

# Phänologie - Journal

## Erstellung phänologischer Prognosen

Wolfgang Janssen, DWD

### Einführung

In einigen im Internet zur Phänologie dargestellten Produkten unter Dwd.de --> Fachnutzer --> Freizeitgärtner --> Pflanzenentwicklung werden phänologische Prognosen verwendet ([https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/freizeitgaertner/2\\_pflanzenentwicklung/\\_node](https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/freizeitgaertner/2_pflanzenentwicklung/_node)). Deren Entstehung und die hierfür große Bedeutung der Sofortmelder soll etwas genauer beschrieben werden. Die phänologischen Prognosen sind nicht nur für die klimatologische Einordnung der verschiedenen Phasen sowie die phänologischen Uhren, sondern auch für die Steuerung von agrarmeteorologischen Modellen enorm wichtig. So hängt z.B. die Verdunstung von Kulturpflanzen maßgeblich von dem jeweiligen Entwicklungsstand der Pflanzen ab, der in der Regel aus den Beobachtungen der Sofortmelder oder auch Temperatursummen abgeleitet wird. Je nach Entwicklungsstand werden der Blattflächenindex und die Wurzelverteilung im Boden festgelegt. Über die phänologischen Prognosen kann der Entwicklungsstand schon über einer Woche vor dem eigentlichen Termin bestimmt und bei den Berechnungen mit Wettervorhersagedaten berücksichtigt werden.

### Vorgehensweise

Die Prognose wird rein statistisch vorgenommen und besteht aus zwei unterschiedlichen Bestandteilen, die miteinander kombiniert werden. Bei den Bestandteilen handelt sich um die Meldestatistik und die regionale Verteilung der Beobachtungstermine. Eine Prognose kann erst nach Eingang der ersten Beobachtungen zu einer Phase begonnen werden und passt sich automatisch mit steigendem Meldeaufkommen dem Endzustand an.

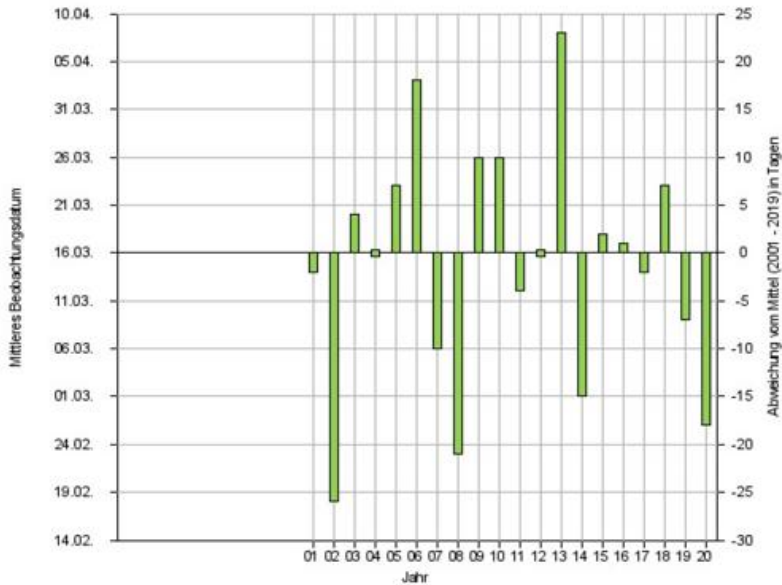
### Meldestatistik

Im Internet wird neben der Eintragungskarte mit den Beobachtungsterminen auch eine Doppelgrafik zur Meldestatistik gezeigt, die exemplarisch von diesem Jahr für den Blühbeginn der Forsythie in Abb. 1. dargestellt wird und genauer erklärt werden soll.

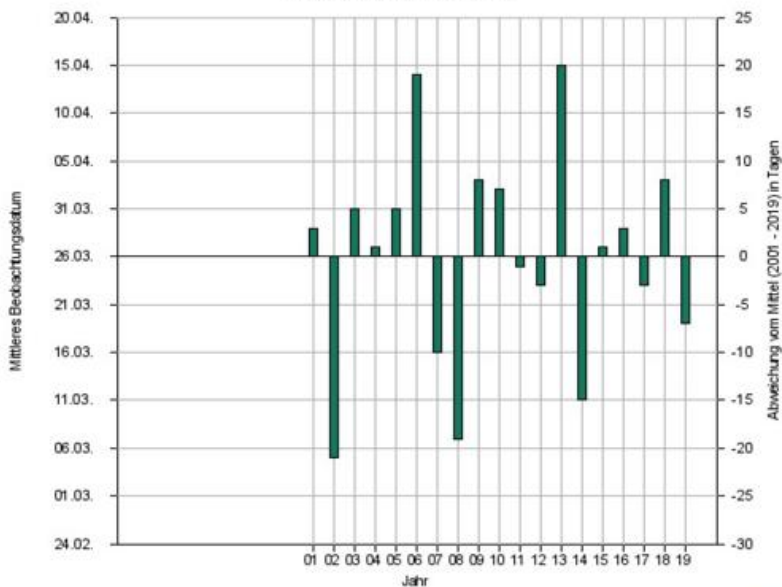
In der oberen Grafik wird für jedes beobachtete Jahr die Abweichung in Tagen (abw) zum vieljährigen mittleren Termin bei dem jeweiligen Meldeaufkommen (in diesem Fall 23 %) dargestellt. Der vieljährige mittlere Beobachtungstermin von Deutschland liegt bei einem Meldeaufkommen von 23 % am 16.3. und variiert in jedem Einzeljahr stark. So liegt in diesem Jahr der mittlere Termin



**Forsythie: Blühbeginn**  
**Mittlere Beobachtungstermine in Deutschland**  
**bei Meldequote von 23 %**



**bei abgeschlossener Phase**



Deutscher Wetterdienst | erstellt: 03.03.2020 01:21 UTC  
 Kontakt: Landertschaft@dwd.de



**Abb. 1:** Meldestatistik für den Blühbeginn der Forsythie aus dem Jahr 2020 vom 3.3.2020

für Deutschland bei 23 % Meldeaufkommen am 26.2., also 18 Tage früher (abw=-18 Tage) als das vieljährige Mittel. In der unteren Grafik sieht man die gleiche Verteilung bei abgeschlossener Phase (100 % Meldeaufkommen). Da 2020 noch nicht abgeschlossen ist, werden lediglich die weiter zurückliegenden Jahre gezeigt. Die Differenz zwischen den vieljährigen mittleren Terminen in der

oberen und unteren Grafik (dif) gibt an, wie viele Tage im Mittel benötigt werden, um von 23 % auf 100% Meldeaufkommen zu gelangen. Hier ergibt sich ein mittlerer Termin vom 26.3. über alle Jahre, also 10 Tage später (dif = 10 Tage) als es bei dem jetzigen Meldeaufkommen der Fall ist.

Aus dem Vergleich der in beiden Grafiken dargestellten Abweichungen wird schön ersichtlich, dass die Charakteristik eines Jahres bei geringem Meldeaufkommen nahezu identisch zu dem der abgeschlossenen Phasen ist. So war z.B. im Jahr 2013 der mittlere Beobachtungstermin bei einem Meldeaufkommen von 23 % 23 Tage später (8.4.) und bei 100 % noch 20 Tage später (15.4.). Man hätte im Jahr 2013 bei 23 % Meldeaufkommen den 18.4. als endgültigen mittleren Beobachtungstermin prognostizieren können (8.4. + dif=10 Tage) und wäre nur 3 Tage später als der wirklich beobachtete Termin 15.4. gewesen.

Diese beschriebene statistische Analyse gilt für ganz Deutschland. Für die Prognose wird solch eine Analyse für 30 sich überlappende kreisförmige Teilgebiete in Deutschland durchgeführt, da die in der Beschreibung erklärten Größen dif und abw nicht in ganz Deutschland identisch sind.

## Regionale Verteilung der Beobachtungstermine

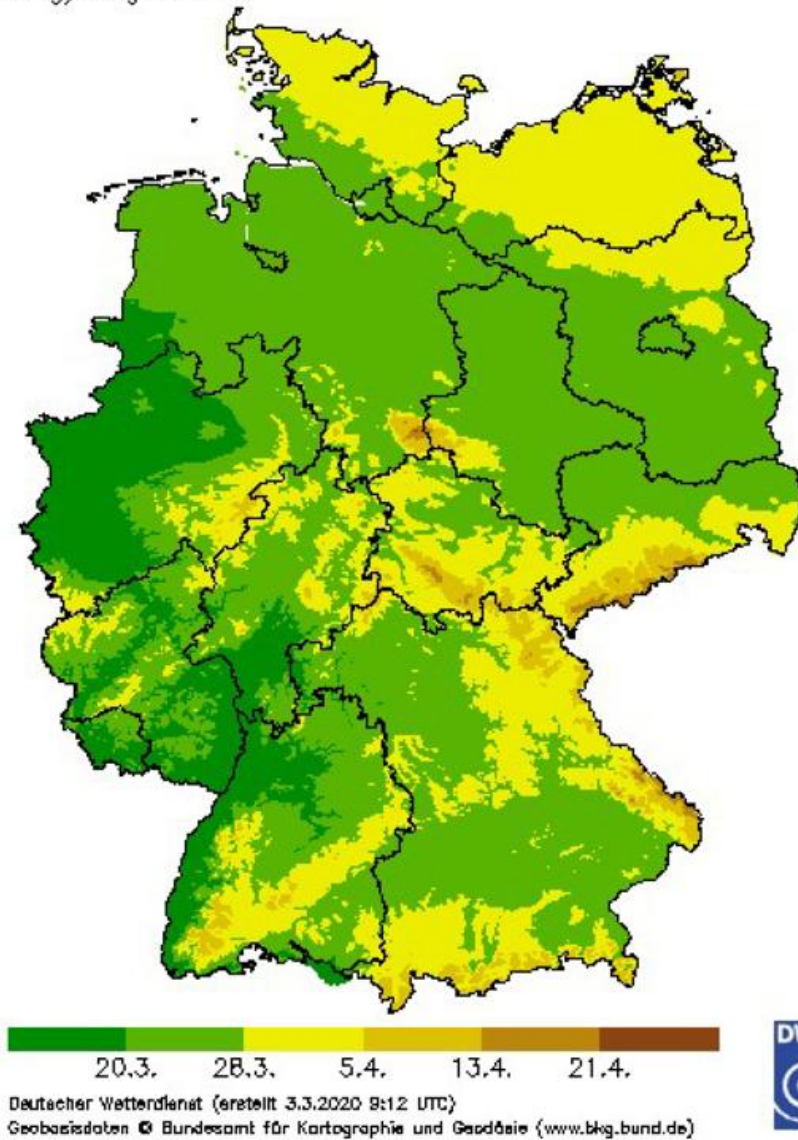
Bei Phasen, bei denen genügend Meldungen vorliegen, werden im Internet unter der Rubrik „aktuelle Phänologie“ farbige Flächendarstellungen gezeigt, hinter denen sich in Wirklichkeit Gleichungen verbergen. Mit Hilfe dieser Gleichungen lässt sich für jeden Ort mit bekannter geografischer Lage und Höhe der Beobachtungstermin berechnen und somit grafisch darstellen.



Als Erläuterungsbeispiel ist in Abb. 2 die vieljährige mittlere Verteilung des Blühbeginns der Forsythie dargestellt, die ebenfalls als Ausgangslage für die Prognose dient.

Zur Erstellung dieser Karte wurde Deutschland in 30 sich überlappende kreisförmige Teilgebiete unterteilt (gleiche Gebiete wie bei der Meldestatistik) und für jedes Teilgebiet in gleicher nachfolgender Art analysiert.

Blühbeginn der Forsythie  
langjähriges Mittel



**Abb. 2:** vieljähriger mittlerer Blühbeginn der Forsythie

Hintergrund bei der Analyse ist die Überlegung, dass der an einem Ort beobachtete Termin maßgeblich von der Lage des Ortes abhängt. Im ein-

fachsten Fall hängt die Lage des Ortes von der geographischen Breite (lat), der Länge (lon) sowie dessen Höhe (hoe) ab. Der Beobachtungstermin (obs), als Tag des Jahres ausgedrückt, an einem Ort (st) lässt sich dann durch folgende Gleichung 1 beschreiben:

$$obs(st_1) = Koef_{1m} + Koef_{2m} * lat(st_1) + Koef_{3m} * lon(st_1) + Koef_{4m} * hoe(st_1) \quad Gl. 1$$

Die noch unbekanntenen Konstanten Koef<sub>1m</sub>, 2m, 3m, 4m beziehen sich auf die vieljährige mittlere Verteilung. Befinden sich zum Beispiel 10 Stationen (st<sub>1</sub>, st<sub>10</sub>) in dem Teilgebiet so stehen 10 Gleichungen der Form von Gl. 1 zur Bestimmung der Konstanten Koef<sub>1m</sub>, 2m, 3m, 4m zur Verfügung. Zur Lösung wird eine multiple lineare Regression verwendet, die dafür sorgt, dass die Konstanten so geschickt gewählt werden, dass die Summe aller Abweichungen zwischen dem beobachteten und dem mit Gl. 1 berechneten Termin möglichst gering ist. So werden für jedes Teilgebiet die vier Konstanten aus Gl. 1 bestimmt. Für jedes Teilgebiet lassen sich nun die Beobachtungstermine berechnen. Damit es zwischen den Teilgebieten keine abrupten Sprünge gibt, werden die Konstante in Abhängigkeit von der Entfernung zwischen den benachbarten vier Teilgebietsmittelpunkten linear angepasst. So kann für jeden beliebigen Ort in Deutschland, dessen Lage bekannt ist, der mittlere Beobachtungstermin berechnet und grafisch dargestellt werden (Abb. 2).

Auch im aktuellen Jahr, in dem noch nicht alle Beobachtungen eingegangen sind kann eine Analyse nach Gl. 1 durchgeführt werden und die Konstanten Koef<sub>1j</sub>, 2j, 3j, 4j (vom aktuellen Jahr) bestimmt werden. Die so ermittelten Konstanten spiegeln den aktuellen Zustand im Jahr wieder und



reproduzieren den momentanen mittleren Beobachtungstermin, der bereits bei der Meldestatistik für das Teilgebiet ermittelt wurde. Bei wenig Beobachtungen können die Konstanten aus Gl. 1 noch nicht bestimmt werden, so dass alle Termine gemittelt und dem Koef<sub>1j</sub> zugeordnet werden. Dieser mittlere Tag ist dann identisch zu dem aus der Meldestatistik und aufgrund der fehlenden räumlichen Abhängigkeit bekommen die anderen Konstanten Koef<sub>2j</sub>, 3j, 4j den Wert 0.

## Verknüpfung der Bestandteile zu einer Prognose

Um bei geringem Meldeaufkommen bereits eine regionalisierte Verteilung und nicht nur über die Teilgebiete gemittelte Werte zeigen zu können, wird die räumliche Abhängigkeit von der vieljährigen Verteilung in Form der Koeffizienten Koef<sub>1m</sub>, 2m, 3m, 4m übernommen, dessen Einfluss mit steigendem Meldeaufkommen (proz) geringer werden soll. Aus diesem Grund wurde ein Faktor (fakt) eingeführt, der zwischen den Konstanten der mittleren und jährlichen Verteilung

eines jeden Teilgebietes gewichtet.

$$fakt = \left(\frac{proz}{100}\right)^{0,25} \quad Gl. 2$$

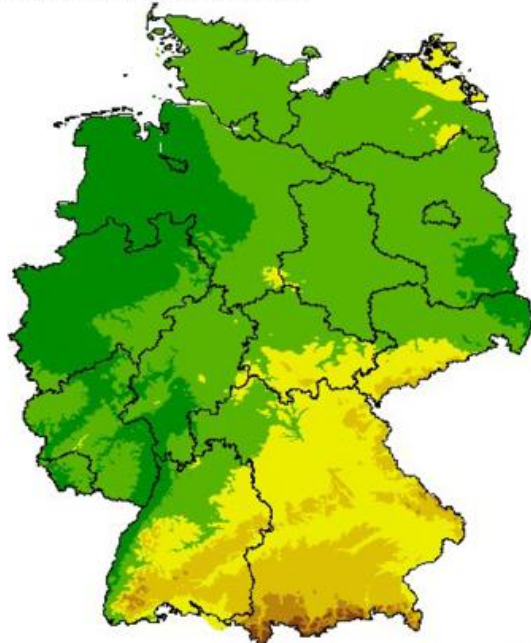
Aus der Meldestatistik ergeben sich für jedes Teilgebiet unterschiedliche Werte (dif, abw), die konstant sind und somit direkt bei dem Koef<sub>1j</sub>, 1m aus Gl. 1 berücksichtigt werden können. Somit ergeben sich die Konstanten für die Prognose Koef<sub>1p</sub>, 2p, 3p, 4p aus Gleichung 1 für ein Teilgebiet zu:

$$Koef_{1p} = fakt * (Koef_{1j} + dif) + (1 - fakt) * (Koef_{1m} + abw)$$

$$Koef_{2p,3p,4p} = fakt * Koef_{2j,3j,4j} + (1 - fakt) * Koef_{2m,3m,4m} \quad Gl. 3$$

Bei geringem Meldeaufkommen ist (fakt) gering und die Konstanten der mittleren Verteilung werden stärker berücksichtigt. Mit steigendem Meldeaufkommen geht (dif) gegen 0 und (fakt) gegen 1, so dass bei 100 % Meldeaufkommen in der Prognose lediglich Konstanten des Jahres berück-

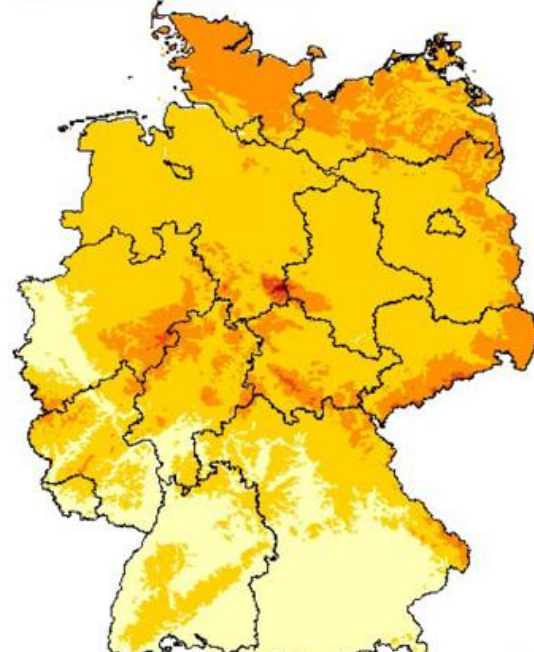
prognostizierter Blühbeginn der Forsythie 2020 bei 23 % Meldeaufkommen



5.3. 10.3. 15.3. 20.3. 25.3.  
 Deutscher Wetterdienst (erstellt 3.3.2020 9:46 UTC)  
 Geobasisdaten © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)



prognostizierte Abweichung zum langjährigen Mittel 2020 bei 23 % Meldeaufkommen



-35 -28 -21 -14 -7  
 Deutscher Wetterdienst (erstellt 3.3.2020 9:59 UTC)  
 Geobasisdaten © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)



**Abb. 3:** prognostizierter Blühbeginn der Forsythie für 2020 (links) und die sich hieraus ergebende Abweichung in Tagen zum vieljährigen Mittel (Stand: 3.3.2020)



sichtig werden.

Die Vorgehensweise bei der Prognose ist nicht leicht zu verstehen und wurde etwas vereinfacht beschrieben, damit die Sache nicht noch weiter verkompliziert wird. Als Ergebnis wird die so ermittelte Prognose des Blühbeginns der Forsythie sowie deren Abweichung vom vieljährigen Mittel in Abb.3 gezeigt, die bei 23 % Meldeaufkommen erzeugt wurde.

Die Güte dieser Prognose kann jeder Leser durch den Vergleich nach Abschluss der Phase im Internet selber überprüfen. Prinzipiell werden solche Prognosen auch in anderen Anwendungen verwendet und zeigen eine gute Trefferquote für größere zusammenhängende Gebiete ab einer Meldequote von 10 %.

## Bedeutung der Sofortmelder für die Prognose

Ohne die Sofortmelder könnten keine Prognosen aufgestellt werden. Auch ist eine unmittelbare Übermittlung der Beobachtungstermine natürlich wünschenswert, um den Termin frühzeitig in der Prognose berücksichtigen zu können. Solch ein Verfahren benötigt eine Mindestanzahl an Beobachtern, damit in jedem der 30 Teilgebiete genügend Beobachtungen zur Lösung der Gleichungen zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund noch einmal ein großes Dankeschön an alle Sofortmelder.

In der Realität erreichen wir niemals 100 % Meldeaufkommen. Bei Kulturen, die nicht mehr flächendeckend in Deutschland angebaut werden, kommen weniger Beobachtungen zustande. Hier

ist es dann besonders hilfreich, wenn im Vorfeld schon mitgeteilt kann, dass der Beobachter die Phase nicht melden wird. So können wir intern die erwarteten Beobachtungen schon reduzieren und somit ein zuverlässigeres Meldeaufkommen berechnen.

## Abkürzungsverzeichnis

proz	Meldeaufkommen in %
dif	Differenz an Tagen zwischen proz und 100 % Meldeaufkommen
abw	Abweichung in Tagen eines Jahres vom vieljährigem Mittelwert bei jeweiligen Meldeaufkommen
st	Standort einer Beobachtung
obs	Beobachtungstermin von einem Sofortmelder an einem Ort st
lat	geografische Breite des Ortes st
lon	geografische Länge des Ortes st
hei	Höhe des Ortes st
fakt	Gewichtungsfaktor zwischen vieljährigen und aktuellen Koeffizienten
Koef1j, 2j, 3j, 4j	Koeffizienten zur Berechnung der momentanen Beobachtungstermine bei proz Meldeaufkommen
Koef1m, 2m, 3m, 4m	Koeffizienten zur Berechnung der vieljährigen mittleren Beobachtungstermine
Koef1p, 2p, 3p, 4p	Koeffizienten zur Berechnung der Beobachtungstermine dieses Jahres bei 100 % Meldeaufkommen



**Abb. 4:** Phänologischer Garten in Braunschweig; links beginnend Vorfrühling zum Winter rechts; Annika Behrend; Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung Braunschweig (ZAMF)



# Zur Abhängigkeit der Schlehenblüte von Vegetationstagen

## Blick auf eine Nährung-Handhabung

Peter Siegel, Dipl.-Ing.

Mit 5°C (Tagesmitteltemperatur) wird im Allgemeinen ein Temperaturbereich erreicht, in dem Pflanzenwachstum möglich ist, sogenannte Vegetationstage ①.

Bei den verschiedenen Umwelteinflüssen zur Vegetationsentwicklung kommt in unseren Zonen dem Temperaturverlauf ein besonderes Gewicht zu. Versuche, die Entwicklungsstadien in der Natur mit der Lufttemperatur zu beschreiben, gehen schon auf den französischen Physiker René Réaumur (1683 - 1757) zurück, die auch heute prinzipiell gültig sind. Von ihm wurden Thermometer gefertigt und nach ihm wurde eine Thermometer-Skala benannt.

Die Pflanze steht in ihrem Daseinskampf auch anderen Einflüssen des Wetters unmittelbar gegenüber bis zu indirekten Einträgen. Neben der Temperatur gibt es weitere Einwirkungen, beispielsweise Strahlung, Sonnenschein, Schwankungen in der Wasserversorgung, Bodenzustand, Wind, Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, etc. Alle zusammen werden im Eintrittstermin der phänologischen Phase sichtbar.

Etwas zeitnäher hat sich auch Mitte des vorigen Jahrhunderts der Phanologe H. Berg in seinen Geisenheimer Beobachtungen mit dem Einfluss der Temperatur befasst ②. Er fand heraus, dass zum Teil die Eigenheiten der Pflanze bzw. das Pflanzenleben selbst zeitliche Verschiebungen bewirken können. Bei einigen erscheint die Temperatur-/Klimabeziehung zuweilen enger, als die alleinige die "Temperatur-Einwirkung". Die Schlehe (*Prunus spinosa* L.) ist kurz erwähnt.

Die Blüte leuchtet im Frühjahr schneeweiß, erscheint vor dem Blattaustrieb sehr zahlreich, ist 1-1,5cm breit und stellt einen lohnenden Anziehungspunkt für Bienen der ganzen Umgebung dar. Als Heilmittel gilt die Verwendung der Blüten als Tee, der krampflosend und blutreinigend wirkt. Zur Schlehenblute liegen für Eggenfelden (Südbayern), 430m . NN, eigene zwölfjährige Beobachtungen

im Zeitraum 2008 bis 2019 vor. Für 5°- Vegetationstage gibt es zum gesamten Zeitraum veröffentlichte Werte der von der Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft betriebenen, nächstgelegenen Wetterstation Engersdorf. Derzeit wird ein Netz von 132 agrarmeteorologischen Messstationen betrieben. Als Betrachtungszeitraum wird der Januarbeginn bis zur Schlehenblute gewählt.

Der Phanologe Dr. Friedrich Rosenkranz, der bei der österreichischen Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) gewirkt hat, erwähnt unter anderem einen gewissen "Kältebedarf" für die Pflanze, der bestimmte Kältegrade umfasst und bestimmte Längen von Kälteeinwirkungen, die zu durchlaufen sind. Vielfach wird dadurch die Keim- bzw. Treibstimmung maßgebend beeinflusst ③.

- 1.) Mit geringem Aufwand kann der Durchschnitt benötigter Vegetationstage gebildet werden. Er kann als Orientierungswert von Januarbeginn bis zur Blüte für die nächsten Jahre dienen. In Eggenfelden, 430 m Höhe, beträgt er für die Schlehenblute rund 30 "Vegetationstage 5°C".
- 2.) Die Standardabweichung hält sich mit rd. 4 Tagen in Grenzen (Größe der Streuung).
- 3.) Die für die Schlehenblute notwendige, in jedem Jahr leicht unterschiedliche Zahl an Vegetationstagen kann früher oder später im Jahreskalender erreicht werden; es ist der Kalender, den die Natur in jedem Jahr neu schreibt: zwei Jahre sind dabei niemals gleich.
- 4.) Für die frühe Blütenentwicklung ist der Kaltreiz maßgebend ④. Der ist in der Ruhezeit. Es sind Tage, an denen 5°- Tagesmitteltemperatur nicht erreicht werden. Wohl gebiets- / hohenbereichsbezogen (die Schlehe gedeiht ohnehin nur bis zu 900 m) erstreckt er sich in Eggenfelden etwa über



den ganzen Monat Februar und augenfällig dann über die etliche Tage durchgehend anhaltenden Zeitspannen.

- 5.) Um die Schlehe hier beschleunigt zur Blüte zu bringen (gemessen in Vegetationstagen 5°C Gesamtzahl), lässt sich deuten, dass im Februar nur wenig Vegetationstage auftauchen dürfen.

Für Weitergehendes reichen die verwendeten Lokal-/ Regionaldaten nicht aus. Hierzu gehören:

- Gibt es zur Schlehe in anderen Regionen Vergleichbares / Ähnlichkeiten?
- Die Schwelle Vegetationstag ist stark an den Wärmeanspruch des Pflanzenlebens angeglichen. Ist bei anderen "temperatursensiblen Pflanzen" jeweils artbezogen der Blühzeitpunkt über die Summe der Vegetationstage ebenso abschätzbar mit hinreichender Genauigkeit?
- Die Blühzeitpunkt-Abschätzung reicht näherungsweise. Die Handhabung über Vegetationstage-Summen ist geradewegs einfach, gestützt auf amtliches Datenmaterial. Könnte sie nicht bei dieser Zielsetzung vor

einer aufwendigen Ermittlung über Temperaturgradsummen vorzuziehen sein?

- ① Dr. Hans Häckel "Das Gartenklima...", 1989, Eugen Ulmer Verlag Stuttgart
- ② Lt. Günter Band in "Phänologische Daten als Ausdruck klimatischer Wirkungen", Nr.47 (Band VII), 1959, Akademie-Verlag Berlin
- ③ Dr. Friedrich Rosenkranz in "Grundzüge der Phänologie", 1951, Verlag Georg Fromme & Co, Wien
- ④ Dr. Fritz Schnelle in "Pflanzen-Phänologie", 1955, Geest und Portig K.-G. Leipzig und François Jeanneret, This Rutishauser, Dr. Robert Brügger in "Phänologie und Saisonalität", 2011, Geographisches Institut der Universität Bern

Daten Vegetationstage der Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft, Wetterstation Engersdorf unter:

<https://www.am.rlp.de/Internet/AM/NotesBAM.nsf/bam-web/ad38ca56e1c4cb1ec1257393002d0ee5?OpenDocument>

## Blütezeit in der Phänologischen Jahreszeit: Fröhsommer



**Foto:** Blühender türkischer Mohn; Annika Behrend; Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung Braunschweig (ZAMF)

Die Blütezeit des Mohns fällt meist in die Jahreszeit des Fröhsommers. Mohn hat verschiedene Namen wie Morgenländischer Mohn, Orientalischer Mohn, Feuer-Mohn oder einfach Garten-Mohn.

Unser türkischer Mohn im Phänologischen Garten blühte dieses Jahr wunderschön.



# Übergabe des Staffelstabes in der Redaktion

*Carola Grundmann, DWD Freiburg*

Nach 10 Jahren in der Agrarmeteorologie des DWD arbeite ich seit 2017 in der Abteilung Human-Biometeorologie und die Aufgaben werden nicht weniger.

Deswegen war es nun an der Zeit, die Redaktion des Phänologie-Journals zurück an meine Kollegen der Agrarmeteorologie zu geben.

Die Verbindung zwischen Pflanzenentwicklung und Wetter hat mich schon immer fasziniert. So kam es, dass nach der Pensionierung meines Vorgängers Ekko Bruns im Jahr 2015 das kleine Journal in meine Hände fiel. Dabei lag mir besonders am Herzen, unseren fleißigen phänologischen Beobachtern in dieser Form ein Feedback zu geben - Informationen darüber, was mit ihren Beobachtungsdaten geschieht. Diese Daten verschwinden nicht in den Tiefen unserer Datenbank, sondern werden in vielfältiger Weise benötigt und weiterverarbeitet, wie Sie oftmals in unseren Artikeln lesen konnten.

Nun gebe ich den Staffelstab an meine Kollegin Annika Behrend weiter. Bei ihr liegt das Journal in guten Händen, darüber bin ich mir sicher.



Alles Gute wünscht allen Lesern Ihre  
Carola Grundmann

## **Herausgeber:**

Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie KU3  
Auflage: 1.200 Exemplare

## **Redaktion:**

Annika Behrend  
ZAMF  
Bundesallee 33  
38116 Braunschweig  
Tel.: 069 8062 6072  
E-Mail: [annika.behrend@dwd.de](mailto:annika.behrend@dwd.de)

## **Netzverwaltung:**

Anja Engels  
Frankfurter Straße 135  
63067 Offenbach  
Tel.: 069 8062 2946  
Fax: 069 8062 11942  
E-Mail: [phaenologie@dwd.de](mailto:phaenologie@dwd.de)  
Twitter: [www.twitter.com/dwd\\_klima](https://www.twitter.com/dwd_klima)  
[www.dwd.de/phaenologie](http://www.dwd.de/phaenologie) [www.agrowetter.de](http://www.agrowetter.de)

