

Beobachtungen zur Phänologie der Großpilze

Dr. Dieter Rudolf

Das Erscheinen der Fruchtkörper unserer Großpilze fasziniert naturverbundene Menschen seit jeher. Einerseits warten sie immer wieder mit Überraschungen auf. Andererseits enttäuschen Pilze oft die Erwartungen, die durch den Witterungsverlauf geweckt wurden. Das Erscheinen der Fruchtkörper ist offenbar nicht an die zehn phänologischen Jahreszeiten gebunden. Der Deutsche Wetterdienst beobachtet in seiner Phänologie keine Pilze, jedoch liefert er Witterungsprognosen und die für den Beobachter interessanten meteorologischen Daten.

Der eigentliche Pilz lebt als Myzel in Substraten, zu meist im Boden oder in Holz. Dort sind die maßgeblich von der Witterung beeinflussten Faktoren für das Myzelwachstum und die Primordienbildung zu finden: Temperatur und verfügbares Wasser im Substrat. Erscheinen die Fruchtkörper, so sind sie den bodennahen Bedingungen Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit ausgesetzt, die dann Einfluss auf die Ausbildung der Fruchtkörper nehmen. Die passenden Daten findet man im Climate Data Center des Deutschen Wetterdienstes (<https://cdc.dwd.de/portal/>):

Die Tagesmittel der Bodentemperatur in 5 cm Tiefe (BT05) und die Bodenfeuchte nach AMBAV in der Schicht 0-10 cm (BF10).

Für Boden bewohnende Pilze hat sich die Darstellung der witterungsabhängigen Einflussfaktoren in einem Bodentemperatur-Bodenfeuchte-Diagramm (TF-Diagramm) bewährt. Jeder Tag erscheint im TF-Diagramm als Punkt. Die dritte Dimension, der Witterungsverlauf, kann durch Trajektorien sichtbar gemacht werden, welche die Punkte in ihrer zeitlichen Reihenfolge verbinden (die Beschränkung auf kürzere Zeiträume ist der Übersichtlichkeit geschuldet).

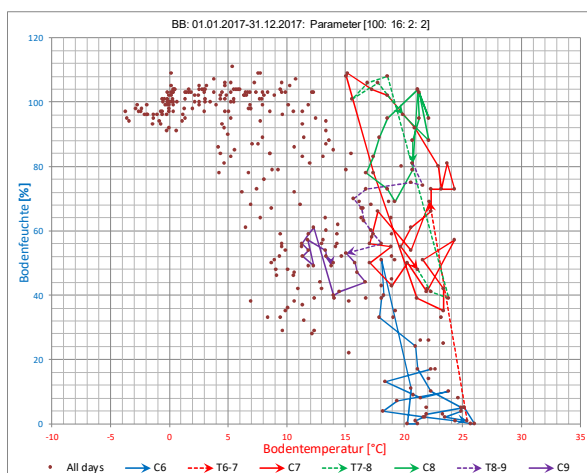


Abb. 1: TF-Diagramm 2017 mit Trajektorien

Der Lebenszyklus der Pilze besteht aus einer Folge von (Sporenkeimung –) Myzelwachstum – Primordienbildung – Fruchtkörperentwicklung (– Sporulation).

Myzelwachstum: Das Myzel baut Fruktifikationspotential auf, solange sich die Witterung im artspezifisch optimalen TF-Bereich befindet. Es speichert Ressourcen für die Fruchtkörperentwicklung.

Primordienbildung: Verschlechtern sich die Wachstumsbedingungen (der optimale TF-Bereich wird in einer bestimmten Richtung verlassen) oder ist genügend Druck durch die gespeicherten Ressourcen aufgebaut, werden Primordien angelegt.

Fruchtkörperentwicklung: Tritt die Witterung in den für die Fruchtkörperbildung optimalen TF-Bereich ein, entwickeln sich die Fruchtkörper. Das Fruktifikationspotential wird entladen. Die Anzahl der Primordien entscheidet über die Anzahl der Fruchtkörper.

Die Abfolge optimaler Bedingungen für Myzelwachstum, Primordienbildung und Fruchtkörperentwicklung einer Art bezeichne ich als artspezifische **mykophänologische Sequenz**.

Das Myzelwachstum erfordert die meiste Zeit: Nährstoffressourcen werden erschlossen und gespeichert. Außerhalb des optimalen Bereichs verlangsamt sich der Potentialaufbau. Bei Wiedereintritt wird der Potentialaufbau beschleunigt. Die Reaktionszeit der Myzele – die Zeit vom Beginn der artspezifischen Sequenz optimaler Bedingungen bis zum Erscheinen der ersten Fruchtkörper – ist eine wichtige mykophänologische Beobachtungsgröße. Pilze reagieren vergleichsweise schnell auf Änderungen der Witterungsbedingungen. Bereits nach zehn Tagen erscheinen die ersten gebietstypischen Röhrlinge.

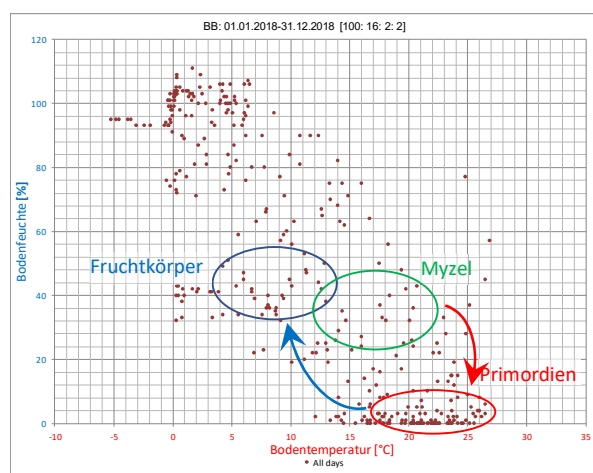


Abb. 2: Beispiel einer mykophänologischen Sequenz

Die ausgewerteten Beobachtungsdaten stammen aus mehr als 20 Jahren. Die Beobachtungsgebiete liegen in der Stadt Weimar und im Landkreis Weimarer Land. Notiert wurden der Beobachtungsort, der Zeitpunkt des Erscheinens der Fruchtkörper und die Stärke des Pilzschubs als subjektive Bewertung auf einer Skala von 1 bis 9. Will man keinen Pilzschub verpassen, sollte das Beobachtungsintervall in der Saison bei etwa fünf Tagen liegen.

C	Datum	TP	CP	BT05	BF10	Abw.
1	01.01.2019	4	16	1,7	105,8	2,6
2	21.01.2019	7	16	0,5	97,2	3,7
3	13.02.2019	6	16	4,5	69,9	5,0
4	07.03.2019	3	16	6,0	87,0	9,1
5	26.03.2019	7	16	9,2	34,7	10,1
6	18.04.2019	10	28	12,2	52,0	12,4
7	26.05.2019	8	16	21,6	3,0	2,5
8	19.06.2019	3	16	23,8	0,4	2,0
9	08.07.2019	14	16	22,9	4,1	4,9
10	07.08.2019	12	19	20,5	4,8	4,8
11	07.09.2019	6	16	14,5	43,0	9,1
12	29.09.2019	20	20	8,8	56,2	5,0
13	08.11.2019	15	16	2,9	74,8	2,9
14	09.12.2019	0	16	3,1	83,9	4,3

Tab. 1: Witterungssequenz 2019

Das besondere Interesse des mykophänologischen Beobachters besteht darin zu erkennen, welcher art-spezifisch optimale Witterungsverlauf zu einem Maximalaspekt der Art führt.

Im Sinne des formulierten Ziels ist es nicht erforderlich, lückenlose Beobachtungen über viele Jahre aufzuzeichnen, zumal dies dem einzelnen Beobachter ohnehin kaum möglich ist. Das Festhalten von Maximalaspekten ist hinreichend. Auch die Beobachtung von Arten, die im Beobachtungsgebiet selten sind und nicht in jedem Jahr erscheinen, kann Aufschluss über den artspezifischen optimalen Witterungsverlauf geben.

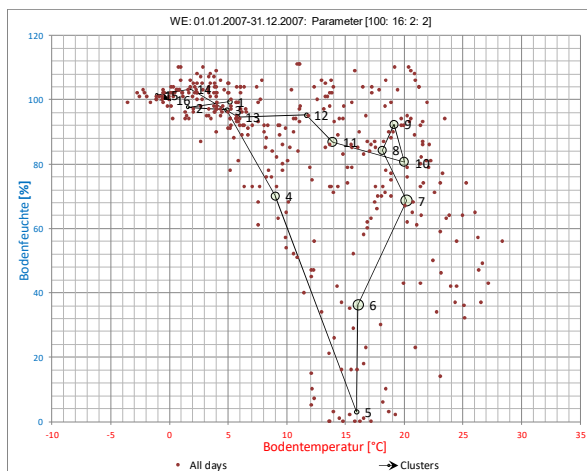


Abb. 3: 16-Tage-Witterungssequenz 2007

Der Witterungsverlauf lässt sich als Folge von Zuständen darstellen, die durch die Lage und die Verweildauer der Witterung in bestimmten Bereichen des TF-Diagramms bestimmt werden.

In Abschnitten mit stabilen Verhältnissen liegen die Tagespunkte im TF-Diagramm dicht beieinander. Sie bilden Haufen, englisch **Cluster**. Bedeutende Temperaturänderungen, Regen und Austrocknung führen zu **Transitionen** in eine nächste stabile Witterungslage.

Spezielle Algorithmen liefern die Struktur des Witterungsverlaufs. Wichtigste Vorgabe ist die Mindestanzahl aufeinanderfolgender Tage, die ein Cluster haben muss. Sie sollte größer als die Reaktionszeit der Art sein. Als guter Kompromiss haben sich 16 bis 18 Tage erwiesen.

Für jeden Tagespunkt wird der mittlere Abstand zu seinen zeitlichen Vorgängern berechnet. Stabilisiert sich die Witterung, so verringert sich der mittlere Abstand. Beginnt eine Transition, so vergrößert sich der mittlere Abstand. Das Abstandsminimum bestimmt die Lage und die Anzahl der Tagespunkte des Clusters. Das Ergebnis ist eine Folge von Clustern und Transitionen – eine **Witterungssequenz**.

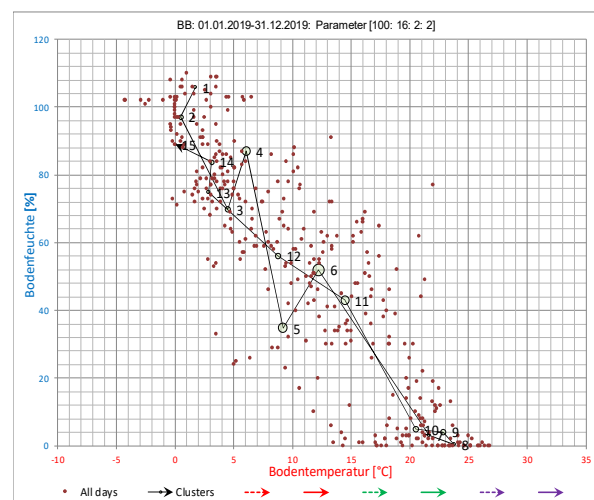


Abb. 4: 16-Tage- Witterungssequenz 2019

Ein Blick auf die Witterungssequenzen von 2007 (Abb. 3) und 2019 (Abb. 4) veranschaulicht, wie unterschiedlich sich allein die Verteilungen der Tagespunkte darstellen können. Berücksichtigt man obendrein die Clusterfolge, so stellt man fest, dass kaum ein Jahr dem anderen gleicht.

Von Bedeutung ist die Erkenntnis, dass nicht jede mykophänologische Sequenz in jedem Jahreszyklus durchlaufen wird. Die jährliche Witterungssequenz macht jedes Pilzjahr anders.

Beispiel Steinpilz (*Boletus edulis*)

Einen ersten Eindruck von den optimalen Bedingungen für die Fruchtkörperbildung liefert die Projektion der Wetterdaten ihres Erscheinens in das TF-Diagramm (Abb. 5).

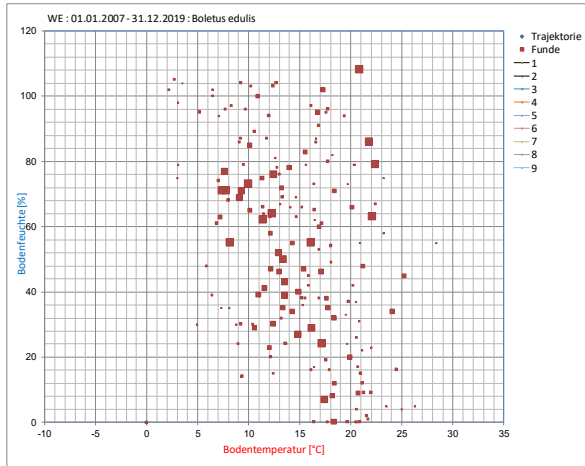


Abb. 5: Fundpunkte *Boletus edulis* 2007-2019

Nimmt man die Trajektorien hinzu (Abb. 6), welche die Witterung in den 16 Tagen vor der Fruktifikation durchlaufen hat, wird die optimale mykophänologische Sequenz für *Boletus edulis* sichtbar.

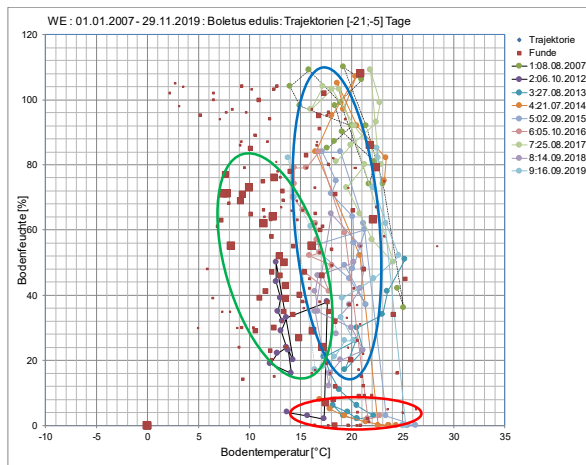


Abb. 6: 16-Tage-Trajektorien *Boletus edulis*

Boletus edulis ist offensichtlich eine „Breitband“-Art. Die Schübe treten in allen Beobachtungsjahren von August bis Oktober auf, jedoch zu unterschiedlichen Zeiten und mit unterschiedlicher Stärke.

Das Myzelwachstum erfordert Temperaturen im Bereich [17;25] °C bei einer Bodenfeuchte von über 20%. Die Primordien werden in den sommerlichen Trocken-Stress-Phasen angelegt. Die Fruchtkörper erscheinen, wenn die Bodentemperatur von höheren Werten kommend in den Bereich [8;18] °C eintritt. Der bevorzugte Feuchtebereich für die Fruktifikation ist [20;80] %. Bei höherer Bodenfeuchte fällt die Fruktifikation schwach oder ganz aus.

Beispiel Satans-Röhrling (*Boletus satanas*)

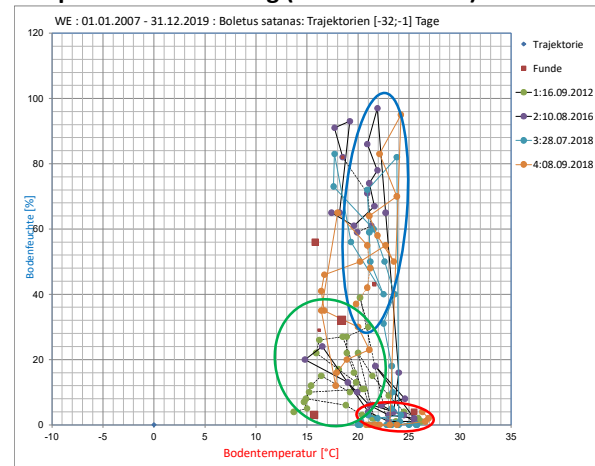


Abb. 7: 32-Tage-Trajektorien *Boletus Satanas*

Boletus satanas ist wärmeliebend. Bei hohen Temperaturen darf es aber nicht zu trocken sein (Abb. 7). Seine mykophänologische Sequenz wird nicht in jedem Jahr getroffen. Gute Auftritte gab es zuletzt in 2016 und 2018.

Beispiel Überraschungsjahr 2019

16-Tage-Witterungssequenz siehe Tab. 1 und Abb. 4.

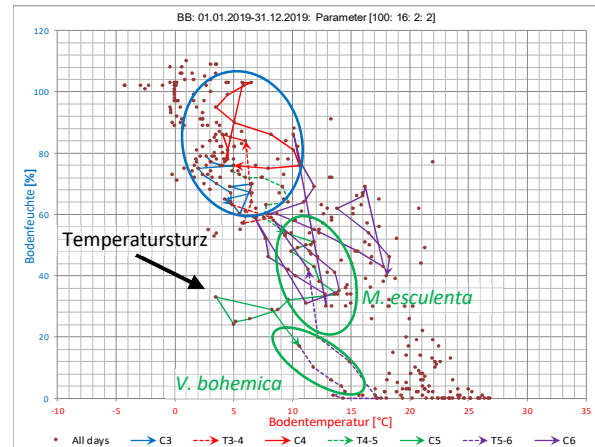


Abb. 8: Witterungssequenz Frühjahr 2019

Im Frühjahr gab es einen Maximalaspekt der Böhmisches Verpel (*Verpa bohemica*), der 2 Wochen anhält. Die mykophänologische Sequenz stellte sich wie folgt dar:

Nach dem Verlassen der Wintercluster C1-C2 hielt sich die Witterung 35 Tage in C3-C4 auf (Myzelwachstum). In C5 wurden Primordien gebildet und die Fruktifikationsbedingungen für *V. bohemica* und *M. esculenta* erreicht. Dann folgte ein Temperatursturz und der Boden trocknete aus: *M. esculenta* stellte die Fruktifikation ein, *V. bohemica* erlebte seinen Maximalaspekt. Nach Niederschlägen und Erwärmung stellte *V. bohemica* ihre Fruktifikation ein, *M. esculenta* fruktifizierte kurzzeitig, jedoch nicht überall.

Der Mai war kühl bei mittlerer Feuchte. In der Transition T6-7 gab es einen ersten Röhrlingsschub, angeführt von *Neoboletus erythropus*.

Der Sommer war heiß und trocken. Die Cluster 7 bis 10 lagen praktisch im gleichen Bereich. Die Bodenfeuchte lag an 69 von 104 Tagen unter 10 %. Niederschläge lösten Transitionen aus, die kurzzeitig zu Bodenfeuchten bis 80 % führten, was zweifellos das Myzelwachstum vieler Arten anregte. Der jedes Mal folgende Austrocknungsstress führte vermutlich zu vermehrter Primordienbildung.

Der Sommer blieb ausgesprochen pilzarm. Selbst wärmeliebende Arten wie *Boletus radicans* und *Boletus satanas* erschienen nur spärlich. *Boletus appendiculatus* hingegen kam mit der Trockenis gut zurecht.

Umso größer war die Überraschung, als sich ab 15. September nach gefallener Temperatur und kräftigem Niederschlag in C11-C12 ein unerwarteter und außergewöhnlich starker Maximalaspekt des Steinpilzes (*Boletus edulis*) einstellte, der vier Wochen fort dauerte. Erst nach und nach gesellten sich andere Arten mit starken Auftritten hinzu. Die größte Intensität wurde in der ersten Oktoberwoche erreicht (Abb. 11).

Xerocomus badius zeigte bei seinen Auftritten im Juni und August nur schwächliche Fruchtkörper, was auf schwache Akkumulation von Ressourcen schließen lässt. Erst im Oktober bildete er große Fruchtkörper.

Leccinum versipelle erschien ab 20. September stark in mehreren Schüben bis Ende Oktober. Danach lief die Herbstsaison aus.

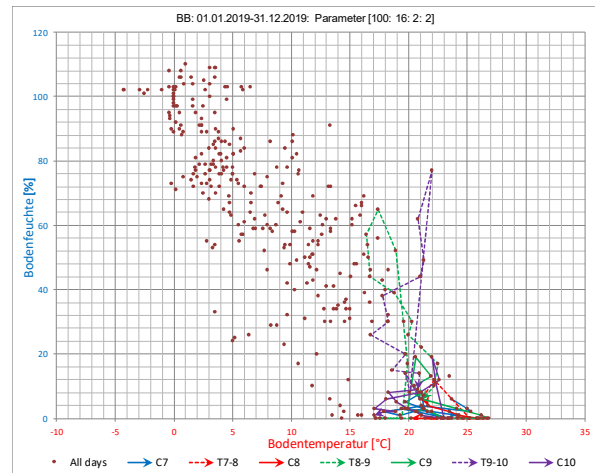


Abb. 9: Witterungssequenz Sommer 2019

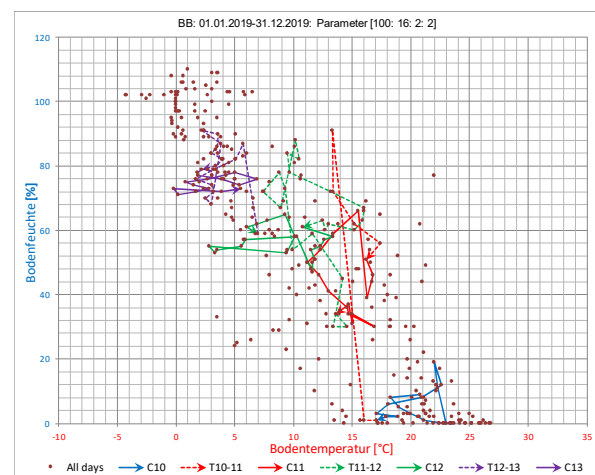


Abb. 10: Witterungssequenz Herbst 2019

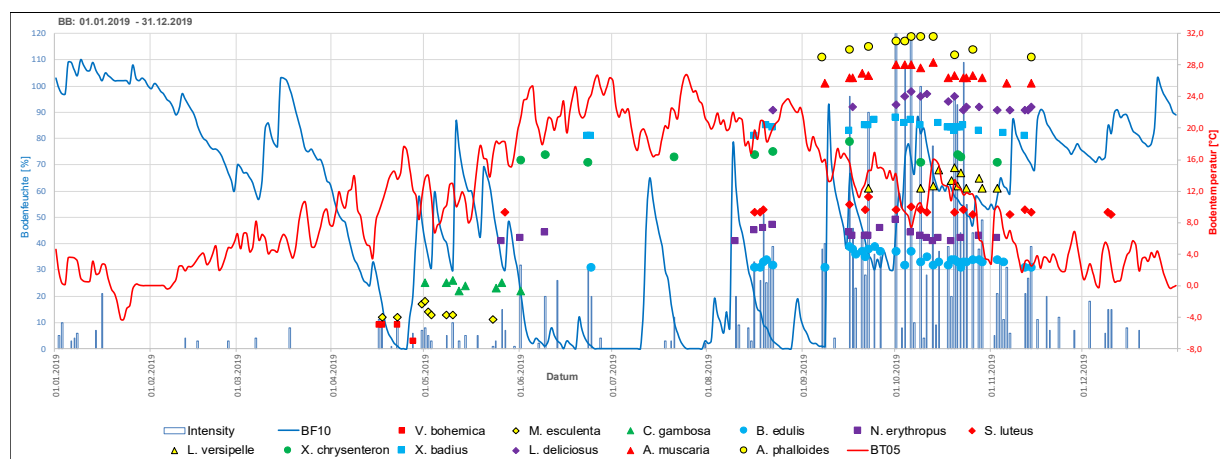


Abb. 11: Zeitdiagramm 2019

Die Fundstärke von 12 ausgewählten Arten mit Werten von 1 bis 9 ist jeweils in einem 10er-Intervall der Bodenfeuchte-Achse abgebildet: die erste Art im Intervall [1;9], die zweite Art in [11;19] usw.

Das Zusammentreffen von Witterungssequenz und artspezifischen mykophänologischen Sequenzen entscheidet, welche Arten wann und mit welcher Stärke erscheinen. Nicht jede mykophänologische Sequenz wird in jedem Jahr getroffen. In 2019 landete die Witterungssequenz im Beobachtungsgebiet Volltreffer

auf die mykophänologischen Sequenzen von *Verpa bohemica* und *Boletus edulis*.

Anschrift des Autors:

Dr. Dieter Rudolf, Windmühlenstraße 42, 99425 Weimar. E-Mail: dieter(at)rudolf-weimar.de