

Langjährige Beobachtung des Einflusses von 12 Unterlagsrebsorten auf die Edelsorte ‘Weissburgunder’ im niederschlagsreichen Anbaugebiet der Südsteiermark

Wolfgang Renner^{1*}, Peter Hiden¹, Josef Platzer¹, Helmut Hirzer²

¹Amt der Steiermärkischen Landesregierung, A10 – Land- und Forstwirtschaft
Versuchsstation Obst- und Weinbau Haidegg
Ragnitzstraße 193, A-8047 Graz

²Weinbauverband Steiermark - Beratungslabor Silberberg
Silberberg 3, A-8430 Leibnitz

*Korrespondierender Autor: wolfgang.renner@stmk.gv.at

Zusammenfassung

Über einen Zeitraum von 15 Jahren wurde im niederschlagsreichen Weinbaugebiet Südsteiermark auf einem kalkhaltigen Rigolboden auf Mergel der Einfluss von 12 verschiedenen Unterlagsrebsorten auf Phänologie, Wüchsigkeit, Blattnährstoffgehalte, Ertrag, Mostinhaltsstoffe und Weinsensorik beobachtet. Während beim Austrieb die Sorten 161-49C und Börner am frühesten und 1103P am spätesten lagen, konnte beim Blütezeitpunkt kein Unterschied festgestellt werden. Das schwächste Wachstum zeigten die Sorten 161-49C, Börner und Binova. Mittlere Wüchsigkeit wurde mit 8B, C3309, Ganzin 9 und 5C erreicht. Am stärksten wuchsen 5BB, 1103P, SO4, 420A und Fercal. Signifikante Unterschiede in den Blatt-Nährstoffwerten fanden sich bei den Elementen Phosphor, Kalzium, Magnesium und Kupfer. Höchste Phosphorgehalte wurden bei Fercal, Ganzin 9 und 1103P und die niedrigsten bei Börner und Binova gemessen. Den höchsten Kalziumwert zeigte die Unterlagsensorte 420A, den geringsten Ganzin 9, Börner und 8B. Magnesium nahmen am effizientesten 1103P, Fercal und C3309 auf. Keine signifikanten Unterschiede gab es in der Traubenbeschaffenheit und in der Anfälligkeit für Traubenfäulnis. Ebenso keine signifikanten Unterschiede gab es in der Resistenz gegen Trockenheit in den regenarmen Jahren 2013 und 2017 obschon die Varianten 420A, Fercal und 1103P tendenziell weniger und 8B, Börner und Binova mehr Symptome von Trockenschäden aufwiesen. Einzig bei der Unterlagenrebsorte 1103P konnten an 10% der Rebstöcke Unterlagen-Stockausläufer festgestellt werden. Im Stockertrag zeigten sich die Unterlagsrebsorten 420A und 1103P am leistungsstärksten. Die geringsten Traubengewichte und Stockerträge lieferten die Sorten 161-49C und Ganzin 9. Hohe Most-Prolinwerte erzielte Ganzin 9, die geringsten 5BB und 1103P. Die höchsten Most-Magnesiumwerte erreichte C3309, am niedrigsten lagen diese Werte bei 5C und SO4. Die organoleptische Prüfung der Weine des Jahrgangs 2018 ergab keine signifikanten Unterschiede im Parameter Körper/Dichte. Im Parameter „Geschmack“ gab es eine Bevorzugung der Unterlagen-Varianten 5C, Ganzin 9 und 1103P gegenüber 420A, SO4 und C3309. Im Parameter „bitter/Gerbstoff“ unterscheiden sich nur 5C und SO4 signifikant, wobei die Variante SO4 als bitterer bewertet wurde.

Schlagwörter: Ertragsparameter, Blattnährstoffgehalte, Reifeparameter, Stammdurchmesser, Traubenbeschaffenheit, Weinsensorik

Abstract

Long-term observation of the influence of 12 different rootstocks on 'Pinot blanc' in the high-precipitation wine region Southern Styria. Over a period of 15 years, the influence of 12 different rootstock varieties on phenology, vigour, nutrient content of leaves, yield, must components and wine sensory characteristics was observed on a calcareous deep-loosened soil on marl in the high-precipitation wine-growing region Southern Styria. While the varieties 161-49C and Börner were the earliest and 1103P the latest at budbreak, no difference was found in the time of flowering. The lowest vigour was shown by the varieties 161-49C, Börner and Binova. Medium vigour was achieved with 8B, C3309, Ganzin 9 and 5C. The strongest growth was achieved by 5BB, 1103P, SO4, 420A and Fercal. Significant differences in leaf nutrient values were found for the elements phosphorus, calcium, magnesium and copper. The highest phosphorus levels were measured in Fercal, Ganzin 9 and 1103P and the lowest in Börner and Binova. The highest calcium value was shown by the 420A variant, the lowest by Ganzin 9, Börner and 8B. Magnesium was absorbed most efficiently by 1103P, Fercal and C3309. There were no significant differences in bunch texture and susceptibility to bunch rot. There were also no significant differences in drought resistance, especially in the dry vintages 2013 and 2017, although the varieties 420A, Fercal and 1103P tended to show fewer symptoms of drought damage and 8B, Börner and Binova more. In terms of yield, the rootstock varieties 420A and 1103P were the most productive. The lowest grape weights and yields were produced by the varieties 161-49C and Ganzin 9. High must proline values were achieved by Ganzin 9, the lowest by 5BB and 1103P. The highest must magnesium values were achieved by C 3309, the lowest by 5C and SO4. Organoleptic wine evaluation of the 2018 vintage revealed no significant differences in the „body/density“ parameter. In the parameter "taste", there was a preference for the rootstocks 5C, Ganzin 9 and 1103P over 420A, SO4 and C3309. Regarding the parameter "bitter/tannin", only 5C and SO4 differed significantly, with the SO4 variant being rated as more bitter.

Keywords: Yield, nutrient content of leaves, trunk-diameter, bunch-texture, organoleptic analysis

Einleitung

In Österreich hat sich die Reblaus zuerst im Jahre 1872 in Klosterneuburg bei Wien gezeigt. In die Steiermark ist die Reblaus aus Slowenien gekommen, wo sie Ende August 1880 im Bezirk Rann (Brežice) entdeckt wurde (Goethe, 1881). Bereits 15 Jahre später hat sich die Technik des Veredelns auf amerikanische Sorten soweit etabliert, dass ausführliche Berichte über Praxiserfahrungen im Umgang mit verschiedenen Amerikanerreben erstellt wurden (Kober, 1893). Ende des 19. Jahrhunderts hat sich die Pfropfung der europäischen Edelrebe *Vitis vinifera* auf natürlich resistente *Vitis* ssp. aus Nordamerika als einzige nachhaltige Methode zur Bekämpfung der Reblaus *Daktulosphaira vitifoliae* etabliert. Das Veredeln wurde zu einer der wichtigsten Arbeiten im Weinbau (Babo

und Mach, 1893). Im Jahr 1896 begann Sigmund Teleki seine Unterlagenzüchtung mit *Vitis berlandieri* und 1904 startete Franz Kober in Wien mit der Selektion der neuen Züchtungen (Teleki, 1927). Heute werden im heimischen Weinbau überwiegend 'Kober 5BB', 'SO4' und 'Teleki 5C' aus der Kombination *Vitis berlandieri* x *Vitis riparia* verwendet (Regner et al., 2018). In der Verwendung der Rebunterlagen gab es in den Vermehrungsbetrieben der Steiermark in den letzten zehn Jahren keine großen Veränderungen. Hier werden mit Abstand am häufigsten die Unterlagen 'SO4' und 'K 5BB' verwendet, mit großem Abstand folgen '1103P', '5C' und 'Fercal' (Renner, 2022).

Auch nach weit über 100 Jahren ist der Hauptzweck der Rebveredlung immer noch die Bekämpfung beziehungsweise das Hintanhalten der Reblaus. Die Möglichkeit, mit der entsprechenden Unterlagswahl unsere europäischen Edelreben an unterschiedliche Bodenverhältnisse anzupassen, ist trotzdem eine wichtige Funktion mit zunehmender Bedeutung. Im Hinblick auf immer schlechter prognostizierbare Witterungsverhältnisse wird der Toleranz gegenüber Trockenheit auch in den südlich gelegenen Weinbaugebieten Österreichs größere Aufmerksamkeit geschenkt werden müssen.

Sowohl sehr feuchte aber auch sehr trockene Wetter- und Klimaereignisse werden durch ein wärmeres Klima verstärkt. Wo und wie oft diese Ereignisse eintreten, ist kaum vorhersehbar. Obwohl es regionale Abweichungen gibt, führt der Klimawandel zu vielen beobachteten Veränderungen bei Wetter- und Klimaextremen. Für West- und Mitteleuropa bedeutet das eine beobachtete Zunahme bei Hitzeextremen, Starkniederschlägen und landwirtschaftlicher und ökologischer Dürre (IPCC, 2021). Zirkulationsbedingte Trockenheiten gibt es in der Steiermark keine. Es sind das ganze Jahr niederschlagsbringende Wetterlagen zu erwarten. Die Veränderlichkeit der Niederschlagshöhe liegt insgesamt zwischen 12 und 18 % und ist im Süden der Steiermark eher als gering bis mäßig einzustufen. Betrachtet man nur die Sommerniederschläge erkennt man eine Zunahme der Veränderlichkeit der Summen vom Gebirge hin zum Vorland. Hier erhöhen die selteneren und starken Gewitterregen die Veränderlichkeit (Prettenthaler et al., 2010). Höhere Temperaturen bedeuten mehr Verdunstung und eine größere Wahrscheinlichkeit von Starkniederschlägen, welche schwieriger regional zuordenbar werden. Die Sommer 2013 und 2017 (Tab. 1) zeichneten sich wiederum durch äußerst geringe Regenmengen aus.

Für eine langfristig ökonomische Traubenproduktion ist die Vitalität der Pfropfkombinationen von großer Bedeutung. Affinität, Adaptionsfähigkeit,

Wuchskraft und Widerstandskraft gegen Schädlinge sind entscheidende Parameter. Vor allem Kombinationen mit schwächer wüchsigen Unterlagssorten können auf exponierten Standorten früher zu Problemen führen. Spilmont et al. (2016) berichten hinsichtlich der Wachstumsprobleme bei der Rebutterlage '161-49C' von sowohl großen regionalen Unterschieden als auch verschiedenen Empfindlichkeiten von Sorten. Häufiger findet man die Symptome auf verdichteten und auf feuchten Böden. Im DLR Oppenheim (Krieg und Schlamp, 2014) beobachtete man in einem Versuch mit der Sorte Weißburgunder auf schwerem Kalkmergelboden nach 10 Standjahren die stärksten Ausfälle bei 'C3309', 'Börner' und '161-49C', den geringsten Wert fand man bei 'Fercal'. Ebenso starke Ausfälle nach 12 Standjahren detektierten Mehofer et al. (2018) bei 'C3309' und 'Börner' bei Versuchen mit der Rebsorte 'Grüner Veltliner'. Zum Teil hohe Ausfälle in den ersten Standjahren fand auch Raifer (1995) bei der Unterlage 'C3309' in einem Versuch mit der Rebsorte 'Vernatsch'. Schmid und Manty (2015) detektierten bei Versuchen mit Spätburgunder, abhängig vom Standort, geringere Erträge bei schwachwüchsigen Unterlagensorten, mit Ausnahme von 161-49C auf einem Standort mit hohem Kalkgehalt. Schwachwüchsige Unterlagssorten wie 161-49C, 101-14 Mgt und C3309 hatten dabei wenig Einfluss auf das Mostgewicht und führten zu leicht verringerten Mostsäuregehalten. Auf Standorten mit höherem Kalkgehalt erkannte man auch hier eine größere Chlorose-Neigung der Edelsorte auf der Unterlage Börner. In Hinblick auf prognostizierte geringere Niederschläge in der Vegetationsperiode empfehlen die Autoren im Allgemeinen schwachwüchsige Unterlagen nur für tiefgründige Standorte.

Der 'Weißburgunder' (*Pinot blanc*) ist durch Mutation aus dem 'Grauburgunder' (*Pinot gris*) entstanden und stammt möglicherweise aus Frankreich (Robinson et al., 2012). In Österreich sind etwas weniger als 2.000 Hektar mit 'Weißburgunder' bepflanzt, in der Steiermark stehen davon rund 620 Hektar (Statistik Austria, 2020). Damit ist er hier nach 'Sauvignon blanc' und 'Welschriesling' die am dritthäufigsten angebaute Rebsorte.

Um den Einfluss verschiedener Unterlagen auf die Edelsorte 'Weißburgunder' zu prüfen, wurde in der Südsteiermark ein Vergleich mit 12 Varianten gepflanzt und über einen Zeitraum von 15 Vegetationsjahren ausgewertet.

Material und Methoden

Versuchsanlage

Der Versuchsweingarten liegt im Weinbaugebiet Südsteiermark in der Gemeinde Leutschach an der Weinstraße (46°38'N, 15°30'E) auf einem Südhang mit einer Neigung zwischen 25 und 50 % und auf einer Seehöhe zwischen 441 und 469 Meter ü.A. (Webgis Pro Steiermark, 2022).

Der Boden ist als kalkhaltiger Rigolboden aus Mergel eingestuft. Der A-Horizont besteht aus lehmigem Schluff mit mäßigem Grobanteil, der B-Horizont aus lehmigem Schluff oder Lehm mit mäßigem bis hohem Grobanteil und der C-Horizont aus Kalkmergel. Der Kalkgehalt kann als mittel eingestuft werden (Bodenkarte, 2022). Laut Bodenuntersuchung (Oberboden) liegt der durchschnittliche Humusgehalt bei 1,5 % und der pH-Wert in CaCl_2 bei 7,52. Das K:Mg-Verhältnis liegt bei 0,9. Die Phosphorversorgung ist niedrig, der Kaliumgehalt ist mittel und der Magnesiumgehalt ist hoch. Der Standort ist mit den wichtigsten Spurenelementen mittelmäßig versorgt.

Der durchschnittliche Jahresniederschlag in der Beobachtungszeit betrug am Versuchsstandort 1.040 mm und der durchschnittliche Niederschlag in den Sommermonaten Juni, Juli und August 365 mm. Die Jahresdurchschnittstemperatur lag im Mittel bei 11,0 °C und das Temperaturmittel von April bis Oktober lag bei 16,3 °C (Tab. 1).

Die 'Weißburgunder'-Rebstöcke (*Vitis vinifera* L.) des Klons Haidegg 31 wurden im Jahr 2005 auf 12 verschiedenen Unterlagen veredelt (Tab. 2) und 2006 in 4-facher Wiederholung á 5 Pflanzen im Blockdesign (Schuster und Lochow, 1992) ausgepflanzt. Der Pflanzabstand beträgt 2,8 m x 1 m, die Rebstöcke werden auf einer Stammhöhe von etwa 90 cm als Flachbogen (1-Bogen-Schnitt) mit einer Gesamtaugenanzahl von 12 Augen pro Rebstock (4,3 Augen/m²) erzogen. Die Höhe der Laubwand beträgt rund 120 cm. Auf der Versuchsfläche ist eine von Gräsern dominierte Dauerbegrünung etabliert, die mit 3 bis 4 jährlichen Mulchdurchgängen kurz gehalten wird, der Pflanzstreifen wird mittels Herbizid unkrautfrei gehalten. Alle Pflegemaßnahmen basieren auf der üblichen Weinbaupraxis und wurden im Rahmen des integrierten Weinbaus durchgeführt. Auf eine Traubenausdünnung wurde verzichtet.

Tab. 1: Daten der Wetterstation Adcon „LVZ Haidegg (Pößnitz – Süd)“, 46°38’N, 15°30’E. Die gelbe Markierung hebt außergewöhnlich trockene Sommermonate hervor.

Jahr	mm Niederschlag	mm Niederschlag Juni - August	°C Temperaturmittel	°C Temperaturmittel April - Oktober
2008	883	460	11,4	16,0
2009	1.477	745	10,8	16,4
2010	980	336	9,9	15,4
2011	848	393	10,8	16,6
2012	1.005	328	11,2	16,6
2013	1.065	143	10,6	16,6
2014	1.424	461	11,4	15,7
2015	1.020	325	11,3	16,4
2016	1.193	396	10,8	16,1
2017	840	177	11,0	16,6
2018	1.049	345	11,3	17,5
2019	1.024	293	11,6	16,6
2020	951	433	10,8	16,0
2021	906	295	10,4	15,5
2022	936	351	11,4	16,7
MW	1.040	365	11,0	16,3

Tab. 2: Versuchsvarianten

Kober 5 BB	5BB	<i>V. berlandieri</i> x <i>V. riparia</i>
Selektion Oppenheim 4	SO4	<i>V. berlandieri</i> x <i>V. riparia</i>
Teleki 5 C	5C	<i>V. berlandieri</i> x <i>V. riparia</i>
Paulsen 1103	1103P	<i>V. berlandieri</i> x <i>V. rupestris</i>
161-49 Couderc	161-49C	<i>V. riparia</i> x <i>V. berlandieri</i>
3309 Couderc	C3309	<i>V. riparia</i> x <i>V. rupestris</i>
420 A Millardet et de Grasset	420A	<i>V. berlandieri</i> x <i>V. riparia</i>
Teleki 8 B	8B	<i>V. berlandieri</i> x <i>V. riparia</i>
Ganzin 9	G9	<i>Aramon</i> x <i>V. rupestris</i> Ganzin
Fercal		(<i>Vitis berlandieri</i> x Ugni Blanc) 1B x Richter 31
Börner		<i>V. riparia</i> 183Gm x <i>V. cinerea</i> Arnold
Binova Sel. Oppenheim 4 Mutation	Binova	<i>V. berlandieri</i> x <i>V. riparia</i>

Phänologische und morphologische
Parameter, Ertragsdaten

Die primären Bonitierungen und Erhebungen erfolgten in den Vegetationsjahren 2008 bis 2021. Das Jahr 2016 war von einem starken Spätfroster-
eignis betroffen, sodass die Erhebung von Trauben-, Most- und Weinparametern nicht durchgeführt werden konnte. Anhand der OIV-Deskriptoren (OIV, 2009) wurden die phänologischen und morphologischen Parameter Zeitpunkt des Knos-

penaufbruchs (OIV 301), Blütezeit (OIV 302), Zeitpunkt der physiologischen Reife (OIV 304), Traubendichte (OIV 204), Resistenz gegen Traubenfäulnis (OIV 458) und Resistenz gegen Trockenheit (OIV 403) beurteilt. Die agrarischen Parameter Stockertrag und Traubengewicht wurden jährlich erhoben (Waage: Kern DE 60K10D, Kern&Sohn, Balingen, Deutschland). Die Wüchsigkeit wurde von 2009 bis 2022 anhand des Schnittholzgewichtes des einjährigen Holzes sowie anhand der

Stammdurchmesser 30 cm über der Veredelungsstelle ermittelt (Digital-Schublehre MarCal 16ER, Mahr GmbH Esslingen, Deutschland).

Blatt-Nährstoffanalysen

In den Versuchsjahren 2010, 2012, 2017 und 2019 wurden in der Entwicklungsphase BBCH 73 – 77 Blatt-Nährstoffanalysen durchgeführt. Pro Analyse wurden 30 Blätter (jeweils das der zweiten Traube gegenüberstehende Blatt) entnommen und ohne Stiel verarbeitet. Der Gesamtstickstoffgehalt wurde nach Kjeldahl ÖNORM EN 16169 bestimmt. Um die Nährstoffgesamtgehalte von P, K, Mg, Ca, B, Zn, Cu, Mn zu ermitteln wurden die gewaschenen, getrockneten und gemahlenen Blätter in einem Salpetersäure–Salzsäure-Gemisch in der Mikrowelle aufgeschlossen und anschließend mittels ICP OES nach ÖNORM EN ISO 54321 analysiert. Die Blatt-Chlorophyllkonzentration wurde mit dem N-Tester ermittelt (N-Tester, Yara GmbH Co. KG, Dülmen, Deutschland), indem im Entwicklungsstadium BBCH 75-79 aus der Traubenzone 30 Blätter von jeder Parzellenwiederholung untersucht wurden.

Mikrovinifikation

Ein Weinausbau mit Weinanalysen und sensorischer Weinbewertung wurde mit dem Jahrgang 2018 durchgeführt. Bei Erreichen der Erntereife wurden die Trauben aller Varianten und Wiederholungen am 18. September 2018 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 zweifacher 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 einer Stunde 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 10 Liter Glasballons vergoren. Die Vergärung der Moste erfolgte mithilfe von Reinzuchthefen (Lalvin EC 1118, Lallemant Inc., Montreal, Kanada) bei einer Temperatur von 19°C zu Gärstart, bei konstant 17 °C in der Hauptgärung und bei 18°C in der Endgärung. 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 5-Liter-Glasballons. Zur Abfüllung erfolgte eine Einstellung des freien 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

Für die Routineanalysen der Moste von 2008 bis 2019 wurden alle Trauben von jeweils 2 Wiederholungen jeder Variante gemeinsam - wie oben beschrieben - verarbeitet. Analysen der Weine wurden nur vom Jahrgang 2018 durchgeführt. Die Dichte des Traubenmostes wurde mit dem Dichtemessgerät DMA 35 (Anton Paar GmbH, Graz, Österreich) gemessen. Die Ermittlung von Gesamtsäure, Alkohol, zuckerfreiem Extrakt, Glucose, Fructose und Ammonium erfolgte per FTIR (FOSS-WineScan FT120, Foss, Hamburg, Deutschland). Der pH-Wert wurde mit dem pH-Messgerät WTW pH 3310 und der pH-Einstabmesskette SenTix 41 (Xylem Analytics, Weilheim Deutschland) bestimmt. Der hefeverfügbare Stickstoff wurde mittels OPA/NAC-Bestimmung ermittelt (Eder et al., 2004). Das Prolin wurde nach Umagat et al. (1982) bestimmt. Mittels Atomabsorptionsspektrometrie (Varian SpectrAA-200, Palo Alto, USA) und den

OIV-Methoden wurden die Elemente Kalium (OIV-MA-AS322-02A), Magnesium (OIV-MA-AS322-07), Kalzium (OIV-MA-AS322-04) und Natrium (OIV-MA-AS322-03A) gemessen.

Sensorische Analysen

Die sensorische Analyse erfolgte durch ein erfahrenes und geschultes Panel aus 14 Teilnehmern am 11. April 2019 mittels einer quantitativen deskriptiven Analyse. Die Parameter Reintönigkeit, Geschmack, bitter/phenolisch und Körper/Dichte wurden jeweils auf einer 10-Punkte-Skala bewertet.

Meteorologische Daten

Allgemeine meteorologische Daten stammten aus der betriebseigenen Wetterstation (ADCON telemetry, Kempten, Deutschland) „LVZ Haidegg (Pößnitz – Süd)“ in unmittelbarer Nähe zum Versuchsstandort auf den geografischen Koordinaten 46°39'N, 15°30'E. Die Auswertung der meteorologischen Daten erfolgte mittels ADCON's addVANTAGE Pro 6.8 Software (ADCON telemetry, Kempten, Deutschland).

Statistische Analysen

Die statistischen Analysen erfolgten unter Zuhilfenahme des Programms XLSTAT (Version 2022.1; XLSTAT statistical and data analysis solution, New York, USA) und 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 Dunn-Prozedur.

Ergebnisse und Diskussion

Austrieb, Blüte

Der Austrieb wurde in den vier Vegetationsjahren von 2019 bis 2022 bewertet. Die Sorten 161-49C und Börner hatten bis auf das Jahr 2022 immer einen signifikant früheren Austrieb während 'Weißburgunder' auf der Unterlage 1103P immer am spätesten austrieb. Beim Blütebeginn wurde in keinem Jahr ein signifikanter Unterschied zwischen den Unterlagssorten festgestellt. Bei Versuchen mit der Sorte 'Grüner Veltliner' stellten Regner et al. (2018) beim Austrieb und bei der Blüte eine Verzögerung auf der Unterlage Fercal im Vergleich zu 5BB, SO4, 5C und Gravesac fest.

Wüchsigkeit

Die von 2009 bis 2022 gemittelten Schnittholzgewichte (1-jähriges Holz) aller Wiederholungen ergaben signifikante Unterschiede (Tab. 3). Demnach zeigten die Unterlagssorten 161-49C, Börner und Binova das schwächste Wuchsverhalten. Mittlere Wüchsigkeit wurde mit 8B, C3309, Ganzin 9 und 5C erreicht. Am stärksten wuchsen 5BB, 1103P, SO4, 420A und Fercal. Ein ähnliches Bild zeigen die Daten der Stammdurchmesser nach insgesamt 16 Standjahren (Abb. 1). Bei einem Unterlagenvergleich mit der Sorte 'Vernatsch' fand auch Raifer (1995) die höchsten Schnittholzgewichte bei 420A, Fercal, 1103P, SO4 und Kober 5BB. Auf einem weniger wüchsigen Standort zeigte die Sorte 'Grüner Veltliner' auf Fercal bei Regner et al. (2018) im Vergleich zu 5BB, SO4 und 5C deutlich geringere Holzentwicklung. Mehofer et al. (2018) hingegen stellten bei einem Unterlagenvergleich mit der Sorte 'Grüner Veltliner' auf einem wüchsigeren Standort mit hohem Kalkgehalt bei Fercal und 1103P sehr hohe Schnittholzgewichte fest.

Tab. 3: Schnittholzgewichte (1-jähriges Holz) und Stammdurchmesser, Mittelwerte und Standardabweichungen. Fisher LSD-Analyse, Signifikanzniveau 5 %

	Schnittholz kg/Stock MW 2009-2022	SD	Stammdurchmesser (mm) nach 16 Standjahren	SD
5BB	0,312 <i>a</i>	0,12	35,17 <i>abc</i>	6,26
SO4	0,320 <i>a</i>	0,13	35,26 <i>abc</i>	4,64
5C	0,287 <i>ab</i>	0,12	35,72 <i>abc</i>	6,77
1103P	0,314 <i>a</i>	0,12	37,85 <i>abc</i>	5,16
C3309	0,152 <i>ab</i>	0,11	34,00 <i>abc</i>	5,59
161-49C	0,272 <i>c</i>	0,12	35,91 <i>bc</i>	4,85
420 A	0,342 <i>a</i>	0,12	39,13 <i>a</i>	3,77
8B	0,270 <i>ab</i>	0,12	33,73 <i>c</i>	5,99
Ganzin 9	0,281 <i>ab</i>	0,10	37,98 <i>abc</i>	5,13
Fercal	0,370 <i>a</i>	0,14	38,88 <i>ab</i>	4,39
Börner	0,187 <i>bc</i>	0,08	34,18 <i>abc</i>	5,41
Binova	0,263 <i>abc</i>	0,09	33,73 <i>c</i>	3,22

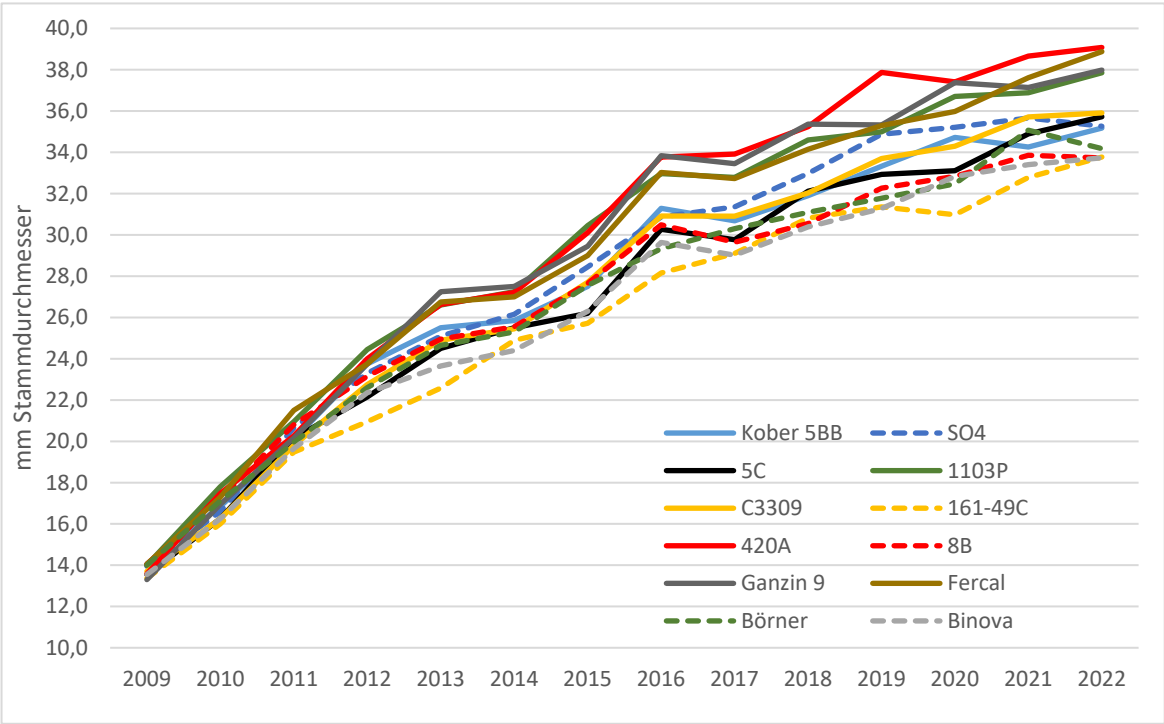


Abb. 1: Entwicklung der Stammdurchmesser (30cm über Veredelungsstelle) von 2009 bis 2022

Blatt-Nährstoffgehalte, Chlorophyll-Index

Fardossi (2002) beschreibt allgemeine Schwankungsbreiten, Optimalbereiche sowie Verhältnisse zwischen den Nährstoffgehalten von Blättern. Nach dieser Einstufung waren im vorliegenden Versuch die Gehalte an Stickstoff und Kalium optimal, an Phosphor hoch, an Kalzium niedrig und an Magnesium niedrig bis optimal. Das Verhältnis von Stickstoff:Kalium lag im Bereich von 1,9 bis 2,2 optimal, ebenso das von Kalium:Magnesium (4,3 bis 7,2). Alle Spurenelemente lagen im optimalen Bereich (Tab. 4 und 5). Signifikante Unterschiede in den Blatt-Nährstoffwerten fanden sich zwischen den Unterlagen-Sorten bei den Elementen Phosphor, Kalzium, Magnesium und Kupfer. Höchste Phosphorgehalte wurden bei den Unterlagen Fercal, Ganzin 9 und 1103P gemessen. Die niedrigsten Phosphorgehalte wiesen Börner und Binova auf. Den höchsten Kalziumwert zeigte die Sorte 420A, den geringsten Ganzin 9, Börner und 8B. Magnesium nahmen am effizientesten die Unterlagen 1103P, Fercal und C3309 auf, während

Ganzin 9 am wenigsten effizient war. Auch Fardossi et al. (1996) berichtet über eine höhere Effizienz in der Magnesiumaufnahme der Unterlage 1103P bei Versuchen mit der Rebsorte 'Welschriesling'. In einem Vergleich zwischen den Unterlagen 1103P und SO4 bewies Livigni et al. (2019) ebenso die bessere Fähigkeit von 1103P, in Mangelsituation Magnesium aufzunehmen. Eine gute Magnesiumeffizienz von Fercal zeigten auch Mehofer et al. (2021) in Versuchen mit der pilzwiderstandsfähigen Rebsorte 'Roesler'. Bei den Analysen des Elements Kupfer fielen in der aktuellen Studie die Unterlagssorten Ganzin 9 und Fercal auf, die in den Blattspreiten signifikant höhere Gehalte als alle anderen Sorten außer 8B hatten. Die geringsten Gehalte wurden bei 161-49C und 5C gefunden. Am Versuchsstandort fielen im trockenen Jahr 2017 von Jänner bis einschließlich Juni nur 246 Millimeter Niederschlag, was für steirische Verhältnisse sehr wenig ist. Durchschnittlich fielen von 2010 bis 2022 in der ersten Jahreshälfte 430 Millimeter. Im trockenen Prüfljahr 2017 verhielten sich bei allen gemessenen Elementen die Signifikanzen gleich, beziehungsweise ähnlich.

Tab. 4: Nährstoffgehalt der Blattspreiten (g/100g TS), Mittelwerte und Standardabweichungen der Jahre 2010, 2012, 2017 und 2019. Fisher LSD-Analyse bzw. Kruskal-Wallis-Test (mehrfache Paarvergleiche mittels Dunn-Prozedur), n.s. = nicht signifikant, *= signifikant ($P \leq 0,05$)

	Stickstoff		Phosphor		Kalium		Kalzium		Magnesium	
	g/100g	SD	g/100g	SD	g/100g	SD	g/100g	SD	g/100g	SD
5BB	2,50a	0,30	0,25bcd	0,03	1,24a	0,17	2,20ab	0,19	0,20bcd	0,02
SO4	2,49a	0,52	0,23d	0,03	1,27a	0,21	2,15abc	0,25	0,18cd	0,02
5C	2,40a	0,32	0,27abcd	0,02	1,24a	0,13	2,00abc	0,31	0,18cd	0,02
1103P	2,46a	0,43	0,28abc	0,05	1,15a	0,20	2,05abc	0,20	0,27a	0,03
C3309	2,35a	0,42	0,24bcd	0,01	1,24a	0,14	1,93bcd	0,21	0,25a	0,02
161-49C	2,45a	0,39	0,24bcd	0,03	1,20a	0,14	1,90bcd	0,16	0,20bcd	0,02
420A	2,36a	0,49	0,26abcd	0,02	1,08a	0,17	2,33a	0,43	0,22b	0,01
8B	2,26a	0,34	0,23cd	0,03	1,22a	0,08	1,80cd	0,22	0,19bcd	0,01
Ganzin 9	2,19a	0,33	0,28ab	0,05	1,12a	0,17	1,55d	0,20	0,17d	0,02
Fercal	2,59a	0,45	0,3a	0,08	1,20a	0,12	2,10abc	0,39	0,25a	0,03
Börner	2,31a	0,60	0,22d	0,02	1,24a	0,15	1,77cd	0,23	0,20bc	0,02
Binova	2,32a	0,50	0,22d	0,01	1,25a	0,11	2,03abc	0,34	0,19bcd	0,02
	n.s.		*sign.		n.s.		*sign.		*sign.	

Tab. 5: Nährstoffgehalt der Blattspreiten (mg/1000g TS), Mittelwerte und Standardabweichungen der Jahre 2010, 2012, 2017 und 2019. Fisher LSD-Analyse bzw. Kruskal-Wallis-Test (mehrfache Paarvergleiche mittels Dunn-Prozedur), n.s. = nicht signifikant, *= signifikant ($P \leq 0,05$)

	Bor		Mangan		Kupfer		Zink		Eisen	
	mg/1000g	SD	mg/1000g	SD	mg/1000g	SD	mg/1000g	SD	mg/1000g	SD
5BB	23,5a	12,4	73,1a	13,0	9,2c	2,33	54,1a	45,6	74,5a	14,4
SO4	24,9a	10,4	67,8a	21,3	8,6c	1,84	44,8a	38,6	72,3a	18,1
5C	22,6a	10,1	71,0a	19,8	8,4c	1,88	51,3a	46,9	73,3a	12,0
1103P	23,8a	12,2	83,1a	14,9	9,7c	1,8	46,1a	36,1	72,5a	20,8
C3309	30,5a	14,8	80,3a	20,8	8,9c	2,55	52,9a	43,1	65,0a	19,5
161-49C	22,9a	12,4	59,4a	13,4	8,4c	1,18	55,5a	48,7	77,3a	5,1
420A	25,4a	11,9	72,4a	5,2	8,4c	1,04	55,3a	56,0	75,0a	15,9
8B	21,0a	10,5	74,3a	14,5	10,2bc	1,42	54,9a	50,7	71,8a	10,9
Ganzin 9	24,5a	13,1	59,8a	12,2	13,3a	1,14	48,1a	49,0	70,3a	15,3
Fercal	27,0a	14,7	76,4a	6,4	12,5ab	1,6	52,6a	52,6	74,0a	5,7
Börner	20,2a	9,8	71,0a	9,0	9,1c	1,66	55,6a	61,2	67,0a	11,0
Binova	23,6a	12,0	74,8a	14,9	8,8c	1,04	61,5a	67,5	74,0a	10,8
	n.s.		n.s.		*sign.		n.s.		n.s.	

Hinsichtlich des Chlorophyll-Index (Abb. 2) fielen die Unterlagssorten Ganzin 9 und Börner mit tendenziell tieferen Werten auf. Beide Sorten zeigten auch zum Zeitpunkt der Ernte bei den visuellen Bonitierungen deutlich gelbere Blätter als alle anderen Unterlagssorten.

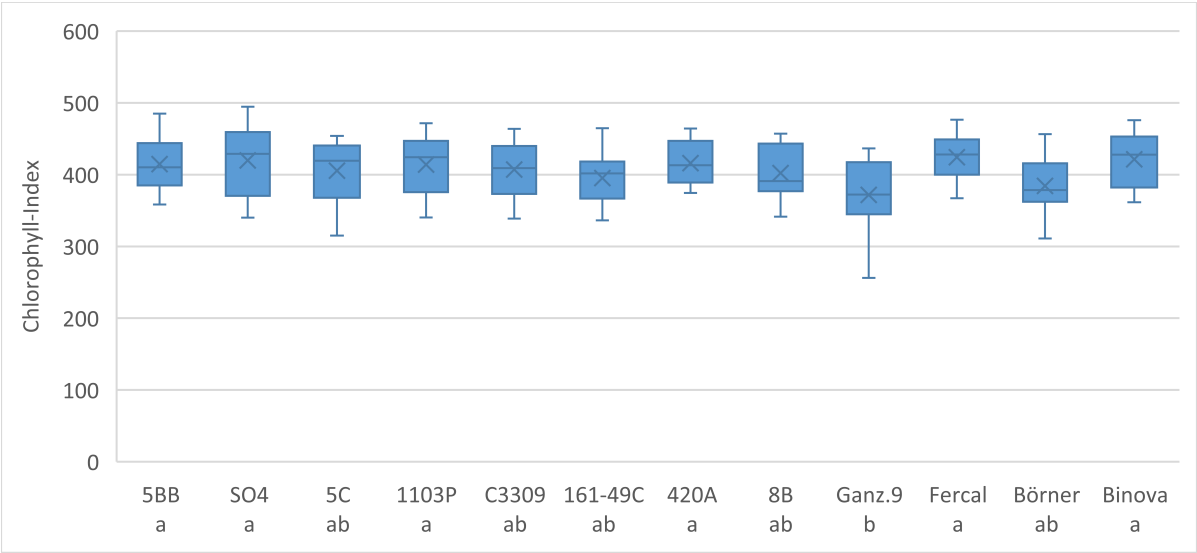


Abb. 2: Chlorophyll-Index im Entwicklungsstadium BBCH 75-79, Mittelwerte der Jahre 2008 – 2017, Fisher-LSD-Mittelwertgruppen (Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant) ($p \leq 0,05$)

Traubenbonitierungen

Der Zeitpunkt der physiologischen Beerenreife wurde mit dem Deskriptor OIV 304 bestimmt. Im Vergleich zu den Sorten 161-49C, Börner und 8B, die am frühesten reiften, waren Ganzin 9 und Fercal und 420A signifikant später reif. Keine signifikanten Unterschiede wurden in der Traubenbeschaffenheit (Deskriptor OIV 204) und in der Anfälligkeit für Traubenfäulnis (Deskriptor OIV 458) festgestellt. Krieg und Schlamp (2014) detektierten in ihren Untersuchungen zur Sorte Weißburgunder auf verschiedenen Unterlagen auch keine Unterschiede im Befall mit Traubenbotrytis. In der Resistenz gegen Trockenheit (Deskriptor OIV 403) gab es in der aktuellen Studie ebenso keine signifikanten Unterschiede, obschon die Unterlagsrebsorten 420A, Fercal und 1103P tendenziell weniger und 8B, Börner und Binova mehr Symptome von Trockenschäden aufwiesen. Diese Unterschiede wurden nur in den trockeneren Jahren 2013 und 2017 beobachtet. Schmid et al. (2019) beschreibt hingegen die Unterlagssorte Börner und 8B als gut trockentolerant auf leicht erwärmbaren, durchlässigen Verwitterungsböden und die Sorten 420A und Fercal nur als mittel beziehungsweise mittel bis gut trockentolerant.

Stockerträge, Mostinhaltsstoffe

Hinsichtlich des Stockertrages (Abb. 3) zeigten sich die Unterlagsrebsorten 420A und 1103P am leistungstärksten. Die geringsten Stockerträge lieferten die Sorten 161-49C und Ganzin 9, welche auch die niedrigsten Traubengewichte erbrachten (Abb. 4). Mehofer et al. (2022) berichtet hingegen von einem signifikant negativen Einfluss von 1103P auf den Ertrag, allerdings bei der Rebsorte 'Chardonnay' und in einer deutlich niederschlagsärmeren Weinbauregion.

Hinsichtlich der Inhaltsstoffe der Traubenmoste (Tab. 6 und 7) wurden signifikante Unterschiede nur bei den Prolin- und Magnesiumgehalten festgestellt. Die schwach wachsende Unterlage Ganzin 9 erzielte die höchsten Prolingehalte, die geringsten Konzentrationen wiesen die stärker wachsenden Varianten 5BB und 1103P auf. Die höchsten Most-Magnesiumwerte erreichte C3309, am niedrigsten lagen diese Werte bei 5C und SO4. Auch Raifer (1995) sowie Krieg und Schlamp (2014) bestätigen in ihren Versuchen mit den Edelsorten 'Vernatsch' beziehungsweise 'Weißburgunder' keine großen Auswirkungen der Unterlage auf die Zucker-, Gesamtsäure und pH-Werte. Mehofer et al. (2018) berichten von einer signifikant geringeren Zuckergradation von SO4 und 5C im Vergleich zu Börner und einer signifikanten Verringerung des Gehalts an titrierbarer Säure im Most durch die Unterlage C3309. Hohe Most-Säuregehalte lieferten hingegen SO4, 5C und Binova.

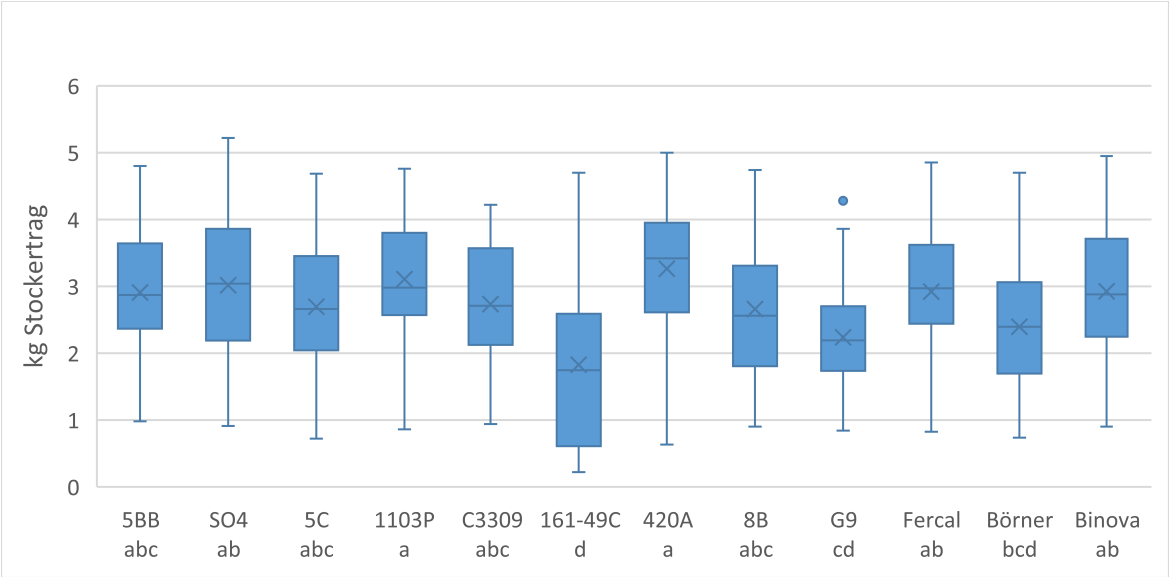


Abb. 3: Stockerträge, Mittelwerte der Jahre 2008 – 2021, Fisher-LSD-Mittelwertgruppen (Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

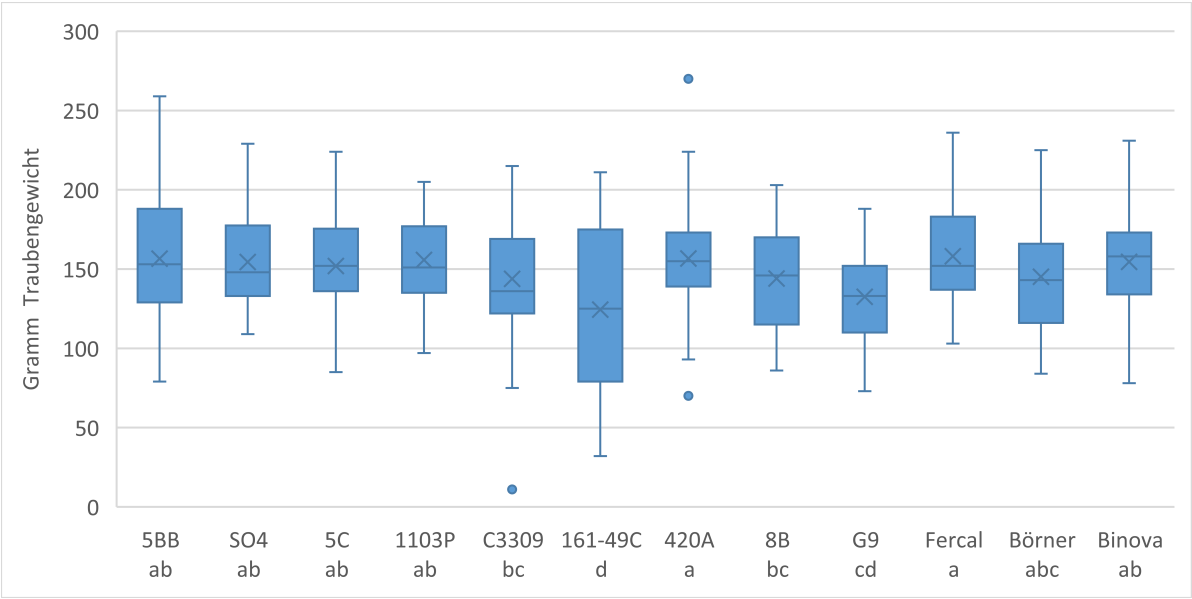


Abb. 4: Traubengewichte, Mittelwerte der Jahre 2008 – 2021, Fisher-LSD-Mittelwertgruppen (Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

Tab. 6: Traubenmoste-Analysen, Mittelwerte der Jahre 2008 – 2019. Fisher LSD-Analyse bzw. Kruskal-Wallis-Test (mehrfache Paarvergleiche mittels Dunn-Prozedur), n.s. = nicht signifikant, * = signifikant ($P \leq 0,05$)

	°KMW	SD	Gesamtzucker g/l	SD	Gesamtsäure g/l	SD	pH	SD	NOPA mg/l	SD	NH4 mg/l	SD	mg/l Prolin	SD
5BB	18,2	1,20	209	19	8,8	2,0	3,04	0,09	73,2	21,8	33,0	16,8	75,5 b	11,0
SO4	18,3	1,31	209	18	8,9	1,9	3,03	0,08	80,9	23,3	41,7	19,4	95,3 ab	21,4
5C	18,3	1,08	211	18	8,5	1,8	3,05	0,08	76,7	23,4	35,8	18,5	93,7 ab	15,0
1103P	18,0	1,16	209	17	8,6	1,9	3,03	0,09	70,6	21,3	32,7	16,7	70,7 b	18,1
C3309	18,2	1,17	212	19	8,3	1,8	3,04	0,08	59,0	21,4	23,3	17,0	79,7 ab	20,6
161-49C	18,1	1,60	214	25	8,4	1,8	3,04	0,10	66,3	21,5	30,2	17,3	100,0 ab	45,0
420A	18,0	1,31	208	20	8,6	1,9	3,02	0,08	65,9	21,9	31,7	20,6	93,0 ab	19,5
8B	18,2	1,34	211	21	8,8	1,8	3,03	0,09	69,5	21,5	33,3	20,7	112,3 ab	16,8
G9	18,1	1,20	209	20	8,5	1,9	3,05	0,09	80,2	26,2	35,7	22,3	149 a	31,2
Fercal	18,3	1,15	207	19	8,5	1,8	3,03	0,08	76,3	24,8	38,7	18,6	106,0 ab	15,9
Börner	17,9	1,51	211	21	8,1	1,9	3,04	0,10	53,2	23,4	23,8	20,5	79,3 ab	29,3
Binova	18,1	1,06	211	17	8,5	1,8	3,04	0,08	69,9	24,6	30,3	17,7	100,7 ab	20,5
	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		*sign.	

Tab. 7: Traubenmoste-Analysen, Mittelwerte der Jahre 2008 – 2019. Fisher LSD-Analyse bzw. Kruskal-Wallis-Test (mehrfache Paarvergleiche mittels Dunn-Prozedur), n.s. = nicht signifikant, * = signifikant ($P \leq 0,05$)

	mg/l Magnesium	SD	mg/l Kalium	SD	mg/l Kalzium	SD	mg/l Natrium	SD
5BB	69,9 ab	6,8	1173	351	57,8	11,8	12,1	2,9
SO4	69,0 b	6,9	1165	332	63,6	14,5	12,7	3,6
5C	69,1 b	7,3	1177	337	57,0	11,4	12,7	3,3
1103P	79,4 ab	5,9	1187	352	55,0	14,9	12,4	2,9
C3309	82,9 a	8,6	1200	332	55,6	12,1	12,4	3,0
161-49C	77,9 ab	11,3	1152	330	62,1	13,9	12,4	2,8
420A	73,8 ab	7,6	1132	333	59,2	12,4	12,4	2,1
8B	75,2 ab	8,1	1169	365	55,7	8,9	12,3	3,2
G9	75,8 ab	9,7	1189	322	58,4	13,5	12,0	3,7
Fercal	74,3 ab	8,8	1100	393	51,8	13,2	12,0	2,2
Börner	75,9 ab	8,1	1134	323	63,9	14,1	11,3	3,4
Binova	72,8 ab	7,1	1183	332	60,7	12,7	12,0	3,4
	*sign.		n.s.		n.s.		n.s.	

Stockausfälle

Die Rebsorte 'Weißburgunder' erwies sich während der gesamten Versuchsdauer als äußerst standfest mit sehr wenigen Ausfällen. Bei der Variante 161-49C sind nach 17 Standjahren 15 % der Stöcke ausgefallen. Bei 420A sind 10 % der Stöcke ausgefallen, wobei 5 % auf die Rebkrankheit Esca zurückzuführen waren. Alle anderen Varianten blieben vollständig. Für die Verhältnisse des südsteirischen Versuchsstandortes kann von einer robusten Rebsorte mit offensichtlich gutem Affinitäts- und Adaptionsvermögen gesprochen werden. Krieg und Schlamp (2014) beschreiben hingegen die Rebsorte 'Weißburgunder' als „chloroseanfällige“ Sorte. Sie beobachteten in ihrem Versuch nach 10 Jahren auf einem kalkhaltigen „Chlorosestandort“ starke Stockausfälle bei C3309 und Börner (beide 44 %) sowie bei 161-49C (24 %). Den geringsten Wert lieferte die Variante Fercal (2 %). Spilmont et al. (2016) berichten auch von Wachstumsproblemen der Unterlage 161-49C und Abbauerscheinungen, die meist im 3. und 4. Standjahr beginnen.

Unterlagen-Stockausläufer

Die stärkere Ausbildung von Stockausläufern und deren Entfernung macht die Stockpflegearbeiten generell aufwändiger. Eine Zählung im Vegetationsjahr 2022 ergab, dass ausschließlich bei der Sorte 1103P Stockausläufer aus der Rebunterlage wuchsen. An 10 % der Rebstöcke konnten Unterlagen-Stockausläufer gesichtet werden.

Wein-Sensorik

Eine organoleptische Prüfung der Weine wurde nur im relativ warmen Jahr 2018 durchgeführt, eine allgemeine Aussage für den gesamten Beobachtungszeitraum ist deshalb schwer möglich. Für den Jahrgang 2018 ergab die Untersuchung keine signifikanten Unterschiede im Parameter Körper/Dichte. Im Parameter „Geschmack“ gab es eine Bevorzugung der Unterlagen-Varianten 5C, Ganzin 9 und 1103P gegenüber 420A, SO4 und C3309. Im Parameter „bitter/Gerbstoff“ unterscheiden sich nur 5C und SO4 signifikant, wobei die Sorte SO4 als bitterer bewertet wurde. Keine signifikanten Unterschiede in der sensorischen Weinbewertung fanden Mehofer et al. (2018 und 2022) bei 'Grüner Veltliner' und 'Chardonnay' auf den Unterlagen 5BB, SO4 5C, Fercal, R 27, Börner, 1103P und C3309.

Conclusio

'Weißburgunder' stellt eine, für steiermärkische Verhältnisse, sehr standfeste Rebsorte dar. Der geringe Prozentsatz an ausgefallenen Rebstöcken auf dem Versuchsstandort mit mittlerem Kalkgehalt bekräftigt diese Beobachtung. Bei der Sorte 'Weißburgunder' ist der Einfluss der Rebunterlage im Allgemeinen nicht so stark wahrzunehmen wie bei anderen Rebsorten. Auch in den trockeneren Jahren 2013 und 2017 hielten sich die Unterschiede zwischen den Varianten in Grenzen. Die höchste Ertragsleistung brachte die Sorte 'Weißburgunder' auf den Unterlagen 1103P und 420A. Die Unterschiede in der sensorischen Weinqualität waren gering. Die geringste Standfestigkeit bewies die Rebunterlage 161-49C.

Literatur

- Babo, A. W., Mach, E.** 1893: Handbuch des Weinbaues und der Kellerwirtschaft. Berlin: Paul Parey Verlag, 2. Aufl.
- Digitale Bodenkarte**, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft,
<https://bodenkarte.at/#/center/15.50702,46.64877/zoom/16.6> (4.4.2022)
- Eder, R., Berger, S., Schober, V., D'Ambrosio, L., Jung, R.** 2004: Weinanalyse im eigenen Betrieb: Qualitätsparameter.
 Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag sowie Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co, 2004
- Fardossi, A., Schober, V., Schmuckenschlager, B.** 1996: Einfluß verschiedener Unterlagssorten auf die Mg-Ernährung der Sorte Welschriesling. Mitteilungen Klosterneuburg 46: 221-231.
- Fardossi, A.** 2002: Bedeutung und Interpretation von Blattanalysen im Weinbau. Der Winzer 58 (5): 6-12.
- Goethe, H.** 1881: Die Reblaus - Eine volkstümliche Belehrung über die Eigenschaften und Lebensweise dieses gefährlichen Rebfeindes mit Angabe der gegen denselben zu ergreifenden Maßregeln. Graz: Steiermärkischer Volksbildungsverein, 1881
- IPCC, 2021:** Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung. In: Naturwissenschaftliche Grundlagen. Beitrag von Arbeitsgruppe I zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.I. Connors, C. Pean, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekci, R. Yu, and B. Zhou). In Druck, Deutsche Übersetzung auf Basis der Druckvorlage, Oktober 2021. Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn; Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien; Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT, ProClim, Bern, Februar 2022
- Kober, F.** 1893: Der Weinbau der Zukunft. Anleitung zur Behandlung der Weingärten mit Schwefelkohlenstoff zur Bespritzung gegen Peronospora, Black-rot etc. nebst eingehender Beschreibung der Cultur und Veredelung der amerikanischen Reben. Wien: Hartleben's Verlag, 1893
- Krieg, U., Schlamp, H.** 2014: Neue Unterlagssorten oder alte Erfahrungen? Versuchsergebnisse. Das deutsche Weinmagazin Nr. 5: 34-35.
- Laucou, V., Boursiquot, J.M., Lacombe, T., Bordenave, L., Decroocq, S., Ollat, N.** 2008: Parentage of grapevine rootstock 'Fercal' finally elucidated. Vitis 47 (3): 163-167.
- Livigni, S., Lucini, L., Segal, D., Navacchi, O., Pandolfini, T., Zamboni, A. und Varani, Z.** 2019: The different tolerance to magnesium deficiency of two grapevine rootstocks relies on the ability to cope with oxidative stress. BMC Plant Biology 19: 148. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1726-x>
- Lorenz, D.H., Eichhorn, K.W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U., Weber, E.** 1994: Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) – Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala. Vitic. Enol. Sci., Bd. 49: 66–70.
- Mehofer, M., Regner, F., Schmuckenschlager, B., Hanak, K., Braha, M., Cazim, T., Christiner, F., Vitovec, N., Prinz, M.** 2018: Einfluss von 31 Unterlagsrebsorten auf Ertrag und Qualität der Rebsorte 'Grüner Veltliner' (GV) über 17 Jahre. Mitteilungen Klosterneuburg 68: 181-201.
- Mehofer, M., Schmuckenschlager, B., Hanak, K., Braha, M., Cazim, T., Christiner, F., Vitovec, N., Gorecki, A., Hofstetter, I.** 2021: Freilanduntersuchungen zum Einfluss der Unterlagssorten Kober 5BB, Fercal und 3309 Couderc auf die Blatt Nährstoffgehalte sowie die generative und vegetative Leistung der Rebsorte 'Roesler'. Mitteilungen Klosterneuburg 71: 204-221.

Mehofer, M., Schmuckenschlager, B., Hanak, K., Vitovec, N., Braha, M., Cazim, T., Gorecki, A., Schneider, M., Winkler, M. 2022: Freilanduntersuchungen zum Einfluss von 31 Unterlagssorten auf die generative und vegetative Leistung von 'Chardonnay'. Mitteilungen Klosterneuburg 72: 185-203.

Organisation Internationale de la Vigne et du Vin 2009: 2. Auflage der OIV Merkmalsliste für Rebsorten und VITIS-Arten. <https://www.oiv.int/public/medias/2274/code-2e-edition-finale.pdf> (27.4.2022)

Prettenthaler, F., Podesser, A., Pilger, H. 2010: Klimaatlas Steiermark, Studien zum Klimawandel in Österreich. Band: 4. - Verlag ÖAW, 2010

Raifer, B. 1995: Ergebnisse eines Unterlagenvergleichs. Obstbau Weinbau Fachmagazin des Südtiroler Beratungsrings Nr. 9/1995: 243-244.

Regner, F., Reichl, M., Zöch, B., Eisenheld, C., Hofstetter, I., Wess, C., Rockenbauer, A. 2018: Bewertung von verschiedenen Unterlagen auf schwerem, tonigen Boden in der Kombination mit der Rebsorte 'Grüner Veltliner'. Mitteilungen Klosterneuburg 68: 277-292.

Renner, W. 2022: Wie entwickelt sich der steirische Rebenmarkt? Obst-Wein-Garten 2: 9-12.

Robinson, J., Harding, J., Vouillamoz, J. 2012: Wine Grapes. New York: Harper Collins Publishers, 2012, First US- Edition

Schmid, J., Manty, F. 2015: Schwachwüchsige Unterlagen im Vergleich. Der Deutsche Weinbau. Nr. 23: 42-45.

Schmid, J., Manty, F., Lindner, B. 2019: Geisenheimer Rebsorten und Klone. Geisenheimer Berichte 90: 176-179.

Schultz, H. R. 2017: Issues to be considered for strategic adaption to climate evolution – is atmospheric evaporative demand changing? OENO One Vol. 51 Nr. 2

Schuster, W. H., Von Lochow, J. 1992: Anlage und Auswertung von Feldversuchen. 3. Aufl. – Hamburg: Buchedition Agrimedia

Spilmont, A.S., Sereno, C., El Khoti, N., Torregrosa, L. 2016: The decline of the young vines grafted onto 161-49 C. Acta Horticulturae 1136: 251-264.

Statistik Austria, 2021: Weingartengrunderhebung 2020. Wien: Bundesanstalt Statistik Austria

Teleki, A. 1927: Der Moderne Weinbau - Die Rekonstruktion der Weingärten. A. Hartleben's Verlag, Wien und Leipzig, 3. Auflage

Umagat, H., Kucera, P., Wen, L. 1982: Total amino acid analyses using pre-column fluorescence derivatization. Chromatography 239: 463- 474.

WEBGIS PRO STEIERMARK, <http://gis.stmk.gv.at/atlas>, (5.4.2022)

Eingelangt am 28. August 2023