

Evaluierung weinbaulicher Maßnahmen zur Reifeverzögerung bei der Rebsorte `Grüner Veltliner`

Martin Mehofer*, Karel Hanak, Bernhard Schmuckenschlager, Norbert Vitovec, Memish Braha, Thaci Cazim, Veronika Schober, Michael Scheider und Michael Winkler

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg

*Korrespondierender Autor: martin.mehofer@weinobst.at

Zusammenfassung

Zur Verzögerung der Reifeentwicklung der Rebsorte `Grüner Veltliner` wurden über zwei Vegetationsjahre die Methoden "Dreimalige Applikation eines Antitranspirants in der Periode nach der Blüte", "Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone zum Entwicklungsstadium Ende des Traubenschlusses (= BBCH 79)" und "Kurzhalten der Laubwand auf 70 cm Höhe" angewendet. Zur Evaluierung der Wirkung dieser Maßnahmen wurden ausgewählte generative und vegetative Parameter erhoben und analysiert und nach Mikrovinifikationen sensorische Weinbewertungen durchgeführt. Die dreimalige Applikation des Antitranspirants nach der Blüte bewirkte jahresabhängig eine im Vergleich zur Kontrolle signifikante Reduktion des Zuckergehalts im Most um 1,9 bzw. 1,2 °KMW und des Säuregehalts im Most um 0,8 bzw. 0,4 g/l. Die Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone zum Stadium BBCH 79 führte ebenfalls in beiden Jahren zu einer Mostgewichtsreduktion, und zwar um 1,2 bzw. 1,0 °KMW, ohne dabei den Säuregehalt zu beeinflussen. Im Jahr 2021 wurden durch das Kurzhalten der Laubwand auf 70 cm Höhe das Traubengewicht und damit auch der Ertrag gegenüber der Kontrollvariante verringert (-17 g pro Traube beziehungsweise -0,7 kg/Stock). Dabei wurde das Mostgewicht nur tendenziell reduziert (-0,4 °KMW) und der Säuregehalt nicht beeinflusst. Im Jahr 2022 waren die Effekte auf die Ertragsparameter hingegen nicht signifikant, wenngleich sich Tendenzen zu einer Verringerung des Ertrags (-0,65 kg/Stock) und des Traubengewichts (-33 g) zeigten. Weder im Jahr 2021 noch im Jahr 2022 wurden die Stickstoff-, Kalium- und Gesamtphenolgehalte im Most durch die Reifeverzögerungsmethoden beeinflusst. Die hochgerechneten Schnittholzgewichte lagen generell auf einem niedrigen Niveau, wobei sich zwischen den Varianten "Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone bei BBCH 79" mit 1600 kg/ha und "Laubwandhöhe = 70 cm" mit 1073 kg/ha signifikante Unterschiede zeigten. Die Werte der beiden anderen Varianten betragen 1308 kg/ha beziehungsweise 1313 kg/ha. Im Jahr 2021 wurde der Wein aus der Variante "Laubwandhöhe = 70 cm" sensorisch signifikant schlechter bewertet. Bei der Bewertung der Weine des Jahrgangs 2022 zeigten sich hingegen keine signifikanten sensorischen Unterschiede.

Schlagerwörter: Weinbau, Reifeverzögerung, `Grüner Veltliner`

Abstract

Evaluation of viticultural measures to delay ripening of the grape variety `Grüner Veltliner`. In order to delay the development of ripening with the grape variety `Grüner Veltliner` the methods "Three applications of an antiperspirant in the period after flowering", "Total defoliation above the grape zone at the end of the development stage bunch closure" and "Keeping the canopy short at a height of 70 cm" were applied over two growing seasons. In order to evaluate the effects of these measures, selected

generative and vegetative parameters were collected and analyzed, and sensory wine evaluations were performed after microvinification. Three applications of the antiperspirant after flowering resulted in a year-dependent reduction of the sugar content in the must by 1.9 and 1.2 °KMW and of the acid content in the must by 0.8 and 0.4 g/l, respectively. Total defoliation above the grape zone at development stage “Bunch closure” also led to a reduction of must weight in both years, by 1.2 and 1.0 °KMW, respectively, without affecting acidity. In 2021, keeping the canopy short at a height of 70 cm reduced cluster weight and thus also yield compared to the control variant (-17 g per cluster and -0,7 kg/vine). Thereby, must weight was only reduced by trend (-0.4 °KMW) and acidity was not affected. In 2022, however, the effects on the yield parameters were not significant, even though there were trends towards a reduction in yield (-0.65 kg/vine) and in cluster weight (-33 g). Neither in 2021 nor in 2022 the contents of nitrogen, potassium and total phenols in the musts were influenced by the methods of delaying ripening. Extrapolated pruning wood weights were generally at a low level with significant differences between the variants “Total defoliation above the grape zone at bunch closure” (1600 kg/ha) and “Canopy height = 70 cm” (1073 kg/ha). The values of the other two variants were 1308 kg/ha and 1313 kg/ha, respectively. In 2021, the wine of the variant “Canopy height = 70 cm” was evaluated sensorially significantly worse. However, in the evaluation of the wines of the 2022 vintage, there were no significant sensory differences.

Keywords: viticulture, delay of ripening, ‘Grüner Veltliner’

Einleitung

Höhere Temperaturen, insbesondere im Frühjahr, führen zu einer erheblich früheren Traubenreife, sodass regelmäßig Weine mit unerwünscht hohen Alkoholgehalten und geringen Säuregehalten entstehen (Caccavello et al., 2019 und Weinmann und Klodt, 2021). Außerdem bewirken die veränderten klimatischen Bedingungen eine suboptimale Farbe der Weine und führen zu atypischem Weingeschmack (Gatti et al., 2016). Somit verändert der Klimawandel den Weinbau und damit auch die Ziele im Weinbauversuchswesen. Während Reifebeschleunigung und Mostgewichtssteigerung in den Hintergrund rücken, treten die Gesunderhaltung der Trauben, die Reduktion von Trockenstress, die Optimierung der Wasser- und Nährstoffaufnahme der Reben und Methoden zur Reifeverzögerung in den Vordergrund (Becker, 2019). Eine Möglichkeit die Wasserverdunstung sowie die Assimilation der Reben zu vermindern, besteht in der Applikation von Antitranspirantien auf die Laubwand (Palliotti et al., 2010 und Heßdörfer, 2018). Die Verwendung von Antitranspirantien wird als praktikable und flexible Mög-

lichkeit beschrieben, um das Verhältnis von Zucker zu Anthocyan unter Bedingungen, in denen die Reife sehr rasch voranschreitet, zu regulieren (Gatti et al., 2016). Auch gezielte Eingriffe in die Laubwandstruktur wie beispielsweise die Reduktion der Laubwandhöhe können zur Reifeverzögerung eingesetzt werden (Mehofer et al., 2013, Thim, 2019 und Mehofer, 2021). Außerdem bietet die starke Entblätterung der Traubenzone eine Möglichkeit zur Verringerung der Assimilationsfläche und damit zur Verzögerung des Reifeverlaufs, wodurch allerdings auch Effekte auf die Traubenzinhaltsstoffbildung durch die stärkere Belichtung der Beeren verursacht werden können (Stoll und Schultz, 2010 und Mehofer et al., 2015). Eine weitere Maßnahme des Eingriffs in die Laubwandstruktur bietet die Entfernung der Blätter und Geiztriebe oberhalb der Traubenzone bis kurz vor die Triebspitze zum Entwicklungsstadium BBCH 75 (Heßdörfer, 2019).

Um die Reifeentwicklung der Rebsorte ‘Grüner Veltliner’ zu verzögern wurden im Rahmen dieser Arbeit über zwei Vegetationsjahre folgende Methoden zur Reifeverzögerung angewendet: “Dreimalige Applikation eines Antitranspirants in der

Periode nach der Blüte“, “Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone zum Entwicklungsstadium Ende des Traubenschlusses“ und “Kurzhalten der Laubwand auf 70 cm Höhe“. Zur Evaluierung der Wirkung dieser Maßnahmen wurden ausgewählte generative und vegetative Parameter erhoben und analysiert und nach Weinausbauten im Kleinmaßstab (Mikrovinifikationen) sensorische Weinbewertungen durchgeführt.

Material und Methoden

Rebanlage, Bodenart, Lage und klimatische Bedingungen

Der in Tab. 1 beschriebene Versuchsweingarten befindet sich in der Katastralgemeinde Klosterneuburg in der Ried Rothäcker in einer steilen Hanglage (Steigung 36 – 39 %) mit Ausrichtung nach Südosten. Die Bodenart ist eine carbonathaltige Braunerde auf Flyschmergel. Zwischen der Humusschicht (A-Horizont) und dem Ausgangsmaterial Flyschmergel (C-Horizont) liegt ein brauner Verwitterungshorizont (B-Horizont). Flyschmergel ist ein marines Sedimentgestein aus Kalk und Ton. Die Bodenschwere ist mittel.

In Tab. 2 sind die Niederschlagsmengen am Versuchsstandort im Versuchszeitraum angeführt. Dabei sind Unterschiede zwischen den beiden Jahren sowohl bei den Jahresgesamtniederschlagsmengen als auch bei den Niederschlagsmengen während der jeweiligen Vegetationsperioden (April bis September) zu erkennen. In beiden Jahren waren die Niederschlagsmengen sehr gering und haben die Sollmenge von 500 l/m²/Jahr für Weingärten mit Gründüngung nicht erreicht.

Der in Tab. 2 angeführte Huglin-Index des jeweiligen Versuchsjahrs sollte laut Pretenthaler und Formayer (2013) für eine entsprechende Reife der Rebsorte ‘Grüner Veltliner’ mindestens 1700 betragen, wobei der Idealbereich zwischen 1700 und 1800 liegt. In Tab. 2 ist erkennbar, dass der Mindestwert mit 1915 (2021) und 2105 (2022) in

beiden Jahren erreicht beziehungsweise deutlich überschritten wurde.

Getestete Methoden zur Reifeverzögerung

- Variante 1 [Kontrolle, Abb. 1 und Abb. 5]: praxisübliche Laubarbeit.
- Variante 2 [Antitranspirant, Abb. 2 und Abb. 6]: Applikation des Antitranspirants Vapor Gard® zu den Entwicklungsstadien BBCH 73 (Beeren sind schrottkorngroß, Trauben beginnen sich abzusenken), BBCH 79 (Ende des Traubenschlusses) und BBCH 83 (Fortschreiten der Beerenaufhellung und Beerенverfärbung) im Jahr 2021 beziehungsweise BBCH 81 (Reifebeginn) im Jahr 2022 vollflächig auf beide Seiten der Laubwand. Die Applikation des Produktes Vapor Gard® erfolgte zu den genannten Entwicklungsstadien immer in den Morgenstunden (zwischen 6:15 Uhr und 8:30 Uhr) in einer Konzentration von 2 % mittels rückentragbarem Motorsprüngerät der Firma Stihl (Typ SR 340, Baujahr 2004). Die Brühenaufwandmenge betrug 200 ml pro Stock oder hochgerechnet 660 l pro Hektar. Vapor Gard® ist ein terpenhaltiges Polymer mit dem Wirkstoff Pinolene® (= mehrfach polymerisiertes Pinienöl). Bei dem Produkt der Firma Miller Chemical aus den USA handelt es sich um ein Konzentrat, welches mit Wasser emulgierbar ist. Als aktiver Inhaltsstoff wird vom Hersteller Di-1-p-Menthen mit einem Anteil von 96 % genannt. Das mehrfach polymerisierte Pinienöl ist eine natürliche Substanz. Diese sollte zusammen mit der Kutikula nach der Applikation einen dünnen, elastischen und wasserunlöslichen Film auf der Pflanzenoberfläche bilden. Dadurch sollte die Verdunstung von Wasser über die Reben verlangsamt beziehungsweise reduziert werden.

- Variante 3 [Entblätterung, Abb. 3 und Abb. 7]: Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone zwischen dem 2. und 3. Heftdrahtpaar zum Beginn des Entwicklungsstadiums BBCH 79 (Ende des Traubenschlusses). Durch die Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone sollte die fotosynthetisch aktive Blattfläche verkleinert und somit auch die Zuckereinlagerung in die Trauben, sowie die Transpiration verringert werden. Gleichzeitig verblieben die älteren Blätter in der Traubenzone zu einem großen Teil am Stock und sorgten somit für eine gewisse Beschattung der Trauben.
 - Variante 4 [LH = 70 cm, Abb. 4 und Abb. 8]: Laubwandhöhe = 70 cm (= bis zum 2. Heftdrahtpaar). Die Triebe der Reben dieser Variante wurden im Laufe der Vegetationsperiode mehrmals mittels Rebschere eingekürzt. Dadurch sollte ebenfalls die fotosynthetisch aktive Blattfläche verkleinert und somit die Zuckereinlagerung in die Trauben verringert werden.
- Die vier Versuchsvarianten wurden in vier Wiederholungen je Variante mit 5 Stock pro Wiederholung (n = 80) randomisiert angelegt.

Tab. 1: Rebanlage am Versuchsgut Agneshof.

Standort	Quartier Rothäcker III
Rebsorte / Unterlage	‘Grüner Veltliner’ / ‘SO4’
Pflanzjahr	2008
Pflanzweite	3,00 m x 1,00 m
Erziehungssystem	Mittelhohe Spaliererziehung (Stammhöhe = 75 cm) mit einem Korondrahtpaar und drei Heftdrahtpaaren
Schnittart	2 Strecker á 6 Augen und 2 Zapfen á 2 Augen
Schnittstärke	5 Augen pro m ²

Tab. 2: Jahresniederschlagsmengen, Niederschlagsmengen in den Monaten April bis September und Huglin-Index der Jahre 2021 und 2022 am Versuchsstandort.

Jahr	Jahresniederschlagsmengen (l/m²)	Niederschlagsmengen in den Monaten April bis September (l/m²)	Huglin-Index
2021	453	314	1915
2022	386	287	2105



Abb.1: Variante 1 am 11.08.2022.



Abb. 2: Variante 2 am 11.08.2022.



Abb. 3: Variante 3 am 11.08.2022.



Abb. 4: Variante 4 am 11.08.2022.



Abb. 5: Traube der Variante 1, 11.08.2022.



Abb. 6: Traube der Variante 2, 11.08.2022.



Abb. 7: Traube der Variante 3, 11.08.2022.



Abb. 8: Traube der Variante 4, 11.08.2022.

Bodenbearbeitung, Bewässerung und Pflanzenschutz

Die Bodenbewirtschaftung in den Fahrgassen erfolgte mittels Rotationsbegrünung bestehend aus Sommerwicke (25 kg/ha), Buchweizen (20 kg/ha) und Phacelia (3 kg/ha). Diese wurde jedes Jahr im Frühjahr abwechselnd in jeder zweiten Fahrgasse neu angelegt. Der Unterstockbereich wurde mittels einer Kombination aus Herbizideinsatz und Mähen beziehungsweise Abschlagen des Bewuchses mittels Fadenrotor bearbeitet. Im Jahr 2022 wurden die Reben mittels Tropfbewässerung am 14., 20. und 27. Juli und am 10. August bewässert. Dazu wurden pro Termin 33 Liter pro Rebstock, also in Summe 132 Liter pro Pflanze ausgebracht. Damit die Blätter beziehungsweise die Laubmasse gesund und leistungsfähig blieben und um hochwertiges und gesundes Traubenmaterial zu erhalten, wurde die Laubwand zusätzlich zu den versuchsbedingten Laubarbeiten fachgerecht bearbeitet (Jäten, Entgeizen, Einstricken, Teilentblättern, Triebeinkürzen) und in Abhängigkeit vom Vegetationsjahr wurden sechs beziehungsweise sieben Applikationen mit biotechnischen und chemischen Pflanzenschutzmitteln gemäß den Richtlinien der Integrierten Produktion durchgeführt.

Erntetermine und Bestimmung der Ertrags- und Reifeparameter sowie des Stickstoff-, Kalium- und Magnesiumgehalts im Most

Die Traubenernte erfolgte am 30.09.2021 und 28.09.2022. Die Bestimmungen von Ertrag, Traubengewicht, 100-Beerengewicht, Mostgewicht, Gehalt an titrierbarer Säure, pH-Wert und Stickstoff-, Kalium- und Gesamtphenolgehalt im Most erfolgten jährlich laut Versuchsplan in Form von gepoolten Proben aus allen Stöcken pro Wiederholung. Zur Bestimmung der Reifeparameter wurden unmittelbar vor der Lese Beerenproben entnommen. Der Probenumfang betrug zirka 250 Beeren pro Wiederholung. Die Beeren wurden gleichmäßig verteilt von beiden Seiten der Laubwand, von der Vorder- und Rückseite der Trauben und jeweils vom oberen, mittleren und

unteren Drittel der einzelnen Trauben entnommen. Das Gewicht von 100 Beeren wurde mit Hilfe der Präzisionswaage Modell Kern 440-49N (Swiss Waagen DC GmbH, Bertschikon, Schweiz) bestimmt. Die Entsaftung der entnommenen Beeren erfolgte mittels Saftzentrifuge Santos Anneé 90 (SANTOS SAS, Vaulx-en-Velin, Frankreich) und die Filtration mit Hilfe von Faltenfiltern 3 hw (Sartorius, Göttingen, Deutschland). Der Zuckergehalt wurde mittels Handrefraktometer, der Säuregehalt durch Titration mit 2/15 normaler Blaulauge bis zum Umschlagpunkt (pH = 7) und der pH-Wert mittels elektronischem pH-Messgerät (Mettler-Toledo GmbH, Gießen, Deutschland) ermittelt. Die Ertragsbestimmung erfolgte unmittelbar nach der Ernte in der Projektanlage mittels Waage Typ Wedo – Paket 50 (Werner Dorsch GmbH, Münster/Dieburg, Deutschland) entsprechend dem Versuchsplan für jede Wiederholung. Der durchschnittliche Einzelstockertrag wurde im Anschluss daran rechnerisch ermittelt, indem der erhobene Ertrag durch die entsprechende Stockanzahl dividiert wurde. Während der Ernte wurde die Anzahl der Trauben ermittelt. Das durchschnittliche Traubengewicht wurde rechnerisch mit Hilfe der erhobenen Ertragsdaten und der ermittelten Traubenanzahl bestimmt. Der Stickstoffgehalt im Most wurde fotometrisch bestimmt. Die freien α -Aminogruppen bildeten mit dem Reagenz o-Phtalaldehyd/N-Acetyl-Cystein (OPA/NAC) einen blauen Farbstoff, dessen Intensität im Fotometer Konelab 20 (Thermo Fisher Scientific Oy Clinical Diagnostics, Vantaa, Finnland) bei 340 nm gemessen wurde. Der Kaliumgehalt wurde mittels Atomabsorptionsspektrometer (AAS) Thermo iCE 3000 (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, USA) bestimmt. Dazu wurden die verdünnten Mostproben mit dem Probengeber in die Zerstäuberkammer des AAS gesaugt. Das dort gebildete feine Aerosol wurde in einer Luft/Acetylflamme atomisiert. Die Extinktion der K-Linie wurde bei 769,9 Nanometer und bei einer Brennereinstellung von 90 Grad gemessen. Der Gehalt an Gesamtphenolen (als Kaffeesäureäquivalent) wurde nach einer Vorreinigung auf C18-Kartuschen mittels Folin-Ciocalteu-Reagenz, welche durch Reaktion mit Wolframatophosphorsäure und Molybdatophosphorsäure

phenolische Substanzen reduziert, am Fotometer bei einer Wellenlänge von 765 nm bestimmt.

Bestimmung des Schnittholzgewichts

Das Schnittholzgewicht wurde nach dem Rebschnitt entsprechend dem Versuchsplan mit einer transportfähigen mechanischen Zugwaage (Spiral Reih & Co. KG, Wien, Österreich) abgewogen. Dabei wurde das ein- und zweijährige Holz, also der ein- und zweijährige Zuwachs, der im Zuge des Ertragsschnitts entfernt wurde, berücksichtigt. Das Schnittholz verblieb in der Anlage und wurde mittels Schlegelmulcher gehäckselt.

Weinausbau und Weinbewertung

Pro Versuchsvariante und Jahr wurde je ein Wein im Kleinmaßstab hergestellt. Dazu wurden in beiden Jahren alle Trauben jeder Versuchsvariante verwendet. Die geernteten Trauben wurden mittels Rebler abgebeert, mittels Hydropresse entsaftet und nach der Mostvorklärung mittels Enzym Novoclar Speed (2 g/hl; Novozymes, Bagsvaerd, Dänemark) und Zusatz der Reinzuchthefer Oenoferm Freddo (Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) unter kontrollierten Temperaturbedingungen in Glasballons vergoren. Danach wurden die Weine zentrifugiert und geschwefelt. Die Vorfiltration erfolgte mittels Filterschichten Seitz K 150 (Pall Seitz-Schenk Filtersystems GmbH, Bad Kreuznach, Deutschland). Unmittelbar vor der Abfüllung wurde der Schwefelgehalt auf 45 mg/l freies SO₂ eingestellt und mittels 3M Filtermodul Z08PA 80MH 05 (Cuno/3M) (3M Österreich GmbH, Wien, Österreich) eine Entkeimungsfiltration durchgeführt. Die Weine wurden in verdeckten Verkostungen viermal in unterschiedlicher Reihenfolge vorgelegt und von mindestens sechs geschulten Verkostern mit Hilfe einer unstrukturierten Skala bewertet und die Verkostungsergebnisse statistisch verrechnet.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten und die grafische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe des Programms SPSS (Version 26.0; IBM, Wien, Österreich). Die Daten wurden mittels Varianzanalyse in Verbindung mit dem F-Test aufbereitet. Danach wurden die Mittelwerte mittels Grenzdifferenz nach Tukey beurteilt ($P < 0,05$). Folgende Signifikanzgrenzen wurden verwendet: $P \leq 0,001$ = "sicher" = ***; $P \leq 0,01$ = "hoch signifikant" = **; $P \leq 0,05$ = "signifikant" = *; $P > 0,05$ = "nicht signifikant" = n.s. Varianzhomogenität und Normalverteilung wurden überprüft.

Ergebnisse und Diskussion

Ertrags- und Reifeparameter

Wie aus Tab. 3 hervorgeht, beeinflussten die Reifesteuerungsmethoden die Reife- und Ertragsparameter im Jahr 2021 deutlich. Die dreimalige Applikation des Antitranspirants nach der Blüte bewirkte im Vergleich zur Kontrollvariante eine statistisch signifikante Reduktion des Zucker- und Säuregehalts im Most (-1,9 °KMW und -0,8 g/l Säure). Die Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone zum Stadium BBCH 79 (= Ende des Traubenschlusses) führte ebenfalls zu einer signifikanten Mostgewichtsreduktion im Vergleich zur Kontrolle (-1,2 °KMW), allerdings ohne dabei den Säuregehalt zu beeinflussen. In der Variante mit eingekürzter Laubwand (h = 70 cm) waren das Traubengewicht und damit auch der Ertrag gegenüber der Kontrollvariante signifikant verringert (-17 g beziehungsweise -0,7 kg/Stock), während das Mostgewicht nur tendenziell reduziert wurde (-0,4 °KMW) und kein Einfluss auf den Säuregehalt feststellbar war.

Im Jahr 2022 waren die Einflüsse der Reifesteuerungsmethoden auf die Ertrags- und Reifeparameter im Vergleich zu 2021 geringer (Tab. 4). Die dreimalige Applikation des Antitranspirants nach der Blüte bewirkte im Vergleich zur Kontrollvariante

wieder eine statistisch signifikante Mostgewichtsreduktion (-1,2 °KMW) aber nur eine leichte Reduktion des Säuregehalts im Most (-0,4 g/l). Der Einfluss der Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone zum Stadium BBCH 79 (Ende des Traubenschlusses) auf das Mostgewicht war mit -1,0 °KMW ähnlich wie im Jahr 2021, ohne dabei

den Säuregehalt zu beeinflussen. Die durch das Kurzhalten der Laubwand bewirkten Effekte waren im Jahr 2022 nicht signifikant, auch wenn sich wieder Tendenzen zu einer Verringerung des Ertrags (-0,65 kg/Stock) und des Traubengewichts (-33 g) zeigten.

Tab. 3: Mittelwerte von Ertrag (kg/Stock), Traubengewicht (g), 100-Beerengewicht (g), Mostgewicht (°KMW), Säuregehalt (g/l) und pH-Wert im Most von 'Grüner Veltliner' in Abhängigkeit von der Versuchsvariante am 30.09.2021.

	Ertrag (kg/Stock)	Trauben- gewicht (g)	100-Beeren- gewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Säuregehalt (g/l)	pH- Wert
Kontrolle	4,65 ab	195 ab	159	19,4 b	6,1 b	3,3
Antitranspirant	5,08 ab	212 ab	151	17,5 a	5,3 a	3,3
Entblätterung	5,75 b	234 b	152	18,2 ab	6,0 b	3,3
LH = 70 cm	3,95 a	178 a	135	19,0 ab	6,0 b	3,2
Signifikanz	**	*	n.s.	**	**	n.s.

Tab. 4: Mittelwerte von Ertrag (kg/Stock), Traubengewicht (g), 100-Beerengewicht (g), Mostgewicht (°KMW), Säuregehalt (g/l) und pH-Wert im Most von 'Grüner Veltliner' in Abhängigkeit von der Versuchsvariante am 28.09.2022.

	Ertrag (kg/Stock)	Trauben- gewicht (g)	100-Beeren- gewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Säuregehalt (g/l)	pH- Wert
Kontrolle	4,11	222	221 b	17,9 b	4,4	3,4
Antitranspirant	3,79	213	225 b	16,7 a	4,0	3,4
Entblätterung	4,21	207	199 a	16,9 a	4,3	3,4
LH = 70 cm	3,46	189	208 ab	18,1 b	4,2	3,5
Signifikanz	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.

Auch Silvestroni et al. (2020) verwendeten das Produkt Vapor Gard® und applizierten dieses in zwei Vegetationsperioden in Form einer 2 %-igen Lösung zum Stadium Reifebeginn bei der Rebsorte 'Sangiovese' auf die Blätter oberhalb der Traubenzone. Diese Behandlungen hemmten die Blattfotosyntheserate für zirka 30 Tage und schränkten damit die Zuckerakkumulierung in den Beeren ein. Im Gegensatz zu unseren Untersuchungen wurde dabei der Säuregehalt in den Beeren aber nicht gleichzeitig verringert. Auch das Beerengewicht

wurde bei Silvestroni et al. (2020) nicht beeinflusst. Gatti et al. (2016) stellten durch die Applikation des Antitranspirants Vapor Gard® bei der Rebsorte 'Barbera' in einer Konzentration von 2 % unmittelbar vor der Blüte, unmittelbar vor Reifebeginn oder an beiden Terminen in Übereinstimmung mit der hier vorgestellten Studie keine Einflüsse auf das Beerenwachstum fest. Das Mostgewicht von 'Barbera' wurde Gatti et al. (2016) zufolge durch die Applikation des Antitranspirants unmittelbar vor Reifebeginn beziehungsweise an

beiden Terminen zugleich um 2,1 °KMW beziehungsweise 3,3 °KMW verringert, während die Applikation unmittelbar vor der Blüte nur sehr geringe Effekte auf das Mostgewicht zeigte. Palliotti et al. (2010) stellten fest, dass durch die zweimalige Applikation des Antitranspirants auf die gesamte Laubfläche der Rebsorten 'Sangiovese' und 'Ciliegiolo' vor der Blüte der Ertrag, das Beerengewicht und die Traubendichte reduziert wurden. Außerdem waren zur Lese das Mostgewicht und der Anthocyaningehalt erhöht. Heßdörfer (2018) applizierte das Antitranspirant Vapor Gard® auf die gesamte Laubfläche der Rebsorte 'Silvaner' im zweiwöchigen Rhythmus nach der Reblüte als zwei-prozentige Emulsion mit einem Wasseraufwand von 600 l/ha. Dabei beobachtete er eine Mostgewichtsreduktion von 1,4 °KMW ohne Auswirkungen auf den Gesamtsäuregehalt und den pH-Wert im Most.

Hinsichtlich Entblätterung zeigte sich Petgen (2007) zu Folge ebenfalls eine leichte Reduktion des Mostgewichts, und zwar um 0,3 bis 0,4 °KMW durch Teilentblätterung zum Entwicklungsstadium BBCH 75 bei der Rebsorte 'Riesling'. Durch die Teilentblätterung zum Entwicklungsstadium BBCH 81 konnte laut Petgen (2011) das Mostgewicht von 'Riesling' um etwa 0,6 °KMW verringert werden. Analog zu unseren Ergebnissen beobachtete Heßdörfer (2019) durch die starke Entblätterung oberhalb der Traubenzone eine deutliche Reduktion des Mostgewichts, ohne dadurch den Gesamtsäuregehalt und den pH-Wert im Most zu beeinflussen. Auch Schiefer und Thiem (2019) stellten durch starke Entblätterungsmaßnahmen deutliche Reduktionen der Mostgewichte der Rebsorten 'Riesling', 'Kerner', 'Weißburgunder' und 'Schwarzriesling' fest. Mehofer et al. (2015) beobachteten bei 'Riesling' durch die Entfernung der untersten sechs Blätter und Geiztriebe zum Entwicklungsstadium BBCH 83 (Beerenverfärbung) eine signifikante Reduktion des Mostgewichts jahresabhängig um 0,8 bis 1 °KMW beziehungsweise um 0,4 bis 0,7 °KMW.

Hinsichtlich Laubwandeinkürzung zeigte sich laut Weinmann und Klodt (2021) bei den Rebsorten 'Weißburgunder' und 'Spätburgunder' über Jahre hinweg ein Trend in Richtung verringerter Zuckergehalte in den Beeren bei kürzerer Laubwand. Demnach lagen die Mittelwerte bei 130 cm Laubwandhöhe bei 17,2 °KMW ('Weißburgunder') beziehungsweise 18,6 °KMW ('Spätburgunder'), bei 80 cm Laubwandhöhe bei 16,8 °KMW ('Weißburgunder') beziehungsweise 18,4 °KMW ('Spätburgunder') und bei 50 cm Laubwandhöhe bei 16 °KMW ('Weißburgunder') beziehungsweise 18 °KMW ('Spätburgunder'). Dabei konnte bei beiden Rebsorten kein Einfluss der Laubwandhöhe auf den Gesamtsäuregehalt im Most ermittelt werden. Somit waren die Reben hinsichtlich Mostgewichtsreduktion fähig, den Rückschnitt auf 80 cm noch zu einem guten Teil auszugleichen, während das bei 50 cm Laubwandhöhe nicht mehr möglich war. Caccavello et al. (2019) kürzten die Laubwand während zweier Vegetationsperioden bei der spätreifen Rebsorte 'Aglianico' zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten, und zwar zu Beerereifebeginn und zwei und vier Wochen danach ein. Dabei zeigte sich, dass der Zuckergehalt in den Beeren durch den spätesten Einkürzungszeitpunkt am stärksten verringert wurde. Auf den pH-Wert und den Weinsäuregehalt des Beerensaftes zeigten sich, Caccavello et al. (2019) zufolge, in diesen zweijährigen Untersuchungen hingegen keine Effekte. Laut Petgen (2011) wurde durch das Kurzhalten der Laubwand auf eine Höhe von 80 cm das Mostgewicht von 'Riesling' um zirka 0,6 °KMW verringert. Mehofer et al. (2013) beobachteten in Abhängigkeit vom Vegetationsjahr bei 'Grüner Veltliner' durch das Kurzhalten der Laubwand auf 68 cm Höhe eine Reduktion des Mostgewichts um bis zu 1,2 °KMW gegenüber einer Laubwandhöhe von 148 cm und bei 'Zweigelt' durch das Kurzhalten der Laubwand auf 60 cm Höhe eine Mostgewichtsreduktion jahresabhängig um bis zu 1,5 °KMW gegenüber einer Laubwandhöhe von 130 cm. Dabei war bei beiden Rebsorten der Säuregehalt bei den niedrigen Laubwänden jahresabhängig signifikant erhöht. Auch bei den Rebsorten 'Riesling', 'Kerner', 'Weißburgunder' und 'Schwarzriesling' bewirkte laut Schiefer und

Thiem (2019) das Kurzhalten der Laubwand eine deutliche Reduktion des Mostgewichts.

Stickstoff-, Kalium- und Gesamtphenolgehalt im Most

In den Tabellen 5 und 6 ist erkennbar, dass durch die unterschiedlichen Reifeverzögerungsmaßnahmen die Stickstoff-, Kalium und Gesamtphenolgehalte im Most weder im Jahr 2021 noch im Jahr 2022 beeinflusst wurden. Zwischen den beiden Jahren zeigten sich hingegen bei allen genannten Parametern deutliche Unterschiede. Analog dazu konnten Weinmann und Klodt (2021) in Untersuchungen bei den Rebsorten 'Weißburgunder' und 'Spätburgunder' mit Laubwandhöhen von 130 cm, 80 cm und 50 cm keine Unterschiede im Gehalt an hefeverfügbarem Stickstoff im Most zwischen den unterschiedlichen Laubwandhöhen ermitteln.

Eine Verringerung des Gehalts an hefeverwertbarem Stickstoff im Most von 'Riesling' beobachtete hingegen Petgen (2011) durch die späte beidseitige Entblätterung zum Entwicklungsstadium BBCH 81 und laut Heßdörfer (2019) führte die starke Entblätterung oberhalb der Traubenzone dazu, dass weniger Aminosäuren in die Beeren eingelagert wurden. Mehofer et al. (2015) konnten durch die Entfernung der untersten sechs Blätter und Geiztriebe bei 'Riesling' zum Entwicklungsstadium BBCH 83 (Beerenverfärbung) keinen Einfluss auf den Stickstoffgehalt im Most feststellen. Heßdörfer (2018) stellte in seiner bereits oben dargestellten Studie fest, dass durch die Anwendung des Antitranspirants Vapor Gard® weniger Aminosäuren in die Beeren eingelagert wurden. In der ebenso bereits oben erwähnten Studie von Silvestroni et al. (2020) verringerte der Einsatz von Vapor Gard® zum Stadium Reifebeginn bei der Rebsorte 'Sangiovese' den Gehalt an phenolischen Substanzen im Most jahresabhängig um 8 % beziehungsweise 11 %.

Tab. 5: NOPA-Gehaltsmittelwerte (mg/l) und Mittelwerte der Gehalte an Ammonium (mg/l), Gesamtstickstoff (mg/l), Kalium (mg/l) und Gesamtphenolen (g/l) im Most der Rebsorte 'Grüner Veltliner' in Abhängigkeit von der Versuchsvariante am 30.09.2021.

	NOPA (mg/l)	Ammonium (mg/l)	Gesamtstickstoff (mg/l)	Kalium (mg/l)	Gesamtphenole (g/l)
Kontrolle	145	93	238	1328	0,075
Antitranspirant	148	96	244	1200	0,070
Entblätterung	156	110	266	1313	0,075
LH = 70 cm	142	101	243	1301	0,060
Signifikanz	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tab. 6: NOPA-Gehaltsmittelwerte (mg/l) und Mittelwerte der Gehalte an Ammonium (mg/l), Gesamtstickstoff (mg/l), Kalium (mg/l) und Gesamtphenolen (g/l) im Most der Rebsorte 'Grüner Veltliner' in Abhängigkeit von der Versuchsvariante am 28.09.2022.

	NOPA (mg/l)	Ammonium (mg/l)	Gesamtstickstoff (mg/l)	Kalium (mg/l)	Gesamtphenole (g/l)
Kontrolle	100	70	170	1172	0,043
Antitranspirant	110	82	192	1122	0,043
Entblätterung	110	82	192	1122	0,043
LH = 70 cm	115	74	188	1234	0,048
Signifikanz	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Schnittholzgewicht

In Abb. 9 ist erkennbar, dass die Schnittholzgewichte von `Grüner Veltliner` mit Werten zwischen 1073 und 1600 kg/ha generell auf einem niedrigen Niveau lagen. Signifikante Unterschiede zeigten sich zwischen den Varianten "Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone bei BBCH 79" und "Laubwandhöhe = 70 cm". Bei ersterer wurde das Schnittholzgewicht positiv beeinflusst

und betrug 1600 kg/ha und bei letzterer wurde es negativ beeinflusst und betrug 1073 kg/ha. Die Werte der beiden anderen Varianten lagen mit 1308 beziehungsweise 1313 kg/ha dazwischen. Mehofer et al. (2013) ermittelten bei den Rebsorten `Grüner Veltliner` und `Zweigelt` ebenfalls signifikante Verringerungen der Schnittholzgewichte durch die Reduktion der Laubwandhöhen.

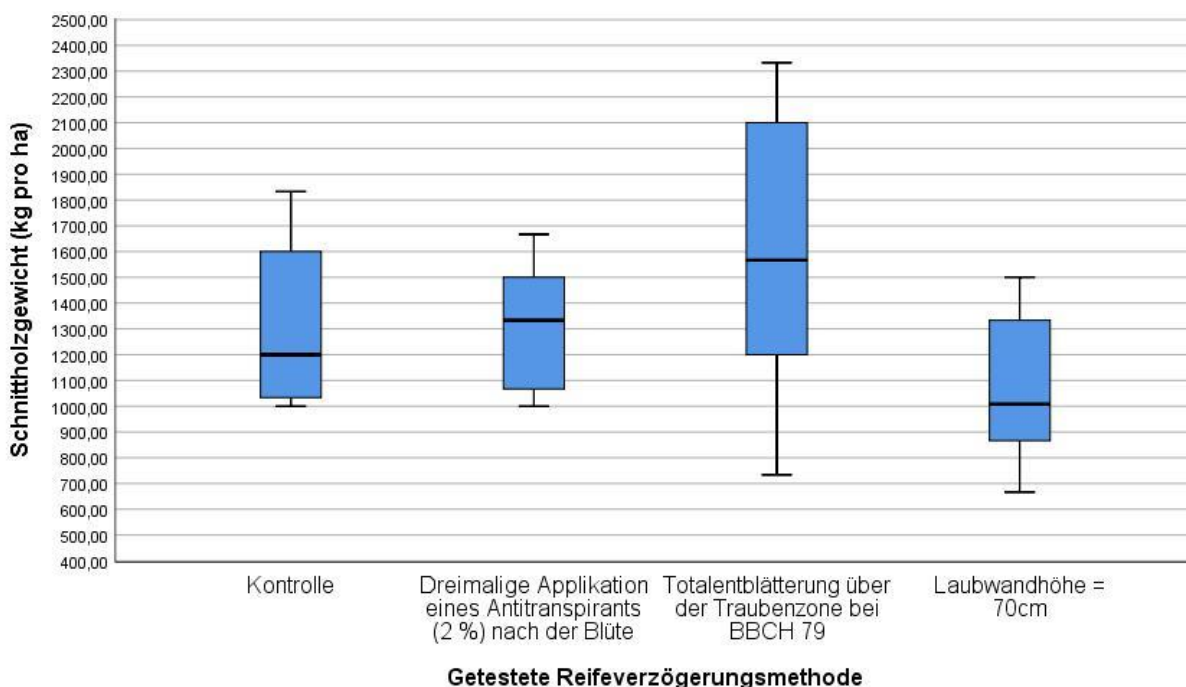


Abb. 9: Schnittholzgewichte (hochgerechnet in kg/ha) von `Grüner Veltliner` im Durchschnitt beider Projektjahre in Abhängigkeit von der getesteten Reifesteuerungsmethode.

Sensorische Weinbewertung

Bei den in Abbildung 10 dargestellten Rangsummen der sensorischen Gesamtbewertung der Weine des Jahrgangs 2021 ist erkennbar, dass der Wein aus der Variante "Laubwandhöhe = 70 cm" signifikant schlechter bewertet wurde, während sich zwischen den Weinen der anderen drei Varianten keine signifikanten Unterschiede zeigten. Die sensorische Bewertung der Weine des Jahrgangs 2022 erbrachte überhaupt keine signifikanten Unterschiede. Heßdörfer (2018) beobachtete

in seiner Studie zur Wirkung des Antitranspirants Vapor Gard® ebenfalls keine signifikanten sensorischen Unterschiede. In dieser Studie von Heßdörfer wurden allerdings die Weine aus den mit dem Antitranspirant behandelten Reben tendenziell stärker in Richtung vegetabile Aroma- und Geschmackskomponenten bewertet.

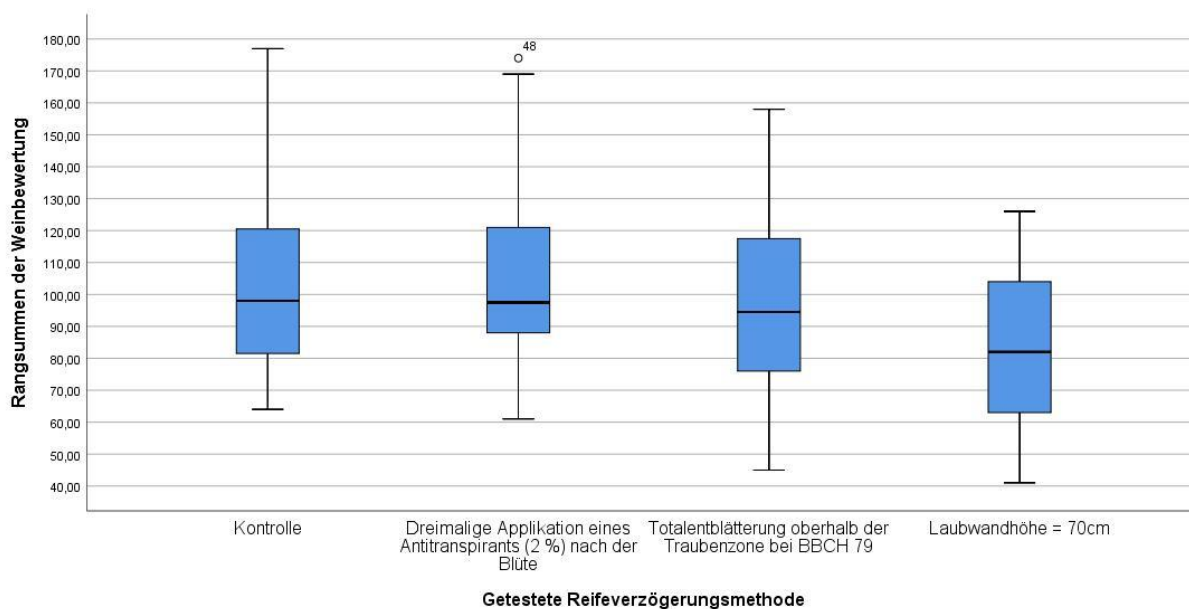


Abb. 10: Rangsummen der sensorischen Gesamtbewertung der Weine des Jahrgangs 2021 mittels unstrukturierter Skala (0 bis 180 Punkte) in Abhängigkeit von der getesteten Reifesteuerungsmethode.

Schlussfolgerungen

Die klimatischen Veränderungen insbesondere in Form von Hitze und Trockenheit stellen die Winzerinnen und Winzer vor zahlreiche neue Herausforderungen. Antworten darauf können verschiedene Langzeit- und Kurzzeitstrategien bieten. Als Langzeitstrategien stehen Maßnahmen wie die Änderung beziehungsweise Anpassung des Bodenbearbeitungssystems, die Verbesserung der Bodenstruktur, die Erhöhung des Humusgehalts zur Erhöhung der Bodenwasserspeicherkapazität, die Installation einer Tropf- oder Unterflurbewässerung, die Verwendung einer entsprechenden Unterlagsrebsorte, die Reduktion der Pflanzdichte, die Änderung des Schnittsystems oder der Lagen-, Standort- oder Gebietswechsel zur Verfügung. Mögliche Kurzzeitstrategien sind unter anderem die Ertragsreduktion, das teilweise Offenhalten des Bodens, das Mähen, Walzen oder Unterfahren der Gründüngung, die Bodenbedeckung mittels umgewalzter Gründüngung, Stroh oder Kompost, die Wasserzufuhr mittels Gießen und Bewässern, die Applikation von Blattdüngern oder eben die Reduktion der Blattfläche, wie sie im aktuellen Projekt angewendet wurde. Während die Reduktion der Blattfläche mittels reduzierter Laubwandhöhe in den aktuellen Untersuchungen

im Gegensatz zu älteren Untersuchungen keine befriedigende Wirkung zeigte, wies die Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone zwischen dem 2. und 3. Heftdrahtpaar zum Entwicklungsstadium "Ende des Traubenschlusses" hinsichtlich Reduktion des Mostgewichts eine sehr gute Wirkung auf (-1 bis -1,2 °KMW). Der Säuregehalt wurde dabei nicht beeinflusst. Die dreimalige Applikation des Antitranspirants nach der Blüte war hinsichtlich Mostgewichtsreduktion noch effektiver (-1,2 bis -1,9 °KMW), hatte aber auch eine Reduktion des Gehalts an titrierbarer Säure im Most um -0,4 bis -0,8 g/l zur Folge.

Die Totalentblätterung oberhalb der Traubenzone zum Stadium BBCH 79 und die mehrmalige Applikation des Antitranspirants nach der Blüte bieten somit die Möglichkeit relativ kurzfristig die Reife zu verzögern und damit zu hohe Zuckergehalte im Most und in weiterer Folge zu hohe Alkoholgehalte im Wein zu verhindern. Bei Rebsorten mit genetisch bedingt sehr geringen Säuregehalten ist der Einsatz des Antitranspirants allerdings nur bedingt sinnvoll, da damit die Problematik zu geringer Säuregehalte und zu hoher pH-Werte verstärkt werden kann.

Literatur

- Becker, A.** 2019: Strategien für den Klimawandel. Teil 2. Weinbau im Wandel. Das Deutsche Weinmagazin (12): 30-33.
- Caccavello, G., Giaccone, M., Scognamiglio, P., Mataffo, A., Teobaldelli, M., Basile, B.** 2019: Vegetative, yield and berry quality response of Aglianico to shoot-trimming applied at three stages of berry ripening. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 70, No. 4: 351-359.
- Fitz, W.** 2011: Beschreibung der Bodenarten und Bodenprofile der Rieden Harrer, Franzhauser, Haseldorfer und Rothäcker am Versuchsgut Agneshof der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg. Eigenverlag.
- Gatti, M., Galbignani, M., Garavani, A., Bernizzoni, F., Tombesi, S., Palliotti, A., Poni, S.** 2016: Manipulation of ripening via antitranspirants in cv. Barbera (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research* 22: 245-255.
- Heßdörfer, D.** 2018: Zuckergehalte in den Beeren reduzieren. Es ist Zeit zum Umdenken. *Rebe&Wein* (08): 36-38.
- Heßdörfer, D.** 2019: Traubenreife entschleunigen. Slow down! *Rebe&Wein* (07): 30-31.
- Mehofer, M., Hanak, K., Schmuckenschlager, B., Regner, F.** 2009: Untersuchungen zu Tropfbewässerung und Blattwasserpotential bei den Rebsorten 'Weißer Riesling' und 'Syrah'. *Mitteilungen Klosterneuburg* 59: 61-73.
- Mehofer, M., Schmuckenschlager, B., Hanak, K., Vitovec, N., Prinz, M.** 2013: Zweijährige Untersuchungen zum Einfluss der Laubwandhöhe auf Blattfläche und Reifeparameter der Rebsorten 'Grüner Veltliner' und 'Zweigelt'. *Mitteilungen Klosterneuburg* 63: 1-16.
- Mehofer, M., Hanak, K., Schmuckenschlager, B., Vitovec, N., Schober, V., Wendelin, S., Prinz, M.** 2015: Untersuchungen zum Einfluss der Entblätterung vor der Blüte auf Traubenqualität und Ertrag der Rebsorten 'Riesling' bei biologischem und 'Zweigelt' bei integriertem Pflanzenschutz. *Mitteilungen Klosterneuburg* 65: 11-25.
- Mehofer, M.** 2021: Einfluss der Laubwandhöhe bei Zweigelt. Auswirkungen auf Ertrag, Reife, Stickstoff- und Phenolgehalt. *Der Winzer* 77 (04): 11-15.
- Palliotti, A., Poni, S., Berrios, J. G., Bernizzoni, F.** 2010: Vine performance and grape composition as affected by early-season source limitation induced with anti-transpirants in two red *Vitis vinifera* L. cultivars. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 16: 426-433.
- Petgen, M.** 2007: Möglichkeiten und Grenzen der Reifesteuerung. Wie flexibel reagiert die Rebe? *Das Deutsche Weinmagazin* (7/8): 42-47.
- Petgen, M.** 2011: Wege zur Regulierung des Zuckerertrags. *Der Deutsche Weinbau* (16-17): 42-45.
- Prettenthaler, F., Formayer, H.** 2013: Studien zum Klimawandel in Österreich, Band IX: Weinbau und Klimawandel. Erste Analysen aus Österreich und führenden internationalen Weinbaugebieten: 123.
- Schiefer, H.-C., Thim, G.** 2019: Laubwandgestaltung. Traubenqualität verbessern. *Rebe und Wein* (05): 38-42.
- Schultz, H. R., Stoll, M.** 2010: Gibt es Möglichkeiten die Reife zu steuern? *Der Deutsche Weinbau* (13): 26-27.
- Silvestroni, O., Lanari, V., Lattanzi, T., Dottori, E., Palliotti, A.** 2020: Effects of anti-transpirant di-1-p-menthene, sprayed post-veraison, on berry ripening of Sangiovese grapevines with different crop loads. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 26: 363-371.
- Weinmann, E., Klodt, F.** 2021: Klimawandel. Laubwand-Management als Methode der Reifeverzögerung. *Der Badische Winzer* (04): 14-17.

Eingelangt am 8. Mai 2024