

Die „St. Georgen-Rebe“: Entwicklung im Jahresverlauf, Biometrie und Aromakomposition des Weines

Helmut Gangl, Gabriele Tscheik, Gerhard Leitner, Andreas Probst und Wolfgang Tiefenbrunner

Bundesamt für Weinbau, Gölbeszeile 1, 7000 Eisenstadt

Email: h.gangl@bawb.at

Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden die Eigenschaften einer alten Rebsorte und ihres Weines beschrieben. Ein einziges Exemplar der St. Georgen-Rebe (provisorischer Name) wurde 2000 in der Nähe von Eisenstadt auf einer Fläche entdeckt, auf der seit 1580 kein Weinbau mehr betrieben worden war. Ein Weingarten wurde ab 2012 angelegt und diente als Basis für die vorliegende Untersuchung.

Die Reben der Anlage wurden in multivariat-biometrischer und phänologischer Hinsicht analysiert, der Wein in Hinblick auf die Aromakomposition. Die biometrische Analyse der Blattäderung wurde vergleichend auch mit anderen Rebsorten durchgeführt.

Die Phänologie der St. Georgen-Rebe wurde 2018 und 2019 erhoben, in zwei in Hinblick auf die Witterung sehr unterschiedlichen Jahren. 2018 erfolgte die Entwicklung ab Mai wesentlich rascher und zwischen der Fruchtentwicklung und Beginn der Fruchtreife gerieten die Reben für mehrere Wochen in Stagnation, die 2019 nicht beobachtet werden konnte, sodass die Reben in diesem Jahr in der Entwicklung schließlich voraus waren. Ein Vergleich der Phänologie mit anderen Rebsorten 2019 erbrachte das Resultat, dass insbesondere die vegetative Entwicklungsgeschwindigkeit bei der St. Georgen-Rebe die größte war.

Für die Analyse des St. Georgen-Weines wurden von acht Jahrgängen 59 Aromakomponenten quantitativ erhoben und zusätzlich ein Vergleich mit Grünem Veltliner und Traminer durchgeführt. Der St. Georgen Jahrgang 2020 zeichnet sich durch, verglichen mit Grünem Veltliner und Traminer, hohe Konzentrationen von flüchtigen Substanzen der Acetatgruppe aus, die ein eigenes Aroma bedingen. Chemisch gesehen ähnelt die Aromakomposition des Grünen Veltliner mehr dem St. Georgen-Wein als dem Traminer.

Schlagwörter: St. Georgen-Rebe, Grüner Veltliner, Traminer, Biometrie, Rebphänologie, Weinaroma

Einleitung

Der Langlebigkeit von *Vitis vinifera* ist es zu verdanken, dass immer wieder in Rieden oder auch Regionen, in denen seit Jahrzehnten oder sogar Jahrhunderten kein Weinbau mehr betrieben wurde, einzelne, oft sehr alte Rebstöcke aufgefunden werden. So wurden z. B. in den letzten Jahren am Nordufer der Donau in der Umgebung von Klein-Pöchlarn westlich der heutigen Wachau bislang mehr als 40 sehr alte Reben in Hecken und Waldsäumen gefunden (Gangl et al. 2020). Der Weinbau wurde hier um die Zeit der Reblausinvasion (1868) aufgegeben und viele der Rebstöcke gehören zu Sorten, die heute weder in der Umgebung noch überhaupt in Österreich kultiviert werden. Einzelne Reben konnten keiner bekannten, heute noch gängigen Rebsorte zugeordnet werden.

Sehr selten sind Reliktfunde, die ein tieferes Verständnis der Geschichte der Rebzucht ermöglichen. Gelegentlich können die Ursprungsorten heute erfolgreicher Rebvarietäten nicht eruiert werden und der Verdacht liegt dann natürlich nahe, dass diese alten Sorten inzwischen verloren gegangen sind. Das Auffinden eines Rebstocks, der diese Annahme widerlegt, wird dann zu Recht als Sensation gefeiert. So wurden in den 1990er Jahren in der Bretagne in einer Region, in der Weinbau seit gut 200 Jahren aufgegeben worden war, fünf Rebstöcke entdeckt, die durch Genanalysen als Repräsentanten der verschollen geglaubten Muttersorte des Merlot identifiziert werden konnten. Sie erhielt den Namen „Magdeleine Noire des Charentes“ und gilt nunmehr neben Cabernet Franc als Merlot-Elternsorte (Boursiquot et al. 2009; Vitis International Variety Catalogue VIVC, Online Referenz 1).

Ähnlich überraschend kam die Entdeckung der bis dahin als unbekannt geltenden, zweiten El-

ternsorte des Grünen Veltliners, der bedeutendsten Wein- und Rebsorte Österreichs (Regner & Hack 2009). Noch zum gegenwärtigen Datum gibt der Vitis International Variety Catalogue VIVC als Herkunftssorte des grünen Veltliners lediglich den Traminer und als Ursprungsland Italien (Online Referenz 1) an.

Im Jahr 2000 wurde ein nur noch durch mündliche Überlieferungen bekannter, einzeln stehender, aufgrund abgestorbener Stammteile als alt eingestuft Weinstock in einer Brache nahe dem Ortsteil St. Georgen, Eisenstadt, wiederentdeckt (Abb. 1). Der Standort wurde nachweislich seit 1580 nicht mehr als Weingarten im Kataster geführt, weshalb sogar ein sehr hohes Alter für den Rebstock, mehr als doppelt so hoch wie jenes der Magdeleine Noire des Charentes-Reben, anzunehmen ist. Man kann vermuten, dass der sandige, kalkhaltige Boden einen Schutz gegen die Reblaus sowie die isolierte Lage und die Trockenheit am Standort Schutz gegen Mehltau boten. Die Identifikation als letzten Ahn des Grünen Veltliners erfolgte 2006, wurde aber erst 2009 veröffentlicht. Eine ampelografische Untersuchung unter Verwendung qualitativer Deskriptionsverfahren, die auf prinzipienorientierter Beschreibung basieren (z.B. ZDUNIC et al 2017; IPGRI, UPOV, OIV 1997) erfolgte 2013 durch F. Regner. 2007 wurde die Sorte durch den gleichen Autor provisorisch benannt („St. Georgen-Rebe“), da keiner der bekannten historischen Namen mit Sicherheit diesem Fund zugeordnet werden konnte. Inzwischen besteht von Seiten einiger der beteiligten Winzer ein Interesse daran, den Namen beizubehalten (weitere Angaben zur Entdeckungsgeschichte der Rebe und die darauffolgende Entwicklung finden sich in den Online-Referenzen 2 & 3).

Ziel dieser Arbeit ist die Beschreibung der neuen Sorte und ihres Weines.

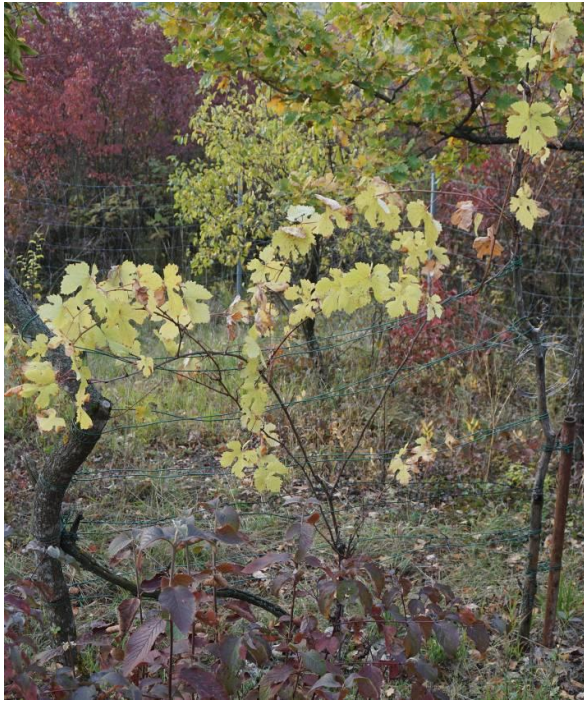


Abb. 1: St. Georgen-Rebe am Standort Hetscherlberg, Riede Viehtrift, Eisenstadt, Ortsteil St. Georgen. Oktober 2021.

Methode

Unweit des Entdeckungsortes wurden 2012 und in den beiden darauffolgenden Jahren je ca. dreihundertdreißig Stöcke der St. Georgen-Rebe ausgepflanzt. Seit 2013 wurde Most aus den Trauben dieses Weingartens gekeltert und zunächst mikrovinifiziert, bevor 2015 offiziell der erste Jahrgang des neuen Weines produziert wurde.

Biometrische Analysen erfolgten 2020 und 2021, wobei pro Sorte je zehn Blätter vermessen wurden.

Die Rebphänologie der St. Georgen-Rebe wurde 2018 und 2019 erhoben. 2019 wurden zusätzlich noch neunzehn weitere Weingärten analysiert.

Das Aromaspektrum der Jahrgänge 2013 bis 2020 (8 Weine) wird in dieser Arbeit vergleichend untersucht.

- Biometrische Blattanalysen

Das hier verwendete Verfahren zur biometrischen Analyse der Blattäderung folgt der Arbeit von Tiefenbrunner et al. 2015 (Abb. 2).

Je zehn Rebblätter der Sorten St. Georgen-Rebe, Grüner Veltliner und Traminer wurden nach dem Transport in der Kühltasche mithilfe eines Scanners (HP Scanjet G2710, HP inc., Palo Alto,

Kalifornien, Vereinigte Staaten) mit einförmig blauem Hintergrund eingescannt (blaues Licht wird sehr effizient photosynthetisch genutzt und ist daher kaum im Reflexionsspektrum von Blättern enthalten). Die Koordinaten bestimmter Blattaderverzweigungen sowie Adermündungen am Blattrand wurden erfasst. Dazu wurde eine spezielle Software entwickelt (mit der IDE Delphi 7 Aurora, Borland, Austin, Texas, Vereinigte Staaten). Auf dem Bild des Blattes werden auf einer Blatthälfte insgesamt 24 Aderverzweigungen bzw. -mündungen in einzuhaltender Reihenfolge ausgewählt und die Koordinaten gespeichert. Die Software errechnet den Abstand zwischen den Punkten, und zwar ausschließlich diejenigen Strecken, die in Abb. 2 präsentiert sind. Es fehlen jene Verbindungen, bei denen es bei Kulturreben oft zu Überlappungen und Verwerfungen kommt. Lässt man sie aus, bleibt jener Blattbereich übrig, der eine gute Vermessung und einen aussagekräftigen Vergleich ermöglicht. Alle 45 Strecken wurden in Prozent der Blattlänge abgespeichert, wodurch eine bessere Vergleichbarkeit erreicht wurde, z. B. auch mit anderen Sorten. Dazu liegt am BAWB eine Datenbank vor. Der multivariate Vergleich der Blätter wurde mittels

Hauptkomponentenanalyse (PCA) unter Verwendung der Software ViDaX (LMS-Data, München – Trofaiach) durchgeführt. Die beschriebene Vorgehensweise entspricht der traditionellen Biometrie, deren Ziel es ist,

Gestaltähnlichkeiten zu ermitteln (siehe aber auch ZELDITCH et al. 2004). Zusätzlich erfolgte noch eine Proportionsanalyse.

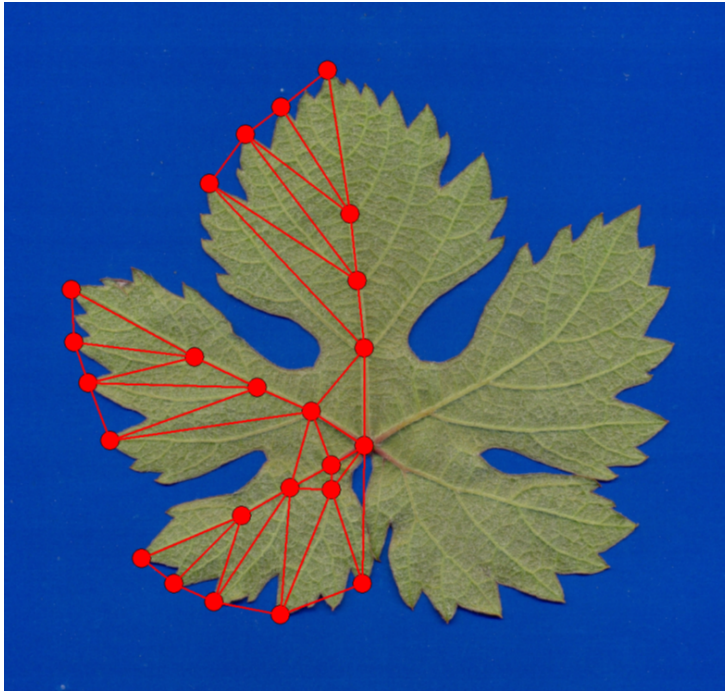


Abb. 2: Vermessungsprotokoll der Rebblätter für die multivariate Analyse. Das dargestellte Blatt (Unterseite) stammt von einer St. Georgen-Rebe.

Für den Proportionsvergleich zwischen zwei Blättern A und B wurden die einzelnen Merkmale, also die Abstände zwischen den Punkten (Abb. 2) zunächst für jedes Blatt autoskaliert $[(\text{Merkmal} - \text{Mittelwert})/\text{Varianz}]$, um so die standardisierten Merkmale a_i des Blattes A bzw. b_i des Blattes B zu erhalten. Aus Gleichung 1:

$$1) \quad 2S_{ab} - 1 = \frac{\sum_i a_i b_i}{\sqrt{\sum_i a_i^2} \sqrt{\sum_i b_i^2}}$$

lässt sich die Ähnlichkeit (Similarity, auch Objektkorrelation) S_{ab} der Blätter A und B errechnen. Bei Identität gilt $S_{ab}=1$. Statt alle vermessenen Blätter für die PCA zu verwenden, wurde mithilfe der Proportionsanalyse von jeder Sorte ein besonders repräsentatives Blatt ausgewählt, nämlich jenes, das in den Proportions am besten mit allen anderen übereinstimmt. Auf diese Weise ist eine PCA-Analyse möglich, bei der mehr als eine Achse Aussagekraft für den Sortenvergleich hat.

- Rebphänologie

Beginnend mit der 18. Kalenderwoche (KW) im Jahr 2018 und der 15. KW 2019 wurde in ungefähr wöchentlichem Abstand der Weingarten mit den St. Georgen-Reben aufgesucht, um die Rebentwicklung festzuhalten. Die Dokumentation geschah stets an denselben zehn aufeinanderfolgenden Reben, in der dritten Rebzeile von links, ab der neunten Rebe und die Beurteilung des Entwicklungsstadiums erfolgte immer von derselben Person, um Interpretationsunterschiede zu vermeiden. Pro Rebe wurde das Entwicklungsstadium von je zehn Knospen bzw. deren Entwicklungsabkömmlingen (=Untersuchungseinheiten) bewertet (also von insgesamt einhundert pro Termin und Weingarten). Damit wurde es möglich, die Verteilung der Phänostadien zu einem bestimmten Zeitpunkt zu untersuchen. 2018 wurde lediglich die erwähnte Rebanlage bonitiert, 2019 zusätzlich noch neun intensiv gepflegte Weingärten der Umgebung und zehn, in denen keine Kultivierungsmaßnahmen

durchgeführt worden waren. Ursprünglich war gedacht, letztere für den Vergleich mit der „Urrebe“ zu verwenden. Bedingt durch Vandalenakte 2011 und auch davor, war es aber erforderlich geworden, gewisse Kultivierungsmaßnahmen an der einzeln in der Brache stehenden Rebe durchzuführen. Die gesammelten Daten werden hier aber dennoch publiziert, da sie auch für sich interessant sind.

Es wurden verschiedene ordinale Skalen kreiert, die die kontinuierliche Entwicklung in aufeinander folgende Abschnitte (Phänophasen) zerteilen, die mehr oder weniger gut voneinander zu trennen sind (Baggiolini 1952, Baggiolini und Baillod 1993, Coombe 1995, Lorenz et al. 1994, Eichhorn und Lorenz 1997). In dieser Arbeit wurde die phänologische Skala von Lorenz et al. 1994 verwendet.

Die BBCH-Skala liefert ordinale Daten, die die Aufstellung einer Rangordnung mithilfe von Rangwerten erlaubt. Die mögliche rechnerische Handhabung umfasst die Ermittlung des Medians und der Quantile, arithmetische Operationen sind hingegen nicht zulässig (Backhaus et al. 2016), was daran liegt, dass der Unterschied zwischen aufeinanderfolgenden Stadien nicht immer vergleichbar ist. Vergleichen lässt sich hingegen der Zeitpunkt, zu dem ein bestimmtes Stadium erreicht ist. Untersucht man die Reben in wöchentlichem Abstand, reiht man die momentan beobachteten Stadien in der Folge ihres zeitlichen Auftretens und bestimmt den Median, definiert dieser das aktuelle Stadium. Auch die Dauer des Verbleibs in einem Stadium lässt sich abschätzen, indem man den Zeitrahmen feststellt, der sich über jenen Bereich erstreckt, in dem erstmals eine Untersuchungseinheit dieses Stadium erreicht hat bis zu dem Augenblick, zu dem die letzte über dieses Stadium buchstäblich hinausgewachsen ist. Weil die Untersuchung nur wöchentlich erfolgt ist, lässt sich die Dauer des Verbleibs in einem Stadium natürlich lediglich abschätzen.

- Aromaanalyse des Weins

Zur Analyse der flüchtigen Aromakomponenten der Weine (Jahrgänge 2013 bis 2020 des St. Georgen-Weins sowie ein Traminer und Grüner Veltliner aus der Umgebung) wurde ein Gaschromatographie-Massenspektrometrie-System, Quadrupol-Massenspektrometer der Firma Shimadzu Austria (Korneuburg) GC/MS QP2010, Ultra, eingesetzt. Als Trennsäule wurde eine polare Kapillarsäule der Fa. Zebron

(Aschaffenburg, Deutschland), ZB-WAX plus, Länge 60 m, Filmdicke 0,50 µm, innerer Durchmesser 0,25 mm verwendet.

Die Analytenanreicherung erfolgte durch Festphasenmikroextraktion (solid phase microextraction, SPME). Es wurden 8 ml Probe verwendet und mit Internem Standard (3-Decanol) versetzt. Nach der Gleichgewichtseinstellung (40°C/5 Minuten) im Probengeber der Firma CTC Analytics (Zwingen, Schweiz) erfolgte für 30 Minuten die Adsorption von Analytmolekülen an der SPME-Faser (eine 2cm lange C/DVB/PDMS-Faser Carboxen/Divinylbenzene/Polydimethylsiloxan, 50/30 µm) in der Gasphase (Headspace-Analyse). Danach erfolgte die eigentliche Analyse. Die Injektortemperatur wurde 3 Minuten lang bei 50°C gehalten, bevor sie um 4°C pro Minute auf 180°C und anschließend mit einer Geschwindigkeit von 25°C/min auf 230°C erhöht und dann für weitere 7,5 Minuten auf dieser Temperatur gehalten wurde. Der gesamte Zyklus dauerte 45 Minuten. Als Trägergas wurde Helium mit einer konstanten Durchflussrate von 1,0 ml/min verwendet. Als Resultat dieser Vorgehensweise liegen nicht die Konzentrationen der Aromakomponenten, sondern deren spezifische Ionenspuren-(Massenfragment-)Flächen vor.

Zur Datenkompression wurde ein mit einem Hebb'schen Lernalgorithmus ausgestattetes Neuronales Netz (ANN) verwendet (Software: ViDaX, LMS-data, Trofaiach, Österreich). Im Prinzip liefert es die gleichen Ergebnisse wie eine Hauptkomponentenanalyse (PCA). Bei einer solchen muss die Anzahl der untersuchten Objekte (Weine) größer sein als die Anzahl der räumlichen Dimensionen und damit der Merkmale (Aromasubstanzen). Dies ist hier jedoch nicht der Fall, 10 Weine stehen 59 analysierten Aromasubstanzen gegenüber. Bei dem erwähnten ANN sind im Gegensatz zur PCA die Anzahl der Dimensionen und die Merkmalsanzahl nicht streng gekoppelt. Man kann also eine Dimensionsanzahl kleiner als die Objektanzahl wählen, z. B. drei Dimensionen, die man zur Darstellung verwenden kann und dennoch für die multivariate Analyse alle Merkmale berücksichtigen. Dies erlaubt eine Verwendung in der vorliegenden Situation, wobei allerdings eine Aussage darüber, welcher Anteil der Varianz durch welche Hauptkomponente erklärt wird, nicht gemacht werden kann.

Ergebnisse und Diskussion

• **Biometrische Analyse der Blattäderung**
In der Ampelografie der St. Georgen-Rebe beschreibt Regner 2013 Triebspitze, Triebhaltung, Charakteristika der Traubengestalt, Beerenform, -farbe, -gewicht, den vergleichenden Reifezeitpunkt und den Beerengeschmack, des Weiteren Merkmale des Blattes. Zur Beschreibung des Letzteren ist ergänzend erwähnenswert, dass der Blattrand, dort wo die Adern ihn berühren, spitzwinkelig und recht scharf gezackt (Abb. 2) ist. Abb. 3 stellt die Blattform des Grünen Veltliners seinen Parentsorten gegenüber. Beim Traminer ist der Blattrand an den Adermündungen deutlich abgerundeter als bei der St. Georgen-Rebe, außerdem ist die Blattform deutlich weniger spitzwinkelig. Beides gilt auch für die Lappung. Beim Traminer ist das Blatt meist weniger gelappt, d. h. die Bucht zwischen den Lappen weniger tief, wodurch das Blatt insgesamt mehr

kreisförmig erscheint. Der Grüne Veltliner ist in all diesen Punkten eher intermediär. Wie der multivariate Vergleich zeigt, ist das Muster der Blattäderung allerdings vor allem bei St. Georgen-Rebe und Grünem Veltliner recht ähnlich. Den Hintergrund bilden in den Darstellungen (Abb. 3) Blätter der Sorten Blaufränkisch (20 Blätter), Cabernet Sauvignon (21), Chardonnay (21), Furmint (20), Gelber Muskateller (20), Merlot (20), Muskat Ottonel (20), Rheinriesling (20), Sauvignon Blanc (16), Sankt Laurent (20), Welschriesling (19) und Zweigelt (21), alle symbolisiert durch grüne Quadrate. Die Sortentrennung erfolgt primär durch die zweite Hauptachse (y-Achse). Der Traminer ist eher im „oberen Bereich“ (hohe Werte der zweiten Hauptachse) angesiedelt, wo z. B. besonders die Sorte Furmint anzutreffen ist, während am unteren Rand der Punktwolke Gelber Muskateller, St. Laurent und Sauvignon Blanc zu finden sind (Abb. 4). St. Georgen ist in Abb. 3 eher zentral positioniert, auch rechts, und überlappt sich stark mit dem Grünen Veltliner.

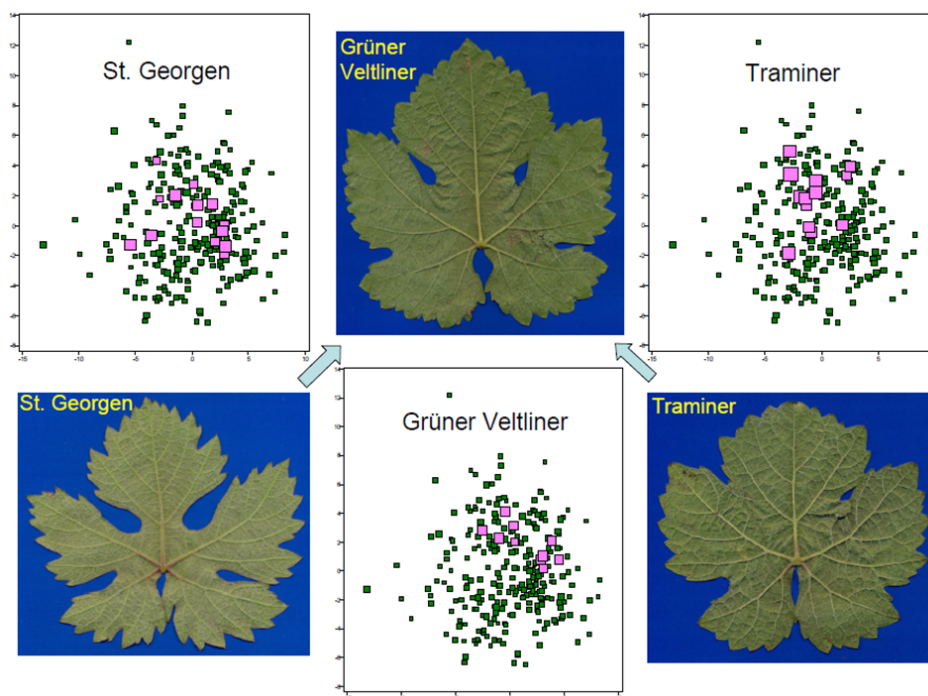


Abb. 3: Multivariater Vergleich des Blattadernmusters der Sorten St. Georgen, Grüner Veltliner und Traminer. Beim Grünen Veltliner gibt es Überschneidungen zu beiden Parentsorten.

Der multivariate Vergleich der für die Sorten jeweils repräsentativsten Blätter (derjenigen, die zu allen anderen der gleichen Sorte die höchste Objektkorrelation aufweisen) ist in Abb. 4 dargestellt. Zwischen den Sorten existiert ein komplexes Verwandtschaftsnetz, das z. T. noch dazu unbekannt ist. Es wirkt sich wahrscheinlich auf die Position in der Darstellung aus, aber wegen der Komplexität sind die Verwandten

nicht immer „nächste Nachbarn“. So ist z. B. der Traminer, dessen Elternsorten unbekannt sind, nicht nur wie die St. Georgen-Rebe eine Parentalsorte des Grünen Veltliners, sondern auch des Sauvignon Blancs und indirekt über den Blauen Burgunder des Chardonnay und St. Laurent und über den Sauvignon Blanc auch der Vorfahre des Cabernet Sauvignon.

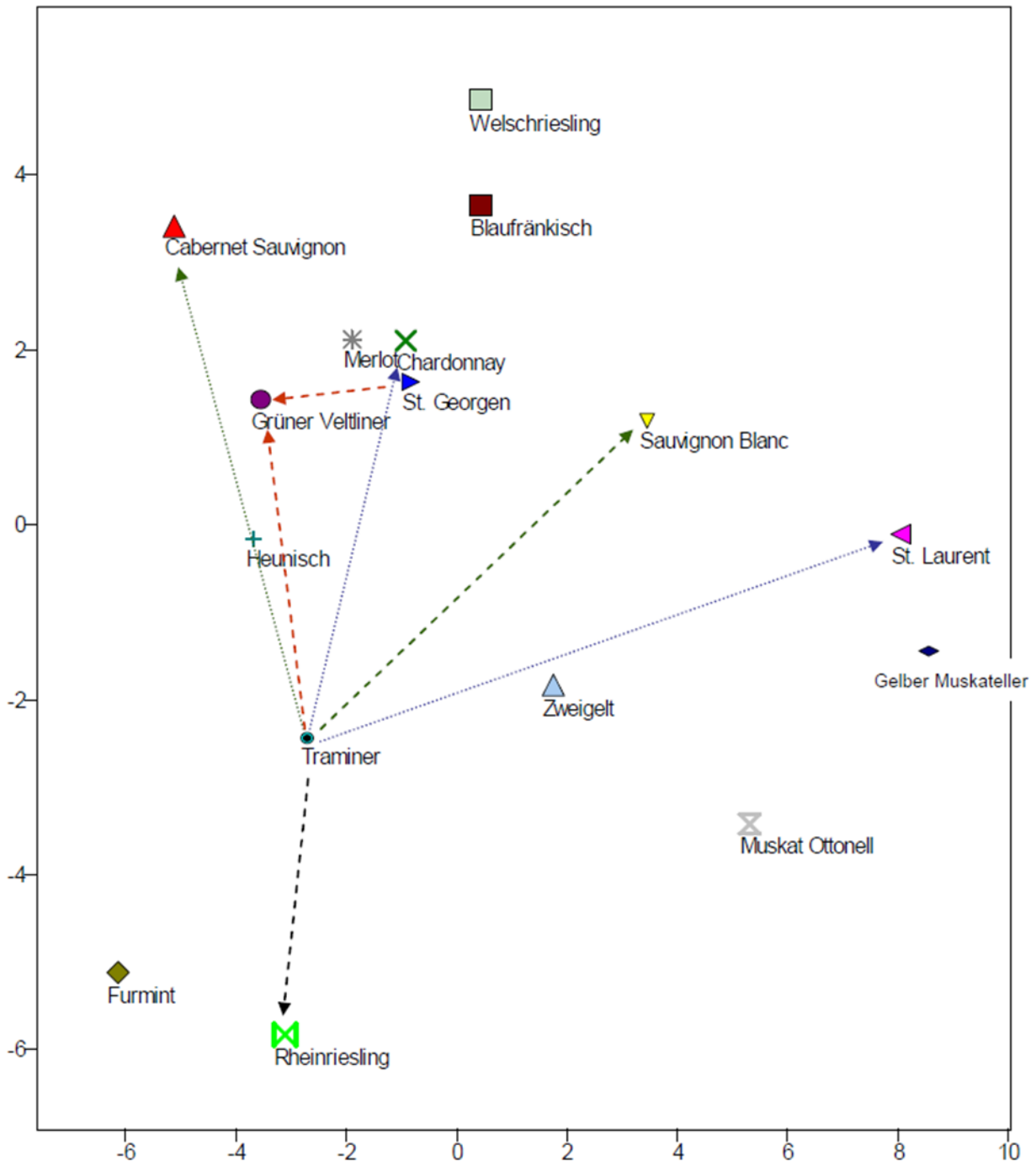


Abb. 4: Multivariater Vergleich (PCA, 3Dimensionen) der Blattäderung verschiedener Sorten einer biometrischen Datenbank nach Auswahl eines sortentypischen Blattes (nähere Erläuterungen zur Auswahl siehe Text). Eingezeichnet sind Vor-/Nachfahre-Relationen von Traminer und St. Georgen-Rebe. Strichliert: direktes Verhältnis; punktiert: über eine weitere Sorte.

Ähnlich wichtig ist der Heunisch, der ebenfalls Vorfahre des Chardonnays und weiters auch des Rheinrieslings und Furmintis ist (nicht dargestellt). Erwähnenswert ist auch der Zusammenhang zwischen Zweigelt und seinen Elternsorten St. Laurent und Blaufränkisch.

Generell kann man feststellen, dass der Nachfahre bezüglich einer der Hauptachsen zwischen den Parentsorten zu liegen kommt. Beim Grünen Veltliner ist das entlang PC2 der Fall, beim Chardonnay und Zweigelt entlang PC1. Interessant ist die bezüglich der ersten zwei Hauptachsen (nicht aber betreffend der dritten) sehr zentrale Position der St. Georgen-Rebe (Abb. 4), die man auch schon in Abb. 3 erahnen kann. Sie hat also eine für *Vitis vinifera* sehr typische Blattäderung. Die aus Sicht der Proportionsanalyse repräsentativste Äderung für *V. vinifera* hat aber die Sorte Heunisch. Um weiterführende Schlüsse ziehen zu können, muss die biometrische Datenbank der *Vitis*-Blattäderung erweitert werden.

Wie die Proportionsanalyse in Übereinstimmung mit der PCA zeigt, weist der Grüne Veltliner mehr Ähnlichkeit, die Blattäderung betreffend, mit der St. Georgen-Rebe auf (Ähnlichkeit $S = 0,64$) als mit dem Traminer ($S = 0,35$). Die Sorte, mit der die St. Georgen-Rebe die größte Ähnlichkeit aufweist, ist aber der Heunisch ($S = 0,77$). Es gibt in der vorliegenden Stichprobe noch größere Blattähnlichkeiten, nämlich zwischen Grünem Veltliner und Cabernet Sauvignon, Traminer und Welschriesling sowie Gelber Muskateller und St. Laurent.

- Rebenentwicklung

Die Entwicklung der St. Georgen-Reben wurde 2018 und 2019 untersucht, wobei 2019 zum Vergleich die phänologischen Daten von 19 weiteren Weingärten der Umgebung erhoben wurden; in unmittelbarer Nachbarschaft befanden sich dabei je eine Rebanlage, die den üblichen Kultivierungsmaßnahmen unterworfen wurde und eine, die vernachlässigt worden war (keine weinbaulichen Behandlungen). Der Weingarten mit St. Georgen-Reben gehörte zu den sorgfältig kultivierten. Einer der Vergleichsweingärten, für den dies ebenfalls galt, bestand aus Reben der Sorte Grüner Veltliner, sodass auch hier ein Vergleich möglich war.

2018 und 2019 waren von der Witterung her gesehen recht verschieden (Supplemental Electronic Material S1; <https://www.weinobst.at/service/klosterneuburg-mitteilungen/archiv/jahresverzeichnis-2022.html>), was einen Vergleich der Rebenentwicklung interessant erscheinen lässt (Supplemental Electronic Material S2; <https://www.weinobst.at/service/klosterneuburg-mitteilungen/archiv/jahresverzeichnis-2022.html> und Abb. 5). Die Wetterdaten stammen von der ZAMG-Station Eisenstadt Nordost.

In der 14. Kalenderwoche (KW), also Anfang April, war die vegetative Entwicklung 2019 deutlich voraus, was der höheren mittleren Tagestemperatur im März (2019: $8,8^\circ$ versus 2018: $3,2^\circ$) und Sonnenscheindauer (2019: 51% gegenüber 2018: 33%) durchaus entspricht, auch dem wesentlich geringeren Niederschlag (19 mm im Jahr 2019 versus 53 mm im Jahr 2018). Zu diesem Zeitpunkt waren die Knospen der Reben im Mittel 2019 bereits im „Wolle-Stadium“, 2018 hingegen kaum aus der Vegetationsruhe hervorgetreten (Supplemental Electronic Material S2; <https://www.weinobst.at/service/klosterneuburg-mitteilungen/archiv/jahresverzeichnis-2022.html>). Erst um den 20. April wurde der vegetative Entwicklungsrückstand ausgeglichen; höhere Temperatur und Sonneneinstrahlung im April 2018 wirkten sich erstmals deutlich aus. Das Neunblattstadium BBCH 19 wurde 2018 schon in der 19 KW (nach dem 7. Mai) erreicht, 2019 aber erst in der 22 KW (nach dem 27. Mai). Hier wirkte sich also die niedrige Temperatur und das geringe Sonnenscheinangebot des Mai 2019 bereits unmittelbar aus.

Noch deutlicher erkennt man das an der generativen Entwicklung, denn hier herrschte 2019 zwischen der 17. KW (ab 22.04.) und der 23. KW (ab 03.06.) beinahe Stillstand bzw. kamen die Reben über das Makrostadium „Entwicklung der Blütenanlagen“ (BBCH 53 bis BBCH 57) nicht hinaus. Im gleichen Zeitraum fand 2018 die gesamte Blütenentwicklung statt, sodass Anfang Juni das Ende der Blüte und der Beginn der Fruchtentwicklung beobachtet wurde. Im Juni wurde auch trotz geringer Sonnenscheindauer (50% des Maximums) die Fruchtentwicklung abgeschlossen und die Reben verharrten nun für viele Wochen, bis August, um BBCH 80 (gewissermaßen zwischen Ende der Fruchtentwicklung und Beginn der Fruchtreife) in Stagnation.

Mit dem sehr warmen Juni 2019 mit seiner ausgeprägten Sonnenscheindauer von 80% des möglichen Maximalwerts begann auch in diesem

Jahr eine rasante Entwicklung der Blütenanlagen und der Blüte. In der 29. KW (Mitte Juli) war die Fruchtentwicklung nahezu beendet und die Fruchtreife ging ohne jede Pause zügig voran, sodass trotz geringerer Sonneneinstrahlung 2019 die Fruchtreife schneller stattfand als im Vorjahr. Die St. Georgenrebe kann also auch ohne Entwicklungspause um den Fruchtreifebeginn auskommen, wenn die Witterung dies erfordert.

Tritt sie aber in diese ein, scheint sie darin länger zu verweilen, selbst wenn die Witterung dies gar nicht nötig machen würde. Der Abschnitt zwischen Weichwerden der Beeren und Vollreife wurde in beiden Jahren etwa gleichzeitig erreicht.

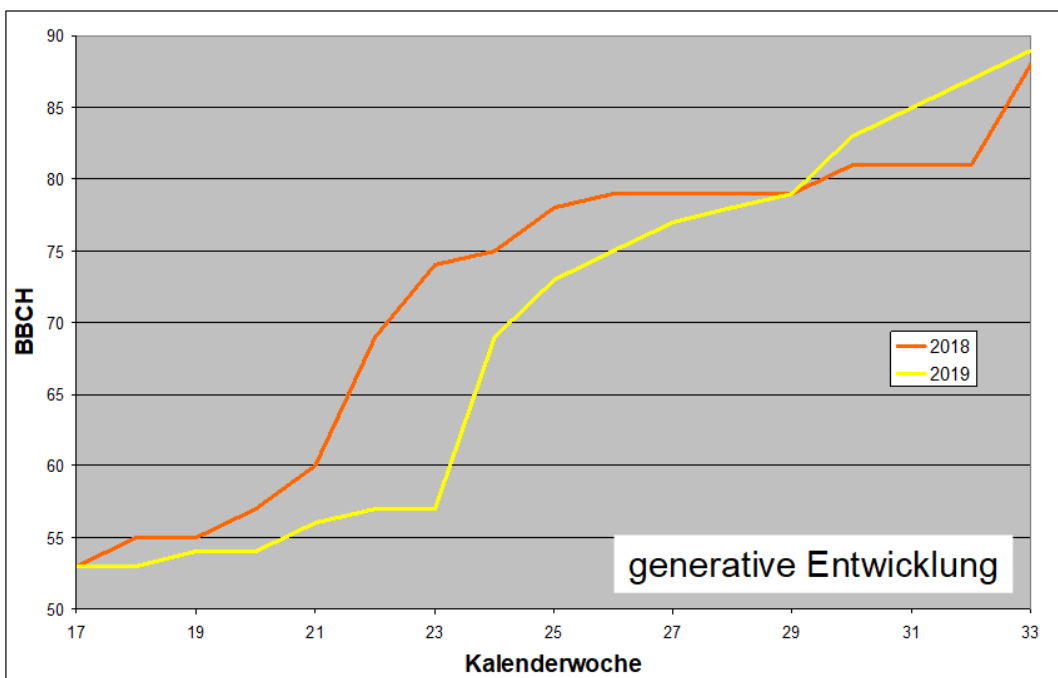
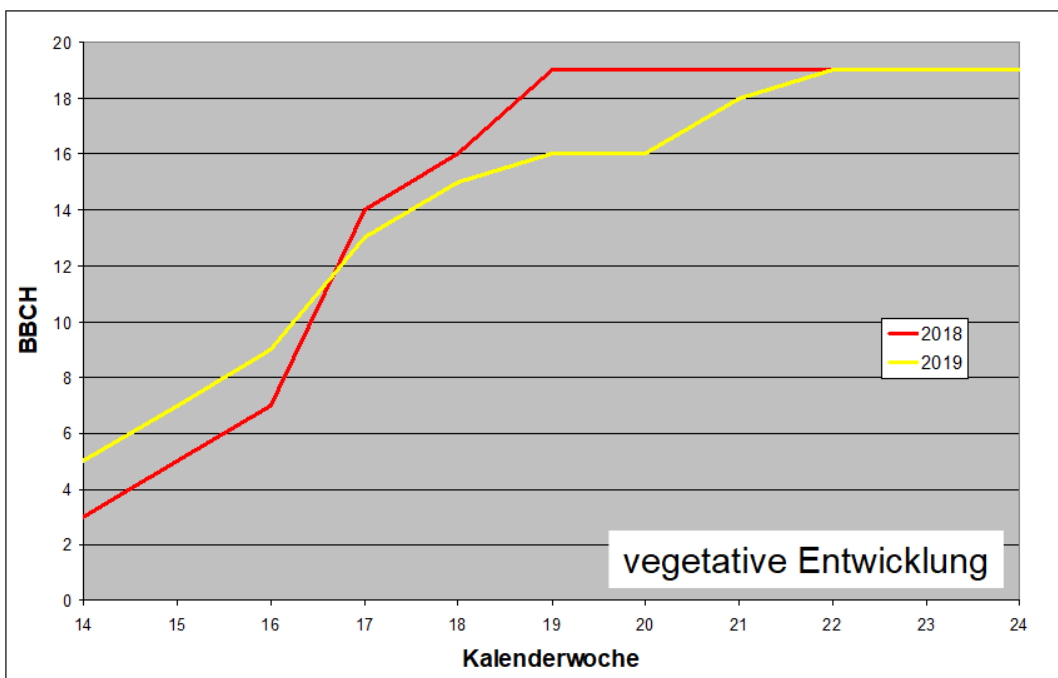


Abb. 5: Vegetative und generative Entwicklung der St. Georgen-Rebe in den Jahren 2018 und 2019 im Vergleich. Dargestellt sind die Mediane aus je einhundert Einzelwerten pro Termin und Jahr.

Der Vergleich der Rebentwicklung (vegetativ und generativ) in der St. Georgen-Rebanlage mit anderen Weingärten, zum Teil kultiviert, zum Teil vernachlässigt, wurde 2019 untersucht und ist in Abb. 6 zusammenfassend dargestellt.

Ein Vergleich der vegetativen Vermehrung aller kultivierten Reben zeigt zunächst, dass sich die St. Georgen-Reben deutlich schneller entwickelten als alle anderen. In Abb. 6A ist dargestellt, dass der phänologische Vorsprung von der 14. (bzw. offenbar auch davor) Kalenderwoche (Beginn April) bis zur 23. KW (Anfang Juni) anhält, bis die meisten Reben das Neunblattstadium erreicht haben (neun oder mehr Blätter pro Trieb). Die St. Georgen-Rebe ist in diesem Zeitintervall im Mittel (Median) um 2 bis 5 BBCH-Stadien voraus. Supplemental Electronic Material S2;

<https://www.weinobst.at/service/klosterneuburger-mitteilungen/archiv/jahresverzeichnis-2022.html>, rechts oben, zeigt den Median der St. Georgen-Rebentwicklung im Vergleich zur wöchentlichen Verteilung aller kultivierter Reben (blaues Kästchen: wenigstens ein Knospenderivat befindet sich in diesem Stadium, die Kästchenfarbe zeigt die Anzahl der Knospenderivate, die sich in diesem Zustand befinden: weiß steht dabei für lediglich eines, schwarz für alle, grau liegt dazwischen; die rote Linie ist der Median der St. Georgen-Rebphänologie). Man sieht auch in dieser Darstellung ganz klar, dass die St. Georgen-Rebe allen anderen voraus ist. Abb. 6B zeigt das auch noch speziell für den Vergleich Grüner Veltliner und St. Georgen-Rebe.

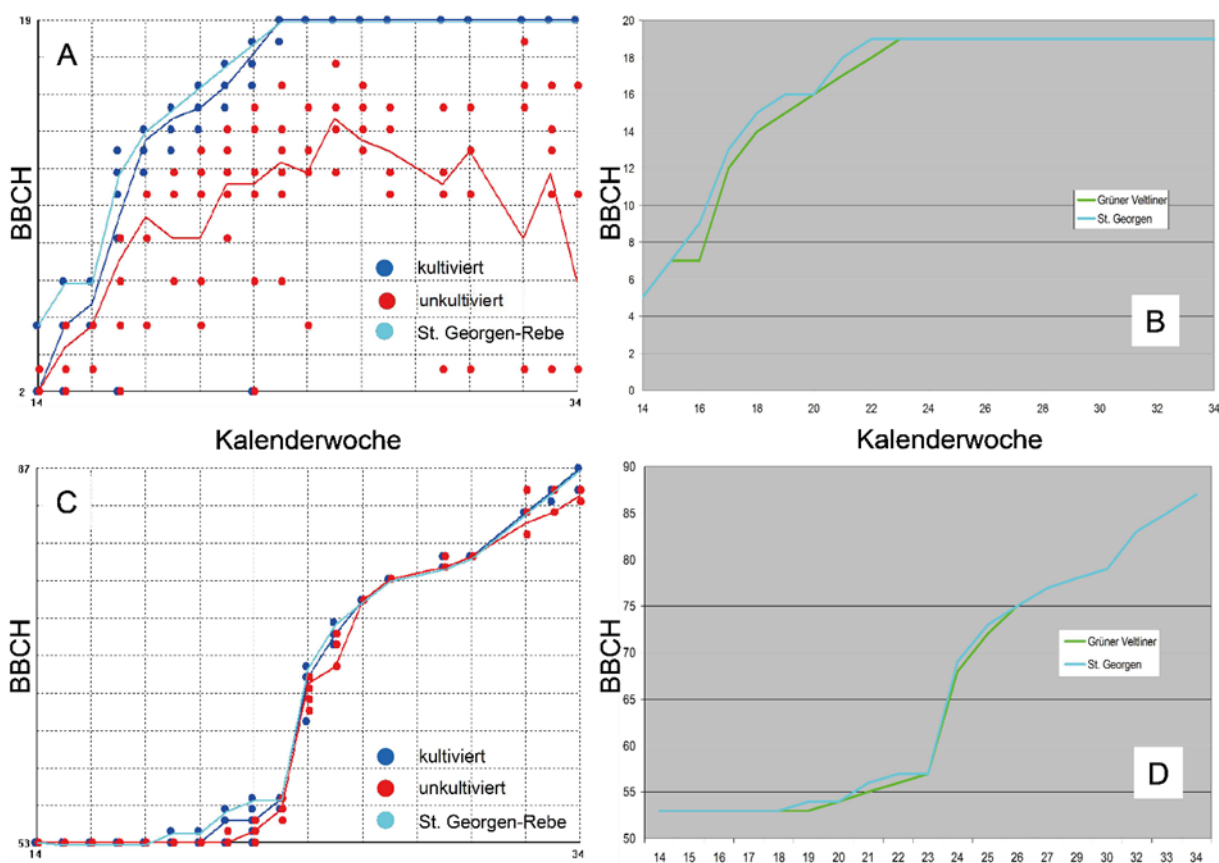


Abb. 6: Vegetative (oben) und generative (unten) Entwicklung in der St. Georgen-Rebanlage im Jahr 2019 im Vergleich zu anderen Weingärten. Blaue und rote Linie: Median von zehn Weingärten, pro Rebanlage wurden je einhundert Einzelwerten pro Kalenderwoche erfasst. Aqua: Mediane der St. Georgen-Rebe. Punkte: Mediane anderer Weingärten. Links (A & C): Vergleich kultivierter Rebanlagen mit vernachlässigten. Rechts (B & D): Vergleich der Entwicklung der St. Georgen-Rebe mit jener des Grünen Veltliners.

Der Unterschied in der vegetativen Entwicklungsgeschwindigkeit ist zwischen den beiden Sorten allerdings verhältnismäßig klein. Ist die St. Georgen-Rebe also eine sich sehr rasch entwickelnde Sorte? Leider lässt sich das derzeit noch nicht mit Sicherheit sagen, weil dieser Weingarten im Vergleich zu den anderen Rebanlagen nicht nur hinsichtlich der Rebsorte einzigartig war, sondern auch in Bezug auf das Rebalter, da diese Reben jünger waren als alle anderen. Über die Auswirkung des Rebalters auf die annuelle Rebentwicklung ist nach Kenntnis der Autoren aber wenig bekannt; für die Untersuchung bräuchte man an einem Standort Reben der gleichen Sorte (möglichst des gleichen Klons), die sich in unterschiedlichem Alter befinden.

Bezüglich der generativen Entwicklung zeigen die kultivierten Reben (Abb. 6C und 6D sowie Supplemental Electronic Material S2; <https://www.weinobst.at/service/klosterneuburg-mitteilungen/archiv/jahresverzeichnis-2022.html> rechts unten) nur eine geringe Abweichung voneinander. Insbesondere von der 18. (Ende April) bis zur 23. Kalenderwoche (Anfang Juni) während der Entwicklung der Blütenanlagen liegt die St. Georgen-Rebe ein wenig vor den anderen, der Abstand in BBCH-Stadien gerechnet ist aber gering.

Ein Vergleich der gepflegten mit den nicht gepflegten Reben zeigt für die vegetative Entwicklung schon ab der 15. KW (08.04.-14.04.) einen zunehmenden Unterschied (Abb. 6A und 6C). Die wenig bis gar nicht gepflegten Reben beginnen sich ab der 18. KW über alle Stadien des Makrostadiums Blattentwicklung zu verteilen (man erkennt das besonders deutlich in Supplemental Electronic Material S2; <https://www.weinobst.at/service/klosterneuburg-mitteilungen/archiv/jahresverzeichnis-2022.html>, rechts oben). Die wenig gepflegten Reben haben offenbar mit Insekten- und Säugetierfraß und sicherlich auch mit Pilzbefall zu kämpfen, die sie zu kompensieren haben. Im Mittel (Abb. 6A) führt das ab der 25. KW (17.06.-23.06.) sogar zu einer retrograden Entwicklung, möglicherweise, weil der vegetative Schub bei den Reben ab Mitte Juni bereits nachlässt. Es finden sich jedenfalls immer mehr Knospenderivate im Makrostadium Austrieb (insbesondere Stadium 3 und 5).

Erstaunlicherweise wirkt sich dies alles auf die generative Entwicklung der wenig bis gar nicht gepflegten Reben kaum aus (Abb. 6C). Nur in der 21. bis 23. KW (20.05.-09.06.), zur Zeit der Blütenanlagenentwicklung, findet sich eine geringe Verzögerung und auch in der 32. bis 34. KW (05.08.-25.08.), während der Fruchtreife, wobei nur die optisch und taktil erkennbaren Veränderungen registriert wurden. Die anschließenden chemischen Veränderungen des Traubensafts wurden nicht mehr erhoben.

- Aromaanalyse des Weins

Für die Erstellung des Aromaspektrums wurden für diese Arbeit 59 unter anderem auch für die Weincharakteristik relevante, flüchtige Weinhaltstoffe – hauptsächlich Acetate, Terpene, Ethylester, Aldehyde, Alkohole und Carbonsäuren – in zehn verschiedenen Weinen untersucht und deren SIM-Flächen bestimmt. Die SIM-Flächen entsprechen nicht den Konzentrationen, hängen aber mit ihnen zusammen und sind zwischen den Substanzen nicht vergleichbar. Innerhalb eines Geruchsstoffs entspricht eine größere SIM-Fläche aber bei gleicher Matrix einer höheren Konzentration (ohne dass der Zusammenhang linear sein muss). Die Aromakomponenten sind im Supplemental Electronic Material S3; <https://www.weinobst.at/service/klosterneuburg-mitteilungen/archiv/jahresverzeichnis-2022.html> aufgelistet, zusammen mit der Geruchsempfindung, die sie isoliert, also nicht in Kombination mit andern geruchsaktiven Stoffen, auslösen (der Zusammenhang zwischen Aromaspektrum und olfaktorischer Wahrnehmung ist komplex und es existieren unterschiedliche Auffassungen, dazu siehe z. B. Dunkel et al. 2015 bzw. Ferreira et al. 2022). Die Weinproben umfassen einerseits die Jahrgänge 2013 bis 2020 der St. Georgen-Rebe, andererseits zum Vergleich auch noch je einen Wein der Sorten Grüner Veltliner und Traminer, Jahrgang 2020 (in unmittelbarer Umgebung waren nicht mehr Weingärten dieser Sorten vorhanden). Der multivariate Vergleich der Wein-Aromaspektren mittels Hebb-ANN liefert Abb. 7. Im Laufe der Rebentwicklung von 2013 bis 2020 hat sich die Aromakomposition des Weines sehr stark verändert, wobei es angesichts der vielen Einflussfaktoren, die für die Weinwerdung entscheidend sind (z. B. die ganz verschiedene

Witterung in den Lesejahren und damit auch des Stickstoffgehalts im Most; Unterschiede im Vinifikationsprozess) erstaunlich ist, dass diese Änderung immerhin so kontinuierlich erfolgt ist, dass die Jahre in der Grafik aufeinanderfolgen, wie die Perlen einer Kette: Die nächsten Nachbarn eines Jahrgangs sind jeweils das vorangegangene und das folgende Jahr. Dies gilt insbesondere, wenn man alle drei dargestellten Dimensionen (= Hauptkomponenten) berücksichtigt, wobei die dritte in Abb. 7 nur durch die Symbolgröße erkennbar ist. Ob hier ein Einfluss der Weinalterung oder tatsächlich eine Aromareifung im Zuge der Rebalterung vorliegt, muss noch geklärt werden.

Die Änderung des St. Georgen-Weinaromas erfolgt zwischen 2013 und 2017 entlang der zweiten und dritten Hauptachse, danach der ersten und dritten folgend. Zunächst wurde wegen der geringen Erntemengen (die Reben wurden erstmals 2012 ausgesetzt) eine Mikrovinifikation durchgeführt, erst später (ab 2015) erfolgte die Vergärung im üblichen Gebinde für größere Lesemengen. Dies könnte die Trendänderung mit beeinflusst haben. Zu keinem Zeitpunkt war das Aromaspektrum des St. Georgen-Weines dem des Traminers ähnlich, während die späteren Jahrgänge durchaus Ähnlichkeiten zum Grünen Veltliner aufwiesen.

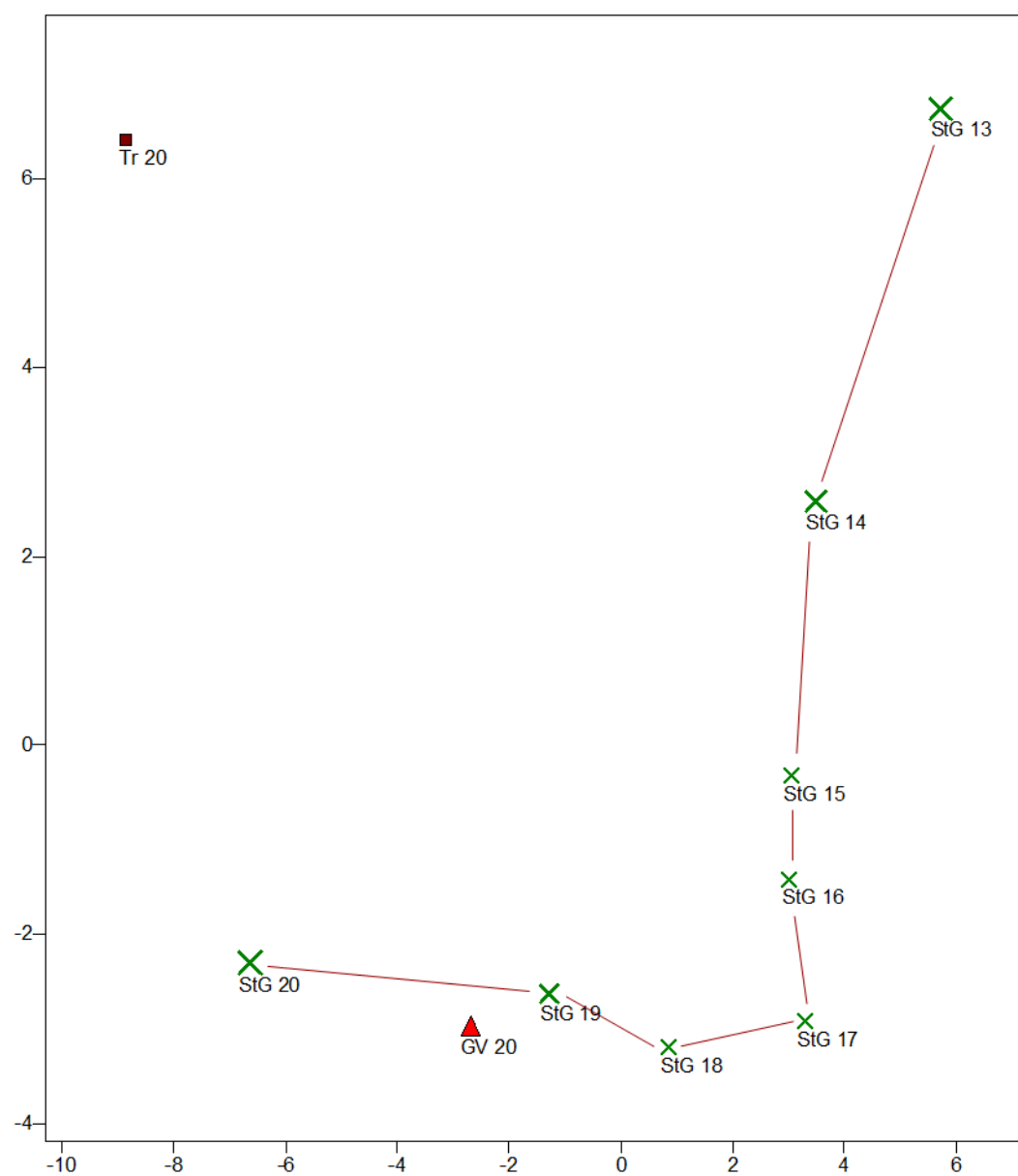


Abb. 7: Multivariater Vergleich der Aromaspektren verschiedener Weine (StG: St. Georgen, GV: Grüner Veltliner, Tr: Traminer; die Zahl entspricht dem Lesejahr)

Eine genauere Analyse der Aromaentwicklung beim St. Georgen-Wein in den Jahren 2013 bis 2020 erlaubt Abb. 8. In jeder Spalte sind die Werte Minimum-Maximum-skaliert, der Kreis, der das Minimum symbolisiert ist weiß, für das Maximum wurde die Farbe schwarz gewählt. Von den ausgewählten Aromakomponenten befinden sich die Konzentrationen von **Rosenoxyd**, **Geranyl Propionat**, **Linalool** und **β -Citronellol** im St. Georgen-Wein unterhalb der Nachweisgrenze. **Hexanal**, eine typische Traubensaft- bzw. Mostaromakomponente, konnte nur im St. Georgen-Wein 2013 nachgewiesen werden. Produziert wurde er durch Mikrovinifikation, wahrscheinlich hat keine vollständige Vergärung stattgefunden. Den höchsten Wert erreicht auch **iso-Pentanol** in diesem Jahrgang, ein charakteristischer Vertreter der Fuselöle. **Vitispiran**, das als typisches Alterungsprodukt des Weines gilt, aber auch ein Hinweis auf gestresste Reben sein kann, ist hingegen in den Jahrgängen 2013 und 2014 nur in sehr geringer Konzentration vorhanden. Das weist auf eine gehemmte Vergärung hin. Auch die Bildung von freien Fettsäuren ist in der Urrebe 2013 und 2014 am niedrigsten, mit Ausnahme von **Essig-** und **Buttersäure**, die 2013 die höchsten Gehalte aufweisen. Einen kontinuierlichen Anstieg im Jahresverlauf weist **Ethyllaurat** auf, wobei es, wie auch andere Ethylester, im Jahrgang 2013 völlig oder fast völlig fehlt. Abb. 8 zeigt weiters deutlich, dass es, mit Ausnahme von **Ethylacetat**, vor dem Jahr

2020 fast keine **Acetat**-Bildung (= intensives Fruchtaroma; rote Beschriftung in der Abbildung) gegeben hat. Auch Ethylacetat ist im Wein von 2020 am höchsten konzentriert, das Minimum liegt aber im Jahr 2017.

In der sensorischen Beurteilung wirkt der mikrovinifizierte St. Georgen-Wein 2013 kaum als Wein erkennbar. Der Jahrgang 2014 erscheint fast geruchlos, hat also ein reines, einfaches Bouquet. Der 2015-Wein (offiziell der erste Jahrgang) wird als leicht oxidativ und obstig beurteilt, der St. Georgenwein 2016 wirkt fast geruchslos, mit einfacher, klarer Duftnote mit sehr zarter Frucht, ebenfalls leicht oxidativ, obstig. Der Jahrgang 2017 ist fruchtiger und harmonischer als seine Vorgänger, für den 2018er gilt das im Bezug auf den 2017er ebenfalls.

Der St. Georgenwein 2019 ist verhaltener als seine Vorgänger, mit zarter Frucht und harmonisch. Der Jahrgang 2020 schließlich ist der bislang am positivsten beurteilte, wirkt fruchtig und harmonisch und erinnert an Bananenaromen. Den großen Unterschied im Aromaspektrum des ersten und des in dieser Untersuchung letzten Weines zeigt Abb. 9. Intensiv fruchtige Empfindungen überwiegen nun deutlich, grasig grüne Gerüche spielen eine wesentlich geringere Rolle. Außerdem sind Röstaromen hinzugekommen.

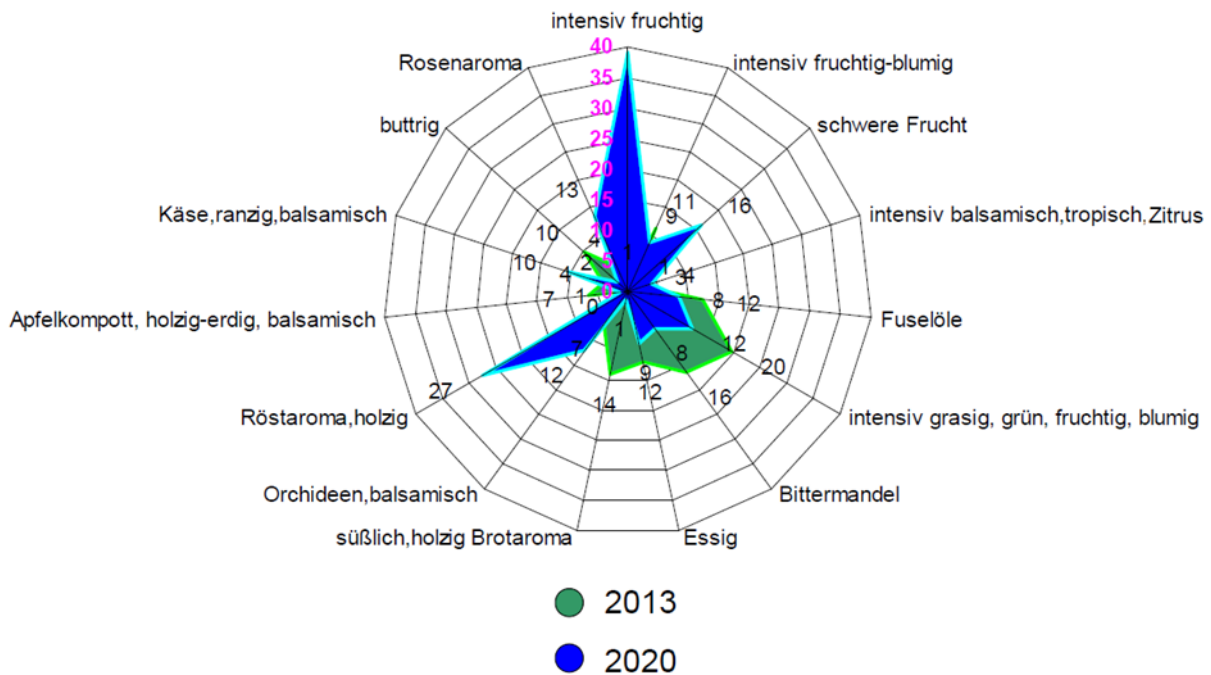


Abb. 9: Aromavergleich für die St. Georgen-Weine der Jahrgänge 2013 und 2020. Im Laufe der Jahre entstand ein völlig neues Aroma

Interessant ist auch noch ein Vergleich der Aromakomposition des Grünen Veltliners mit seinen Parentsorten Traminer und St. Georgen-Rebe. In Abb. 10 sind die Maximum-skalierten Daten (Maximum=100) der SIM-Werte (obere Darstellung) den für jede Aromakomponente separat Minimum-Maximum-skalierten (unten) gegenübergestellt.

Der Wein der Sorte St. Georgen zeichnet sich, verglichen mit den zwei anderen Sorten, durch besonders hohe Gehalte an den meisten Acetaten aus. Auch einige Ethylester sind höher konzentriert als in den Vergleichsweinen, ebenso wie d-Nerolidol, 2-Ethylhexylsalicylat, die Alkohole 1-Hexanol, 2-ethyl- sowie Benzylalkohol und die organischen Säuren Oktan- und Dekansäure. Mit Ausnahme der letzten zwei Komponenten haben alle für sich genommen ein sehr angenehmes Aroma und in der Kombination erscheint der Wein intensiv fruchtig mit leichtem Röstaroma. Der Wein ist also durchaus reich an Aromaten.

Das gilt nicht in gleichem Ausmaß für den Grünen Veltliner, der ebenso wie der vorangehend

besprochene Wein Rosenoxyd, Geranyl Propionat, Linalool und β -Citronellol in mit der verwendeten Methode nicht nachweisbarer Menge enthält. Octylacetat (erdig, nach Pilzen), n-Propanol und i-Pentanol mit alkoholischem Aroma, Vitispiran, aber auch einige Ethylester mit deutlichem Fruchtaroma sowie Alkohole mit nussigem und Cognacaroma bilden die Geruchsspitzen dieses Weines. An Säuren überwiegen gegenüber den Gehalten in anderen Weinen Butan- und Hexansäure, also Substanzen, die für sich genommen, keinen guten Geruch haben. In der Komposition erscheint der Grüne Veltliner aber harmonisch, fruchtig, mit Zitrusen und löst viele, aber keine besonders intensiven Geruchseindrücke aus.

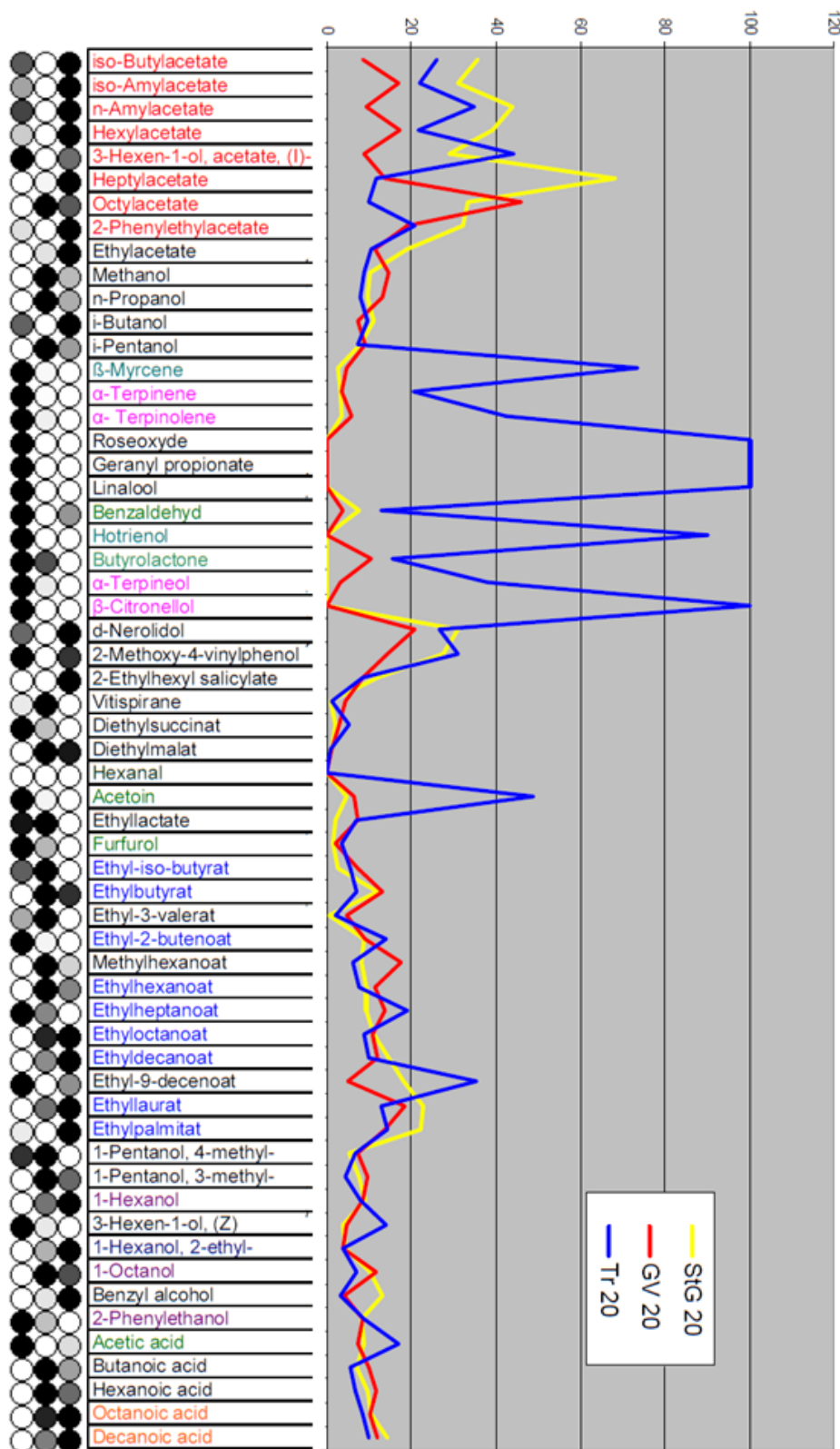


Abb. 10: Aromaspектren des Grünen Veltliners und seiner Parentsorten Traminer und St. Georgen-Wein des Jahrgangs 2020 im Vergleich. Oben: maximumskaliert. Unten: spaltenweise Minimum-Maximum-skaliert.

Der Traminer ist sicherlich der aromaintensivste der drei Weine, wobei es hauptsächlich Komponenten aus der Gruppe der Terpene sind, die für das reichhaltige Aroma verantwortlich sind und die eine sehr weite Palette von Geruchseindrücken vermitteln. Der Traminer ist der einzige der drei Weine, der die Substanzen Rosenoxyd, Geranyl Propionat, Linalool und β -Citronellol in – mit der hier verwendeten Methode – nachweisbarer Menge enthält, die ein „rosiges“ Aroma verbreiten. Diethylsuccinat, Acetoin, Furfurol, Ethyl-2-butenolat und andere Ethylester, 3-Hexen-1-ol, (Z) und 2-Phenylethanol, ebenfalls eine Substanz mit Rosenduft, tragen zum äußerst reichhaltigen, komplexen Bouquet bei.

Wie Abb. 7 und Abb. 10 zeigen, ist der Traminer eigenwilliger und hat weniger mit seiner Tochtersorte Grüner Veltliner gemeinsam als der St. Georgen-Wein. Das heißt aber keineswegs, dass nicht auch Letzterer ein einzigartiges Aroma aufweist, das sich chemisch besonders durch eine höhere Konzentration an verschiedenen Acetaten auszeichnet und in der Komposition ein völlig anderes Geruchs- bzw. Geschmacksbild erzeugt als das beim Nachkommen dieser Sorte der Fall ist. Damit stellt die St. Georgen-Rebe eine Bereicherung in der vielfältigen Aromalandschaft der österreichischen Weißweine dar.

Wir haben in dieser Arbeit Ergebnisse zur Biometrie und Phänologie der St. Georgen-Rebe und zur Aromakomposition des Weins dieser Sorte vorgelegt. Die Entwicklung im Jahresverlauf erfolgt rasch und flexibel, je nach Witterungsbedingungen kann eine generative Pause eingelegt werden oder alternativ kann die Entwicklung kontinuierlich erfolgen. Ergänzende Ergebnisse zur Auswirkung von Pflegemaßnahmen oder deren Fehlen auf die Phänologie wurden dargeboten und sind in Hinblick auf die jahrhundertlange Existenz der Rebe ohne Kultivierung von Interesse. Gerade die Langlebigkeit der St. Georgen-Rebe könnte auf Robustheit gegenüber Witterungsbedingungen, Krankheiten und Parasiten und damit auf ein großes, züchterisches Potential hinweisen. Vielleicht wird die Kreuzung mit anderen Sorten (eventuell sogar abermals mit dem Traminer) zu klimaresistenten Nachkommen führen, die die Aromavielfalt unserer Weine erweitert, wie das ja auch schon allein durch die Erhaltung dieser Sorte geschehen ist.

Danksagung: Wir danken Herrn Hans Moser für die zur Verfügung gestellten Weine und die Erlaubnis, die St. Georgen-Rebanlage für Probenahmen zu nutzen. Weiters danken wir drei anonymen Rezensenten.

Literatur

- Online-Referenzen:
 - 1) <https://www.vivc.de>, 25.10.2021.
 - 2) <https://www.georgirebe.at>; 11.11.2021.
 - 3) [https://de.wikipedia.org/wiki/St._Georgen_\(Rebsorte\)](https://de.wikipedia.org/wiki/St._Georgen_(Rebsorte)); 11.11.2021.
- Publikationen:

Backhaus, K., Erichson, B., Plimke, W., Weiber, R. 2016: Multivariate Analysemethoden. 14. Auflage - Springer Gabler.

Baggiolini, M. 1952: Stades repères de l'abricotier. Rev Romande Agric Vitic Arboric 8: 28-29.

Baggiolini, M., Baillod, M. 1993: Les Stades Repères de La Vigne. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture 25: 7-9.

Boursiquot, J. M., Lacombe, T., Laucou, V., Julliard, S., Perrin, F. X., Lanier, N., Legrand, D., Meredith, C., This P. 2009: Parentage of Merlot and related winegrape cultivars of southwestern France: Discovery of the missing link, Australian Journal of Grape and Wine Research, Australia 15 (2): 144-155.

Coombe, B.G. 1995: Growth stages of the grapevine: adoption of a system for identifying grapevine growth stages. Australian Journal of Grape and Vine Research.
<https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1995.tb00086.x>

Dunkel, A., Steinhaus, M., Kotthoff, M., Nowak, B., Krautwurst, D., Schieberle, P., Hofmann, T. 2014: Genuine Geruchssignaturen der Natur – Perspektiven aus der Lebensmittelchemie für die Biotechnologie, Angewandte Chemie, 126: 7250 – 7271.

Eichhorn, W.K., Lorenz, D.H. 1997: Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe. Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes. Braunschweig 29: 119-200.

Ferreira, V., de la Fuente, A., Sáenz-Navajas, M. P. 2022: Wine aroma vectors and sensory attributes. In: Managing Wine Quality (pp. 3-39). Elsevier.

Gangl, H., Beyer, A., Regner, F., Hack, R., Beyer, C., Leitner, G., Tiefenbrunner, W. 2020: Die „Wiederentdeckung“ eines alten Weinbaugebiets an der Donau, Mitteilungen Klosterneuburg 70: 247-268.

IPGRI, UPOV, OIV 1997: Descriptors for Grapevine (*Vitis* spp.). International Union for the Protection of New Varieties of Plants, Geneva, Switzerland.

Lorenz, D.H., Eichhorn, K.W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U., Weber, E. 1994: BBCH-Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien der Weinrebe, in Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen (Edt. Meier, U.). BBCH Monografie 2.

Auflage - Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, 2001.

Regner, F. 2007: Grüner Veltliner, Blaufränkisch und St. Laurent. Der Winzer 04: 12–15.

Regner, F., Hack, R. 2009: Reconstructing the heritages of ‘Grüner Veltliner’ and ‘Sauvignon Blanc’ from crossings with ‘Traminer’ by SSR analyses, Mitteilungen Klosterneuburg 59: 199-208.

Regner, F. 2013: Ampelografische Beschreibung der Sorte ‘St. Georgen’, in: St. Georgen – Heimat der Veltliner Ur-Rebe, Dorfblick St. Georgen (Hg.), 333.

Tiefenbrunner, D., Gangl, H., Leitner, G., Tiefenbrunner, W. 2015: Blattgestalt und –vielfalt bei der Wilden Weinrebe (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) der March- und Donauauen im Vergleich zur Kulturrebe. Mitteilungen Klosterneuburg 65: 143-156.

Zdunic, G., Maul, E., Eiras Dias, J.E., Munoz Organero, G., Carka, F., Maletic, E., Savvides, S., Jahnke, G.G., Nagy, Z.A., Nikolic, D., Ivanisevic, D., Beleski, K., Maras, V., Mugosa, M., Kodzulovic, V., Radic, T., Hancevic, K., Mucalo, A., Luksic, K., Butorac, L., Maggioni, L., Schneider, A., Schreiber, T., Lacombe, T. 2017: Guiding principles for identification, evaluation and conservation of *Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris*. Vitis 56: 127-131.

Zelditch, M.L., Swiderski, D.L., Sheets, H.D., Fink, W.L. 2004: Geometric Morphometrics for Biologists: A primer. Elsevier.