

Phänologie, ein Bio-Indikator für den Klimawandel

E. KOCH und H. SCHEIFINGER

Summary

"Phainestai" the ancient Greek word meaning of 'to show or to appear' is found in many words of modern language words reflecting the original. Modern phenology is the study of the timing of recurring biological events in the animal and plant world, the causes of their timing with regard to biotic and abiotic forces, and the interrelation among phases of the same or different species (LIETH, 1971). Leaf unfolding, flowering of plants in spring, fruit ripening, color changing and leaf fall in autumn as well as the appearance and leaving departure of migrating birds are all examples of phenological events. Recently phenology has gained remarkable importance as it is a simple but effective tool to show the impacts of climate change. Most of the phenological observations in spring in the moderate climate zone do show an advance to earlier dates of the year: 1°C increase in temperature results in advances of spring phases of 2.5 to 7.0 days. The behavior of autumn phases is not that clear, the lengthening of the growing season is mainly due to earlier start in spring.

Zusammenfassung

Die Phänologie beschäftigt sich mit den im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen (das altgriechische Wort phainestai bedeutet erscheinen) in der Tier- und Pflanzenwelt, und untersucht deren Ursachen in Hinblick auf biotische und abiotische Einflüsse, die Wechselbeziehungen zwischen den Phasen derselben oder unterschiedlicher Spezies (LIETH, 1971). Blattentfaltung, Blüte, Fruchtreife, Laubverfärbung, Laubfall genauso wie Ankunft und Abflug von Zugvögeln sind Beispiele von phänologischen Ereignissen. Jetzt wird der Phänologie nach einem langen "Dämmer-schlaf" wieder große Aufmerksamkeit zuteil als einfaches aber sehr effektives Werkzeug um die Auswirkungen des Kli-

mawandels im kühlen und gemäßigten Klima zu zeigen. Viele phänologische Frühlingsphasen zeigen im gemäßigten Klima eine Tendenz zu einem zeitigeren Auftreten im Jahresverlauf: ein Temperaturanstieg von 1°C in dieser Jahreszeit hat eine Verfrühung der Frühlingsphasen um 2.5 bis 7 Tage zur Folge. Im Herbst zeigt sich kein eindeutiges Verhalten, die Verlängerung der Wachstumsperiode ist hauptsächlich auf den früheren Vegetationsstart im Frühling zurückzuführen.

Was ist Phänologie

Die Phänologie beschäftigt sich mit den jahreszeitlich bedingten Erscheinungen (als Phasen bezeichnet) bei Tier und Pflanze und wenn man den Begriff Phänologie etwas erweitert kann sie allgemein als die Untersuchung von Naturereignissen einschließlich biologischer Ereignisse, die mit dem Jahreszyklus des Klimas in Beziehung stehen verstanden werden.

Der Zeitpunkt, an dem diese Phasen (z.B. das Blühen von Pflanzen, das Brüten von Vögeln) eintreten wird als Datum oder als Tag ab Jahresbeginn notiert. Diese Daten erlauben es über die reine Beobachtung hinaus eine Charakterisierung der Pflanzen- und Tierentwicklung eines Jahres, eine räumliche Analyse auf unterschiedlichen Skalen sowie Untersuchungen zeitlicher Verschiebungen anhand langjähriger Reihen vorzunehmen. Der zeitliche Aspekt rückte in der phänologischen Forschung in den letzten zwei Jahrzehnten in den Vordergrund.

Historischer Überblick

Charles Morren, ein belgischer Botaniker, verwendete als erster das französische Wort für Phänologie im Jahr 1853. Aber die Geschichte der Phänologie ist natürlich viel älter und reicht zurück in die Zeit der Jäger und Sammler. So haben die australischen Aborigines ein tiefes Verständnis für die Beziehungen und den Einfluss der Umwelt auf Fauna und

Flora entwickelt. Ihr Kalender teilt das Jahr in 5 bis 10 Jahreszeiten, die durch Veränderungen in der Fauna und Flora, aber ebenso meteorologischer Art charakterisiert werden.

Die ältesten historischen und auch heute weitergeführten phänologischen Beobachtungsdaten werden in den Archiven des Kaiserlichen Hofes von Japan aufbewahrt. Es sind dies die Daten des Beginns der Kirschbaumblüte seit dem Jahre 705 n. Chr.. In Europa zeichneten vier Generationen einer englischen Familie über knapp zwei Jahrhunderte von 1736 bis 1926 pflanzen- und tierphänologische Beobachtungen. In Genf wird seit 1808 der Laubausbruch der Rosskastanie registriert. Hier ist eine deutliche Verfrühung seit Ende des 19. Jahrhunderts augenscheinlich. Mit zunehmender Verbauung und Industrialisierung hat sich hier die sogenannte städtische Wärmeinsel verstärkt, und die ansteigenden Lufttemperaturen bewirkten eine Verschiebung des Laubausbruches auf immer frühere Tage im Jahresablauf. Wurde im 19. Jahrhundert der Laubausbruch zumeist noch in der letzten Aprildekade beobachtet, fand dieser im Jahr 2003 bereits am 29. Dezember statt, also um etwa 100 Tage früher.

Das erste phänologische Beobachtungsnetz (18 Stationen in Mittel- und Südschweden von 1752 bis 1755) geht auf Carl Linnaeus zurück, der als Begründer der modernen Phänologie gilt. Er verfasste auch die erste belegte Anleitung für phänologische Beobachtungen.

In Österreich betreibt die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik seit 1852, also im zweiten Jahr nach ihrer Gründung, ein derartiges Beobachtungsnetz, das von Carl Fritsch, Vizedirektor der k.k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus aufgebaut wurde. Er veröffentlichte im Jahr 1853 eine "Instruction für Vegetationsbeobachtungen" (FRITSCH, 1853) um Beobachtungen an Pflanzen untereinander vergleichbar und damit einer wissenschaftlichen Bearbei-

Autoren: Dr. Elisabeth KOCH und Helfried SCHEIFINGER, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38, A-1190 WIEN

tung zugänglich zu machen. Damit konnten die bereits vorhandenen, aber ohne jedes Programm bzw. ohne Richtlinien durchgeführten Beobachtungen (z. B. Dr. Marko von 1826 bis 1852 Umgebung Graz, Josef Boos Beobachtungen an Tilia / Linde von 1829 bis 1861 in Wien im k. k. Belvedere - Garten, Abt Prof. Reslhuber von 1842 bis 1874 in Kremsmünster, Burkhardt von 1840 bis 1850 am Salzburger Mönchsberg) vereinheitlicht werden (REISS, 1959). Dieses Netz fand zwar mit dem Tod von Fritsch im Jahr 1877 sein Ende, auch gingen viele Daten des Folgenetzes der ZAMG (ab 1928) in den Wirren des 2. Weltkriegs verloren, jedoch ist seit 1950 ausreichend Material für eine Bearbeitung vorhanden.

Forschungsschwerpunkt Global Change

Zahlreiche Beispiele wie die verlängerte Vegetationsperiode in mittleren nördlichen Breiten, die frühere Ankunft von Zugvögeln in Westeuropa etc. zeigen, dass der Klimawandel die Saisonalität unseres Ökosystems beeinflusst, besonders in den mittleren und höheren nördlichen Breiten. Der IPCC Report (Internationalen Panels of Climate Change) zog daher im dritten Berichtsband von 2001 den Schluss, dass sich physikalische und biologische Systeme, wie Hydrologie, Gletscher, Vegetation, Insekten, Vögel, Säugetiere bereits auf die gestiegenen Temperaturen reagieren.

Gerade Europa besitzt für Global Change Studien reichhaltige und lang zurückreichende Daten, die nicht nur "physikalische Elemente" wie Temperatur, Feuchtigkeit... beinhalten sondern wesentlich umfassender sind. Dazu zählen die phänologischen Beobachtungen, die von vielen europäischen Wetterdiensten organisiert werden (z.B. Deutscher Wetterdienst, Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Czech Hydro Meteorological Institute..).

Was der für einen Laien gering anmutende Anstieg der globalen Mitteltemperatur in den letzten 100 Jahren um etwa $0.6^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ - in den Alpen sind es 1.2°C pro 100 Jahre - bedeutet, welche Auswirkungen damit verbunden sind, lässt sich anhand des zeitlichen Verlaufes der phänologischen Pflanzenphasen,

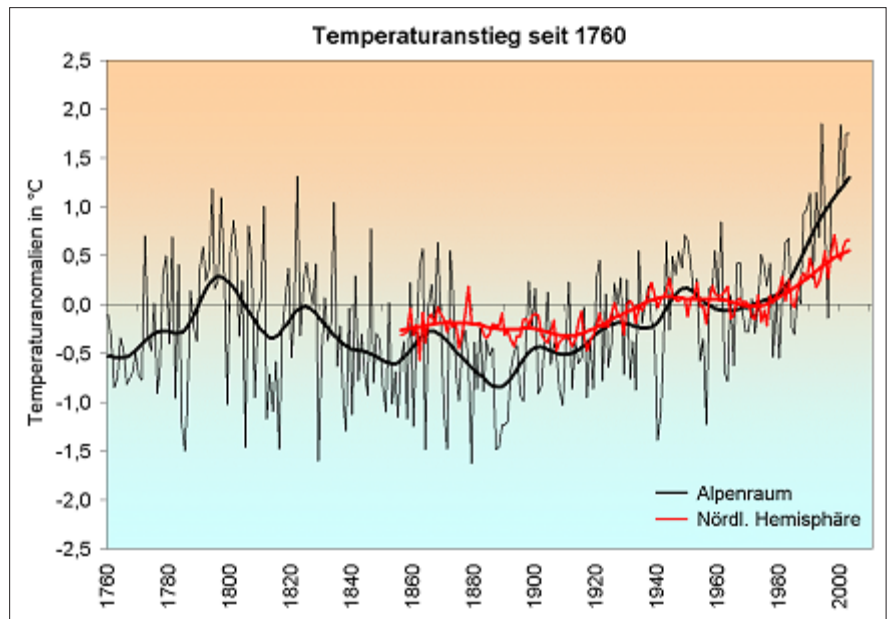


Abbildung 1: Verlauf der Temperaturanomalien (Abweichungen der Jahresmitteltemperatur vom Mittel der Gesamtperiode) im Alpenraum (schwarz) und auf der nördlichen Hemisphäre (rot) Quelle: BÖHM, www.zamg.ac.at

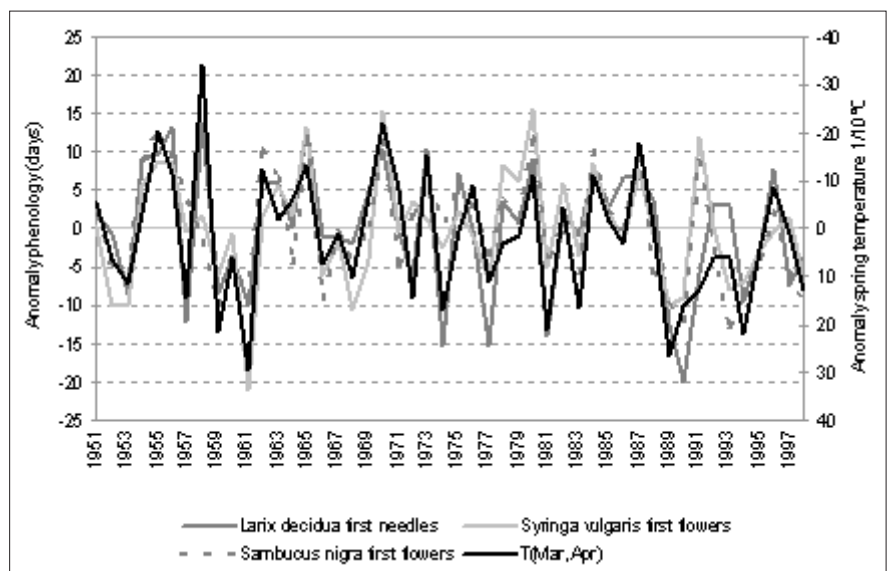


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der Abweichungen der phänologischen Phasen "Lärche Austrieb", "Fliederblüte", "Blüte des Schwarzen Holunders" vom Mittelwert und der Abweichung der mittleren Frühlingstemperatur vom langjährigen Mittelwert in den Alpen (BÖHM et al., 2001; SCHEIFINGER et al., 2002)

vor allem den zeitigen Frühlingsphasen sehr deutlich und einfach zeigen.

In der *Abbildung 2* ist der zeitliche Verlauf der Abweichungen einiger phänologischer Frühlingsphasen im Alpenraum vom Normalwert und der Abweichung des Frühlingmittels der Lufttemperatur vom Normalwert dargestellt: die Kurven verlaufen gleichsinnig, ein zeitiger Phasenbeginn geht mit einem warmen Frühjahr, ein später Phaseneintritt mit einem kühlen Frühjahr einher. Die Zeitreihen

zeigen ab Mitte der 1980er Jahre eine verstärkte Verfrühungstendenz fast aller Frühlingsphasen, im Mittel ergibt sich für die Blattentfaltung und Blüte in Europa eine Verfrühung von 1.4 bis 3.1 Tage pro Jahrzehnt bzw. um 1.2 bis 2.0 Tage pro Dekade in Nordamerika.

Das zeitliche Verhalten von phänologischen Phasen in Zentraleuropa wird also sehr stark von der bodennahen Lufttemperatur gesteuert, bis zu 90% der Variabilität der mittleren Eintrittstermine der

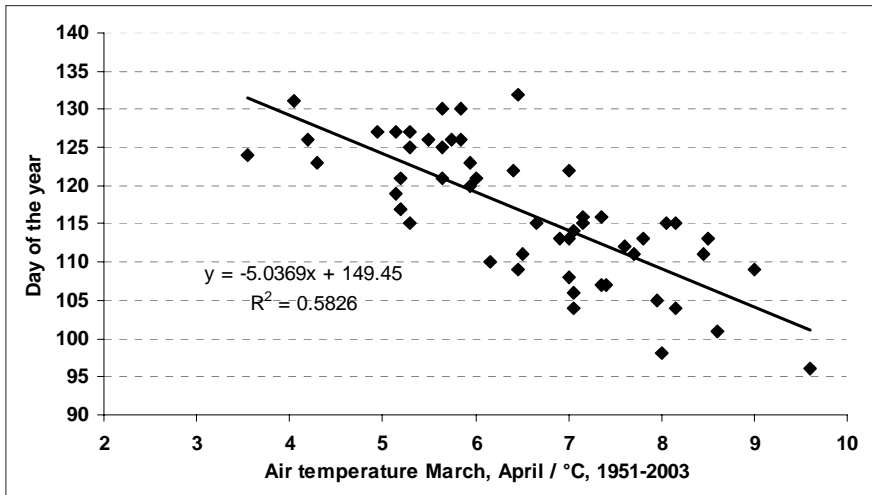


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Frühlingsmitteltemperatur und Datum des Blühbeginns von Apfel, dargestellt anhand der Beobachtungsdaten von Weiz, 1951 - 2003 (KOCH, 2004)

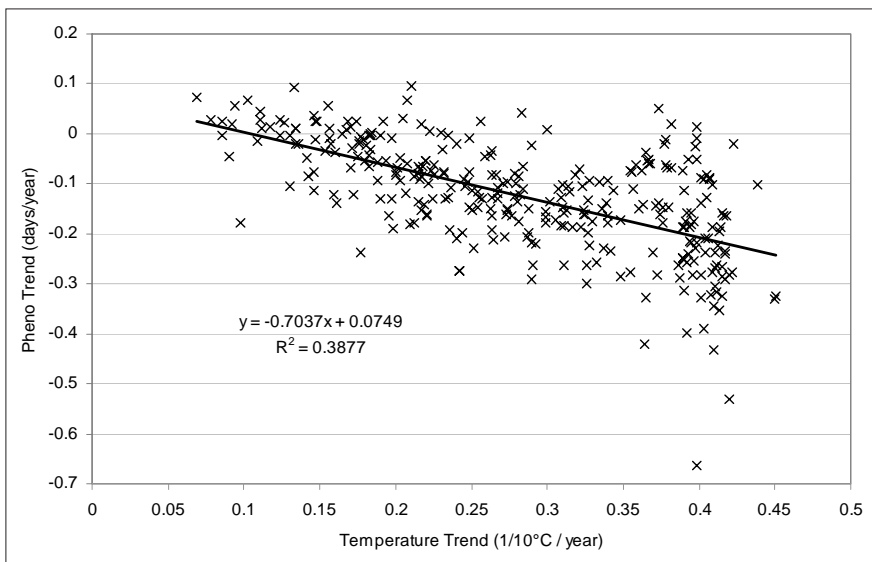


Abbildung 4: Vergleich von Trendwerten der Zeitreihen von 17 phänologischen Phasen und der ALPCLIM Temperaturreihen an gemeinsamen Gitterpunkten, 1951-1998 (KOCH et al., 2002)

phänologischen Phasen können von der Variabilität der Lufttemperatur erklärt werden. Eine Temperaturzunahme um 1°C im Frühjahr bedingt ein um ca. 1 Woche früheres Einsetzen von Frühlingsphasen wie die Blüte der Hasel oder der Kirsche. In *Abbildung 3* ist der Zusammenhang der März/Mitteltemperatur mit dem Blühdatum des Apfels in Weiz quantitativ dargestellt. Ein um 1 Grad höhere "Frühlingstemperatur" hat in diesem speziellen Fall eine Verfrüfung des Aufblühtermins um 5 Tage zur Folge. Mehr als 40 % der Variabilität des Trends der phänologischen Frühlingsphasen werden von der Variabilität des Trends der Frühlingstemperaturen in Mitteleuropa erklärt (siehe *Abbildung 4*).

Phänologie und Spätfrostschäden sind miteinander ursächlich verbunden. Tiefe Temperaturen nach der Enthärtungsphase der Pflanzen im Frühjahr, wo Blattaustrieb oder die Blüte stattfindet, können Pflanzen nachhaltig schädigen. Ergebnisse von Modellberechnungen weisen sowohl auf eine Verringerung des Spätfrosttrisikos aber auch auf eine Verschärfung in einem wärmeren Klima in Mitteleuropa hin, je nach Lage des Untersuchungsraumes. Auch beim Vergleich von Zeitreihen Tagesminima der Lufttemperatur und von phänologischen Frühjahrsphasen in Österreich zeigt sich, dass der Termin des letzten Spätfrostes eine stärkere Verfrüfung aufweist als die Pflanzenphasen, die Pflanzen also vor-

sichtig auf die Erwärmung im Frühjahr reagieren. Das tatsächliche Spätfrostisiko ist daher in Österreich in den letzten Dekaden geringer geworden.

Phänologische Beobachtungen sind mit praktisch keinem technischen Aufwand verbunden, wenn man von noch wenig brauchbaren objektiven Methoden absieht. Satellitengestützte Fernerkundung der Vegetationsdecke ist auf der gegenüberliegenden Seite des Spektrums anzusiedeln. Die Verknüpfung beider Ansätze gehört zu den im Augenblick intensiv bearbeiteten Problemkreisen aus dem Bereich der Beobachtung der Vegetationsdecke.

Aus Fernerkundungsdaten konnten TUCKER et al. (2001) eine Zunahme der globalen Photosyntheseaktivität über den Zeitraum von 1982 bis 1999 auf der nördlichen Hemisphäre > 35°N während der Vegetationsperiode ableiten. Eine Unterbrechung dieses Trends wurde in den Jahren 1991 bis 1992 beobachtet als Folge des Pinatubo Ausbruches und der anschließenden Abkühlung. Eine ähnliche Analyse von globalen Daten zur Vegetationsentwicklung und Satellitenbeobachtungen von 1982 bis 1999 ergaben eine Zunahme der Vegetationsdichte (MYNENI et al, 1997; ZHOU et al, 2001; NEMANI et al., 2003). Die Netto-primärproduktion (NPP) hat demnach um 6% zugenommen.

Tierphänologie

Neben den pflanzenphänologischen Beobachtungen werden an der ZAMG die Eintrittszeitpunkte einiger tierphänologischer Phasen gesammelt, unter anderem von drei vogelphänologischen Phasen. Sie umfassen die Phasen 'Erste Rauchschnalbe', 'Erster Kuckucksruf' und 'Alle Schwalben fort', die an 65 Stationen von 1951 - 1999 beobachtet wurden.

Wenn phänologische Beobachtungen prinzipiell von einer großen Subjektivität gekennzeichnet sind, dann trifft das in noch größerem Ausmaß auf die tierphänologischen Phasen zu. Dieselben Pflanzen können über viele Jahre hinweg an ein und demselben Ort beobachtet werden, während Insekten und besonders Vögel durch ihre Beweglichkeit und unterschiedliche Populationsdichte an einem Ort nur gleichsam 'zufällig' zu beobachten sind.

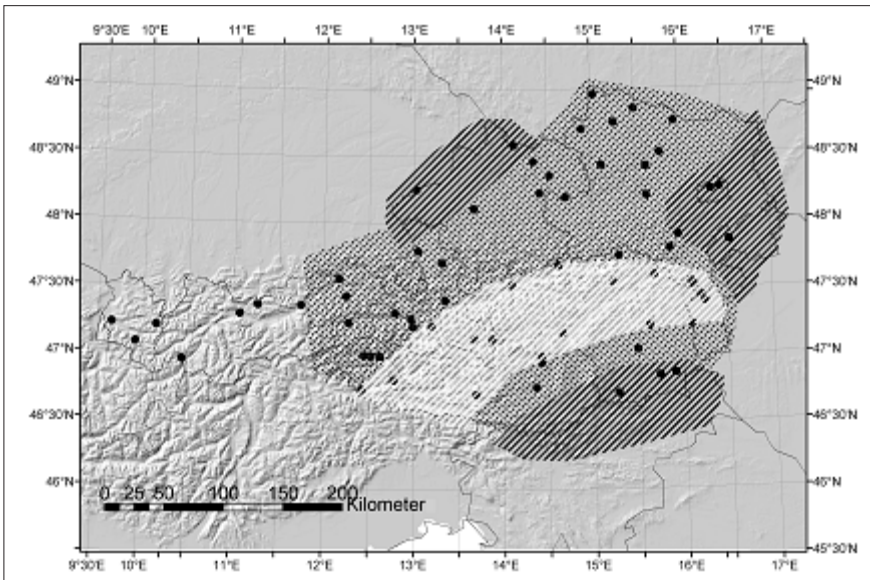


Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Trends (1980 - 1999) der Schwalbenankunftszeiten. Der weiße Bereich weist auf ein früheres Eintreffen der Schwalben hin, der schwarze auf ein späteres und der schwarz strichlierte auf ein gleichbleibendes Verhalten (SCHEIFINGER et al., 2005)

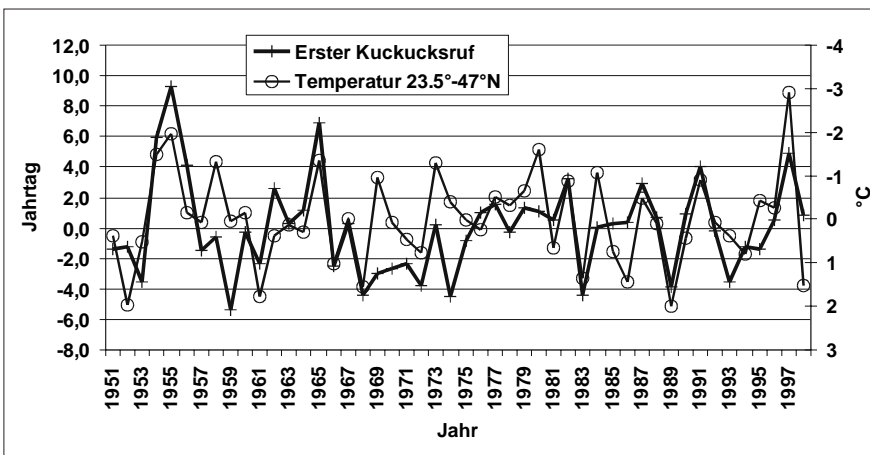


Abbildung 6: Zeitreihe der mittleren monatlichen Apriltemperatur, gemittelt von 23.5°-47°N Nord entlang 20° Ost (dünn schwarz) und der Ankunft des Kuckuck in Österreich. Der lineare Trend wurde von beiden Zeitreihen abgezogen. Die Variabilität der Ankunftszeiten kann zu 36% durch bodennahe Temperatur von 23.5 - 47°N am Zugweg erklärt werden (SCHEIFINGER et al., 2005)

Während die relativen Schwankungen der Eintrittszeitpunkte pflanzenphänologischer Phasen von Jahr zu Jahr großteils durch das lokale Klima gesteuert werden, müssen bei den Zugvögeln die Wetterverhältnisse entlang der Zugrouten betrachtet werden. Bei Langstreckenziehern, wie beispielsweise der Rauchschnalbe, die bis Südafrika fliegen kann, umfasst das schon ein recht großes Gebiet. Daher wurden Temperatur- und Niederschlagsdaten mit monatlicher Auflösung aus Afrika und Europa zusammengestellt, um sie mit den Eintrittszeiten der vogelphänologischen Phasen zu korrelieren.

Um einen ersten Eindruck vom räumlichen Verhalten der Vogelphasen zu erhalten, wurden die langjährigen mittleren Eintrittsdaten an jeder Station, die eine Zeitreihe von mindestens 30 Jahren aufweist, berechnet. Da die Stationshöhe und Stationsposition mit den Eintrittszeiten eher schwach korreliert sind (10% bis 33%) sind die folgenden Angaben vorsichtig zu interpretieren. Die Ankunftszeiten der Schwalben bewegen sich von Süden nach Norden mit einer Geschwindigkeit von etwa 40 bis 200 km/Tag, während die Ankunftszeiten der Kuckucke im Südosten von Österreich

zuerst einsetzen und nach Nordwesten fortschreiten. Die Vogelphasen werden, wie zu erwarten, an niedrig gelegenen Stationen zuerst beobachtet, wobei die Schwalbenphase mit einer Geschwindigkeit von 110 bis 230 m/Tag und die Kuckucksphase mit einer Geschwindigkeit von 100 bis 120 m/Tag nach oben wandert. Der Schwalbenabflug wird zuerst im Norden Österreichs beobachtet und schreitet mit etwa 70 km/Tag nach Süden fort, wobei er in allen Höhenlagen etwa gleichzeitig stattfindet.

Aufgrund der lückenhaften Reihen an den einzelnen Stationen, der Subjektivität der Beobachtungen und fehlenden Angaben zur zeitlichen Entwicklung der Populationsdichte muss man bei der Ableitung von zeitlichen Trends große Vorsicht walten lassen. Eine allererste subjektive räumliche Zuordnung der Trends der Schwalbenankunftszeiten von 1980 bis 1999 zeigt eine Aufteilung in drei Regionen, wobei im alpinen Bereich die Schwalben etwas früher zu kommen scheinen und im Voralpenbereich Trends zu späteren Ankunftszeiten zu beobachten sind.

Für die weiteren Betrachtungen wurde eine gesamtösterreichische Zeitreihe der Vogelphasen auf Grundlage einiger nach bestimmten Kriterien ausgewählten Stationen berechnet. Von den atmosphärischen Variablen zeigen Temperatur und Wind die höchsten Korrelationen mit den Vogelphasen. Das Monatsmittel der Apriltemperatur in Österreich kann etwa 25% der Variabilität der Schwalbenankunftszeiten von Jahr zu Jahr erklären. Die jährliche Variabilität der Kuckucksphase lässt sich hingegen zu 36% mit dem monatlichen Temperaturmittel und zu 25% mit dem Monatsmittel der Druckverteilung in 850 hPa (ein Maß für die Windgeschwindigkeit) im April auf der Zugstrecke von 23.5° bis 47°N erklären (Abbildung 6). Ein multiples Regressionsmodell mit Temperatur und Druckverteilung in 850 hPa als unabhängige Variablen kann 39% der jährlichen Variabilität der Kuckucksphase erklären. Es besteht ein recht guter Zusammenhang zwischen der Strömungsrichtung und der Temperatur, wobei, wie zu erwarten, beispielsweise Südströmungen mit höheren Temperaturen verbunden sind. Das sind auch genau die Situationen, die zu früheren Ankunftszeiten beim

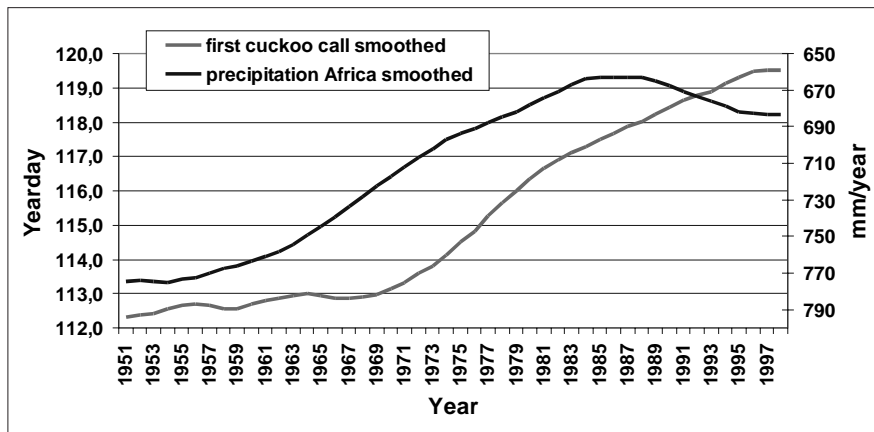


Abbildung 7: Geglättete Zeitreihen des "ersten Kuckucksrufes" und der jährlichen Niederschlagssumme (April des Vorjahres bis März des Beobachtungsjahres) über dem Gebiet 5°-30° Nord und 0°-20° Ost. Als erste Hypothese zur Erklärung des starken langfristigen Trends zu späteren Ankunftszeiten wird ein Zusammenhang mit dem Niederschlag in Afrika (0-20°E, 5-30°N) vermutet (SCHEIFINGER et al., 2005)

Kuckuck führen. Die Vögel sparen mit Hilfe von Rückenwind beim Reisen Zeit und Energie.

Um mögliche Kandidaten zur Erklärung des systematischen langfristigen Trends beider vogelphänologischen Phasen zu späteren Ankunftszeiten zu finden, wurden die kurzfristigen Schwankungen in den Zeitreihen herausgefiltert. Die Zeitreihe der abnehmenden Niederschlagssummen im Gebiet von 0° - 20°E und 5° - 30°N passt am besten von allen atmosphärischen Variablen zum Trend der vogelphänologischen Reihen zu späteren Ankunftszeiten (Abbildung 7). Die einzige Einschränkung sind die letzten 15 Jahre der Niederschlagszeitreihe, wobei die Niederschläge zwar immer noch recht niedrig ausfallen, aber leicht ansteigen, während die Vögel ihren Trend zu späteren Ankunftszeiten fortsetzen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass in allen zeitlichen Größenordnungen kausale Zusammenhänge zwischen vogelphänologischen Eintrittsdaten und atmosphärischen Variablen zu vermuten sind. Aufgabe der weiteren Forschung wird es sein, auf Grundlage von zeitlich höher aufgelösten Zeitreihen meteorologischer Felder die hier angedeuteten Zusammenhänge zu quantifizieren und zu vertiefen.

Phänologisches Netz in Österreich

Derzeit sind etwa 80 ehrenamtliche Beobachter im Rahmen des phänologischen

Messnetzes der ZAMG tätig. Leider ist die Messnetzdichte sehr unterschiedlich, vor allem in Tirol, den südlichen Landesteilen von Oberösterreich und der Steiermark sowie in den Tauerntälern Kärntens bestehen größere Lücken. Falls Sie Interesse haben, diese Lücken zu füllen, melden Sie sich bitte bei der ZAMG, 1190 Wien, Hohe Warte 38 oder per Email klimat@zamg.ac.at. Wir geben Ihnen dann nähere Details zum phänologischen Beobachtungsprogramm bekannt.

Verwendete und weiterführende Literatur

BÖHM, R., I. AUER, M. BRUNETTI, M. MAUGERI, T. NANNI and W. SCHÖNER, 2001: Regional temperature variability in the European Alps 1760-1998 from homogenized instrumental time series, *International Journal of Climatology*, 21 (14), 1779 - 1801.

CHMIELEWSKI, F.-M., T. RÖTZER, 2001: Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108, 253 - 261.

FRITSCH, K., 1850: Anleitung zur Ausführung von Beobachtungen über die an eine jährliche Periode gebundenen Erscheinungen im Pflanzenreich. Maiheft 1850 der Sitzungsberichte der mathem. - naturw. Classe der k. Akademie der Wissenschaften.

IPCC Technical Paper V Climate Change and Biodiversity, 2002.

KOCH, E., H. SCHEIFINGER and O. HARLFIN-GER (ed.), 2002: Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.

KOCH, E., 2000: Trends of phenological Spring Phases in the Swiss and Austrian Alps. Proceedings of ICAM 2000, International Conference on Alpine Meteorology, Innsbruck.

KOCH, E. und H. SCHEIFINGER, 2004: Phänologie ein Bio-Indikator für den Klimawandel. Tagungsbericht 2004 ALVA "Klimawandel - Auswirkungen auf Umwelt und Agrarproduktion. Wien.

LIETH, H., 1974: Introduction to Phenology and the Modeling of Seasonality, in Lieth, H. ed., *Phenology and Seasonality Modeling, Ecological Studies 8*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

MENZEL, A., F.M. CHMIELEWSKI, E. KOCH, R. AHAS and E. DITTMANN, 2003: Phänologie - Zeichen der Natur, Anzeichen für den Klimawandel? BIOMET Tagung Dresden.

MENZEL, A. and P. FABIAN, 1999: Growing season extended in Europe, *Nature*, 397.

MYNENI, R.B., C.D. KEELING, C.J. TUCKER, G. ASRAR and R.R. NEMANI, 1997: Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991. *Nature* 386: 698-702.

NEMANI, R.R., Ch.D. FEELING, H. HASHIMOTO, W.M. JOLLY, ST.C. PIPER, C.J. TUCKER, R.B. MYNENI and ST.W. RUNNING, 2003: Climate - Driven Increases in Global Terrestrial Net Primary Production from 1982 - 1999. *Science*, 300, 1560-1563.

PARMESAN, C. and G. YOHE, 2003: A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems, *Nature*, 421, 37 - 42.

REISS, M., 1959: Die Phänologie in Österreich seit 1826 und ihre Beziehungen zur Klimakunde. *Wetter und Leben*, 11(5-7), 71-115.

SCHNELLE, F., 1955: Pflanzen-Phänologie. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig KG, Leipzig, 299 pp.

SCHEIFINGER, H., A. MENZEL, E. KOCH, CH. PETER and R. AHAS, 2002: Atmospheric Mechanisms Governing the Spatial and Temporal Variability of Phenological Observations in Central Europe. *Int. J. Climatol.*, 22, 1739-1755.

SCHEIFINGER, H., E. KOCH und H. WINKLER, 2005: Erste Ergebnisse einer Analyse vogelphänologischer Beobachtungen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik 1951 - 1999 in Österreich. Eingereicht bei Promet.

SCHWARTZ, M.D. (ed.), 2003: Phenology an integrative environmental science, *Tasks for Vegetation Science 39*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.

TUCKER, C.J., D.A. SLAYBACK, J.E. PINZON, S.O. LOS, R.B. MYNENI and M.G. TAYLOR, 2001: Higher northern latitude normalized difference vegetation index and growing season trends from 1982-1999. *Int. J. Biometeorol.*, 45: 184-190.

WALTHER, GR., E. POST, P. CONVEY, A. MENZEL, C. PARMESAN, T.J.C. BEEBEE, J.M. FROMENTIN, E. HOEGH-GULDBERG, F. BAIRLEIN, 2002: Ecological responses to recent climate change, *Nature*, 416, 389 - 395.

ZHOU, L., C.J. TUCKER, R.K. KAUFMANN, D. SLAYBACK, N.V. SHABANOV and R.B. MYNENI, 2001: Variations in Northern Vegetation Activity Interfered from Satellite Data of Vegetation Index During 1981 to 1999. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, Vol.106.

Anhang: Phänologische Beobachtungsdaten aus der Steiermark (Stationen mit langen Reihen); Standardstatistiken
Angaben in Tage ab Jahresbeginn (1= 1.1., 2 = 2.1., 32 = 1.2. usf); Anz. Zahl der vorhandenen Jahre; 5, 10, 25...Perzentile, z.B. bedeutet 5 dass in 5% der Jahre, 95 heißt, dass in 95% diese Phase vor dem angegebenen Termin beobachtet wird; Minimum frühester beobachteter Eintrittstermin; Maximum spätester beobachteter Eintrittstermin

Bad Gleichenberg	Anz.	MW	Min	5	10	25	50%= Median	75	90	95	Max
Kl.Schneeglöckchen /Frühlingsknotenblume Blühbeginn	43	62.1	39	41.0	42.8	51.0	62.0	75.0	79.0	79.9	88
Haselstrauch Blühbeginn	43	65.0	32	34.0	44.2	51.0	65.0	78.5	85.8	86.0	97
Forsythie Blühbeginn	13	90.8	68	70.4	72.4	85.0	93.0	96.0	106.2	109.0	112
Beginn der Feldarbeiten	38	94.9	74	79.0	82.1	87.3	95.5	100.0	107.3	110.9	120
Marille Blühbeginn	44	101.1	79	81.2	82.6	95.8	101.5	108.3	113.7	114.0	124
Birke Beginn der Blatentfaltung	43	105.1	86	89.1	93.0	102.0	106.0	110.0	115.8	116.9	122
Roßkastanie Beginn der Blatentfaltung	42	105.6	88	91.1	95.0	101.3	106.0	110.8	113.9	116.9	121
Süßkirsche Blühbeginn	44	106.5	86	91.0	93.9	100.0	107.5	112.5	116.7	120.9	122
Spitzahorn Beginn der Blatentfaltung	36	107.2	85	89.5	93.5	102.8	108.0	113.3	120.0	120.3	126
Rotbuche Beginn der Blatentfaltung	44	107.8	87	92.3	94.0	103.8	109.0	111.3	120.4	121.9	135
Eiche Beginn der Blatentfaltung	41	110.6	93	95.0	99.0	105.0	111.0	115.0	122.0	125.0	127
Birne Blühbeginn	44	116.3	94	103.0	104.0	109.8	116.0	123.0	128.1	131.9	149
Weinrebe Beginn des Austriebs	43	116.0	84	100.2	102.4	109.5	116.0	124.0	130.8	132.8	135
Apfel Blühbeginn	45	120.2	91	105.4	108.0	114.0	121.0	127.0	131.6	132.8	141
Roßkastanie Blühbeginn	42	125.4	112	115.0	115.1	121.0	125.5	130.0	133.9	136.9	140
Flieder Blühbeginn	42	124.7	99	112.1	115.1	120.0	126.5	130.0	133.0	137.0	139
Schwarzer Holunder Blühbeginn	43	150.0	122	135.2	140.4	144.0	150.0	157.5	160.6	166.6	172
Robinie (Scheinakazie) Blühbeginn	25	149.9	124	132.0	140.8	144.0	151.0	156.0	160.6	164.2	165
Winterroggen Vollblüte	38	155.9	137	143.7	146.7	150.0	154.5	160.5	167.0	170.2	185
Weinrebe Blühbeginn	37	154.2	122	128.6	134.4	150.0	155.0	162.0	172.0	173.4	177
erste Wiesenmahd	41	158.3	144	145.0	147.0	153.0	158.0	163.0	167.0	171.0	202
Süßkirsche (früh) erste reife Früchte	43	170.0	135	142.3	145.8	160.0	175.0	181.5	184.8	186.8	194
Sommerlinde (großblättrige Linde) Blühbeginn	41	178.3	153	157.0	161.0	172.0	180.0	185.0	192.0	192.0	198
rote Johannisbeere (Ribisel) erste reife Früchte	39	190.4	176	177.9	180.4	185.5	191.0	192.5	204.4	206.3	209
Winterroggen Vollreife	43	199.5	171	185.5	190.2	194.0	199.0	206.5	211.0	213.8	216
Marille erste reife Früchte	39	208.5	187	188.9	194.0	200.5	208.0	217.0	221.4	224.5	243
Heidekraut Blühbeginn	36	221.9	175	205.0	213.0	217.0	223.5	227.5	233.5	237.5	243
Grummeteerte	43	227.9	210	212.1	215.0	219.0	228.0	236.5	241.0	243.7	253
Schwarzer Holunder erste reife Früchte	41	234.2	186	221.0	224.0	229.0	235.0	240.0	247.0	249.0	251
Roßkastanie erste reife Früchte	43	266.8	246	253.0	255.4	261.0	267.0	272.0	277.6	282.8	289
Winterroggen Beginn der Bestellung	41	270.2	258	259.0	261.0	263.0	269.0	274.0	283.0	288.0	292
Birne (spät) erste reife Früchte	18	277.4	261	263.6	264.7	271.5	275.0	287.0	290.2	293.2	294
Weinrebe Lese	42	283.3	246	267.1	268.3	276.3	284.5	289.0	295.9	299.0	304
Apfel (spät) erste reife Früchte	18	285.3	275	277.6	278.0	278.3	287.5	288.8	293.3	294.6	298
Winterroggen Aufgang	38	289.2	267	270.9	273.7	277.5	289.5	298.0	307.6	310.5	317
Rotbuche herbstliche Blattverfärbung	34	291.5	276	283.7	284.3	286.3	290.5	297.0	299.0	301.4	308
Apfel herbstliche Blattverfärbung	40	290.0	265	275.0	278.0	283.8	291.0	297.0	298.4	303.1	315
Apfel herbstlicher Blattfall	39	301.8	281	284.9	288.0	294.5	302.0	306.5	314.0	319.5	327
Rotbuche herbstlicher Blattfall	23	302.4	283	288.1	289.0	299.5	304.0	306.5	313.2	314.0	322
Dürnstein in der Steiermark											
Kl.Schneeglöckchen /Frühlingsknotenblume Blühbeginn	26	62.3	14	31.5	39.0	52.8	65.5	76.3	84.5	87.3	91
Haselstrauch Blühbeginn	26	66.5	36	42.0	45.0	52.0	69.5	78.0	85.5	89.3	91
Salweide Blühbeginn	26	83.5	61	64.5	69.0	75.8	84.5	93.5	96.5	98.8	100
Beginn der Feldarbeiten	26	90.8	70	74.0	74.5	84.3	92.5	96.0	100.5	104.0	124
Sommergerste Beginn der Bestellung	26	98.0	82	83.5	87.0	91.5	99.0	104.8	107.0	108.5	112
Lärche Beginn der Blatentfaltung	26	106.8	88	90.5	93.0	97.8	109.5	114.8	117.5	118.8	123
Birke Beginn der Blatentfaltung	26	110.8	89	92.3	98.0	103.0	111.5	118.0	123.0	123.0	126
Marille Blühbeginn	25	109.7	87	90.6	93.8	97.0	112.0	118.0	123.2	128.0	134
Sommergerste Aufgang	26	112.7	95	97.8	102.5	109.3	114.0	118.0	121.0	122.8	125
Roßkastanie Beginn der Blatentfaltung	26	117.2	104	105.3	106.0	110.3	116.0	122.8	129.0	134.0	136
Bergahorn Beginn der Blatentfaltung	22	120.3	102	106.4	113.1	118.0	121.0	125.0	129.6	130.0	131
Süßkirsche Blühbeginn	26	122.4	107	113.3	114.5	118.0	122.0	127.8	132.0	133.5	136
Rotbuche Beginn der Blatentfaltung	13	124.0	112	114.4	116.6	119.0	123.0	131.0	132.6	133.0	133
Eiche Beginn der Blatentfaltung	22	125.4	115	115.1	116.4	122.0	125.0	130.8	132.9	134.0	136
Apfel Blühbeginn	26	129.3	117	118.3	119.5	125.0	129.0	135.8	137.0	138.5	141
Weinrebe Beginn des Austriebs	19	129.3	100	118.0	120.8	128.0	131.0	134.5	136.0	140.3	143
Fichte Beginn des Maitriebs	13	131.5	125	125.0	125.6	129.0	132.0	134.0	136.0	136.8	138
Roßkastanie Blühbeginn	26	136.7	127	127.3	128.0	131.3	135.5	141.8	146.5	148.5	149
Flieder Blühbeginn	26	139.0	124	125.5	130.0	134.0	138.0	144.5	150.0	153.8	156
Vogelbeere, Eberesche Blühbeginn	26	139.9	127	129.8	132.0	136.0	139.5	144.5	147.5	151.0	156
Rotklee Blühbeginn	25	148.0	138	138.2	139.4	143.0	148.0	152.0	157.2	160.4	164
erste Wiesenmahd	26	162.8	152	153.5	155.5	159.3	161.0	166.0	170.5	171.8	178
Schwarzer Holunder Blühbeginn	26	162.2	146	153.0	153.5	156.3	162.0	168.5	170.0	173.3	177
Winterweizen Vollblüte	17	170.8	161	162.6	163.0	165.0	170.0	176.0	179.2	181.8	185
Weinrebe Blühbeginn	20	176.1	165	166.0	166.0	170.5	173.0	180.8	188.1	189.2	193
Sommergerste Vollblüte	26	176.4	162	166.0	167.0	173.0	178.0	181.5	184.0	185.5	187
Sommerlinde (großblättrige Linde) Blühbeginn	26	178.3	161	165.0	167.0	173.3	178.5	183.0	189.0	192.5	200
Weinrebe Blühende	13	186.7	173	176.6	179.0	179.0	183.0	194.0	198.4	199.0	199
Süßkirschen (spät) erste reife Früchte	13	190.4	176	177.8	180.2	186.0	190.0	197.0	200.6	202.2	204
rote Johannisbeere (Ribisel) erste reife Früchte	26	200.1	182	187.5	189.0	193.5	200.0	205.0	212.5	217.5	223
Sommergerste Vollreife	26	220.7	197	203.3	207.5	211.0	223.5	231.8	234.5	235.8	236
Grummeteerte	26	223.7	206	212.5	214.5	217.3	224.0	228.0	233.0	236.0	242
Winterweizen Vollreife	18	223.1	205	205.0	206.4	217.3	225.0	232.0	233.9	236.0	236
Vogelbeere erste reife Früchte	26	238.1	221	224.0	225.5	233.0	239.5	243.5	247.5	251.5	263

	Anz.	MW	Min.	5	10	25	50%= Median	75	90	95	Max.
Schwarzer Holunder erste reife Früchte	25	255.8	236	237.0	239.0	247.0	255.0	263.0	271.0	271.8	283
Apfel (mittel) erste reife Früchte	24	260.2	241	245.0	245.3	249.8	259.5	268.0	271.0	279.5	294
Winterweizen Beginn der Bestellung	18	272.3	258	262.3	263.0	267.0	271.0	274.8	282.2	287.0	298
Roßkastanie erste reife Früchte	26	275.0	252	258.8	262.0	268.3	275.0	282.8	288.5	289.0	292
Rotbuche herbstliche Blattverfärbung	14	277.1	263	266.9	269.6	271.5	277.0	280.3	288.1	289.7	291
Winterweizen Aufgang	18	285.6	272	274.6	275.0	279.5	284.0	286.8	300.3	308.0	308
Apfel herbstliche Blattverfärbung	26	288.4	258	273.0	280.0	284.0	289.0	295.0	296.5	300.0	304
Rotbuche herbstlicher Blattfall	15	297.0	279	284.6	287.4	291.0	293.0	302.5	311.0	316.5	320
Apfel herbstlicher Blattfall	26	308.5	289	292.3	295.0	303.5	309.5	314.8	319.0	326.0	328
Weinrebe herbstlicher Blattfall	13	310.9	299	299.6	301.2	309.0	312.0	316.0	317.6	318.4	319
alle Bäume herbstlicher Blattfall	13	317.8	306	309.0	311.4	314.0	316.0	323.0	327.8	330.2	332
Graz											
Haselstrauch Blühbeginn	41	51.4	2	15.0	23.0	41.0	51.0	69.0	77.0	82.0	84
Kl.Schneeglöckchen /Frühlingsknotenblume Blühbeginn	34	55.5	24	36.9	39.3	44.0	52.5	66.8	75.7	76.4	80
Beginn der Feldarbeiten	32	73.3	46	52.0	60.0	65.8	75.0	84.0	87.0	89.4	98
Salweide Blühbeginn	31	75.1	30	52.0	60.0	66.5	76.0	85.0	94.0	95.5	97
Lärche Beginn der Blattentfaltung	36	92.6	69	75.8	81.0	88.5	92.5	99.3	104.5	106.0	108
Marille Blühbeginn	41	92.2	66	71.0	75.0	84.0	94.0	101.0	107.0	109.0	113
Birke Beginn der Blattentfaltung	38	95.4	77	79.0	81.4	89.3	96.0	103.5	106.3	107.2	111
Roßkastanie Beginn der Blattentfaltung	36	97.8	74	85.8	89.0	94.0	98.0	102.0	106.0	108.3	110
Süßkirsche Blühbeginn	41	100.9	82	85.0	87.0	93.0	100.0	110.0	113.0	114.0	115
Zwetschke Blühbeginn	39	103.8	83	83.0	90.6	95.5	105.0	113.5	115.0	115.1	116
Rotbuche Beginn der Blattentfaltung	36	107.1	92	96.5	98.0	102.8	108.5	112.0	115.0	115.3	116
Birne Blühbeginn	41	107.5	85	94.0	96.0	99.0	109.0	115.0	118.0	119.0	120
Eiche Beginn der Blattentfaltung	36	110.1	97	99.0	100.5	106.8	111.0	114.0	116.0	118.3	121
Apfel Blühbeginn	41	112.2	96	97.0	101.0	106.0	113.0	119.0	122.0	124.0	125
Weinrebe Beginn des Austriebs	18	114.7	99	99.9	103.5	110.3	114.5	121.8	124.0	124.6	128
Roßkastanie Blühbeginn	36	119.1	100	106.5	112.0	115.8	120.0	122.3	127.0	128.0	128
Flieder Blühbeginn	41	118.0	99	105.0	106.0	114.0	120.0	123.0	127.0	128.0	133
Schwarzer Holunder Blühbeginn	40	140.4	121	129.8	130.9	136.8	140.5	145.0	148.1	149.3	169
erste Wiesenmahd	31	139.5	97	107.5	122.0	135.0	143.0	148.5	152.0	155.0	162
Robinie (Scheinakazie) Blühbeginn	41	143.9	122	134.0	136.0	139.0	143.0	148.0	154.0	158.0	162
Süßkirsche (früh) erste reife Früchte	41	149.1	126	140.0	141.0	145.0	147.0	155.0	160.0	160.0	164
Weinrebe Blühbeginn	20	157.2	135	135.0	137.7	149.5	159.5	166.3	171.2	173.1	174
rote Johannisbeere (Ribisel) erste reife Früchte	38	177.2	161	165.4	166.7	171.3	176.5	184.0	191.0	191.0	196
Marille erste reife Früchte	41	202.4	171	190.0	195.0	199.0	203.0	207.0	210.0	213.0	217
Apfel (früh) erste reife Früchte	32	207.3	195	196.1	199.1	201.8	204.5	210.0	214.7	218.6	271
Schwarzer Holunder erste reife Früchte	32	226.3	213	216.0	217.1	222.0	224.0	230.0	236.9	241.0	245
Zwetschke (früh) erste reife Früchte	35	224.5	200	209.4	210.8	217.0	224.0	227.5	236.4	243.9	261
Birne (früh) erste reife Früchte	36	252.4	233	237.3	240.5	245.5	253.5	258.3	262.5	263.0	270
Apfel (mittel) erste reife Früchte	18	257.8	242	243.7	245.4	248.0	258.0	262.8	268.3	271.7	287
Roßkastanie erste reife Früchte	34	260.7	244	247.7	249.5	257.0	263.0	266.0	268.7	270.7	272
Rotbuche herbstliche Blattverfärbung	31	263.7	243	244.5	246.0	254.5	264.0	271.0	283.0	285.5	298
Weinrebe Lese	29	274.1	231	242.0	242.8	265.0	281.0	288.0	290.0	295.4	303
Apfel herbstliche Blattverfärbung	29	290.8	268	273.4	274.8	283.0	289.0	299.0	308.8	312.6	314
Rotbuche herbstlicher Blattfall	29	296.4	276	278.4	279.0	289.0	295.0	305.0	315.2	317.2	322
Apfel herbstlicher Blattfall	32	309.3	283	289.7	293.0	298.8	309.0	319.3	324.9	328.4	341
Weinrebe herbstlicher Blattfall	10	310.3	296	296.9	297.8	304.0	311.0	317.0	320.3	321.7	323
alle Bäume herbstlicher Blattfall	10	321.2	286	299.5	313.0	319.3	325.0	327.8	332.2	333.1	334
alle Bäume entlaubt	11	327.8	319	319.5	320.0	323.5	328.0	332.0	334.0	337.5	341
Ende der Feldarbeiten	21	324.7	306	308.0	314.0	317.0	329.0	331.0	334.0	335.0	342
Mürzzuschlag											
Kl.Schneeglöckchen /Frühlingsknotenblume Blühbeginn	31	79.3	59	62.0	65.0	70.5	75.0	88.0	95.0	99.0	101
Haselstrauch Blühbeginn	31	90.3	68	69.0	77.0	82.0	89.0	98.5	105.0	108.0	114
Huflattich Blühbeginn	31	92.8	69	75.5	81.0	88.0	92.0	97.0	106.0	112.0	118
Beginn der Feldarbeiten	31	99.7	75	83.5	91.0	97.0	100.0	105.5	109.0	109.5	114
Lärche Beginn der Blattentfaltung	31	114.7	97	100.0	101.0	109.5	116.0	121.5	126.0	126.5	128
Birke Beginn der Blattentfaltung	31	117.5	99	103.5	105.0	112.0	119.0	123.5	129.0	129.0	130
Roßkastanie Beginn der Blattentfaltung	31	125.8	103	112.0	118.0	122.5	125.0	130.0	135.0	138.5	145
Süßkirsche Blühbeginn	31	125.3	104	111.5	113.0	120.5	126.0	131.5	136.0	137.5	140
Rotbuche Beginn der Blattentfaltung	31	127.5	118	118.0	120.0	123.0	127.0	132.0	135.0	135.5	142
Spitzahorn Beginn der Blattentfaltung	31	126.8	94	116.5	119.0	123.5	128.0	131.5	134.0	135.5	140
Fichte Blühbeginn	31	132.0	110	118.5	122.0	125.0	132.0	137.0	141.0	148.0	154
Bergahorn Beginn der Blattentfaltung	31	131.9	100	121.5	122.0	129.5	133.0	137.0	140.0	141.5	146
Eiche Beginn der Blattentfaltung	25	132.4	114	120.2	125.4	128.0	134.0	136.0	140.4	145.2	148
Heidelbeere Blühbeginn	31	136.2	110	121.0	125.0	131.5	137.0	140.5	146.0	150.0	156
Birne Blühbeginn	31	137.9	115	124.5	130.0	133.5	138.0	143.0	146.0	151.5	157
Zwetschke Blühbeginn	30	139.9	114	119.7	127.5	132.0	141.0	148.0	150.1	154.3	159
Apfel Blühbeginn	31	140.9	122	129.5	131.0	136.0	141.0	146.0	149.0	154.0	163
Flieder Blühbeginn	31	147.3	132	134.0	136.0	143.0	147.0	152.5	158.0	160.5	161
Roßkastanie Blühbeginn	31	146.8	130	131.5	136.0	143.0	148.0	152.0	157.0	159.0	162
Vogelbeere, Eberesche Blühbeginn	22	148.7	127	133.3	138.1	141.0	148.5	156.5	161.9	163.0	167
Rotklee Blühbeginn	31	163.8	144	148.5	149.0	157.5	164.0	170.0	175.0	180.5	185
Robinie (Scheinakazie) Blühbeginn	19	167.3	155	155.0	158.2	161.0	166.0	173.5	175.8	179.2	181
Winterweizen Beginn des Ährenschiebens	24	168.1	153	161.2	162.0	162.8	167.0	174.3	176.0	178.6	179
erste Wiesenmahd	31	167.5	157	158.0	159.0	163.0	168.0	171.5	176.0	179.0	179
Knäuelgras Vollblüte	30	169.6	145	158.5	161.7	164.0	169.5	176.0	178.3	184.9	191
Sommergerste Beginn des Ährenschiebens	31	174.0	154	158.0	161.0	170.0	173.0	179.0	183.0	189.5	196

	Anz.	MW	Min.	5	10	25	50%= Median	75	90	95	Max.
Schwarzer Holunder Blühbeginn	31	174.6	157	162.5	165.0	169.0	174.0	180.0	186.0	188.0	192
Sommerlinde (großblättrige Linde) Blühbeginn	31	183.3	166	167.0	168.0	174.0	178.0	192.5	201.0	206.5	207
Süßkirsche (früh) erste reife Früchte	31	204.6	181	192.0	193.0	197.0	205.0	209.0	218.0	220.5	224
rote Johannisbeere (Ribisel) erste reife Früchte	31	211.3	196	196.5	202.0	207.0	209.0	218.0	222.0	222.0	233
Heidekraut Blühbeginn	23	230.5	208	216.1	217.0	222.0	232.0	236.0	244.2	246.9	259
Vogelbeere erste reife Früchte	22	237.1	221	224.2	227.4	232.5	237.0	240.0	247.5	252.8	253
Herbstzeitlose Blühbeginn	31	243.6	226	231.0	236.0	238.5	242.0	247.5	255.0	256.5	272
Grummeternte	31	244.4	224	230.0	234.0	237.5	243.0	249.5	258.0	259.0	270
Schwarzer Holunder erste reife Früchte	30	255.9	240	241.5	242.0	245.8	257.0	262.8	270.1	272.1	278
Rotbuche herbstliche Blattverfärbung	31	268.9	253	258.5	262.0	264.5	269.0	273.0	277.0	277.5	283
Rotbuche erste reife Früchte	31	270.0	248	258.0	263.0	267.0	269.0	273.5	279.0	284.0	291
Spätkartoffel (nicht vorgekeimt) Ernte	31	271.8	257	258.5	261.0	264.5	271.0	278.5	283.0	287.5	294
Zwetschke (früh) erste reife Früchte	31	273.1	253	256.5	261.0	266.0	272.0	281.0	289.0	296.0	299
Apfel herbstliche Blattverfärbung	31	275.1	252	258.5	264.0	271.0	275.0	279.0	288.0	291.0	295
Birne (spät) erste reife Früchte	17	277.8	264	267.2	268.0	273.0	278.0	284.0	285.4	286.4	288
Winterroggen Beginn der Bestellung	23	278.9	267	268.1	269.4	273.0	280.0	284.0	288.0	288.9	293
Roßkastanie erste reife Früchte	31	281.1	261	266.0	270.0	273.0	280.0	291.0	293.0	294.0	298
Winterweizen Beginn der Bestellung	23	281.7	271	271.0	271.4	275.0	281.0	287.5	290.8	294.6	296
Apfel (spät) erste reife Früchte	30	284.6	268	270.4	272.0	274.3	286.0	292.8	295.3	299.7	302
Apfel herbstlicher Blattfall	31	291.5	271	278.5	283.0	288.5	291.0	296.0	300.0	304.5	310
Ende der Feldarbeiten	27	302.9	264	270.7	286.4	295.0	302.0	315.0	323.4	324.7	326
alle Bäume entlaubt	19	314.3	298	301.6	302.0	304.5	314.0	321.0	328.2	329.5	334
Stainach im Ennstal											
Hufflattich Blühbeginn	32	78.1	61	62.1	65.0	67.8	74.0	82.5	97.9	105.5	121
Kl.Schneeglöckchen /Frühlingsknotenblume Blühbeginn	30	79.4	55	60.5	68.2	73.3	78.0	88.0	94.2	98.2	101
wohlriechendes Veilchen Blühbeginn	29	86.3	62	69.8	71.8	79.0	82.0	96.0	105.2	107.2	134
Haselstrauch Blühbeginn	31	82.4	57	63.0	67.0	74.5	83.0	87.5	95.0	103.0	118
Salweide Blühbeginn	32	89.2	67	72.6	74.3	80.5	88.0	96.0	108.2	110.5	125
Beginn der Feldarbeiten	28	103.7	75	82.5	89.8	99.0	104.0	109.3	115.6	120.3	141
Lärche Beginn der Blattentfaltung	32	112.6	93	97.4	103.1	109.8	112.5	118.0	120.0	123.4	136
Roßkastanie Beginn der Blattentfaltung	31	115.5	98	100.0	101.0	108.5	115.0	121.5	129.0	132.0	133
Spitzahorn Beginn der Blattentfaltung	27	115.3	93	97.9	100.0	105.5	116.0	127.0	132.0	133.4	135
Bergahorn Beginn der Blattentfaltung	31	117.9	92	99.0	103.0	112.5	117.0	125.0	132.0	134.5	136
Birke Beginn der Blattentfaltung	32	122.2	98	103.9	110.2	115.0	123.5	129.0	133.8	136.0	143
Spätkartoffel (nicht vorgekeimt) Beginn der Bestellung	32	125.1	113	116.0	117.1	120.0	123.5	130.0	135.0	137.8	140
Süßkirsche Blühbeginn	32	125.0	105	106.7	111.2	117.8	124.5	134.0	136.9	138.9	140
Rotbuche Beginn der Blattentfaltung	32	125.3	110	110.6	112.4	119.8	125.0	132.0	135.9	136.9	142
Birne Blühbeginn	32	126.6	106	113.6	114.1	118.0	126.0	133.3	138.0	140.5	155
Fichte Blühbeginn	29	127.6	116	117.4	118.8	122.0	127.0	133.0	137.6	140.0	141
Vogelbeere, Eberesche Blühbeginn	31	127.7	117	118.0	118.0	119.5	127.0	132.5	142.0	144.0	145
Föhre (Kiefer) Blühbeginn	27	129.2	117	118.9	121.0	122.5	128.0	136.5	140.4	141.7	143
Heidelbeere Blühbeginn	32	132.2	116	118.6	121.0	125.0	130.5	139.3	145.8	148.0	153
Roßkastanie Blühbeginn	27	133.5	122	122.3	123.0	124.0	131.0	141.5	146.8	148.0	150
Apfel Blühbeginn	32	129.9	115	116.6	118.1	121.8	131.0	137.3	139.0	143.9	153
Flieder Blühbeginn	32	140.8	126	127.1	128.1	132.8	139.5	147.3	154.8	160.8	171
Schwarzer Holunder Blühbeginn	32	145.9	132	135.1	136.1	139.0	144.5	151.5	155.0	159.7	168
Spätkartoffel (nicht vorgekeimt) Aufgang	31	151.3	132	135.0	140.0	144.5	152.0	158.5	163.0	164.5	166
Knäuelgras Vollblüte	26	153.7	140	142.5	144.0	148.0	152.5	158.5	165.0	167.0	175
Esparssette Blühbeginn	21	157.1	135	146.0	152.0	153.0	159.0	162.0	165.0	166.0	166
Sommerlinde (großblättrige Linde) Blühbeginn	30	160.3	145	147.8	151.8	154.3	160.0	163.8	172.2	177.9	184
erste Wiesenmahd	30	166.6	141	150.7	154.0	156.0	161.5	166.0	197.2	200.1	201
Rotklee Blühbeginn	31	161.4	94	143.0	155.0	160.5	165.0	168.5	171.0	172.0	175
Süßkirsche (früh) erste reife Früchte	34	197.1	163	177.5	190.3	194.0	196.5	204.5	208.0	209.7	212
rote Johannisbeere (Ribisel) erste reife Früchte	30	210.0	188	197.8	201.8	208.3	210.5	214.8	216.2	218.0	219
Heidelbeere erste reife Früchte	30	215.8	187	194.3	197.0	211.3	219.0	224.8	227.0	227.6	228
Winterweizen Vollreife	21	225.5	215	216.0	216.0	223.0	226.0	230.0	233.0	233.0	233
Waldzyklame Blühbeginn	31	227.5	206	215.5	222.0	226.0	228.0	232.0	233.0	236.0	237
Grummeternte	34	232.2	217	217.7	218.3	222.3	232.0	237.0	250.4	255.4	258
Herbstzeitlose Blühbeginn	30	242.3	224	227.5	228.9	235.3	245.5	247.8	249.4	255.2	263
Schwarzer Holunder erste reife Früchte	33	251.2	223	230.6	232.0	237.0	256.0	263.0	267.8	268.4	272
Roßkastanie erste reife Früchte	32	277.8	259	264.7	266.5	274.0	277.5	284.0	286.0	287.5	289
Rotbuche herbstliche Blattverfärbung	34	277.4	264	265.3	272.0	274.3	277.5	281.0	283.7	285.7	288
Apfel (mittel) erste reife Früchte	23	279.1	262	267.1	268.4	273.5	279.0	284.0	285.0	288.6	309
Apfel herbstliche Blattverfärbung	33	281.3	268	270.6	273.2	278.0	281.0	286.0	289.0	290.6	296
Rotbuche herbstlicher Blattfall	25	295.9	288	288.2	289.4	293.0	294.0	299.0	305.0	305.0	306
Apfel herbstlicher Blattfall	34	300.6	275	281.6	288.5	296.3	302.5	306.0	309.1	312.1	318
Weiz											
Haselstrauch Blühbeginn	49	60.9	12	30.8	39.0	50.0	61.0	74.0	84.0	85.6	108
Kl.Schneeglöckchen /Frühlingsknotenblume Blühbeginn	49	67.9	28	45.8	49.8	58.0	69.0	78.0	84.2	85.6	102
Hufflattich Blühbeginn	43	75.0	39	55.1	59.2	65.5	77.0	85.5	88.0	92.8	102
Salweide Blühbeginn	40	81.6	51	55.9	58.7	70.3	81.5	98.0	101.1	103.1	105
wohlriechendes Veilchen Blühbeginn	49	83.4	58	70.0	72.0	78.0	83.0	88.0	98.0	102.6	109
Beginn der Feldarbeiten	44	83.6	54	65.6	69.3	78.8	84.0	91.0	94.7	100.4	103
Sommergerste Beginn der Bestellung	41	89.0	67	69.0	77.0	81.0	91.0	99.0	102.0	103.0	106
Marille Blühbeginn	49	99.4	66	76.8	84.8	93.0	101.0	108.0	114.0	116.8	131
Sommergerste Aufgang	41	103.1	79	85.0	88.0	97.0	104.0	112.0	115.0	117.0	120
Birke Beginn der Blattentfaltung	49	105.8	80	88.2	92.8	100.0	105.0	113.0	117.2	120.2	124
Lärche Beginn der Blattentfaltung	49	103.0	82	88.8	91.0	96.0	105.0	110.0	113.2	116.0	119

	Anz.	MW	Min.	5	10	25	50%= Median	75	90	95	Max.
Bergahorn Beginn der Blattentfaltung	13	112.0	101	101.6	102.6	106.0	110.0	115.0	122.8	126.8	131
Rotbuche Beginn der Blattentfaltung	44	110.9	98	100.3	102.3	105.8	111.0	114.3	119.4	120.9	121
Roßkastanie Beginn der Blattentfaltung	49	109.7	92	96.4	100.0	105.0	111.0	115.0	118.2	120.0	123
Süßkirsche Blühbeginn	45	111.3	86	98.2	100.2	108.0	112.0	117.0	120.0	121.8	125
Birne Blühbeginn	47	116.4	96	99.9	104.6	110.5	115.0	123.5	128.0	129.7	133
rote Johannisbeere (Ribisel) Blühbeginn	13	115.1	103	104.2	105.2	112.0	116.0	118.0	123.4	125.6	128
Apfel Blühbeginn	49	116.9	96	102.2	105.6	111.0	116.0	125.0	127.0	130.0	132
Zwetschke Blühbeginn	36	119.5	93	101.5	103.5	111.0	120.5	128.0	132.0	139.3	144
Weinrebe Beginn des Austriebs	20	121.0	103	107.8	110.7	117.3	121.5	125.0	133.0	133.3	139
Eiche Beginn der Blattentfaltung	32	122.2	103	110.7	114.1	119.8	122.0	126.0	130.0	133.5	135
Roßkastanie Blühbeginn	49	127.5	106	115.2	118.8	123.0	128.0	132.0	136.2	138.6	141
Flieder Blühbeginn	49	128.7	106	116.0	117.8	124.0	129.0	135.0	140.0	141.0	145
Maiglöckchen Blühbeginn	49	128.8	114	116.4	118.6	124.0	129.0	135.0	137.2	138.6	140
Heidelbeere Blühbeginn	21	143.0	116	130.0	135.0	137.0	144.0	147.0	151.0	153.0	174
Rotklee Blühbeginn	30	151.8	137	137.5	140.7	146.5	152.5	157.8	162.2	164.6	167
Schwarzer Holunder Blühbeginn	49	152.8	136	138.4	141.0	146.0	153.0	160.0	165.0	166.6	171
Winterroggen Vollblüte	35	154.8	143	144.7	146.4	149.5	156.0	159.0	162.6	165.5	169
Knäuelgras Vollblüte	30	159.3	142	144.5	145.0	152.3	156.5	168.8	174.1	176.7	179
erste Wiesenmahd	44	157.3	138	142.0	143.6	147.8	157.5	166.3	171.0	174.4	176
Winterweizen Vollblüte	34	162.2	142	151.0	153.6	156.3	161.5	168.0	173.0	173.7	177
Sommergerste Vollblüte	21	161.0	138	142.0	144.0	157.0	163.0	167.0	174.0	176.0	180
Sommerlinde (großblättrige Linde) Blühbeginn	41	173.0	156	161.0	163.0	169.0	173.0	178.0	184.0	185.0	191
Süßkirsche (früh) erste reife Früchte	40	173.7	145	154.8	158.6	168.0	176.0	179.3	186.4	192.2	197
rote Johannisbeere (Ribisel) erste reife Früchte	47	187.9	173	174.6	178.6	180.0	186.0	194.5	200.4	201.7	206
Winterroggen Vollreife	32	200.5	191	192.6	193.2	196.8	200.5	203.3	207.0	209.0	213
Sommergerste Vollreife	41	202.7	175	178.0	184.0	190.0	201.0	214.0	224.0	225.0	229
Winterweizen Vollreife	37	208.0	177	196.8	198.2	203.0	207.0	211.0	218.0	224.4	234
Marille erste reife Früchte	46	215.6	191	197.0	199.0	208.0	214.0	226.5	230.0	232.8	248
Grummeteerte	44	227.7	177	199.3	201.3	216.5	234.0	239.0	243.0	246.7	254
Schwarzer Holunder erste reife Früchte	46	242.5	201	227.0	230.5	237.0	244.0	248.8	255.0	257.5	259
Herbstzeitlose Blühbeginn	36	251.1	234	235.8	237.0	244.8	253.0	257.3	261.0	265.3	274
Rotbuche herbstliche Blattverfärbung	47	265.7	244	245.9	251.6	258.0	263.0	274.5	283.0	288.1	293
Birne (früh) erste reife Früchte	31	266.1	236	244.0	252.0	260.0	266.0	273.0	279.0	287.0	300
Winterroggen Beginn der Bestellung	35	269.9	258	259.7	263.0	263.5	268.0	271.5	284.6	287.6	294
Roßkastanie erste reife Früchte	48	268.3	256	258.0	258.0	263.8	268.5	272.0	276.6	279.0	283
Winterweizen Beginn der Bestellung	47	274.1	261	263.0	265.6	268.0	271.0	278.5	287.8	293.2	301
Apfel herbstliche Blattverfärbung	46	279.1	255	261.3	263.0	269.0	277.5	289.8	296.0	298.0	304
Apfel (mittel) erste reife Früchte	35	276.4	238	244.3	263.8	272.0	279.0	284.5	288.0	293.0	298
Winterroggen Aufgang	33	284.7	269	271.8	273.2	278.0	284.0	291.0	296.8	300.0	302
Winterweizen Aufgang	45	289.0	271	274.2	275.8	283.0	288.0	293.0	302.0	303.0	317
Rotbuche herbstlicher Blattfall	27	290.8	260	265.7	276.2	285.0	293.0	297.5	304.6	309.1	314
Apfel herbstlicher Blattfall	44	297.8	268	282.0	283.6	291.8	298.0	304.0	314.0	316.7	321
Ende der Feldarbeiten	35	320.6	289	314.0	314.0	316.5	321.0	325.0	327.0	329.6	333
alle Bäume entlaubt	26	322.7	301	316.8	319.0	319.3	324.0	325.8	328.5	331.3	332

