

KLONENVERGLEICH BEI DER REBSORTE 'WEISSBURGUNDER'

FERDINAND REGNER, CHRISTIAN PHILIPP, MATHIAS REICHL, ROBERT HACK, PHILLIP EDER, ANDREAS ROCKENBAUER, ERICH FERSCHL und ANDREAS ENDLER

HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74

E-Mail: Ferdinand.Regner@weinobst.at

Der Klonenvergleich bei der Sorte 'Weißburgunder' wurde mit zertifizierten Klonen aus den am heimischen Markt angebotenen Reben über fünf Jahre durchgeführt und unter identen Versuchsbedingungen umgesetzt. Dabei konnten geringfügige Unterschiede des agrarischen Verhaltens erkannt werden. Die Klone A9-1, N81, Fr74 und H31 unterschieden sich von den anderen Klonen durch einen höheren Ertrag. Andererseits konnten die Klone A9-3 und Lb16 eine höhere Reife in der Zuckeranreicherung erreichen, die sich aber mit zunehmender Versuchsdauer auf einen marginalen signifikanten Unterschied verringerte. Die höchste Säure lieferte der Klon Lb16, während als säurearm die Klone H31, Lb18 und N81 eingestuft werden konnten. Die Wuchskraft der Klone wurde anhand des Schnittholzgewichtes ermittelt. Die wüchsigen Klone Fr74 und A9-1 vereinen die Eigenschaften starke Wuchskraft und hoher Ertrag. Die Weinqualität wurde mittels sensorischer Beurteilung und umfangreicher Aroma-Analysen ermittelt. Die kommissionellen Verkostungen der fünf Jahrgänge ergaben einerseits einen nur sehr geringen Unterschied zwischen den meisten Klonen. Nur der Klon Fr70 konnte sich von den restlichen Klonen in der Weinqualität abheben. Aroma-Analysen wurden mit GC-MS und HS-SPME-SIM-MS ausgeführt. Bei den Terpen-Analysen und den floralen Aromen konnte der Klon Dreher von den anderen Klonen unterschieden werden. Große Schwankungen vieler Inhaltsstoffe mit dem Jahrgang, aber auch mit der Gärcharge erschweren eine Aussage, welcher Klon bestimmte Metaboliten intensiver hervorbringt als andere. Vollreife Weißburgunder-Weine weisen mehr oder minder birnenspezifische Aromen auf. Auf Basis von acht Esterverbindungen, die mit Birnenaromatik assoziiert sind, wurden sensorische, analytische Typogramme berechnet. Der Gesamteindruck nach Birnenaromen (OAV_{pear}) reichte von 37,5 bei H 31 (2016) bis zu 84,3 bei Klon N81 (2017). Die größten Beiträge zum Birnen-OAV (Odour active value) leisteten die Nuancen für "exotische Birne bonbonartig" und "ölig, wachsartig birnenähnlich". Die Summe des OAV "frische Birne" und "überreife Birne" lag zwischen 6,9 (H31, 2016) und 16,1 (N81, 2017). Es wurde jedoch ein Jahrgangseinfluss auf den sensorischen Deskriptor "überreife Birne" und generell auf "OAV-Birne" festgestellt. Eine positive Korrelation zwischen dem Zuckergehalt (°KMW) und den Deskriptoren für "frische Birne" und "überreife Birne" ist vorhanden. Klon H31 zeigte in manchen Jahrgängen den niedrigsten Zuckergehalt und den niedrigsten OAV-Gehalt an frischen und überreifen Birnen. Die genetische Variabilität wurde durch die Herstellung von genetischen Fingerabdrücken mittels SSR-, Inter-SSR- und SNP-Markern geschätzt. Die zertifizierten Klone zeichnen sich durch eine geringere Variabilität im Vergleich zu einigen anderen an dieser Studie beteiligten Kandidatengenotypen aus. In den Klonen A9-1, A9-3, A9-4, C311, Fr70 und N81 konnten keine stabilen Unterschiede auf DNA-Ebene gefunden werden. Das bedeutet, dass die untersuchten Klone nicht die breitere genetische Basis der Sorte abdecken und einige dieser Klone nahezu ident sind.

Schlagerwörter: Weinqualität, 'Weißburgunder', Birnenaroma, genetische Variabilität, agrarische Eigenschaften

Comparison of clones of the grapevine variety 'Pinot blanc'. Several certified 'Pinot blanc' clones available at the Austrian market were evaluated in a five-years trial under specific viticultural conditions. Small but relevant differences in agronomic behavior could be recognized. The clones A9-1, N 81, Fr74 and H31 showed higher yields, whereas the clones A9-3 and Lb16 reached higher sugar contents. Clone Lb16 provided the highest acidity, whereas clones H31, Lb18 and N81 could be classified as low in acid. The clones Fr74 and A 9-1 showed more vigorous growth. The wine quality was determined by means of sensory assessment and extensive aroma analyses. The commission tastings of the five vintages showed only very little differences between most clones. The clone Fr70 reached the highest rating of wine quality. Analyses of essential aroma compounds by GC-MS and HS-SPME-SIM-MS reveal that the clone Dreher is characterized by high values of terpenes and floral aroma. The pear-specific odour activity values presented as sensory-analytical-typograms were calculated from the analysed concentrations of eight esters in the clones. The overall pear-specific odour activity value (OAV_{pear}) of the wines ranged from 37.5 (H31; 2016) to 84.3 (N81; 2017). The largest contributors to the pear OAV were the impressions for "exotic pear candy" and "oily waxy pear-like". The sum of OAV "fresh pear" and "overripe pear" ranged from 6.9 (H31; 2016) to 16.1 (N81; 2017). However, a vintage influence on the sensory descriptor "overripe pear" and "OAV pear" was determined. A positive correlation between sugar content and the descriptors for "fresh pear" and "overripe pear" is likely. Thus clone H31 showed the lowest sugar content and lowest OAV fresh pear and OAV overripe pear content. The genetic variability was estimated by applying fingerprints with SSR, InterSSR and SNP markers. The certified clones are characterized by less variability compared to some other candidate genotypes involved in this study. No stable differences could be found in A9-1, A9-3, A9-4, C311, Fr70 and N81. That means the investigated clones do not cover the broader genetic base of the variety and some of these clones are almost identical.

Keywords: wine quality, 'Pinot blanc', pear aroma, genetic variability, agronomic traits

Die Rebsorte 'Weißburgunder' zählt in Mitteleuropa zu den wichtigsten Sorten und erlebt gerade einen Aufschwung. Obwohl Weine dieser Sorte schon immer als gehaltvoll und langlebig galten, wurde die Aromatik dann doch eher als unpopulär betrachtet, und vor allem wurde ihr kein jugendliches Image zugeschrieben (STEURER, 1992). Einer traditionellen Qualitätswein-Rebsorte mit Stammpublikum konnte das aber wenig schaden. Momentan steigen die Anbauflächen in Deutschland, Österreich und Südtirol wieder an. Aktuell dürften in etwa 16 000 ha (OIV-Statistik) weltweit ausgepflanzt sein. Die umfangreichsten Flächen finden sich in Deutschland, wo auf ca. 5400 ha, gefolgt von Italien auf 3000 ha und Österreich auf 2000 ha sowie Frankreich (Elsaß) mit ca. 1300 ha, die Rebsorte kultiviert wird. Nennenswerten Anbau gibt es auch in der Schweiz, Tschechien, Slowakei, Slowenien und anderen osteuropäischen Ländern. Die Anpflanzungen der Sorte in Österreich sind relativ gleichmäßig über die Weinbaugebiete verteilt. Die Sorte ist in allen Gebieten als Nischensorte vorhanden, sie kann aber nirgendwo

als die wichtigste Sorte in Erscheinung treten. Schwerpunkte des Anbaus sind dort zu finden, wo sie für einen Herkunftswein (DAC) ausgewählt wurde. Die Region um den Leithaberg und auch die Oststeiermark setzen stärker auf den 'Weißburgunder' als andere Regionen (www.weinausoesterreich.at). Die Weine liegen eher im gehobenen Qualitäts- als auch Preisbereich und werden nur von einer spezifischen Konsumentengruppe gezielt nachgefragt (PHILIPP, 2018; BAYER und PLÖCKINGER, 2018).

Weinbaulich zeigt der 'Weißburgunder' auch einige markante Schwächen, insbesondere die geringe Stabilität gegen Fäulnis und Botrytis fordern die Winzer in vielen Jahren heraus. Ein Aspekt dieser Empfindlichkeit ist die Dichte und Kompaktheit der Traube (AMBROSI et al., 1994). Die Struktur der Traube begünstigt auch den Befall mit dem Traubenwickler. Folglich wäre es eine wirkliche Verbesserung, Klone und Typen mit lockerer Traubenstruktur zu haben. Angesichts des Alters der Rebsorte sollte dies natürlich auch möglich sein (SCHÖFFLING und STELLMACH, 1993).

Die Variabilität einer Rebsorte hängt vom Alter der Sorte und der Intensität des Anbaus ab. Sorten wie 'Traminer', der besonders alt ist und auch über Jahrhunderte in weiten Teilen Europas intensiv genützt wurde, kann mit seiner Formen- und Geschmacksvielfalt nicht übertroffen werden (REGNER et al., 2000). 'Weißburgunder', der unter genetischen Aspekten ein Abkömmling der Rebsorte 'Traminer' ist, scheint von dieser Vielfalt trotz hohen Alters weit davon entfernt zu sein (IMAZIO et al., 2002). Warum das so ist, könnte an der gezielten Selektion der heute zur Verfügung stehenden Materialien liegen. Obwohl 'Weißburgunder' als sehr alte Sorte gilt, zeigt sich das nicht in seiner Vielfalt an Typen (JAHNKE et al., 2011). Es gibt zwar eine reiche Auswahl an Klonen, aber diese scheinen sich kaum zu unterscheiden (TERLETH, 2015). Um brauchbare Empfehlungen für die Anpflanzung von Weißburgunder-Klonen aussprechen zu können, bedarf es des direkten Vergleichs unter denselben klimatischen und bodenbürtigen Herausforderungen (SCHÖFFLING und STELLMACH, 1993). Über die Entstehung der Rebsorte 'Weißburgunder' wissen wir, wie er entstand, weil das heute noch nachvollzogen werden kann. Aber wann und wo die Sorte zum ersten Mal auftauchte, konnte bisher nicht klar belegt werden. Mangels nachvollziehbarer Dokumentation wird eine Herkunft aus dem Burgund genannt, was aber wenig wahrscheinlich ist. Da aber 'Blauer Burgunder' von dort abstammt, ist die indirekte Herkunft gesichert. Auch die frühen Namen der Sorte wurden nicht exklusiv für 'Weißburgunder' verwendet. Sowohl 'Fränkisch' als auch 'Klevner' ('Klävner') sind Bezeichnungen, die auch für 'Blauer Burgunder', 'Grauer Burgunder' bzw. für 'Traminer' galten. In alten Ampelographien erfolgte die Zuordnung oftmals sehr oberflächlich, und daher gibt es sortenhistorisch oftmals mehr Unsicherheiten als konkrete Fakten. Erkennbar ist 'Weißburgunder' im "Kreütterbuch" von HIERONYMUS BOCK (1539) als "zame Weinrebe: Fränkisch klein und weiß" definiert worden. Eindeutig als 'Weißer Burgunder' wird er erst bei BURGER (1837) bezeichnet. Seine historische Bedeutung im österreichischen Weinbau war immer nur eine Nebenrolle bestenfalls als Qualitätsfaktor im gemischten Satz. Vermutet wird, dass sowohl 'Blauer Burgunder' als auch 'Weißburgunder' von den Zisterziensern im 12. Jhd. verbreitet wurden. Belege dazu konnten bis heute nicht aufgefunden werden. Da sich die Klöster im Mittelalter intensiv mit Weinbau beschäftigten, waren

auch sie es, die mit Sortenversuchen experimentierten und vom Stammsitz z. B. in Citeaux im Burgund ihre Reben für die Filialen im Osten zur Verfügung stellten. Es kommt daher nicht von ungefähr, dass 'Grauer Burgunder' in Ungarn als 'Grauer Mönch' benannt ist. Noch schlechter dokumentiert ist seine Existenz im französischen Sprachraum, wo er ständig mit seiner Nachkommenschaft wie 'Chardonnay', 'Auxerrois' und 'Aubin' verwechselt wurde. Für das Burgund ist er nie genannt worden, und Bedeutung in Frankreich hatte er bis heute nur im Elsaß (REGNER, 2019).

Was geschah, dass aus 'Grauer' bzw. 'Blauer Burgunder' ein 'Weißburgunder' wurde, kann in der Erbsubstanz nachgelesen werden. Am Chromosom 2 der Weinreben liegen die Gene, die für die Anthocyan synthese und deren Glykosylierung verantwortlich sind. Insgesamt haben sich bisher drei Myb A-Gene als Transkriptionsfaktoren identifizieren lassen. Falls alle richtig arbeiten, wird genug Farbstoff gebildet, um eine blaue Beerenfarbe auszubilden. Die Allele liegen sogar doppelt vor, und daher gibt es theoretisch eine gute Absicherung der Farbbildung (PELSY et al., 2015). Bei 'Blauer Burgunder' verhält sich das anders. Die genetische Stabilität wird außerdem durch Transposons beeinträchtigt. Diese DNA-Abschnitte haben die Eigenschaft, sich leicht in der genomischen Reben-DNA einzunisten, aber auch wieder herauszubrechen und damit genetische Instabilität zu verursachen. Integriert sich ein solcher Abschnitt in den Regulationsbereich der Anthocyan-Gene, dann wird die Synthese dieses Gens gestört oder auch lahmgelegt (CHERN et al., 2016). Falls an beiden Chromosomen (2n) keine Pigmente mehr produziert werden, entsteht eine weißbeerige Sorte wie der 'Weißburgunder'. Bis es aber soweit ist, ergibt die Mischung aus einer teilweisen Störung und einer völligen Pigmentfreiheit die graue Beerenfarbe, wie wir sie von 'Ruländer' kennen. Folglich wird der 'Ruländer' als farbliche Chimäre betrachtet und der 'Weißburgunder' als einheitlich pigmentfreie Sorte. Das Besondere an dieser Art von Mutation ist, dass dieser Prozess nicht abgeschlossen ist und immer wieder neu auftreten kann. Diese Vorgänge lassen sich vor allem in Ruländer-Anlagen beobachten (MENEGETTI et al., 2012). Das eindrucklichste Bild dabei ist die zweifarbige Burgunder-Traube oder auch die zweifarbige Beere. Folglich gibt es aber 'Weißburgunder', die genetisch so eng zu 'Grauer Burgunder' passen, dass erheblich mehr Unterschied dann zwischen Klonen

oder Typen innerhalb von 'Grauer Burgunder' wahrnehmbar ist (JAHNKE et al., 2011). Bei der Sorte 'Blauer Burgunder' wurde schon früher intensiv nach lockerbeerigen Typen gesucht, und schließlich wurden sie auch gefunden. Bei 'Weißburgunder' gilt auch Lockerbeerigkeit als angestrebtes Zuchtziel (PORTEN und HUBER, 2003). Neben den lockerbeerigen gibt es noch mischbeerige, aufrecht wachsende und andere Typen von 'Blauer Burgunder', die es bei 'Weißburgunder' bis dato nicht gibt. Schwachpunkte der Sorte, wie hohe Fäulnis- bzw. Botrytisanfälligkeit und Traubenwickler-Empfindlichkeit (BAUER et al., 2017), könnten durch Selektion solcher Typen zumindest verbessert werden. Schwieriger erscheint es, Trockenheitsprobleme, Empfindlichkeit gegen Pockenmilben und Neigung zu Stiellähme mittels Züchtung zu überwinden (AMBROSI et al., 1994). Es gibt einen Handlungsbedarf bei 'Weißburgunder', der sich aber nur umsetzen lässt, sofern die Natur mit

Veränderungen großzügig ist. Züchtungen mit gezielten Mutationen werden hierzulande nicht akzeptiert.

Das Angebot an Klonen ist eigentlich groß (Tab. 1), aber die Unterschiede sind, rein visuell betrachtet, sehr gering bis manchmal auch nicht wahrnehmbar. Natürlich sollte auch bedacht werden, dass nicht alles, was den Rebstock ausmacht, in den DNA-Sequenzen der Gene determiniert ist (ROACH et al., 2018). Die Ausprägung und das physiologische Verhalten werden auch durch epigenetische Faktoren, das pflanzenspezifische Mikrobiom (auch Pathogene) und vieles mehr bestimmt. Um Klone umfassend beurteilen zu können, braucht es eine spezifische Versuchsfläche mit Wiederholungen und eine Vinifikation ohne Unterschiede in der Behandlung (SCHÖFFLING und STELLMACH, 1993). Ziel dieser Arbeit war es, die agrarischen, genetischen und sensorischen Besonderheiten der einzelnen Klone zu erfassen.

Tab. 1: Weißburgunder-Klone innerhalb der EU (unvollständige Liste)

Herkunft der Klone	Bezeichnung	Beschreibung
VÖR Verband Ö. Rebveredler	A 9-1, A 9-3*, A 9-4	*lockerbeerig
Haidegg, Stmk Landesanstalt	H 31*, H 34	*locker-mischbeerig
Klosterneuburg, HBLA und BA	C 311	Standard
Laimburg, Südtirol	LB 12, LB 14, LB 16, LB 18*	*geringerer Ertrag
Dreher, Deutschland	D 209*, D 212,	*größere Trauben
Geisenheim, Deutschland	Gm 1,2,3,5,7,10, 90	Standard
Freiburg, Deutschland	Fr 70, 71, 72, 74, 2101*,	Standard,*lockerbeerig
Durlach, Deutschland	D 55, D 57	ertragsicher
Neustadt, Deutschland	80 N, 81 N, 84 N	leistungsstark, ertragreich
Steinmann, Deutschland	St 15	Standard
Weis, Deutschland	36 WM	stielfest
VRC Rauscedo, Italien	VCR 1, 5, 7,	Standard
INRA, Frankreich (Elsaß)	INRA 54, 55	geringer Ertrag
Slowakei	SE 48/5	Standard

MATERIAL UND METHODEN

Für eine Versuchspflanzung der HBLAuBA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg am Bisamberg in Langenzersdorf (nordwestlich von Wien) wurde eine Auswahl an Klonen getroffen, die leicht verfügbar war und einen Querschnitt durch das österreichische Angebot an Reben darstellt (Tab. 2). Der Boden der Versuchsfläche ist ein Braunerdeboden, verwittert aus Flyschsandstein-Konglomeraten mit mittlerer Gründigkeit und ausreichender Nährstoffversorgung. Die Lage ist ein Südhang mit ca. 25 % Steigung. Die Jahresdurchschnittstemperatur während der Versuchszeit betrug 11,3 °C bzw. in der Vegetationszeit 16,8 °C und wurde von einer Adcon Wetterstation (Adcon Telemetry, Klosterneuburg) ermittelt. Der Pflanzenschutz wurde nach IP-Richtlinien ausgeführt, und es wurden jeweils 8 Applikationen samt Einsatz eines Botrytizids durchgeführt. Der Boden war standardmäßig begrünt, wurde aber in

der Regel zumindest zweimal umgebrochen, um eine neue Begrünung einsäen zu können. Die Kultur basiert auf einer ortsüblichen Hochkultur-Erziehung mit ca. 90 cm Kordonhöhe und einem Streckerschnitt. Der Standraum ist mit 3 × 1,1 eher großzügig angelegt. Der Versuch wurde über fünf Versuchsjahre (2015 bis 2019) geführt, was natürlich die Aspekte einer alternden Anlage nicht mehr beinhaltet. Aber nach fünf Ertragsjahren kann auf das spezifische Verhalten eines Klons schon geschlossen werden. Die agrarischen Daten wurden wie bei früheren Klonenvergleichen erhoben (REGNER et al., 2015), dabei wurden die Infektionshäufigkeit und Stärke bei Botrytisbefall zusammengefasst und als ein Gesamtprozentsatz als Volumenanteil ermittelt. Die sensorischen Prüfungen wurden kommissionell und anonym ausgeführt. Jeder Klonen-Wein wurde vier Mal vorgelegt, wobei eine Serie immer aus vier Weinen bestand. Die Beurteilung erfolgte mit der unstrukturierten Skala auf gesamtheitliche Qualität.

Tab. 2: Weißburgunder-Klone, die im Versuch weinbaulich überprüft wurden und deren Wein einer Beurteilung unterzogen wurde

Bezeichnung	Züchter	besondere Eigenschaften
A9-1	VÖR Verband Ö. Rebveredler	spezifischer Weintypus, hohe Qualität
A9-3	VÖR Verband Ö. Rebveredler	lockerbeerig
A9-4	VÖR Verband Ö. Rebveredler	kleintraubig
C 311	HBLA und BA Klbg.	spezifischer Weintypus, hohe Qualität
Dreher209	Privater Klon Dreher	fruchtbetonte Weine
Fr 70	Institut Freiburg	Standard-Klon
Fr 74	Institut Freiburg	spezifischer Weintypus, hohe Qualität
Gm 3	Institut Geisenheim	spezifischer Weintypus, hohe Qualität
H 31	Versuchsstation Haidegg	lockerbeerig
H 34	Versuchsstation Haidegg	Standard-Klon
LB 16	Versuchszentrum Laimburg	Wüchsigkeit
LB 18	Versuchszentrum Laimburg	geringer Ertrag
N 81	DLZ Rheinpfalz Neustadt	ertragreich

Die genetischen Analysen wurden mit 330 SSR-Markern, 10 InterSSR- und 3 Tilling-Ansätzen (BRADLEY et al., 2006) durchgeführt. Die SSR-Marker stammten dabei von THOMAS et al. (1993) (VVS-Marker) sowie von BOWERS et al. (1996) und BOWERS et al. (1999) (VVMD-Marker). Die VRZAG- (SEFC et al., 1999) und VRG-Marker (REGNER et al., 2006) waren selbst aus *Vitis riparia* entwickelt worden. Die UCH-, VVIP-, VVIV- und restlichen Marker stammten von einem Konsortium für Rebenmarker (VMC), wobei die Daten unter der Adresse www.ncbi.nlm.nih.gov verfügbar sind.

Die Aromaanalysen wurden mit sechs verschiedenen GC-SIM-MS-Verfahren samt Probenvorbereitung für die Analyse von 108 flüchtigen Substanzen durchgeführt. Alle diese Substanzen zusammen wurden verwendet, um das klonale Aroma jeden Klons darzustellen. Der Gehalt an Decadiensäure-Ethylester und andere Birnen-Aromen (Isoamylacetat, Methyl (E)-geranoat, Ethylhexanoat, Ethyloctanoat, Ethyldecanoat, Isoamylactanoat, Ethyldodecanoat) wurde mittels HS-SPME-GC-SIM-MS bestimmt. Dabei wurden zur Quantifizierung die Protokolle von PHILIPP et al. (2018 und 2020) verwendet. Außerdem wurden 14 Monoterpene mit GC-MS nach MICHELMAYER et al. (2012), zuletzt modifiziert von PHILIPP et al. (2019a), bestimmt. Zusätzlich konnten 32 Ester mittels SIDA-HS-SPME-GC-MS bestimmt werden, die von PHILIPP et al. (2019b) entwickelt wurde. Die Methode von GÖK et al. (2019) wurde verwendet, um C13-norisoprenoid (1,1,6 Trimethyl-1,2-dihydroxynaphthalin) und Vitispiran zu quantifizieren. Aus diesen Weinen wurden auch flüchtige Phenole und Lactone nach der Methode von BRANDES et al. (2003), zuletzt modifiziert von PHILIPP et al. (2020), bestimmt. Die Verrechnung der Daten erfolgte mittels SPSS-Programm v. 26 (IBM, SPSS Statistic) und LSD-Test. Die Testung auf Normalverteilung wurde mittels Kolmogorov-Smirnov-Test vorgenommen. Die Korrelationen wurden nach Pearson berechnet.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Bei allen verwendeten Reben handelt es sich um registrierte Klone in zertifizierter Qualität der Sorte 'Weißburger'. Die Klone A9-1, N 81, Fr74 und H31 erbrachten statistisch abgesichert mittels LSD-Test signifikante Unterschiede (auf dem Signifikanz-Niveau $\alpha \leq 0,05$) größere Erntemengen (Abb. 1). Das gilt zumindest für die beiden ersten Klone als schon mehrfach beobachtet (RENNER, 2017; SCHWAB und KNOTT, 2013). Die Klone LB18 und 16 erbrachten die geringsten Ernten. Ebenfalls unterdurchschnittlich im Ertrag waren die Klone A9-3 und Gm3. Andererseits zeigten die Klone Fr70 und A9-3 sowie N81 höhere Zuckergradationen ($\alpha \leq 0,05$) Die Berechnung erfolgte mittels LSD-Test, und es wurde ein signifikanter Unterschied auf dem Signifikanz-Niveau $\alpha \leq 0,05$ erzielt. (Abb. 2). Auch für andere Versuche konnte der Klon FR70 als besonders günstig in der Reifeentwicklung beurteilt werden (SCHWAB und KNOTT, 2013). Den höchsten Wert, aber mit stärkeren Schwankungen, zeigte der Klon Lb18. Beim Säuregehalt, der in Zeiten des Klimawandels immer wichtiger wird (TERLETH, 2015), zeigte der Südtiroler Klon Lb 16 die höchsten Werte, während N81, Lb18 und H31 die geringste Säure aufwiesen (Unterschiede auf dem Signifikanz-Niveau $\alpha \leq 0,05$) (Abb. 3). Der Klon Fr74 zeigte ein stärkeres Wachstum als die anderen Klone ($\alpha \leq 0,05$), was anhand des Schnittgewichtes des einjährigen Rebholzes bestätigt wurde (Abb. 4). Bisher wenig Unterschiede wurden beim Knospenaufbruch nach dem BBCH-Schema (Abb. 5) und beim Blühverhalten festgestellt. Auch bei der Empfindlichkeit gegenüber Botrytis konnte bis zum jetzigen Zeitpunkt kein wesentlich stabilerer Klon erkannt werden (Abb. 6). Die Anfälligkeit war aber wesentlich von der Reife und dem Klima des Jahrgangs abhängig. Bei der Klonenselektion wird großer Wert auf Lockerbeerigkeit gelegt, die aber noch keine Garantie gegen Botrytis darstellt (<https://docplayer.org/58070057-Ratgeber-klonenwahl>). Wirklich lockerbeerige Klone konnten bisher bei 'Weißburger' auch nicht selektiert werden (TERLETH, 2015). Es ist aber auch durchwegs realistisch, dass sich einzelne Klone unter anderen Klimabedingungen auch anders verhalten können.

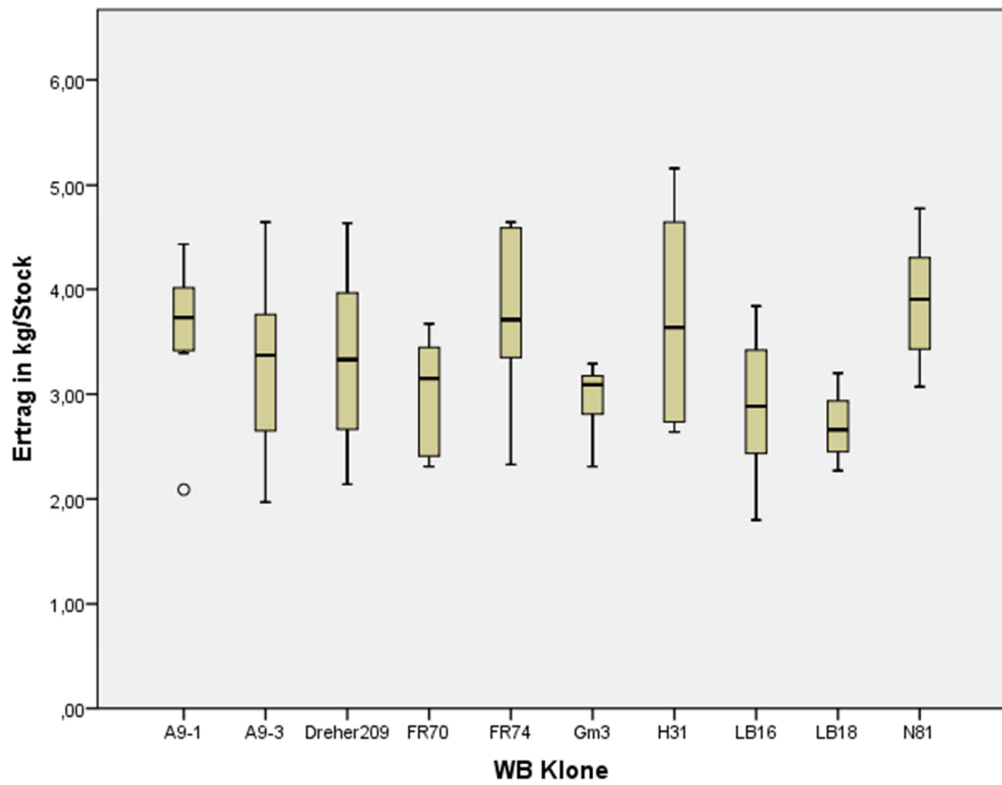


Abb. 1: Ertrag in kg/Stock der einzelnen Klone im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2019

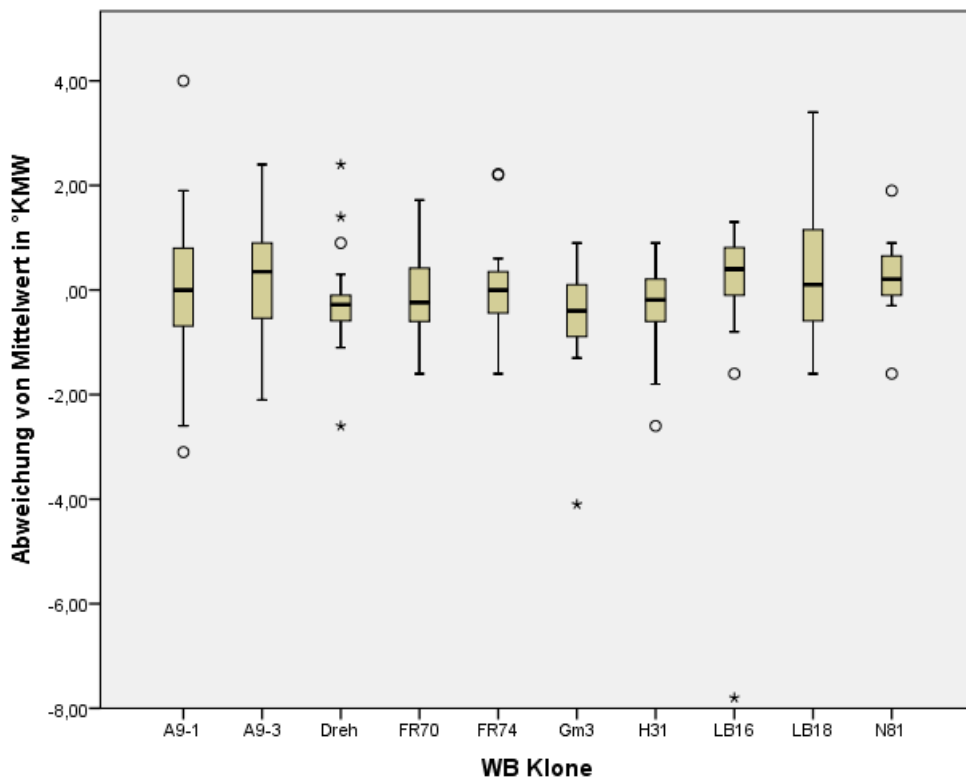


Abb. 2: Dichte der Moste (in °KMW) der Klone im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2019 und Abweichung vom Jahresmittelwert

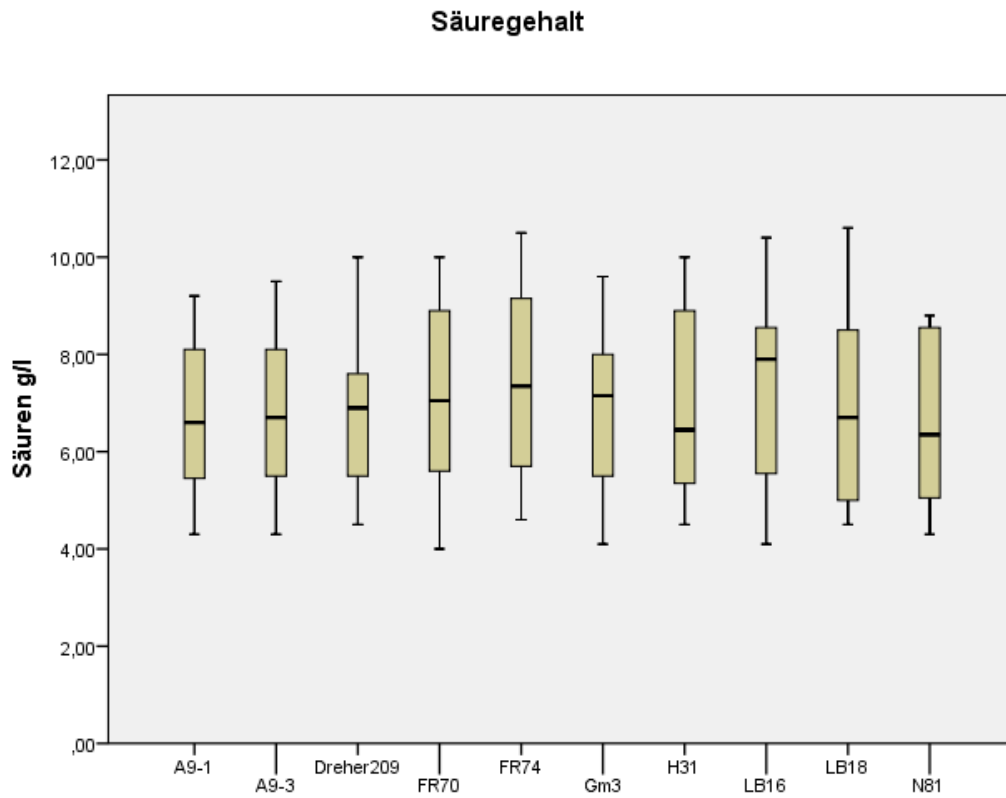


Abb. 3: Säuregehalt der Moste in g/l vor der Gärung, Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2019

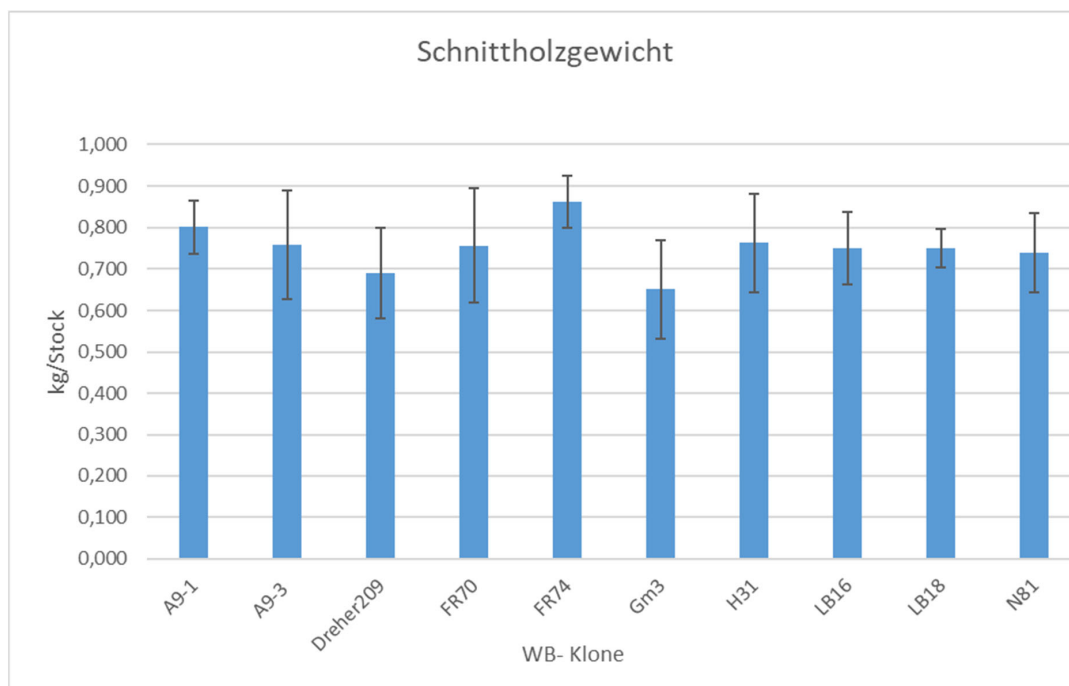


Abb. 4: Schnittholzgewicht des einjährigen Rebholzes, Durchschnitt der Jahre 2016 bis 2019

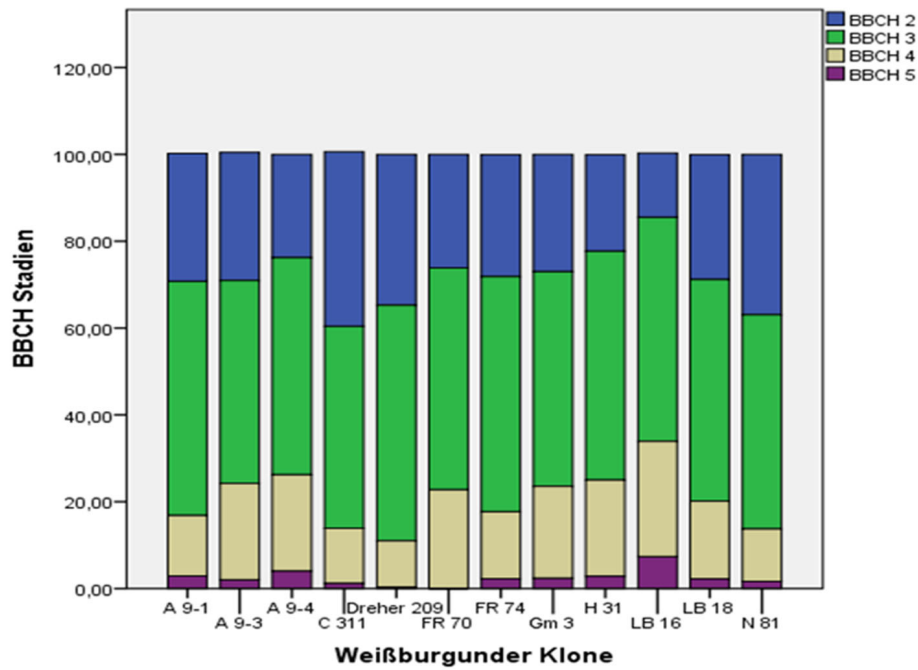


Abb. 5: Austriebverhalten der Klone im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2017

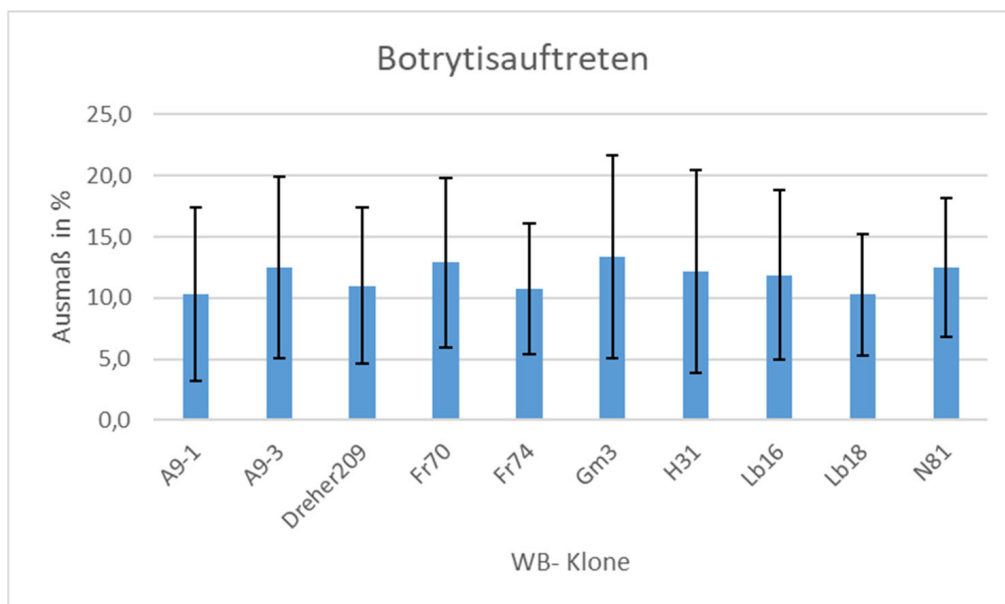


Abb. 6: Prozentsatz an Botrytis bei vollreifen Trauben (Anteil am Lesegut gesamt), erhoben durch visuelle Bonitur; Mittelwert der Jahrgänge 2018 und 2019, jeweils aus 20 Parzellen zu je 5 Stock erhoben

SENSORISCHE VARIABILITÄT

Die Weinqualität wurde auf mehrere Arten festgestellt. Einerseits wurde eine generelle Beurteilung als Gesamteindruck auf einer unstrukturierten Skala durchgeführt. Andererseits gab es Anstrengungen, die Typizität der Klone zu erfassen. Im laufenden Projekt haben acht Koster jeweils vier anonyme Klonen-Weine blind beurteilt. Mit 32 Bewertungen pro Wein kann dann schon eine nachvollziehbare, objektivere Beurteilung erwartet werden. Jedenfalls wurden die Klone Fr70, Dreher209 und A9-1 in der Weinqualität in den ersten drei Jahren besser bewertet als die anderen Klone. Im Gesamtdurchschnitt der fünf Jahre schaffte aber nur der Klon Fr70 eine abgesicherte Differenzierung ($\alpha \leq 0,05$) von den restlichen Klonen (Abb. 7). Schon SCHWAB und KNOTT (2015) haben den Klon FR70 als sensorisch qualitativ sehr gut beurteilt. A9-3, Gm3 und Fr74 schnitten dabei schlechter ab, wobei nur einige Unterschiede statistisch abgesichert sind. Die Typizität der Weine wurde auf vier Prototypen heruntergebrochen und in Relation zu Reife, Ertrag, Gesamtqualität und Säure gesetzt. Der groben Einteilung in die Typen Birne, Apfel, Brioche (brotig-hefig), Blütearomen und andere folgte eine Zuordnung jedes einzelnen Weines. Dabei konnte klar erkannt werden, dass die Reife mit Birnenaroma korreliert (nach Pearson $k = 0,39$), aber fehlende Reife mit Brioche-Geschmack ($k = -0,44$) einhergeht. Birnengeschmack zeigt eine negative Korrelation mit Ertrag ($k = -0,27$) und eine positive mit Gesamtqualität ($k = 0,38$). Das bedeutet, die Kostkommission hat Weine mit Birnengeschmack auch immer höher bewertet als andere Weine. Birnengeschmack kann auch durch höhere Reife stimuliert werden. Ähnlich gut wurden Weine mit Blütenaromen beurteilt, während der Brioche-Geschmack die Gesamtbewertung verschlechterte. Da die vorliegenden Ergebnisse aus mikrovinierten Proben stammten, wurde Abstand genommen von Analysen, die auf Reifungs- bzw. Alterungsaromen abzielen. Bei der Säure sind die Korrelationen nicht so eindeutig ausgeprägt, und höhere Säure ist oftmals mit dem Geschmacksbild Apfel assoziiert. Damit gibt es Möglichkeiten, über Reife und Ertrag bewusst das Birnenaroma zu forcieren. Bereits PHILIPP et al. (2018) zeigten eine Korrelation von Reife und Birnenaromatik.

AROMATISCHE VARIABILITÄT

Unterstützend zu dieser sensorischen Überprüfung wurden die verschiedenen Klonen-Weine auf den Gehalt der wichtigsten Aromastoffe (über 100 flüchtige Verbindungen) analysiert. Obwohl die Unterschiede gering waren, konnten doch einige spezifische Ergebnisse gewonnen werden. Da die Birnenaromatik für die Typizität der Weißburgunder-Weine sehr wichtig ist, wurde großes Augenmerk auf die Analyse von acht für die Birnenaromatik relevanten Verbindungen (Abb. 8) gelegt. Für die Typizität und Steigerung der Qualität ist ein Gehalt an trans2-cis4-Decadiensäureethylester (Schlüsselaromastoff in Williams Christ-Birne) über der Wahrnehmungsschwelle förderlich, aber nicht unbedingt notwendig, da keine sensorische Studie bestätigen konnte, dass ausschließlich diese Verbindung für die Birnenaromatik entscheidend ist. Eine Wechselwirkung mit anderen Verbindungen erklärt die Typizität von 'Weißburgunder'. Entscheidend ist, dass die sensorische Empfindung der Birnenaromatik sehr unterschiedlich ist. Für jede Ausprägung von Birnenaroma sind aber auch andere Konzentrationen der Aromaverbindungen inklusive ihrer Wechselwirkungen untereinander notwendig (PHILIPP et al., 2020). Was sich allenfalls in den Ergebnissen dieser und anderer Studien (PHILIPP et al., 2018; PHILIPP et al., 2020) zeigt: Es gibt eine positive Korrelation zwischen Traubenreife und empfundener Birnenaromatik. Da es ohnehin bekannt ist, dass der Jahrgang, aber auch die Herkunft der Weine, die Aromausprägung stark bestimmen, scheint es zu gewagt, Aussagen zu treffen, dass ein bestimmter Klon definitiv einem Typ zuordenbar ist. Dennoch konnten im Zuge dieser Studie für die Klone LB16 und 18, FR70 und 74 sowie A9-4 stärkere Eindrücke nach Birnenaromen assoziiert werden. Mengenmäßig den größten Anteil am Birnenaroma nimmt Isoamylacetat ein, das in Konzentrationen bis zu mehreren Milligramm pro Liter auftreten kann. In den Klonen-Weinen betragen die Werte in etwa zwischen 1500 und 2200 $\mu\text{g/l}$ (Abb. 9). Die Klone N81 und A 9-3 erreichten die höchsten Werte, während die Klone Dreher209, H31 und Lb18 deutlich geringere Mengen im Wein aufwiesen (Abb. 9). Starke Jahrgangsunterschiede erforderten eine Normierung

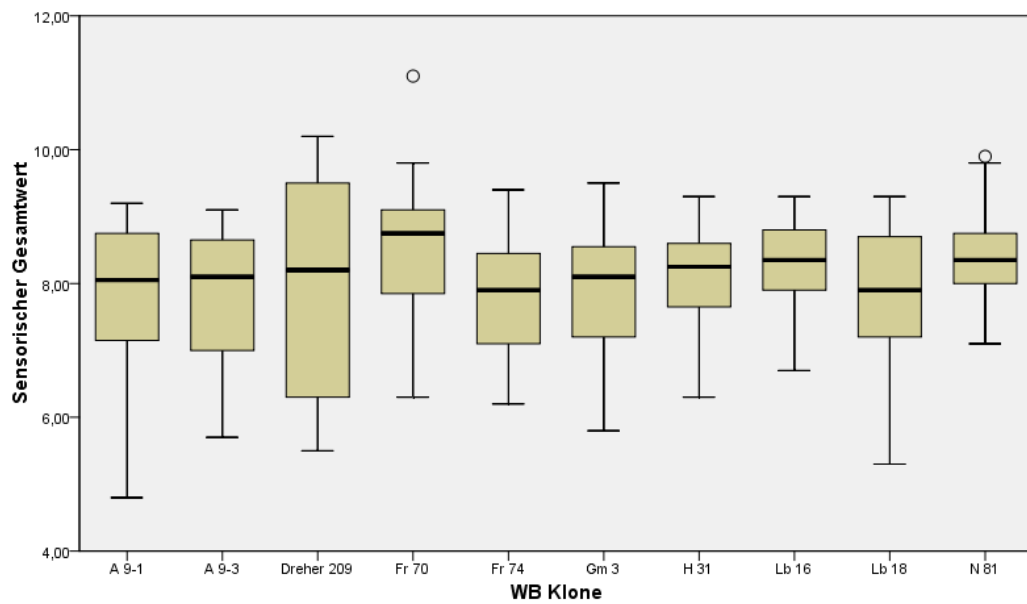


Abb. 7: Sensorische Beurteilung mittels unstrukturierter Skala (Gesamtqualität); Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2019 (max. Wert = 15)

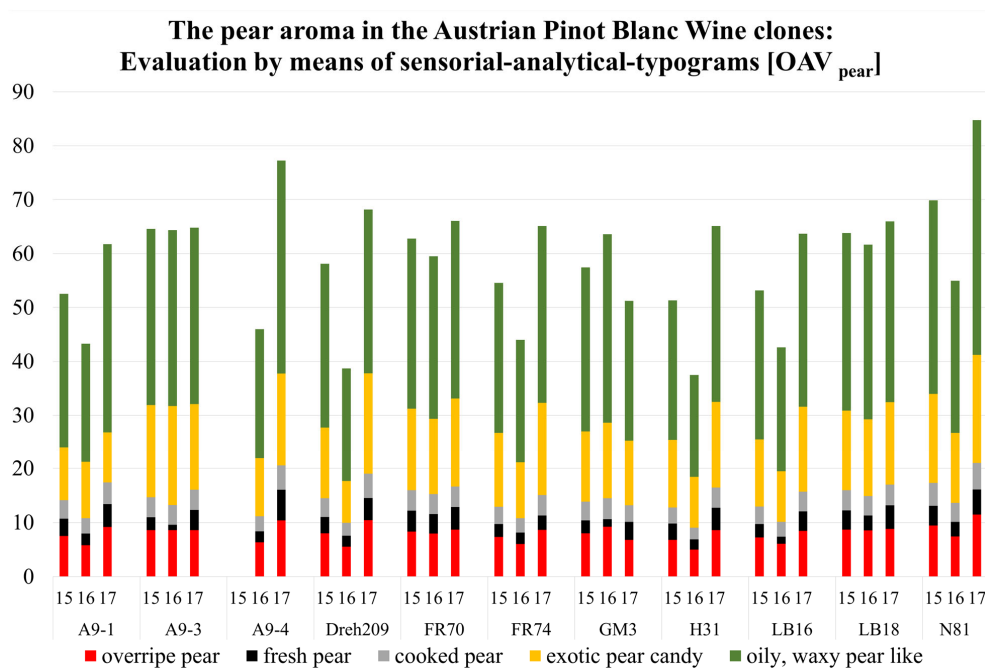


Abb. 8: Birnenaromatik der verschiedenen Klone, Werte von 2015 bis 2017

des Jahrgangs anhand des Mittelwertes. Nicht ganz konform verhielt sich dazu eine der Leitsubstanzen der Birnenaromatik, nämlich Ethyltransdecadienoat (Abb. 10). Auf Grund der jährlichen stärkeren Schwankungen wurden die Abweichungen vom Jahresmittelwert für die statistische Auswertung herangezogen. Demnach zeigte A9-1 die höchsten Werte und unterscheidet sich signifikant ($\alpha \leq 0,05$) von A9-3, Fr74 und Gm3. Die Klone Fr70 und N81 erreichten ähnlich hohe Werte wie A9-1. Weine mit hoher Typizitätsbewertung zeigen signifikant höhere Gehalte an mittel- und langkettigen Ethylesterverbindungen wie Ethylhexanoat und Ethyloctanoat (PHILIPP et al., 2020). Die Substanzen Methylgeranoat, Ethylhexanoat, Ethyloctanoat, Ethyldecanoat, Ethyldodecanoat, Pentylacetat und Isoamyloctanoat zeigten zwar erhebliche Variabilität, ergaben aber keine gesicherten Unterschiede auf klonaler Basis.

Einfacher zu interpretieren sind die Ergebnisse der freien Monoterpen-Analysen. Wie in Abbildung 11 ersichtlich, konnte vor allem beim Klon Dreher209, aber auch bei Klon Fr74 mehr von diesen primären Aromastoffen nachgewiesen werden als bei den anderen Klonen. Besonders die Werte von Linalool und Terpeneol waren bei diesen Klonen höher als beim Rest. Die Geraniolwerte (Abb.12) zeigten keinen abgesicherten Unterschied zwischen den Klonen. Es gab jahrgangs- und chargenbedingt sehr starke Schwankungen. Vor allem beim Klon Dreher209 zeigte sich in der Frühphase der Studien eine bemerkenswert hohe Ausstattung, die im Laufe der Versuchsjahre aber geringer wurde. Folglich konnte der Klon Dreher209 eher den Blütenaromen zugeordnet werden. Eventuell könnte sogar von einem "leicht muskierten" Klon gesprochen werden. Trotzdem hat sich dies in der Gesamtbewertung der Weinqualität nur bedingt niedergeschlagen, wo er letztendlich nur eine durchschnittliche Bewertung erhielt. Weißburgunder-Weine mit höheren Gehalten an freien Monoterpenen erhielten signifikant schlechtere Bewertungen bei der Gesamttypizität der Aromatik (PHILIPP et al., 2020). Dies könnte aber auch mit der Erwartungshaltung der Sortenaromatik zusammenhängen. In der Regel werden Terpene als positive Aromastoffe wahrgenommen (GONZÁLEZ-BARREIRO et al., 2015).

GENETISCHE VARIABILITÄT

Die genetische Variabilität wurde mittels verschiedener DNA-Marker untersucht. Die Mikrosatelliten (SSR)-Marker erbringen eine sehr gute Reproduzier-

barkeit und sind daher zur Erkennung von Sorten und Klonen geeignet. Hier wurden 330 Marker entwickelt, aber zur Kenntnis genommen, dass mit diesen Markern nur ganz geringe Unterschiede zwischen den Klonen auffindbar waren (Tab. 3). Die gute Stabilität dieser Marker bringt den Nachteil mit sich, dass sie weniger polymorphen Regionen entstammen. Folglich wurden auch andere Marker zur Unterscheidung eingesetzt. Dabei zeigte sich, dass auch die Inter-SSR-Marker und SNP-Marker relativ wenig Unterschiede zeigten. Die Klone A9-1, A9-3, A9-4, C311, Fr70 und N81 zeigten keine reproduzierbaren Unterschiede mit den eingesetzten DNA-Markern. Dies kann bedeuten, dass diese Klone aus ähnlichen oder identen Genotypen ausgewählt wurden. Zusätzlich zu den ausgewählten Klonen wurden selektierte Typen (R49, STR24, STR210 Klbg und Reib) zur DNA-Analyse hinzugezogen, die für weitere Züchtung zur Verfügung stehen. Diese Typen unterscheiden sich von den Klonen deutlicher und bergen eine Variabilität, wie sie für die Sorte 'Weißburgunder' auch erwartbar wäre (Abb. 13). Die geringere Variabilität könnte auf mehreren Faktoren beruhen, einerseits war die Sorte früher nicht so intensiv in der Vermehrung wie andere ähnlich alte Sorten. Die genetische Stabilität ist jenseits der Farbmutation zu 'Grauer Burgunder' deutlich günstiger als bei vergleichbaren Sorten (TERLETH, 2015). Aber auch die Selektion von bestimmten Geschmackstypen könnte die Verfügbarkeit eingeengt haben. Ein zertifizierter Klon, nämlich Fr74, liegt auch weiter außerhalb des Dendrogramms und ist damit im Vergleich mit den übrigen Klonen am deutlichsten mit unterschiedlicher Genetik ausgestattet. Zu bedenken wäre jedoch immer, dass es jenseits der DNA-Sequenz jedenfalls auch erheblichen Einfluss auf den Phänotyp durch Modifikationen und epigenetische Faktoren geben kann. Mit den genannten Analysen wurden derartige Unterschiede aber nicht untersucht. Der Aufwand, solche Unterscheidungen zu finden, ist außerdem unvergleichlich höher und die Stabilität der Analytik nicht ausreichend gewährleistet.

Zwar konnten agrarische Unterschiede zwischen den Klonen ermittelt werden, aber insgesamt hielt sich die Variabilität in engen Grenzen. Bei den Ertragswerten, der Reife, der Wein-Sensorik und dem Wuchsverhalten gab es Unterschiede, die in manchen Jahrgängen erheblich waren, aber über einen längeren Zeitraum näherten sich die Werte wieder an. Die genetischen Unterschiede waren im Vergleich zu anderen traditionellen Rebsorten

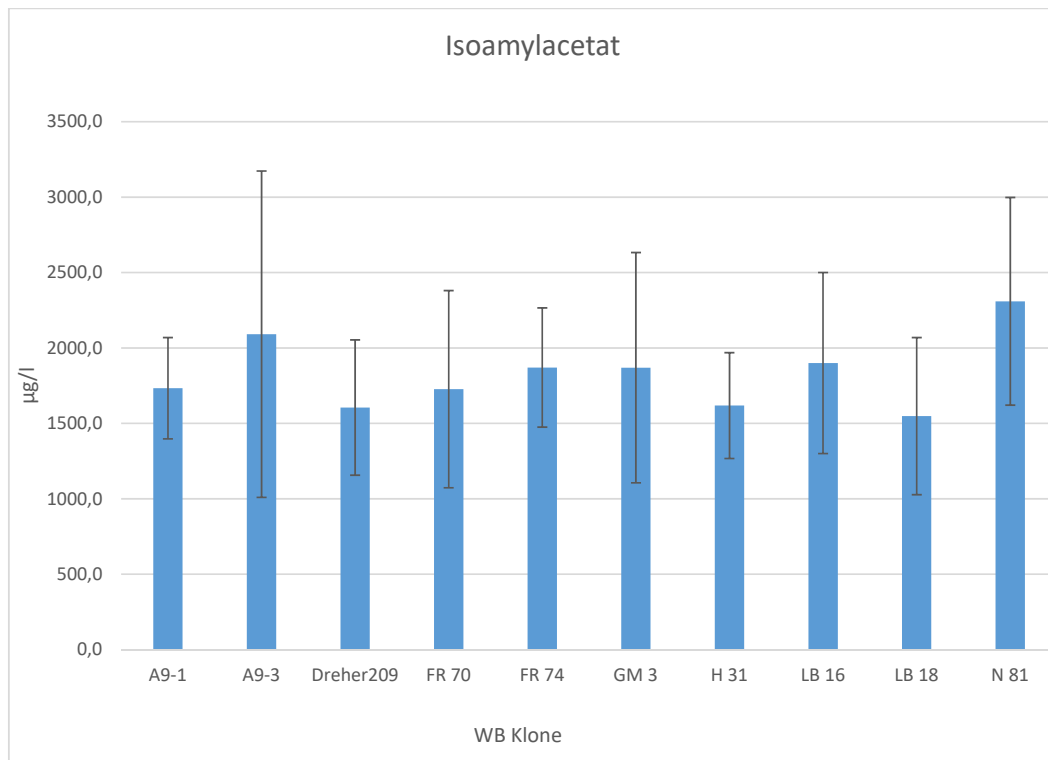


Abb. 9: Durchschnittlicher Gehalt an Isoamylacetat (µg/l) in Klonen-Weinen der Jahrgänge 2015 bis 2019

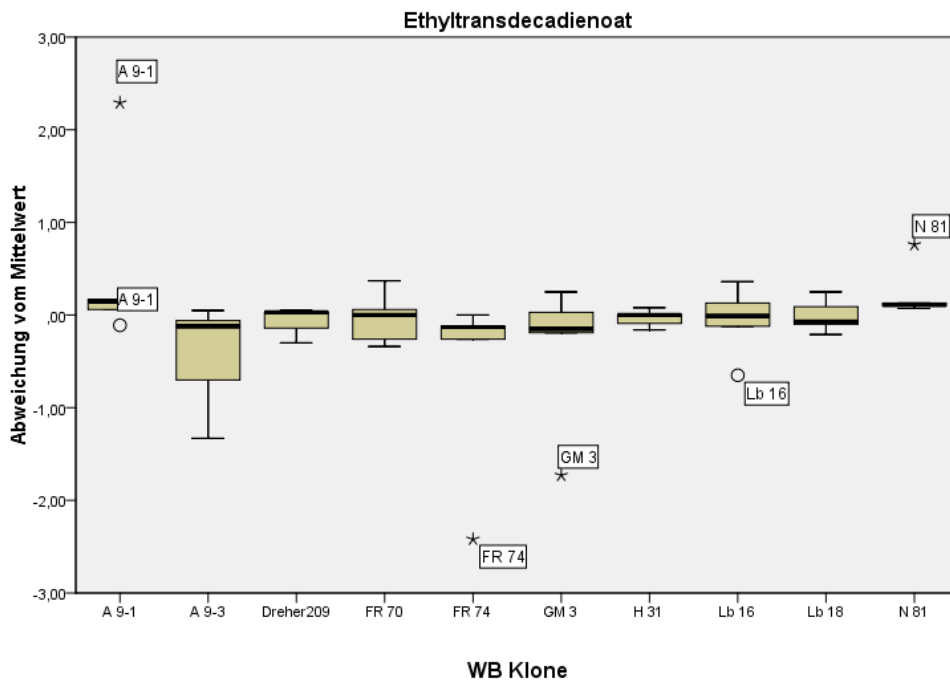


Abb. 10: Klonen-Weine und ihre Abweichung vom durchschnittlichen Jahresgehalt (2015 bis 2019) an Ethyltransdecadienoat (in µg/l)

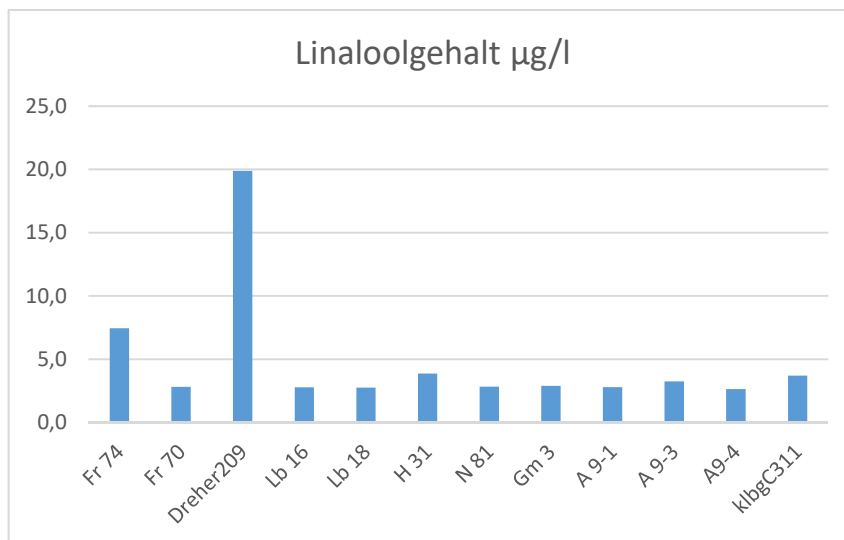


Abb. 11: Durchschnittlicher Gehalt (2015 bis 2019) an freiem Linalool (in µg/l)

bescheiden. Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass mit den bestehenden registrierten und zertifizierten Klonen die genetische Breite der Sorte 'Weißburgunder' nicht abgedeckt scheint. Es wäre vorteilhaft, wenn einige neue Klone mit deutlichem Unterscheidungs-

potenzial zu den bestehenden Klonen herausgebracht würden, um die Möglichkeiten der Sorte in voller Breite nutzen zu können. Eine besondere züchterische Herausforderung wäre es, einen tatsächlich lockerbeerigen 'Weißburgunder' zu finden und ihn als Klon zu selektieren.

Tab. 3: Unterschiede im Genom von 18 Weißburgunder-Genotypen nach SSR-Marker-Analyse (1 = homologer Locus; x = Abweichung vom Sortenprofil)

	Gall7	A005	CH1	VVIU20	VVIV24	UCH40	GK6	GK7	Zap33	Isma 24	Isma 34	VRG 4	Scu 12	VRG 17	VRG 18
A 9-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A 9-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A 9-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C 311	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dreher209	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FR 70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FR 74	1	1	1	1	1	1	x	x	1	1	1	1	1	x	x
Gm 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H 31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x
H 34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x	1	x
Klbg W 1	1	1	x	1	1	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LB 16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LB 18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x	x
N 81	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R 49	1	1	x	x	1	1	x	x	1	1	1	1	1	1	x
Reib.	1	1	1	1	1	1	1	1	x	1	1	1	1	1	x
STR 210	x	x	1	1	x	1	1	1	1	x	x	x	1	1	1
STR 24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x	x	1	1

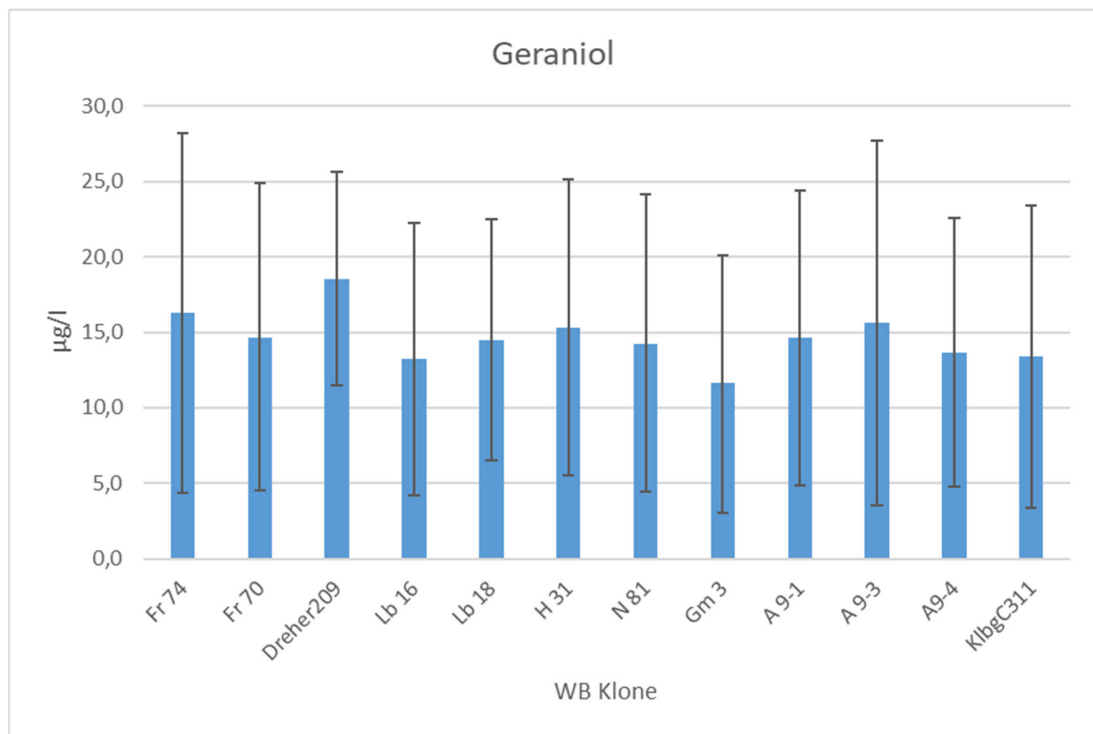


Abb. 12: Durchschnittlicher Gehalt (2015 bis 2019) an freiem Geraniol (in µg/l)

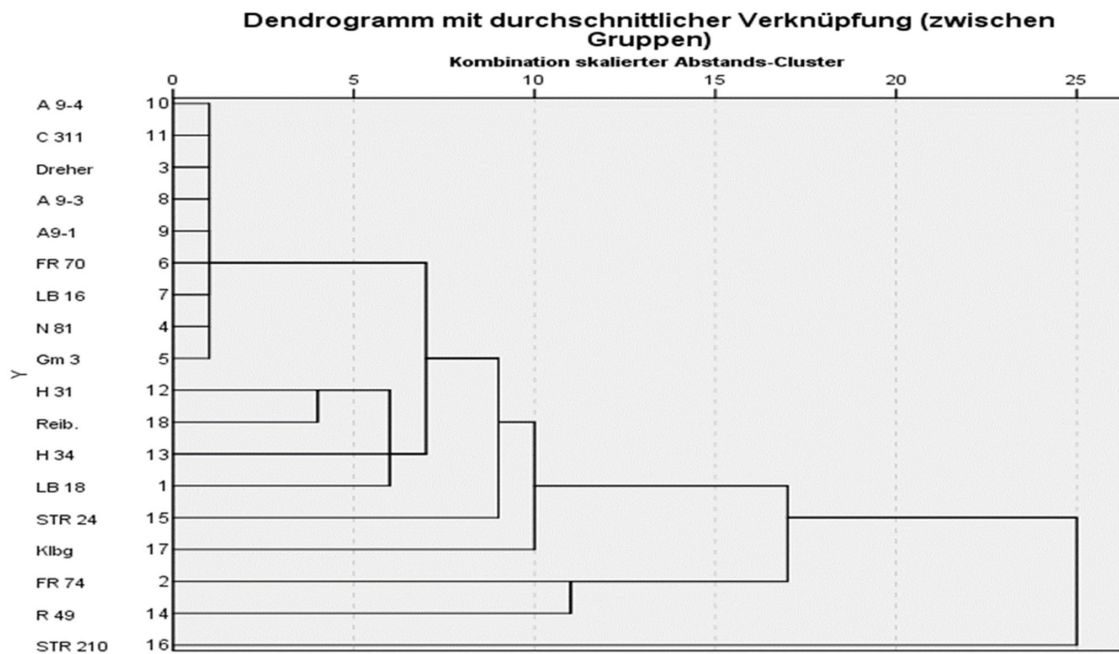


Abb. 13: Der phylogenetische Baum zeigt die Ähnlichkeit der Klone bzw. der Weißburgunder-Typen an; zusätzlich zu den Klonen wurden auch Typen aus der Selektion untersucht.

LITERATUR

- AMBROSI, H., DETTWEILER, E., RÜHL, E., SCHMID, J. UND F. SCHUMANN 1994: Farbatlas Rebsorten. 300 Sorten und ihre Weine. Stuttgart: Ulmer Verlag
- ANTALICK, G., PERELLO, M. C. AND G. DE REVEL 2010: Development, validation and application of a specific method for the quantitative determination of wine esters by headspace-solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry. *Food Chemistry*, 121(4): 1236-1245.
- BAUER, K., REGNER, F. UND B. FRIEDRICH 2017: Weinbau. 12. Auflage, Gutenberg Beuys Feindruckerei GmbH, Cadmos Verlag
- BAYER M. UND L. PLÖCKINGER 2018: Beitrag zur sensorischen Charakterisierung von österreichischen Weißburgunder-Weinen der Weinbaugebiete Leithaberg, Steiermark und Wagram. Bachelorarbeit an der Universität für Bodenkultur
- BOCK, H., 1539: Kreütterbuch, Strassburg
- BOWERS, J.E., DANGL, G.S., VIGNANI, R. AND C.P. MEREDITH 1996: Isolation and characterization of new polymorphic simple sequence repeat loci in grape (*Vitis vinifera* L.). *Genome* 39: 628-633.
- BOWERS, J.E., DANGL, G.S. AND C.P. MEREDITH 1999: Development and characterization of additional microsatellite DNA markers for grape. *Amer. J. Enol. Vitic.* 50(3): 243-246.
- BRADLEY, J.T., ZERR, T., COMAI, L. AND S. HENIKOFF 2006: A protocol for tilling and ecotilling in plants and animals. *Nature Protocols* 1-5: 2465-2476.
- BRANDES, W., KARNER, M. UND R. EDER 2003: Bestimmung von sortentypischen Aromastoffen in Williams-Christ-bränden und deren Destillationsverhalten. *Mitteilungen Klosterneuburg*, vol. 53: 103–112.
- BURGER, J., 1837: Systematische Klassifikation und Beschreibung der in den österreichischen Weingärten vorkommenden Traubenarten, Wien: Carl Gerold Verlag
- CHEHN, D., WONG, J., SCHLECHTER, R., VANNOZZI, A., HÖLL, J., HMMAM, I., BOGS, J. TORNIELLI, G.B., CASTELLARIN, S.D. AND J.T. MATUS 2016: A systems-oriented analysis of the grapevine R2R3-MYB transcription factor family uncovers new insights into the regulation of stilbene accumulation *DNA Research*, 23 (5): 451–466.
- GÖK, R., BECHTLOFF, P., ZIEGLER, M., SCHMARR, H. G., FISCHER, U. AND P. WINTERHALTER 2019: Synthesis of Deuterium-Labeled 1, 1, 6-Trimethyl-1, 2-dihydronaphthalene (TDN) and Quantitative Determination of TDN and Isomeric Vitispiranes in Riesling Wines by a Stable-Isotope-Dilution Assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(22): 6414-6422.
- GONZÁLEZ-BARREIRO, C., RIAL-OTERO, R., CANCHOGRADE, B. AND J. SIMAL-GÁNDARA 2015: Wine Aroma Compounds in Grapes: A Critical Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55:2, 202-218, DOI: 10.1080/10408398.2011.650336
- FLEISCHER, CH., <https://docplayer.org/58070057-Ratgeber-klonenwahl>, (15.10.2020)
- IMAZIO, S., LABRA, M., GRASSI, F., WINFIELD, M., BARDINI, M. AND A. SCIENZA 2002: Molecular tools (SSR, AFLP, MSAP) for clone identification: The case of the cultivar Traminer. *Plant Breeding* 121: 531-535.
- JAHNKE, G., MÁJER, J., VARGA, P. AND B. SZÖKE, 2011: Analysis of clones of Pinots grown in Hungary by SSR markers. *Scientia Horticulturae* 129: 32-37.
- MENEGHETTI, S., COSTACURTA, A., MORREALE, G. AND A. CALO, 2012: Study of intravarietal genetic variability in grapevine cultivars by PCR derived molecular markers and correlations with the geographic origin. *Molecular Biotechnology* 50 (1): 72-85.
- MICHLMAYR, H., NAUER, S., BRANDES, W., SCHÜMANN, C., KULBE, K., ANDRÉS, M. AND R. EDER 2012: Release of wine monoterpenes from natural precursors by glycosidases from *Oenococcus oeni*. *Food chemistry* 135(1): 80-87.
- PELSY, F., DUMAS, V., BÉVILACQUA, L., HOCQUIGNY, S. AND MERDINOGLU, D. 2015: Chromosome Replacement and Deletion lead to Clonal Polymorphism of Berry Color in Grapevine. *PLoS Genet* 11(4): e1005081. DOI: [org/10.1371/journal.pgen.1005081](https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1005081)

- PHILIPP, C., EDER, P., BRANDES, W., REGNER, F., PATZL-FISCHERLEITNER, E. AND EDER, R. 2017: Characterization of the pear-aroma profile and its impact on the quality and typicity of Austrian Pinot blanc wines, IV World Congress of Vine and Wine, BIO Web of Conferences, vol. 9, article 02033
- PHILIPP, C., EDER, P., BRANDES, W., ZÖCH, B., REGNER, F., PATZL-FISCHERLEITNER, E. AND EDER, R. 2017a: Quantitation of the pear like odorant ethyl-trans-2-cis-4-decadienoate in Austrian Pinot blanc wines with HS-SPME-GC-MS, International conference of Wine Active Compounds 29-31. 3. 2017 Beaune (France)
- PHILIPP, C. 2018: Weißburgunder – eine Sorte mit Potenzial? – Anbauentwicklung, wirtschaftliche Bedeutung, Typizität und Aroma – Teil 1. Der Winzer (9): 18-20.
- PHILIPP, C., EDER, P., BRANDES, W., PATZL-FISCHERLEITNER, E. AND R. EDER 2018: The pear aroma in the Austrian Pinot blanc wine variety: Evaluation by means of sensorial-analytical-typograms with regard to vintage, wine styles and origin of wines. Journal of Food Quality. Journal of Food Quality, Article ID 5123280
- PHILIPP, C., SCHÖDL, H., SARI, S., KORNTHEUER, K., PATZL-FISCHERLEITNER, E., SCHEIBLHOFFER H. AND R. EDER 2019a: Einfluss von verschiedenen Lagerbehältern auf den chemischen und sensorischen Fingerprint von Weinen der Sorte Weißburgunder und Grüner Veltliner. Mitteilungen Klosterneuburg 69 (2019): 258-279.
- PHILIPP, C., NAUER, ST., SARI, S., EDER, P., PATZL-FISCHERLEITNER, E. UND R. EDER 2019b: Quantifizierung von 38 flüchtigen Esterverbindungen mittels SIDA-HS-SPME-GC-MS in Weinen der Sorte 'Weißburgunder' im Vergleich mit anderen österreichischen Paradesorten. Mitteilungen Klosterneuburg 69, 3: 93-114.
- PHILIPP, CH. 2020: Charakterisierung des Aromaprofils österreichischer Weine der Sorte Weißburgunder und der Einfluss auf die Typizität der Weine. Universität für Bodenkultur Wien, Dissertation
- PORTEN, M. UND L. HUBER 2003: Weiße Burgundersorten und ihre Klone: bitte klein und fein. Das deutsche Weinmagazin 13: 22-27.
- REGNER F., STADLBAUER A., KASERER H. AND C. EISENHELD 2000: Genetic relationships among Pinots and related cultivars. Amer. J. Enol. Vitic. Vol 51: 7-14.
- REGNER, F., HACK, R. AND J.L. SANTIAGO 2006: Highly variable Vitis microsatellite loci for the identification of Pinot noir clones. Vitis 45(2): 85-91.
- REGNER F., HACK R., PFEFFER J., ROCKENBAUER A. AND KRAMMER J., 2015: Evaluation of Muscat types and clones for the local market. Vitis 54: 181-185.
- REGNER F., 2019: Autochthonous grape Varieties in: Wine in Austria -The History, 46-65 edited by Klingner and Vocelka, Wien: Brandstätter Verlag
- ROACH, M., JOHNSON, D., BOHLMANN, J., VAN VUUREN, J., JONES, ST., PRETORIUS, I., SCHMID, S. AND A. BORNEMAN, 2019: Population sequencing reveals clonal diversity and ancestral inbreeding in the grapevine cultivar Chardonnay. PLOS Genetics 14(11): e1007807 DOI: org/10.1371/journal.pgen.1007807
- SCHÖFFLING, H. UND G. STELLMACH 1993: Klon – Züchtung bei Weinreben in Deutschland. Waldkirchner Verlag
- SCHWAB, A. UND R. KNOTT 2013: Mehrjährige Prüfung von 7 Weißburgunder Klone. /www.lwg.bayern.de (15.10.2020)
- SEFC, K.M., REGNER, F., TURETSCHKE, E., GLOESSL, J. AND H. STEINKELLNER 1999: Identification of microsatellite sequences in Vitis riparia and their applicability for genotyping of different Vitis species. Genome 42: 367-373.
- STEURER, R., 1992: Weißer Burgunder in: Österreichischer Weinführer Band 1 Weinkultur 97-100 Wien: Verlag Uebereuther
- THOMAS, M.R., MATSUMOTO, S., CAIN, P. AND N. SCOTT 1993: Repetitive DNA of grapevine: classes present and sequences suitable for cultivar identification. Theor. Appl. Genetics. 86: 173-180.
- TERLETH, J., 2015: Stand der Klonenselektion bei Weißburgunder am VZ Laimburg. Obst- Weinbau 12: 385-387.

Eingelangt am 5. August 2020