

**CLIMVINO – DER EINFLUSS DER WITTERUNG AUF DIE REBENTWICKLUNG. UNTERSUCHUNGSBERICHT  
ZUM JAHR 2021 UND EIN VERGLEICH MIT DEM VORJAHR.**

Zweiundzwanzig Wetterstationen in Weingärten des gesamten Burgenlandes ermöglichen seit 2020 eine Untersuchung des Einflusses der Witterung auf die Rebentwicklung. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Rebphänologie neben der Witterung auch noch durch Pathogene beeinflusst sein kann. Negative Auswirkungen der Witterung sind oft stadienspezifisch, d. h. in manchen Entwicklungsstadien kann eine Schädigung des Weinstocks unmittelbar eine Folge des Wetters sein, während andere relativ resistent sind. Niedrige Temperaturen können nach dem Knospenaufbruch die Rebe beträchtlich schädigen (Frostschäden durch Temperaturen unter dem Gefrierpunkt), während sie davor relativ gut geschützt sind. Auch die Empfindlichkeit gegenüber längeren Phasen der Trockenheit bzw. hoher Bodensaugspannungen des Bodens ist unterschiedlich. So ist es für das Lesegut vorteilhaft, wenn vier bis sechs Wochen nach der Blüte und unmittelbar vor der Reife verhältnismäßig wenig bewässert wird. Ein zu viel an Sonneneinstrahlung kann die Epidermis und selbst das Parenchym insbesondere bei jungen Blättern beeinträchtigen. Auch die Sensibilität gegenüber manchen Pathogenen ist stadienspezifisch. Die Blüte ist für den Befall mit Echtem und Falschem Mehltau besonders empfindlich. Eine ausgeprägte Anfälligkeit gegenüber Echtem Mehltau tritt auch in der Phase der Streckung der Gescheine ein und dauert an, bis die Beeren Schrotkorngröße erreichen. Es ist also durchaus von praktischem Interesse, die Rebentwicklung genau zu beobachten und die zahlreichen Einflussgrößen zu untersuchen.

Die Rebentwicklung lässt sich folgendermaßen zusammenfassen: Im Frühjahr startet das vegetative Wachstum mit dem Austrieb, der mit dem Aufbrechen der Knospen endet, worauf die Blattentwicklung folgt. Das generative Wachstum beginnt mit der Entwicklung der Blütenanlagen, es folgen die Differenzierung der Blüte, die Fruchtentwicklung und Fruchtreife. Danach kommt es zum Eintreten der Vegetationsruhe: die Holzreife wird abgeschlossen, Laubverfärbung und schließlich Blattfall folgen. Im Winter beobachtet man in Mitteleuropa kein erkennbares Wachstum, die Knospen verharren in Dormanz und vermögen so niedrige Temperaturen zu überdauern.

Mithilfe der „BBCH-Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien der Weinrebe“ von Lorenz et al. 1994 wurde die kontinuierliche Entwicklung der Rebe in aufeinander folgende Phänophasen gegliedert (Austrieb, Blattentwicklung, Entwicklung der Blütenanlagen, Blüte,

Fruchtentwicklung und Fruchtreife sowie Eintreten der Vegetationsruhe). Damit steht eine ordinale Skala zur Verfügung, die auch die Möglichkeiten der Auswertung festlegt.

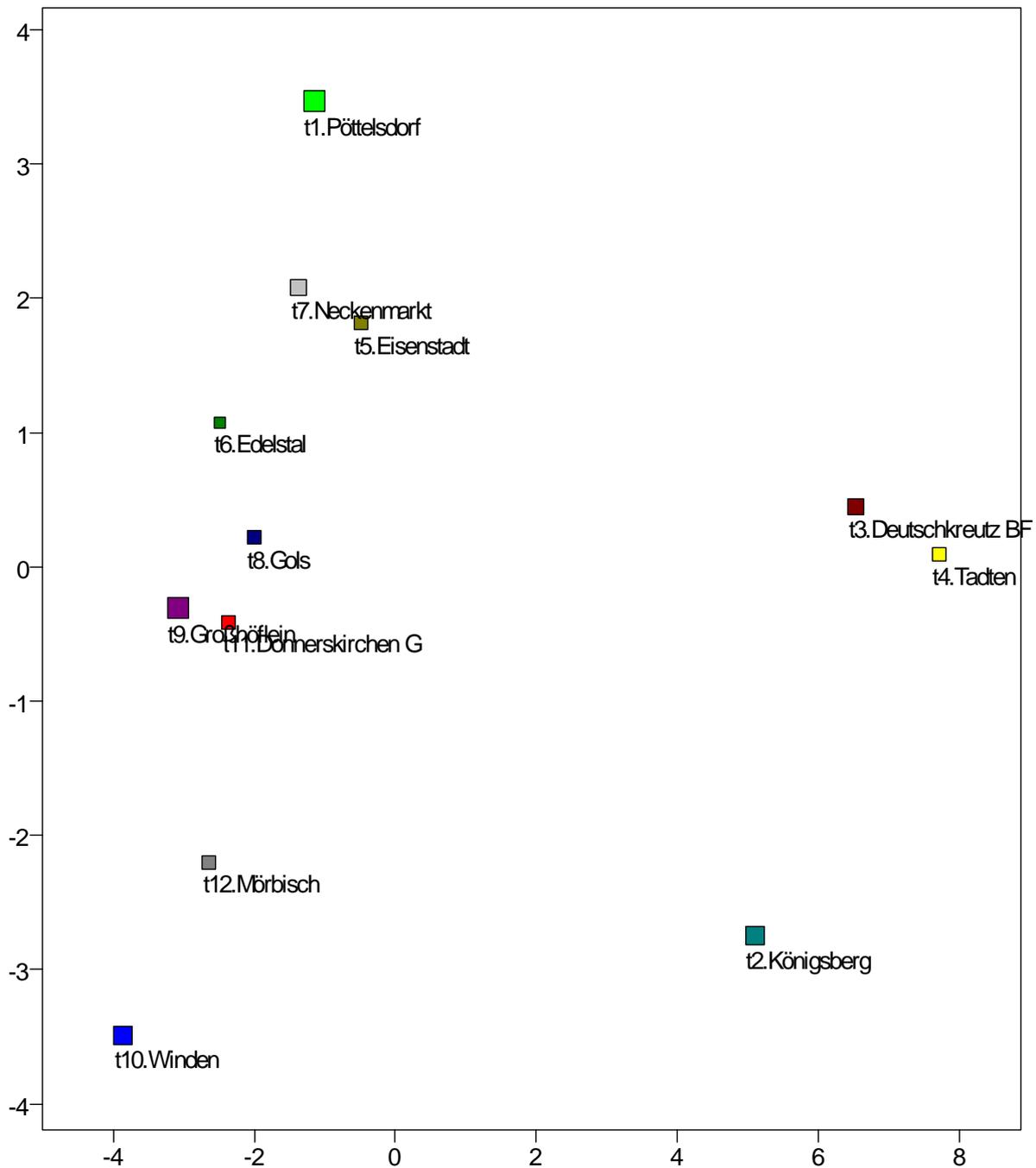
Im Vorjahr wurden bereits wesentliche phänologische Aspekte untersucht, z. B. wie sich die Lage der Knoten am Strecker auswirkt; weiters wurde ein Entwicklungsvergleich von Arthybriden und Edelreben durchgeführt, die vier Weinbaugebiete des Burgenlandes miteinander verglichen und der Einfluss der klimatischen Faktoren untersucht. Bedingt durch einen COVID-19 Lockdown war es 2020 nicht möglich, die gesamte vegetative Entwicklung zu dokumentieren; die frühen Stadien fehlen. 2021 konnte die Untersuchung hingegen vollständig durchgeführt werden. Gegenüber dem Vorjahr wurde die Sortenanzahl drastisch reduziert – es wurden nur noch Blaufränkischreben analysiert – weil zu viele Einflussfaktoren die Aussagekraft der Ergebnisse unter Umständen einschränken können. Tabelle 1 gibt die Versuchsstandorte im Jahr 2021 wieder. Gols und Donnerskirchen sind für den Jahresvergleich nicht geeignet, da hier 2020 andere Sorten untersucht worden sind als 2021. Der Schwerpunkt lag 2021 auf der Erforschung des Witterungseinflusses im Jahresvergleich, wobei allerdings die Pathogenauswirkung nicht eliminiert werden konnte.

**Tabelle 1:** Versuchsstandorte. Blaufränkischweingärten mit naher Wetterdatenstation.

WBG	ORT
Carnuntum	Edelstal
Neusiedlersee	Gols
	Tadten
	Winden
NS-Hügelland	Donnerskirchen
	Mörbisch
	Eisenstadt
	Großhöflein
	Pöttelsdorf
Mittelburgenland	Neckenmarkt
	Deutschkreutz
Südburgenland	Königsberg

### Phänologische Stadien und Witterung

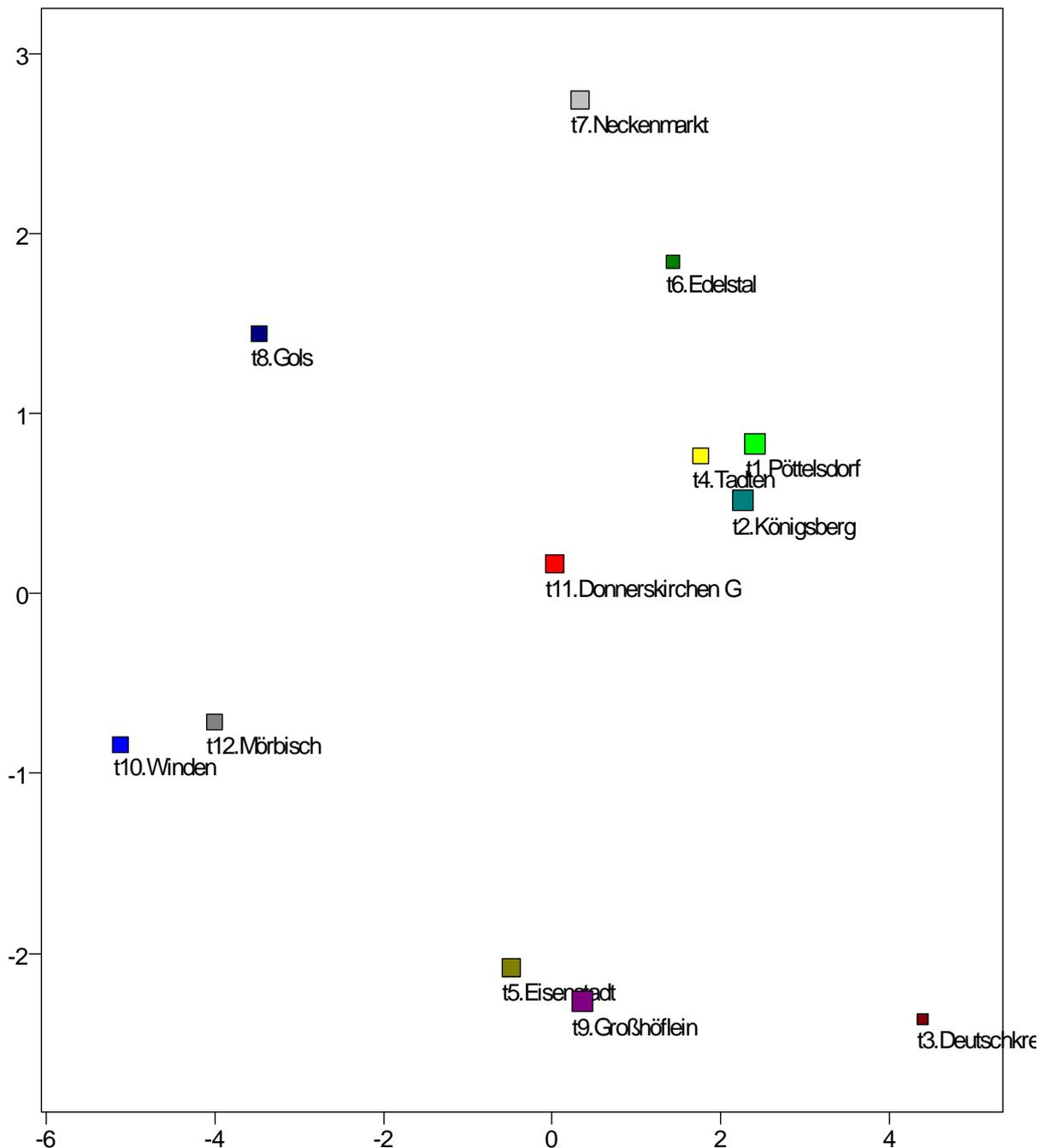
Um zu untersuchen, wie sich die Klimafaktoren Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Blattnässe und Niederschlagsmenge auf die Blaufränkisch-Entwicklung auswirken, wurde eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt (Abb. 1 und Abb. 2).



**Abb. 1:** Hauptkomponentenanalyse, wobei die BBCH-Werte für die **vegetative** Entwicklung der Blaufränkischreben am Standort die Daten liefern. Merkmale: Kalenderwochen, Objekte: Standorte. Die Objektbeschreibung (Text) liefert Information über die Reihung der Standorte nach der Lufttemperatur.

Als Merkmale wurden die BBCH-Werte der Kalenderwochen verwendet, Objekte sind die Standorte, deren Reihung nach einem der Klimafaktoren ebenfalls angegeben ist: So bedeutet z.B. „t1.Pöttelsdorf“, dass dieser Standort von allen dargestellten 2021 im phänologisch relevanten Zeitraum die niedrigste Lufttemperatur aufgewiesen hat (t: Lufttemperatur; 1:

niedrigster Wert). Abb. 1 zeigt das Ergebnis für die vegetative Entwicklung, wobei zunächst auffällt, dass von der ersten Hauptkomponente („horizontale“ Achse) drei Standorte (rechts) von allen anderen abgesondert werden (die zweite trennt auch noch die Standorte der Ebene vom hügeligeren Standort Königsberg).



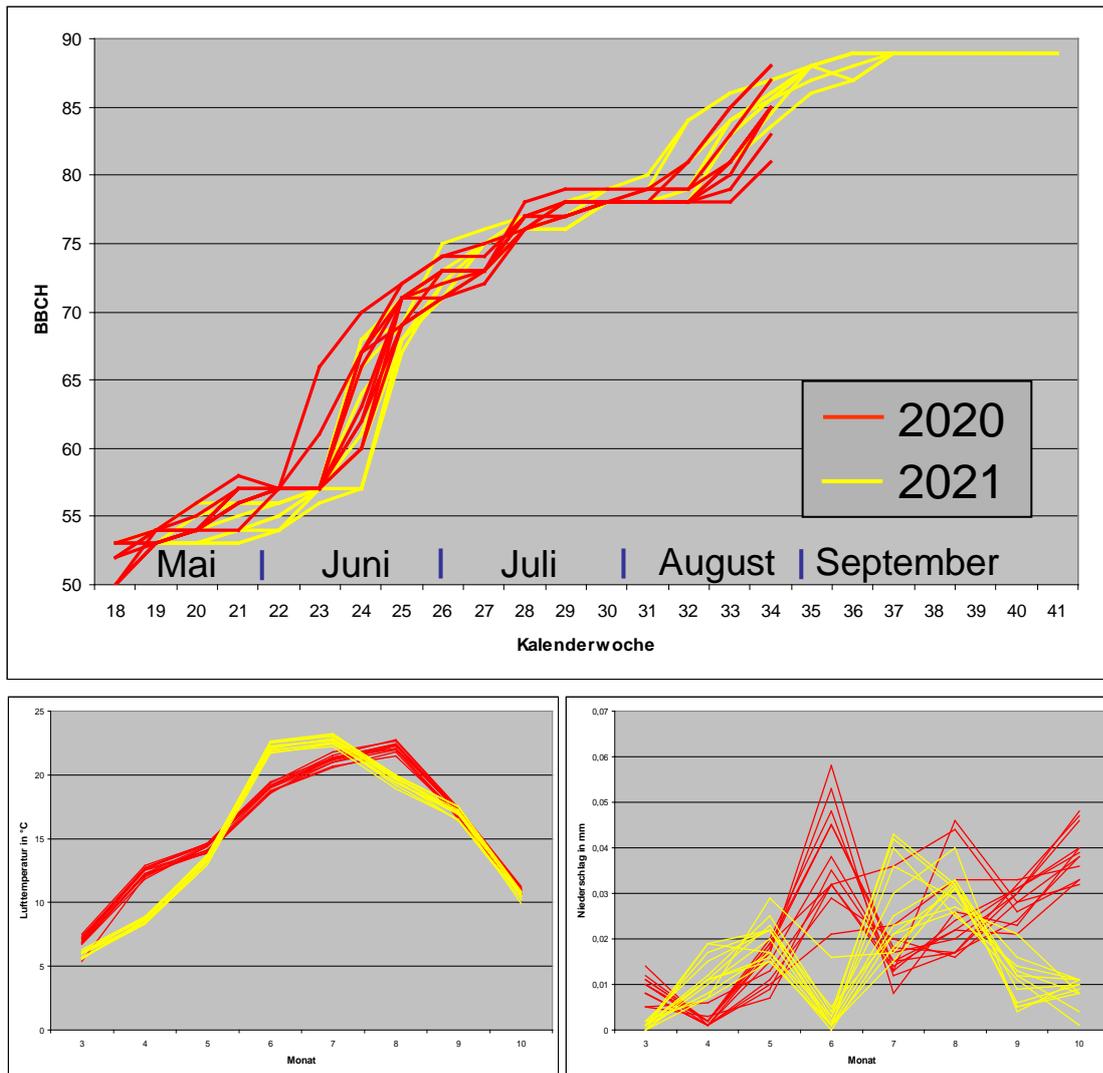
**Abb. 2:** Hauptkomponentenanalyse, wobei die BBCH-Werte für die **generative** Entwicklung der Blaufränkischreben am Standort die Daten liefern. Merkmale: Kalenderwochen, Objekte: Standorte. Die Objektbeschreibung (Text) liefert Information über die Reihung der Standorte nach der Lufttemperatur.

Wie man der Legende (der Beschriftung unterhalb der Symbole) entnehmen kann, setzt sich diese Gruppe aus relativ kühlen Standorten zusammen: Königsberg ist in dieser Hinsicht an zweite Stelle gereiht, Deutschkreutz an dritte und Tadtten an vierte. Hingegen befinden sich die wärmsten Standorte weit links in der Darstellung (Mörbisch, Winden und Donnerskirchen-Goldberg). Es ist also naheliegend, einen gewissen Einfluss der Lufttemperatur auf die Rebentwicklung anzunehmen, wenngleich der im Untersuchungszeitraum kühlsste Standort (Pöttelsdorf) nicht sehr weit rechts in der Abbildung liegt.

Bei der PCA zur generativen Entwicklung (Abb. 2) sind die Standorte homogener über die Fläche verteilt. Abermals kommen die kühleren Standorte weiter rechts zu liegen als die wärmeren, wobei die wärmsten sich weit rechts und von den kühlssten klar separiert befinden. Auffälligste Ausnahme ist allerdings Donnerskirchen-Goldberg. Sie liegt so, als würde die Rebentwicklung unter deutlich kühleren Bedingungen stattfinden. Zwar ist die Wetterdatenstation hier etwas weiter vom Weingarten entfernt als dies bei den anderen Orten der Fall ist. Es ist aber unwahrscheinlich, dass dieser Aspekt sich so gravierend auswirkt. Wesentlich wahrscheinlicher ist die verzögerte Rebentwicklung in Donnerskirchen-Goldberg eine Folge der Erkrankung dieser Reben an einer Virose, die durch GFLV, ein Nepovirus, ausgelöst wird und die oft eine erhebliche Senkung der Vitalität mit sich bringt.

Man kann nun in ähnlicher Weise auch den Einfluss der anderen Klimafaktoren auf die Rebentwicklung untersuchen (nicht dargestellt). Für die relative Luftfeuchte ergibt sich bezogen auf die generative Entwicklung keine erkennbare Beeinflussung, für die vegetative hingegen schon, wobei aber natürlich zu berücksichtigen ist, dass die Klimafaktoren miteinander korreliert sind und sich damit indirekt auch wieder die Lufttemperatur ausgewirkt haben könnte. Was die Blattnässe betrifft, muss auch für die vegetative Entwicklung keine Auswirkung angenommen werden. Bezüglich des Niederschlags weist die PCA-Analyse auf eine geringe Einwirkung auf die generative Entwicklung hin, nicht jedoch auf die vegetative. In besonders trockenen Jahren ist dies bei Fehlen einer künstlichen Bewässerung aber sicherlich anders.

Die Auswirkung der Witterung auf die Rebphänologie sollte sich auch im Jahresvergleich widerspiegeln. Dargestellt ist dies am Beispiel der generativen Entwicklung in Abb. 3.



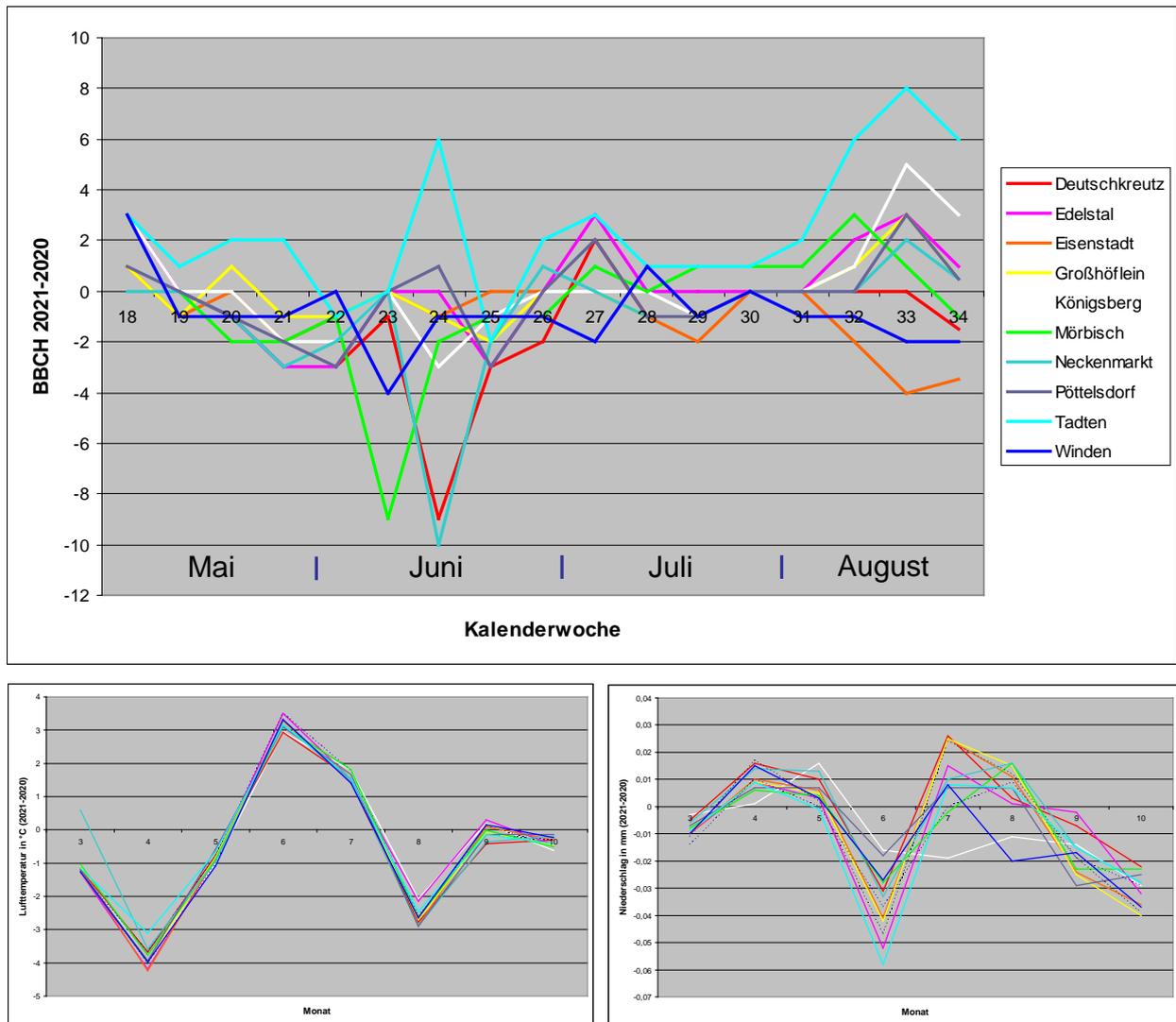
**Abb. 3:** Jahresvergleich (2020 vs. 2021) der generativen Rebentwicklung (BBCH-Stadien) in den Monaten Mai bis September und Verlauf der Lufttemperatur und Niederschlagsmenge für alle Standorte.

In der oberen Abbildung erkennt man, dass im Mai die Entwicklung der Blütenanlagen 2020 früher begonnen hat und auch die Blütenentwicklung im Juni zunächst noch voraus war, Ende Juni/Angang Juli dann allerdings nicht mehr. Trotzdem fand der Traubenschluss 2020 früher statt (Mitte bis Ende Juli) und der Beginn der Fruchtreife ließ wesentlich länger auf sich warten als 2021 („Dormanz“), die dann allerdings 2020 recht rasant erfolgte. Im Jahr 2021 verlief also die Fruchtentwicklung viel kontinuierlicher.

Man kann nun versuchen, diesen Trend zur Witterung in Bezug zu setzen. Soweit es die Lufttemperatur betrifft, wiesen die Standorte verhältnismäßig wenig Streuung auf (Abb. 3, links unten). Die höheren Temperaturen im April 2020 waren wohl ausschlaggebend für die früher

beginnende Blütenentwicklung. Im Juni war es hingegen im Folgejahr wärmer, was vermutlich erklärt, warum die Fruchtentwicklung Ende des Monats zum Teil sogar weiter fortgeschritten war. Auch die geringere Niederschlagsmenge 2021 mag dazu beigetragen haben, wenngleich die diesbezügliche Streuung an den Standorten relativ hoch war. Im Juli und auch noch im August war an den meisten Standorten hingegen 2021 der Niederschlag intensiver, was möglicherweise mit der kontinuierlicher erfolgenden Fruchtentwicklung in diesem Jahr zusammenhängt und damit eine Folge der besseren Wasserverfügbarkeit in diesem Zeitabschnitt gewesen wäre. Wie andernorts bereits geschildert, lag die Zuckergradation in der 34. bzw. 35. Kalenderwoche beim Blaufränkisch in den untersuchten Weinbaugebieten 2021 höher als im Vorjahr, was sich erst in der 40. KW nivellierte.

In den letzten zwei Absätzen wurde lediglich über den allen Standorten gemeinsamen phänologischen Trend berichtet; allerdings gibt es natürlich auch Unterschiede zwischen den Standorten (Abb. 4). So waren etwa die Reben in Tadt en 2021 fast während der gesamten Saison in der generativen Entwicklung gegenüber 2020 voraus, was sonst an anderen Orten abgesehen vom August eher nicht der Fall ist. Mörbisch, Neckenmarkt und Deutschkreutz zeigen 2020 einen deutlichen Entwicklungsvorsprung im Juni (weniger deutlich auch noch Winden und Königsberg), Eisenstadt und Winden hingegen im August. Der Unterschied der Standorte lässt sich durch Temperaturstreuung zwischen den Loci nicht erklären, weil sie dazu zu gering ist (Abb. 4 links unten). Die Niederschlagsmenge unterliegt zwar einer höheren Streuung, es sind hier aber die Standorte Königsberg und Winden, die sich im Jahresvergleich im August aberrant verhalten (2020 höher als 2021). Das unterschiedliche Entwicklungsverhalten in den zwei Untersuchungsjahren kann an den verschiedenen Standorten nicht eindeutig als Reaktion auf die Jahresunterschiede in der Witterung gedeutet werden.



**Abb. 4:** Phänologie, Lufttemperatur- und Niederschlagsvergleich an den Standorten. Dargestellt ist jeweils die Differenz zwischen 2021 und 2020 an den Standorten.

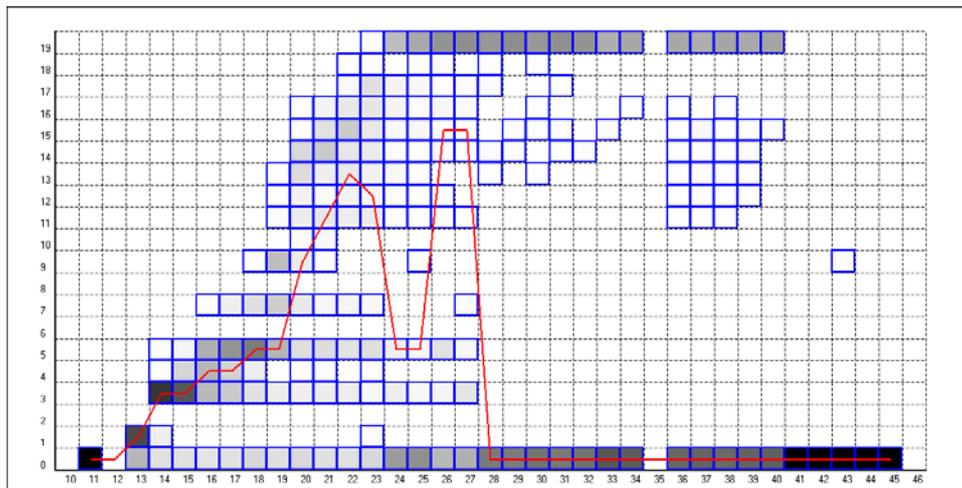
Im Rahmen der vegetativen Entwicklung ist das Datum des Knospenaufbruchs für manche Modelle zur Ascosporendynamik des Echten Mehltaus besonders wichtig. Es gibt zwei BBCH-Stadien, die sich darauf beziehen, nämlich Stadium 7: Beginn des Knospenaufbruchs: grüne Triebspitzen werden sichtbar, und Stadium 9: Knospenaufbruch: grüne Triebspitzen deutlich sichtbar. Wir haben den Tag des Knospenaufbruchs mit dem ersten Tag jener Kalenderwoche definiert, in der wenigstens 20% der Knospen Stadium 7 erreicht oder überschritten hatten. Wegen der pandemiebedingten Unterbrechungen bei der Datenerhebung im Freiland mussten z. T. Schätzungen vorgenommen werden. In den beiden Untersuchungsjahren erfolgte der so definierte Knospenaufbruch zwischen der 15. und der 18. Kalenderwoche.

**Tabelle 2:** Knospenaufbruch an den Untersuchungsstandorten (z. T. geschätzt)

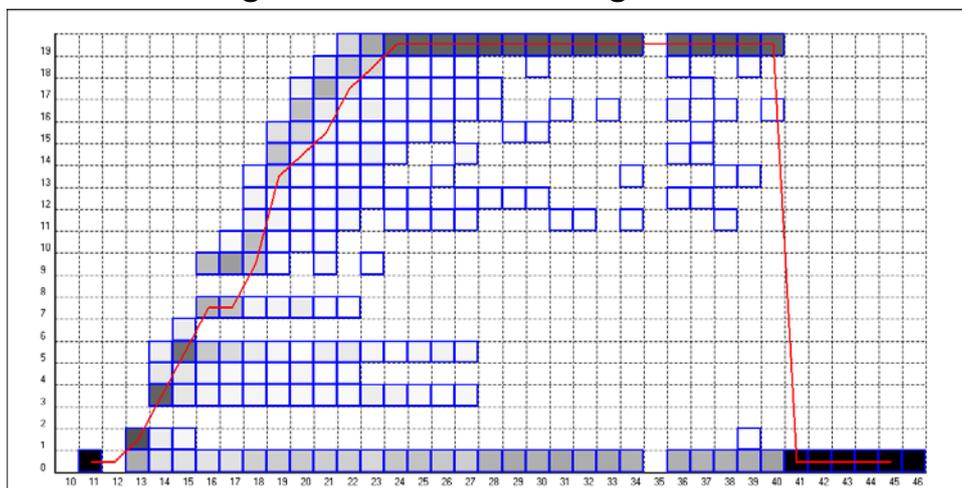
Kalenderwoche		
Standort	2020	2021
Deutschkreutz_H	16	<b>17</b>
Deutschkreutz_S	16	17
Donnerskirchen_G	17	<b>15</b>
Donnerskirchen_W	16	15
Edelstal	17	<b>17</b>
Eisenstadt	15	<b>15</b>
Eltendorf	16	17
Gols	16	<b>16</b>
Grosshoeflein	16	<b>16</b>
Heiligenbrunn	16	17
Jois	15	15
Königsberg	16	<b>16</b>
Moerbisch	15	<b>15</b>
Moschendorf	17	17
Neckenmarkt	17	<b>17</b>
Podersdorf	16	16
Poettelsdorf	17	<b>17</b>
Rechnitz	17	17
Rust	16	15
St_Andrae	17	17
Tadten	18	<b>18</b>
Winden	15	<b>15</b>

Wie Abb. 5 erkennen lässt, ist die vegetative Entwicklung keineswegs ein einfacher, kontinuierlicher Prozeß über die Stadien Austrieb, Knospenaufbruch und Blattentwicklung. Wahrscheinlich bedingt durch interne Hemmung bleibt die basalste Knospe eines Streckers sehr oft in der Entwicklung zurück; die distalen Knospen sind den proximaler gelegenen oftmals in der Entwicklung voraus. Kommt eine Knospe oder deren Derivat durch Insekten- oder Säugetierfraß zu Schaden, oder auch durch Pathogene oder Parasiten bzw. etwas später im Jahr auch durch Pflegemaßnahmen, entwickelt sich die Sekundärknospe oft in unterschiedlichem Ausmaß und verschiedener Geschwindigkeit. Das Ergebnis ist, dass die Knospen und deren Derivate zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Verteilung über die BBCH-Stadien aufweisen, die oft zweigipfelig ist. Entsprechend ist der Median als einziges für ordinale Daten geeignetes Mittelwertmaß dann „überfordert“. Eine geringe Änderung kann bedingen, dass dieser den Verlauf des einen Maximums (BBCH-Stadium 19: neun Laubblätter oder mehr entfaltet) verlässt und zum anderen „springt“ (meist BBCH-Stadium 0: Knospenschuppen mehr oder weniger geschlossen). Das kann zu unterschiedlichen Zeiten der Fall sein, tritt aber meistens erst nach der 40. Kalenderwoche, also Anfang September, auf (Abb. 5, unten), nach Beendigung der Fruchtreife.

## Vegetative Entwicklung: Tadten



## Vegetative Entwicklung: Winden

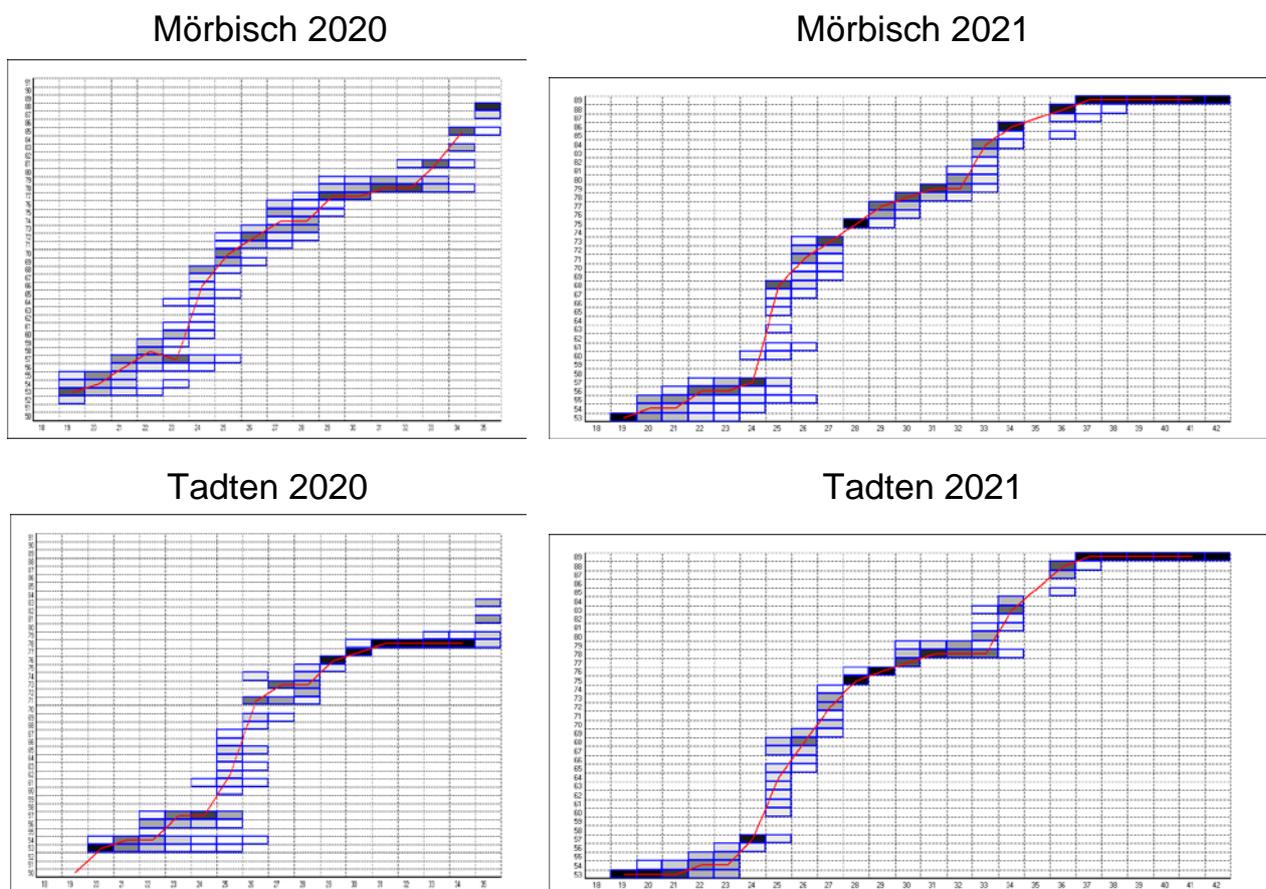


**Abb. 5:** vegetative Entwicklung der Blaufränkisch-Reben an den Standorten Tadten und Winden.

Dies war auch 2021 an den meisten Standorten der Fall. Lediglich bei den Wetterstationen Tadten, Deutschkreutz und Königsberg erfolgte der Übergang bereits um die 30. Kalenderwoche (Ende Juli), zu Beginn der Fruchtreife (beispielhaft gezeigt für Tadten in Abb. 5, oben). Diese sind in der PCA von Abb. 1, die die vegetative Entwicklung vergleicht, auch deutlich von allen anderen isoliert. Ein Zusammenhang mit der Standorts-Lufttemperatur wurde bereits diskutiert. Pöttelsdorf als kältester der in Tab 1 zusammengefassten Standorte zeigt diesen Übergang allerdings erst in der 43. Kalenderwoche.

Abb. 6 vergleicht an zwei Standorten und Untersuchungsjahren die generative Entwicklung. Die größte Diversität (und damit die größte Vertikalerstreckung in Abb. 6) beobachtet man im Makrostadium „Blüte“, d. h. man kann dessen Stadien (BBCH 60 bis BBCH 69) alle in einem einzigen Weingarten an nur einem oder allenfalls zwei aufeinanderfolgenden

Beprobungsterminen bonitieren. In Tadten waren das in beiden Jahren die 25. und 26. Kalenderwoche (d. h. 2020 Mitte bis Ende Juni und 2021 letztes Junidrittel bis Anfang Juli), also 2021 etwas später und in Mörbisch 2021 ebenfalls die 25. und 26. KW, 2020 hingegen die 24. und 25. KW (zweite und dritte Juniwoche), d. h. im ersten Untersuchungsjahr deutlich früher. Offenbar waren die im April 2020 höheren Temperaturen entscheidender als die niedrigeren im Juni dieses Jahres. Falls Regenfälle einen Einfluss hatten, hätte sich Regen im Juni verzögernd, Niederschläge im Mai hingegen fördernd ausgewirkt.



**Abb. 6:** Generative Entwicklung in den beiden Untersuchungsjahren an den Standorten Mörbisch und Tadten

Die generative Entwicklungskurve wird durch die Phase Traubenschluss bis Fruchtreifebeginn (BBCH 77 bis BBCH 81) ebenfalls sehr deutlich geprägt (Größte Horizontalerstreckung in Abb. 6). Die Dauer dieser Phase variiert allerdings sehr, wie man in den ausgewählten Abbildungen (Abb. 6) erkennen kann. Im Weingarten von Tadten wurde im Jahr 2020 das BBCH-Stadium 77 erstmals in der 30. KW, das Stadium 81 erstmals in der 35. KW registriert, was einer Dauer von

fünf Wochen entspricht, im Jahr 2021 verweilten die Reben hingegen von der 30. KW bis 33. KW in dieser phänologischen Phase, also nur 3 Wochen. In Mörbisch hingegen erstreckte sich die Verweildauer 2020 von der 28. bis zur 31. KW und 2021 von der 29. bis zur 32. KW, beide Male also nur 3 Wochen. Noch deutlicher wird der Unterschied zwischen den Jahren und Standorten, wenn man die Verweildauer des Medians im 78. BBCH-Stadium (Traubenschluss) beobachtet. Für Tadtten beträgt sie 2020 vier Wochen und 2021 drei, für Mörbisch 2020 zwei Wochen und 2021 lediglich eine. Es bleibt weiters zu untersuchen, ob ein frühes Blühen stets mit einer längeren Traubenschlussphase einhergeht und welche Konsequenzen letztere für die Fruchtreifung hat. In diesem Zusammenhang ist interessant, dass Tiefenbrunner et al. 2018 gezeigt haben, dass die Witterung im Mai für den Reifeverlauf besonders bedeutend ist. Sie haben dies auf die Entwicklung der Blütenanlage in diesem Monat zurückgeführt, wobei dieser physiologische Abschnitt für die gesamte generative Entwicklung einschließlich der Beerenreife von besonderer Bedeutung sein soll.

### **Literatur**

TIEFENBRUNNER, M., WUKETICH, A., TIEFENBRUNNER, W., Langjährige Entwicklung des Weintrauben-Reifeverlaufs im Burgenland und dessen Abhängigkeit von verschiedenen Klimafaktoren, Mitteilungen Klosterneuburg, 69, 124-140, 2019.