

Auswirkungen künstlicher Beschattung und Entblätterungsmaßnahmen auf Traubengesundheit, Traubenqualität und Weinqualität bei der Rebsorte 'Chardonnay' (*Vitis vinifera* L.) im Weinbaugebiet Südsteiermark

Wolfgang Renner

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, A10 – Land- und Forstwirtschaft
 Versuchsstation Obst- und Weinbau Haidegg
 A-8047 Graz, Ragnitzstraße 193
 E-Mail: wolfgang.renner@stmk.gv.at

Durchschnittlich hagelt es in der Steiermark an 0,6 bis 2,5 Tagen pro Jahr. In Weingärten wird daher das beidseitige Anbringen von seitlichen Hagelschutznetzen über der Laubwand immer öfters praktiziert. Die Schadensintensität an den Trauben kann so drastisch gesenkt werden. Hohe Niederschlagsmengen, vor allem in der letzten Phase der Beerenreife, erhöhen allgemein die Gefahr von Traubenfäulnis. Ziel der vorliegenden Arbeit war es zu ergründen, ob Hagelschutz mit seitlichen Netzen, Entblätterung und künstliche Beschattung reife und gesunde Trauben für regionstypische Weine möglich machen. In den Vegetationsjahren 2018 und 2019 wurden in der Südsteiermark in einem mit seitlichen Hagelschutznetzen ausgestatteten Bestand der Rebsorte 'Chardonnay' drei Versuchsvarianten verglichen: i) unbehandelte Kontrolle ohne Entblätterung der Traubenzone, ii) Entblätterung der Traubenzone, iii) Entblätterung der Traubenzone und zusätzliche Beschattung mit einem Schattiernetz. Die Häufigkeit und die Stärke der Traubenfäulnis konnten bei den entblätterten Varianten, also auch bei der künstlich beschatteten, zum Teil signifikant reduziert werden. Stockerträge und Traubengewichte blieben weitgehend unbeeinflusst. Alle entblätterten Varianten ergaben im Traubenmost weniger Äpfelsäure und Stickstoff-Komponenten sowie langsamere Gärverläufe. Die sensorische Bewertung der Weine bestätigte, dass weder durch die Entblätterung der Traubenzone noch durch die Entblätterung inklusive künstlicher Beschattung die für die Region typische Stilistik verloren ging. Die zusätzliche Beschattung mittels Schattiernetz brachte bei der Rebsorte 'Chardonnay' unter den Bedingungen der Jahrgänge 2018 und 2019 in der Südsteiermark keine Vorteile hinsichtlich Traubengesundheit und Weinsensorik.

Schlagwörter: Hagelschutznetz, Schattiernetz, Traubenfäulnis, Lichtdurchlässigkeit, Weintypizität

Effects of artificial shading and defoliation measures on grape health, grape quality and wine quality with the grape variety 'Chardonnay' (*Vitis vinifera* L.) in the winegrowing region Southern Styria. On average, it hails in Styria on 0.6 to 2.5 days per year. In vineyards, therefore, the attachment of lateral hail protection nets above the leaf wall on both sides is becoming more and more common practice. The damage intensity of the grapes can thus be drastically reduced. High amounts of precipitation, especially in the last phase of berry ripening, generally increase the risk of grape rot. The aim of the present work was to find out whether hail protection with lateral nets, defoliation and artificial shading render possible the production of ripe and sound grapes for wines typical of the region. In the vegetation years 2018 and 2019 in Southern Styria three test variants were compared in a vineyard of the 'Chardonnay' grape variety equipped with lateral hail protection nets: i) untreated control without defoliation of the grape zone, ii) defoliation of the grape zone, iii) defoliation of the grape zone and additional shading with a shading net. The frequency and severity of grape rot could be significantly reduced in some cases in the defoliated variants, i. e. also in the artificially shaded ones. Stock yields and grape weights were largely unaffected. All defoliated variants produced less malic acid and nitrogen components in the grape must and fermentation processes were slower. The sensory evaluation of the wines confirmed that neither defoliation of the grape zone nor defoliation including artificial shading affected the typical stylistics of wines from this region negatively. The additional shading by means of a shading net did not bring any advantages in terms of grape health and in the sensory evaluation for the grape variety 'Chardonnay' under the conditions of the 2018 and 2019 vintages in Southern Styria.

Keywords: hail protection net, shading net, grape rot, light permeability, wine typicity

Die Durchschnittstemperatur in Europa steigt weiterhin, wobei die regional und saisonal unterschiedlichen Erwärmungsraten in den nördlichen Breiten Europas am größten sind. Seit den 1950er Jahren wurden hohe Temperaturextreme (Hitzetage, Tropennächte, Hitzewellen) häufiger und Kälteextreme, wie Kälteeinbrüche oder Frosttage, weniger. Es werden markante Anstiege von Extremen erwartet, speziell von Hitzewellen, Trockenphasen und Starkregeneignissen (Kovats und Valentini, 2014). Das Klima in der Steiermark ist im Allgemeinen im Vergleich mit den pannonisch beeinflussten Weinbaugebieten Österreichs eher kühl und feucht. Es wird sowohl von der Nähe zu den Alpen als auch vom adriatischen Meer bestimmt. Wintertemperaturen können unter -15 °C sinken und Frostschäden verursachen. Die Jahresniederschläge bewegen sich zwischen 800 und 1.200 mm, was vor allem dann problematisch ist, wenn sie zur falschen Zeit fallen: zur Reblüte und in der letzten Reifephase kurz vor der Ernte. In der steiermärkischen Weinbauregion gibt es 15 bis 27 Gewittertage jährlich, wobei eine Zunahme von Ost nach West festzustellen ist. Je näher an der Koralpe, desto häufiger kommt es zu Gewittern. 65 bis 78 % der Gewitter geschehen in den Monaten Juni, Juli und August. Gewitter sind häufig begleitet von Hagelereignissen. Auch bei den Hagelereignissen beobachten wir ein West/Ost-Gefälle. In den Monaten von Mai bis August hagelt es in der Weinbauregion Steirerland durchschnittlich an 0,6 bis 2,5 Tagen im Jahr (Prettenthaler et al., 2010). Hagel (Eiskörner über 5 mm Durchmesser) stellt demnach eine ständige Gefahr für die Weingärten dar.

Das beidseitige Anbringen von seitlichen Hagelschutznetzen als Vorhang-System über die Traubenzone oder über die gesamte Laubwand wird immer öfter praktiziert. Schäden an Triebachsen, Blättern und Trauben können damit aber nicht zu 100 % verhindert werden, denn seitlich eintreffende Hagelschloßen können dicht an das Netz anliegende Blätter und Trauben treffen. Bei leichten und mittleren Hagelereignissen kann die Schadenshäufigkeit an Trauben um 62 bis 79 % und die Schadensintensität um 89 bis 91 % gesenkt werden (Weinmann et al., 2012).

Feuchte Witterungsbedingungen während der Phase der Beerenreife beeinträchtigen in vielen Jahren die Traubengesundheit im österreichischen, speziell aber im steiermärkischen Weinbau. Um sowohl gesunde Trauben als auch höchste Weintypizität zu erreichen, sind die Traubenerzeuger daher besonders gefordert, notwendige Kompromisse in der Laubwandgestaltung einzugehen (Renner et al., 2011). Dicht anliegende seitliche Hagelnetze können die Durchlüftung der Laubwand beeinträchtigen und vor allem bei feuchter Jahreswitterung während der Beerenreifephase zu einem stärkeren Auftreten von Traubenfäulnis, hervorgerufen durch *Botrytis cinerea*, führen (Renner, unveröffentlicht). Hinsichtlich des Pflanzenschutzes können Seitenschutznetze außerdem die Wirkstoffanlagerung an Blättern um bis zu 16 % und an Trauben um bis zu 12 % mindern (Siegfried et al., 2018). Der Gedanke liegt somit nahe, den Trauben mit Netzen Schutz vor Hagelkörnern zu bieten und durch Entblätterung der Traubenzone für eine bessere Durchlüftung, bessere Erreichbarkeit mit Pflanzenschutzmitteln und gesündere Trauben zu sorgen.

Entblätterungen der Traubenzone zu einem frühen Zeitpunkt zwischen Blüte und Traubenschluss verbessern das Mikroklima sowie die Abwehrkraft der Beerenhaut und reduzieren so die Häufigkeit und Stärke von Traubenfäulnis, meist verursacht durch *B. cinerea*. Die Beerenhaut von beschatteten Trauben ist dünner und anfälliger für den Pilzbefall (Verdenal et al., 2017 und 2018, Zoecklein et al., 1992). Entblätterungsmaßnahmen zu verschiedenen Zeitpunkten zwischen Blütebeginn und Reifebeginn bei den Rebsorten 'Auxerrois', 'Grauburgunder' und 'Sauvignon blanc' brachten eine signifikante Reduktion der Traubendichte. Manuelle Entblätterungen in der Traubenzone zwischen Blüte und Traubenschluss haben kaum oder keinen Effekt auf die Traubenstruktur, erwiesen sich aber als sehr effizient, um von *B. cinerea* verursachte Traubenfäulnis zu kontrollieren (Molitor et al., 2011; Evers et al., 2010). Ähnliche Ergebnisse erzielte man bei Entblätterungsversuchen zu verschiedenen Zeitpunkten (Entwicklungsstadien 17 bis 31 nach Eichhorn-Lorenz) bei 'Chardonnay'. Die nicht entblätterte Kontrollvariante zeigte eine um 48 bis

77 % höhere Befallsstärke mit *B. cinerea*. Durch den signifikant stärkeren Befall mit Traubenfäulnis war in der Kontrollvariante auch der Ertragsverlust am größten (Vogel et al., 2020). Eine drastische Reduktion der Botrytis-Häufigkeit und Befallsstärke um bis zu 90 %, abhängig vom Zeitpunkt der Maßnahme, erzielte man bei Entblätterungsversuchen mit den Rebsorten 'Graciano', 'Carignan' und 'Chardonnay'. Vorblütebehandlungen ergaben weniger Beeren pro Traube sowie kleinere Beeren und dadurch weniger Kompaktheit. (Tardaguila et al., 2010; Hed et al., 2015).

Entblätterungen führen meist zu einem Ertragsrückgang, der je nach Zeitpunkt der Maßnahme bis zu 30 % betragen kann. Eine Entblätterung induziert eine verstärkte Traubenexposition und eine porösere Laubwand. Besonders bei Vorblüte-Entblätterungen erfolgt aber eine spätere Wiederherstellung eines guten Blatt:Frucht-Verhältnisses. (Vaillant-Gaveau et al., 2014; Tardaguila et al., 2010). Intensität und Zeitpunkt der Entblätterungsmaßnahmen beeinflussen die Zuckerkonzentration in den Beeren. Entblätterungen reduzieren sie grundsätzlich. Vorblüte-Entblätterungen können aber durch einen stark verringerten Fruchtansatz sogar höhere Zuckerkonzentrationen in den reifen Beeren vorweisen (Intrieri et al., 2008; Vaillant-Gaveau et al., 2014).

Werte der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) in der Traubenzone waren bei entblätterten Varianten dreimal höher als bei nicht entblätterten Parzellen. Hohe Temperaturen an stark besonnten Trauben reduzierten die Äpfelsäurewerte (Martinez de Toda und Balda, 2014). Erwähnenswerte Effekte auf die Zusammensetzung des Traubenmostes ergab eine Entblätterung kurz nach dem Fruchtansatz, das vor allem durch die Reduktion der titrierbaren Säure (Hed et al., 2015). Die totale Entblätterung der Traubenzone führte zu höherer Flavonol-Konzentration und reduzierter Konzentration an Hydroxymyrsäuren in den Beeren. Die Beerentemperatur war am höchsten bei totaler Entblätterung. Beschattungen führten zu höheren Säuregehalten in den Trauben (Ghiglieno et al., 2020).

Die Rebsorte 'Chardonnay' ist relativ empfindlich gegenüber Sonnenbrand. Dies dürfte auf Veränderungen in der Wachsschicht der Kutikula zurückzuführen sein. Schon bei den geringsten Sonnenbrand-Symptomen verlieren diese Wachse ihre kristalline Struktur und werden brüchig. Das Auftreten von braunen Läsionen auf der Beerenhaut dürfte auf sekundäre phenolische Komponenten zurückzuführen sein (Greere et al., 2006).

Viele Studien gibt es über Entblätterungsmaßnahmen in der Traubenzone, aber nur wenige über künstliche Beschattungen. Diese wurden vortrefflich zur Untersuchung der Auswirkungen von Hitze und Sonnenstrahlung hinsichtlich Sonnenbrand und qualitätsmindernder Einflüsse auf die Beereninhaltsstoffe durchgeführt. Die künstliche Beschattung der Trauben mit zwei unterschiedlichen Schattinetzen reduzierte die Oberflächentemperatur der Beeren. Mit zunehmender Sonnenbestrahlung nahm in den Beeren die Konzentration von Flavonolen (Kaempferol, Quercetin) zu und die der Äpfelsäure ab (Reshef et al., 2017; Scafidi et al., 2013). Eine Beschattung des unteren Drittels der Laubwand mit weißen Netzen führte zu einer hochsignifikanten Reduktion der Sonnenstrahlung und der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) im Zentrum der Laubwand. Die Temperatur in der Laubwand war signifikant höher als die Lufttemperatur außerhalb auf Grund der geringeren Luftzirkulation. Die Netze selbst reduzieren nur die Strahlung. Beschattete Beeren waren um ca. 1 °C kühler als nicht beschattete Beeren. Nicht beschattete Stöcke hatten wegen einer doppelt so hohen Anzahl geschrumpfter Beeren signifikant geringere Erträge. Keinen signifikanten Einfluss stellte man auf die Mostinhaltsstoffe fest, aber eine deutliche Reduktion der Gesamtphenole und extrahierbaren Phenole (Oliveira et al., 2014).

Veränderungen in der Sonnenstrahlung, die UV-B-Strahlung wird wahrscheinlich zunehmen, haben einen direkten Einfluss auf die Traubenzusammensetzung und damit auf die Aromaentwicklung (Schultz, 2000). Weine mit frischer Aromatik und säurebetontem Charakter werden vor diesem Hintergrund zukünftig in vielen Jahren bei kompletter Traubenfreistellung nicht mehr produziert werden können. Ziel der hier vorliegenden Arbeit war daher zu untersuchen, ob mit der

Verwendung seitlicher Hagelschutznetze, gleichzeitiger Entblätterung der Traubenzone und zusätzlicher künstlicher Beschattung mittels Schattiernetze gesunde und qualitativ hochwertige Trauben mit Potential für regional-typische Weine gewonnen werden können.

Material und Methoden

Versuchsanlage

Der Versuch wurde in den aufeinanderfolgenden Vegetationsjahren 2016 bis 2019 durchgeführt. Allerdings waren die Jahrgänge 2016 als auch 2017 von starken Spätfrostereignissen betroffen, sodass die Erhebung von Traubenparametern sowie die Analyse der Weine nur in den Jahrgängen 2018 und 2019 erfolgten. Das unvorhergesehene Spätfrostereignis 2016 bot aber die Gelegenheit, die Stärke der Spätfrostschäden in den verschiedenen Varianten zu bonitieren. Der Versuchswingarten liegt im Weinbaugebiet Südsteiermark in der Gemeinde Leutschach an der Weinstraße (46°38'N, 15°30'E) auf einem Südhang mit

einer Neigung zwischen 30 und 50 % und auf einer Seehöhe zwischen 420 und 440 Meter ü.A. (WEBGIS PRO STEIERMARK, 2021). Der Boden ist ein kalkhaltiger Rigolboden aus Mergel. Der A-Horizont kann als lehmiger Schluff mit mäßigem Grobanteil beschrieben werden (Bodenkarte, 2021). Die Chardonnay-Rebstöcke (*Vitis vinifera* L.) wurden 2006 gepflanzt, dabei handelt es sich um den Klon Haidegg 42, veredelt auf die Rebunterlage Kober 5BB. Der Pflanzabstand beträgt 2,8 m x 1 m, die Rebstöcke werden als Flachbogen (1-Bogen-Schnitt) erzogen mit einer Gesamt-Augenzahl von 12 bis 14 Augen pro Rebstock. Alle Rebstöcke sind beidseitig mit einem seitlichen Hagelschutznetz (FRUSTAR, System Vino, PE, schwarz, 2-fädig, 0,29 mm, 3 mm x 7 mm) versehen, das am zweiten Drahtpaar des Spaliers befestigt ist und wie ein Vorhang in einer Breite von 100 cm bis unter den Kordon- bzw. Bindedraht reicht.

Tab. 1: Wetterdaten

Jahr	mm Niederschlag	°C Temperaturmittel	°C Temperaturmittel April - Oktober
2016	1.193	10,8	16,1
2017	840	11,0	16,6
2018	1.049	11,3	17,5
2019	1.024	11,6	16,6
MW 2000 - 2019	983	10,8	16,1

Wetterstation Adcon „LVZ Haidegg (Pößnitz – Süd)“, 46°39'N, 15°30'E

Die drei zu untersuchenden Prüfglieder (Varianten) wurden in vierfacher Wiederholung á 20 Pflanzen im Blockdesign angelegt (Schuster und Lochow, 1992): Netz 1-fach ohne Entblätterung (uK), Netz 1-fach mit Entblätterung (NE), Netz 1-fach mit Entblätterung plus Beschattungsnetz (NES). Das Schattiernetz (FVG professional gardening, Type 211, 50 g, 50 % Beschattung, HDPE, UV-stabilisiert, grün; FVG

Folien-Vertriebs GmbH, Dernbach, Deutschland) wurde in einer Bahn von 30 cm Breite auf das bestehende Hagelschutznetz in der Höhe der Traubenzone aufgenäht.

Alle Varianten wurden in den Versuchsjahren mit Ausnahme der Entblätterungsmaßnahmen gleich bewirtschaftet. Im Versuchsjahr 2018 erfolgte in den Varianten NE und NES am 20. Juni zum Entwicklungsstadium BBCH 73 eine maschinelle

Entblätterung (Binger EB 490 Professional, Binger Seilzug GmbH & Co.KG, Bingen am Rhein, Deutschland) und am 22. August eine händische Korrektur (BBCH 83-85). Die maschinelle Entblätterung arbeitet mit einer Saug-Zupf-Mechanik, der Bereich der Traubenzone wurde in einer Breite von 30 cm erfasst. Im Versuchsjahr 2019 wurde am 27. Juni maschinell entlaubt (BBCH 73) und am 7. August (BBCH 81) eine händische Korrektur durchgeführt. Bei den manuellen Korrekturen wurden ab der Triebbasis bis inklusive dem Blatt über der obersten Traube alle noch vorhandenen Blätter und Geiztriebe entfernt.

Laubwand-Parameter

Die Lichtdurchlässigkeit beziehungsweise die Beleuchtungsstärke wurde mit einem digitalen Luxmeter (VOLTCRAFT LX-1108, Conrad Electronic SE, Hirschau, Deutschland) gemessen. Für die Messung der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) verwendete man einen entsprechenden PAR-Sensor (SPECTRUM Quantum Light 3 Sensor Bar 366813; Spectrum Technologies, Inc., Aurora, USA). Im Versuchsjahr 2016 wurden am 15. Juni die Messungen zunächst unter Modell-Netzen im Freiland ohne Reben gemacht, wobei die Sensoren mit einem Abstand von 6 cm horizontal unter dem Netz positioniert waren. Gemessen wurde alle 30 Minuten von 9.00 bis 15.00 Uhr. Die Beobachtungen der Beleuchtungsstärke im Jahr 2018 erfolgten *in situ* am 9. Juli am späten Vormittag (11.00 bis 11.30) mit einerseits in paralleler Position zur Laubwand (Ostseite) angebrachtem Sensor auf der Höhe von 12 zufällig ausgewählten Trauben, und andererseits in horizontaler Position in der Traubenzone ebenfalls im Bereich von 12 verschiedenen Trauben.

Die Erhebung der Laubwandtemperatur und Luftfeuchtigkeit in der Traubenzone beziehungsweise deren Verläufe wurden mit Datenloggern (Onset HOBO U12 und Onset HOBO Mx2302, Onset Computer Corporation, Bourne, USA) mit einem Messintervall von 15 Minuten bzw. 5 Minuten bewerkstelligt. In jeweils zwei ausgewählten Wiederholungen jeder Variante wurden von Beerenansatz bis zur Ernte die Datenlogger genau in der Laubwandmitte im Bereich der Traubenzone installiert. Spätfrostschäden im Versuchsjahr 2016 wurden in allen Parzellen durch Auszählen

total erfrorener Haupttriebe im Verhältnis zur Gesamtzahl der vorhandenen Haupttriebe evaluiert. Die Blattflächen wurden per nicht destruktiver Bestimmungsmethode (Skinkis und Schreiner, 2013) im Versuchsjahr 2018 am 5. September (BBCH 85) erhoben.

Beeren- und Traubenbonitierung

Zur Bestimmung der Beerenfarbe wurden einen Tag vor der Ernte aus jeder Parzelle 100 Beeren, wie nachstehend beschrieben, entnommen. Von 20 Rebstöcken jeder Wiederholung wurden abwechselnd Trauben von Sommertrieben der Binderbasis, Bindermitte und Binderspitze sowie abwechselnd von der 1. und 2. Traube des Sommertriebes beprobt. Von jeder Traube wurden 5 Beeren wie von McCarthy (1997) beschrieben, genommen. Die Farbbestimmung erfolgte nach dem CIE L*a*b* -Farbsystem mittels MINOLTA Chroma Meter CR-400/410 (Konica Minolta Sensing Europe B.V., München, Deutschland).

Die Traubenbeschaffenheit wurde anhand des Deskriptors OIV-204 (Traube: Dichte) bewertet. Für die Evaluierung der Traubenfäulnis untersuchte man unmittelbar vor der Ernte (BBCH 89) von 5 Rebstöcken in jeder Wiederholung alle Trauben, zählte die Anzahl der mit Traubenfäulnis befallenen Trauben und schätzte die Befallsstärke auf einer Skala von 0 % bis 100 % in 5 % bzw. 10 %-Abstufungen, wie von Hill et al. (2010) grafisch dargestellt. Zur Prüfung der Schäden durch Sonnenbrand wurde ähnlich vorgegangen.

Bei Erreichen der Erntereife (2018: 18. September; 2019: 1. Oktober) wurden die Trauben aller Varianten und Wiederholungen händisch in 15 kg-Kisten geerntet und die Parzellen- und Traubengewichte ermittelt. Die Trauben von jeweils 2 Wiederholungen jeder Variante wurden gemeinsam verarbeitet und in 2-facher Wiederholung der Mikrovinifikation unterzogen. Die Trauben wurden auf 15 °C gekühlt, mit 8 g/100 kg K₂S₂O₅ versetzt und schonend gerebelt. Nach einer Maischestandzeit von zwei Stunden wurde die Maische mit einer pneumatischen Presse (Lancman™ VSPX 80, adaptiert, Gomark d.o.o., Vranksko, Slowenien) unter einem Druck von 0,2 bis 1,0 bar und zweimaligem Scheitern abgepresst. Der Most wurde mit einem pektolytischen Enzym (Trenolin FastFlow DF, 5 ml/100 kg, Erbslöh GmbH, Geisenheim, Deutschland) versetzt und 24

Stunden durch Sedimentation auf einen Trübungsgrad von etwa 30 NTU geklärt. Die Versuchsmoste wurden in 20 l-Glasballons vergoren. Die Vergärung der Moste erfolgte mittels Reinzuchthefen (Lalvin EC 1118, Lallemand Inc., Montreal, Kanada) unter Zugabe von 20 g/hl eines Gärzalzes aus Diammoniumhydrogenphosphat und Thiaminhydrochlorid (Vitamon Combi, Erbslöh GmbH, Geisenheim, Deutschland). Die Vergärung erfolgte bei 19 °C zu Gärstart, bei konstant 17 °C in der Hauptgärung und bei 18 °C in der Endgärung. Der Gärverlauf wurde durch tägliche Dichtemessung (DMA 35, Anton Paar GmbH, Graz, Österreich) zur gleichen Uhrzeit festgehalten. Nach Gärende wurden die Gärbehälter für 7 Tage bei einer Temperatur unter 10 °C kaltgestellt und anschließend mit 60 mg/l SO₂ geschwefelt. Nach weiteren 7 Tagen erfolgte eine Filtration über Klärschichten (Seitz K150). Für eine leichtere sensorische Beurteilung der Weine erfolgte in den Jungweinen eine Korrektur des Gehaltes an titrierbarer Gesamtsäure um den gleichen Wert. Bis zur Abfüllung lagerten die Weine in 10 l-Glasballons. Zur Abfüllung erfolgte eine Einstellung des SO₂-Gehaltes auf 40 mg/l, schlussendlich wurden die Weine in 0,5 l-Glasflaschen mit Drehverschluss abgefüllt und bei 14 °C gelagert.

Most- und Weinanalysen

Im Rahmen der Routineanalysen der Moste und Weine wurden die Zucker und das Ammonium enzymatisch, die Säuren, der Alkohol und der zuckerfreie Extrakt per FTIR-Methode (Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie), der hefeverfügbare Stickstoff mittels N-OPA-Bestimmung und die Gesamtphenole nach der Methode Folin-Ciocalteu (Zoecklein et al., 1994) ermittelt. Die freien Terpene wurden nach der von Philipp et al. (2020) beschriebenen Methode analysiert. Die Bestimmung der Flavanole erfolgte nach der von Huber et al. (2005) über die Phenolzusammensetzung erklärten Methode. Zur Bestimmung der Hydroxymitsäuren wurde die von Berghold et al. (2018) geringfügig modifizierte Methode von Vrhovsek et al. (2017) angewendet.

Sensorische Analysen

Die sensorische Analyse erfolgte durch ein erfahrenes und geschultes Panel aus 12

Teilnehmern im Juni respektive September des auf die Ernte folgenden Jahres mittels einer quantitativen deskriptiven Analyse. Auf einer 10-Punkte-Skala wurden neben dem hedonischen Gesamteindruck sechs verschiedene Parameter (Aussehen, Duftintensität, einseitig duftig, vielseitig duftig, bitter/phenolisch, Körper/Dichte) bewertet.

Meteorologische Daten

Allgemeine meteorologische Daten sowie Aufzeichnungen über die Blattnässedauer stammen aus der betriebseigenen Wetterstation (ADCON) "LVZ Haidegg (Pößnitz – Süd)" in unmittelbarer Nähe zum Versuchsstandort auf den geografischen Koordinaten 46°39'N, 15°30'E (Tab. 1). Die Auswertung der meteorologischen Daten erfolgt mittels ADCON's addVANTAGE Pro 6.8 Software.

Statistische Analysen

Die statistischen Analysen der weinbaulichen Parameter umfassten die Prüfung auf Normalverteilung (Shapiro Wilks-Test), Prüfung auf Varianzhomogenität (Bartlett-Test) mit anschließender ANOVA und post hocs (Tukey, LSD; Konfidenzintervall 95 % bzw. 99 %). Bei Nichtvorhandensein einer Normalverteilung und/oder Varianzhomogenität erfolgten parameterfreie Tests nach Kruskal-Wallis und mehrfache Paarvergleiche mittels Dunns-Przedur.

Ergebnisse und Diskussion

Spätfröste 2016 und 2017

Wie bereits erwähnt, war die Versuchsanlage in den Vegetationsjahren 2016 und 2017 von relativ schweren Spätfrostereignissen betroffen. Ende April 2016 folgten drei Frostnächte hintereinander, und am 20. April 2017 fiel die Temperatur auf -3,6 °C. Durch den frühen Austrieb 2016 waren die Sommertriebe zum Zeitpunkt der Strahlungsfrostereignisse bereits im Entwicklungsstadium BBCH 13 –bis 14 und hatten ungefähr eine Länge von 10 bis 20 cm. Im Vergleich zur Kontrolle (uK) mit 33 % erfrorener Triebe war in der Variante NES (seitliches Hagelnetz plus Schattiernetz) der Prozentsatz erfrorener Triebe mit 43 % signifikant höher ($p \leq$

0,05). Die Varianten uK und NE (Netz einfach) unterschieden sich nicht signifikant. Der Grund dafür könnte das schlechtere Abfließen der kalten Luft durch die relativ dichte Netzkombination aus Hagelschutznetz und Schattiernetz und eine damit einhergehende längere Verweildauer der jungen Triebe im kritischen Temperaturbereich sein. Im Vegetationsjahr 2017 wurden keine Zählungen durchgeführt.

Lichtdurchlässigkeit

Messungen an Modellen am 15. Juni 2016 bewiesen, dass ein einfaches Hagelnetz inklusive Schattiernetz (NES) die Beleuchtungsstärke um über 50 % und die photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) um mehr als 60 % signifikant reduziert ($p \leq 0,05$). Das einfache Hagelnetz alleine reduzierte beide Parameter tendenziell um 17 beziehungsweise 23 % (Tab. 2). Die Messungen der Beleuchtungsstärke im Versuchsweingarten am 9. Juli 2018 brachten naturgemäß ein ganz anderes Bild. Je weniger Blätter bzw. künstliche Beschattung in der Traubenzone vorhanden sind, desto mehr Licht erreicht die Traubenzone (Tab. 2). Die Variante mit einfachem Netz und freigestellter Traubenzone (NE) wurde bei vertikaler Position des Sensors in der Laubwandmitte im Vergleich zu den beiden anderen Varianten signifikant besser belichtet ($p \leq 0,05$). Bei horizontaler Positionierung des Sensors auf Höhe der Traubenzone in der Laubwandmitte erzielte NE den 3-fachen Wert und war damit hochsignifikant ($p \leq 0,01$) besser belichtet im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (uK). Die Variante NES erhielt bei der vertikalen Messung im Inneren der Laubwand auf Höhe der Traubenzone um 38 % weniger Licht als die uK, dafür aber fast doppelt so viel Licht bei horizontaler Ausrichtung des Sensors. Die Messungen erfolgten um die Mittagszeit, sodass auf Grund der Nord-Süd-Reihenausrichtung weniger seitlich einfallendes Sonnenlicht die Traubenzone erreichte. Bei der nicht entblättern Kontrolle kann offensichtlich weniger vertikal einfallendes Licht die Schichten der Blätter und Geiztriebe durchdringen. Vergleiche mit Ergebnissen anderer Autoren sind nicht ganz einfach, da unterschiedliche Netzarten mit differierenden Farben und Maschenweiten verwendet wurden. Einen ähnlichen Strahlungsverlust wie in der vorgestellten Studie

fanden auch Weinmann et al. (2012). Während die Belichtungsstärke unter schwarzen zweifädigen Netzen um durchschnittlich 23 % reduziert wurde, verringerte sich während der 8 strahlungsintensivsten Stunden des Tages die photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) um ca. 15 bis 20 %. Oliveira et al. (2014) stellte bei weißen einfädigen HDPE-Netzen 23 % weniger totale Sonnenstrahlung und 27 % weniger PAR fest. Mit 95 g/m² schweren Beschattungsnetzen detektierten Ghiglieno et al. (2020) bei 1-facher Auflage eine Reduktion der globalen Sonnenstrahlung um 50 % und bei 2-facher Auflage um 70 %. Genauere Bedingungen über die Position der Sensoren und den Zeitpunkt sind allerdings nicht näher beschrieben. Auch Reshef et al. (2017) experimentierten ausschließlich mit Beschattungsnetzen von zwei unterschiedlichen Durchlässigkeiten und fanden stärkere Reduktionen der Sonneneinstrahlung. Trauben, die mit einem 30 % Schattiernetz (60 g/m²) beschattet wurden, erhielten 64 % und Trauben mit einem 60 % Schattiernetz (80 g/m²) nur mehr 34 % der eintreffenden Strahlung. Ein Einfluss der Reihenorientierung wurde ebenfalls festgestellt. Scafidi et al. (2013) beschattete Trauben komplett mit HDPE Netz-Säcken mit einer Beschattungsnorm von 50 %. Zwischen 7:00 und 12:00 Uhr erreichte die Trauben 70 % weniger Licht.

Tab. 2: Spätfrost, PAR, Beleuchtungsstärke, Laubwandtemperatur, Laubwandfläche und Beerenfarbe; Mittelwerte und Standardabweichungen; Fisher LSD bzw. Dunns Prozedur (zweiseitiger Test), $\alpha = 5\%$ bzw. 1% ; uK = unbehandelte Kontrolle, NE = Netz einfach + Entblätterung, NES = Netz einfach + Schattiernetz + Entblätterung

		uK	SD	NE	SD	NES	SD	
Spätfrost 2016	% erfrorene Triebe	33a	0,39	35a	0,44	43b	0,60	$p \leq 0,05$
LUX-Modellmessung, 15.6.2016	Mittelwert	83.077b	49.074	68.967ab	41.095	35.967a	21.566	$p \leq 0,05$
PAR-Modellmessung, 15.6.2016	Mittelwert	1.859b	724	1.436ab	502	694a	237	$p \leq 0,05$
LUX <i>in situ</i> , 9.7.2018, parallel zur Laubwand	Mittelwert	7.800a	8.910	22.267b	16.272	4.854a	2.306	$p \leq 0,05$
LUX <i>in situ</i> , 9.7.2018, horiz. in Traubenzone	Mittelwert	11.033a	13.107	36.500b	30.847	20.083ab	23.655	$p \leq 0,01$
Laubwand-Temp. 2018	Mittelwert °C (1.8.-20.9.2018)	21,27a		21,69b		21,82b		$p \leq 0,05$
Laubwand-Temp. 2019	Mittelwert °C (1.8.-20.9.2019)	19,80a		20,14ab		20,40b		$p \leq 0,01$
Laubwandfläche	m ²	2,90b	0,186	2,62a	0,094	2,66a	0,105	$p \leq 0,05$
Beerenfarbe CIE L*a*b* 2018	(a*) GRÜN	-2,22a	0,56	-1,71b	0,44	-2,04a	0,62	$p \leq 0,05$
Beerenfarbe CIE L*a*b* 2019	(a*) GRÜN	-3,37b	1,22	-2,16a	1,42	-2,39a	1,31	$p \leq 0,01$
Beerenfarbe CIE L*a*b* 2018	(b*) GELB	12,57a	0,53	13,06b	0,47	12,68a	0,32	$p \leq 0,05$
Beerenfarbe CIE L*a*b* 2019	(b*) GELB	13,71b	0,24	15,22a	0,56	14,26ab	0,641	$p \leq 0,01$

Laubwandtemperatur

Die Laubwandtemperatur wurde in beiden Jahren vom 1. August bis 20. September (Entwicklungsstadium BBCH 73 bis 89) im Messintervall von 15 Minuten gemessen. In den Versuchsjahren 2018 und 2019 war die durchschnittliche Temperatur in diesem Beobachtungszeitraum bei der unbehandelten Kontrolle immer am tiefsten und lag jeweils um ca. 0,4 °C tiefer als die Variante NE und um ca. 0,6 °C tiefer als die Variante NES (Tab. 2). An sonnigen Tagen ergeben sich durch die N-S-Ausrichtung der Rebzeilen zwei

Temperaturspitzen, die an heißen Tagen im Hochsommer ähnlich stark sind. Das erste Maximum wird am späten Vormittag zwischen 10:00 und 12:00 Uhr erreicht und das zweite am späten Nachmittag zwischen 16:00 und 18:00 (Abb. 1). Der Temperaturanstieg innerhalb der Laubwand erfolgt in den frühen Morgenstunden praktisch gleich schnell, erwähnenswerte Unterschiede in den Temperaturen gibt es immer erst ab dem Zeitpunkt der direkten Sonnenbestrahlung der Laubwand. An jeweils 12 exemplarischen Einzeltagen jedes Versuchsjahres wurden die Tempera-

turverläufe in der Laubwand analysiert, wobei jeweils sechs niederschlagsfreie sonnige Tage und sechs Tage mit mehr oder weniger Regen und kühleren Temperaturen ausgewählt wurden. An den kühleren, regnerischen und oft bewölkten Tagen waren die Unterschiede in der Laubwandtemperatur generell geringer, so lag die Variante uK um 0,3 bis 7 °C tiefer als die erreichten Tagesspitzenwerte der Variante NES. Die Variante NES war bei den Temperaturspitzen um die Mittagszeit immer deutlich wärmer, nämlich um bis zu 7 °C als bei uK und um bis zu 4 °C als bei NE. Das heißt, bei der Variante NES dringt trotz Schattiernetz genug Strahlung in die Traubenzonen ein, möglicherweise durch die geringere Luftzirkula-

tion bleibt diese Wärme dann auch länger bestehen. In der unbehandelten Kontrolle wird es durch das relativ dichte Blattwerk von Beginn an nie so warm. Bei der Temperaturspitze am späten Nachmittag lag an den sonnigen und heißen Tagen allerdings die Variante NE um bis zu 2 °C im Vergleich zu NES und um bis zu 4 °C im Vergleich zu uK vorne. Dieser Effekt kann mit der Position des Temperatursensors und dem Winkel der Sonneneinstrahlung zu tun haben, wahrscheinlicher ist aber, dass die am späten Nachmittag schwächer strahlende Sonne die Variante NE ohne Laub und ohne Schattiernetz noch besser erwärmen kann. Die Temperaturdifferenzen waren am späten Nachmittag generell geringer als zur Mittagszeit.

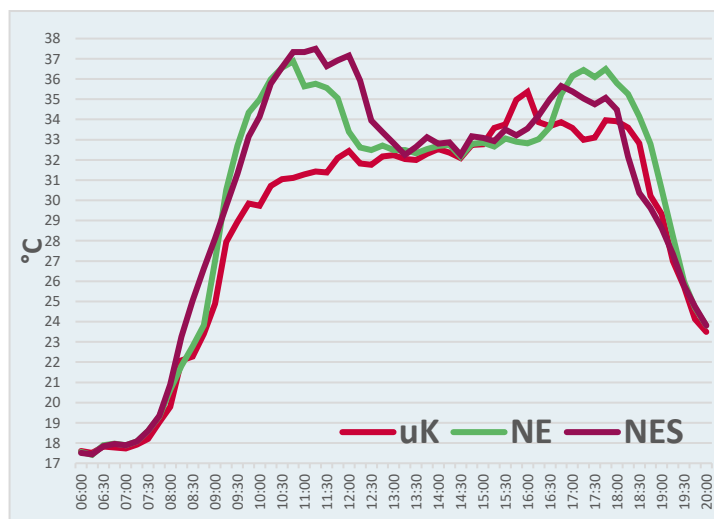


Abb. 1: Laubwand-Temperaturverlauf am 21. August 2018; Temp.Max (Außenluft) = 32,5 °C, 0 mm Regen, / Wetterstation "LVZ - Pössnitz Süd"; uK = unbehandelte Kontrolle, NE = Netz einfach + Entblätterung, NES = Netz einfach + Schattiernetz + Entblätterung

Auch Oliveira et al. (2014) stellten unter den heißen Klimabedingungen des Douro-Tals und bei Ost-West-Ausrichtung der Rebzeilen um 1 °C kühlere Temperaturen in der Laubwand bei Beschattung fest, allerdings wurden die Beeren Temperaturen gemessen. Ghiglieno et al. (2020) beobachteten ebenfalls bei nicht entblätterten und beschatteten Traubenzonen die tiefsten Beeren Temperaturen, aber, im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen, die höchsten bei Totalentblätterung. Ähnliches berichten Reshef et al. (2017), je stärker die Sonnenstrahlung durch Beschattung reduziert wird, desto niedriger bleiben

die maximalen Beeren-Oberflächen-Temperaturen.

Luftfeuchtigkeit

Die Beobachtung der Tagesverläufe der relativen Luftfeuchtigkeit (rF) an sechs ausgewählten Tagen zeigte eindeutige Ergebnisse. An Tagen ohne Niederschläge war in den Nachtstunden die rF in der Traubenzonen bei der uK geringfügig niedriger, tagsüber hingegen in den entblätterten Varianten NE und NES. Die tiefsten Werte wurden jeweils bei der Variante NE festgestellt, und die la-

gen in der Mitte des Nachmittags bis zu 10 % unter dem Wert der uK. An Tagen mit nennenswerten Regenmengen (z. B. 2.8.2019, 8 mm) erhöhte sich die rF in den entblätternen Varianten NE und NES schneller. Die Unterschiede lagen aber im niedrigen einstelligen Prozentbereich. Man kann davon ausgehen, dass die geringen Unterschiede in der rF keinen direkten Einfluss auf eine erhöhte Gefahr für Pilzwachstum haben. Entscheidender dürfte vielmehr die Dauer der entsprechenden Blatt- bzw. Traubennässe sein, denn entblättern Traubenzonen können wieder schneller abtrocknen. Daten zur Blatt- bzw. Traubennässe wurden in diesem Versuch nicht erhoben. Keine auffälligen Unterschiede in der rF fanden Oliveira et al. (2014) unter den trockenen Bedingungen Portugals und Reshef et al. (2017) zwischen Varianten mit und ohne Beschattungsnetz.

Blattflächen / Triebblängen

Die Entfernung aller Blätter im unteren Sommertrieb-Bereich reduzierte die Laubwandhöhe bei den Varianten NE und NES um durchschnittlich 24 bis 31 cm (um 23 bzw. 18 %). Die Reduktion der gesamten Blattfläche bei diesen Varianten betrug allerdings nur etwa 10 %, denn der Hauptblätter-Verlust wurde durch eine stärkere Bildung von Geiztrieben zum Teil wieder kompensiert (Tab. 2). Die Zunahme von Blattfläche durch verstärkte Geiztriebbildung unterliegt laut Literatur einer Sortenabhängigkeit und ist besonders abhängig vom Zeitpunkt der Entblätternungsmaßnahme. Je früher diese ausgeführt wird, desto stärker wirkt sich die Geiztrieb-Blattfläche auf die totale Blattfläche aus (Tardaguila et al., 2010; Verdenal et al., 2017).

Sonnenbrand/Beerenfarbe

In beiden Versuchsjahren war die Befallshäufigkeit für Sonnenbrand unter 1 %. Im Weinbaugebiet Südsteiermark können Schäden durch Sonnenbrand nur in Ausnahmejahren wie 2013 problematisch werden. Deshalb ist das Fehlen von sonnenverbrannten Beeren in den vorliegenden Versuchsjahren trotz Entblätternung nicht ungewöhnlich.

Die im CIE L*a*b*-Farbraum gemessene Beerenfarbe brachte in beiden Jahren einen signifikanten Unterschied. Je stärker die Beschattung der Trauben war, desto höher war auch der Grün-Anteil in der Beerenfarbe und desto geringer der

Gelb-Anteil. Naturgemäß zeigte die Variante uK den höchsten Grün-Anteil und den geringsten Gelb-Anteil. Zwischen den Varianten NE und NES gab es nur einen tendenziellen Unterschied, wobei NE im Grünanteil schwächer und im Gelb-Anteil der Beerenfarbe kräftiger ausgeprägt war (Tab. 2).

Traubenfäulnis/Traubenbeschaffenheit

Unterschiedliche Witterungsverhältnisse in den beiden Versuchsjahren beeinflussten das Auftreten der durch *B. cinerea* verursachten Traubenfäulnis. In beiden Versuchsjahren war die uK signifikant stärker betroffen als die Varianten NE und NES (Tab. 3). Zwischen den entblätternen Varianten NE und NES konnten nur tendenzielle Unterschiede festgestellt werden, am geringsten betroffen war demnach immer die Variante NE. Eine Entblätternung der Traubenzone förderte in der hier beschriebenen Studie definitiv die Traubengesundheit, diese Tatsache wird von einer Reihe von Autoren bestätigt (Vogel et al., 2020; Evers et al., 2010; Zoecklein et al., 1992). Entscheidend für die Traubengesundheit ist definitiv die gute Belüftung der Traubenzone sowie die gute Erreichbarkeit mit Pflanzenschutzmitteln trotz Minderung der Wirkstoffanlagerung durch Hagelschutznetze (Siegfried et al., 2018; Tardaguila et al., 2010). Außerdem wurde in vielen Studien bewiesen, dass frühe Entblätternungen der Traubenzone (Vorblüte bis Blüte) einen stärkeren positiven Effekt auf die Traubengesundheit haben, aber selbst bei Entblätternungen zu späteren Zeitpunkten der Befall durch Traubenfäulnis signifikant reduziert werden kann (Molitor et al., 2011; Tardaguila et al., 2010). Die höhere Anfälligkeit von beschatteten Beeren für Botrytisbefall scheint in der dünneren Ausprägung der Epidermis der Beerenhaut begründet zu sein. Je früher Trauben der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt werden, desto dicker entwickeln sich die Beerenschalen (Verdenal et al., 2017; Verdenal et al., 2018).

Die Befallshäufigkeit war im Jahr 2018 wesentlich höher als im folgenden Jahr. Ursachen dafür könnten die Unterschiede in der Niederschlagsmenge und der Blattnässedauer während der Reifezeit der Beeren sein. Man kann davon ausgehen, dass bei längerer Blattnässedauer auch die Trauben innerhalb der Laubwand länger von höherer Feuchtigkeit beeinflusst waren. Von Reifebeginn bis zur Ernte fielen 2018 um 16 % mehr Regen als 2019, und in den letzten 21 Tagen vor

der Ernte gab es im Jahr 2018 während 35 % und im Jahr 2019 während 27 % der Gesamtzeit Blatt-nässe. Diese Tatsachen können das deutlich höhere Fäulnis-Aufkommen aber nicht alleine erklären. Beginnend im Spätsommer 2018 konnte in der gesamten Region ein verstärktes Auftreten der Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) beobachtet werden. Auch in der Versuchsanlage war

die Kirschessigfliege (KEF) vorzufinden. Dies könnte auch die höhere Befallshäufigkeit der künstlich beschatteten Variante NES im Jahr 2018 im Vergleich zur Variante NE erklären, denn die KEF fühlt sich im schattigen Milieu wohler (Kraus et al., 2018).

Tab. 3: Traubenfäulnis und Traubendichte in den Vegetationsjahren 2018 und 2019; Fisher LSD bzw. Dunns Prozedur (zweiseitiger Test), $\alpha = 5\%$ bzw. 1% . uK = unbehandelte Kontrolle, NE = Netz einfach + Entblätterung, NES = Netz einfach + Schattiernetz + Entblätterung

		uK	NE	NES	
Traubenfäulnis:					
Befallshäufigkeit 2018	%	78b	62a	75ab	$p \leq 0,05$
Befallsstärke 2018	%	36b	19a	31ab	$p \leq 0,05$
Befallshäufigkeit 2019	%	27a	7b	7b	$p \leq 0,01$
Befallsstärke 2019	%	9ab	8b	5a	$p \leq 0,05$
Traubenbeschaffenheit:					
2018	OIV-204	5,3a	5,8b	5,7ab	$p \leq 0,05$
2019	OIV-204	4,5a	4,7a	4,5a	$p \leq 0,05$

In der Traubenbeschaffenheit konnten nur im Vegetationsjahr 2018 Unterschiede berechnet werden. Dass die nicht entblätterte Kontrolle (uK) Trauben mit größerer Lockerheit hervorbrachte, steht im Gegensatz zu den meisten zitierten Studien. Eventuell hat das mit einem wasserabweisenden Effekt des Blätterdachs bzw. des Beschattungsnetzes bei Regenereignissen in der letzten Phase der Beerenreife zu tun. Besser exponierte Trauben werden von Regenwasser stärker benetzt. Wie Lang und Thorpe (1989) in ihrer Studie bewiesen haben, wird über die Beerenhaut Wasser aufgenommen, und die Beeren nehmen so an Volumen zu. Im Versuchsjahr 2019 wurden keine Unterschiede in der Traubenbeschaffenheit festgestellt, weder die Entblätterungsmaßnahmen ab BBCH 73 noch die Beschattung der Traubenzonen nahmen Einfluss auf die Beerendichte. Das

fanden auch Evers et al. (2010), die bei Entblätterung zu BBCH 71 keinen Effekt auf die Traubenstruktur erkannten. Auflockernde Effekte erzielte man vor allem bei Entlaubungsmaßnahmen vor dem Beerenansatz (Molitor et al., 2011; Verdenal et al., 2018; Tardaguila et al., 2010).

Ertragsdaten

Keine Unterschiede im Stockertrag waren im Versuchsjahr 2019 feststellbar, hingegen unterschied sich die Variante NE im Jahr 2018 signifikant von den anderen beiden Varianten durch einen höheren Ertrag (Tab. 4; Abb. 2). Das dürfte zwei Ursachen haben: einerseits die größeren Traubengewichte auf Grund größerer Traubendichte, und andererseits den höheren Fäulnisbefall der stärker beschatteten Trauben. Tardaguila et al. (2019) und Molitor et al. (2011) berichten von tendenziellen Ertragsreduktionen bei Entblätterungsmaßnahmen nach der Blüte. In warmen bzw. heißen Weinbauregionen können die

Erträge bei nicht beschatteten Trauben durch eine höhere Anzahl geschrumpfter Beeren signifikant sinken (Oliveira et al., 2014). Ghiglieno et al. (2020) fanden hingegen bei einer Entblätterung zu Reifebeginn größere Erträge und Traubengewichte als bei der unbehandelten Kontrolle und bei Varianten mit Entblätterungen inklusive künstlicher Beschattungen. In unserer Studie bewegte sich das Blatt:Frucht-Verhältnis im Versuchsjahr 2018 zwischen 1,4 (NE), 1,7 (NES) und 2,0 (uK) m² Blattfläche pro kg Trauben. Das wird als absolut ausreichend zur kompletten Ausreifung der Trauben in kühlen Weinbauregionen angesehen (Verdenal et al., 2018; Kliewer und Dokoozlian, 2005).

Tab. 4: Stockerträge, Traubengewichte und Traubenmost-Analysen (Mittelwerte) in den Vegetationsjahren 2018 und 2019; Fisher LSD bzw. Dunns Prozedur (zweiseitiger Test), $\alpha = 5\%$. uK = unbehandelte Kontrolle, NE = Netz einfach + Entblätterung, NES = Netz einfach + Schattiernetz + Entblätterung

			uK	NE	NES	
Stockertrag	2018	kg	1,45b	1,93a	1,53b	p≤0,05
	2019	kg	1,29a	1,31a	1,21a	p≤0,05
	2018	kg/m ²	0,52b	0,69a	0,55b	p≤0,05
	2019	kg/m ²	0,46a	0,47a	0,43a	p≤0,05
Traubengewicht	2018	g	103a	115a	109a	p≤0,05
	2019	g	101a	110a	102a	p≤0,05
Mostgewicht	2018	°KMW	18,9	18,9	18,7	
	2019	°KMW	19,5	19,3	19,2	
Gesamtzucker	2018	g/l	223	221	220	
	2019	g/l	226	226	224	
pH	2018		3,23	3,21	3,22	
	2019		3,15	3,13	3,16	
titrierbare Gesamtsäure	2018	g/l	8,3	7,7	7,6	
	2019	g/l	9,5	8,7	8,6	
Weinsäure	2018	g/l	7,1	7,3	7,2	
	2019	g/l	5,9	5,9	5,7	
L-Äpfelsäure	2018	g/l	4,1	3,4	3,4	
	2019	g/l	5,4	4,5	4,5	
Weinsäure:Äpfelsäure-Verhältnis	2018		1,7	2,1	2,1	
	2019		1,1	1,3	1,3	
Ammonium	2018	mg/l	45a	30b	30b	
	2019	mg/l	43	26	24	
NOPA	2018	mg/l	104a	76b	75b	
	2019	mg/l	98	70	68	

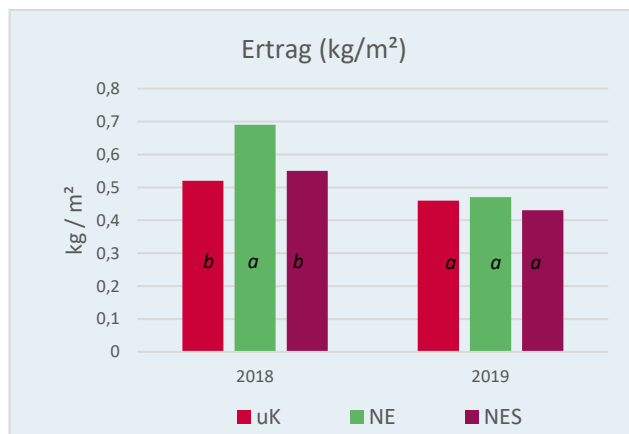


Abb. 2: Ertrag (kg/m²) in den Vegetationsjahren 2018 und 2019; uK = unbehandelte Kontrolle, NE = Netz einfach + Entblätterung, NES = Netz einfach + Schattiernetz + Entblätterung

Keine signifikanten Unterschiede wurden im Zuckergehalt und im pH-Wert des Traubenmostes festgestellt (Tab. 4). Den höchsten Gehalt an titrierbarer Säure lieferte die unbehandelte Kontrolle (uK), die Varianten NE und NES bewegten sich auf einem tieferen ähnlichen Niveau. Das ist im Wesentlichen auf unterschiedliche Äpfelsäuregehalte zurückzuführen. Die entblätterten und besser belichteten Trauben der Varianten NE und NES bauten im wärmeren Milieu mehr Äpfelsäure ab. Im Vergleich zur Variante NE hatte die künstliche Beschattung NES weder Auswirkungen auf den Gesamtsäure- noch auf den Äpfelsäuregehalt. Bei Ghiglieno et al. (2020) zeigt nur die nicht entblätterte und zusätzlich künstlich beschattete Variante einen signifikant höheren Gesamtsäure- und Äpfelsäuregehalt. Allgemein höhere Äpfelsäurewerte bei höherem Beschattungsgrad fanden Ghiglieno et al. (2020), Reshef et al. (2017) und Scafidi et al. (2013). Deutliche Unterschiede konnten in der Konzentration des Ammoniums und des Aminosäurestickstoffs (NOPA) gemessen werden. Die nicht entblätterte Kontrolle (uK) hatte um 33 % (2018) bzw. 42 % (2019) mehr Ammonium und um 28 % (2018) bzw. 30 % (2019) höhere NOPA-Werte als die beiden entblätterten Varianten NE und NES.

Gärverlauf

Wie es der unterschiedliche Most-Stickstoffgehalt erwarten ließ, war die Gärgeschwindigkeit der Varianten NE und NES in beiden Jahren langsamer als die der uK. Die Gärung dauerte bei den entblätterten Varianten NE und NES im Weinjahr 2018 durchschnittlich sechs Tage länger. Letztendlich gärten alle Varianten trocken durch auf ein Niveau von 0,8 bis 3,1 g/l Restzucker (Abb. 3).

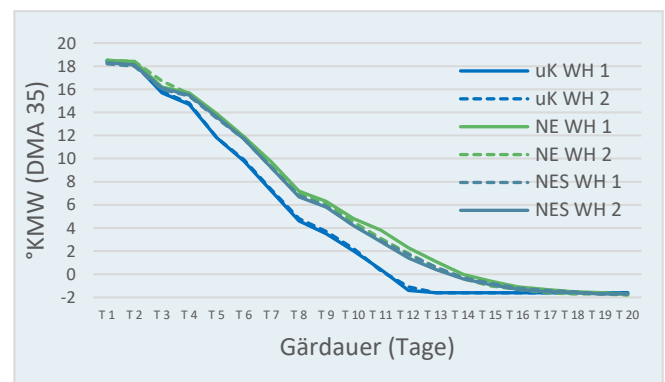


Abb. 3: Gärverlauf im Versuchsjahr 2018; uK = unbehandelte Kontrolle, NE = Netz einfach + Entblätterung, NES = Netz einfach + Schattiernetz + Entblätterung

Wein-Analysen

Aufgrund der geringeren Mostdichte hatte die Variante NES um 0,2 bis 0,3 % weniger Alkohol als die beiden anderen Varianten. Den höchsten Äpfelsäuregehalt im Wein brachte die unbehandelte Kontrolle uK hervor, deren Werte um 0,2 bis 0,4 g/l höher lagen als die der beiden anderen Varianten. Der Gesamtphenolgehalt war bei den entblätterten Varianten NE und NES tendenziell um 5 bis 7 % erhöht (Tab. 5) Die Summe der freien Terpene war in der Variante uK in beiden Versuchsjahren größer, wobei der Unterschied im Versuchsjahr 2018 stärker ausgeprägt war.

Höhere Gehalte an Flavonoiden (Catechin, Epicatechin) wurden im Vergleich zur uK in beiden Jahren in den entblätterten Varianten NE und NES gefunden, diese beiden unterschieden sich wiederum kaum. In beiden Versuchsjahren konnten in den entblätterten Varianten NE und NES höhere Konzentrationen an Phenolcarbonsäuren gemessen werden. Zwischen NE und NES gab es wiederum kaum Unterschiede. Die Summe der Phenolcarbonsäuren war 2019 geringer als 2018. Bestimmend in der Summe sind vor allem Kaftar-säure und Kaffeesäure.

Tab. 5: Wein-Analysen (Mittelwerte) in den Vegetationsjahren 2018 und 2019; uK = *unbehandelte Kontrolle*, NE = *Netz einfach + Entblätterung*, NES = *Netz einfach + Schattiernetz + Entblätterung*

	2018			2019			
	uK	NE	NES	uK	NE	NES	
Dichte	0,9925	0,9927	0,9927	0,9912	0,9906	0,9908	
Alkohol	% vol	13,41	13,28	13,09	13,05	13,11	12,94
Gesamtzucker	g/l	2,8	2,8	2,8	1,0	0,9	0,9
Glucose	g/l	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Fructose	g/l	2,6	2,6	2,6	0,8	0,7	0,7
zuckerfr. Extrakt	g/l	23,0	23,1	22,7	20,4	19,0	19,0
Gesamtsäure	g/l	5,5	5,7	5,4	5,8	5,3	5,3
Wein-Säure	g/l	1,1	1,6	1,5	1,7	1,5	1,4
L-Äpfelsäure	g/l	3,9	3,7	3,5	3,6	3,3	3,4
Milchsäure	g/l	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Citronensäure	g/l	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Flüchtige Säure	g/l	0,49	0,39	0,40	0,52	0,54	0,53
pH-Wert		3,56	3,44	3,49	3,44	3,40	3,43
Terpene Summe	µg/l	19,23	14,59	15,01	18,16	17,87	16,73
Gesamtphenole	mg/l	305	320	320	280	285	300
Catechin	mg/l	2,58	3,01	3,30	2,97	3,35	3,20
Kaftarsäure	mg/l	64,8	68,9	72,6	31,6	37,0	36,5

Sensorik der Weine

Die sensorische Bewertung der Weine mittels einer quantitativen deskriptiven Analyse, bei der

sechs Parameter abgefragt wurden, ergab in keinem der beiden Versuchsjahre einen signifikanten Unterschied zwischen den Varianten (Abb. 4 und 5). Auch bei der Bewertung des hedonischen Gesamteindrucks konnte keine Bevorzugung einer Variante festgestellt werden.

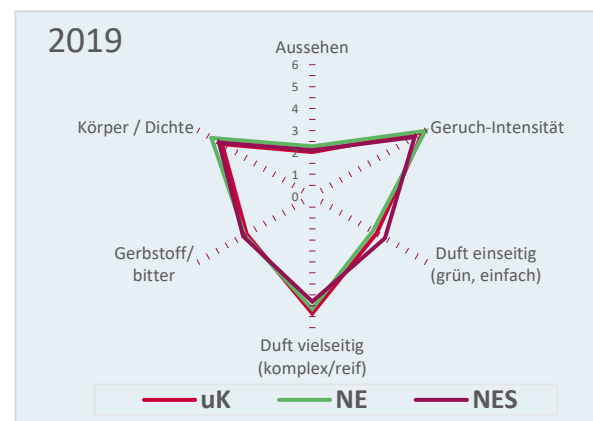
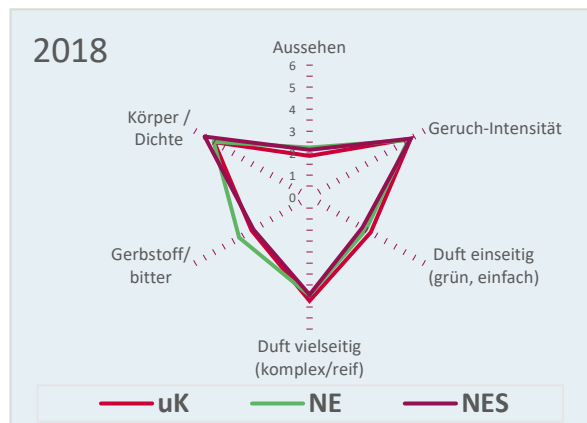


Abb. 4 und 5: Sensorisches Profil, Versuchsjahre 2018 und 2019; uK = unbehandelte Kontrolle, NE = Netz einfach + Entblätterung, NES = Netz einfach + Schattiernetz + Entblätterung

Literatur

Berghold, S., Wendelin, S., Eder, R. 2018: Comparison of two sample preparation methods for analyses of grape phenols with HPLC. *Mitteilungen Klosterneuburg* 68: 241-249.

Digitale Bodenkarte: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, <http://www.bodenkarte.at/#/center/15.5002,46.6476/zoom/15.9> (24.3.2021)

Evers, D., Molitor, D., Rothmeier, M., Behr, M., Fischer, S., Hoffmann, L. 2010: Efficiency of different strategies for the control of grey mold on grapes including gibberellic acid (GIBB3), leaf removal and/or botryticide treatments. *Journal International des Science de la Vigne et du Vin* Vol. 44 (3): 151-159.

Ghiglieno, I., Mattivi, F., Cola, G., Trionfani, D., Perenzoni, D., Simonetto, A., Gilioli, G., Valenti, L. 2020: The effects of leaf removal and artificial shading on the composition of Chardonnay and Pinot noir grapes. *OENO One* Vol. 54 (4): 761-777.

Greer, D.H., Rogiers, S.Y., Steel, C.C. 2006: Susceptibility of Chardonnay grapes to sunburn. *Vitis* 45 (3): 147-148.

Hed, B., Ngugi, H.K., Travis, J.W. 2015: Short- and Long-Term Effects of Leaf Removal and Gibberellin on Chardonnay Grapes in the Lake Erie Region of Pennsylvania. *American Journal of Enology and Viticulture* Vol. 66 (1): 22-29.

Hill, G. N., Beresford, R. M., Evans, K. J. 2010: Tools for accurate assessment of botrytis bunch rot (*Botrytis cinerea*) on wine grapes. *New Zealand Plant Protection* 63: 174-181.

Huber, E., Wendelin, S., Kobler, A., Berghofer, E., Eder, R. 2005: Bestimmung der Phenolzusammensetzung, der sensorischen Eigenschaften und der antioxidativen Kapazität im Reifeverlauf bei vier Südtiroler Rotweinsorten. *Mitteilungen Klosterneuburg* 55: 3-21.

Intrieri, C., Filippetti, G., Allegro, G., Centinari, M., Poni, S. 2008: Early defoliation (hand vs mechanical) for improved crop control and grape composition in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research* Vol. 14 (1): 25-32.

- Kliwer, M. W., Dokoozlian, N. K.** 2005: Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit Composition and Wine Quality. *American Journal of Enology and Viticulture* 56 (2): 170-181.
- Kraus, C., Pennington, T., Herzog, K., Hecht, A., Fischer, M., Voegele, R.T., Hoffmann, C., Töpfer, R., Kicherer, A.** 2018: Effects of canopy architecture and microclimate on grapevine health in two training systems. *Vitis* 57 (2): 53–60.
- Kovats, R.S., Valentini, R.** 2014: Climate Change 2014, Impacts, Adaption and Vulnerability, Part B: Regional Aspects. IPCC Fifth Assessment Report (AR5)
- Lang, A., Thorpe, M.R.** 1989: Xylem, Phloem and Transpiration Flows in a Grape: Application of a Technique for Measuring the Volume of Attached Fruits to High Resolution Using Archimedes' Principle. *Journal of Experimental Botany* 40 (219): 1069-1078.
- Martinez de Toda, F., Balda, P.** 2014: Reducing the pH of wine by increasing grape sunlight exposure: a methode to mitigate the effects of climate warming. *Vitis* 53 (1): 17-20.
- Mccarthy, M. G.** 1997: The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shriaz (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research* 3: 102-108
- Molitor, D., Behr, M., Fischer, S., Hoffmann, L., Evers, D.** 2011: Timing of cluster-zone leaf removal and its impact on canopy morphology, cluster structure and bunch rot susceptibility of grapes. *Journal International des Science de la Vigne et du Vin* 45 (3): 149-159.
- Oliveira, M., Teles, J., Barbosa, P., Olazabal, F., Queiroz, J.** 2014: Shading of the fruit zone to reduce grape yield and quality losses caused by sunburn. *Journal International des Science de la Vigne et du Vin* 48 (3): 179-187.
- Philipp, C., Eder, P., Sari, S., Hussain, N., Patzl-Fischerleitner, E., Eder, R.** 2020: Aromatypicity of Austrian Pinot Blanc Wines. *Molecules* 25 (23): 5705.
- Prettenthaler, F., Podesser, A., Pilger, H.** 2010: Klimaatlas Steiermark, Studien zum Klimawandel in Österreich. Band: 4. - Verlag ÖAW, 2010
- Renner, W., Leitner, E., Eder, R.** 2011: Einfluss von Laubwandmanagement und Lesezeitpunkt auf Traubengesundheit, wesentliche Traubeninhaltsstoffe und die Stilistik von Sauvignon blanc-Weinen. *Mitteilungen Klosterneuburg* 61 (2): 65-75.
- Renner, W.,** unveröffentlicht: Traubenfäulnis an Welschriesling unter seitlichen Hagelnetzen.
- Reshef, N., Walbaum, N., Agam, N., Fait A.** 2017: Sunlight modulates fruit metabolic profile and shapes the spatial pattern of compound accumulation within the grape cluster. *Frontiers in Plant Science* Vol. 8, Article 70
- Scafidi, P., Pisciotto, A., Patti, D., Tamborra, P., Di Lorenzo, R., Barbagallo M.G.** 2013: Effect of artificial shading on the tannin accumulation and aromatic composition of the Grillo cultivar (*Vitis vinifera* L.). *BMC Plant Biology* 13: 175.
- Schultz, H. R.** 2000: Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6: 2-12.
- Schuster, W. H., Von Lochow, J.** 1992: Anlage und Auswertung von Feldversuchen. Hamburg: Buchedition Agrimedia, 1992, 3. Aufl.
- Siebert, T. E., Barker, A., Pearson, W., Barter, S. R., de Barros Lopes, M. A., Darriet, P., Herderich, M.J., Francis, I.L.** 2018: Volatile Compounds Related to 'Stone Fruit' Aroma Attributes in Viognier and Chardonnay Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66 (11): 2838-2850.
- Siegfried, W., Leumann, M., Wohlhauser, R., Leumann, R.** 2018: Wirkstoffanlagerung unter Seitenschutznetzen. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* Nr. 14: 4-7.
- Skinkis, P., Schreiner, R. P.** 2013: How to measure Grapevine Leaf Area. Oregon State University Extension Service Vol. EM 9070
- Tardaguila, J., Martinez de Toda, F., Poni, S., Diago M.P.** 2010: Impact of early leaf removal on yield and fruit and wine composition of *Vitis vinifera* L. Graciano and Carignan. *American Journal of Enology and Viticulture* 61 (3): 372-381.
- Vaillant-Gaveau, N., Wojnarowicz, G., Petit, A.N., Jacquens, L., Panigai, L., Clement, C., Fontaine, F.** 2014: Relationship between carbohydrates and reproductive development in Chardonnay grapevine: Impact of defoliation and fruit removal treatments during four successive growing seasons. *Journal International des Science de la Vigne et du Vin* 48 (4): 219-229.
- Verdenal, T., Zufferey, V., Dienes-Nagy, A., Belcher, S., Lorenzini, F., Rösti, J., Koestel, C., Gindro, K., Spring, J.L.** 2018: Intensity and timing of defoliation on white cultivar Chasselas under the temperate climate of Switzerland. *OENO One* 52 (2): 93-104.

Verdenal, T., Zufferey, V., Dienes-Nagy, A., Belcher, S., Lorenzini, F., Rösti, J., Koestel, C., Gindro, K., Spring, J.L., Viret, O. 2017: Pre-flowering defoliation affects berry structure and enhances wine sensory parameters. *OENO One* 51 (3): 263-275.

Vogel, A. R., White, R. S., Macallister, C., Hickey, C. C. 2020: Fruit zone leaf removal timing and extent alters bunch rot, primary fruit composition, and crop yield in Georgia-grown 'Chardonnay' (*Vitis vinifera* L.). *HortScience* 55 (10): 1654-1661.

Vrhovsek, U., Wendelin, S., Eder, R. 1997: Quantitative Bestimmung von Hydroxyzimtsäuren und Hydroxyzimtsäurederivaten (Hydroxycinnamaten) in Weißweinen mittels HPLC. *Mitteilungen Klosterneuburg* 47: 164-172.

WEBGIS PRO STEIERMARK: <http://gis.stmk.gv.at/atlas>, (24.3.2021)

Weinmann, E., Littek, T., Jörger, V., Schrieck, P. 2012: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Bericht Nr. 106

Zoecklein, B., Wolf, T., Duncan, N. W., Cook, M. K. 1992: Effects of fruit zone leaf removal on yield, fruit composition, and fruit rot incidence of Chardonnay and White Riesling (*Vitis vinifera* L.) Grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 43: 139-148.

Zoecklein B.W., Fugelsang K.C., Gump B.H., Nury F.S. 1994: *Wine analysis and production*, Chapman and Hall, 1994

Zufferey, V., Murisier, F., Belcher, S., Lorenzini, F., Vivin, P., Spring, J. L., Viret, O. 2015: Nitrogen and carbohydrate reserves in the grapevine (*V. vinifera* L. Chasselas): the influence of the leaf to fruit ratio. *Vitis* 54: 183-188.

Eingelangt am 29. Juni 2021