

ClimVino: Die Witterung in den Jahren 2020 und 2021 in der Weinbauregion Burgenland und ihre Bedeutung für die Mehltau-Erstinfektion der Rebe im Frühjahr

Seit Beginn des Jahres 2020 liefern 23 Wetterdatenstationen, aufgestellt in allen Weinbaugebieten des Burgenlandes, mit einer Frequenz von einer Viertelstunde (96 pro Tag bzw. 35.040 pro Jahr) Witterungsdaten zu den wichtigen Klimafaktoren bzw. „meteorologischen Elementen“: Lufttemperatur (°C), Relative Luftfeuchte (%), Blattnässe (%) und Niederschlag (mm). Abb. 1 zeigt die Standorte dieser Stationen.

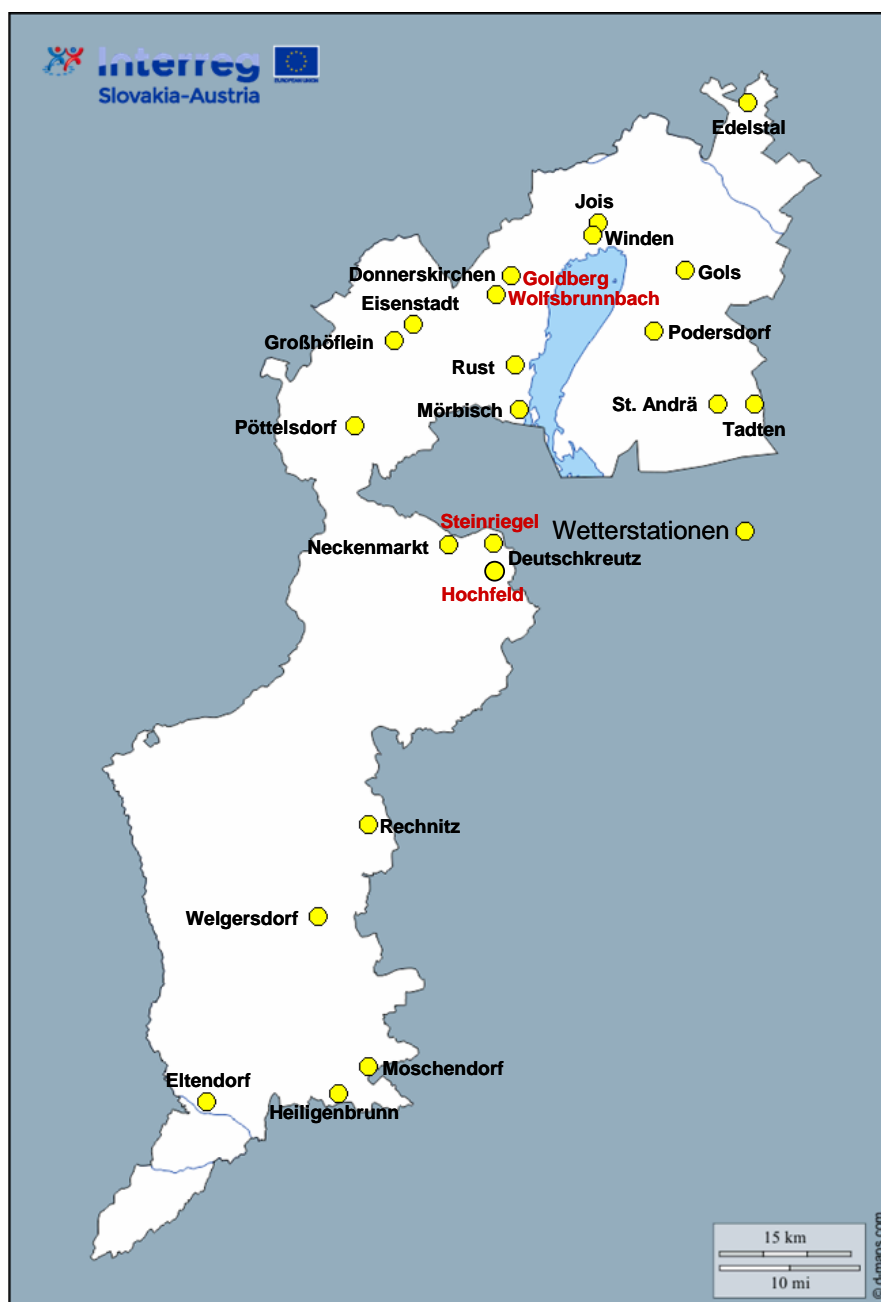


Abb. 1: Position der Wetterstationen im Burgenland

Weiters liefern sie Prognosemodelle zur Infektion der Rebe mit den Pilzen „Oidium“ oder Echter Mehltau (*Erysiphe necator*: Leotiomyces), Grauschimmel (*Botrytis cinerea*: Leotiomyces), sowie dem Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*: Oomyces). Die Modelle werden zusammen mit den Wetterdaten als Grafik geliefert (beispielhaft in Abb. 2 präsentiert).

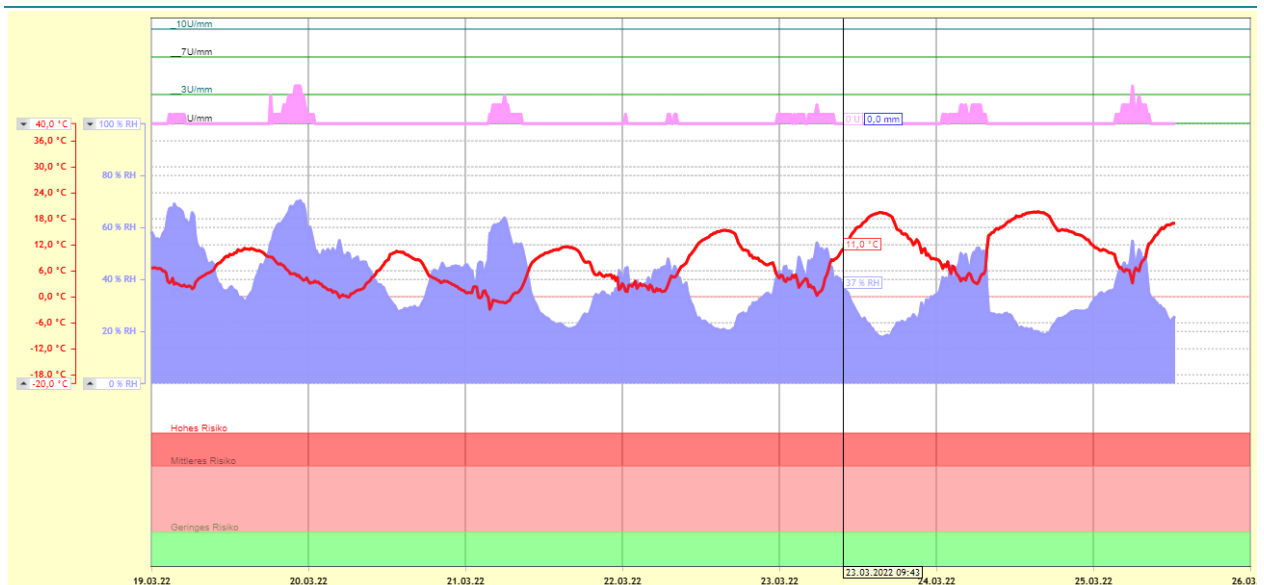


Abb. 2: Darstellung der Wetterdaten der 12. Kalenderwoche 2022 inklusive Mehltaubefall-Risikobewertung. Wetterdatenstation Donnerskirchen-Goldberg für den angegebenen Zeitraum. Software der Firma Adcon.

Durch die Verwendung von Wetterdaten und die Risikobewertung eine Infektion mit den Rebpathogenen soll die Häufigkeit von Behandlungsterminen herabgesetzt werden. Ein Vergleich der für die Jahre 2020 und 2021 vollständig vorliegenden Wetterdaten kann Hinweise darauf geben, welche der Standorte besonders anfällig für eine rasche Pathogenentwicklung sind. Eine entsprechende Analyse für 2020 existiert bereits und ist auf unserer ClimVino-Website veröffentlicht worden.

- **Multivariater Vergleich der Witterungsdaten der Stationen**

Die Untersuchung wurde mithilfe eines multivariaten, statistischen Verfahrens, der Hauptkomponentenanalyse (PCA), durchgeführt. Je ähnlicher die Witterung, desto näher liegen die Orte in Abb. 3a und 3b beieinander. Eingangsparmeter („Merkmale“) für den multivariaten Vergleich waren Mittlere Lufttemperatur, Niederschlagssumme, Mittlere relative Luftfeuchte und Blattnäse in den acht Monaten März bis Oktober 2021 (insgesamt also 32

Variablen pro Standort bzw. „Objekt“). In dieser Abbildung zeigen die vier Pfeile, die die untersuchten Klimafaktoren (meteorologischen Elemente) repräsentieren, in die Richtung, in die der Faktor zunimmt, wobei diese Darstellung stark vereinfachend ist, weil der Einfluss der Faktoren in den unterschiedlichen Monaten etwas verschieden ist und jeder Pfeil daher eigentlich acht Pfeile repräsentiert, was bei einer sorgfältigen Analyse Berücksichtigung finden muss. Als Folge positiver Korrelation zeigen die Pfeile für „Blattnässe“ und „Relative Luftfeuchte“ in eine ähnliche Richtung.

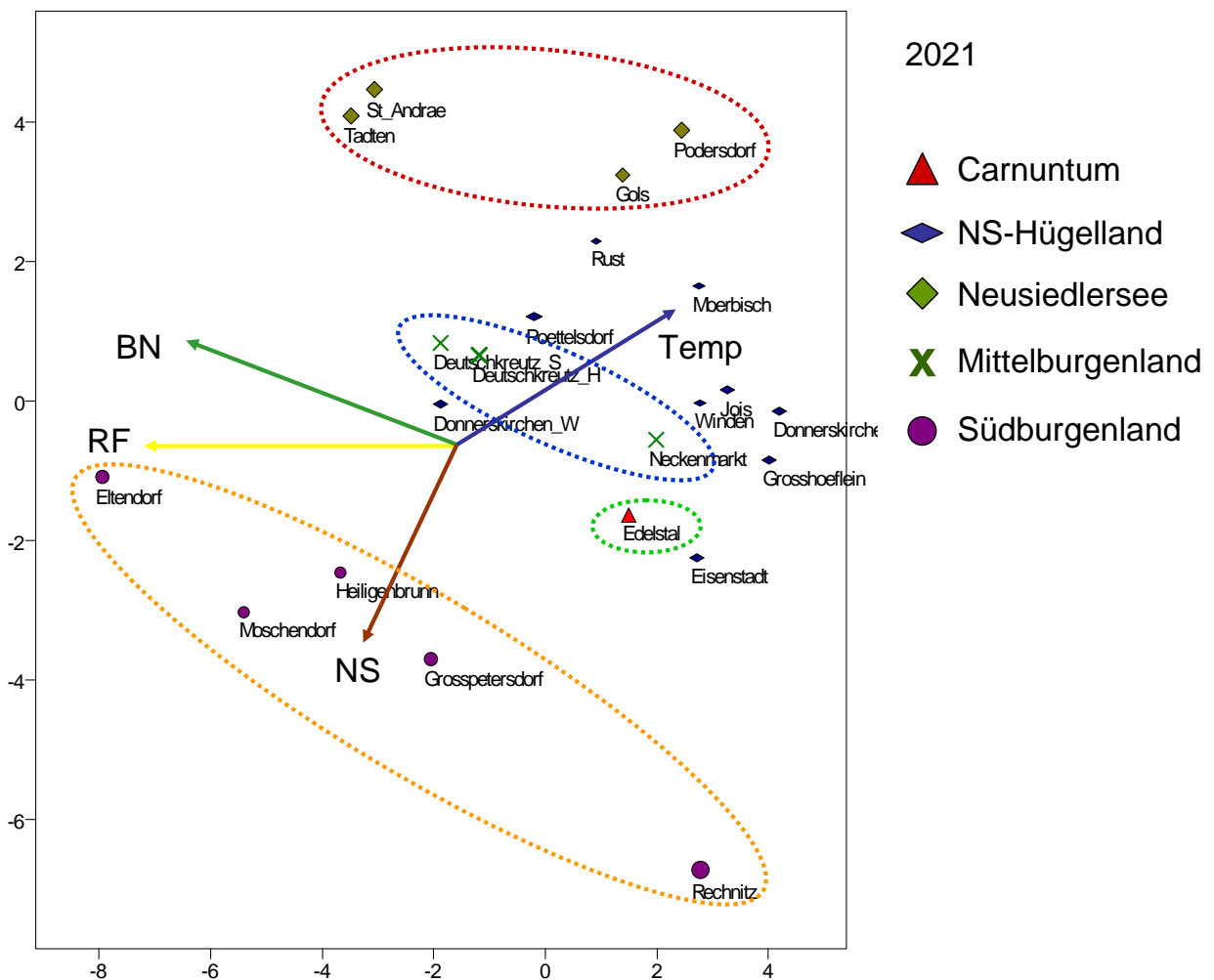


Abb. 3a: Hauptkomponentenanalyse der Witterungsdaten der Stationen. Ähnliche Daten bedingen einen geringeren Abstand der Standorte in der Grafik. Clusterung der Standorte nach Weinbaugebiet.

Man erkennt, dass die zweite Hauptkomponente der PCA manche Weinbaugebiete sehr gut trennt, nämlich Neusiedlersee, Mittelburgenland und Südburgenland die in der Reihenfolge in der Abbildung noch dazu ihrer Lage in Nord-Süd-Richtung entsprechen. Für Carnuntum und

das klimatisch sehr vielfältige und nicht so einheitliche Weinbaugebiet Neusiedlersee-Hügelland stimmt das aber nicht. Es gibt jedenfalls aus Sicht der lokalen Witterung natürlichere Cluster (Abb. 3b) als die Weinbaugebiete.

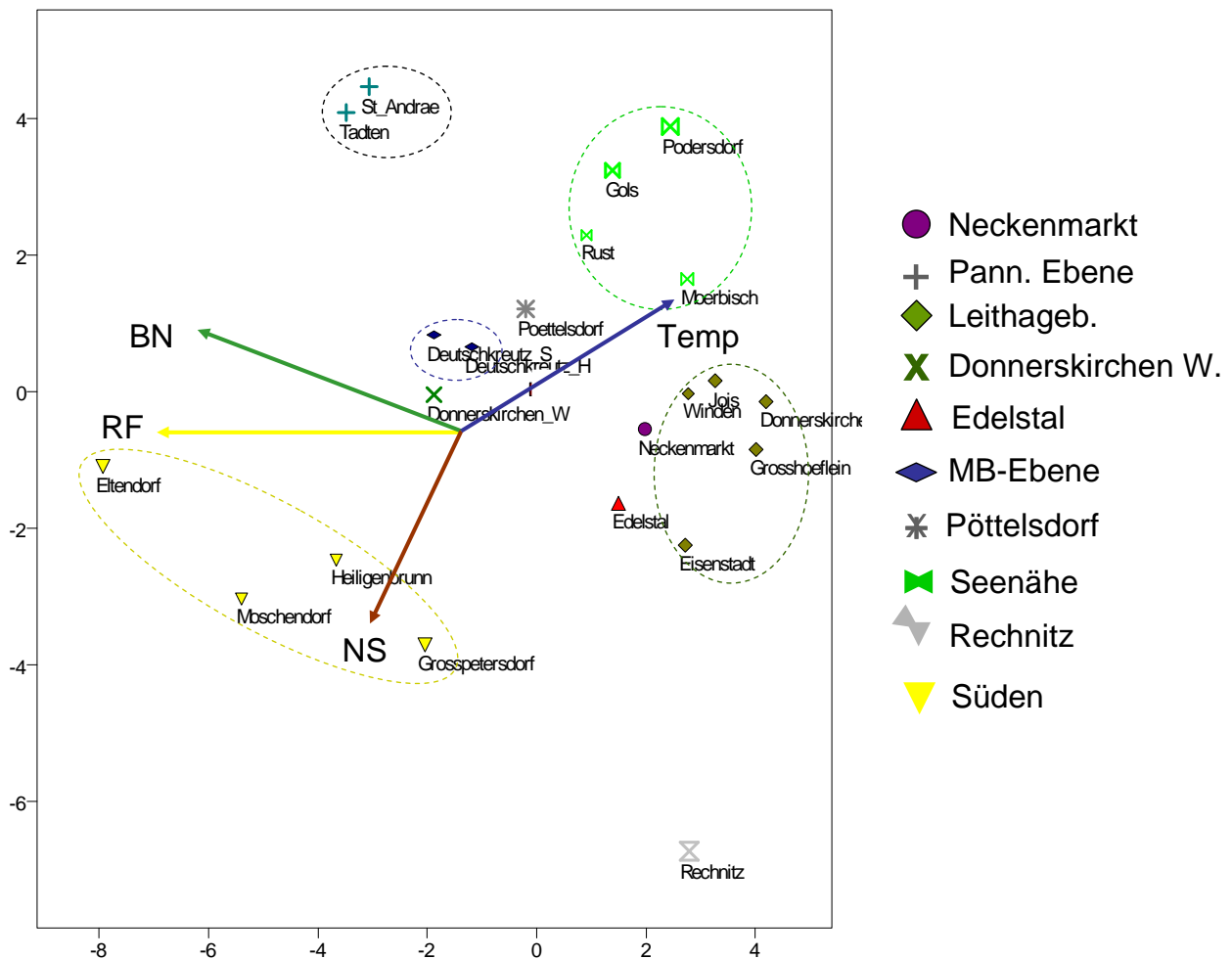


Abb. 3b: Hauptkomponentenanalyse der Witterungsdaten der Stationen. Ähnliche Daten bedingen einen geringeren Abstand der Standorte in der Grafik. Im Gegensatz zu Abb. 3a ist die Zusammenfassung der Standorte nicht nach Weinbaugebieten erfolgt, sondern nach klimatisch-topologischen Gesichtspunkten.

Z. B. sind das die Pannonische Ebene (Taden, St. Andrä), die sich vor allem durch geringe Niederschlagsmengen auszeichnet, Nähe Neusiedlersee (Podersdorf, Gols, Rust, Mörbisch), geprägt durch hohe Temperaturen bei ebenfalls wenig Niederschlag und Luftfeuchte, Leithagebirgsrand (Jois, Winden, Donnerskirchen-Goldberg, Großhöflein und Eisenstadt), wo die Temperaturen recht hoch sind und die Luftfeuchte trotz etwas mehr Regen niedrig, die Standorte im Umkreis von Deutschkreuz, mit eher mittleren Werten für alle meteorologischen

Elemente, sowie die vier südlichsten Wetterdatenstationen (Großpetersdorf, Heiligenbrunn, Moschendorf und Eltendorf), die sich durch verhältnismäßig hohe Niederschlagsmengen auszeichnen und bereits im Einflussgebiet des illyrischen Klimas liegen. Bei Eltendorf ist zusätzlich noch die Luftfeuchte recht hoch. In Rechnitz ist hingegen die Niederschlagsmenge sehr hoch, aber die Luftfeuchte dennoch gering, bei überdurchschnittlichen Lufttemperaturen. Donnerskirchen-Wolfsberg ähnelt den Standorten um Deutschkreutz, die zumindest die Lage in der Ebene gemeinsam haben, Edelstal hingegen Eisenstadt. Letztere sind durch die hügelige Lage verbunden. Neckenmarkt im Mittelburgenland ist durch seine Hanglage ebenfalls ein wärmerer Standort.

- **Einfluss der Klimafaktoren („meteorologischen Elemente“) auf die Standorte**

- 1) **Temperatur**

2021 mussten zwei Messfehler berücksichtigt werden (Abb. 4), einerseits falsche Messresultate im März in Podersdorf (geschätzt 1,5°C zu niedrig). Nach der Reparatur zeigte die Wetterstation wieder die korrekten Werte an.

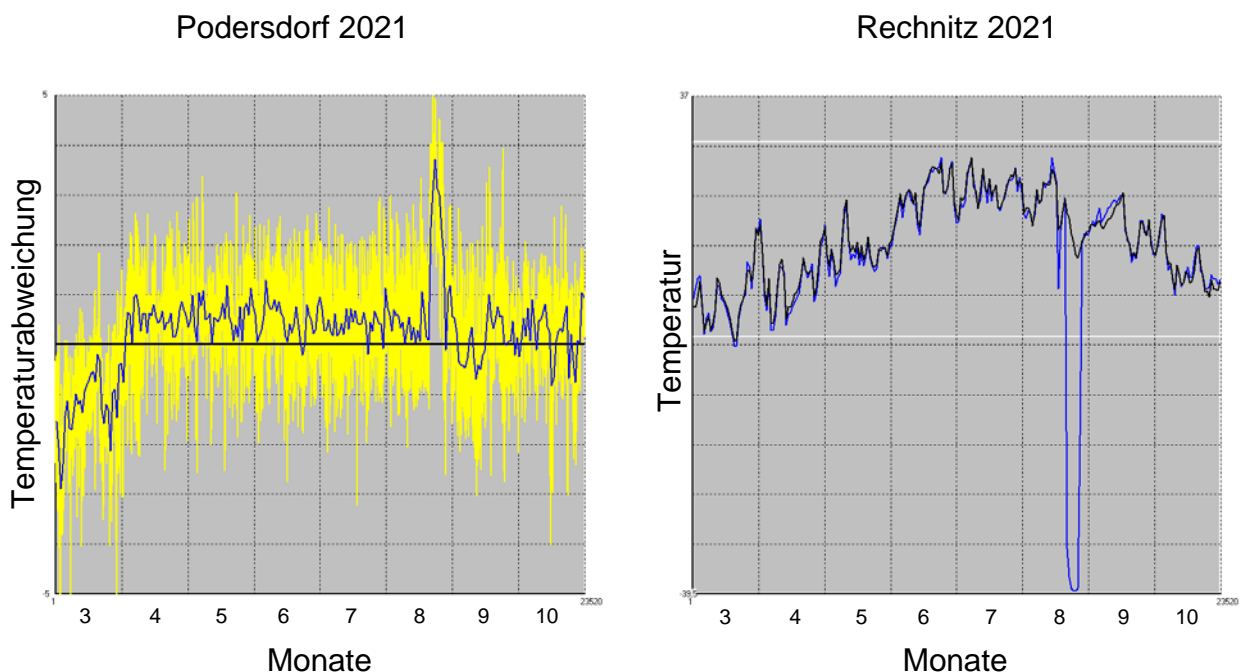


Abb. 4: zu berücksichtigende Messfehler: links Temperaturabweichung vom Standortsmittelwert (blau: Tageswerte; gelb: Einzelwerte). Rechts: Temperatur in °C. Die weißen Linien geben den Bereich von 0°C bis 30°C wieder.

Die Daten konnten aber beim Errechnen des Monatsmittels nicht im eigentlichen Sinne korrigiert werden, weil der Zeitraum dafür zu lange war. In Rechnitz andererseits wurden im August über einen relativ kurzen Zeitraum Temperaturen von weniger als -35°C wiedergegeben, was ganz offensichtlich nicht der tatsächlichen Temperatur entsprach. Bei der Errechnung des Monatsmittels am Standort wurde dieser Zeitbereich nicht berücksichtigt. Tabelle 1 stellt die Monatstemperaturen von März bis Oktober, also jenem Zeitraum, der für die Rebeentwicklung besonders relevant ist, dar. Die Standorte sind nach der mittleren Temperatur im gesamten Zeitraum gereiht.

Tabelle 1: Temperaturabweichung der einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 1. März bis 31. Oktober 2021 (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Temperatur-Mittelwert für den Zeitbereich angegeben.

| Standort | 3-10 | 3-10 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| Eltendorf | 14,3 | -0,489 | -0,226 | -0,304 | -0,422 | -0,763 | -0,562 | -0,393 | -0,785 | -0,995 |
| Moschendorf | 14,5 | -0,314 | -0,086 | -0,167 | -0,304 | -0,631 | -0,508 | -0,293 | -0,444 | -0,617 |
| Donnerskirchen_W | 14,7 | -0,172 | -0,14 | -0,139 | -0,16 | -0,323 | -0,299 | -0,293 | -0,366 | -0,254 |
| Poettelsdorf | 14,7 | -0,18 | -0,079 | -0,173 | -0,018 | -0,304 | -0,472 | -0,693 | -0,384 | 0,127 |
| Deutschkreutz_S | 14,7 | -0,108 | -0,359 | -0,173 | -0,154 | -0,18 | 0,087 | -0,293 | -0,553 | 0,132 |
| Rechnitz | 14,7 | -1,61 | 0,006 | -0,609 | -0,633 | -0,352 | -0,399 | 0,457 | 0,455 | 0,304 |
| Grosspetersdorf | 14,77 | -0,175 | -0,043 | -0,228 | -0,471 | -0,404 | -0,239 | -0,193 | 0,106 | -0,471 |
| Deutschkreutz_H | 14,8 | -0,078 | -0,074 | -0,106 | -0,024 | -0,174 | -0,151 | -0,393 | -0,455 | 0,118 |
| Heiligenbrunn | 14,8 | -0,048 | 0,173 | -0,032 | -0,046 | -0,265 | -0,311 | 0,007 | -0,134 | -0,365 |
| St_Andrae | 14,9 | 0,093 | -0,192 | 0,187 | 0,284 | 0,101 | 0,07 | 0,007 | -0,265 | -0,031 |
| Tadten | 14,9 | 0,062 | -0,178 | 0,188 | 0,312 | 0,161 | 0,045 | 0,007 | -0,48 | -0,158 |
| Eisenstadt | 14,9 | 0,024 | 0,237 | -0,182 | -0,185 | -0,156 | -0,255 | -0,193 | 0,248 | 0,09 |
| Edelstal | 15 | 0,13 | -0,035 | -0,202 | -0,42 | -0,027 | 0,188 | 0,307 | 0,615 | 0,068 |
| Neckenmarkt | 15 | 0,132 | 0,274 | -0,085 | 0,038 | 0,151 | -0,057 | -0,193 | -0,002 | 0,369 |
| Gols | 15,1 | 0,27 | -0,144 | 0,069 | 0,265 | 0,498 | 0,427 | 0,207 | 0,091 | 0,206 |
| Podersdorf | 15,1 | 0,255 | -1,2 | 0,486 | 0,577 | 0,48 | 0,444 | 0,407 | 0,082 | 0,221 |
| Rust | 15,1 | 0,263 | 0,158 | 0,266 | 0,429 | 0,375 | 0,438 | 0,207 | -0,135 | -0,252 |
| Grosshoeflein | 15,1 | 0,258 | 0,347 | 0,203 | 0,27 | 0,099 | 0,136 | 0,107 | 0,208 | 0,132 |
| Jois | 15,2 | 0,327 | 0,29 | 0,064 | -0,04 | 0,315 | 0,172 | 0,207 | 0,656 | 0,347 |
| Winden | 15,3 | 0,479 | 0,274 | 0,251 | 0,146 | 0,575 | 0,531 | 0,407 | 0,575 | 0,448 |
| Donnerskirchen_G | 15,3 | 0,466 | 0,578 | 0,364 | 0,183 | 0,37 | 0,304 | 0,407 | 0,617 | 0,364 |
| Moerbisch | 15,3 | 0,414 | 0,424 | 0,321 | 0,375 | 0,454 | 0,411 | 0,207 | 0,349 | 0,214 |
| Mittelwert | 14,8 | 14,8 | 5,73 | 8,52 | 13,4 | 22,1 | 22,7 | 19,593 | 16,9 | 10,4 |

Besonders hohe Temperaturen während der gesamten Vegetationsperiode zeigten die meisten Wetterstationen an den südlichen Hängen des **Leithagebirges** und jene, die im Einflussbereich des **Neusiedlersees** gelegen sind. **Mörbisch**, in günstiger Hanglage und in Seenähe, weist besonders hohe Temperaturen auf; im Zeitraum um $0,4^{\circ}\text{C}$ über dem Stationsdurchschnitt. Die anderen, nahe des Neusiedlersees gelegenen Standorte werden allerdings von den meisten an den Südhängen des Leithagebirges befindlichen übertroffen. Ausnahme ist nur die relativ hoch gelegene Station in **Eisenstadt**, die von April bis August sogar unterdurchschnittliche

Temperaturen meldete. Sogar die Werte von **Neckemarkt** (Mittelburgenland) und **Edelstal** (Carnuntum) sind im Durchschnitt im Zeitrahmen etwas höher gewesen. Von April bis August waren die Temperaturen bei den Wetterstationen der **pannonischen Ebene** hoch, aber nicht die restlichen drei Monate; insgesamt waren sie kühler als die bislang besprochenen. **Donnerskirchen-Wolfsbrunnbach** und **Pöttelsdorf** zeigen geringere Temperaturen als alle anderen Standorte des Nordburgenlandes. **Rechnitz**, **Großpetersdorf**, sowie **Heiligenbrunn** (alle im Südburgenland) und die beiden Standorte um **Deutschkreutz** im Mittelburgenland zeigen vergleichsweise höhere Temperaturen. Die geringsten Temperaturwerte wurden in **Eltendorf** und **Moschendorf** (Südburgenland gemessen).

2) Relative Luftfeuchte

Wie schon Abb. 3 vermuten ließ, ist **Rechnitz** der Ort mit der geringsten relativen Luftfeuchte. Nur der Mai war verhältnismäßig feucht. Die Wetterstation liegt am Südhang des Geschriebensteins, dem mit 884 m höchstem Berg des Burgenlandes.

Tabelle 2: Abweichung der Relativen Luftfeuchte für die einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 01. März bis 31. Oktober 2021 (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Mittelwert der Relativen Luftfeuchte für den Zeitbereich angegeben.

| Standort | 3-10 | 3-10 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Rechnitz | 64,5 | -3,98 | -4,1 | -1,83 | 0,49 | -1,14 | -1,31 | -11,9 | -7,51 | -4,53 |
| Jois | 65,5 | -3 | -1,59 | -0,673 | -1,71 | -3,42 | -3,7 | -4,6 | -5,15 | -3,19 |
| Donnerskirchen_G | 65,5 | -3,04 | -2,42 | -2,04 | -2,12 | -2,93 | -3,52 | -4,41 | -4,2 | -2,66 |
| Grosshoefflein | 65,7 | -2,78 | -1,66 | -2,37 | -3,75 | -1,12 | -2,27 | -3,22 | -3,45 | -4,33 |
| Podersdorf | 65,8 | -2,7 | 1,48 | -1,71 | -5,72 | -4,19 | -3,9 | -3,15 | -1,85 | -2,54 |
| Eisenstadt | 66,7 | -1,75 | -1,7 | -0,723 | -1,67 | -1,31 | -2 | -2,31 | -2,67 | -1,57 |
| Neckemarkt | 67,3 | -1,21 | -1,16 | -0,917 | -1,35 | -2,12 | -1,32 | -0,543 | -0,341 | -1,95 |
| Moerbisch | 67,5 | -0,979 | -0,401 | -1 | -2,35 | -1,48 | -1,43 | -0,113 | -0,509 | -0,557 |
| Poettelsdorf | 67,5 | -0,979 | -0,635 | -1,95 | -4,12 | -0,747 | -0,057 | 1,24 | 0,612 | -2,14 |
| Gols | 67,6 | -0,897 | 1,95 | 1,06 | -1,74 | -3,49 | -3,14 | -0,542 | -0,198 | -1,09 |
| Edelstal | 67,8 | -0,719 | 0,541 | 1,82 | 2,5 | -0,673 | -1,92 | -2,59 | -3,95 | -1,5 |
| Winden | 67,9 | -0,638 | 0,483 | 1,1 | 0,318 | -1,54 | -1,85 | -1,53 | -1,2 | -0,881 |
| Grosspetersdorf | 68,8 | 0,307 | -2,3 | -2,76 | 2,87 | 1,98 | 1,55 | 1,78 | -2,49 | 1,68 |
| Donnerskirchen_W | 69,3 | 0,8 | 0,763 | 0,389 | 0,296 | 0,963 | 0,382 | 0,724 | 2 | 0,908 |
| Rust | 69,6 | 1,06 | 1,93 | 0,757 | -0,819 | -0,105 | -0,415 | 1,83 | 3,54 | 1,83 |
| Deutschkreutz_H | 69,6 | 1,12 | 0,8 | -0,308 | -0,494 | 0,31 | 1,22 | 3,21 | 3,33 | 0,908 |
| St_Andrae | 69,7 | 1,23 | 1,88 | 1,37 | 0,38 | 0,396 | 1,02 | 2,09 | 1,86 | 0,853 |
| Tadten | 71,1 | 2,65 | 3,22 | 2,66 | 0,799 | 0,937 | 2,48 | 3,32 | 4,94 | 2,89 |
| Deutschkreutz_S | 71,1 | 2,64 | 3,54 | 1,6 | 2,2 | 2,01 | 1,31 | 4,56 | 4,8 | 1,14 |
| Heiligenbrunn | 72 | 3,5 | -0,853 | 1,88 | 4,79 | 4,5 | 6,19 | 4,5 | 2,76 | 4,21 |
| Eltendorf | 73,1 | 4,61 | -0,362 | 1,3 | 4,46 | 6,71 | 6,28 | 5,48 | 5,97 | 7,03 |
| Moschendorf | 73,2 | 4,74 | 0,592 | 2,36 | 6,75 | 6,45 | 6,42 | 6,17 | 3,69 | 5,47 |
| Mittelwert | 68,5 | 68,5 | 65,1 | 64,1 | 70,1 | 60,2 | 64,5 | 73,7 | 72,2 | 77,6 |

Auch die meisten Standorte, die sich am südlichen **Leithahang** befinden, haben eine geringe Luftfeuchte, ebenso wie **Neckenmarkt**, ebenfalls ein Ort mit Hanglage. Auffällig ist der Unterschied zwischen **Jois** und dem deutlich feuchteren **Winden**. Erstaunlich ist dies deshalb, weil nur wenige hundert Meter Luftlinie die Stationen trennen.

Die Standorte in **Neusiedlersee**-Nähe streuen stark, in **Podersdorf** und **Mörbisch** ist die Luft relativ trocken, auch noch in **Gols**, aber nicht in **Rust**. Kleinräumige Bedingungen spielen hier offenbar eine bedeutende Rolle. Die Standorte der **pannonischen Ebene** weisen eine eher hohe Luftfeuchte auf, ebenso wie jene, die sich in der Nähe von **Deutschkreutz** befinden, und erwartungsgemäß die südlichsten: **Heiligenbrunn**, **Moschendorf** und **Eltendorf**.

3) Blattnäse

Blattnäse und relative Luftfeuchte sind stark korreliert (Abb. 3), trotzdem gibt es aber Unterschiede. Die Standorte mit der größten Blattnäse sind jene der pannonischen Ebene (**Tadten** und **St. Andrä**). Auch **Eltendorf** neigt zu einer überdurchschnittlichen Tendenz zur Bildung von Wasserfilmen auf Oberflächen, nicht aber die anderen südlichen Standorte (**Moschendorf**, **Großpetersdorf**, **Heiligenbrunn**).

Tabelle 3: Abweichung der Blattnäse für die einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 01. März bis 31. Oktober 2021 (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Mittelwert der Blattnäse für den Zeitbereich angegeben.

| Standort | 3-10 | 3-10 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Edelstal | 1,29 | -0,724 | -0,334 | 0,364 | -0,064 | -0,323 | -0,508 | -1,33 | -1,67 | -1,91 |
| Eisenstadt | 1,33 | -0,686 | -0,309 | -0,259 | -0,676 | -0,802 | -0,722 | -1,15 | -1,25 | -0,327 |
| Rechnitz | 1,38 | -0,633 | 1,13 | 0,149 | -0,314 | -0,596 | 0,028 | -1,62 | -1,88 | -1,98 |
| Grosshoeflein | 1,39 | -0,623 | -0,412 | -0,214 | -0,722 | -0,393 | -0,56 | -0,973 | -0,951 | -0,744 |
| Winden | 1,61 | -0,399 | -0,069 | -0,139 | -0,178 | -0,839 | -0,368 | -0,316 | -0,717 | -0,583 |
| Neckenmarkt | 1,68 | -0,333 | -0,526 | -0,348 | -0,444 | -0,609 | -0,125 | -0,296 | 0,009 | -0,324 |
| Moerbisch | 1,7 | -0,314 | 0,058 | 0,006 | 0,213 | -0,466 | -0,338 | -0,68 | -0,966 | -0,355 |
| Rust | 1,73 | -0,281 | -0,517 | -0,268 | -0,299 | -0,329 | -0,328 | -0,716 | -0,429 | 0,63 |
| Donnerskirchen_G | 1,75 | -0,268 | -0,423 | 0,007 | -0,188 | -0,512 | -0,443 | -0,857 | -0,226 | 0,502 |
| Moschendorf | 1,89 | -0,127 | -0,135 | -0,174 | 0,719 | -0,083 | 0,037 | -0,389 | -0,842 | -0,167 |
| Grosspetersdorf | 1,94 | -0,071 | -0,039 | -0,454 | 0,806 | 0,134 | -0,187 | 0,314 | -0,821 | -0,349 |
| Heiligenbrunn | 1,94 | -0,075 | -0,298 | -0,124 | 0,241 | -0,187 | -0,001 | 0,433 | -0,369 | -0,309 |
| Deutschkreutz_S | 2,01 | -0,003 | 0,265 | -0,021 | 0,461 | -0,037 | -0,121 | -0,341 | 0,421 | -0,637 |
| Jois | 2,02 | 0,004 | 0,13 | 0,354 | -0,374 | -0,406 | -0,22 | -0,714 | 0,179 | 1,09 |
| Deutschkreutz_H | 2,23 | 0,219 | -0,003 | -0,243 | -0,026 | 0,335 | 0,306 | 0,684 | 0,784 | -0,076 |
| Podersdorf | 2,24 | 0,23 | 0,251 | -0,165 | -0,562 | 0,459 | -0,038 | 0,442 | 1,17 | 0,305 |
| Gols | 2,32 | 0,307 | 0,268 | 0,372 | -0,195 | -0,448 | -0,313 | 0,882 | 0,848 | 1,03 |
| Poettelsdorf | 2,39 | 0,379 | -0,021 | -0,147 | -0,395 | 0,4 | 0,762 | 1,09 | 0,947 | 0,404 |
| Donnerskirchen_W | 2,45 | 0,434 | -0,061 | 0,139 | 0,307 | 0,245 | 0,153 | 0,424 | 1,49 | 0,793 |
| Eltendorf | 2,88 | 0,862 | 0,028 | 0,153 | 0,768 | 1,33 | 0,733 | 1,51 | 1,26 | 1,12 |
| Tadten | 2,91 | 0,899 | 0,557 | 0,526 | 0,217 | 1,18 | 0,874 | 1,61 | 1,4 | 0,843 |
| St_Andrae | 3,21 | 1,2 | 0,458 | 0,487 | 0,707 | 1,95 | 1,38 | 2 | 1,59 | 1,04 |
| Mittelwert | 2,01 | 2,01 | 1,21 | 1,44 | 2,15 | 1,13 | 1,28 | 2,35 | 2,93 | 3,59 |

Mehr als durchschnittliche Blattnässe findet sich auch noch in **Donnerskirchen-Wolfsbrunnbach, Pöttelsdorf** und bei den seenahen Standorten des Ostufers **Gols** und **Podersdorf**. **Deutschkreutz-Steinriegel** und **Jois** am Leithagebirge haben eine durchschnittliche Blattnässe, alle bislang nicht besprochenen eine unterdurchschnittliche. Insbesondere in **Edelstal, Eisenstadt, Rechnitz** und **Großhöflein** kommt es relativ selten zur Bildung von Wasserfilmen auf Oberflächen.

4) Niederschlag

Die niederschlagreichsten Standorte liegen alle im Südburgenland, nämlich **Eltendorf, Heiligenbrunn** und **Rechnitz**. Man erinnere sich, dass Rechnitz der Ort mit der geringsten relativen Luftfeuchte war; die beiden Faktoren korrelieren also erstaunlich wenig.

Tabelle 4: Abweichung der Niederschlagsmenge für die einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 1. März bis 31. Oktober 2021 (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Mittelwert der Niederschlagsmenge für den Zeitbereich angegeben.

| Standort | NS_03-10 | NS_03-10 | NS_03 | NS_04 | NS_05 | NS_06 | NS_07 | NS_08 | NS_09 | NS_10 |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Rust | 0,008 | -0,006 | -0,001 | -0,004 | -0,006 | -0,004 | -0,012 | -0,002 | -0,007 | -0,008 |
| St_Andrae | 0,01 | -0,005 | -0,001 | -0,01 | -0,008 | -0,004 | -0,009 | -0,003 | -0,002 | 0,001 |
| Moerbisch | 0,011 | -0,003 | -0,001 | -0,005 | -0,006 | -0,004 | -0,007 | 0,003 | -0,006 | 0,001 |
| Gols | 0,012 | -0,002 | -0,001 | -0,001 | -0,006 | -0,004 | -0,01 | 0,002 | 0,001 | 0,003 |
| Podersdorf | 0,012 | -0,002 | 0,001 | -0,006 | -0,009 | 0 | -0,01 | 0,003 | 0 | 0,002 |
| Tadten | 0,013 | -0,001 | 0 | -0,001 | -0,005 | -0,005 | -0,004 | 0,002 | 0,005 | 0,003 |
| Edelstal | 0,014 | 0 | -0,001 | -0,002 | -0,001 | -0,004 | -0,002 | -0,002 | 0,01 | 0 |
| Jois | 0,014 | 0 | -0,001 | 0,002 | -0,003 | 0,003 | -0,004 | -0,004 | 0,001 | 0 |
| Winden | 0,014 | 0 | 0 | 0,005 | 0,001 | 0 | -0,004 | -0,003 | 0 | -0,007 |
| Poettelsdorf | 0,014 | 0 | 0 | -0,004 | -0,004 | -0,002 | 0,005 | 0,011 | -0,007 | 0,003 |
| Moschendorf | 0,014 | 0 | 0,001 | -0,004 | 0,01 | 0,008 | -0,005 | -0,005 | -0,001 | -0,002 |
| Neckenmarkt | 0,015 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,001 | -0,003 | 0 | 0,004 | -0,002 | 0,002 |
| Deutschkreutz_S | 0,015 | 0,001 | -0,001 | 0,003 | -0,003 | -0,004 | 0,006 | 0,003 | -0,003 | 0,002 |
| Grosspetersdorf | 0,015 | 0,001 | 0,001 | -0,005 | 0,008 | 0,011 | -0,008 | 0,004 | 0,001 | -0,004 |
| Donnerskirchen_G | 0,016 | 0,001 | 0 | 0,007 | 0,001 | -0,004 | 0,011 | 0 | 0,002 | 0 |
| Donnerskirchen_W | 0,016 | 0,002 | 0 | 0,012 | 0,005 | -0,003 | 0,008 | -0,003 | 0,001 | 0 |
| Eisenstadt | 0,016 | 0,002 | 0 | 0 | 0,004 | -0,001 | 0,017 | 0,002 | -0,005 | 0,002 |
| Grosshoeflein | 0,016 | 0,002 | 0 | -0,001 | 0,002 | -0,002 | 0,018 | 0,003 | -0,006 | 0 |
| Deutschkreutz_H | 0,016 | 0,002 | -0,001 | 0,007 | -0,004 | -0,004 | 0,015 | -0,004 | 0,003 | 0,003 |
| Rechnitz | 0,016 | 0,002 | 0,001 | 0,004 | 0,007 | 0,008 | 0,002 | -0,004 | 0,001 | -0,001 |
| Heiligenbrunn | 0,016 | 0,002 | 0 | 0 | 0,009 | 0,011 | 0,001 | -0,01 | 0,005 | -0,001 |
| Eltendorf | 0,017 | 0,003 | 0 | 0 | 0,007 | 0,008 | -0,009 | 0,005 | 0,01 | 0,001 |
| Mittelwert | 0,014 | 0,014 | 0,001 | 0,012 | 0,021 | 0,005 | 0,025 | 0,029 | 0,011 | 0,008 |

Eisenstadt und **Großhöflein**, aber auch die Standorte der Wetterstationen um **Donnerskirchen** und **Deutschkreutz** können noch als relativ regenreich gelten, ebenso wie **Großpetersdorf** und **Neckenmarkt**. **Edelstal, Jois, Winden, Pöttelsdorf** und **Moschendorf** liegen im Mittelfeld. Vergleichsweise regenarm sind alle Standorte östlich des Neusiedlersees,

zusätzlich aber auch **Rust** und **Mörbisch** gewesen. Rust hatte sogar die geringste Menge an Niederschlägen. Man muss allerdings beachten, dass die verwendeten Ombrometer nur bei lotrechter Position perfekt arbeiten, was aber bei der Wetterstation von Rust nicht immer der Fall war.

- **Ein Vergleich der Witterung in den Jahren 2020 und 2021**

- 1. Temperatur**

Der Temperaturanstieg war 2021 im Vergleich zum Vorjahr etwas verhaltener, sodass im April 2021 noch Tagesmitteltemperaturen von weniger als 10° erreicht wurden. Im Mai waren die Temperaturen vergleichbar und Juni und Juli 2021 deutlich höher (Abb. 5). Der August war hingegen 2020 wärmer. Die nächsten zwei Monate war der Verlauf dann wieder annähernd einander entsprechend.

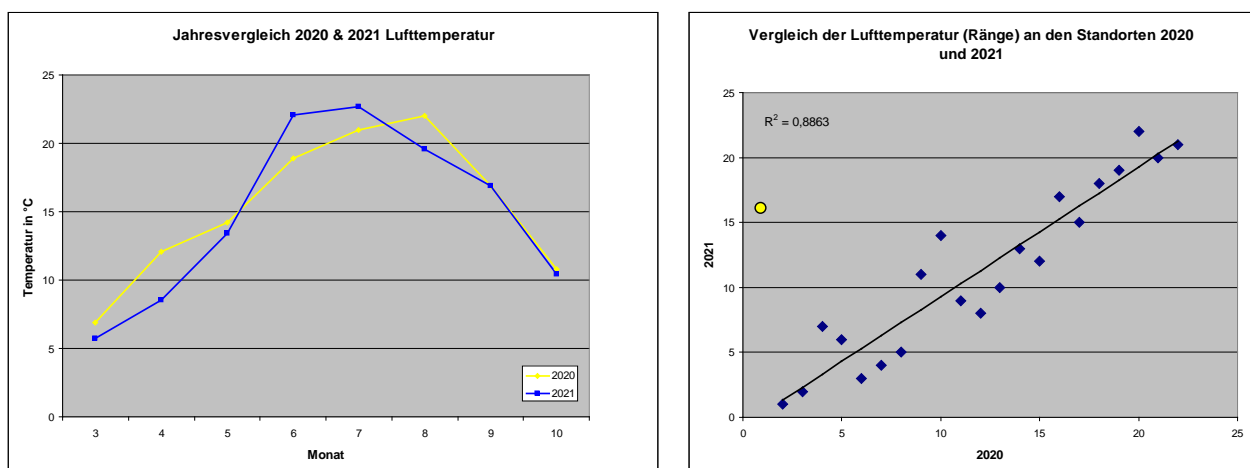


Abb. 5: Links: Temperaturverlauf 2020 und 2021 (Mittelwert über alle Stationen). Rechts: Temperaturränge der Standorte 2020 und 2021 im Vergleich und Spearmansche Korrelation.

Wenn man die Standorte wie in Tabelle 1 nach der mittleren Temperatur im dargestellten Zeitraum sortiert, erhält man für jeden Standort für 2021 eine Rangzahl. Entsprechend kann man auch für 2020 verfahren und dann die Korrelation bestimmen. Im Falle der Temperatur und den beiden Jahren ist diese sehr hoch (Spearman-Korrelation $R=0,94$), was bedeutet, dass ein Ort, der 2020 z. B. zu den wärmsten gezählt hat, sich im Folgejahr im Vergleich zu den anderen ebenfalls durch hohe Temperaturen ausgezeichnet hat. Diese hohe Korrelation ergibt sich allerdings nur, wenn man Podersdorf ausschließt (gelber Punkt in der Abb. 5, rechts), was

dadurch gerechtfertigt ist, dass hier die Messresultate zwischen März 2020 und März 2021 falsch waren.

2. Relative Luftfeuchte

Im Frühjahr war 2021 die relative Luftfeuchte deutlich höher, erst im Juni kehrte sich der Trend um, d. h. die Luftfeuchte war 2021 niedriger. Im Sommer war der Verlauf in den beiden Jahren recht ähnlich, im Oktober waren die Werte 2020 deutlich höher, bei 85% rL. Die Luftfeuchte ist nicht unabhängig von der Temperatur, sondern nimmt bei gleicher Wassermenge mit abnehmender Temperatur zu. Das ist vor allem im Oktober deutlich zu sehen.

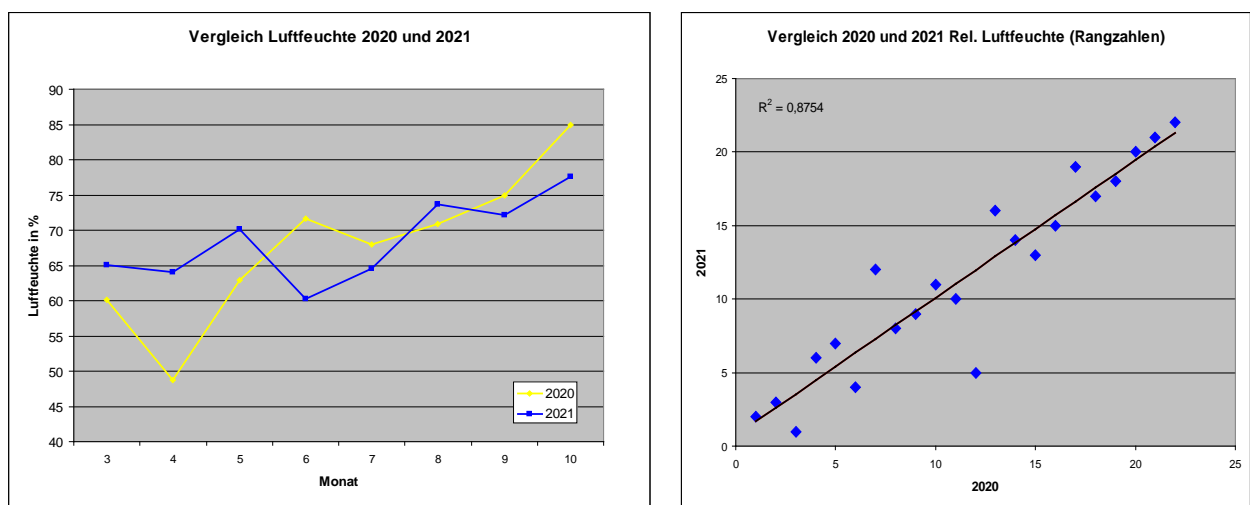


Abb. 6: Links: Verlauf der relativen Luftfeuchte 2020 und 2021 (Mittelwert über alle Stationen). Rechts: rL-Ränge der Standorte 2020 und 2021 im Vergleich und Spearmansche Korrelation.

Auch hier ist die Spearmansche Kortrelation zwischen den beiden Jahren mit $R=0,936$ sehr hoch. Die Luftfeuchte war zumindest über diese beiden Jahre in relativer Hinsicht ein stabiler Faktor. Es ist also gerechtfertigt, von einem Standort zu behaupten, er sei z. B. relativ warm oder weise eine relativ hohe Luftfeuchte auf.

3. Blattnässe

Der Verlauf der Blattnässe vergleichend für 2020 und 2021 dargestellt entspricht im Zeitraum März bis Oktober des Jahres qualitativ völlig dem der relativen Luftfeuchte, was natürlich auch physikalisch zu erwarten ist. Je höher die relative Luftfeuchte, desto höher die Tendenz des Wassers sich an Oberflächen abzuscheiden, insbesondere wenn die Flächen kühler sind als die Umgebung.

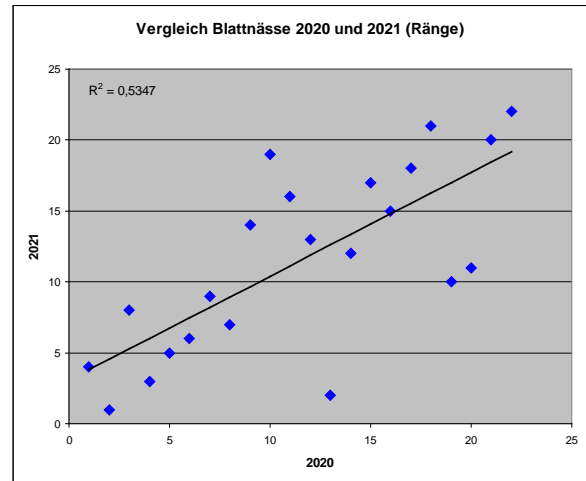
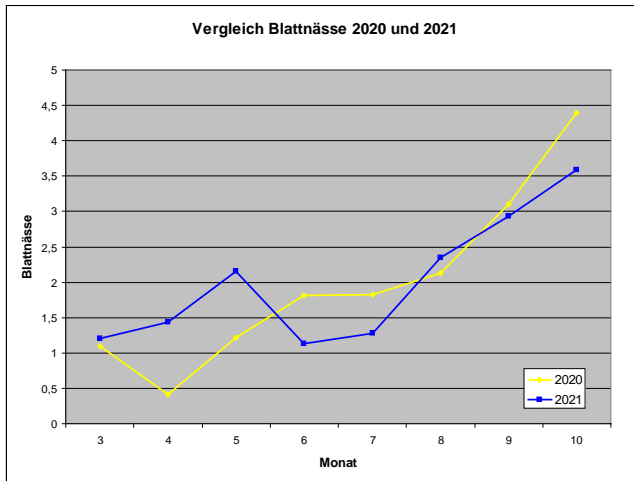


Abb. 7: Links: Verlauf der Blattnässe 2020 und 2021 (Mittelwert über alle Stationen). Rechts: Rangbildung aller Standorte nach Blattnässe für 2020 und 2021 im Vergleich und Spearmansche Korrelation.

Ein wesentlicher Unterschied zur relativen Luftfeuchte ist allerdings die bedeutend geringere Korrelation zwischen den Jahren bei der Blattnässe. Der Spearmansche Korrelationskoeffizient beträgt hier nur 0,73. Das bedeutet, dass sich die Blattnässe an einem Standort im Durchschnitt in den beiden Jahren recht verschieden verhalten hat.

4. Niederschlag

Im Frühjahr zeigt der Niederschlagsverlauf noch eine gewisse Ähnlichkeit zu dem der relativen Luftfeuchte, wenn man den Aspekt des Jahresunterschieds besonders im Auge hat.

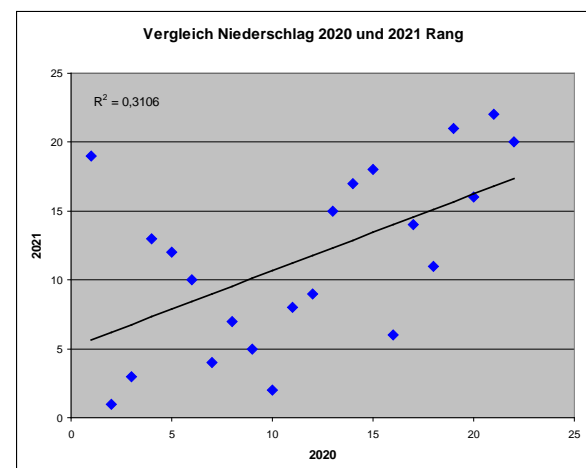
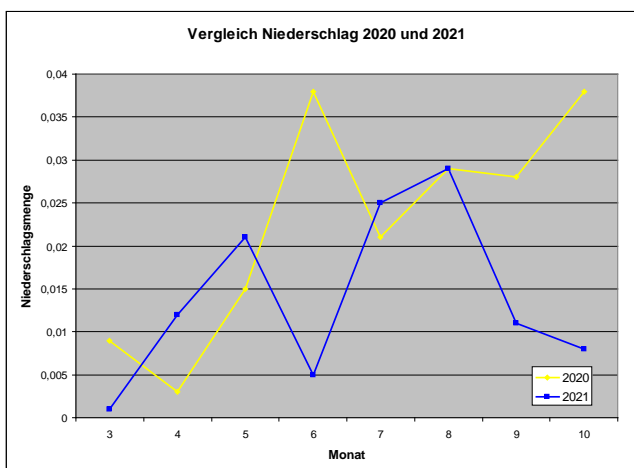


Abb. 8: Links: Verlauf der Niederschlagsmenge 2020 und 2021 (Mittelwert über alle Stationen). Rechts: Rangbildung aller Standorte nach dem Niederschlag für 2020 und 2021 im Vergleich und Spearmansche Korrelation.

Danach ist das allerdings nicht mehr der Fall. Die Regenmenge war 2021 im April und insbesondere im Mai höher als im Vorjahr, war dann aber im Juni sehr gering, während dieser Monat 2020 sehr niederschlagsreich war. Juli und August waren diesbezüglich ähnlich, aber ab September klappt die Schere auf, d. h. 2021 war die Regenmenge gering, während sie 2020 im Oktober wieder das Niveau vom Juni des gleichen Jahres erreicht hatte.

Beim Niederschlag ist die Spearman'sche Korrelation zwischen den Jahren mit 0,55 sehr gering, d. h. ein Standort kann nicht über beide Jahre als z. B. relativ regenreich bezeichnet werden; zumindest gilt das für viele der Untersuchungsorte (Abb. 8).

Zusammenfassend kann man sagen, dass Temperatur und relative Luftfeuchte zur Charakterisierung des Standortes beitragen können, während dies für die anderen beiden Klimafaktoren viel weniger gilt. Natürlich muss diese Vermutung über viele Jahre hinweg untersucht werden, zwei sind dafür zu wenig.

- **Das Modell (Caffi et al. 2010) zur primären Mehltauinfektion der Rebe – Beschreibung und Kritik**

Wie bereits erwähnt liefern die Wetterstationen nicht nur Daten zur lokalen Witterung sondern auch den Output von Modellen zur Bewertung des Witterungseinflusses auf die Ausbreitung bestimmter Pathogene. Einer davon ist *Erysiphe necator*, der Echte Mehltau, benannt nach dem weißen Myzel auf befallenen Blättern und Beeren. Die Expertenmodelle, die die zentrale Software verwendet, gehen dabei einerseits auf Walter K. Kast (Kast-OiDiag-Modell, 1997) zurück, andererseits auf W. D. Gubler und C. Thomas, 2000.

Die Anfälligkeit hängt nicht nur vom Pathogen, sondern auch von der Rebentwicklung ab und ist in der Phase der Gescheinsstreckung, bis die Beeren Schrotkorngröße erreichen, besonders hoch. Eine gute Beurteilung des Schädigungspotentials setzt also auch eine Analyse der Rebphänologie voraus.

Kast geht davon aus, dass die Überwinterung des Pathogens überwiegend in den Rebknospen erfolgt, deren Besiedlung bereits im Mai des Vorjahres beginnt. Die Primärinfektion soll daher durch „Zeigertriebe“, die mit Myzel überwachsen sind, bzw. durch auf asexuellem Wege gebildete Sporen („Sprossungsketten“) erfolgen.

Nach 2000 setzte sich allerdings zunehmend die Erkenntnis durch, dass die Primärinfektion überwiegend durch Ascosporen bewirkt wird, die in Fruchtkörpern (Kleistothezien) überwintern. Sie werden hauptsächlich, wenn auch keineswegs ausschließlich, im Herbst gebildet, wobei unterschiedliche Auffassungen darüber existieren, ob sich der Zeitpunkt der

Bildung auf jenen der Ascosporenfreisetzung auswirkt (Caffi et al. 2010 versus Moyer et al. 2014). Während sie reifen, verfärben sie sich von gelblich zu dunkelbraun. Die Kleistothezien lösen sich vom Myzel und produzieren hakenförmige Anhänge. Diejenigen, die auf Rinde landen, haben größere Überlebenschancen als auf Boden oder abgefallenen Blättern befindliche. Im Frühjahr werden die gereiften Ascosporen freigesetzt und können nun junges Rebgewebe infizieren. Dass OiDiag und andere Modelle diesen Prozess ignorieren, kann natürlich negative Konsequenzen für die Prognose der Primärinfektion haben. Ein Modell, das hier die fehlende Information liefern könnte, wurde 2010 von Caffi et al. entwickelt und von uns nun im Rahmen dieses Projektes zusätzlich etabliert, um sein Verhalten unter den hiesigen Witterungsbedingungen studieren zu können. Zusätzlich wurde noch ein alternatives Modell gestaltet, das sich aus der Kritik an Caffi et al. 2010 ergeben hat.

Das Modell setzt zunächst den Pool der nach dem Überwintern vorhandenen Kleistothezien auf den Wert eins (= Maximalwert). Die Anzahl der Sporenträger ist z. B. nach milden, feuchten Wintern höher, aber Caffi et al. 2010 gehen darauf nicht näher ein. Der erste Schritt, der einer Modellierung bedarf, ist die Ascosporenenreife. Sie erfolgt nach und nach und der Reifungsprozess wird von den Autoren durch eine Sättigungsfunktion, die Gompertz-Funktion, beschrieben, d. h. letztlich sind alle Sporen reif und für die Freisetzung bereit. Die Gompertz-Funktion hat die Gestalt:

$$1. \quad y = \alpha e^{-\beta e^{-\gamma x}}$$

Dabei sind α , β und γ Konstanten mit folgenden Werten:

$$\alpha = 1;$$

$$\beta = 1,95 \pm 0,188;$$

$$\gamma = 0,0191 \pm 0,00293.$$

Die Zielgröße y ist der Ascosporenteil, der für die Freisetzung bereit ist. Die zweite Variable, x , errechnet sich aus den „Gradtagen (10° oder mehr)“:

$$2. \quad x = \sum_{doy(b)}^t (T_t - 10)$$

Die Schrittweite Δt ist ein Tag, T_t ist die mittlere Tagestemperatur. Die Summierung wird nur dann ausgeführt, wenn $T_t > 10^\circ\text{C}$. Abb. 7 zeigt für den Standort Edelstal und das Jahr 2020 für die ersten sieben Monate, welche Tage diese Bedingung erfüllen.

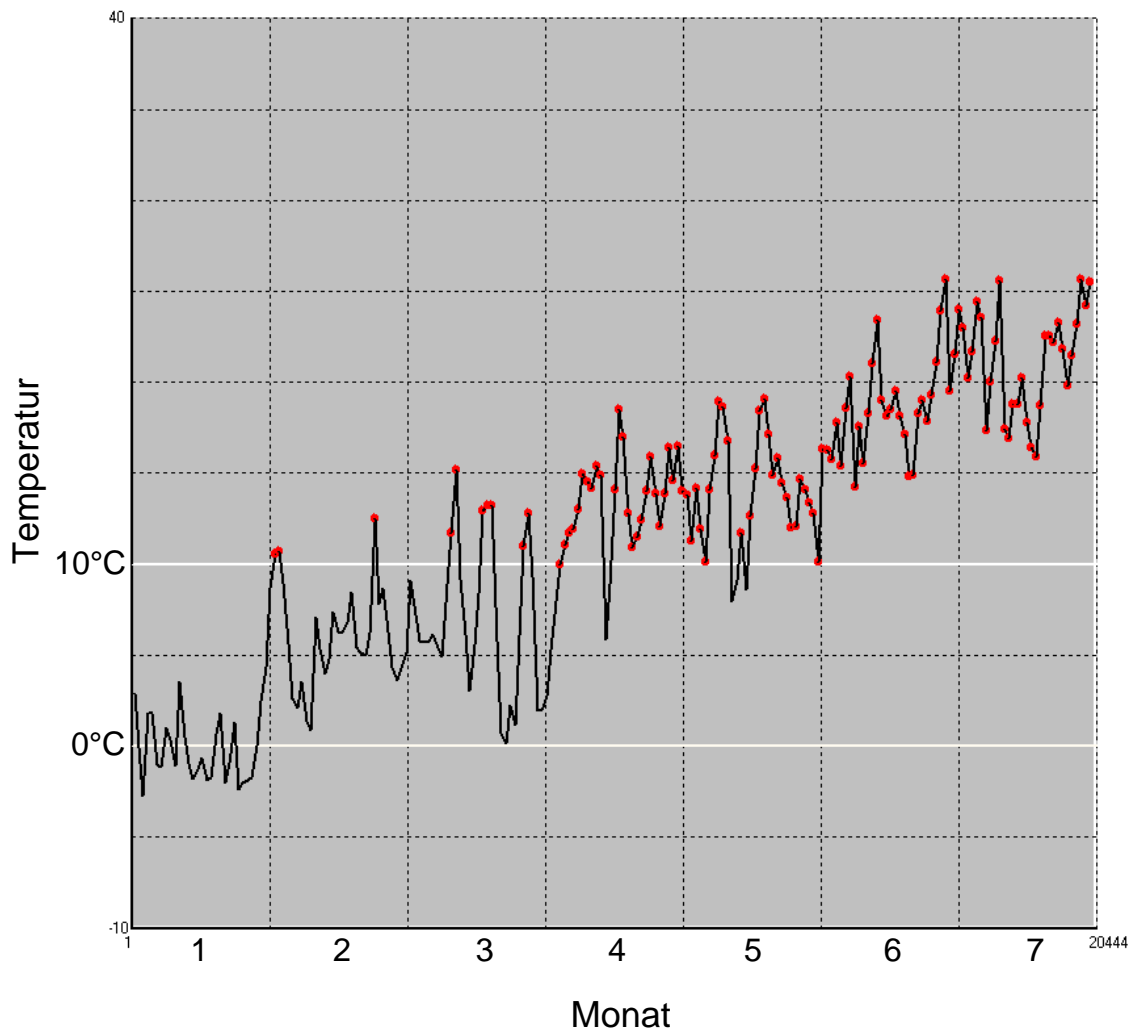


Abb. 9: Tageslufttemperatur und Gradtage (10° oder mehr), rot markiert, für Edelstal 2020.

doy(b) bedeutet „Day of Year (Budbreak)“, also der Tag des Jahres, an dem der Knospenaufbruch (BBCH-Stadium 7) bei der Rebe am Standort stattfindet. Die Autoren geben keine Begründung dafür, warum sie erst ab Knospenaufbruch zu zählen beginnen, aber es gibt insofern einen mathematischen Grund, als die Gompertz-Funktion, wenn man sie als Sättigungsfunktion verwendet, einen großen Nachteil hat: y nähert sich erst bei negativem x dem Nullwert. Daher kann die Zählung nicht mit Jahresanfang $\text{doy}(0)$ beginnen, eine Nullpunktverschiebung ist erforderlich, sodass nunmehr gilt, dass $t=0$ für $\text{doy}(b)$. $\text{doy}(0)$ wird damit negativ. Warum allerdings $\text{doy}(b)$ verwendet wird, eine Größe, die zwar bedeutend für

die Rebe ist, aber mit der Ascosporenreifung nichts zu tun hat, bleibt unerklärt. In Abb. 7 wäre $doy(b)$ Mitte April und bis dahin würden die Gradtage (10° oder mehr) gar nicht gezählt (im Alternativmodell ändern wir das; wir legen den Nullpunkt zunächst willkürlich für alle Standorte mit 15.04. fest, zählen aber die Gradtage [10° oder mehr] von Jahresbeginn an). Für das Modell Caffi et al. 2010 folgt jedenfalls, dass für $doy(b)$, $x=0$ (Gl. 2) und daraus wiederum folgt:

$$3. \quad y_{doy(b)} = \alpha e^{-\beta}$$

Konkret bedeutet das, dass laut Modell am Tag des Knospenaufbruchs stets 14% der Sporen für die Freisetzung bereit sind. Das ist natürlich unrealistisch und nach Moyer 2014 auch kein unbedeutender Fehler. Laut deren Untersuchungen sind im Staat New York manchmal zum $doy(b)$ bereits mehr als 50% der Ascosporen freigesetzt. Um das Ausmaß des Fehlers unter den hiesigen klimatischen Bedingungen abschätzen zu können, haben wir auch das Modell Moyer et al. 2014 für dieses Projekt adaptiert.

Indem wir den Anteil der gereiften Ascosporen y kennen, könnten wir unmittelbar zur Ascosporen-Freisetzungsrates weitergehen. Caffi et al. 2010 setzen allerdings noch einen Zwischenschritt. Sie behaupten zunächst, dass sich die tägliche Ascosporenreifung aus der Ableitung von y ergibt:

$$4. \quad y' = \beta \gamma e^{-\gamma x} y$$

Sie errechnen nun weiters die Anzahl z der reifen Ascosporen, die für die Freisetzung bereit sind, durch Summenbildung:

$$5. \quad z = \sum_{doy(b)}^t y'(t)$$

Diese Vorgehensweise erscheint uns schwer nachvollziehbar. Für stetige Funktionen sind Ableitung und Integral zueinander inverse Funktionen, für diskrete Differenzen- und Summenbildung. Man kann also die tägliche Ascosporenreifung auch errechnen, indem man die Differenz $y_{t+1}-y_t$ bildet. Summiert man diese Werte bis zu einem gewissen Tag, erhält man allerdings wieder y für diesen. Die Vorgehensweise ist also nicht sinnvoll und wird unserer Auffassung auch nicht sinnvoller, wenn man Ableitung (statt Differenz) mit Summenbildung

(statt Integral) kombiniert (im alternativen Modell lassen wir daher diesen Schritt [Gl. 5] aus). Dass Gl. 5 in diesem Fall ebenfalls mit $doy(b)$ beginnt, wird wieder nicht begründet. Es ist aber natürlich klar, dass zumindest die Infektion erst beginnen kann, wenn zugängliches Rebgewebe vorhanden ist.

Das Modell fährt fort, indem es die tägliche Ascosporen-Freisetzungsrate u nach Gl. 6 berechnet,

$$6. \quad u = 1 - \delta e^{-\varepsilon T_t^2 B_t}$$

falls die Tagesmitteltemperatur zwischen 4°C und 30°C liegt und zudem die Tagesniederschlagssumme zumindest 2mm erreicht. Abb. 10 zeigt, an welchen Tagen dies in Edelstal 2020 in den ersten sieben Monaten der Fall war. Sonst gilt $u=0$, d.h. es werden keine Sporen freigesetzt. T_t ist wieder die Temperatur am Tag t und B_t die Anzahl der Stunden mit Blattnässe größer null am Tag t . Die Werte für die Konstanten sind:

$$\delta = 0,969 \pm 0,024$$

$$\varepsilon = 0,0004 \pm 0,00003$$

Im Originalmodell ändert die Anzahl der freigesetzten Ascosporen (Summe über u) nichts am Ascosporenanteil y , der für die Freisetzung bereit ist. Unserer Auffassung nach stehen die freigesetzten Ascosporen dem Pool nicht mehr zur Verfügung und es muss daher im Alternativmodell eine entsprechende Rückwirkung zur Verminderung des Pools geben.

Der nächste Schritt ist die Berechnung der Ascosporen v auf Rebgewebe:

$$7. \quad v = uz$$

Im Alternativmodell existiert z nicht, weshalb dort statt Gl. 7 $v=uy$ gilt.

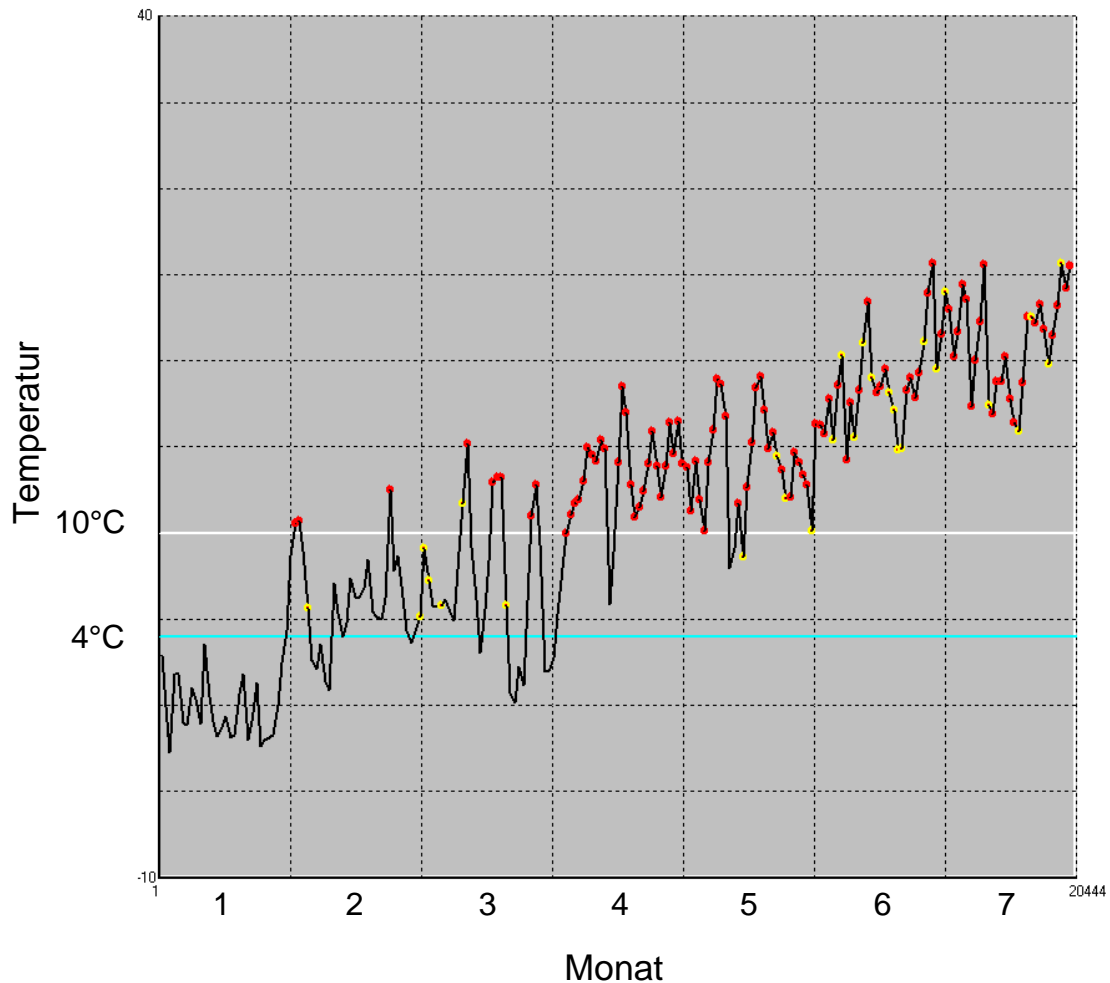


Abb. 10: Gelb hervorgehoben: Tage mit mittlerer Lufttemperatur größer 4°C und einer Niederschlagssumme von wenigstens 2 mm (Edelstal 2020).

Die folgenden Verlaufsschritte werden im Alternativmodell unverändert übernommen, sodass es hier ausreicht, bezüglich dieser auf die Literaturquelle zu verweisen (Caffi et al. 2010).

Von der von Temperatur und der relativen Luftfeuchte abhängigen Infektionsrate (Sporenkeimungsrate), sowie von v wird auf den Anteil der myzelbildenden („Kolonie formenden“) Ascosporen rückgeschlossen. Die keimenden Sporen bilden nun Apressorien und nach einer temperaturabhängigen „Latenzphase“ vegetative Sporen für die Sekundärinfektion. Bereits zum Zeitpunkt des Vorhandenseins von keimenden Sporen und der Apressorienbildung (oder jedenfalls kurz danach) ist es notwendig, eine Pflanzenschutzmittelbehandlung durchzuführen, sodass wir zu diesem Zeitpunkt die Umsetzung des Modells von Caffi et al. 2010 und auch die der Alternative abschließen und die Latenzzeit nicht mehr berechnen.

Wir können nunmehr (2022) die Modelle für unterschiedliche Modi der Primärinfektion vergleichen und an ausgewählten Standorten die Ergebnisse empirisch überprüfen. Leider ist

im Projekt eine behandlungsfreie Kontrolle nicht vorgesehen, sodass eine systematische, standortsspezifische Überprüfung der Modellaussagen nicht möglich ist.

Im Anhang werden nun die Modellaussagen ausgewählter Standorte für die Jahre 2020 und 2021 grafisch dargestellt. Aufgrund des Frühjahrs-Lockdowns 2020 muss doy(b) für dieses Jahr geschätzt werden, was aufgrund der nachfolgenden Daten einigermaßen gut möglich ist (näheres dazu bei der Phänologiebeschreibung). doy(b) wird folgendermaßen definiert: erster Tag jener Kalenderwoche, in der erstmals im Jahr zumindest 20% BBCH-Stadium 7 erreicht oder überschritten haben. Caffi et al. 2010 geben diesbezüglich keine genauere Definition.

Im Anhang wird dargestellt, welche Resultate die Modelle für 2020 und 2021 liefern (Abb. 11 für Edelstal, Abb. 12 für Mörbisch). Entscheidend sind die gelben Peaks, die die keimenden Ascosporen, die anschließend auf Rebgewebe Myzel bilden, repräsentieren sollen. Nach Caffi et al. 2010 beginnt die Primärinfektion in **Edelstal** Mitte Mai und setzt sich dann fort, mit einem besonders hohen Risiko um Mitte Juni. Das Alternativmodell sieht ebenfalls Mitte Mai den Beginn des Primärinfektionsrisikos, mit einem Maximum kurz darauf und dem völligen Abklingen der Primärinfektion Mitte Juni. Im Folgejahr sehen beide Modelle schon Anfang Mai ein Primärinfektionsrisiko, das den ganzen Monat über bestehen bleibt. Im Juni ist kein Risiko gegeben, dafür aber im Juli, in höherem Ausmaß als im Mai. Das Modell von Moyes liefert die Behauptung, dass in beiden Jahren zum Zeitpunkt des Knospenaufbruchs bereits etwa 40% der Ascosporen freigesetzt worden sind.

Nach Caffi et al. 2010 besteht in **Mörbisch** im Jahr 2020 ab Mitte Mai ein kontinuierliches Primärinfektionsrisiko, während es nach dem Alternativmodell bereits nach dem dritten Quartal des Mais wieder abklingt und bis Mitte Juni nicht mehr vorhanden ist. 2021 liefern beide Modelle wieder ein erhöhtes Risiko für Mai und Juli, nicht jedoch für Juni. Nach Moyes et al. 2014 sind hier zum Zeitpunkt des Knospenaufbruchs in beiden Jahren erst 25% der Ascosporen freigesetzt.

Literatur

Bleyer, K., Bleyer, G., Kast, W.K., Anwendung von OiDiag 3.0 im VitimeteoOidium, Deutscher Weinbau 68(10), 32-35, 2013.

Caffi, T., Rossi, V., Legler, S.E., Bugiani, R., A mechanistic model simulating ascosporic infections by *Erysiphe necator*, the powdery mildew fungus of grapevine, Plant Pathology 1-10, 2010.

Gubler, W.D., Thomas, C.S., Control of Grapevine Powdery Mildew Using the UC Davis Risk Assessment Model, SARDI Research Report Series 50, 133-134, 2000.

Kast, W.K., Development of ontogenetic resistance to powdery mildew in fruit of differently susceptible grapevines (cvs. Trollinger and Lemberger). Mitteilungen Klosterneuburg 49, 186-189, 1999.

Moyer, M.M., Gadoury, D.M., Wilcox, W.F., Seem, R.C., Release of *Erysiphe necator* Ascospores and Impact of Early Season Disease Pressure on *Vitis vinifera* fruit infectionm Am. J. Enol. Vitic. 65(3), 315-324, 2014.

Rossi, V., Caffi, T., Legler, S.E., Dynamics of Ascospore Maturation and Discharge in *Erysiphe necator*, the Causal Agent of Grape Powdery Mildew, Phytopathology 100(12), 1321-1329, 2010.

Anhang (Abb. 11 und Abb. 12)

Legende für die Modelle Caffi et al. 2010 und „Alternativ“:

Rote Linie: Proportion der Ascosporen, die bereit zur Freisetzung sind (0-1).

Weißer Linie: Ascosporen in Kleistothecien (0-1).

Blaue Linie: Ascosporen auf Rebgewebe (0-1).

Gelbe Linie: Keimende Ascosporen (Myzelbildend).

Aqua: Tag des Knospenaufbruchs im Modell Caffi et al. 2010; „Nullpunkt“ im Alternativmodell.

Legende für das Modell von Moyes et al. 2014

Gelbe Linie: Anteil Ascosporenfreisetzung (0-1; nicht wie fälschlich im Artikel behauptet 0-100)

Edelstal

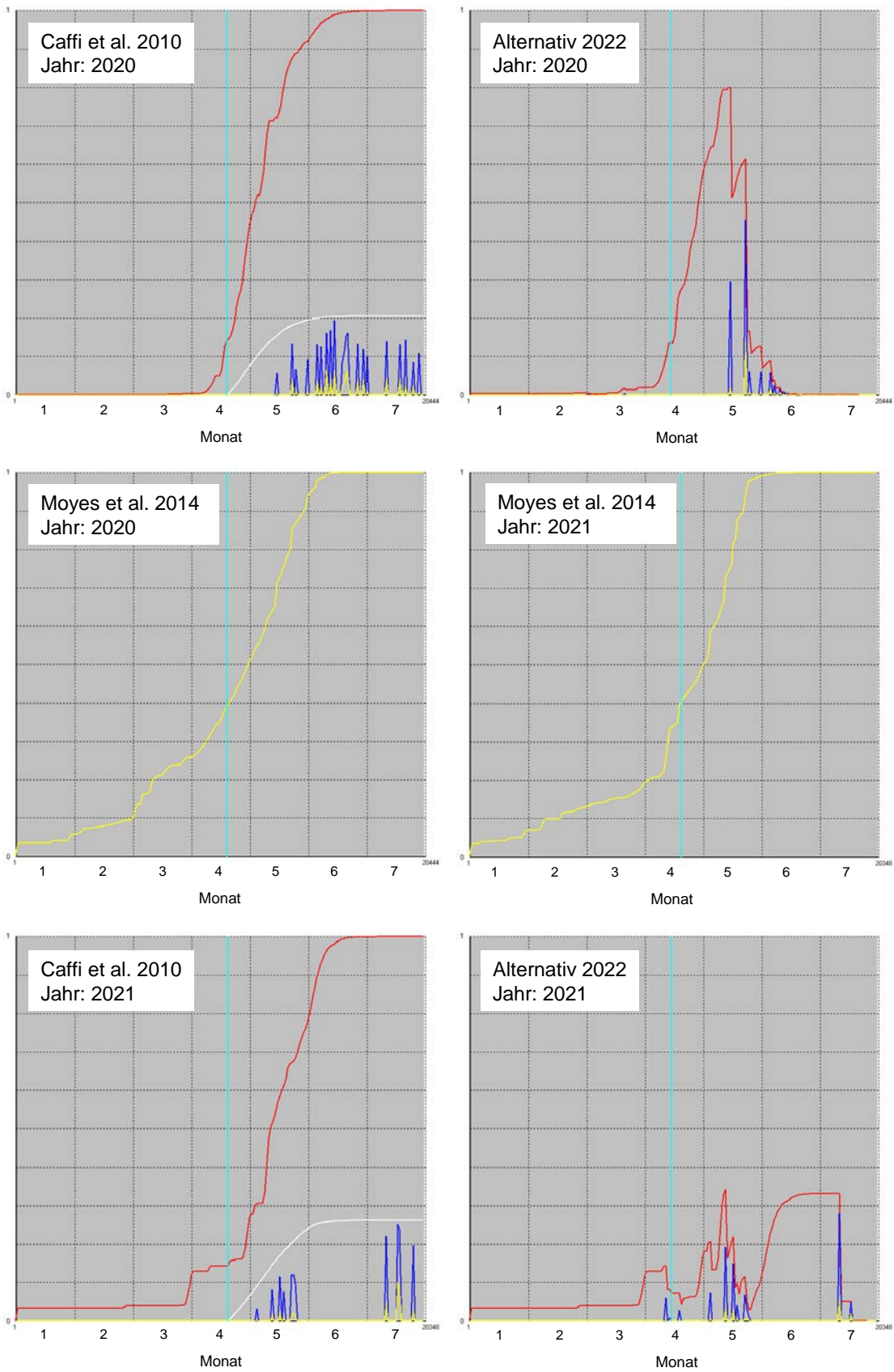


Abb. 11: Modellresultate Edelstal 2020 und 2021.

Mörbisch

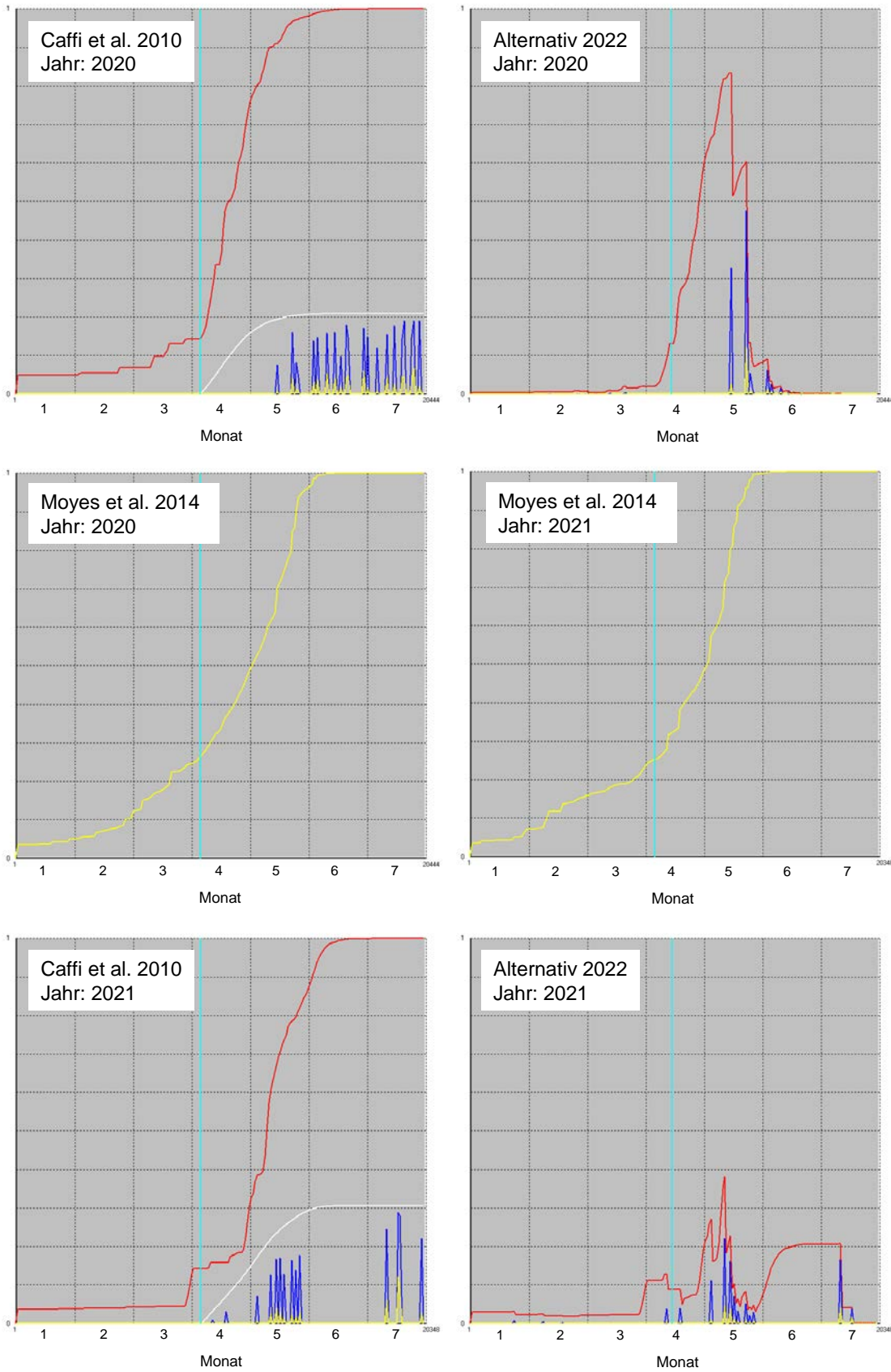


Abb. 12: Modellresultate Mörbisch 2020 und 2021.