

## Untersuchungen zum Einfluss der Stammhöhe auf Ertrag und Qualität der Rebsorte 'Zweigelt' über elf Jahre

Martin Mehofer, Bernhard Schmuckenschlager, Karel Hanak, Norbert Vitovec, Memish Braha, Franz Christiner, Andrzej Gorecki, Christian Bader, Veronika Schober und Monika Riedle-Bauer

HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg  
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74  
E-Mail: martin.mehofer@weinobst.at

Mit der österreichischen Qualitätsweinsorte 'Zweigelt' ('Rotburger') wurde in Klosterneuburg (Niederösterreich) eine Rebanlage mit den Stammhöhen 75 cm und 115 cm (SH 75 und SH 115) angelegt. In einem Langzeitversuch von 2009 bis 2020 wurden die Einflüsse auf Ertrag, Reife, Schnittholzgewicht und Phänologie ermittelt sowie periodisch auftretender Wildverbiss und Traubenwelke quantifiziert. Die statistische Auswertung über alle Jahre ergab bei SH 115 mit durchschnittlich 3,79 kg pro Stock einen signifikant höheren Ertrag als bei SH 75 mit durchschnittlich 3,33 kg pro Stock. Das durchschnittliche Traubengewicht lag bei SH 115 mit 215,91 g signifikant höher als jenes bei SH 75 mit 196,45 g. Ursache dafür war primär der Wildverbiss an den Trauben der niedrigeren Stämme mit einer Schadensstärke von bis zu 15 %. Ebenfalls signifikant höher war bei SH 115 der Gehalt an titrierbarer Säure im Most. Die durchschnittlichen Werte über alle Versuchsjahre betragen 7,1 g/l bei SH 115 und 6,7 g/l bei SH 75. Der pH-Wert des Mostes war bei SH 115 statistisch signifikant niedriger. Die durchschnittlichen Werte über alle Versuchsjahre betragen 3,19 bei SH 115 und 3,22 bei SH 75. Die Gehalte an hefeverwertbarem Stickstoff und Gesamtstickstoff im Most waren bei SH 115 signifikant geringer als bei SH 75, und zwar um 6,4 % beziehungsweise 6,2 %. Die Parameter Hundertbeerengewicht, Mostgewicht, Schnittholzgewicht und Rebenentwicklung (BBCH 09 / OIV 301 / "Austrieb" und BBCH 85 / OIV 303 / "Weichwerden der Beeren") und das Auftreten von Traubenwelke wurden durch die Stammhöhe nicht oder nur geringfügig beeinflusst. Neben der Vermeidung von Wildverbiss bei den höheren Stämmen kann der erhöhte Gehalt an titrierbaren Säuren im Most als Vorteil gesehen werden, da wärmere Temperaturen im Spätsommer und Herbst, die einen schnelleren Säureabbau verursachen, klimawandelbedingt häufiger auftreten.

**Schlagwörter:** Ertragsparameter, Reifeparameter, Schnittholzgewicht, Phänologie, Langzeitversuch

**Investigations into the effect of stem height on grape yield and quality of the variety 'Zweigelt' over eleven years.** A research vineyard with stem heights of 75 cm and 115 cm (SH 75 and SH 115) was established with the Austrian grapevine variety 'Zweigelt' ('Rotburger') in Klosterneuburg (Lower Austria) to determine the effects on yield, ripeness, pruning wood weight and phenology in a long-term trial from 2009 to 2020. In addition, periodically occurring damage caused by game animals and grape wilt were quantified. The statistical analysis over all years showed a significantly higher yield with SH 115 (average of 3.79 kg per vine) than with SH 75 (average of 3.33 kg). In addition, the average cluster weight was significantly higher with SH 115 (215.91 g) than that with SH 75 (196.45 g). The reason for this was primarily damage caused by game animals on the grapes of the lower stems with a damage intensity of up to 15 %. The content of titratable acidity in the must was also significantly higher with SH 115 (7.1 g/l; SH 115; 6.7 g/l; SH 75). With SH 115 the pH-value in the must was statistically significantly lower than with SH 75. The mean values over all years were 3.19 with SH 115 and 3.22 with SH 75. The contents of yeast assimilable nitrogen (YAN) and of total nitrogen in the must were significantly lower with SH 115 than with SH 75 (6.4 % and 6.2 % resp.). The parameters 100-berries weight, must density, pruning wood weight and phenological development (BBCH 09 / OIV 301/ "time of bud burst" and BBCH 85 / OIV 303 / "time of beginning of berry ripening") and the occurrence of grape wilt were not or only slightly influenced by stem height in this experiment. In addition to avoiding damage caused by game animals with the higher stems, the increased content of titratable acidity in the must can be seen as an advantage, because warmer temperatures in late summer and autumn, which cause faster acid degradation, occur more frequently due to climate change.

**Keywords:** yield parameters, ripeness, pruning wood weight, phenology, long-term experiment

Zur Neuauspflanzung eines Weingartens sind zahlreiche Vorüberlegungen und Vorbereitungsarbeiten erforderlich. Bezüglich Boden sind das die Bodenuntersuchung, die Vorratsdüngung und die Tiefenlockerung. Die Auswahl der Rebsorte und der Unterlagsrebe sowie die rechtzeitige Bestellung des notwendigen zertifizierten Pflanzmaterials sind weitere wichtige Faktoren. Eine bedeutende Thematik stellen auch die Wahl des Erziehungssystems und die rechtzeitige Bestellung der notwendigen Materialien dafür dar. Insbesondere die Pflanzweite und die Stammhöhe sind dabei wichtige Kriterien. Mit der Festlegung auf eine bestimmte Erziehungsart wird auch die Formierung des Altholzes und damit die Stammhöhe für mehrere Jahrzehnte festgelegt. Zum Thema Stammhöhe führten Knolmajerné Szigeti et al. (2014) in Ungarn vergleichende Untersuchungen mit den Rebsorten 'Welschriesling', 'Pinot gris' und 'Kéknyelű' bei einer mittelhohen Kordonerziehung mit 90 cm Stammhöhe und einer Sylvoz-Erziehung mit 120 cm Stammhöhe durch. Reynolds et al. (2004) und Reynolds et al. (1996) verwendeten in ihren Untersuchungen in Kanada mit der Rebsorte 'Riesling' die niedrige Kordonerziehung mit 50 cm Stammhöhe, die Lenz Moser-Erziehung mit 140 cm Stammhöhe, die Pendelbogenerziehung mit 50 cm Stammhöhe und ein Erziehungssystem mit V-förmiger doppelter Laubwand mit 40 cm Stammhöhe. Wunderer et al. (1999) installierten bei der Rebsorte 'Grüner Veltliner' die Erziehungssysteme Hochkultur mit einer Stammhöhe von 130 cm und Hochwand mit einer Stammhöhe von 60 cm. Die von Wunderer und Mayer (1994) erstellten Erziehungssysteme bei den Rebsorten 'Blauer Portugieser', 'Blauburger', 'Zweigelt', 'Blaufränkisch' und 'Blauer Burgunder' hatten eine Stammhöhe von 120 cm (Hochkulturerziehung) und 180 cm (Eindrahterziehung und GDC-Erziehung). Bauer et al. (2019) zufolge haben niedrigere Stammhöhen aufgrund des besseren Kleinklimas und der Bodennähe einen Reifevorteil. Redl (1984a) beobachtete bei 'Grüner Veltliner' in einer Weitraumanlage mit den Stammhöhen 135 cm und 170 cm bei den Reben mit den höheren Stämmen ein stärkeres Auftreten von Chlorose.

Als Ursachen dafür nannte Redl (1984a) die geringere Blattmassebildung und die damit zusammenhängende geringere Reservestoffeinlagerung bei den höheren Stämmen. Höhere Säuregehalte in den Beeren der Rebsorte 'Grüner Veltliner' bei höheren Stämmen aufgrund eines stärkeren Wasserstresses stellten Redl (1980) und Redl (1984b) fest. Tkachenko et al. (2017) zufolge beeinflusste die Stammhöhe den Farbstoff- und Tanningehalt der Beerenhaut und den Zucker- und Aromagehalt der Beeren der ukrainischen Rebsorten 'Aromatnyiy' und 'Zagrey'. Baeza et al. (2005) stellten Einflüsse unterschiedlicher Erziehungssysteme auf die Transpirationsrate und die Fotosyntheserate fest. Redl (1986) ermittelte einen Einfluss der Stammhöhe auf den Stickstoffgehalt der Beeren. Murisier und Spring (1986) zufolge zeigten Reben mit unterschiedlicher Stammhöhe eine unterschiedliche Wuchskraft. Kalkan et al. (2017) beobachteten bei einer Stammhöhe von 125 cm eine etwas höhere Toleranz der Winterknospen gegenüber tiefen Winterfrösten als bei den Stammhöhen 75 cm und 100 cm. Aufgrund dieser höheren Winterfrostbeziehungsweise Spätfrostgefährdung des bodennäheren einjährigen Holzes sollte Bauer (2000) zufolge in frostgefährdeten Lagen eine höhere Stammhöhe gewählt werden.

In unseren Untersuchungen wurde die Rebsorte 'Zweigelt' ('Rotburger') in Form einer Spalierdrahterziehung mit den Stammhöhen 75 cm und 115 cm bei gleicher Laubwandhöhe formiert. Ziel war, unter den sich ändernden klimatischen Bedingungen und den damit einhergehenden wärmeren Temperaturen im Spätsommer und Herbst die Einflüsse der unterschiedlichen Stammhöhen auf die phänologischen Entwicklungsstadien BBCH 09 (Knospenaufbruch: grüne Triebspitzen deutlich sichtbar) und BBCH 85 (Weichwerden der Beeren), den Ertrag, das Traubengewicht, das Beerengewicht, das Mostgewicht, die Gehalte an Säuren und Stickstoff im Most, den pH-Wert im Most und das Schnittholzgewicht als Parameter für die Wuchsleistung zu evaluieren.

## Material und Methoden

### Rebanlage und Versuchsvarianten

Tab. 1: Rebanlage im Versuch

<b>Standort</b>	<b>KG Klosterneuburg – Versuchsgut Agneshof</b>
<b>Quartier</b>	Harrer II
<b>Rebsorte / Klon</b>	'Zweigelt', Klon A 2-3
<b>Unterlage</b>	Kober 5BB ( <i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis riparia</i> )
<b>Pflanzjahr</b>	2006
<b>Pflanzweite</b>	3,00 m x 1,00 m
<b>Erziehungssystem</b>	Spalierdrahtrahmenerziehung
<b>Stammhöhen / Versuchsvarianten</b>	75 cm und 115 cm
<b>Laubwandhöhe</b>	120 bis 130 cm (bei beiden Stammhöhen)
<b>Schnittart</b>	Zweistreckerschnitt mit je 6 bis 7 Augen und zwei Ersatzzapfen mit je 2 Augen pro Stock

In Tabelle 1 ist die im Projekt verwendete Rebanlage beschrieben, die am Versuchsgut Agneshof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg gepflanzt wurde. Die beiden Versuchsvarianten 75 cm und 115 cm Stammhöhe wurden in acht Wiederholungen je Variante mit 25 Stock pro Wiederholung (n = 400) randomisiert angelegt.

In den Abbildungen 1 und 2 sind die Versuchsvarianten (Stammhöhen) am 14. September 2017 dargestellt.



Abb. 1: Stammhöhe 75 cm



Abb. 2: Stammhöhe 115 cm

### **Bodenart am Versuchsstandort**

Bei der Bodenart handelt es sich um einen carbonathaltigen Braunerdeboden. Dieser ist durch einen braunen Verwitterungshorizont (B-Horizont) charakterisiert. Im Zuge der Verwitterung kam es zu einer Anreicherung von Eisenoxiden, die dem Boden seine gelbbraune bis braune Farbe verliehen. Das Ausgangsmaterial des Bodens ist verwitterter Flyschmergel, ein marines Sedimentgestein aus Kalk und Ton.

### **Bodenbearbeitungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen**

Unmittelbar nach der jährlichen Ausbringung der organischen Dünger Ende März/Anfang April erfolgte in jeder zweiten Fahrgasse eine seichtgründige Bodenlockerung. Danach wurde in diesen aufgebrochenen Fahrgassen mittels Kreiselegge/Saatkastenkombination eine Frühjahrs-/Sommergründüngung angelegt. Dieser Grün-

düngungsbestand wurde im Frühsommer gewalzt und danach mittels Schlegelmulcher kurzgehalten. In den anderen Fahrgassen wurde der Bewuchs ausschließlich mittels Schlegelmulcher gemäht. Die beiden Bearbeitungsmethoden wurden jährlich zwischen den Fahrgassen gewechselt. Im Unterstockbereich erfolgte ein- bis zweimal pro Jahr eine Herbizidstreifenbehandlung und zusätzlich ein Einkürzen des Bewuchses mittels Mähbürste. Eine Tiefenlockerung mit dem Ratoonpflug wurde in jeder zweiten Fahrgasse jährlich abwechselnd im November durchgeführt. Chemische Pflanzenschutzmaßnahmen wurden sowohl mit teilsystemischen Präparaten als auch mit Kontaktmitteln durchgeführt. In Abhängigkeit vom Pilzinfektions- und Schaderregerdruck erfolgten sechs bis acht Applikationen pro Vegetationsjahr. In Tabelle 2 sind die durchgeführten chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen am Beispiel des Jahres 2019 angeführt. Zu den vorbeugenden Maßnahmen zählten das Lockern der Laubwand zur besseren Durchlüftung und damit zur rascheren Abtrocknung der Trauben und Blätter sowie zur effektiveren Anlage von Pflanzenschutzmitteln.

Tab. 2: Chemische Pflanzenschutzmaßnahmen am Beispiel des Jahres 2019 in beiden Versuchsvarianten

<b>Datum</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Verwendete Präparate und Aufwandmengen</b>
10.04.2019	Austriebsbehandlung	Thiovit Jet (5,0 kg/ha) (Syngenta Agro GmbH, Wien, Österreich)
27.05.2019	Vorblütebehandlung	Thiovit Jet (3,0 kg/ha) (Syngenta Agro GmbH, Wien, Österreich); Delan PRO (3,0 l/ha) (BASF Österreich GmbH, Wien, Österreich); Vivando (0,2 l/ha) (Star Agro Handels GmbH, Allerheiligen bei Wildon, Österreich)
18.06.2019	1. Nachblütebehandlung	Thiovit Jet (3,0 kg/ha) (Syngenta Agro GmbH, Wien, Österreich); Legend Power (1,4 l/ha) (Kwizda Agro GmbH, Wien, Österreich); Reboot (0,4 kg/ha) (Gowan Italia S.r.l., Faenza, Italien); Cuprofor flow (1,0 l/ha) (Kwizda Agro GmbH, Wien, Österreich)
03.07.2019	2. Nachblütebehandlung	Thiovit Jet (3,0 kg/ha) (Syngenta Agro GmbH, Wien, Österreich); Aktuan Gold (1,56 kg/ha) (BASF SE, Limburgerhof, Deutschland); Karathane Gold (0,6 l/ha) (Corteva Agriscience Germany GmbH, München, Deutschland)
16.07.2019	3. Nachblütebehandlung	Thiovit Jet (3,0 kg/ha) (Syngenta Agro GmbH, Wien, Österreich); Zorvec Zelavin (0,25 l/ha) (Corteva Agriscience Germany GmbH, München, Deutschland); Flovine (1,25 kg/ha) (ADAMA Deutschland GmbH, Köln, Deutschland); Karathane Gold (0,6 l/ha) (Corteva Agriscience Germany GmbH, München, Deutschland); Vegas (0,5 l/ha) (Nisso Chemical Europe GmbH, Düsseldorf, Deutschland)
05.08.2019	Abschlussbehandlung	Kupfer-Fusilan (2,5 kg/ha) (Kwizda Agro GmbH, Wien, Österreich); Talendo Extra (0,3 l/ha) (Corteva Agriscience Germany GmbH, München, Deutschland); Cantus (1,2 kg/ha) (BASF SE, Limburgerhof, Deutschland)

## Bonitur der Traubenwelke

In den Jahren 2016 und 2019 wurde das Auftreten von Traubenwelke ermittelt. Dazu wurden an einem zufällig ausgewählten Stock pro Wiederholung (n = 25) alle Traubencluster beurteilt. Der Prozentanteil befallener Traubencluster im Verhältnis zu gesunden Traubenclustern ergab die Schadenshäufigkeit. Der Prozentanteil der geschädigten Beeren an allen Traubenclustern einer Pflanze ergab die Schadensstärke.

## Bonitur des Wildverbisses

In den Jahren 2009, 2010 und 2019 wurde die Stärke der Wildschäden bewertet. Dazu wurden zwei unterschiedliche Methoden verwendet. In den Jahren 2009 und 2010 wurden jene Stöcke, an denen Traubencluster mit Wildverbiss vor-

Dazu wurde entsprechend dem Versuchsplan jährlich eine gepoolte Probe aus 25 Stöcken pro Wiederholung ausgewertet. Zur Bestimmung der Reifeparameter wurden unmittelbar vor der Ernte Beerenproben entnommen. Die Entsaftung

handen waren, gezählt und danach deren Prozentanteil an der Gesamtstockanzahl pro Wiederholung berechnet. Im Jahr 2019 wurden an einem zufällig ausgewählten Stock pro Wiederholung alle Traubencluster beurteilt. Der Prozentanteil befallener Traubencluster im Verhältnis zu nichtgeschädigten Traubenclustern ergab die Schadenshäufigkeit. Der Prozentanteil der geschädigten Beeren an allen Traubenclustern einer Pflanze ergab die Schadensstärke.

## Bestimmung der Ertrags- und Reifeparameter

Die Bestimmung von Ertrag, Traubengewicht, 100-Beeren-Gewicht, Mostgewicht, Gehalt an titrierbarer Säure, pH-Wert und Gehalt an Stickstoff im Most erfolgte in jedem Versuchsjahr.

der Beeren erfolgte mittels Saftzentrifuge Santos Anneé 90 (SANTOS SAS, Vaulx en Velin, Frankreich) und die Filtration mithilfe von Faltenfiltern. Die Bestimmung des Zuckergehalts wurde mittels

Handrefraktometer durchgeführt. Der Säuregehalt wurde durch Titration mit 2/15 normaler Blaulauge bis zum Umschlagpunkt (pH = 7) bestimmt. Der Stickstoffgehalt im Most wurde fotometrisch nach Dukes und Butzke (1996) bestimmt: Die freien  $\alpha$ -Aminogruppen bildeten mit dem Reagenz o-Phtalaldehyd/N-Acetyl-Cystein (OPA/NAC) einen blauen Farbstoff, dessen Intensität im Photometer Konelab 20 (Thermo Fisher

Scientific Oy Clinical Diagnostics, Vantaa, Finnland) bei 340 nm gemessen wurde. Die Ertragsbestimmung erfolgte unmittelbar nach der Ernte des lesereifen Traubenmaterials im Weingarten. Die Lese erfolgte händisch zu den in Tabelle 3 angeführten Terminen. Dabei wurden die mit Botrytis befallenen Beeren ausselektiert.

Tab. 3: Erntetermine

<b>Jahr</b>	<b>Erntetermin</b>
<b>2009</b>	7. Oktober
<b>2010</b>	4. Oktober
<b>2011</b>	28. September
<b>2012</b>	20. September
<b>2013</b>	14. Oktober
<b>2014</b>	25. September
<b>2015</b>	21. September
<b>2016</b>	21. September
<b>2017</b>	28. September
<b>2018</b>	13. September
<b>2019</b>	30. September
<b>2020</b>	24. September

### Bestimmung des Schnittholzgewichts

Das Schnittholzgewicht wurde nach dem Rebschnitt entsprechend dem Versuchsplan mit einer transportfähigen mechanischen Zugwaage (Spiral Reih & Co. KG, Wien, Österreich) ermittelt. Dabei wurde das ein- und zweijährige Holz, das im Zuge des Ertragsschnitts entfernt wurde, berücksichtigt.

### Phänologische Erhebungen

In den Jahren 2011 bis 2020 wurde das Eintreten der Entwicklungsstadien "Knospenaufbruch – grüne Triebspitzen deutlich sichtbar" (BBCH 09/OIV 301) und "Weichwerden der Beeren" (BBCH 85/OIV 303) ermittelt. Dazu wurden die BBCH-Skala nach Meier (2001) und die OIV-Merkmalssliste für Rebsorten und Vitis-Arten nach Alercia et al. (2001) verwendet.

### Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mittels SPSS (Version 26.0; IBM Österreich Internationale Büromaschinen GmbH., Wien, Österreich). Sämtliche Daten wurden auf Normalverteilung und Varianzhomogenität geprüft. Mit den Ertrags-, Reife- und Schnittholzgewichtsdaten wurde eine zweifaktorielle ANOVA (Faktoren Stammhöhe und Versuchsjahr) durchgeführt. Die Effektstärke der beiden Faktoren wurde mittels partiellem Eta-Quadrat ( $\eta_p^2$ ) ermittelt. Bei den Ergebnissen zu Ertrag, 100-Beeren-Gewicht und pH-Wert lag keine Varianzhomogenität vor. Allerdings waren die Stichprobengrößen für alle Jahre und beide Stammhöhen jeweils gleich. Daher erfolgte dennoch eine zweifaktorielle ANOVA. Die Daten zu Wildverbiss und Traubenwelke wurden für jedes Jahr mit t-Tests analysiert. Die graphische Darstellung der Daten erfolgte mit den Programmen SPSS und Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, USA).

## Ergebnisse und Diskussion

### Traubenwelke

Tab. 4: Auftreten von Traubenwelke in den Jahren 2016 und 2019 in Abhängigkeit von der Stammhöhe

Stammhöhe	Jahr 2016		Jahr 2019	
	Schadenshäufigkeit (%)	Schadensstärke (%)	Schadenshäufigkeit (%)	Schadensstärke (%)
75 cm	1,2	1,0	7,5	2,8
115 cm	0	0	3,6	0,8
<b>Signifikanz</b>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

In Tabelle 4 ist zu erkennen, dass die Traubenwelke in den Jahren 2016 und 2019 nicht oder nur auf einem sehr niedrigen Niveau auftrat. Dabei konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten ermittelt werden. Laut Mehofer et al. (2014) ist es aufgrund der vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Boden, Rebsorte, Klima und Kulturmaßnahmen schwer, alle Umweltfaktoren in ihrer Gesamtwirkung auf das Auftreten der Traubenwelke zu erfassen. Griesser et al. (2012) zufolge liegt der Schlüssel zum Verständnis der Traubenwelke in den physiologischen Vorgängen der Rebe, da nur mit diesem Wissen gezielte Strategien zur Vermeidung hoher Verluste durch die Traubenwelke entwickelt und beurteilt werden können. Folgende Ursachen und auslösende Faktoren beziehungsweise deren Zusammenwirken

sind für das Auftreten von Traubenwelke Mehofer et al. (2014) zufolge bekannt: eine Unterversorgung mit Kalium im Unterboden, ein ungünstiges Kalium/Magnesium-Verhältnis von unter 1,7:1 insbesondere im Unterboden, ein verdeckter (latenter) Kaliummangel, Wasser- und Nährstoffkonkurrenz durch nicht an die Boden- und Witterungsverhältnisse angepasste Gründüngung, ein ungünstiger Jahreswitterungsverlauf mit längeren Trockenphasen oder übermäßiger Wasserversorgung, Bodenverdichtungen, Stress durch andauernde Stocküberbelastung und damit geringeres Reservestoffpotential, starkes Wachstum und Stress durch sehr intensive Eingriffe in die Laubwand, die insbesondere während der Reifephase zu einem ungünstigen Blatt/Frucht-Verhältnis führen.

### Wildverbiss

Tab. 5: Schäden durch Wildverbiss (Prozentanteil der Stöcke mit geschädigten Trauben) in Abhängigkeit von der Stammhöhe in den Jahren 2009 und 2010

Stammhöhe	Stöcke mit Wildverbiss (%)	
	Jahr 2009	Jahr 2010
75 cm	78 a	22 a
115 cm	0 b	0 b

Tab. 6: Schäden durch Wildverbiss (Prozentanteil geschädigter Trauben und Beeren) in Abhängigkeit von der Stammhöhe im Jahr 2019

Stammhöhe	Schadenshäufigkeit (%)	Schadensstärke (%)
75 cm	15,5 a	15,1 a
115 cm	0 b	0 b

In den Tabellen 5 und 6 ist zu erkennen, dass bei einer Stammhöhe von 75 cm Schäden durch Wildverbiss, wie in Abbildung 3 dargestellt, vorhanden waren. Bei einer Stammhöhe von 115 cm traten hingegen keine derartigen Schäden auf. Grünwald et al. (2004) und Bauer et al. (2019) zufolge können Rehe während der Vegetationszeit Beeren vom Rebstock abfressen. Laut Redl et al. (1996) können durch Rehe verursachte Fraßschäden sowohl an den grünen Rebteilen als auch an reifenden Trauben auftreten. Eine Verhinderung beziehungsweise Reduktion dieser Schäden ist laut Bauer et al. (2019) und Redl et al. (1996) nur durch einen Wildschutzgitterzaun möglich. Laut

Bauer (2000) besteht ein Nachteil niedrigerer Stammhöhe darin, dass mehr Wildschäden möglich sind. Aus Abbildung 3 ist ersichtlich, dass die Beeren abgerupft wurden. Daraus kann geschlossen werden, dass der Wildschaden durch Rehwild verursacht wurde, da Grünwald et al. (2004) zufolge Rehwild im Gegensatz zu Nagetieren im Oberkiefer keine Schneidezähne besitzt, welche die Beeren mit einem schneidenden, scharfen Biss abtrennen.



Abb. 3: Schäden durch Wildverbiss an den Trauben bei einer Stammhöhe von 75 cm



## Ertrags- und Reifeparameter

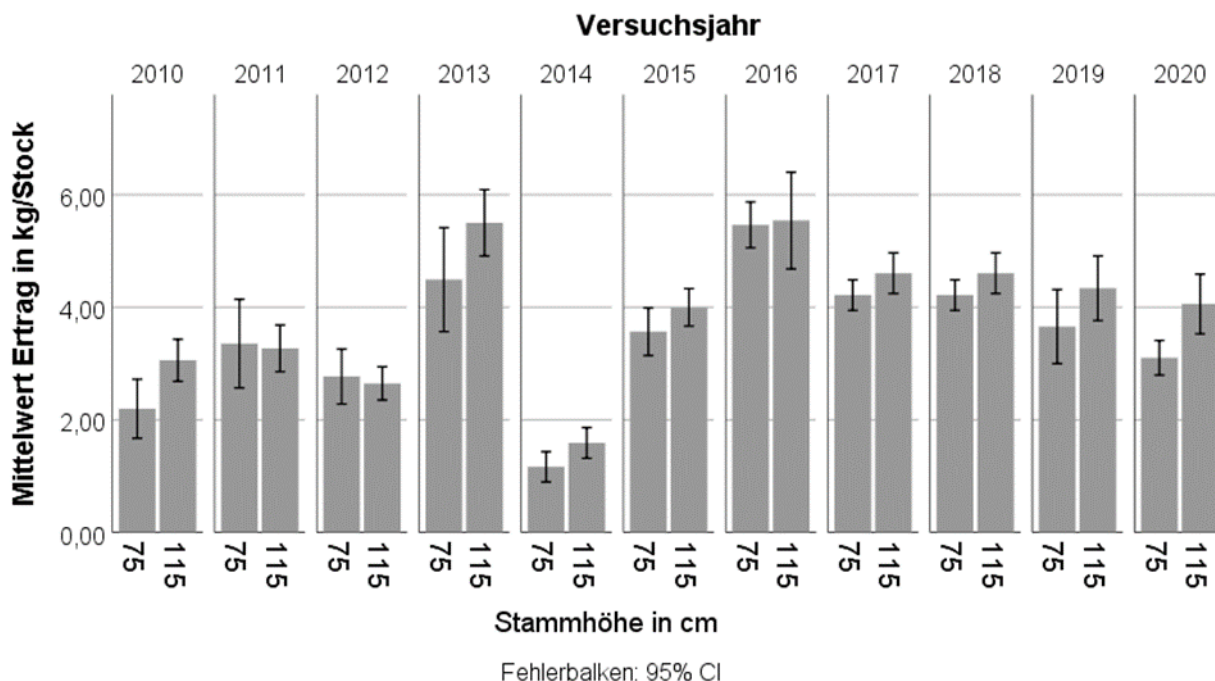


Abb. 4: Ertrag (Mittelwerte in kg/Stock) der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe in den Jahren 2010 bis 2020 nach Auswertung mittels zweifaktorieller Varianzanalyse (n = 178)

In Abbildung 4 ist zu erkennen, dass in allen Jahren, außer in den Jahren 2011 und 2012, der mittlere Pro-Stock-Ertrag bei einer Stammhöhe von 115 cm höher war als bei einer Stammhöhe von 75 cm. Die durchschnittlichen Erträge lagen jahresabhängig zwischen 1,17 und 5,47 kg pro Stock bei einer Stammhöhe von 75 cm und zwischen 1,59 und 5,54 kg pro Stock bei einer Stammhöhe von 115 cm. Die zweifaktorielle Varianzanalyse über alle Versuchsjahre ergab ein signifikantes Gesamtmodell ( $F(21,156) = 27,97$ ;  $p < 0.001$ ; korrigiertes  $R^2 = 0,76$ ;  $n = 178$ ) und zeigte sowohl für den Faktor Stammhöhe als auch für den Faktor Versuchsjahr einen statistisch signifikanten Effekt (Stammhöhe:  $F(1,156) = 22,94$ ;  $p < 0.001$  und Beobachtungsjahr:  $F(10,156) = 55,36$ ;  $p < 0.001$ ). Der Effekt des Faktors Jahr ( $\eta^2 = 0,78$ ) war höher einzustufen als jener des Faktors Stammhöhe ( $\eta^2 = 0,13$ ). Ursachen für die Ertragsunterschiede waren der stärkere

Wildverbiss an den Trauben oder der stärkere Botrytisbefall an den Beeren. Auch Redl (1980) ermittelte bei höheren Stammhöhen höhere Traubenerträge, und zwar bei der Rebsorte 'Grüner Veltliner'. Ebenso ergab Murisier und Spring (1986) zufolge die Verlängerung des Stammes bei der Rebsorte 'Chasselas' einen signifikant höheren Ertrag, ohne die Qualität zu verändern. Ähnliche Beobachtungen machten Trandafilovic und Zunic (2010). Sie ermittelten bei den Rebsorten 'Sauvignon blanc', 'Weißburgunder' und 'Zupljanka' bei einer Stammhöhe von 70 cm höhere Erträge als bei einer Stammhöhe von 40 cm. Bernizzone et al. (2009) fanden hingegen bei der Rebsorte 'Barbera' keine signifikanten Unterschiede im Pro-Stock-Ertrag zwischen Erziehungssystemen mit unterschiedlichen Stammhöhen.

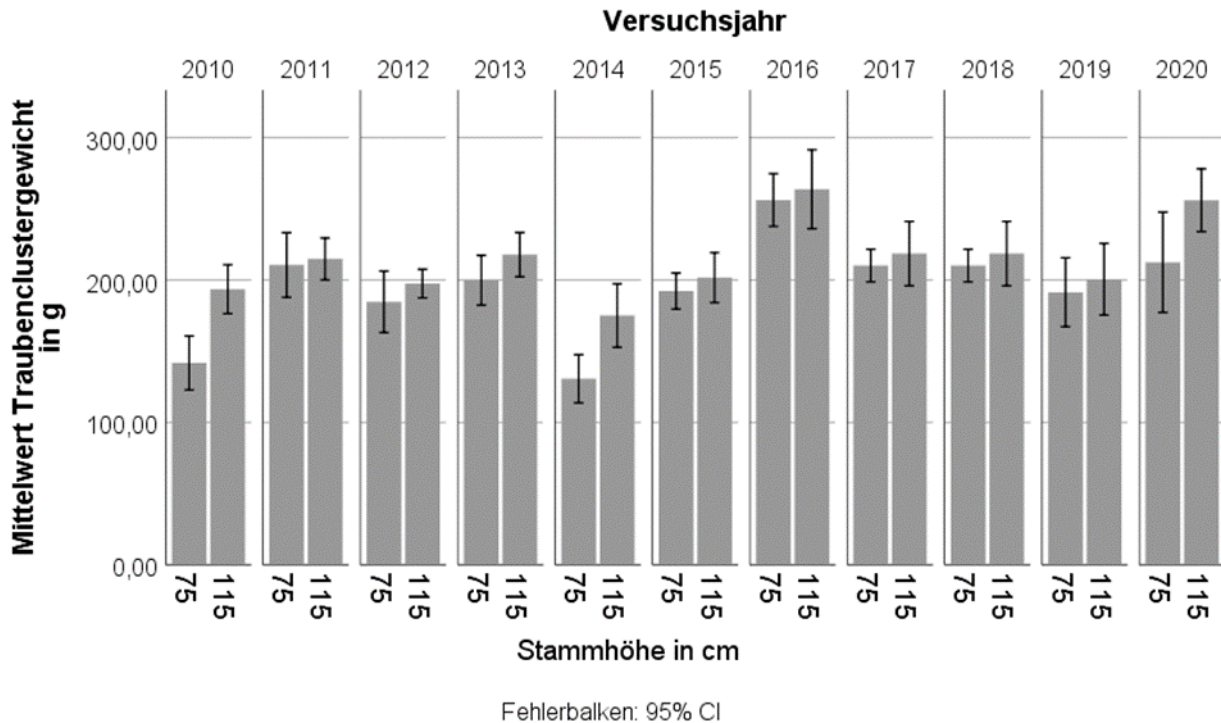


Abb. 5: Traubenclustergewicht (Mittelwerte in g/Traubencluster) der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe in den Jahren 2010 bis 2020 nach Auswertung mittels zweifaktorieller Varianzanalyse (n = 177)

Abbildung 5 zeigt die Traubenclustergewichte der Jahre 2010 bis 2020. In allen Jahren wurden bei einer Stammhöhe von 115 cm schwerere Trauben produziert als bei einer Stammhöhe von 75 cm. Die durchschnittlichen Traubenclustergewichte lagen jahresabhängig zwischen 131 und 256 g bei einer Stammhöhe von 75 cm und zwischen 175 und 264 g bei einer Stammhöhe von 115 cm. Die zweifaktorielle ANOVA ergab Signifikanz für das Gesamtmodell:  $F(19,141) = 9,75$ ;  $p < 0,001$ ; korrigiertes  $R^2 = 0,51$ ;  $n = 177$ . Sowohl der Faktor Stammhöhe ( $F(1,155) = 29,39$ ;  $p < 0,001$ ) als auch der Faktor Jahr ( $F(9,155) = 22,79$ ;  $p < 0,001$ ) hatten einen signifikanten Einfluss auf das Traubenclustergewicht, wobei der Effekt des Faktors Jahr ( $\eta^2 = 0,60$ ) höher war als der des Faktors Stammhöhe ( $\eta^2 = 0,16$ ). Zudem zeigte sich eine signifikante Interaktion

von Stammhöhe und Versuchsjahr:  $F(10,177) = 2,18$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,12$ ). Die Stammhöhe wirkte sich also in Abhängigkeit vom Jahrgang unterschiedlich auf das Traubenclustergewicht aus. Ursache für die geringeren Traubenclustergewichte bei niedrigerer Stammhöhe war primär der Wildverbiss an den Trauben. Redl (1980) stellte bei einem Vergleich der Stammhöhen 135 cm und 170 cm keine signifikanten Einflüsse auf das Traubenclustergewicht fest. Ebenso erkannten Kalkan und Keskin (2018) keine signifikanten Unterschiede im Traubenclustergewicht beim Vergleich der Stammhöhen 75, 100 und 125 cm.

Tab. 7: 100-Beeren-Gewicht (M = Mittelwerte in g, SD = Standardabweichung) der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe in den Jahren 2013 bis 2020

Jahr	Stammhöhe 75 cm			Stammhöhe 115 cm		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>
2011	247,50	14,73	8,00	194,25	48,67	8,00
2012	158,63	14,69	8,00	153,88	8,89	8,00
2013	164,90	8,46	10,00	144,63	10,25	8,00
2014	153,50	26,28	8,00	163,63	19,45	8,00
2015	131,50	11,94	8,00	133,13	17,68	8,00
2016	227,63	6,44	8,00	226,38	13,71	8,00
2017	175,75	28,06	8,00	183,38	17,46	8,00
2018	175,75	28,06	8,00	183,38	17,46	8,00
2019	155,13	11,92	8,00	170,75	7,65	8,00
2020	178,50	11,65	8,00	169,25	12,54	8,00

In den Jahren 2011 bis 2020 wurde das 100-Beeren-Gewicht ermittelt. In Tabelle 7 ist zu erkennen, dass die durchschnittlichen 100-Beeren-Gewichte jahresabhängig zwischen 131,5 und 247,5 g bei einer Stammhöhe von 75 cm und zwischen 133,1 und 226,4 g bei einer Stammhöhe von 115 cm lagen. In der zweifaktoriellen ANOVA (Gesamtmodell:  $F(19,142) = 20,05$ ;  $p < 0,001$ ; korrigiertes  $R^2 = 0,69$ ;  $n = 162$ ) konnte kein statistisch signifikanter Einfluss der Stammhöhe ( $F(1,142) = 2,33$ ;  $p = 0,13$ ), sondern nur ein signifikanter Ein-

fluss des Versuchsjahres ( $F(9,174) = 37,90$ ;  $p < 0,001$ ) auf das 100-Beeren-Gewicht festgestellt werden. Redl (1980) ermittelte bei einer Stammhöhe von 170 cm in einem Versuchsjahr ein signifikant geringeres Beerengewicht als bei einer Stammhöhe von 135 cm. Kalkan und Keskin (2018) beobachteten hingegen keine signifikanten Unterschiede im Beerengewicht zwischen den Stammhöhen 75, 100 und 125 cm. Auch Wolf et al. (2003) konnten keine signifikanten Unterschiede im Beerengewicht bei unterschiedlichen Stammhöhen (100 und 180 cm), ausgeführt in Form einer Eindraht-Erziehung, erkennen.

Tab. 8: Mostgewicht (M = Mittelwerte in °KMW, SD = Standardabweichung) der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe in den Jahren 2009 bis 2020

Jahr	Stammhöhe 75 cm			Stammhöhe 115 cm		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>
2009	18,5	0,4	15,0	19,0	0,3	5,0
2010	16,9	0,4	8,0	17,0	0,2	8,0
2011	18,1	0,7	8,0	18,3	0,6	8,0
2012	18,2	0,5	8,0	18,4	0,4	8,0
2013	17,2	0,7	10,0	16,3	0,6	8,0
2014	17,7	0,9	8,0	17,6	0,6	8,0
2015	16,9	0,5	8,0	17,0	0,6	8,0
2016	16,4	0,4	8,0	16,5	0,4	8,0
2017	16,8	0,2	8,0	16,8	0,4	8,0
2018	16,8	0,2	8,0	16,8	0,4	8,0
2019	18,4	0,5	8,0	18,5	0,2	8,0
2020	17,4	0,4	8,0	17,0	0,5	8,0

In Tabelle 8 sind die mittleren Mostgewichte in den Jahren 2009 bis 2020 abgebildet. Die durchschnittlichen Mostgewichte lagen jahresabhängig zwischen 16,4 und 18,5 °KMW bei einer Stammhöhe von 75 cm und zwischen 16,3 und 19,0 °KMW bei einer Stammhöhe von 115 cm. Ein eindeutiger Einfluss der Stammhöhe über alle Untersuchungsjahre war nicht erkennbar, wie durch die zweifaktorielle ANOVA (Gesamtmodell:  $F(23,174) = 21,73; p < 0,001$ ; korrigiertes  $R^2 = 0,71$ ;  $n = 198$  // Stammhöhe:  $F(1,174) = 0,00; p = 0,98$  // Versuchsjahr:  $F(11,174) = 42,62; p < 0,001$ ) bestätigt wurde. Hingegen analysierte Redl (1980) bei 'Grüner Veltliner' bei einer Stammhöhe von 170 cm ein signifikant geringeres Mostgewicht als bei einer Stammhöhe von 135 cm. Wunderer et al. (1999) beobachteten bei 'Grüner Veltliner' bei der Erziehungsform Hochwand mit einer Stammhöhe von 60 cm höhere Mostgewichte als beim Erziehungssystem Hochkultur mit 130 cm Stammhöhe. Trandafilovic und

Zunic (2010) ermittelten bei den Rebsorten 'Sauvignon blanc', 'Weißburgunder' und 'Zuplanka' bei einer Stammhöhe von 40 cm einen höheren Zuckergehalt in den Beeren als bei einer Stammhöhe von 70 cm. Auch Reynolds et al. (1985) stellten bei niedrigeren Stämmen bei der Rebsorte 'Seyval Blanc' eine bessere Zuckereinlagerung fest. Kalkan und Keskin (2018) konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede im Zuckergehalt zwischen den Stammhöhen 75, 100 und 125 cm bei der Rebsorte 'Karaerik' feststellen. Tkachenko et al. (2017) zufolge wurde bei einer Stammhöhe von 80 cm im Vergleich mit den Stammhöhen 40, 120 und 160 cm das Optimum des Zuckergehalts erzielt. Wolf et al. (2003) konnten bei der Rebsorte 'Shiraz' keine Unterschiede in der Zuckerkumulation zwischen den Stammhöhen 100 und 180 cm, formiert als Eindraht-Erziehung, ermitteln.

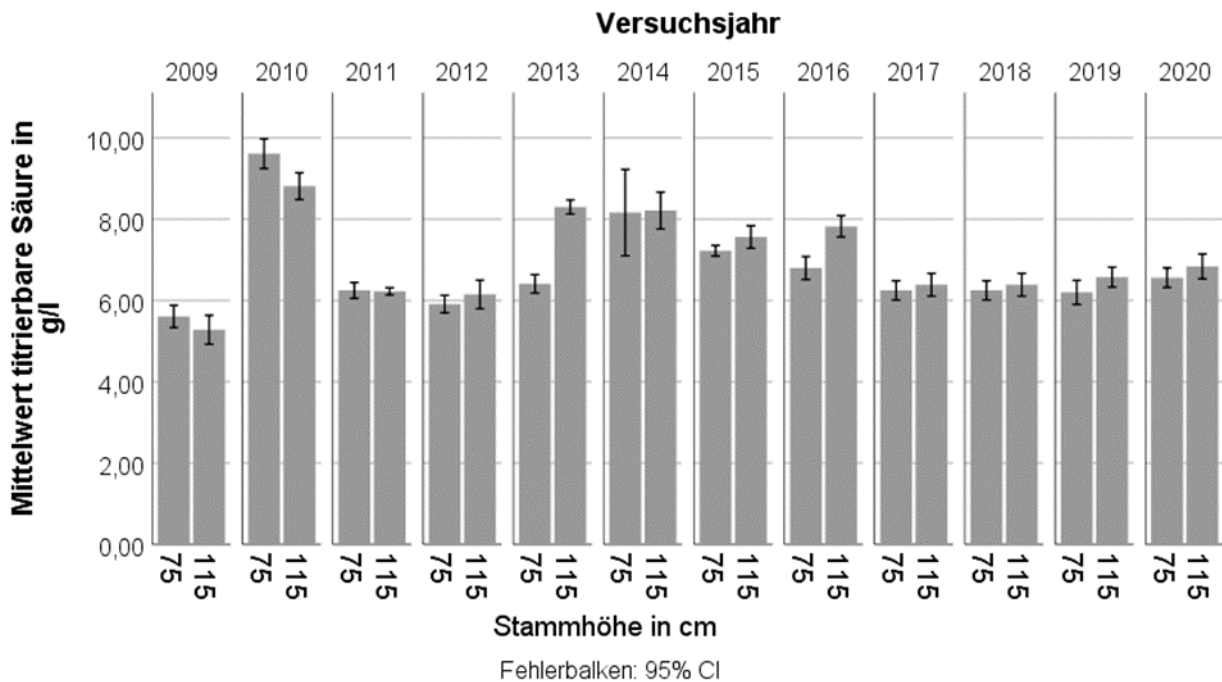


Abb. 6: Gehalt an titrierbarer Säure im Most (Mittelwerte in g/l) der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe in den Jahren 2009 bis 2020 nach Auswertung mittels zweifaktorieller Varianzanalyse (n = 198)

Abbildung 6 zeigt den Einfluss der Stammhöhe beziehungsweise des Versuchsjahres auf den Säuregehalt im Most. Die durchschnittlichen Gehalte lagen jahresabhängig zwischen 5,6 und 9,2 g/l bei einer Stammhöhe von 75 cm und zwischen 5,3 und 8,8 g/l bei einer Stammhöhe von 115 cm. Die zweifaktorielle Varianzanalyse ergab bei signifikantem Gesamtmodell ( $F(23,174) = 53,28$ ;  $p < 0,001$ ; korrigiertes  $R^2 = 0,86$ ;  $n = 198$ ) einen signifikant höheren Gehalt an titrierbarer Säure bei einer Stammhöhe von 115 cm im Vergleich zu 75 cm mit  $F(1,174) = 20,61$  und  $p < 0,001$ . Für den Faktor Jahr wurde erwartungsgemäß ebenfalls ein signifikanter Einfluss auf den Säuregehalt mit  $F(10,174) = 96,47$  und  $p < 0,001$  beobachtet. Die Effektstärke für den Faktor Jahr war mit  $\eta^2 =$

0,86 deutlich höher als für den Faktor Stammhöhe mit  $\eta^2 = 0,11$ . Außerdem zeigte sich eine signifikante Interaktion von Stammhöhe und Versuchsjahr mit  $F(1,174) = 10,51$ ;  $p < 0,001$  und  $\eta^2 = 0,40$ . Die Stammhöhe wirkte sich demnach je nach Jahrgang unterschiedlich auf den Säuregehalt im Most aus. Auch Redl (1980 und 1984) beobachtete bei 'Grüner Veltliner', dass bei zunehmender Stammhöhe der Gehalt an titrierbarer Säure erhöht wurde, während Reynolds et al. (1985) bei der Rebsorte 'Seyval Blanc' den gegenteiligen Effekt beobachteten. Kalkan und Keskin (2018) stellten bei der Rebsorte 'Karaerik' keine signifikanten Unterschiede im Gehalt an organischen Säuren im Most zwischen den Stammhöhen 75, 100 und 125 cm fest.

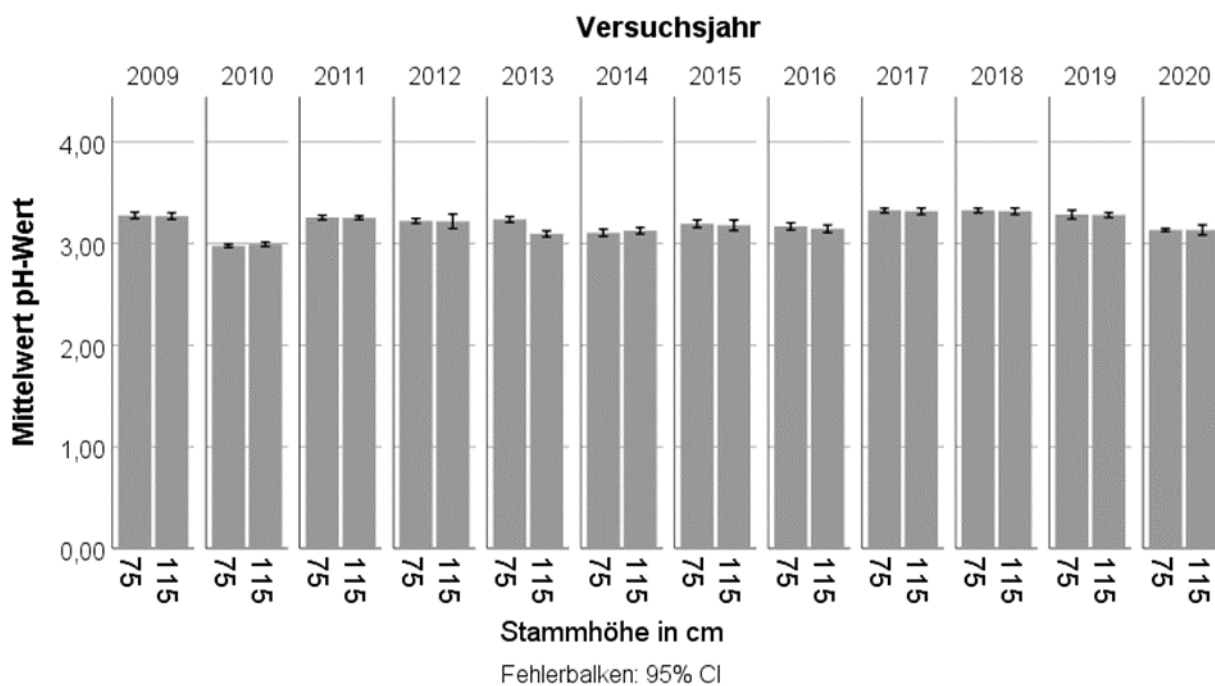


Abb. 7: pH-Wert im Most (Mittelwerte) der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe in den Jahren 2009 bis 2020 nach Auswertung mittels zweifaktorieller Varianzanalyse ( $n = 198$ )

In Abbildung 7 ist erkennbar, dass beim pH-Wert im Most nur geringe Unterschiede zwischen den Stammhöhen zu verzeichnen waren. Die durchschnittlichen pH-Werte im Most lagen jahresabhängig zwischen 3,0 und 3,4 bei einer Stammhöhe von 75 cm und zwischen 3,0 und 3,3 bei einer Stammhöhe von 115 cm. Die zweifaktorielle ANOVA (Gesamtmodell:  $F(23,174) = 44,36; p < 0,001$ ; korrigiertes  $R^2 = 0,84$ ;  $n = 198$ ) ergab sowohl einen signifikanten Effekt des Faktors Versuchsjahr mit  $F(23,174) = 86,67$  und  $p < 0,001$  als auch einen signifikant höheren pH-Wert bei niedrigerer Stammhöhe mit  $F(1,174) = 6,10$  und  $p < 0,05$ . Die Effektstärke des Faktors Jahr war mit  $\eta^2 = 0,85$  allerdings wesentlich höher als jene des Faktors Stammhöhe mit  $\eta^2 = 0,03$ . Eine signifikante Interaktion von Stammhöhe und Versuchsjahr ( $F(11,174) = 4,28; p < 0,001; \eta^2 = 0,21$ )

wurde ebenfalls beobachtet. Dies weist darauf hin, dass die Stammhöhe den pH-Wert im Most jahrgangsabhängig unterschiedlich beeinflusst. Die sehr niedrigen pH-Werte im Most im Jahr 2010 waren Folge der extrem nassen und kühlen Witterungsbedingungen in diesem Jahr. Kalkan und Keskin (2018) beobachteten bei der Rebsorte 'Karaerik' keine signifikanten Unterschiede beim pH-Wert im Most zwischen den Stammhöhen 75, 100 und 125 cm. Reynolds et al. (1985) ermittelten hingegen bei der Rebsorte 'Seyval Blanc' bei Erziehungssystemen mit höheren Stämmen höhere pH-Werte im Most.

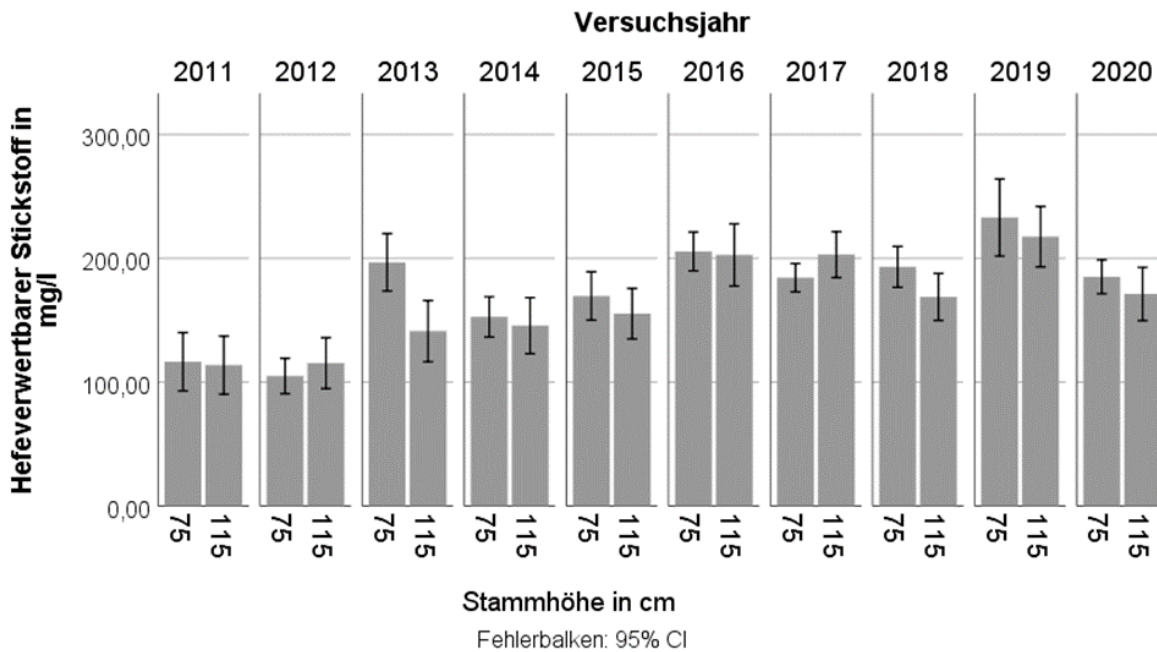


Abb. 8: Gehalt an hefeverwertbarem Stickstoff (NOPA, Mittelwerte in mg/l) im Most der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe in den Jahren 2011 bis 2020 nach Auswertung mittels zweifaktorieller Varianzanalyse ( $n = 162$ )

Wie in Abbildung 8 dargestellt, lagen die Gehalte an hefeverwertbarem Stickstoff im Most jahresabhängig zwischen 105 und 233 mg/l bei einer Stammhöhe von 75 cm und zwischen 114 und 218 mg/l bei einer Stammhöhe von 115 cm. In der überwiegenden Anzahl der Jahre zeigte sich bei einer Stammhöhe von 115 cm ein geringerer Gehalt an hefeverwertbarem Stickstoff im Most als bei einer Stammhöhe von 75 cm. Laut zweifaktorieller ANOVA (Gesamtmodell:  $F(19,142) =$

$17,58; p < 0,001$ ; korrigiertes  $R^2 = 0,66$ ;  $n = 162$ ) waren sowohl der Einfluss des Jahres mit  $F(8,142) = 363,48$  und  $p < 0,001$  als auch der Einfluss der Stammhöhe mit  $F(1,142) = 7,26$  und  $p < 0,05$  signifikant. Betrachtet man die Effektstärke, ist jedoch der Einfluss der Stammhöhe ( $\eta^2 = 0,05$ ) im Vergleich zum Einfluss des Versuchsjahres ( $\eta^2 = 0,68$ ) sehr gering.

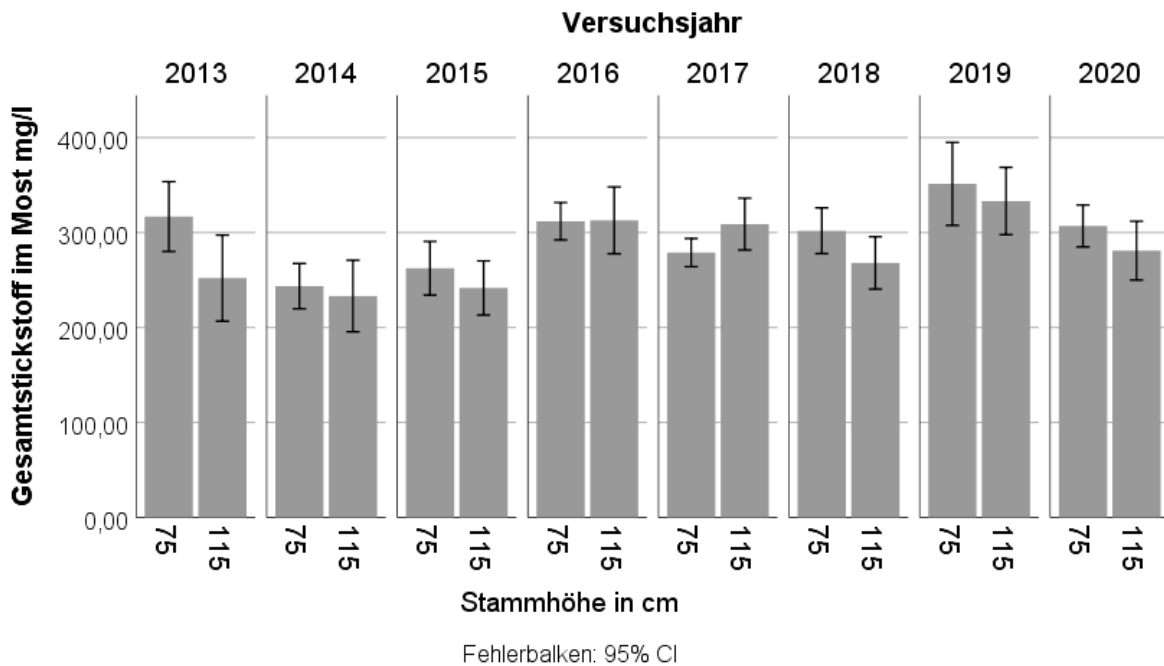


Abb. 9: Gesamtstickstoffgehalt (Mittelwerte in mg/l) im Most der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe in den Jahren 2013 bis 2020 nach Auswertung mittels zweifaktorieller Varianzanalyse (n = 130)

In Abbildung 9 ist zu erkennen, dass der Gesamtstickstoffgehalt im Most in 6 von 8 Jahren bei einer Stammhöhe von 115 cm niedriger war als bei einer Stammhöhe von 75 cm. Die durchschnittlichen Gesamtstickstoffgehalte im Most lagen jahresabhängig zwischen 244 und 351 mg/l bei einer Stammhöhe von 75 cm und zwischen 233 und 333 mg/l bei einer Stammhöhe von 115 cm. In der zweifaktoriellen ANOVA (Gesamtmodell:  $F(15,114) = 6,92$ ;  $p < 0,001$ ; korrigiertes  $R^2 = 0,41$ ;  $n = 130$ ) wurde sowohl für den Jahreseinfluss mit  $F(7,114) = 11,61$  und  $p < 0,001$  als auch für die Stammhöhe mit  $F(1,114) = 7,11$  und  $p < 0,05$  ein signifikanter Einfluss ermittelt. Der Effekt des

Faktors Jahr war mit  $\eta^2 = 0,42$  deutlich höher als der Effekt des Faktors Stammhöhe mit  $\eta^2 = 0,06$ . Eine signifikante Interaktion von Stammhöhe und Versuchsjahr ( $F(7,114) = 2,15$ ;  $p < 0,05$ ;  $\eta^2 = 0,18$ ) konnte ebenfalls errechnet werden. Somit beeinflusst die Stammhöhe den Gesamtstickstoffgehalt im Most jahresabhängig unterschiedlich. Redl (1986) ermittelte im Gegensatz dazu bei der Rebsorte 'Grüner Veltliner' in den Beeren der höher erzogenen Reben höhere Stickstoffgehalte.

### Schnittholzgewicht

Tab. 9: Schnittholzgewicht (M = Mittelwerte in kg/m<sup>2</sup>, SD = Standardabweichung) der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe in den Jahren 2010 bis 2020

Jahr	Stammhöhe 75 cm			Stammhöhe 115 cm		
	M	SD	n	M	SD	n
2010	0,15	0,03	8,00	0,16	0,02	8,00
2011	0,10	0,02	8,00	0,09	0,02	8,00
2012	0,10	0,02	8,00	0,13	0,02	8,00
2013	0,21	0,03	13,00	0,21	0,03	8,00
2014	0,10	0,02	8,00	0,10	0,02	8,00
2015	0,20	0,03	8,00	0,20	0,03	8,00
2016	0,22	0,03	8,00	0,20	0,03	8,00
2017	0,21	0,02	8,00	0,20	0,01	8,00
2018	0,15	0,01	8,00	0,13	0,05	8,00
2019	0,18	0,02	8,00	0,17	0,03	8,00
2020	0,15	0,02	8,00	0,14	0,02	8,00

Bei dem in Tabelle 9 dargestellten Schnittholzgewicht konnte kein einheitlicher Trend hinsichtlich Einfluss der Stammhöhe beobachtet werden. Das bestätigt auch die zweifaktorielle ANOVA (Gesamtmodell:  $F(21,159) = 23,78$ ;  $p < 0,001$ ; korrigiertes  $R^2 = 0,72$ ;  $n = 181$ ), in der kein signifikanter Effekt der Stammhöhe mit  $F(1,159) = 0,44$  und  $p = 0,51$  ermittelt wurde. Das Versuchsjahr zeigte mit  $F(10,159) = 48,55$  und  $p < 0,001$  hingegen einen signifikanten Effekt. Im Gegensatz dazu zeigten Morisier und Spring (1986) zufolge Reben

der Rebsorte 'Chasselas' mit steigender Stammhöhe mehr Wuchs und eine größere Blattfläche. Hingegen wurde laut Wunderer et al. (1999) bei der Rebsorte 'Grüner Veltliner' bei der Erziehungsform Hochwand mit 60 cm Stammhöhe mehr Schnittholz produziert als beim Erziehungssystem Hochkultur mit 130 cm Stammhöhe.

### Phänologische Erhebungen

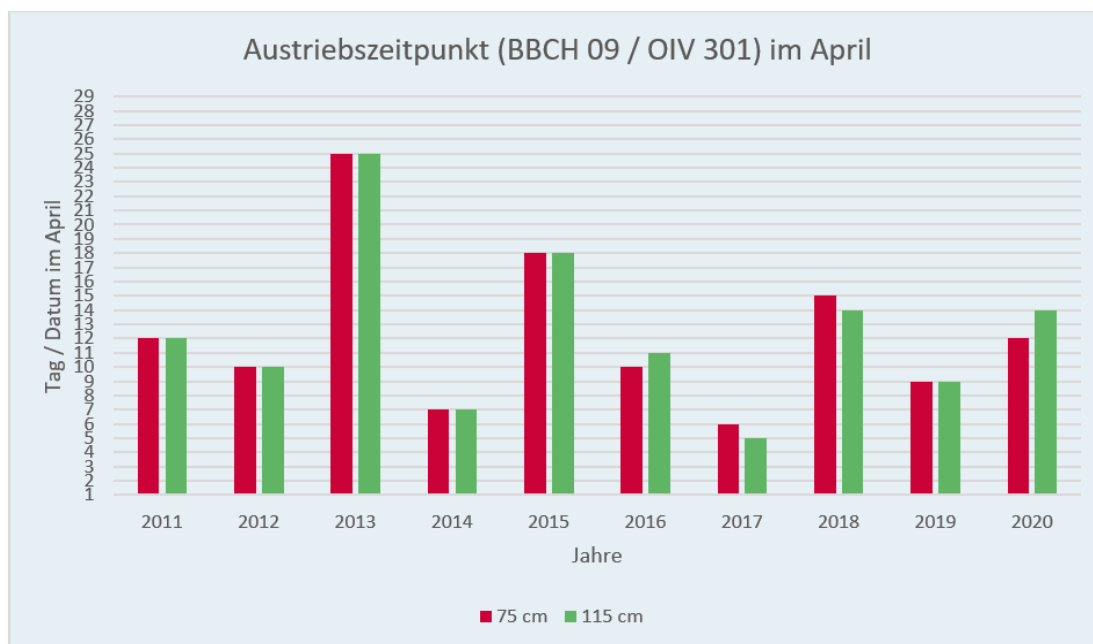


Abb. 10: Austriebszeitpunkt (BBCH 09/OIV 301) der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe im April der Jahre 2011 bis 2020



In Abbildung 10 ist erkennbar, dass beim Austriebszeitpunkt zwischen den beiden Stammhöhen in vier von zehn Beobachtungsjahren geringfügige Unterschiede erkennbar waren. Ein eindeutiger Einfluss in eine Richtung war nicht beobachtbar. Wunderer und Mayer (1994) konnten

ebenso keine erziehungs- und damit stammhöhenabhängige Unterschiede im Austrieb erkennen.

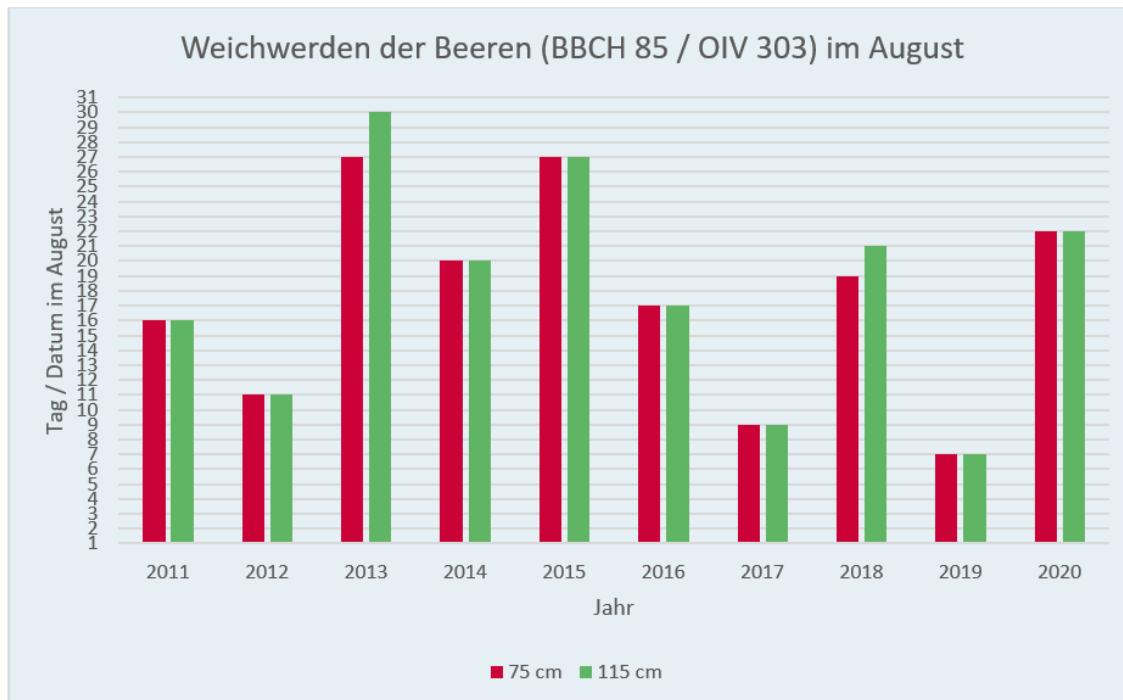


Abb. 11: Weichwerden der Beeren (BBCH 85/OIV 303) der Rebsorte 'Zweigelt' in Abhängigkeit von der Stammhöhe im Monat August der Jahre 2011 bis 2020

Aus Abbildung 11 ist abzulesen, dass sich beim Eintritt des Stadiums "Weichwerden der Beeren" nur in zwei von zehn Jahren Unterschiede zwischen den Stammhöhen zeigten. In den Jahren 2013 und 2018 trat dieses Stadium bei der Stammhöhe 115 cm um drei beziehungsweise zwei Tage später ein als bei der Stammhöhe 75 cm.

### Schlussfolgerungen

Aus praktischer Sicht ist festzuhalten, dass in der Spalierdrahtrahmenerziehung die höhere Stammhöhe bei gleicher Laubwandhöhe zu einem höheren Ertrag pro Stock und zu einem höheren Traubengewicht führte. Über alle Jahre gerechnet betrug der durchschnittliche Unterschied der Erntemenge pro Stock 0,43 kg. Dies entspricht einem Ertragszuwachs von 12,3 %. Das Traubengewicht war bei der Stammhöhe 115 cm

über alle Jahre um durchschnittlich 19,1 g beziehungsweise 9,8 % höher. Die Stammhöhe zeigte auch eindeutige Auswirkungen auf den Gehalt an titrierbaren Säuren im Most und in geringerem Umfang auf den pH-Wert im Most. Der Gehalt an titrierbarer Säure war im Mittel aller Jahre bei einer Stammhöhe von 115 cm um 0,42 g/l beziehungsweise 6,3 % höher, und der pH-Wert im Most war um 0,03 Einheiten verringert. Auf die Gehalte an hefeverwertbarem Stickstoff und Gesamtstickstoff im Most hatte die höhere Stammhöhe hingegen einen reduzierenden Effekt. Diese Parameter waren bei einer Stammhöhe von 115 cm um 6,4 % beziehungsweise 6,2 % geringer. Deutlich geringere oder keine Auswirkungen der Stammhöhe wurden auf das 100-Beeren-Gewicht, das Mostgewicht, die Wuchskraft (Schnittholzgewicht) und die Rebenentwicklung (Zeitpunkte "Austrieb" und "Weichwerden der Beeren") beobachtet. Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass die höhere Stammhöhe zu einem

erhöhten Ertrag bei kaum ungünstigen Auswirkungen auf die Reife führt. Der erhöhte Gehalt an titrierbaren Säuren im Most kann unter den sich ändernden klimatischen Bedingungen und den damit einhergehenden wärmeren Temperaturen

im Spätsommer und Herbst, die zu einem raschen Säureabbau führen, als Vorteil gesehen werden. Erwartungsgemäß wurden alle erhobenen Parameter von den Bedingungen des jeweiligen Versuchsjahres deutlich stärker beeinflusst als von der Stammhöhe.

## Literatur

- Alercia, A., Blecher, R., Boursiquot, J.-M., Carara, R., Chome, P., Costacurta, A., Giust, M., Hundemer, M., Jung, A., Lacombe, T., Maigre, D., Maul, E., Ortiz, J., Schneider, A., Walker, A.** 2001: 2. Auflage der OIV-Merkmalisliste für Rebsorten und VITIS-Arten. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV). Eigenverlag.
- Baeza, P. Ruiz, C., Cuevas, E., Sotés, V., Lissarrague, J.-R.** 2005: Ecophysiological and Agronomic Response of Tempranillo Grapevines to Four Training Systems. *Am. J. Enol. Vitic.* 56:2: 129-138.
- Bauer, K.** 2000: Überlegungen zur Errichtung einer Weingartenneuanlage – Teil 1. *Der Winzer* 56 (2): 8-11.
- Bauer, K., Regner, F., Friedrich, B.** 2019: Weinbau. Schulbuch SB Nr. 972, 194 und 437. München: Cadmos Verlag GmbH, 2019
- Bernizzoni, F., Gatti, M., Civardi, S., Poni, St.** 2009: Long-term Performance of Barbera Grown under Different Training Systems and Within-Row Vine Spacings. *Am. J. Vitic.* 60:3: 339-348.
- Dukes, B. C., Butzke, Ch.** 1996: Concentration of alpha-Amino Compounds in Grape Juice can be Rapidly Determined Using an o-PhthalaldehydeN-acetyl-L-cysteine Spectrophotometric Assay. Presented at the 47th Annual Meeting of the American Society of Enology & Viticulture, Reno, NV.
- Griesser, M., Eder, R., Kühner, E., Besser, St., Forneck, A.** 2012: Traubenwelke bei Zweigelt, neue Erkenntnisse über die physiologische Störung. *Deutsches Weinbau-Jahrbuch 2012* (63. Jahrgang): 114-121.
- Grünwald, W., Grubmann, Ch., Kern, R.** 2004: Wildschadensbewertung in Niederösterreich, 26. Österreichischer Jagd- und Fischerei-Verlag, Wien.
- Kalkan, N. N., Keskin, N.** 2018: The Effects of Trunk Height and Training Systems on some Physicochemical Properties of 'Karaerik' Berries. *YYU TAR BIL DERG (YYU J AGR SCI)* 28 (özel sayı): 257-267.
- Kalkan, N. N., Kaya, Ö., Karadogan, B., Köse, C.** 2017: Determination of Cold Damage and Lipid Peroxidation Levels of Karaerik (*Vitis vinifera* L.) Grape Cultivar having different Trunk Height in Winter Buds. *Alinteri Journal of Agricultural Sciences* 32 (1): 11-17.
- Knolmajerné Szigeti, G., Kocsis, L., Hoffmann, S., Májer, J., Jahnke, G.** 2014: Comparison of the mid-wire cordon and the umbrella training system with the grapevine varieties 'Olaszrizling' ('Welschriesling'), 'Szürkebarát' ('Pinot gris') and 'Kéknyelű' varieties in Badacsony (Hungary): *Mitteilungen Klosterneuburg* 64: 44-53.
- Mehofer, M., Baumgarten, A., Bauer, K., Fardossi, A., Kneissl, G., Kühner, E., Palz, M., Regner, F., Winkovitsch, C., Wunderer, W.** 2014: Sachgerechte Düngung im Weinbau. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Eigenverlag.
- Meier, U.** 2001: Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen – BBCH Monografie, 93-95. Berlin und Braunschweig: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Eigenverlag.
- Murisier, F., Spring, J.-L.** 1986: Influence de la hauteur du tronc et de la densité de plantation sur le comportement de la vigne. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol 18 (4): 221-224.
- Redl, H.** 1980: Erziehungs- und Schnittversuche in einer Weitraumanlage bei der Rebsorte Grüner Veltliner. *Mitteilungen Klosterneuburg* 30: 1-17.
- Redl, H.** 1984a: Die Beeinflussung des Chloroseauftretens auf durch die Erziehungshöhe der Reben in Weitraumanlagen. *Wein-Wissenschaft* 39: 219-225.

**Redl, H.** 1984b: Der Einfluss der Erziehungshöhe auf das Blattwasserpotential bei der Rebsorte Grüner Veltliner. Mitteilungen Klosterneuburg 34: 47-50.

**Redl, H.** 1986: Makro- und Mikronährstoffgehalte in Blättern, Beeren und Rappen in Abhängigkeit von Trieblokalisierung und Rebstammhöhe bei der Sorte Grüner Veltliner. Mitteilungen Klosterneuburg 36: 1-4.

**Redl, H., Ruckenbauer, W., Traxler, H.** 1996: Weinbau Heute, 482. Graz – Stuttgart: Leopold Stocker Verlag

**Reynolds, A. G., Wardle, D. A., Cliff, M. A., King, M.** 2004: Impact of Training System and Vine Spacing on Vine Performance, Berry Composition and Wine Sensory Attributes of Riesling. Am. J. Enol. Vitic. 55:1: 96-103.

**Reynolds, A. G., Wardle, A. W., Naylor, A. P.** 1996: Impact of Training System, Vine Spacing and Basal Leaf Removal on Riesling. Vine Performance, Berry Composition, Canopy Microclimate and Vineyard Labor Requirements. Am. J. Enol. Vitic., Vol. 47, No. 1: 63-76.

**Reynolds, A. G., Pool, R. M., Mattick, L. R.** 1985: Effect of Training System on Growth, Yield, Fruit Composition and Wine Quality of Seyval Blanc. Am. J. Enol. Vitic., Vol. 36, No. 2: 156-164.

**Tkachenko, O., Pashkovskiy, A., Shtirbu, A.** 2017: Influence of viticultural practices on the sensory characteristics of wine grape varieties. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology and equipment of food production 2/10 (86): 49-56.

**Trandafilovic V., Zunic, D.** 2010: The effects of the height of grape vine trunks on yield and quality of grapes of vine varieties grown for making white wines. Arhiv za poljoprivredne nauke: 19-26.

**Wolf, T. K., Dry, P. R., Iland, P. G., Botting, D., Dick, J., Kennedy, U., Ristic, R.** 2003: Response of Shiraz grapevines to five different training systems in the Barossa Valley, Australia. Australian Journal of Grape and Wine Research 9: 82-95.

**Wunderer, W., Mayer, N.** 1994. Vergleich einiger hoher Erziehungsarten bei den bedeutendsten Rotweinsorten Österreichs. Mitteilungen Klosterneuburg 44: 189 – 200.

**Wunderer, W., Fardossi, F., Schmuckenschlager, J.** 1999. Einfluss von drei verschiedenen Unterlagen und zwei Erziehungssystemen auf die Leistung der Rebsorte 'Grüner Veltliner' in Klosterneuburg. Mitteilungen Klosterneuburg 49: 57-64.

Eingelangt am 28. September 2021