auf dem Arbeitsweg nicht jedes Jahr früher blüht und austreibt? *PhaenoNet* ermöglicht es, eigene Beobachtungen zur jahreszeitlichen Veränderung von Pflanzen zu erfassen und mit anderen zu teilen. Spannende Auswertungen zu den erfassten Pflanzenarten und Vergleiche über verschiedene Jahre können direkt auf *PhaenoNet* gemacht werden. Zudem dienen die Beobachtungen der Wissenschaft. Dieses Netzwerk vereinigt SchülerInnen, Studierende, Lehrpersonen, ExpertInnen, WissenschaftlerInnen und interessierte Laien im Dienste der Phänologie.



Ein Vergleich mit Daten von MeteoSchweiz

Um Rückschlüsse auf die Qualität der pflanzenphänologischen Citizen Science-Daten ziehen zu können, wurden diese mit den Daten des Bundesamts für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz verglichen. Ein Datenbankeintrag bestand

jeweils mindestens aus dem Namen der Spezies, der Phänophase, dem Eintrittsdatum der Phänophase und den Koordinaten der Beobachtung. Für die Analyse wurden vier Spezies ausgewählt: Bergahorn, Hasel, Rotbuche und Hängebirke.

Die Vergleiche zwischen den Datensets wurden jeweils für eine spezifische Phase einer bestimmten Spezies über eine definierte Zeitspanne hinweg durchgeführt.

Natürliche Einflüsse auf die Eintrittsdaten der Phänophasen

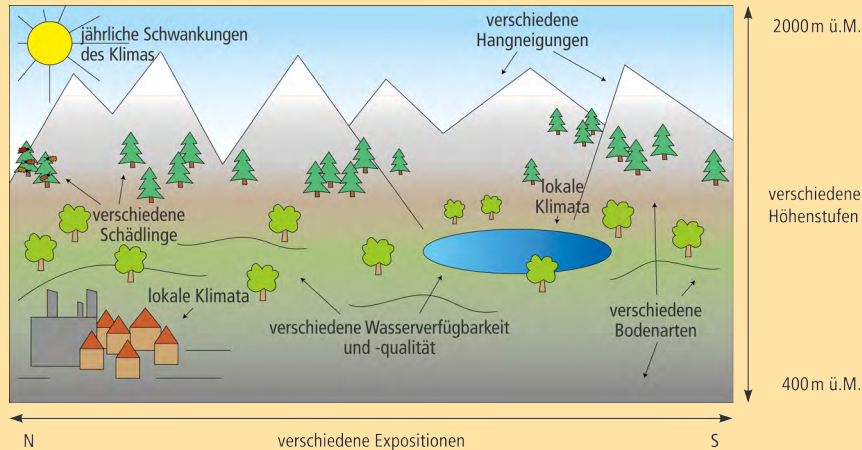


Abb. 2: Die Eintrittsdaten von Phänophasen sind Teil eines komplexen natürlichen Systems und werden von diversen Faktoren beeinflusst.

Damit die Vergleiche zwischen den Datensets Rückschlüsse auf die Qua-

lität der Citizen Science-Daten zulassen, müssen natürliche Einflüsse auf die Ein-

trittsdaten von Phänophasen beachtet werden. Solche Einflüsse können bspw. jährliche klimatische Schwankungen, unterschiedliche Höhenzonen, lokale topographische und klimatische Unterschiede (wie Hangneigung oder Exposition) oder lokale ökologische Faktoren (wie die Genetik des beobachteten Baums oder die Bodenart) sein. Der mit Abstand wichtigste Einflussfaktor ist dabei die Höhe über Meer.^{5,6,7,8} Um den Einfluss durch die Höhe zu minimieren, wurde dieser im zweiten Teil der Analyse mit linearen Regressionsmodellen bestmöglich eliminiert. Lokale topographische, klimatische und ökologische Faktoren konnten während der Analyse nicht ausgeschlossen werden, da dazu die Metadaten fehlten.

Ähnliche mittlere Eintrittsdaten, aber trotzdem signifikante Unterschiede

Der Vergleich statistischer Grundwerte zwischen den Datensets ist in Tabelle 1 zu sehen. Es fällt auf, dass die Stichprobengrößen n der Citizen Science-Daten teilweise sehr klein sind. Die absolute Differenz der mittleren Eintrittsdaten zwischen dem Datenset von MeteoSchweiz und den Citizen Science-Datensets ist aber nie grösser als 11 Tage.

T-Tests zeigen in drei von acht Fällen, dass zwischen den Daten von MeteoSchweiz und «PhaenoNet» signifikante Unterschiede bestehen ($p < 0.05$). Für den Vergleich des Datensets von MeteoSchweiz mit demjenigen von «OpenNature» können keine signifikanten ($p < 0.05$) Unterschiede festgestellt werden. Werden die t-Tests nach Ausschluss des Einflusses der Höhe

wiederholt, verändern sich diese Resultate insofern, als dass nun andere Phasen und Spezies einen signifikanten Unterschied zwischen dem Datenset von MeteoSchweiz und «PhaenoNet» aufweisen.

Phase	Spezies	MeteoSchweiz				PhaenoNet			OpenNature		
		n	\bar{x}	\bar{x}_{niv}	σ	n	$\Delta \bar{x}$	$\Delta \bar{x}_{niv}$	n	$\Delta \bar{x}$	$\Delta \bar{x}_{niv}$
Blattentfaltung	Bergahorn	625	29. Apr	23. Apr	11 T	17	+10 T*	+2 T			
	Hasel	743	17. Apr	12. Apr	14 T	185	+6 T*	± 0 T			
	Rotbuche	731	24. Apr	21. Apr	10 T	27	-2 T	-6 T*			
Hängebirke		630	20. Apr	14. Apr	13 T	30	+4 T	-2 T			
	Beginn der Blüte	Hasel	747	16. Feb	08. Feb	23 T	305	+2 T	-8 T*		
Hängebirke		514	17. Apr	12. Apr	16 T	22	+4 T	-3 T			
	Allgemeine Blüte	Hasel	736	27. Feb	19. Feb	22 T	301	+4 T*	-5 T*		
Hängebirke		494	24. Apr	18. Apr	17 T	17	+3 T	+4 T			
	Beginn der Blüte	Hasel	390	13. Feb	05. Feb	22 T			7	+3 T	+11 T
Allgemeine Blüte	Hasel	369	23. Feb	16. Feb	21 T			7	+3 T	-1 T	

Tab. 1: Statistische Grundwerte der Datensets nach Entfernung der Ausreisser. n =Stichprobengrösse, \bar{x} =Mittelwert des Eintrittsdatums der Phänophase, σ =Standardabweichung, T=Tage, niv=nivellierte Daten (das heisst: nach Ausschluss des Einflusses der Höhe), $\Delta \bar{x}$ =Differenz des Mittelwerts von MeteoSchweiz und des Mittelwerts des jeweiligen Citizen Science Datensets; wenn der Unterschied im heteroskedastischen Zweistichproben t-Test signifikant ($p < 0.05$) ist, ist die Zahl mit einem Stern* gekennzeichnet. Farbgebung: gelb=MeteoSchweiz, grün=PhaenoNet, blau=OpenNature. Die analysierten Daten umfassen bei PhaenoNet die Jahre 2011–2017 und bei OpenNature die Jahre 2014–2017. Die Daten von MeteoSchweiz umfassen jeweils die Zeitspanne des mit ihnen verglichenen Citizen Science Datensets.

Unterschiede sind auf verschiedene natürliche Einflüsse zurückzuführen

Trotz der Unterschiede zwischen den Datensets sind die Citizen Science-Daten auf hohem Niveau plausibel. Verschiedene Argumente zeigen, dass die Unterschiede zwischen den Datensets begründet werden können. Wie Abbildungen 3 und 4 zeigen, sind die Beobachtungen von «PhaenoNet» und «OpenNature» – im Gegensatz zu denjenigen von MeteoSchweiz – ungleich über die Schweiz verteilt. Dieser Umstand lässt vermuten, dass, gemittelt über die Datensätze, verschiedene natürliche Einflüsse auf die Eintrittsdaten der Phänophasen wirken. Eine Analyse der Höhenverteilung der Beobachtungsstandorte hat ergeben, dass sich diese zwischen den drei Datensets klar unterscheidet. Es ist wahrscheinlich, dass solche Unterschiede auch für andere Einflussfaktoren feststellbar wären, wenn die Datengrundlage dafür bestünde.

Ein weiteres Argument für die Plausibilität der Citizen Science Daten betrifft die Bereiche der biologisch definierten Grenzen der Eintrittsdaten von Phänophasen. Solche Grenzen wurden von MeteoSchweiz für jede beobachtete Spezies und jede Phase erarbeitet. Jeweils ein frühest und ein spätest mögliches Eintrittsdatum umspannen dabei einen Bereich, in welchem die betreffende Phase mit grosser Wahrscheinlichkeit auftritt. Dieser Bereich kann als «Wirkungsstärke» der natürlichen Einflüsse verstanden werden: Ist er gross, schwanken die Eintrittsdaten der Phänophasen stark – und somit ist auch der Einfluss von natürlichen Faktoren potenziell gross. Dies erklärt die signifikanten Unterschiede beim Beginn der Blüte und bei der Allgemeinen Blüte der Hasel zwischen den Datensets von «PhaenoNet» und MeteoSchweiz.

Auch die Tatsache, dass sich die gemittelten Eintrittsdaten der Phänophasen (nach Ausschluss des Einflusses der Höhe) zwischen den Datensätzen nie um mehr als elf Tage unterscheiden (siehe Tab. 1 und Abb. 5), spricht für eine gute Qualität der Citizen Science-Daten: Elf Tage sind, verglichen mit jeweiligen Standardabweichungen der Eintrittsdaten, eine kurze Zeitspanne.



Abb. 3: Die räumliche Verteilung der Beobachtungen der drei Datensets in der Schweiz, eingeteilt in drei Regionen. Abgebildet sind alle Beobachtungen der Spezies Bergahorn, Hasel, Rotbuche und Hängebirke in den Jahren 2011–2017. Während die Daten von MeteoSchweiz für das Land repräsentativ sind, ist dies für die CS-Datensätze nicht der Fall.

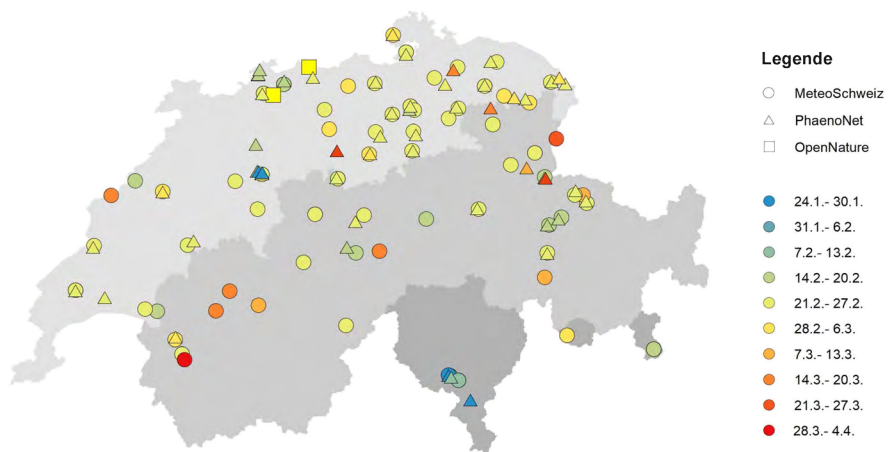


Abb. 4: Die räumliche Verteilung der drei Datensets über die Schweiz für die Allgemeine Blüte der Hasel, beispielhaft illustriert für das Jahr 2017. Die beobachteten Eintrittsdaten stimmen zwischen den Datensets meist gut überein. Die Citizen Science-Beobachtungen sind nicht regelmässig über die Schweiz verteilt und deswegen für das Land nicht repräsentativ.

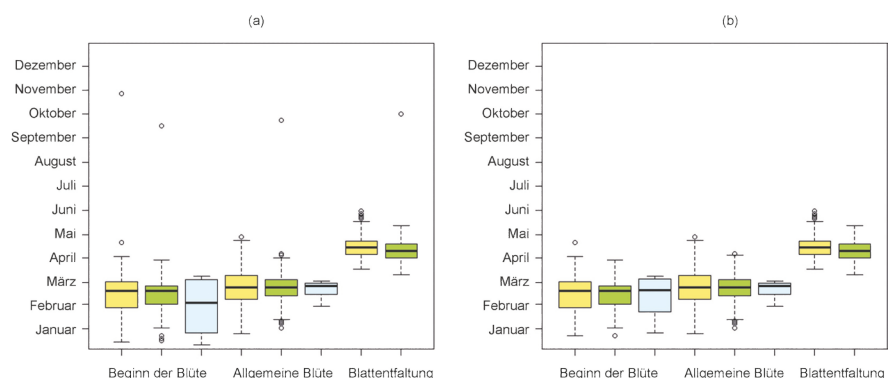


Abb. 5: Boxplots für die Eintrittsdaten verschiedener Phänophasen der Hasel von 2014–2017 im Überblick für die drei Datensets (a) vor dem Ausschluss der Ausreisser und (b) nach dem Ausschluss der Ausreisser. Farbgebung: gelb = MeteoSchweiz, grün = PhaenoNet, blau = OpenNature. Es ist erkennbar, dass sich die Citizen Science-Daten mit dem Ausschluss der biologischen Ausreisser denjenigen von MeteoSchweiz annähern. Bereits die nicht bereinigten Citizen Science-Daten entsprechen aber den Daten von MeteoSchweiz gut.

Empfehlungen für den Umgang mit pflanzenphänologischen Citizen Science-Daten

- Biologisch definierte Ausreisser sollten bei der wissenschaftlichen Analyse pflanzenphänologischer Citizen Science-Daten ausgeschlossen werden (siehe Abbildung 5).
- Citizen Science-Daten werden oft gehäuft für gewisse Regionen oder für gewisse Höhenstufen (z.B. 400–800 m ü. M.) erfasst und sind somit nicht repräsentativ für grössere Gebiete (siehe Abbildungen 3 und 4). Dies muss bei der Analyse der Daten berücksichtigt werden.
- Das Erfassen von Metadaten (wie beispielsweise die Exposition oder die Urbanität des Beobachtungsstandorts) ermöglicht es, diese Einflüsse bei der Analyse zu berücksichtigen.
- Für wissenschaftliche Analysen pflanzenphänologischer Citizen Science-Daten sollten geeignete Stichprobengrössen verwendet werden. Deswegen sind möglichst grosse Citizen Science-Datensets anzustreben.

Schlussfolgerungen

Die Citizen Science-Daten der beiden phänologischen Netzwerke weisen eine gute Qualität auf. Unterschiede zwischen den Citizen Science-Daten und denjenigen von MeteoSchweiz sind vergleichswei-

se klein und können durch unterschiedliche natürliche Einflüsse erklärt werden. Wichtig anzumerken ist, dass die Citizen Science-Daten nicht für die ganze Schweiz repräsentativ sind, sondern nur für die

jeweiligen Spektren an natürlichen Einflüssen, die sie abdecken. Dies muss im Umgang mit Citizen Science-Daten beachtet werden.

- 1 Chmielewski, Frank-M. und Thomas Rotzer (2001). "Response of tree phenology to climate change across Europe". In: *Agricultural and Forest Meteorology* 108, S. 101–112.
- 2 Cleland, Elsa E., Isabelle Chuine, Annette Menzel, Harold A. Mooney und Mark D. Schwartz (2007). "Shifting plant phenology in response to global change". In: *Trends in Ecology and Evolution* 22, S. 357–365.
- 3 Walther, Gian-Reto, Eric Post, Peter Convey, Annette Menzel, Camille Parmesan, Trevor J. C. Beebee, Jean-Marc Fromentin, Ove Hoegh-Guldberg und Franz Bairlein (2002). "Ecological responses to recent climate change". In: *Nature* 416, S. 389–395.
- 4 Lehmann, Daria (2017). "Citizen Science: Can layperson-data be used for scientific purposes? Quality analysis of plant phenological data from the networks "PhaenoNet" and "OpenNature"". BSc Thesis, Universität Bern, 40 S.
- 5 Beaubien, Elisabeth G. und Andreas Hamann (2011). "Plant phenology networks of citizen scientists: Recommendations from two decades of experience in Canada". In: *International Journal of Biometeorology* 55, S. 833–841.
- 6 Güsewell, Sabine (2014). "Phenological responses to changing temperatures: representativeness and precision of results from the Swiss Phenological Network Master Thesis in Biostatistics (STA495) by Sabine Güsewell". Universität Zürich, S. 1–144.
- 7 Körner, Christian, David Basler, Günter Hoch, Chris Kollas, Armando Lenz, Christophe F. Randin, Yann Vitasse und Niklaus E. Zimmermann (2016). "Where, why and how? Explaining the lowtemperature range limits of temperate tree species". In: *Journal of Ecology* 104, S. 1076–1088.
- 8 Pellerin, Maryline, Anne Delestrade, Gwladys Mathieu, Olivier Rigault und Nigel G. Yoccoz (2012). "Spring tree phenology in the Alps: Effects of air temperature, altitude and local topography". In: *European Journal of Forest Research* 131, S. 1957–1965.

Danksagung: Wir danken dem Schweizerischen Nationalfonds SNF für die Finanzierung des Projekts OpenNature, sowie dem Bundesamt für Klimatologie und Meteorologie MeteoSchweiz und dem Bundesamt für Umwelt für die Finanzierung des Projekts PhaenoNet. Auch möchten wir allen engagierten NaturbeobachterInnen für das Erfassen und Übermitteln der Daten danken.

Layout: Alexander Hermann, Geographisches Institut, Universität Bern

Zitieren als: Lehmann, D., E. Wyss, T. Rutishauser und S. Brönnimann (2018) Citizen Science: Pflanzenphänologische Daten erfüllen wissenschaftliche Kriterien. *Geographica Bernensia* G93, 4 S., DOI:10.4480/GB2017.G93

© GEOGRAPHICA BERNENSIA 2018, Geographisches Institut, Universität Bern, Schweiz

