

Frostprophylaxe durch alternative Rebschnittverfahren

Ferdinand Regner^{1*}, Erich Ferschel¹, Ida Brandstätter¹, Josef Klement², Andreas Rockenbauer¹ und Andreas Endler¹

¹Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg

²Landwirtschaftskammer Steiermark
Hamerlinggasse 3, A-8010 Graz

*Korrespondierender Autor: ferdinand.regner@weinobst.at

Zusammenfassung

Um den Rebschnitt als Frostprophylaxe nutzen zu können, bieten sich drei Ansatzpunkte an. Der erste basiert auf einem späten Rebschnitt. Der zweite beinhaltet eine höhere Triebanzahl, sodass bei einem Teilschaden ausreichend Triebe überleben können. Der dritte Ansatz beruht auf einer Verzögerung des Austriebes. Die in dieser, über vier Jahre gehenden Arbeit, verwendeten Schnittmethoden enthalten alle Varianten. Bei einer Frostrute, einem Frostkopf oder einem Minimalschnitt im Spalier liegt eine erhöhte Knospenanzahl vor. Bei Spätfrostereignissen mit Teilschädigung bleibt eine ausreichende Anzahl an Trieben erhalten. Die Methoden Frostrute, Frostkopf und Minimalschnitt basieren daher vor allem auf einer erhöhten Triebanzahl, die meist nicht oder nur wenig verzögert in der Entwicklung sind. Je weiter die Entwicklung schon fortgeschritten ist, desto mehr Unterschied entsteht zwischen Minimalschnitt und anderen Schnittvarianten. Der späte Schnitt ist variierbar und konnte die Entwicklung deutlich verzögern. Der doppelte Zapfenschnitt brachte eine wesentliche Verzögerung der Entwicklung in der Phase der größten Spätfrostgefahr mit sich. Im Fall eines Spätfrostes stehen die Chancen gut, dass die sich entwickelnden Knospen nicht geschädigt werden. Die Verzögerung in der Entwicklung reichte aber geringfügig bis zur Ernte und könnte auch als Reifeverzögerung benützt werden. Die Reifeverzögerung machte sich durch geringeres Mostgewicht und einen höheren Säurewert bemerkbar. Der sensorische Eindruck war zwar leicht abgeschlagen, unterschied sich aber sensorisch von den besten Bewertungen nicht signifikant. Einzig die Weine der Minimalschnitt Variante wurden eindeutig als weniger wertig beurteilt. Der doppelte Zapfenschnitt eignete sich auf Grund der stärkeren Verzögerung in der Entwicklung unter den aktuellen Bedingungen besonders gut als Frostprävention.

Schlagwörter: Spätfrost, Minimalschnitt, Zapfenschnitt, Austrieb, Frostrute, BBCH Stadium, Reifeverzögerung

Abstract

Frost damage prevention by alternative pruning methods. In order to be able to use pruning as a frost prophylaxis, there are three approaches. The first is based on late pruning. The second involves a higher number of shoots, so that sufficient shoots can survive in the event of partial damage. The third approach is based on delaying budding. The pruning methods used in this four-year study comprise all variants. With a frost cane (sacrificial cane), a frost head or a minimal pruning in the trellis, there is an increased number of buds. In the event of late frost events with partial damage, a sufficient number of shoots will remain. The frost cane (sacrificial cane), frost head and minimal pruning methods are

therefore primarily based on an increased number of shoots, which are usually not or only slightly delayed in development. The further development has progressed, the more difference there is between the minimal pruning and other pruning variants. Late pruning is variable and could delay the development significantly. Double spur pruning resulted in a significant delay in development in the phase of greatest danger of late frost. In the event of a late frost, there is a good chance that the developing buds will not be damaged. However, the delay in development lasted slightly until harvest and could also be used as a delay in ripening. The delay in ripening was noticeable in lower must weight and higher acid value. Although the sensory impression was slightly abated, it did not differ significantly from the sensory ratings of the best wines. Only the wines of the minimal pruning variant were clearly judged to be of lower value. Due to the greater delay in development, under the current conditions the double spur pruning was particularly suitable for frost prevention.

Keywords: late frost, minimal pruning, spur pruning, budding, frost cane, BBCH-scales, delayed ripening

Einleitung

Im österreichischen Weinbau sind Spätfrost und seine Auswirkungen auf die Rebe ein immer wiederkehrendes Thema (Zahn, 1931; Soja et al., 2010; Kothgasser, 2018). Durch den Klimawandel verfrüht sich in vielen Jahren der Austrieb der Rebe und damit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit von Spätfrostschäden (Formeyer et Goler, 2013). Durch die veränderten Temperaturen und die Verlängerung der Vegetationsperiode steigt im Weinbau das Risiko für Schäden durch Spätfrostereignisse im Frühjahr (Poni et al., 2022). 2021 gab es vor allem in Frankreich und Italien gewaltigen Schaden durch Spätfrost. In Mitteleuropa waren die Reben zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausgetrieben, jedoch entstanden in den Jahren 2016 und 2017 im österreichischen Weinbau die letzten großen Spätfrostschäden von nationaler Dimension (Kothgasser, 2018). Frost ist aber schon länger kein Schicksal mehr und es gibt eine ganze Palette an Möglichkeiten mit denen Spätfrostschäden verhindert oder zumindest abgeschwächt werden können (Poni et al., 2022). Natürlich sind auch betriebswirtschaftliche Überlegung anzustellen und nicht jede Methode eignet sich zum Schutz von Flächen für die Konsumweinproduktion, obwohl wahrscheinlich in diesen Anlagen auf Grund der geringer wertigen Lagen ein höheres Risiko besteht (Petgen, 2016). Jenseits der traditionellen Abstimmung von Sorte und Lage hatten sich zuletzt technische Möglichkeiten für

den Frostschutz aufgetan. Die Palette reicht von Windmaschinen über Beheizung bis zu Frostberegnungen (Poni et al., 2022). All diese Verfahren sind mit hohen Investitionen verbunden. Es gibt aber auch Methoden, die mit der bestehenden Infrastruktur eines Weinbaubetriebes bewältigbar sind. Diese Vorgehensweisen wurden benützt, um Schutz vor Spätfrost unmittelbar vor dem Ereignis zu erreichen (Centinari et al., 2016). Dabei werden Substanzen oder Mikroorganismen (<https://cropland.com>) ausgebracht, die eine geringfügige Verbesserung der Froststabilität erreichen. Der Wirkungsgrad bleibt dabei aber eher gering.

Austriebsverzögernde Maßnahmen durch die Applikation von Wirksubstanzen zählen zu den günstigen Frostpräventionsmethoden (Poling 2008). Dabei werden chemische Substanzen auf den Rebstock ausgebracht, die entweder die Entwicklung hemmen oder zumindest verzögern. (Dami et al., 1997). Eine dieser austriebsverzögernden Maßnahmen ist die Anwendung von Pflanzenölen (Dami, 2007). Auch Phytohormone wie Abscisinsäure oder Gibberelinsäure können austriebsverzögernde Wirkung (Pérez et Noriega, 2018) entwickeln. Etephon verzögert unter bestimmten Umständen den Knospenaufbruch (Labay, 2018).

Sortenbedingte Unterschiede im Austriebsverhalten wurden immer auch als

Kriterium für die Sortenwahl herangezogen. In Frostgefährdeten Lagen sollten Sorten mit spätem Austrieb verwendet werden (Bauer et al., 2017). Innerhalb der Art *Vitis vinifera* kann sich der Austriebszeitraum der diversen Rebsorten auf bis zu fünf Wochen ausdehnen, dies ist vom Jahrgang und Standort abhängig. Der Austriebszeitpunkt von Rebsorten schwankt bedingt durch Klima und Lage und findet in Mitteleuropa in der zweiten Märzhälfte bis Ende April statt. Grundsätzlich wird der Austrieb von der Bodentemperatur gesteuert. (Kartschall et al., 2015).

Eine Möglichkeit Frostschutz im Weinbau zu bewirken, könnte über die Verzögerung durch den Schnitt stattfinden. Die Verzögerung durch einen späten Schnitt fällt in der Regel aber nur geringfügig aus und ist noch kein brauchbares Instrument um Spätfrost zu verhindern (Archer et Schalkwyk, 2007). Die Empfindlichkeit gegenüber Frost steigt mit zunehmender Entwicklung der Knospe und des Triebes. Während geschlossene Knospen noch sehr robust sind und tiefe Frosttemperaturen keinen Schaden anrichten, sinkt mit dem Knospenaufbruch die Stabilität gegen Frost massiv ab (Moran et al., 2018). Solange die Knospe noch mit Wolle bedeckt ist, reicht der Schutz bis zu ca. -4°C (Poni et al., 2022). Ab dem Erscheinen von Blattgrün fällt die Grenze auf ca. -2°C und ein ganz entwickelter Trieb mit abgespreizten Blättern verträgt maximal -1°C über längere Zeit (Hoppmann, 2015). Dazu kommen noch Faktoren wie Bodenverhältnisse, Rebsorte, Luftfeuchte usw. (Scholz, 1983). Folglich kann die Austriebsverzögerung die Schädigung der Reben verringern oder sogar vermeiden (Regner et al., 2022). Dies hängt vor allem davon ab, wann in der Vegetationsentwicklung der Frost zuschlägt und wie tief die Temperaturen absinken. Ein später Rebschnitt bringt eine gewisse Verzögerung mit sich, die aber in manchen Jahren nach wenigen Tagen verschwunden ist (Frioni et al., 2019). Nachteilig ist, dass der späte Schnitt insbesondere wenn die Rebe schon in Saft geht ein erhöhtes Risiko für Esca-Infektionen mit sich bringt (Travadon et al., 2016) und andere mikrobielle Veränderungen stattfinden (Kraus et al., 2022).

Neben dem Zeitpunkt des Schnittes kann auch durch eine Erhöhung der Anzahl der zu entwickelnden Triebe eine Entwicklungsverzögerung herbeigeführt werden (Main et Morris, 2008). Einerseits kann bei Teilschädigung durch den Spätfrost noch immer ausreichende Triebentwicklung stattfinden, andererseits ist die Wuchskraft der Triebe geringer, die Entwicklung leicht verzögert und die Frostgefährdung geringfügig schwächer ausgeprägt (Schiefer et Thim, 2020).

Die wahrscheinlich kostengünstigste Variante der Austriebsverzögerung kann über den Schnitt erfolgen (Regner et al., 2022). Einige Winzer haben diesen Ansatz schon in ihr Repertoire aufgenommen und bereits erste Erfolge beobachtet. Dabei geht es primär um eine höhere Augenanzahl, die bei einer Teilschädigung immer noch eine ausreichende Triebanzahl ermöglicht (Poling, 2008). Das betrifft sowohl die Frostruten als auch die Minimalschnitt-Kultur. Beide Varianten haben sich in der Praxis schon etabliert. Neben der Frostrute besteht auch die Möglichkeit, mehrere Ruten am Kopf zu belassen und damit einen Frostkopf auszubilden (Regner et al., 2022). Damit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit auch in Frostlagen trotz Spätfrost ausreichend fruchttragende Triebe zu behalten (Persico et al., 2021). Vielleicht noch zu wenig bekannt ist der doppelte Zapfenschnitt als Frostprävention. Dabei geht es nicht so sehr um die Anzahl an Augen als um einen zweiten Schnitt, der erst dann erfolgt, wenn die Frostgefahr insgesamt schon erheblich geringer ist (Poni et al., 2022). Damit lässt sich eine beachtliche Verzögerung im Austrieb erreichen, die aber auch auf die Reifeparameter noch durchschlägt. Abhängig von der Sorte und der Fruchtbarkeit auf den basalen Augen wird nach einem ersten Langzapfenschnitt, der idealerweise mit dem Vorschneider gemacht wird, auf zwei bis drei Augen pro Zapfen eingekürzt (Schultze et al., 2016). Die schon gut entwickelten Triebe am Zapfenende gehen dann verloren und die basalen Augen müssen sich erst entwickeln. Gibt es ein Frostereignis, dann sterben die oberen Triebe ab und die basalen Augen stellen immer noch

ausreichend Triebe und Trauben zur Verfügung (Kothgasser, 2018). Jedenfalls liegen die Erträge im Bereich, der Erträge der Methoden Frostrute oder einfacher Streckerschnitt. Der Ertrag im Minimalschnitt liegt zwar bedeutend höher, allerdings auf Kosten der Qualität (Zheng et al., 2016). Während diese Methode in Österreich wegen der fehlenden Reifezeit nicht empfohlen werden konnte, könnten sich unter gegenwärtigen Bedingungen damit zwei Dinge erreichen lassen: Spätfrostschutz und eine spätere Reife mit ausreichender Säure und weniger Alkohol.

Allerdings kann die Entwicklung unter klimatisch günstigen Bedingungen und ausreichender Wasserversorgung auch parallel verlaufen, sprich keine Entwicklungsverzögerung beobachtet werden (Main et Morris, 2008). In der vorgestellten Arbeit wurde nach alternativen Schnittmethoden gesucht, die eine deutliche Austriebsverzögerung mit sich bringen und daher für eine Spätfrostprophylaxe geeignet sind.

Material und Methoden

Standort und Anlage

Für die Schnittversuche wurde eine Auspflanzung der HBLAuBA Klosterneuburg am Bisamberg in Langenzersdorf (NW von Wien) ausgewählt. Die Schnittvarianten wurden in einer Anlage bestockt mit Grüner Veltliner ab dem 13. Standjahr ausgeführt. Der Boden der Versuchsfläche ist ein Braunerdeboden verwittert aus Flyschsandstein-Konglomeraten mit mittlerer Gründigkeit und ausreichender Nährstoffversorgung. Die Lage ist ein Südhang mit ca. 25% Steigung. Die Jahres-Durchschnittstemperatur während der Versuchszeit betrug 11,4°C bzw. in der Vegetationszeit 16,5°C und wurde von einer Adcon Wetterstation (Adcon Telemetry-Klosterneuburg) ermittelt. Der durchschnittliche Niederschlag während der Versuchsdauer betrug 534mm/Jahr. Die Wärmesumme nach Winkler in der Vegetationsperiode der letzten Jahre betrug

durchschnittlich 1406°C/h. In der Versuchszeit trat kein knospenschädigender Spätfrost auf. Der Pflanzenschutz wurde nach IP-Richtlinien ausgeführt und es wurden jeweils 8 Pflanzenschutz Applikationen samt Einsatz eines Botrytizides durchgeführt. Der Boden war standardmäßig begrünt, wurde aber in der Regel zumindest zweimal zur Hälfte umgebrochen, um eine neue Begrünung einsäen zu können. Die Kultur basiert auf einer ortsüblichen Hochkultur-Erziehung mit ca. 90 cm Kordonhöhe und einem Streckerschnitt. Der Standraum ist mit 3x1,1m eher großzügig angelegt. Die Versuche wurden über vier Versuchsjahre (2019-2022) geführt. Von jeder Variante wurden 4x10 Stock alternativ geschnitten und mit einem Einstrecker-Fruchtrutenschnitt als Kontrolle verglichen. Dabei wurden die Versuchspartellen randomisiert und über den Hang verteilt angeordnet. Der Winterschnitt wurde für alle Methoden zur selben Zeit (im Februar) ausgeführt. Bei der Frostrute, beim Frostkopf und beim doppelten Zapfenschnitt wurde ein zweiter Schnitt Ende April durchgeführt. Der Frostkopf enthielt vorübergehend am alten Holz zahlreiche eingekürzte Ruten von ca. 30 cm Länge. Erst zum zweiten Schnittzeitpunkt wurden diese eingekürzt. Eine verbleibende Fruchtrute mit stockraumerfüllender Dimension wurde dann angebunden. Ähnlich verhält es sich mit dem doppelten Zapfenschnitt, wobei bei dieser Variante nur Zapfen von 5-10 cm belassen wurden. Die Entwicklung wurde dann bis zur Traubenreife beobachtet und aus den Trauben wurde Wein bereitet, sodass die Methode auch an Hand des Endproduktes evaluiert werden konnte. Die Variante Minimalschnitt bei der Sorte Grüner Veltliner ist vor allem in den Anfangsjahren zu fruchtbar und wurde in allen Jahren ausgedünnt. Die Ertragsreduktion folgte in ähnlicher Weise wie bei der Ernte durch eine Lesemaschine, nämlich durch Schläge in die Laubwand. Die Weine wurden kommissionell in verdeckter Kost (Sevenich, 2005, Busch-Stockfisch, 2015) beurteilt, jeder Wein wurde 4-fach vorgesetzt und mittels unstrukturierter Skala (Weiss et Zenz, 1989) sensorisch beurteilt.

Als zweiter Versuchsstandort fungierte der Kogelberg bei Leibnitz mit den Sorten Muskateller und Wildbacher Blau. Die Jahresdurchschnittstemperatur während der Versuchszeit betrug 11,6°C. Der durchschnittliche Niederschlag betrug 880 mm. Es trat kein Spätfrost während der Versuchsdauer auf. Die Produktion erfolgte nach IP-Richtlinien und die Bodenbearbeitung erfolgte über das Mulchen einer Dauerbegrünung. Es wurden drei Varianten beim Schnitt ausgeführt:

Für 2019: Die Sorte Muskateller wurde in drei Varianten geschnitten:

1. (K) Kontrolle - Einstreckerschnitt (07. Februar 2019)
2. (VS) Später Schnitt - Einstreckerschnitt (12. April 2019)
3. (FR) Frostruten Schnitt – Zweistreckerschnitt (Belassen eines stehenden Triebes neben eines gebundenen Streckers, 22. März 2019)

Für 2020:

1. (K) Kontrolle- Einstreckerschnitt (bearbeitet am 05. März 2020)
2. (VS) Später Schnitt - Einstreckerschnitt (24. April 2020)
3. (FR) Frostruten Schnitt – Zweistreckerschnitt (Belassen eines stehenden Triebes neben eines gebundenen Streckers, 13. März 2020)

2021 wurde der Versuch wegen Wildverbiss auf Wildbacher Blau (Versuchsblöcke mit 12 Reben) mit den Schnittvarianten umgestellt:

1. Kontrolle - früher Schnitt (01. Februar 2021 bzw. 20. Dezember 2021)
2. Später Schnitt (22. März 2022)
3. Frostrute (Belassen eines stehenden Triebes neben einem gebundenen Strecker) zum Schnittzeitpunkt der Kontrolle (je nach Jahr Dezember bis Februar)

Schnittmethoden

Einstreckerschnitt (K)

Als Vergleich zu den alternativen Methoden wurde der Streckerschnitt mit einer Fruchtrute und einer durchschnittlichen Länge von 10 bis 12 Knospen ausgeführt (Becker, 2007). Dieser Schnitt ist österreichweit vorwiegend in Verwendung und erfolgt üblicherweise von Dezember bis Ende Februar. Er ist unkompliziert auszuführen und bringt in der Regel hohe Erträge bei guten Qualitäten (Mehofer et al., 2021). Ein Nachteil ist die Entstehung von größeren Wunden, die aber mit der Entwicklung einer sanften Rebschnittversion entschärft werden können (Schiefer et Thim, 2020).

Verzögerter Schnitt (K)

Als einziger Unterschied zum Einstreckerschnitt wird der Zeitpunkt der Durchführung in der Vegetation nach hinten verlegt (Archer et Schalkwyk, 2007). In der Regel wird das im Monat April sein. Damit hat der Rebstock schon mit dem Austrieb begonnen und die Gefahr von Infektionen mit Pilzen und Bakterien steigt an (Travadon, 2016).

Frostrutenschnitt (FR)

Im Vergleich zum Streckerschnitt mit einer Fruchtrute wurde bei diesem Schnitt eine zweite Rute belassen, die aber nicht gebunden wurde und Ende April entfernt wurde. In der Praxis üblich wird die Rute spätestens Mitte Mai nach den Eiseiligen per Schnitt entfernt. Im Falle eines Spätfrostes mit Teilschädigung stehen üblicherweise die doppelte Menge an überlebenden Triebe zur Verfügung (Sauer et Baumann, 2022). Dann wird auch der zweite Strecker niedergebunden und dennoch ein durchschnittlicher Ertrag erzielt (Woodhead et al., 2007). Es entsteht zwar ein zusätzlicher Arbeitsaufwand, der aber durch den Nutzen im Falle einer Teilschädigung wettgemacht wird.

Günstig wirkt sich solch ein Schnitt auch bei starkem frühen Hagelschlag aus, wie er vor wenigen Jahren am Wagram zu beobachten war.

Frostkopfschnitt (FK)

Bei dieser Schnittvariante wird zwar ein Strecker geschnitten und gebunden, aber alle anderen Triebe am Kopf werden lang belassen. Die Reaktion bei Frost ist ähnlich wie bei der Frostrute, nur die Wahrscheinlichkeit, dass ausreichend Triebe einen Spätfrost überleben ist noch gesteigert. Der zweite Schnitt kann schon früher erfolgen, weil die basalen Zapfen ohnehin nur langsam austreiben oder noch gar nicht ausgetrieben haben (Nastl et Regner, 2019). Der Nachteil ist, dass dem Rebstock doch einige Biomasse entzogen wird und schwachwüchsige Reben eventuell einen merkbaren Substanzverlust erleiden.

Minimalschnitt (MS)

Diese Schnittvariante wird primär als arbeitstechnische Erleichterung verwendet. Es lässt sich damit ein handarbeitsfreier Weinbau realisieren. Die Anzahl an Trieben liegt deutlich über allen anderen Varianten. Jedoch die Triebentwicklung ist geringer und üblicherweise entsteht dadurch auch ein ungünstiges Blatt-Fruchtverhältnis (Archer et Schalkwyk, 2007). Bei Spätfrost finden sich immer noch intakte Triebe, sodass diese Methode vordergründig eine gute Prophylaxe gegen Frost darstellt (Bernizzoni et al., 2009). Nachteilig ist aber, dass die Erträge zu hoch sind und die Qualität der Weine als minderwertiger als jene von Vergleichsweinen aus anderen Schnittmethoden erscheinen. Auch mit maschineller Ausdünnung kann die Qualität nicht auf ein übliches Niveau gesteigert werden (Kraus et al. 2022). Für die Herstellung von Grundweinen z.B. für die Sektproduktion bietet sich diese Methode auf Grund der ökonomisch günstigen Situation aber allemal an. Der Winterschnitt erfolgt mit dem Vorschneider und entfernt alles Holz außerhalb des Spaliers (Friend et Trought,

2007). Im Sommer erfolgt dann nur ein Rückschnitt mit dem Laubschneider. Eine Gefahr unter den heimischen Bedingungen lauert auch in der Mangelversorgung was die N-Versorgung betrifft. Der Wasserverbrauch ist erhöht und Wassermangel könnte zusätzlich als Stressfaktor auftreten (Bauer et al., 2017).

Doppelter Zapfenschnitt (DZ)

Der Stockaufbau beinhaltet einen alten Kordon auf dem ein Zapfenschnitt ausgeführt wird, jedoch werden die Zapfen zumindest in der doppelten Länge belassen, als es der übliche Zapfenschnitt erfordern würde (Bernizzoni et al., 2009). Vorzugsweise wäre dieser erste Schnitt mit einem Vorschneider maschinell zu erledigen. Erst zu einem späteren Zeitpunkt (bei uns Ende April) werden die Zapfen auf ihre gewünschte Länge mit bis zu 3 Knospen geschnitten. Die Zapfenlänge hängt aber natürlich auch mit der Fruchtbarkeit der Sorte an den basalen Knospen zusammen (Palliotti et al., 2017). Da basale Augen im Unterschied zu distalen beim Zapfenschnitt verzögert oder gar nicht austreiben, entsteht eine markante Entwicklungsverzögerung, die noch bis in den Reifungsprozess wahrgenommen werden kann (Redl, 1989). Im Falle eines Frostes stehen diese basalen Knospen aber auch zur Verfügung und sie übernehmen dann die Entwicklung der Triebe (Frioni et al., 2019). Die Reifeverzögerung wurde früher als ungünstig betrachtet, unter dem Aspekt des Klimawandels und den eher zu frühen Reifeverläufen samt geringen Säurewerten ist der beschriebene Effekt jedoch ein weiteres Argument für diesen Schnitt (Morgani et al., 2022).

Bonitur

Zur Beurteilung wurden alle Knospen eines Streckers (der am Stock verbleibt) bzw. beim Minimalschnitt alle sich entwickelnden Triebe herangezogen und deren Entwicklungsstadium bestimmt. Die Werte wurden in den Wochen 11 bis 19 (teilweise auch 20.) erhoben. Zwischen den

Stöcken einer Schnittvariante gab es immer Stöcke als Kontrollvariante, um den Standorteinfluss so gering wie möglich zu halten. Der durchschnittliche Wert aller Triebe eines Stockes wurde als BBCH-Stadium dargestellt. Die statistische Verrechnung erfolgte mit SSPS (IBM, Statistics 26). Die Daten wurden mittels Varianzanalyse und auf Normalverteilung überprüft. Die Mittelwerte mittels LSD-Test beurteilt ($P < 0,05$). Die BBCH-Stadien wurden mittels Kruskal-Wallis-Test verglichen. Die graphische Darstellung der Daten erfolgte mit den Programmen SPSS und Microsoft Excel (Microsoft Österreich GmbH, Wien, Österreich).

Ergebnisse und Diskussion

Versuch Langenzersdorf

Die Triebentwicklung wurde in allen Versuchsjahren erhoben und erbrachte folgende Resultate.

2019: Die erste relevante Entwicklungserhebung konnte erst in der Kalenderwoche (KW) 14 vorgenommen werden. Dabei zeigten sich noch keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Schnittvarianten, mit Ausnahme der langsamer in Gang kommenden Entwicklung an den Zapfen beim Zapfenschnitt. Schon in der Kalenderwoche (KW) 15 waren alle Methoden ausgenommen der Zapfenschnitt mit der Hauptfraktion im Stadium BBCH 3. Bei den paarweisen Vergleichen zeigte sich ein signifikanter Unterschied des doppelten Zapfenschnittes zur Kontrolle und zum Minimalschnitt aber auch der Frostkopfschnitt zeigte gegenüber der Kontrolle und dem Minimalschnitt eine signifikante Verzögerung (Abb.1). Der Zapfenschnitt war mit über 60% der Knospen noch im BBCH 1.

In der KW 16 reduzierte sich der Prozentsatz beim Zapfenschnitt von BBCH 1 und der Anteil an BBCH 3 wuchs an. Das Verhältnis betrug ca. 47% zu 20%. Bei der Kontrolle und den anderen Schnittvarianten wurde bereits das BBCH Stadium

9 und 11 als Haupteinstufung beobachtet. In der KW18 erreichten alle Schnittmethoden das BBCH Stadium 13+ und außer dem Frostrutenschnitt (BBCH 11) hatten diese dort den höchsten Prozentsatz. Die Knospen des Zapfenschnittes verharrten noch mehrheitlich in den Phasen BBCH 1 und 3 mit jeweils ca. 29%. Bei den paarweisen Vergleichen zeigte sich ein signifikanter Unterschied des doppelten Zapfenschnittes zu allen anderen Schnittvarianten (Abb.2) aber auch der Minimalschnitt und der Frostkopf zeigten gegenüber der Kontrolle eine signifikante Verzögerung.

2020: Die Frostrute und der Frostkopf entwickelten sich im selben Tempo wie die Kontrolle. Es ergab sich im Beobachtungszeitraum kein Unterschied in der Triebentwicklung. Die Minimalschnitt-Variante verzögerte sich ab der Woche 15 gegenüber der Kontrolle, in der Woche 17 erreichte der Unterschied von BBCH 7 zu 8 ein deutlich erkennbares Ausmaß. Dies steigerte sich bis zur Woche 19, in der der BBCH-Durchschnitt beim Minimalschnitt bei 9 und die Kontrolle bei 12 lag. Der doppelte Zapfenschnitt entwickelte sich bis zur Woche 15 wie die Kontrollvariante. Nach dem zweiten Schnitt ab der Woche 16 zeigte sich der Rückstand in der Entwicklung mit einem mittleren BBCH 4: 8. Zu Beobachtungsende KW 19 war der Unterschied BBCH 10: BBCH12 (Tab. 1).

2021: Die Frostrute und der Frostkopf entwickelten sich im selben Tempo wie die Kontrolle. Es ergab sich im Beobachtungszeitraum kein Unterschied in der Triebentwicklung. Die Minimalschnitt-Variante verzögerte sich ab der Woche 14 gegenüber der Kontrolle, in der Woche 17 erreichte der Unterschied ein deutlich erkennbares Ausmaß von BBCH 7 zu BBCH 8. Dies steigerte sich bis zur Woche 19, in der der BBCH-Durchschnitt beim Minimalschnitt 9 und bei der Kontrolle 12 ergab. Der doppelte Zapfenschnitt entwickelte sich bis zur Woche 15 wie die Kontrollvariante. Nach dem zweiten Schnitt ab der Woche 16 zeigte sich der Rückstand in der Entwicklung mit BBCH 4: 8. Zu Beobachtungsende KW 19 war der Unterschied BBCH 10:12 (Tab. 2). Dies entspricht einer zweiwöchigen Verzögerung in der Entwicklung.

2022: Die Frostrute und der Frostkopf entwickelten sich fast im selben Tempo wie die Kontrolle. Es ergaben sich im Beobachtungszeitraum kleine Unterschiede in der Triebentwicklung, die aber nicht abgesichert werden konnten. Erst in der KW 20 (also außerhalb des eigentlichen Beobachtungszeitraumes) konnten die BBCH-Stadien mit 15:16 gegenüber der Kontrolle bestimmt werden. Die Variante Minimalschnitt verzögerte sich ab der Woche 17 gegenüber der Kontrolle, in der Woche 19 erreichte der Unterschied ein deutliches Ausmaß von BBCH 11 zu 15. Dies steigerte sich bis zur Woche 20, wo der BBCH Durchschnitt beim Minimalschnitt bei 12 und bei der Kontrolle bei 16 lag. Der doppelte Zapfenschnitt entwickelte sich bis zur Woche 15 wie die Kontrollvariante. Nach dem zweiten Schnitt ab der Woche 16 zeigte sich der Rückstand

in der Entwicklung mit BBCH 5:11. Zu Beobachtungsende KW 20 war der Unterschied BBCH 12:16.

An diesen Entwicklungen lässt sich der Einfluss der Positionen der Knospen insbesondere im basalen Bereich ausmachen. Dort läuft die Entwicklung deutlich verzögert ab. Daher kann bei einer großen Anzahl von basalen Augen die Gesamtentwicklung verzögert werden. Außerdem hat eine große Gesamtanzahl an Knospen, wie sie beim Minimalschnitt vorliegt, einen dämpfenden Einfluss auf die fortlaufende Entwicklung gezeigt, was aber angesichts der limitierten Ressourcen des Rebstockes und der wesentlich höheren Anzahl an Trieben erwartbar war. Dies ist auch die Ursache für die bescheidene Trieblänge beim Minimalschnitt im Spalier.

Vergleich Triebentwicklung nach Schnittmethode KW 15

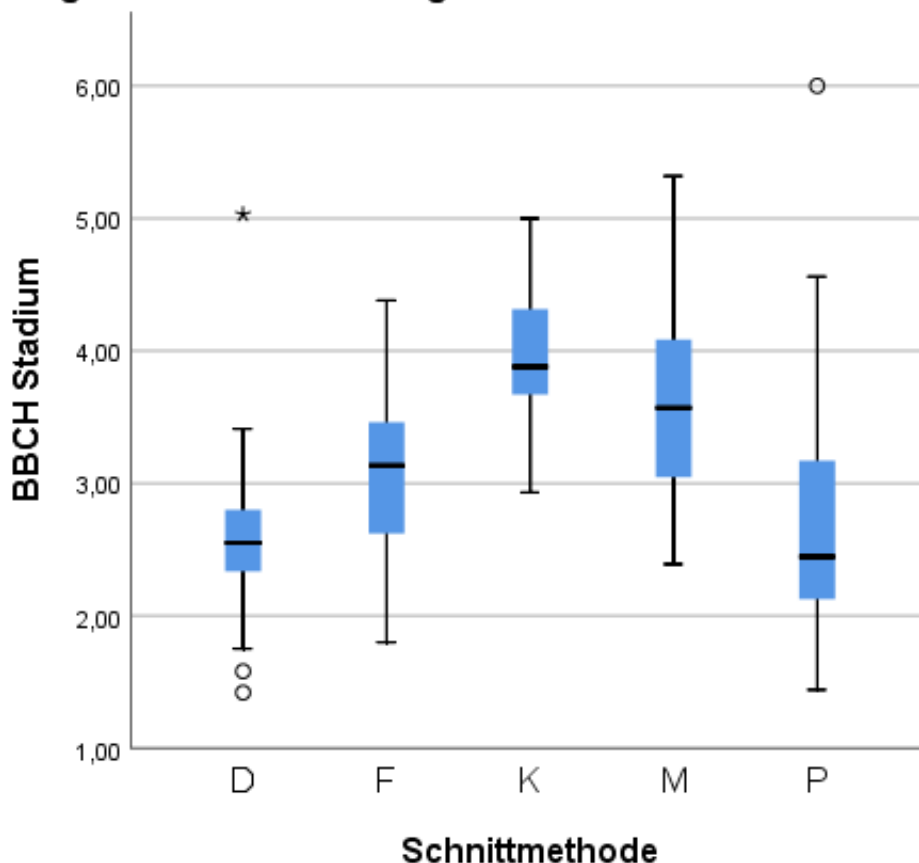


Abb. 1: Vergleich der 5 Schnittvarianten in der Kalenderwoche 15 mit dem Kruskal-Wallis-Test und ihrer Verteilung des Entwicklungsstadiums nach der BBCH-Einstufung Jg. 2019 (K-Kontrolle, M- Minimal, F-Frostrute, P-Frostkopf, D-Doppelter Zapfen)

Tab. 1: Entwicklung der Triebe als BBCH Durchschnittswert von 10 Stöcken

Variante	KW 12	KW 14	KW 15	KW 17	KW 19
Frostrute	1,4	2,5	3,8	8,9	12,8
Frostkopf	1,4	2,8	3,6	9,5	13,1
Doppelte Z	1,2	2,0	2,8	4,1	10,0
Minimal	1,2	2,1	3,0	7,3	9,3
Kontrolle	1,4	2,6	3,4	8,6	12,3

Tab. 2: Vergleich der Entwicklung im BBCH-Durchschnittswert zwischen doppelten Zapfenschnitt und Einstreckerschnitt im Jahr 2021

Schnitt	KW 11	KW 12	KW 13	KW 14	KW 15	KW 18	KW 18/2	KW 19	KW 20	KW 21
Doppelter Z.	0,7	0,6	0,8	1,7	2,5	6,5	2,4	5,8	8,6	10,9
Kontrolle	0,9	0,9	1,1	2,0	2,9	7,5	7,5	10,8	12,6	13,8

Vergleich Triebentwicklung nach Schnittmethode KW 18

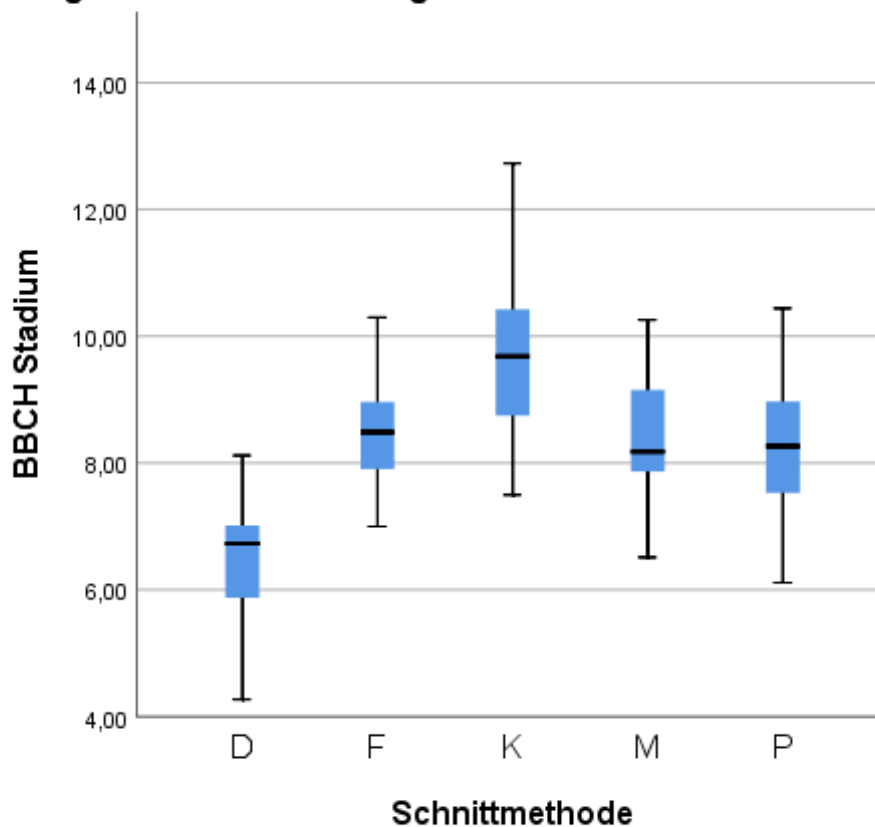


Abb. 2: Vergleich der 5 Schnittvarianten in der Kalenderwoche 18 und der Verteilung des Entwicklungsstadiums nach der BBCH-Einstufung Jg. 2019 mit dem Kruskal-Wallis-Test (K-Kontrolle, M- Minimal, F-Frostrute, P-Frostkopf, D-Doppelter Zapfen)

Der Ertrag wurde von 2019 bis 2022 als kg/Stock erhoben (Abb. 3) und ergab folgendes Bild: Die Erträge beim Einstreckerschnitt (K) und der zusätzlichen Frostrute zeigten keinen signifikanten Unterschied. Ein geringfügig geringerer Ertrag entstand durch den Frostkopf und doppelten Zapfenschnitt. Ein statistisch abgesicherter Mehrertrag wurde beim Minimalschnitt erhoben. Kein wesentlicher Unterschied ergab sich im Hinblick auf Trauben pro Trieb, außer bei der Variante Frostkopf (Abb.4). Eine Erklärung dafür könnte die Möglichkeit sein, Nährstoffe aus dem alten Holz für den Ansatz von Gescheinen zu nützen. Ertragsunterschiede zwischen Varianten könnten schon auf Grund des Blattflächenverlustes durch das Entfernen von Trieben oder des zweiten Streckers ausgelöst worden sein. Der Minimalschnitt wurde in allen Jahren ausgedünnt, wobei 2021 das Ausmaß scheinbar übertrieben wurde und dann der Ertrag unter der Menge der anderen Schnittvarianten zu liegen kam (Abb.5). Der dargestellte Durchschnittswert liegt daher zwar immer noch deutlich über den anderen Varianten, wäre aber bei Berechnung ohne 2021 noch viel höher ausgefallen. Die Reife zwischen Kontrolle und Fruchtrute ist statistisch nicht unterscheidbar und dies auch bei gleichem Ertrag (Abb. 6). Der Frostkopf erbrachte höhere

Zuckerwerte, vermutlich wegen des geringeren Ertrags und der doppelte Zapfenschnitt erbrachte geringfügig weniger Zucker (Tab. 3). Die Minimalschnitt-Variante konnte in den normal ausgedünnten Jahren keine vollständige Reife erreichen. Das Jahr 2021 ist daher als Ausreißer zu betrachten. Die Säurewerte waren eng mit dem Ertragsvolumen assoziiert aber bei der Variante Doppelte Zapfenschnitt in allen Jahren höher als bei der Kontrolle (Abb.7). In der FTIR-Analyse war zu erkennen, dass es sich um höhere Werte der Äpfelsäure handelt. Dies ist auch als Hinweis auf eine geringere physiologischen Reife zu sehen.

Die sensorische Bewertung aller Jahre im Durchschnitt ergab die beste Marke für die Kontrolle und ähnlich gut bewertet waren die Varianten Frostrute, Frostkopf und Doppelte Zapfenschnitt. Deutlich abgeschlagen in der Beurteilung war der Wein aus der Minimalschnitt-Variante (Abb. 8), nur dieser Unterschied konnte statistisch abgesichert ($\alpha = 0,05$) werden. Einzelne Jahre brachten unterschiedliche Weine zu einer Bestbewertung. So konnte 2019 der Wein von der Frostkopf-Variante als am besten beurteilter Wein erkannt werden (Abb. 9). Insgesamt erhielt der Wein des Einstrecker-Schnittes (Kontrolle) den höchsten Zuspruch.

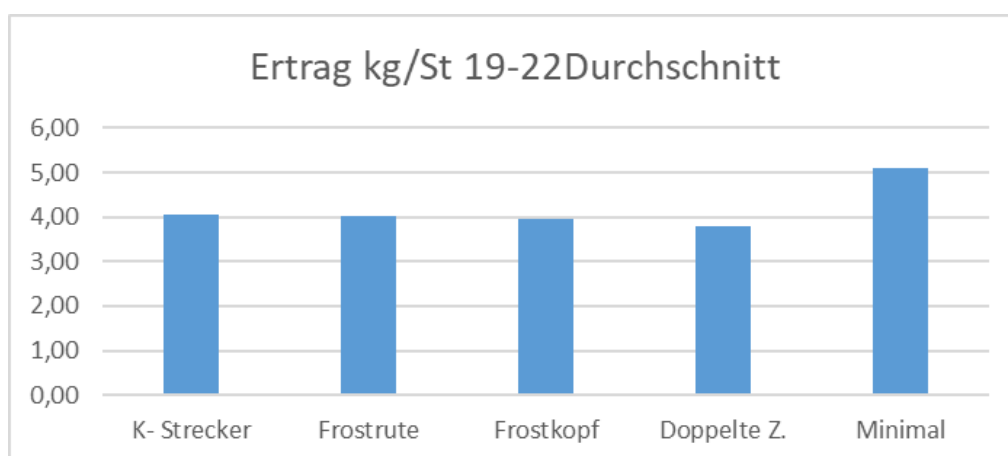


Abb. 3: Ertrag in kg/Stock der verschiedenen Schnittmethoden der Rebsorte Grüner Veltliner im Durchschnitt der Jahre 2019-2021.

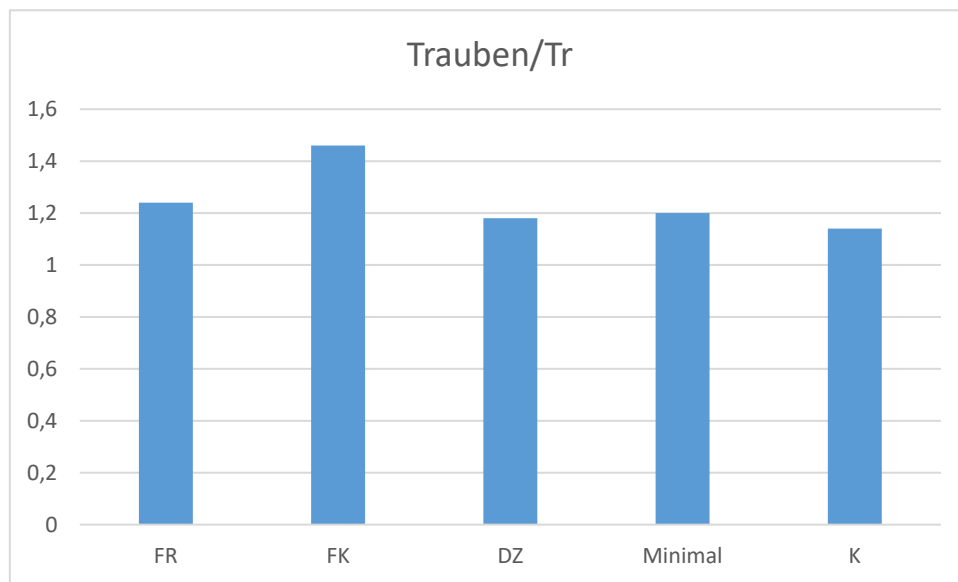


Abb. 4: Die durchschnittliche Anzahl an Trauben pro Trieb und Schnittmethode

Tab. 3: Reife der verschiedenen Schnittmethoden in den Jahren 2019-2022 (Durchschnitt aller 4 Versuchsjahre).

Methode	°KMW	g/l Sre
K- Strecker	19,1	8,5
Frostrute	19,2	7,9
Frostkopf	20,1	7,7
Doppelt Z.	19,2	8,6
Minimal	17,4	9,8

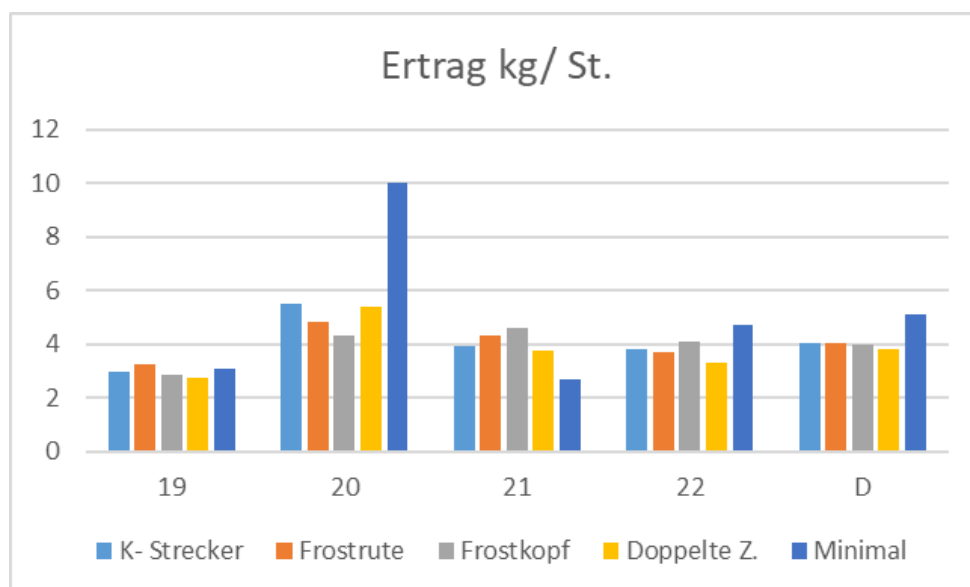


Abb. 5: Ertrag der verschiedenen Schnittvarianten bei Ausdünnung im Minimalschnitt (D =Durchschnitt aller Versuchsjahre).

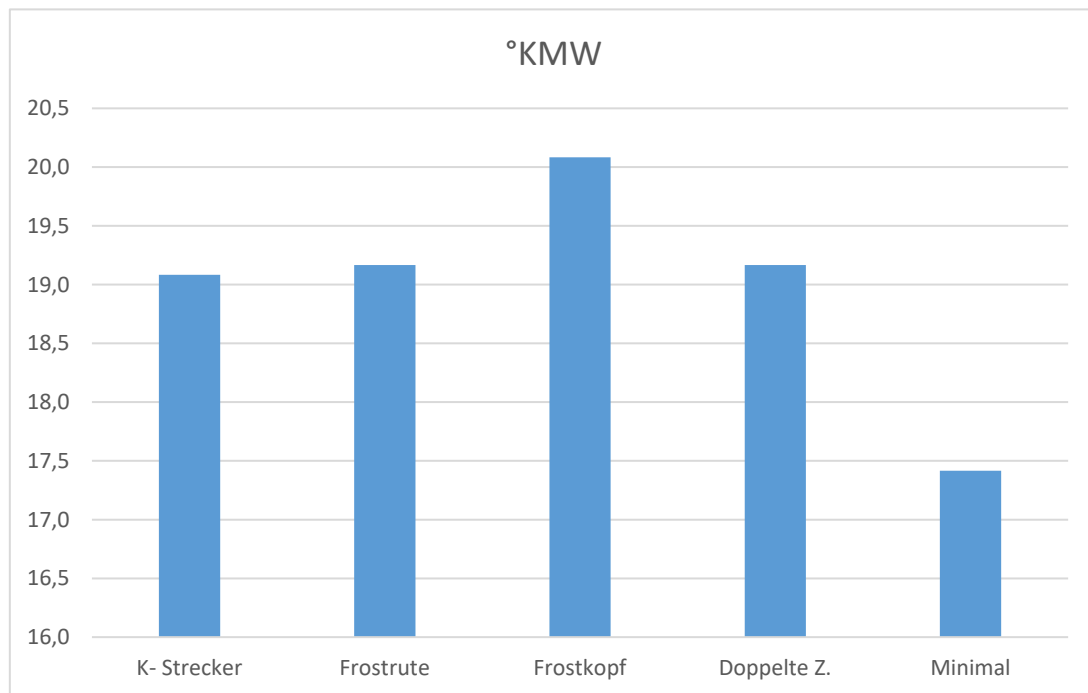


Abb. 6: Reife der Schnittvarianten im Vergleich, Durchschnitt aller Versuchsjahre.

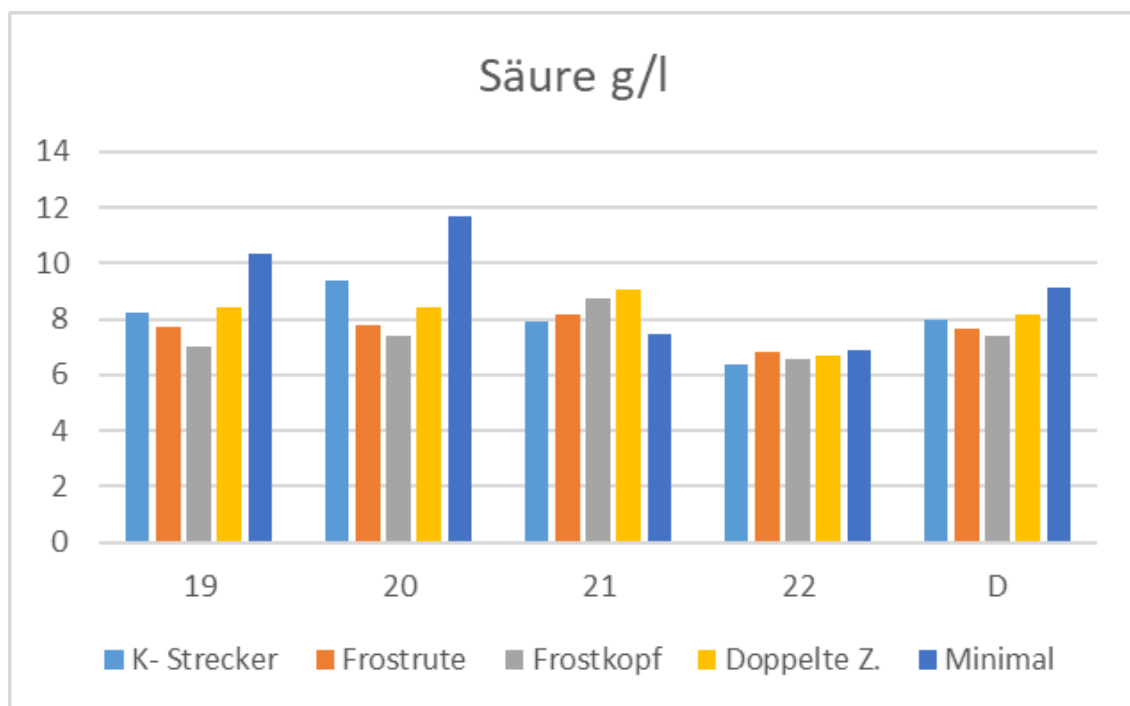


Abb. 7: Gesamtsäuregehalte zum Erntezeitpunkt nach Schnittvarianten.

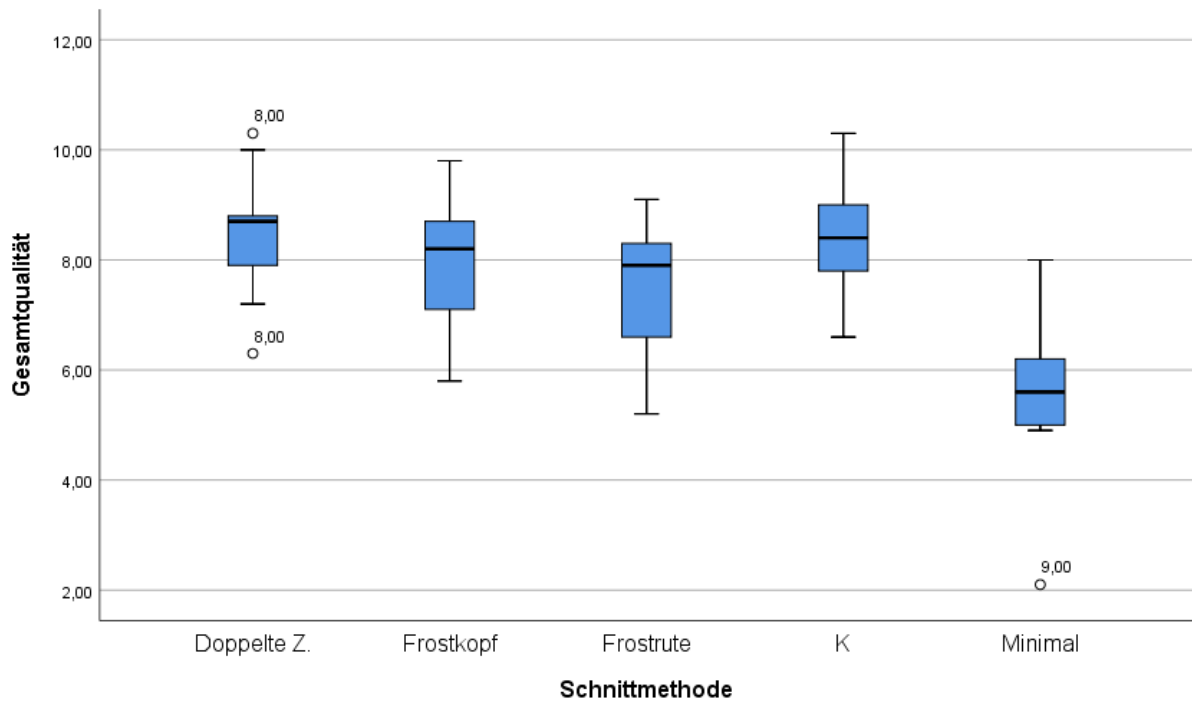


Abb. 8: Sensorische Beurteilung der Weine aus den 5 Schnittmethoden im Durchschnitt der Jg. 2019 – 2022.

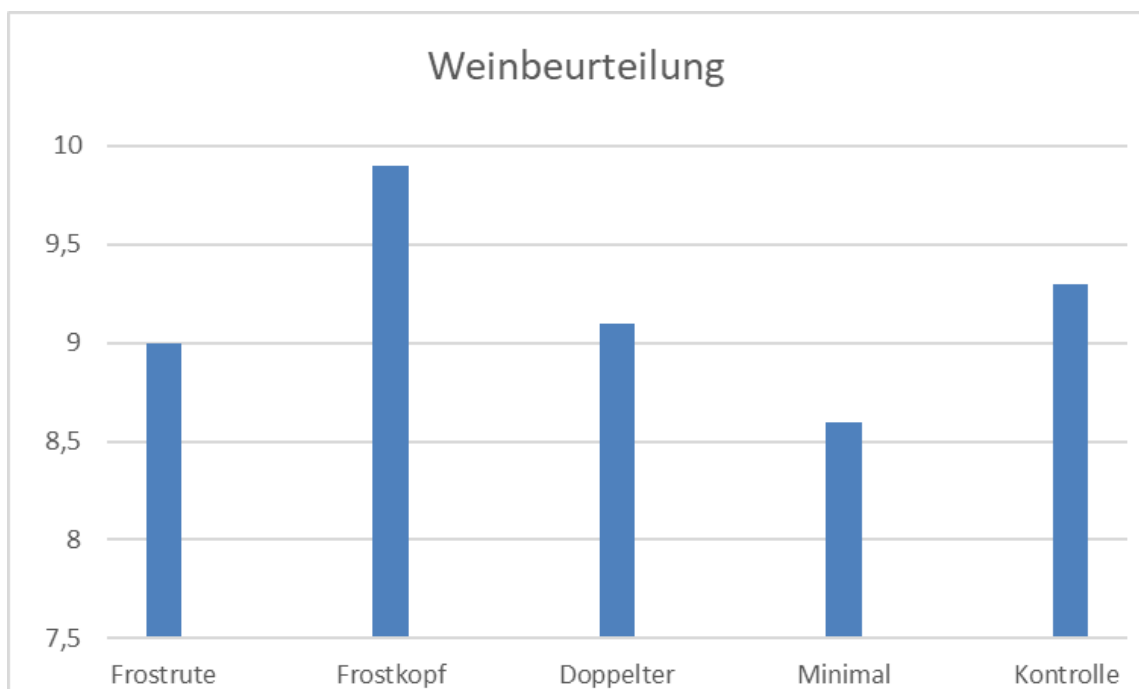


Abb. 9: Sensorische Beurteilung der Weine Jg. 2019 aus den verschiedenen Schnittvarianten durch eine achtköpfige Kommission. Evaluierung mittels unstrukturierter Skala (Gesamturteil).

Versuch Leibnitz

Die verwendete Methode der Schnittverzögerung (VS) erbrachte in der Steiermark folgende Resultate: Der verzögerte Schnitt resultierte auch in einer verzögerten Entwicklung. Das Ausmaß der Verzögerung variierte aber erheblich und hing vom Jahrgang, der Rebsorte und dem Standort ab. Im Jahr 2019 wurde ein signifikanter Unterschied (Kruskal-Wallis-Test) zwischen verzögertem Schnitt, Frostrutenschnitt und praxisüblichem Einstreckerschnitt erzielt (Abb. 10). Der Frostrutenschnitt konnte in diesem Fall statistisch nicht vom verzögerten Schnitt differenziert werden, obwohl die Entwicklung deutlich schneller verlief (Tab. 4). In diesem Ansatz wurden alle Triebe der Frostrute und des gebundenen Triebes berücksichtigt. Im Jahr 2020 konnte mit dem verzögerten Rebschnitt bei der Sorte Gelber Muskateller der größte Entwicklungsunterschied beobachtet werden (Abb. 11). Allerdings verhielt sich der Frostrutenschnitt ähnlich dem Kontrollschnitt und konnte statistisch nicht von der Kontrolle unterschieden werden. Die Verzögerungstendenz war jedoch sichtbar. Im Jahr 2021 erfolgte ein deutlich späterer Austrieb und in

diesem Jahr wurden die Triebe bei der Frostrute nach ihrem Platz auf dem gebundenen oder freistehenden Strecker unterschieden (Abb. 12). Der verzögerte Schnitt erbrachte einen signifikanten Unterschied in der Entwicklung gegenüber der Kontrolle. Der ungebundene Trieb bei der Variante Frostrute zeigte die schnellste Entwicklung. Die Triebe des gebundenen Streckers entwickelten sich ähnlich jener im verzögerten Schnitt und es waren keine Unterschiede erkennbar. Dies konnte zum ersten Mal beobachtet werden und dürfte der späten, aber dafür schnell verlaufenden Entwicklung geschuldet sein. Der verzögerte Schnitt kann je nach Schnittzeitpunkt eine Entwicklungsverzögerung von zwei bis drei Wochen (Poni et al., 22) betragen, in diesem Versuch wurde jedoch nur eine mehrtägige Verzögerung beobachtet. Je später der Schnitt erfolgt, desto mehr Unterschied bleibt auch bis zur Reife bestehen. Dies spiegelt sich auch im Ertrag und in der physiologischen Reife wider. Nicht unproblematisch gestaltet sich das Binden der Strecker nach dem Austrieb. Die Gefahr Triebe durch Abstreifen beim Binden zu verlieren, vergrößert sich mit zunehmender Entwicklung.

Tab. 4: Der Kruskal-Wallis-Test erbrachte eine signifikante Unterscheidung zwischen Kontrolle und den alternativen Schnittmethoden im Jg. 2019.

Paarweise Vergleiche von VAR00001					
Sample 1-Sample 2	Teststatistik	Std.-Fehler	Standardteststatistik	Sig.	Korr. Sig. ^a
V-F	4,455	4,119	1,081	,280	,839
V-K	16,682	4,119	4,050	,000	,000
F-K	-12,227	4,119	-2,968	,003	,009

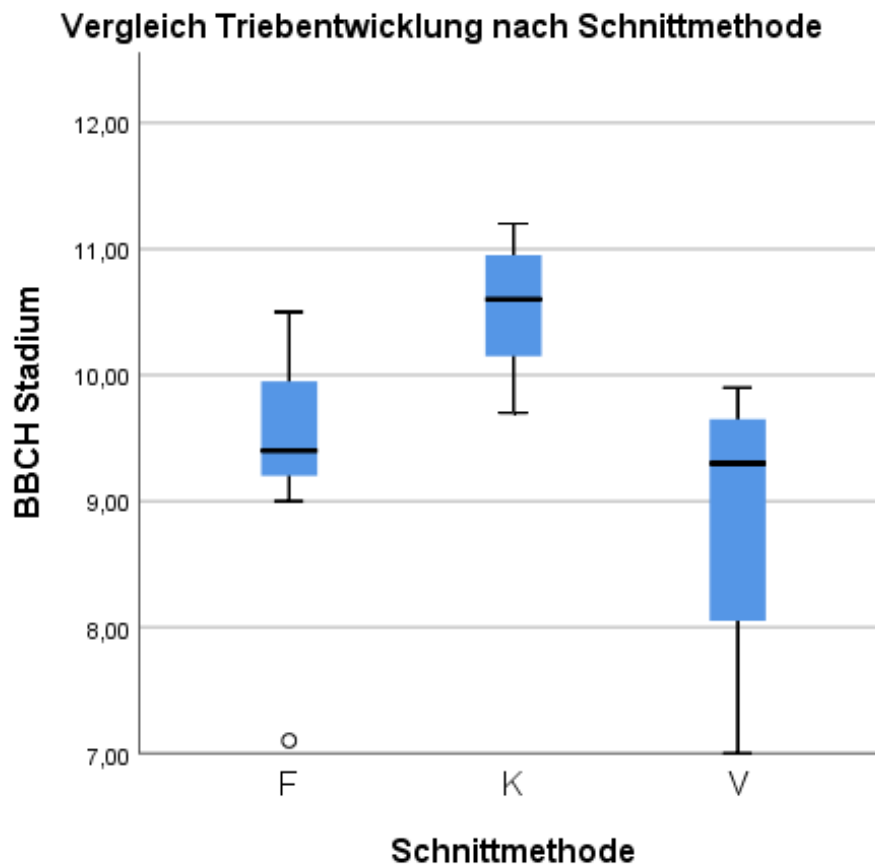


Abb. 10: Triebentwicklung nach der BBCH-Skala bei der Sorte Wildbacher Blau. Einstreckerschnitt (K) im Vergleich zu Frostruten (F) und Verzögertem Schnitt (V) Jg. 2019.

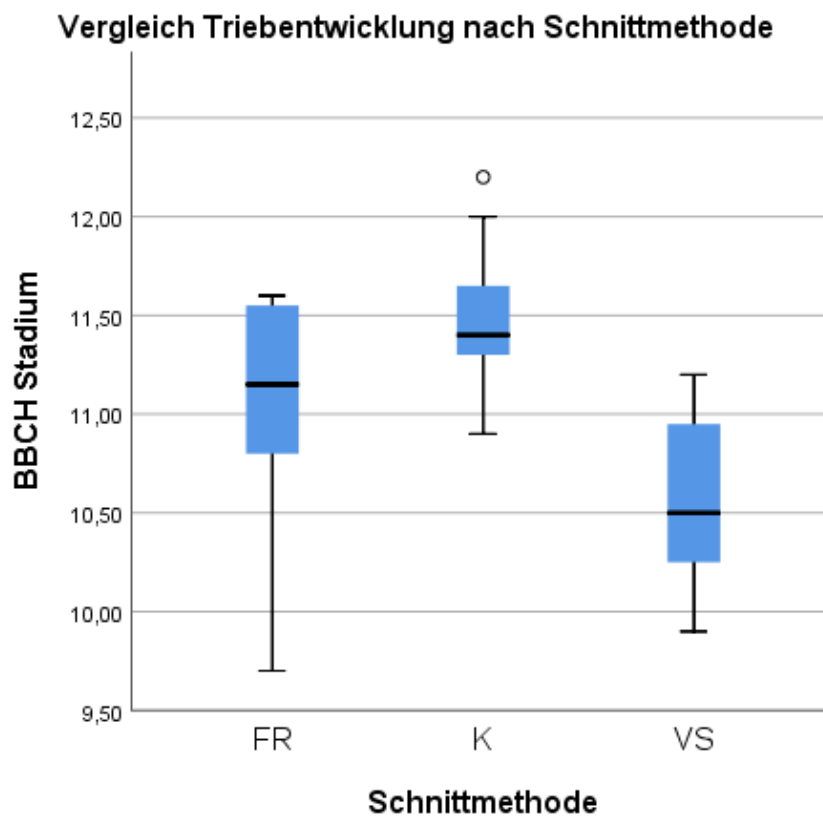


Abb. 11: Triebentwicklung nach der BBCH-Skala bei der Sorte Gelber Muskateller. Einstreckerschnitt (K) im Vergleich zu Frostruten (FR) und Verzögerten Schnitt (VS) Jg. 2020.

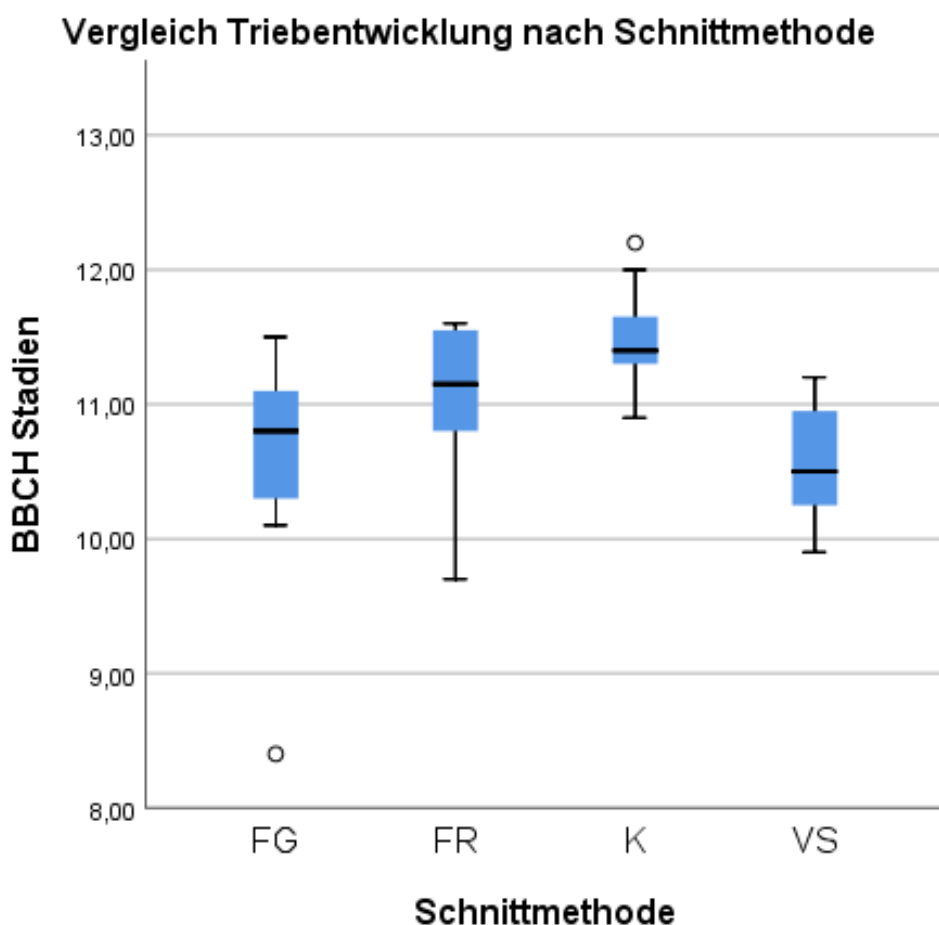


Abb. 12: Triebentwicklung nach der BBCH-Skala bei der Sorte Wildbacher Blau. Einstreckerschnitt (K) im Vergleich zu Frostruten (FR) und der gebundenen Frostrute (FG) und Verzögerten Schnitt (VS).

Schlussfolgerungen

Frostprävention mittels Austriebsverzögerung kann über den Schnitt erfolgen. Einige Winzer haben diesen Ansatz schon in ihr Repertoire aufgenommen und schon erste Erfolge beobachtet. Dabei geht es primär um eine höhere Augenanzahl, die bei einer Teilschädigung immer noch eine ausreichende Triebanzahl ermöglicht. Das betrifft sowohl die Methode der Belassung einer Frostrute als auch die Minimalschnitt-Kultur. Beide Varianten haben sich in der Praxis schon einen Platz erkämpft. Mehrere Ruten am Kopf zu belassen und damit einen Frostkopf auszubilden erhöht die Wahrscheinlichkeit auch in Frostlagen trotz Spätfrosts ausreichend fruchttragende Triebe zu behalten. Ein später Schnitt, hier als verzögerter Schnitt bezeichnet, kann die Triebentwicklung etwas hinauszögern und damit

höhere Stabilität gegenüber Frost erreichen. Der doppelte Zapfenschnitt als Frostprävention wurde in Österreich bisher nicht praktiziert. Dabei geht es nicht so sehr um die Anzahl an Augen, als um einen zweiten Schnitt, der erst dann erfolgt, wenn die Frostgefahr insgesamt schon erheblich geringer ist. Damit lässt sich eine beachtliche Verzögerung im Austrieb erreichen, die sich aber auch auf die Reifeparameter auswirkt. Abhängig von der Sorte und der Fruchtbarkeit auf den basalen Augen wird nach einem ersten Langzapfenschnitt, der idealerweise mit dem Vorschneider gemacht wird, auf zwei bis drei Augen pro Zapfen eingekürzt. Die schon gut entwickelten Triebe am Zapfenende gehen dann verloren und die basalen Augen müssen sich erst entwickeln. Gibt es ein Frostereignis, dann sterben die oberen Triebe ab und die basalen Augen stellen immer noch ausreichend Triebe und Trauben zur Verfügung. Jedenfalls liegen die

Erträge im Bereich, in dem sich auch jene der Methoden Frostrute oder einfacher Streckerschnitt befinden. Der Ertrag im Minimalschnitt liegt jedoch bedeutend höher, was üblicherweise eine Qualitätsreduktion mit sich bringt. Früher konnte der doppelte Zapfenschnitt

bei uns wegen der fehlenden Reifezeit nicht empfohlen werden. Heute könnten sich als Strategie gegen die Auswirkungen des Klimawandels damit zwei Dinge erzielen lassen: Spätfrostschutz und eine spätere Reife mit ausreichender Säure und weniger Alkohol.

Literatur

Archer, E., Schalwyk, D. 2007: The Effect of Alternative Pruning Methods on the Viticultural and Oenological Performance of some Wine Grape Varieties. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 28, No. 2: 107-139.

Bauer, K., Regner, F., Friedrich, B. 2017: Weinbau. AV Fachbuch, Cadmos Verlag, 13. Aufl.

Becker, A. 2007: Kordonschnitt neu überdenken. *Der Deutsche Weinbau* (21): 16-20.

Bernizzoni, F., Gatti, M., Civardi, S., Poni, S. 2009: Long-term Performance of Barbera grown under different training systems and within row vine spacings. *American J. of Enology and Viticulture* 60 (3): 339-348.

Busch-Stockfisch, M. 2015: Praxishandbuch-Sensorik kompakt. In der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Hamburg: Behr's Verlag GmbH, 1. Aufl.

Centinari, M., Smith, M. S., Londo, J. P. 2016: Assessment of Freeze Injury of Grapevine Green Tissues in Response to Cultivars and a Cryoprotectant Product. *HORTSCIENCE* 51(7): 856–860.

Dami, I., Hamman, R., Stushnoff, C. 1997: Delay of bud break and deacclimation in grapevines to overcome spring frost. *American Journal of Enology & Viticulture* 48 (3): 376.

Dami, I. 2007. Delaying grapevine bud burst with oils. In: *Proc. Inst. for Continental Climate Viticulture and Enology—Understanding and preventing freeze damage in vineyards*. University of Missouri–Columbia: 89–93.

Friend, A. P., Trought, M.C.T. 2007: Delayed winter spur-pruning in New Zealand can alter yield components of Merlot grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 13(3): 157–164. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2007.tb00246.x>

Froni, T. Pirez, F.J. Diti, I. Ronney, L., Poni, S.T., Gatti, M. 2019: Post-budbreak pruning changes intra-spur phenology dynamics, vine productivity and berry ripening parameters in *Vitis vinifera* L. cv. 'Pinot Noir'. *Scientia Horticulturae*, Volume 256: 108584. doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108584.

Formeyer, H., Goler, R. 2013: Auswirkung des Klimawandels auf die Eignung für den Weinbau in Österreich und Europa. In: Prettenthaler, F., Formeyer, H.: *Weinbau und Klimawandel*. Medienfabrik Graz: S. 117-148.

<https://cropaid.com/products/frost-protection/biostimulants/antifrost/>

Kartschall, T., Wodinski, M., Von Bloh, W., Oesterle, H., Rachimow, C., Hoppmann, D. 2015: Changes in phenology and frost risks of *Vitis vinifera* (cv. Riesling) *Meteorologische Zeitschrift* 24: 189-200.

Kothgasser, M. 2018: Frostabwehr im Obst- und Weinbau Die Vielfalt der Methoden und ihre Wirksamkeit unter besonderer Berücksichtigung der Bewindung. Graz, Karl-Franzens-Universität, Diplomarbeit.

Kraus, C.H., Rauch, C., Kalvelage, E.M., Behrens, F.H., D'Aguiar, D., Dubois, C., Fischer, M. 2022: Minimal versus Intensive: How the Pruning Intensity Affects Occurrence of Grapevine Leaf Stripe Disease, Wood Integrity, and the Mycobiome in Grapevine Trunks *J. Fungi* 8: 247. <https://doi.org/10.3390/jof8030247>.

- Labay, Y.E.** 2018: Evaluating the impact of Ethephon on bud break and delayed pruning on cluster count in wine grapes. A & M University of Texas, MA Thesis.
- Main, G.L., Morris, J.R.** 2008: Impact of Pruning Methods on Yield Components and Juice and Wine Composition of Cynthiana Grapes. American Journal of Enology and Viticulture 59 (2): 179-187.
- Mehofer, M., Schmuckenschlager, B., Hanak, K., Vitovec, N., Braha, M., Christiner, F., Cazim, T., Gorecki, A., Brader, CH., Schober, V., Prinz, M.** 2021: Untersuchungen zum Einfluss von drei verschiedenen Schnittsystemen auf Ertrag und Qualität der Rebsorte 'Zweigelt' ('Rotburger). Mitteilungen Klosterneuburg 71: 139 – 155.
- Moran, M.A., Bastian, S.E., Petrie, P.R., Sadras, V.O.** 2018: Late pruning impacts on chemical and sensory attributes on Shiraz wine. Australian Journal of Grape and Wine Research, 24: 469-477.
- Morgani, M., Pena, J., Fanzone, M., Prieto, J.** 2022: Pruning after budburst delays phenology and affects yield components, crop coefficient and total evapotranspiration in *Vitis vinifera* L. cv. 'Malbec' in Mendoza, Argentina. Scientia Horticulturae. 296: 110886.
- Nastl, Ch., Regner, F.** 2019 Frostbekämpfung beginnt mit Temperaturerfassung. Der Winzer 7: 10-12.
- Pérez, F.J., Noriega, X.** 2018: Sprouting of paradormant and endodormant grapevine buds under conditions of forced growth: similarities and differences. Planta 248: 837–847. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-2941-7>.
- Persico, M.J., Smith, D.E., Centinari, M.** 2021: Delaying bud break to reduce freeze damage: Seasonal vine performance and wine composition in two *Vitis vinifera* cultivars. Amer. J. Enology and Viticulture 72: 346-357.
- Petgen, M.** 2016: Schutz vor Spätfrost. Der Winzer (3): 20-23.
- Poni, S., Sabbatini, P., Palliotti, A.** 2022: Facing Spring Frost Damage in Grapevine: Recent Developments and the Role of Delayed Winter Pruning. Am J Enol Vitic 73:4: 211-226.
- Poling, B.E.** 2008 Spring Cold Injury to Winegrapes and Protection Strategies and Methods. Hortscience VOL. 43(6): 1652-1662.
- Redl, H.** 1989: Die Lokalisation des Fruchtholzes bei zweiarmig waagrechter Kordonerziehung und deren Bedeutung für Traubengewicht, Traubenqualität und Blattmassebildung bei der Rebsorte Grüner Veltliner. Mitteilungen Klosterneuburg 39: 45-51.
- Regner, F., Brandstätter, I., Ferschel, E., Rosner, F.** 2022: Prävention gegen Frostschäden im Weinbau! Der Winzer 2: 11-15.
- Palliotti, A., Frioni, T., Tombesi, S., Sabbatini, P., Cruz-Castillo, J.G. Lanari, V., Silvestroni, O., Gatti, M., Poni, S.** 2017: Double-Pruning Grapevines as a Management Tool to Delay Berry Ripening and Control Yield. American Journal of Enology and Viticulture. 68: 412-421. [ajev.2017.17011. 10.5344/ajev.2017.17011](https://doi.org/10.5344/ajev.2017.17011).
- Sauer, E., Baumann, A.** 2022: Schneiden statt Schnippeln: Anmerkungen zum Rebschnitt, Weinbauring Franken e. V. www.lwg.bayern.de/mam/cms06/weinbau/dateien/2_schneiden_statt_schnippeln.pdf
- Schiefer, H.-C., Thim, G.** 2020: Wundarmer Rebschnitt. So können Reben gesund altern. Rebe & Wein (01): 30-33.
- Scholz, A.** 1983: Der Einfluß von Boden, Unterlage und Klima auf den Ertrag und die Qualität bei Riesling Klon 239Gm. Rheinische Fr.-Wilhelms Universität Bonn, Inaugural Dissertation.
- Schultze, S.R., Sabbatini, P., Luo, L.** 2016: Interannual effects of early season growing degree day accumulation and frost in the cool climate viticulture of Michigan Ann. Assoc. American Geography 106: 975-989.
- Sevenich, L.** 2005: Weinsensorik. Agrarverlag, Druck: Freiburger Graphische Betriebe.

Soja, G., Zehetner, F., Rampazzo-Todorovic, G., Schildberger, B., Hackl, K., Hofmann, R., Burger, E., Grüneberger, S., Omann, I. 2010: Weinbau im Klimawandel: Anpassungs- und Mitigationsmöglichkeiten am Beispiel der Modellregion Traisental. Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft: 1-20.

Travadon, R., Lecomte, P., Diarra, B., Lawrence, D.P., Renault, D., Ojeda, H., Rey, P., Baumgartner, K. 2016: Grapevine pruning systems and cultivar influence on the diversity of wood-colonizing fungi. Fungal Ecology Volume 24, Part A: 82-89.

Weiss, J., Zenz, H. 1989: Reduction of panel variances by a simple two step normalization procedure for graphical line scale. Acta Alimentaria 18:313-323.

Woodhead, I., Richards, S., Hayward, A. 2007: Protection, methods and considerations to help to keep frost risk down The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker 522: 39-43.

Zahn, H. 1931: Untersuchungen über Spätfrostschäden an der Weinrebe. Sonderdruck zu Die Gartenbauwissenschaften, Inaugural Dissertation Hochschule Hohenheim.

Zheng, W., Galdo, V. García, J., Balda, P., Martinez de Toda, F. 2016: Minimal Pruning as a tool to delay fruit maturity and to improve berry composition under Climate Change. American J. of Enology and Viticulture 68: 10.5344/ajev.2016.16038.

Eingelangt am 4. Juli 2023

Mit Unterstützung von Bund und Europäischer Union

 Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft



Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.

