

Bestimmung der Phenolzusammensetzung, der sensorischen Eigenschaften und der antioxidativen Kapazität im Reifeverlauf bei vier Südtiroler Rotweinsorten

EVİ HUBER¹, SILVIA WENDELIN², ARMIN KOBLE³, EMMERICH BERGHOFER⁴ und REINHARD EDER²

¹ I-39030 Pfalzen, Dorfstraße 3
E-mail: Evihuber@yahoo.com

² Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74

³ Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg
I-39040 Post Auer

⁴ Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Universität für Bodenkultur
A-1190 Wien, Muthgasse 18

Die Sorten 'Vernatsch', 'Lagrein', 'Blauer Burgunder' und 'Cabernet Sauvignon' wurden zu vier Ernteterminen an verschiedenen Standorten in Südtirol im Abstand von einer Woche gelesen. In den Weinen wurden der Gehalt an phenolischen Verbindungen analysiert, die antioxidative Kapazität gemessen und eine sensorische Beurteilung durchgeführt. Der Gehalt der Weine an Phenolcarbonsäuren und an Flavan-3-olen wurde durch den Erntetermin nicht signifikant verändert. Die Werte der Farbsättigung (Chroma) und der sensorischen Parameter Geruchsrichtung, Genussreife, Gerbstoffgehalt und Gerbstoffqualität zeigten einen signifikanten Zusammenhang ($p < 0,05$) mit der Reife. Viele Parameter zeigten im varianzanalytischen Modell eine Wechselwirkung zwischen Sorte und Erntetermin. Nach Sorten getrennt konnte vor allem für die Sorte 'Lagrein' ein typischer Reifeverlauf mit einer Zunahme bis zum dritten Erntetermin und einer anschließenden Stagnation bzw. leichten Abnahme der Werte beobachtet werden. Insgesamt wurden die Weine aus Trauben späterer Lesedaten als sensorisch besser beurteilt. Mit zunehmendem Erntetermin stiegen zumeist der Gesamtphenol- und der Anthocyanengehalt an. Die Korrelationen zwischen antioxidativer Kapazität und Gesamtphenolgehalt bzw. Phenolfractionen erwies sich als sortenabhängig.

Schlagwörter: Rotwein, Reifeverlauf, Polyphenole, Antioxidative Kapazität, 'Vernatsch', 'Blauer Burgunder', 'Lagrein', 'Cabernet Sauvignon'

Determination of phenolics composition, sensory characteristics and anti-oxidative capacity during the ripening process of four Southern Tyrolean red wine cultivars. The cultivars 'Vernatsch', 'Lagrein', 'Pinot noir' and 'Cabernet Sauvignon' were harvested at four dates and at different sites in Southern Tyrol in one week's periods. In the resulting wines the contents of phenolic compounds were analysed, the anti-oxidative capacity was measured and a sensory evaluation was carried out. The contents of phenol carbonic acids and of flavan-3-ols of the wines were not affected significantly by the harvest date. The values of the colour saturation (chroma) and the sensory parameters taste, drinking ripeness, tannin contents and tannin quality showed a significant correlation ($p < 0.05$) with ripeness. Many parameters showed an interdependency between cultivar and harvest date in the variate-analytic model. Especially for the cultivar 'Lagrein' a typical ripening process with an increase up to the third harvest date and a following stagnation and/or a small decrease of the values could be observed. Altogether the wines from grapes with a higher degree of ripeness were rated better in the sensory evaluation. With a later harvest date mostly the total phenolics and the anthocyanin contents increased. The correlations between anti-oxidative capacity and total pheno-

lics and/or phenolic fractions proved to depend on the cultivar.

Key words: Red wine, maturation, polyphenols, antioxidative capacity, 'Vernatsch', 'Pinot noir', 'Lagrein', 'Cabernet Sauvignon'

Détermination de la composition phénolique, des caractéristiques sensorielles et de la capacité antioxydante au cours de la maturation de quatre cépages rouges du Tyrol du Sud. Les cépages 'Vernatsch', 'Lagrein', 'Blauer Burgunder' et 'Cabernet Sauvignon' ont été vendangés à raison de quatre jours à une semaine d'intervalle aux sites différents du Tyrol du Sud. La teneur en composés phénoliques des vins a été analysée, la capacité antioxydante a été mesurée et une évaluation sensorielle a été effectuée. La teneur des vins en acides phénolcarboniques et en flavan-3-ols n'a pas significativement changé en fonction du jour de vendange. Les valeurs de saturation de couleur (degré chromatique) et des paramètres sensoriels, tels que la tendance de l'odeur, la maturité de consommation, la teneur en substances tannantes et la qualité des substances tannantes, présentaient une relation significative ($p < 0,05$) avec la maturité. Dans le modèle d'analyse de variance, beaucoup de paramètres montraient une interaction entre cépage et jour de vendange. En ce qui concerne les différents cépages, on a pu observer, pour le cépage 'Lagrein' notamment, un déroulement typique de la maturation, avec une croissance des valeurs jusqu'à la troisième date de vendange et, par la suite, une stagnation et/ou diminution des valeurs. Globalement, les vins produits des raisins récoltés plus tardivement ont obtenu une meilleure évaluation sensorielle. Dans la plupart des cas, les teneurs en phénols totaux et en anthocyanes augmentaient légèrement avec le recul des dates de vendange. Il s'est avéré que les corrélations entre la capacité antioxydante et la teneur en phénols totaux et/ou les fractions phénoliques dépendent du cépage.

Mots clés : vin rouge, régime de maturation, polyphénols, capacité antioxydante, 'Vernatsch', 'Pinot noir', 'Lagrein', 'Cabernet Sauvignon'

Im Rotwein stellen der Gehalt an und die Zusammensetzung von phenolischen Inhaltsstoffen entscheidende Qualitätsmerkmale dar. Ein wichtiger Einflussfaktor auf den quantitativen und qualitativen Phenolgehalt der Traubenbeeren ist die Reife. Reife Trauben sind charakterisiert durch einen hohen Gesamtphenolgehalt mit einer ausgewogenen, harmonischen Phenolzusammensetzung (EDER, 2003a).

In der Literatur kann durchwegs ein Zusammenhang zwischen dem Gehalt an verschiedenen Phenolfractionen und der Reife gefunden werden. So ist z.B. der Gehalt an Phenolcarbonsäuren in den Weinbeeren von der Rebsorte, dem Reifegrad und dem Klima abhängig (RAPP, 1999). EDER und WENDELIN (2002) beobachteten, dass der Gehalt an gebundenen Hydroxymyrsäuren, einer Untergruppe der Phenolcarbonsäuren, im Presssaft von der Traubensorte und dem Reifegrad der Traubenbeeren abhängt. Für den Gehalt an der Phenolcarbonsäure Gallussäure im Wein spielt neben der Maischezeit (MATTIVI und NICOLINI, 1997) und der Gärtemperatur die Traubenreife eine Rolle (FISCHER und STRASSER, 1999).

Den überwiegenden Anteil des Gesamtphenolgehaltes im Rotwein stellen jedoch die flavonoiden Phenole (SCHNEIDER, 2002). Sie spielen eine große Rolle bei der Sortentypizität der Weine (EDER und WENDELIN, 2002). Die wichtigsten monomeren Flavonoide der Weintrauben gehören zu den Gruppen der Anthocyane, der Fla-

vonole oder der Flavan-3-ole (POUR NIKFARDJAM, 2001). Die Akkumulierung der Anthocyane beginnt mit der beginnenden Blaufärbung (Veraison), läuft zunächst parallel zur Zuckereinlagerung (WÜRDIG und WOLLER, 1989), bis sie in Abhängigkeit von Sorte und Jahrgang bei einem bestimmten Mostgewicht ein Maximum erreicht, bei dem der Anthocyangehalt stagniert (EDER, 2003b) bzw. kann mit zunehmender Reife die Anthocyankonzentration sogar wieder leicht abnehmen (MACHEIX et al., 1990; EDER, 2003b). Im Laufe der Reife kommt es auch zu einer qualitativen Änderung der Anthocyanfraktion: Die Malvidin-Derivate, die stabilsten Formen der Anthocyane, akkumulieren sich mit zunehmender Reife (MACHEIX et al., 1990). Cyanidin- und Delphinidin-Derivate, die als erste im Biosyntheseweg gebildet werden, sind zur Zeit der Reife in geringen Mengen vorhanden (JORDÃO et al., 1998). Die Anthocyanmenge wiederum beeinflusst die Farbe des Weines: Mit steigender Anthocyankonzentration nimmt die Helligkeit ab, die Farbsättigung zu und der Farbton geht von violett-bläulich Richtung rot (MATTIVI et al., 2001).

Die höchste Konzentration an Flavan-3-olen (Catechine) findet man in Trauben in den frühen Entwicklungsphasen, ihr Gehalt nimmt dann rasch ab und bleibt während der Reifephase mehr oder weniger konstant (MACHEIX et al., 1990). FREITAS et al. (2000) berichten von abnehmenden Catechingehalten während zu-

nehmender Traubenreife. Zudem nimmt die Extraktion der Catechine mit steigendem Reifegrad der Beeren ab (FISCHER und STRASSER, 1999).

Eine weitere Gruppe an phenolischen Verbindungen sind die Stilbene, deren bedeutendster Vertreter im Rotwein das Resveratrol ist. Stilbene sind Phytoalexine mit fungistatischer und fungizider Wirkung (EDER und WENDELIN, 2002). Die Resveratrolsynthese nimmt in reifenden Trauben kontinuierlich ab (VRHOVSEK et al., 1995; JEANDET et al., 2002). Mit beginnender Traubenverfärbung verringert sich die Produktion sogar drastisch. Dies wird auf die Konkurrenz der Enzyme der Stilben- und der Anthocyaninsynthese um die gemeinsamen Ausgangsverbindungen zurückgeführt (EDER et al., 2001). Aus diesem Grund werden die Trauben mit zunehmender Reife anfälliger für *Botrytis cinerea*-Infektionen (JEANDET et al., 2002). Trotzdem kann der akkumulierte Gehalt, der letztendlich in den Trauben vorkommt, ansteigen: In einer österreichischen Studie wurde der Einfluss des Lesetermins auf den Resveratrolgehalt in Trauben von vier verschiedenen Sorten untersucht. 'Cabernet Sauvignon' wies die höchste Resveratrolkonzentration beim letzten Beprobungstermin auf. Allgemein unterlag der Gehalt während der Reife jedoch unregelmäßigen Schwankungen (EDER et al., 2001).

Phenolische Verbindungen im Rotwein sind für dessen Sensorik bedeutend (SCHNEIDER, 2002; SCHNEIDER, 1998). Sie bestimmen seine Farbe, die als wesentlicher Qualitätsparameter bei der Beurteilung von Rotwein herangezogen wird (EDER et al., 1990), und sind für Adstringenz (WÜRDIG und WOLLER, 1989) und Bitterkeit verantwortlich (ZOECKLEIN et al., 1995). So liefert der Gesamtphenolgehalt wichtige Informationen über die Bitterkeit und Adstringenz von Rotweinen; der Anthocyanengehalt gibt Auskunft über den Geschmack, den Körper und die Fülle (SCHNEIDER, 1998). Wie bereits erwähnt unterliegen die Phenole qualitativen und quantitativen Änderungen im Laufe des Reifungsprozesses; daraus lässt sich schließen, dass auch die organoleptischen Eigenschaften von Weinen, hergestellt aus Trauben mit zunehmendem Reifegrad, sich ändern.

Der Wein stellt eine der bedeutendsten Quellen an antioxidativ wirksamen Phenolen in der westlichen und ganz besonders in der Mittelmeerkost dar (MATTIVI, 2002). Der Zusammenhang zwischen Gesamtphenolgehalt und antioxidativer Kapazität ist aus der Literatur bekannt (POUR NIKFARDJAM et al., 1998; WAGNER et al., 2000; BURNS et al., 2000). ALONSO et al. (2002) fanden auch eine Korrelation zwischen antioxidativer Kapazität

und Resveratrolgehalt, während POUR NIKFARDJAM et al. (1998) keinen Zusammenhang finden konnten. In einer österreichischen Studie nahm die antioxidative Kapazität von Weißweinen bei späterer Ernte zu (EDER und WENDELIN, 2002).

Im folgenden Artikel sollte der Reifeverlauf des Gesamtphenolgehaltes und verschiedener Phenolfractionen aufgezeigt werden. Dessen Änderungen werden auch anhand der Farbparameter, sensorischer Parameter und der antioxidativen Kapazität verfolgt. Zu diesem Zweck wird bei vier für Südtirol repräsentativen Rotweinsorten eine gestaffelte Lese durchgeführt. Die Trauben werden mittels standardisierter Vinifizierung (Maischegärung im geschlossenen Behälter) zu Wein ausgebaut, der anschließend analysiert wird. Zudem wird der Zusammenhang zwischen antioxidativer Kapazität und sowohl Gesamtphenolgehalt als auch Anthocyanengehalt und Resveratrolgehalt ermittelt. Anhand der Untersuchungen sollten Informationen über den optimalen Erntezeitpunkt gewonnen werden.

Material und Methoden

Jeweils etwa 100 kg Trauben der Sorten 'Blauer Burgunder', 'Cabernet Sauvignon', 'Lagrein' und 'Vernatsch' wurden aus jeweils zwei verschiedenen Standorten zu vier verschiedenen Ernteterminen entnommen (Tab. 1a). Die Erntetermine wurden so gewählt, dass der zweite bzw. der dritte Erntetermin dem regulären Erntetermin entspricht. Der erste Erntetermin kann als etwas vorgezogene Lese bezeichnet werden, während beim vierten der Zustand der leichten Überreife erreicht werden sollte.

Der Phenolgehalt des Weines wird durch mehrere Faktoren beeinflusst, z.B. durch den Phenolgehalt in den Beeren selbst, durch die Extraktionseffizienz bei der Vinifizierung und durch die zahlreichen chemischen Reaktionen, die während der alkoholischen Gärung und im Anschluss an die alkoholische Gärung stattfinden (MACHEIX et al., 1990). Daher wurde durch eine Standardvinifizierung versucht, für alle Weine dieselben Bedingungen zu schaffen, damit nur mehr der Phenolgehalt der Beeren als Einflussfaktor berücksichtigt werden muss.

Die Trauben wurden mit einem Horizontalrebler (Fa. Nuova Zambelli, Grumolo delle Abbadesse, Italien) entrappt. Die Maische wurde gut durchmischt, und davon wurden 27 kg in einen Glasballon gefüllt. Die Maischeschwefelung betrug 40 mg/l, als Hefe wurden 20 g/hl Uvaferm CM Trockenreinzuchthefer verwendet

Tabelle 1 a:

Reintönigkeit (Verkostung Laimburg: 11 bis 15 berücksichtigte Verkoster)

Weinfehler (Verkostung Klosterneuburg: 4 Verkoster; in Klammern Anzahl der Verkoster, die einen Fehlton feststellten)

#1: aldehydig/medizinisch/chemische Note

#2: leichter Reduktivton

#3: rauchig

#4: Säureabbauton/milchig/käsig

#5: Säureabbauton/leichter Bockser

Sorte	Standort	Lese	Reintönigkeit	Weinfehler
Blauer Burgunder	Moarhof	1	6,9	
		2	6,1	
		3	6,5	
		4	6,8	
	Fragzburg	1	7,6	
		2	8,0	
		3	8,2	
		4	8,1	#1 (1)
Lagrein	Plantaditsch	1	7,8	
		2	7,5	
		3	7,3	
		4	7,5	
	Winklerhof	1	7,5	
		2	7,7	
		3	7,7	
		4	7,3	
Vernatsch	Ölleiten	1	7,8	
		2	7,5	
		3	6,2	#2 (2)
		4	7,8	
	Plantaditsch	1	7,8	
		2	7,6	
		3	7,6	
		4	8,2	
Cabernet Sauvignon	Ölleiten	1	7,5	
		2	7,5	
		3	7,5	#3 (1)
		4	7,4	#4 (1)
	Hallhof	1	7,9	
		2	7,7	
		3	7,0	#5 (2)
		4	7,1	

(Lallemand Ontario; Vertrieb in Italien: Essecò, San Martino). Die Maische wurde mittels elektronischer Gärsteuerung (Fa. Profax, Eppan, Italien) und Berieselungsanlage temperaturgeführt vergoren. Am zweiten Tag der Gärung wurde die Maische, sofern notwendig, mit rektifiziertem Traubenmostkonzentrat angereichert. Am Ende sollten die Weine derselben Sorte und Lage denselben Alkoholgehalt aufweisen. Die Maische wurde täglich einmal händisch untergestoßen, 'Lagrein' drei Tage, 'Vernatsch' fünf Tage, 'Blauer Burgunder' und 'Cabernet Sauvignon' sechs Tage lang. Zum Ende

der Gärung hin wurde der Zuckergehalt nach der modifizierten Rebelein-Methode (EDER und BRANDES, 2003) bestimmt. Bei einem Zuckergehalt von unter 2 g/l wurde die Maische mit einer pneumatischen Schlauchpresse (30 Liter, Fa. Enoagricola Rossi, Perugia, Italien) bei einem Druck von 0,5 bar zehn Minuten lang schonend entsaftet. Der Most wurde nach einem Tag der Selbstklärung von den abgesetzten Trubstoffen getrennt. Ab diesem Zeitpunkt wurde der Glasballon immer spundvoll gehalten. Der Abstich wurde nach einer Woche wiederholt. Der Wein lief, um der Bockserbildung vorzubeugen, nach dem Abpressen bzw. bei den Abzügen über ein Kupfersieb. Der Weinausbau wurde dann mit dem biologischen Säureabbau, der spontan erfolgte, fortgesetzt. Das Ende dieser zweiten Gärung wurde durch eine Äpfelsäurebestimmung, die ionenchromatographisch durchgeführt wurde, beurteilt. War keine Äpfelsäure mehr vorhanden, wurde ein weiteres Mal abgezogen, geschwefelt, und die Glasballons wurden in einen kühlen Keller verlagert. Der freie SO₂-Gehalt wurde regelmäßig überprüft und, wenn notwendig, auf einen Gehalt von 25 bis 30 mg/l aufgeschwefelt. Nach etwa zwei Monaten wurde eine Grobfiltration mit einem Schichtenfilter (Fa. Ramoser, Bozen, Italien) durchgeführt. Dazu wurden die BECO-UK Tiefenfilterschichten für die Lebensmittelherstellung der Firma Begerow (Langenlonsheim, Deutschland) verwendet. Nach dem Filtrieren wurden Proben zur chemischen und sensorischen Analyse in der HBLA Klosterneuburg und zur sensorischen Analyse im Versuchszentrum Laimburg gezogen.

Analytische Methoden

Alle Weine wurden vor den Analysen mit groben Faltenfiltern (Fa. Schlecker, 595 1/2) filtriert.

Die Grundparameter des Weines wurden laut EDER und BRANDES (2003) analysiert: Bestimmung verschiedener Weininhaltsstoffe mit NIRS, Analyse mit WineScan[®] (Fa. Foss).

Die Bestimmung des pH-Wertes, der titrierbaren Gesamtsäure, des freien und gebundenen SO₂-Gehalts (iodometrische Bestimmung) ist bei SCHUSTER (2003) beschrieben.

Der Alkoholgehalt wurde mittels Schnellbestimmung mit dem Biegeschwinger (Alcolyzer, Fa. Anton Paar GmbH, Graz) ermittelt.

Der reduzierende Zuckergehalt wurde nach der modifizierten Rebelein-Methode bestimmt. Die Analyse wurde laut Vorschrift mit dem CRISON-Modell

Tabelle 1b:

Sorte, Standort, Erntetermin (2002), Mostgewicht, pH-Wert, Alkohol und titrierbare Säuren

Sorte	Standort	Erntetermin	Mostgewicht °KMW	pH-Wert	Titrierbare Säuren im Most (g/l)	Vorh. Alkohol %vol	Titrierbare Säuren im Wein (g/l)
Blauer Burgunder	Moarhof	09. 09. 2002	17,1*	3,1	8,10	12,4	4,2
		16. 09. 2002	18,5*	3,1	8,82	12,5	4,3
		23. 09. 2002	19,1	3,4	7,12	13,1	4,1
		30. 09. 2002	20,3	3,4	6,74	13,9	4,1
	Fragzburg	23. 09. 2002	18,2*	3,2	7,98	13,5	4,7
		30. 09. 2002	19,4	3,2	7,72	13,7	4,6
		07. 10. 2002	20,3*	3,5	7,24	14,3	4,2
		14. 10. 2002	20,4	4,1	7,01	15,0	3,9
Lagrein	Plantaditsch	16. 09. 2002	17,1*	3,1	11,11	13,0	5,4
		23. 09. 2002	17,7*	3,3	8,11	13,4	5,6
		30. 09. 2002	18,7*	3,3	8,62	13,2	5,5
		07. 10. 2002	19,2*	3,4	8,38	13,2	5,5
	Winklerhof	30. 09. 2002	17,9*	3,3	7,94	13,4	5,0
		07. 10. 2002	18,4*	3,5	7,55	13,5	5,1
		14. 10. 2002	18,8*	4,1	6,99	13,6	5,1
		21. 10. 2002	18,8*	3,6	6,45	13,5	4,8
Vernatsch	Ölleiten	16. 09. 2002	15,3*	3,1	10,12	11,9	4,6
		23. 09. 2002	16,0*	3,2	9,11	12,2	4,4
		30. 09. 2002	16,6*	3,2	9,30	12,1	4,4
		07. 10. 2002	16,7*	3,3	9,14	12,2	4,5
	Plantaditsch	23. 09. 2002	15,4*	3,3	7,47	12,1	4,1
		30. 09. 2002	16,1*	3,3	6,82	12,1	4,1
		07. 10. 2002	16,2*	3,4	6,92	12,2	4,3
		14. 10. 2002	16,6*	3,8	6,85	12,4	4,1
Cabernet Sauvignon	Ölleiten	23. 09. 2002	17,3*	3,2	9,70	12,6	4,9
		30. 09. 2002	18,2*	3,3	9,51	12,8	4,6
		07. 10. 2002	18,4*	3,4	9,39	12,9	4,4
		14. 10. 2002	18,7*	3,8	8,43	13,0	4,4
	Hallhof	07. 10. 2002	18,6*	3,4	12,09	13,4	4,8
		14. 10. 2002	19,3*	4,0	8,78	13,6	4,5
		21. 10. 2002	19,4	3,4	8,21	13,4	4,5
		28. 10. 2002	21,0	3,8	7,94	14,2	4,5

* angereichert mit rektifiziertem Traubenmostkonzentrat

„Compact Titrator“ (Fa. Crisons Instruments S.A., Alella, Spanien) durchgeführt.

Der zuckerfreie Extraktgehalt wurde laut TANNER und BRUNNER (1987) bestimmt (zuckerfreier Extrakt = Gesamtextrakt - Gesamtzucker + 1).

Der Gesamtphenolgehalt nach Folin-Ciocalteu wurde laut ZOECKLEIN et al. (1995) durchgeführt. Vor der eigentlichen Bestimmung wurden die Proben vorgereinigt: Festphasenextraktionsröhrchen (3cc/500mg, C-18, Bond Elut, Fa. Varian, Wien) wurden zuerst mit 5 ml Methanol (Fa. Riedel-de Haën, 34860) und anschließend mit 4 ml 0,01N HCl (1N HCl - Fa. Riedel de Haën, 30721 - mit entionisiertem Wasser 1:100 verdünnen) konditioniert. 0,4 ml Rotwein wurden im Verhältnis 1:9 mit 1N HCl (Fa. Riedel de Haën, 30721) verdünnt. Die verdünnte Probe (4 ml) wurde auf die Festphasenextraktionsröhrchen aufgetragen. Sie wurden

mit 4 ml 0,01 N HCl gespült und anschließend wurden sie mit einer Wasserstrahlpumpe trocken gesaugt. Die Probenauffanggefäße wurden gewechselt und die phenolischen Verbindungen zweimal mit 1 ml Methanol eluiert. Anschließend wurde wieder über die Wasserstrahlpumpe trocken gesaugt. Mit dem Eluat wurde die Gesamtphenol-Bestimmung durchgeführt. Es wurden 1 ml Eluat bei den Mosten und 0,5 ml Eluat bei den Weinen in Eproutetten pipettiert. Für die Standardreihe wurden jeweils 1 ml einer 10, 30, 50, 70, 90, 100, 150, 200 und 250 mg/l Kaffeesäurelösung (Fa. Sigma, C-0625 in Methanol gelöst) in Eproutetten pipettiert. Für den Blindwert wurde 1 ml destilliertes Wasser verwendet. Es wurden 7,5 ml destilliertes Wasser dazupipettiert und gemischt. In die Eproutetten wurden jeweils 0,5 ml Folin-Ciocalteu Reagenz (Fa. Merck, 109001) dazu gegeben und mindestens 30 Se-

kunden auf dem Reagenzglasschüttler gemischt. Danach wurde 1,5 ml Natriumcarbonat-Lösung (Fa. Riedel-de Haën, 31432) dazu gegeben und kurz gemischt. Nach zwei Stunden Standzeit wurden die Proben bei 765 nm mit einem UV-VIS-Spektrometer (CINTRA 10e, Fa. Maassen GmbH, Eningen) gemessen. Die Probennummern mit Verdünnungsfaktor wurden in einen an das Photometer angeschlossenen Rechner eingegeben und die Werte wurden vom PC anhand einer Kalibriergeraden berechnet. Die Reproduzierbarkeit liegt bei 10 %.

Die Anthocyanbestimmung mittels HPLC erfolgte nach der Methode von EDER et al. (1990, 1994).

Die Proben wurden erneut vor der Bestimmung gereinigt: Die Anthocyane wurden auf Festphasenextraktionsssäulchen (3cc/500mg, C-18, Bond Elut, Fa. Varian) gereinigt: Die Festphasenextraktionsröhrchen wurden mit 5 ml Methanol und anschließend mit 5 ml Wasser konditioniert. Danach wurden 3 ml der Mostprobe bzw. 1 ml der Weinprobe dazu pipettiert. Nachdem die Probe durchgelaufen war, wurde mit 5 ml Wasser gespült und anschließend über eine Wasserstrahlpumpe trocken gesaugt. Die Probenauffanggefäße wurden gewechselt. Danach wurden die monomeren Anthocyane zwei Mal mit je 0,5 ml eines HCl-Methanol-Gemisches (1:1000) eluiert und mit der Wasserstrahlpumpe trocken gesaugt. Anschließend wurde die Lösung in den Probenauffanggefäßen mit einer Pipette durchmischt und in Glasgefäße pipettiert.

Die HPLC-Analyse erfolgte laut EDER et al. (1994). Die Bestimmung der Phenolcarbonsäuren und der Flavan-3-ole mittels HPLC erfolgte nach der Methode von VRHOSEK et al. (1997). Die Bestimmung des Resveratrolgehaltes mittels HPLC wurde nach VRHOSEK et al. (1995) und EDER et al. (2001) durchgeführt. Bei der Probenvorbereitung sind einige Änderungen zu beachten. Nach dem Waschen mit Phosphatpuffer wurde das Festphasenextraktionssäulchen mit einer Wasserstrahlpumpe trocken gesaugt, anstatt mit Stickstoff getrocknet. Die Stilbene wurden dann mit 5 ml Ethylacetat eluiert. Die Flüssigkeit wurde 30 min in einem Gefrierfach ausgefroren und anschließend durch ein Papier filtriert. Das Filtrat wurde in Vials gefüllt und mittels HPLC laut Literaturangabe aufgetrennt. Die Reproduzierbarkeit aller HPLC-Methoden liegt bei 10 %.

Die antioxidative Kapazität wurde mit einem enzymatischen Testset (Fa. Randox, Großbritannien) laut EDER und WENDELIN (2002) durchgeführt.

Die Farbbestimmung der Weine wurde sowohl spektroskopisch als auch farbmetrisch durchgeführt. Die spektroskopische Messung erfolgte entsprechend der Verordnung EWG Nr. 2676/90 (EU, 1990): (Farbintensität = $[A_{420}+A_{520}+A_{620}]$ auf 10 mm Glasküvetten bezogen; Farbton = A_{420}/A_{520}).

Die farbmetrische Messung erfolgte laut RICHTER (1981) mit einem Colorimeter (Flüssigkeitsfarbmessgerät, Lico[®] 200 DR Lange). (L = Helligkeit) Die Berechnung der Farbsättigung ist bei MCGUIRE (1992) beschrieben: $C = (a^2 + b^2)^{0,5}$.

Sensorische Methoden

Die Weine wurden sowohl im Versuchszentrum Laimburg als auch in der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg verkostet. Die Verkoster wurden nach der Methode von KOBLE (1996) auf Reproduzierbarkeit und Auspunktungsbereitschaft geprüft.

Im Versuchszentrum Laimburg bestand die Kostkommission aus 15 bzw. 20 Verkostern.

Die Weine wurden in randomisierter Reihenfolge einzeln verkostet und nach den Parametern Reintönigkeit, Geruch, Geruchsrichtung, Typizität, Genussreife, Gerbstoffgehalt, Gerbstoffqualität und Gesamtqualität auf unstrukturierten Skalen nach WEISS et al. (1972) modifiziert durch KOBLE (1996) bewertet.

In der HBLA und BA Klosterneuburg wurde eine Rangordnungsprüfung durchgeführt. Die Kostkommission bestand aus vier Verkostern.

Die genaue Beschreibung der Verkostung ist bei HUBER (2004) beschrieben.

Statistische Methoden

Die Daten der chemischen und sensorischen Analysen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS 11.0.1 für Windows (Fa. SPSS Inc., Chicago) ausgewertet.

Der Reifeverlauf wurde varianzanalytisch mit LSD-Test bzw. mittels Hauptkomponentenanalyse ausgewertet: Zunächst wurde mit allen Sorten gemeinsam ein varianzanalytisches Modell berechnet. Die Sorte und der Erntetermin wurden als feste Faktoren verwendet und deren Wechselwirkung wurde geprüft. Anschließend wurden jene Parameter, die signifikant ($p < 0,05$) mit dem Erntetermin zusammenhängen bzw. jene Parameter, die eine signifikante ($p < 0,05$) Wechselwirkung zwischen Sorte und Erntetermin aufwiesen, einer erneuten Varianzanalyse nach Sorten getrennt unterzo-

gen. Als fester Faktor blieb der Erntetermin übrig. Als Post hoc Test wurde der LSD Test verwendet.

Die Hauptkomponentenanalyse (ARMITAGE und BERRY, 1994) wurde getrennt nach Sorten mit einem Teil der Parameter, die laut Varianzanalyse signifikant ($p < 0,05$) mit dem Erntetermin korrelierten, durchgeführt. Die p -Werte $< 0,05$ sind in den Tabellen grau unterlegt, in den Abbildungen mit einem Sternchen gekennzeichnet. Es wird darauf hingewiesen, dass keine p -Wert-Korrektur durchgeführt wurde.

Der Zusammenhang zwischen antioxidativer Kapazität und Gesamtphenolgehalt, monomerem Anthocyangehalt und Resveratrolgehalt wurde mittels Varianzanalyse über alle Sorten und mit der bivariaten Korrelationsanalyse nach Sorten getrennt berechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Reifeverlauf bei allen Sorten

Der Reifeverlauf der wichtigsten phenolischen Verbindungen, der Farbparameter und der sensorischen Parameter wurde, da je Sorte der Stichprobenumfang ($n = 8$) relativ gering war, bei allen Sorten mittels Varianzanalyse getestet. Es wurde nicht nach Standorten getrennt (Tabelle 2):

Zusammenhang verschiedener Parameter mit der Reife ($n=32$)

Parameter	p-Wert		
	Sorte	Ernte	WW Sorte*Ernte
Gesamtphenole	<0,001	<0,001	0,008
Monomere Anthocyane	<0,001	<0,001	0,001
Caftarinsäure	<0,001	0,560	0,281
Tyrosol	<0,001	0,205	0,708
Gallussäure	<0,001	0,473	0,470
Catechin	<0,001	0,843	0,926
Epicatechin	<0,001	0,566	0,609
Resveratrol	<0,001	<0,001	<0,001
Antioxidative Kapazität	<0,001	0,233	0,044
Farbintensität	<0,001	<0,001	0,025
Farbton	<0,001	0,024	<0,001
Helligkeit (L)	<0,001	<0,001	0,031
Buntheit (Chroma)	<0,001	0,015	0,219
Geruch	<0,001	<0,001	0,004
Geruchsrichtung	<0,001	<0,001	0,212
Typizität	0,002	0,054	0,003
Genussreife	<0,001	0,036	0,324
Gerbstoffgehalt	<0,001	<0,001	0,097
Gerbstoffqualität	<0,001	0,018	0,263
Gesamtqualität	<0,001	<0,001	0,036
zuckerfreier Extrakt	<0,001	<0,001	0,001

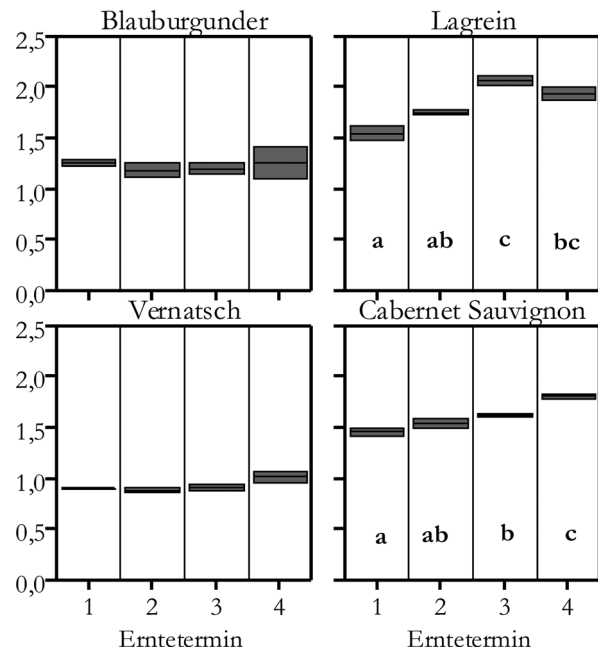


Abb. 1: Veränderungen des Gesamtphenolgehaltes mit zunehmendem Erntetermin

trennt. Die Sorte wurde als fester Faktor im varianzanalytischen Modell berücksichtigt. Gleichzeitig wurde auch die Wechselwirkung zwischen Erntetermin und Sorte geprüft. Bei vielen Parametern wurden signifikante Wechselwirkungen gefunden, d.h., der Reifeverlauf unterschied sich bei den Sorten, sodass eine nach Sorten getrennte Auswertung gemacht wurde. Da keine p -Wert-Korrektur durchgeführt wurde, werden die Ergebnisse rein deskriptiv verwendet. Bei der Auswertung trat bedingt durch die beiden unterschiedlichen Standorte ein Problem auf: Die beiden Standorte wiesen z.T. so unterschiedliche Werte auf, dass es bei der Auswertung zu Scheinkorrelationen geführt hat. Aus diesem Grund wurde ein T-Test durchgeführt, der häufig signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der beiden Standorte hervorbrachte. Die Daten wurden deshalb standortkorrigiert, indem die Differenz der Mittelwerte von den Ergebnissen des zweiten Standortes subtrahiert wurden. Mit diesen standortkorrigierten Daten wurden die folgenden Auswertungen durchgeführt.

Bei den wichtigsten Phenolcarbonsäuren Caftarinsäure, Tyrosol und Gallussäure sowie bei den Flavan-3-olen konnte kein Einfluss des Erntetermins auf die jeweilige Konzentration im Wein festgestellt werden (Tab. 2). Aus der Literatur ist jedoch bekannt, dass der Phenol-

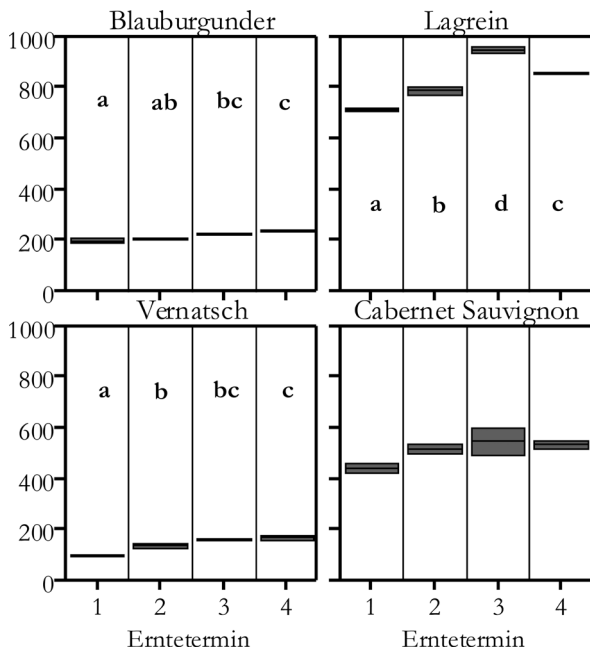


Abb. 2: Veränderungen des Anthocyaningehaltes mit zunehmendem Erntetermin

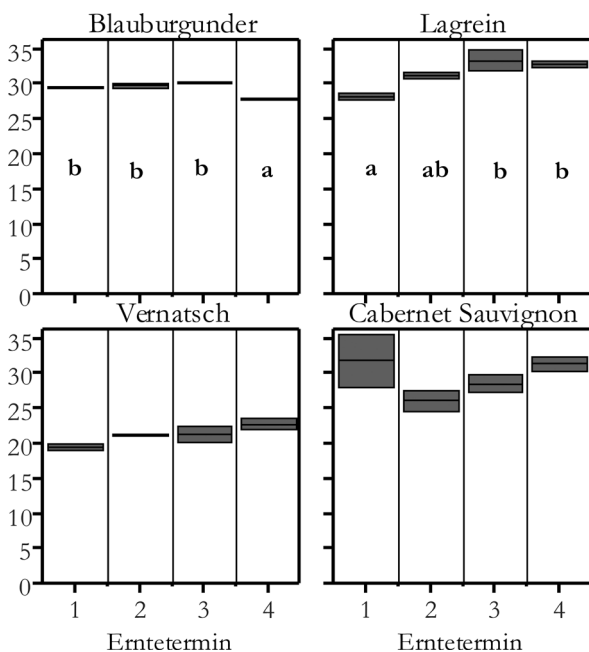


Abb. 3: Veränderungen der antioxidativen Kapazität mit zunehmendem Erntetermin

carbonsäuregehalt sehr wohl auch vom Reifegrad der Trauben bestimmt wird (RAPP, 1999; SCHNEIDER, 2002).

Mit zunehmender Reife nimmt z.B. der Gehalt an Hydroxyzimtsäureester kontinuierlich ab (MACHEIX et al., 1990). Auch die Flavan-3-ol-Konzentration sinkt mit zunehmender Reife der Trauben (FREITAS et al., 2000). Für die Farbsättigung der Weine und die sensorischen Parameter Geruchsrichtung, Genussreife, Gerbstoffgehalt und Gerbstoffqualität konnte ein Zusammenhang mit der Reife gefunden werden (Tab. 2). Diese Parameter wurden auch getrennt nach Sorten betrachtet. Die anderen Parameter zeigten alle eine Wechselwirkung zwischen den Faktoren Sorte und Erntetermin (Tab. 2).

Reifeverlauf getrennt nach Sorten

Ergab die Varianzanalyse signifikante p-Werte ($p < 0,05$), wurden die Ergebnisse des Post Hoc-Testes (LSD) in den Box-plots (Abb.1 bis 14) angegeben.

Bei der Sorte 'Cabernet Sauvignon' wurde eine kontinuierliche Zunahme des Gesamtphenolgehaltes (Abb. 1) festgestellt. Bei den Weinen der Sorte 'Vernatsch' wurden für die Weine des letzten Erntetermins höhere Gesamtphenolmengen gemessen; der Zusammenhang war aber nicht signifikant. Dieses Ergebnis war zu erwarten, denn mit zunehmender Reife nimmt der Gesamtphenolgehalt in den Trauben zu (EDER, 2003a). Bei der Sorte 'Blauer Burgunder' konnten keine Auswirkungen der Reife auf den Gesamtphenolgehalt im Wein beobachtet werden. Dies könnte vielleicht darauf zurückgeführt werden, dass diese Sorte vor allem Flavan-3-ole enthielt, deren Gehalt nicht durch die Reife beeinflusst war (Tab. 2). Bei der Sorte 'Lagrein' trat folgender Verlauf beim Gesamtphenol- und beim Anthocyanengehalt auf: Zunahme der Werte bis zum dritten Erntetermin, und beim vierten Erntetermin stagnierte der Gehalt bzw. nahm sogar wieder leicht ab (Abb. 1 und 2). Dieses Verhalten ist für die Anthocyane charakteristisch: Zu Beginn der Reife nimmt ihr Gehalt zu, erreicht dann in Abhängigkeit von Sorte und Jahrgang bei einem bestimmten Mostgewicht ein Maximum und stagniert dann auf diesem Gehalt oder kann in manchen Fällen auch wieder leicht abnehmen (EDER, 2003b).

Bei 'Lagrein' wurde dieses Maximum überschritten. Die Anthocyankonzentration nahm nach dem dritten Erntetermin wieder ab. Derselbe Reifeverlauf des Gesamtphenolgehaltes bei der Sorte 'Lagrein' könnte darauf zurückgeführt werden, dass bei dieser Sorte etwa die Hälfte des Phenolgehaltes auf die Anthocyanfraktion entfiel. Dass der Anthocyanengehalt sich auf den Gesamtphenolgehalt auswirkt, erscheint besonders wahr-

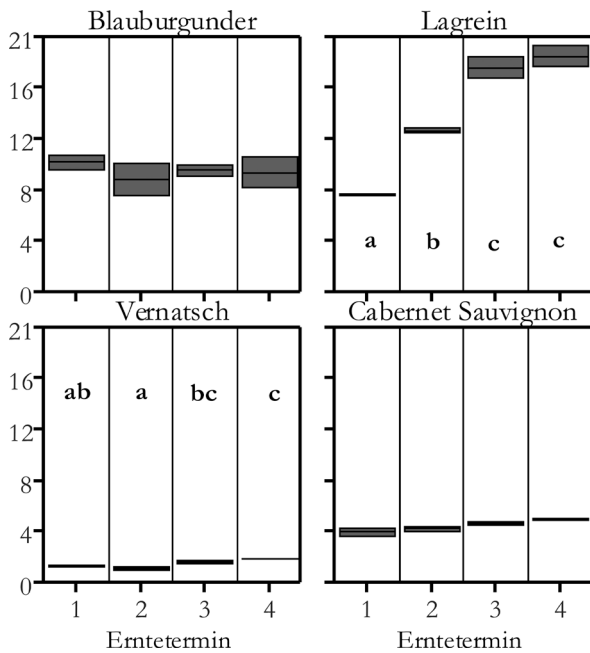


Abb. 4: Veränderungen des Resveratrolgehaltes mit zunehmendem Erntetermin

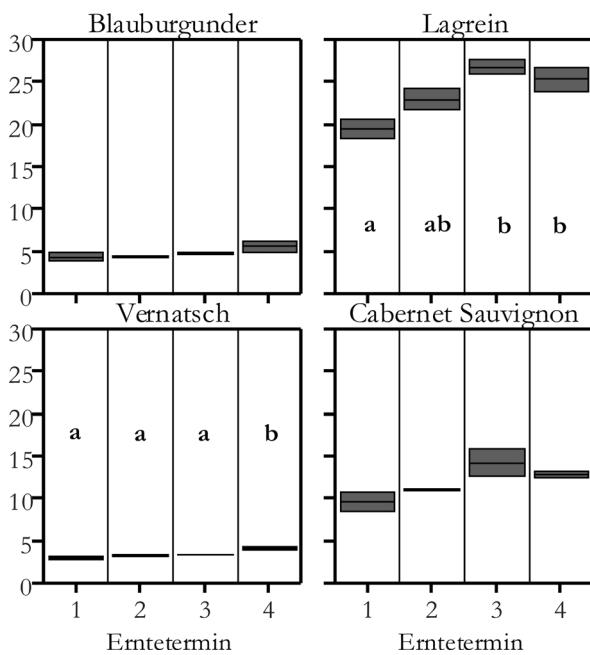


Abb. 5: Veränderungen der Farbintensität mit zunehmendem Erntetermin

scheinlich, wenn man bedenkt, dass z.B. bei blauen Trauben der Gesamtphenolgehalt aufgrund der Akku-

mulierung der Anthocyane insgesamt zunimmt, während es z.B. bei weißen Trauben zu einer Abnahme des Gesamtphenolgehaltes kommt (MACHEIX et al., 1990). Die Anthocyankonzentration (Abb. 2) bei den Sorten 'Blauer Burgunder' und 'Vernatsch' nahm bis zum vierten Erntetermin kontinuierlich zu. Vermutlich wäre es bei einem noch späteren Erntetermin zur Stagnation gekommen. Für diese beiden farbschwachen Sorten wäre eine spätere Lese besonders vorteilhaft. Bei der Sorte 'Cabernet Sauvignon' war der Ernteeinfluss auf die Anthocyankonzentration nicht signifikant.

Der Resveratrolgehalt (Abb. 4) war bei den Sorten 'Lagrein' und 'Vernatsch' vom Erntetermin beeinflusst. Mit zunehmender Reife stieg der Stilbengehalt an. Der 'Vernatsch' zeigte mit Ausnahme des zweiten Erntetermins einen leichten Anstieg bis zum vierten Termin. Bei 'Lagrein' stieg der Gehalt bis zum dritten Erntetermin stark an und stagnierte dann. Die Reife wirkte sich bei den Sorten 'Blauer Burgunder' und 'Cabernet Sauvignon' nicht signifikant auf den Resveratrolgehalt (Abb. 4) in den Weinen aus. Bei der Sorte 'Cabernet Sauvignon' konnte man aber einen leichten Anstieg beobachten, und der letzte Erntetermin wies die höchsten Resveratrolwerte auf. In einem österreichischen Versuch, bei dem zu vier verschiedenen Terminen Beerenproben zur Untersuchung auf ihren Resveratrolgehalt gezogen wurden, konnten bei der Sorte 'Cabernet Sauvignon' ebenfalls die höchsten Resveratrolgehalte beim letzten Beprobungstermin (5. Oktober) festgestellt werden. Bei keiner der vier Sorten ('Blauer Burgunder', 'Cabernet Sauvignon', Blaufränkisch und Zweigelt) war jedoch eine kontinuierliche Zunahme des Resveratrolgehalts feststellbar (EDER et al., 2001).

Die antioxidative Kapazität (Abb. 3) stieg bei 'Lagrein' mit zunehmender Reife bis zum dritten Erntetermin an und stagnierte dann auf dieser Höhe. Bei 'Blauer Burgunder' zeigten die Weine der ersten drei Erntetermine vergleichbare antioxidative Kapazität, während es beim vierten Erntetermin zu einem bemerkenswerten Abfall kam. Die Ursache für diesen Abfall konnte nicht gefunden werden. Bei den Sorten 'Vernatsch' und 'Cabernet Sauvignon' wirkte sich die Reife nicht signifikant auf die antioxidative Kapazität aus. Die Weine des ersten Erntetermins der Sorte 'Vernatsch' wiesen jedoch niedrigere Werte als jene der letzten Lese auf. In Weißweinen konnte ebenfalls durch spätere Ernte höhere antioxidative Kapazität erreicht werden (EDER und WENDELIN, 2002).

Die Farbintensität der Weine nahm mit fortschreitendem Lesedatum zu (Abb. 5). Dieser Trend war bei allen Sor-

Tabelle 3:
Zusammenhang verschiedener Parameter mit der Reife getrennt nach
Sorten (n=8 je Sorte)

Parameter	p-Wert			
	Blauer Burgunder	Lagrein	Großvernatsch	Cabernet Sauvignon
Gesamtphenole	0,886	0,009	0,103	0,005
Monomere Anthocyane	0,019	0,001	0,006	0,212
Resveratrol	0,785	0,001	0,014	0,106
Antioxidative Kapazität	0,005	0,049	0,144	0,363
Farbintensität	0,293	0,045	0,016	0,113
Farbton	<0,001	0,609	0,163	0,448
Helligkeit (L)	0,488	0,034	0,016	0,092
Buntheit (Chroma)	0,511	0,258	0,008	0,286
Geruch	0,130	0,235	0,002	0,013
Geruchsrichtung	0,080	0,085	0,129	0,009
Typizität	0,266	0,039	0,139	0,035
Genussreife	0,800	0,296	0,015	0,063
Gerbstoffgehalt	0,103	0,307	0,058	0,015
Gerbstoffqualität	0,617	0,213	0,041	0,008
Gesamtqualität	0,031	0,023	0,021	0,029
zuckerfreier Extrakt	0,001	0,009	0,150	0,001

ten feststellbar; doch zeigten nur 'Lagrein' und 'Vernatsch' signifikante Ergebnisse. Dieser Verlauf war angesichts der mit zunehmender Reife ansteigenden Anthocyankonzentration zu erwarten. RIBÉREAU-GAYON et al. (2000) fanden in Weinen der Sorte 'Cabernet Sauvignon' mit späterem Erntetermin sowohl höhere Anthocyankonzentrationen als auch höhere Farbintensitäten.

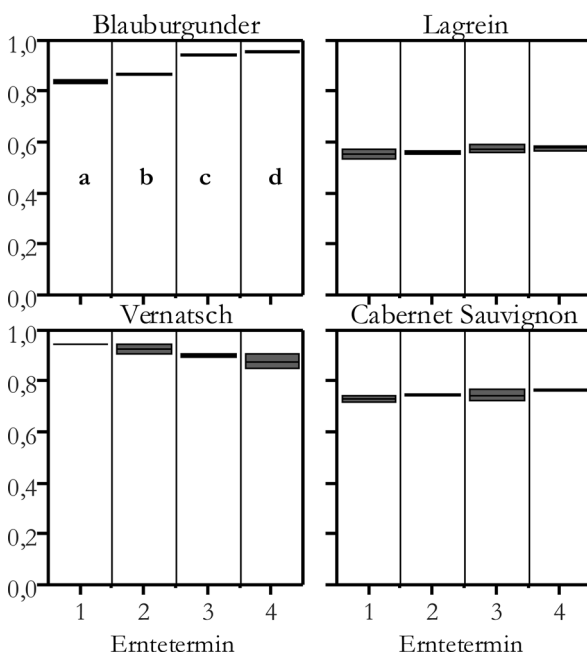


Abb. 6: Farbton mit zunehmendem Erntetermin

Ein interessantes Ergebnis lieferte der Parameter Farbton bei der Sorte 'Blauer Burgunder' (Abb. 6): Der Farbtonwert stieg mit jedem Erntetermin kontinuierlich an, d.h., die Farbe ging zunehmend in Richtung braun-rot. Bei 'Vernatsch' konnte hingegen genau der umgekehrte Trend gefunden werden. Die Ergebnisse der Varianzanalyse waren für 'Vernatsch' wie auch für die beiden anderen Sorten nicht signifikant. Normalerweise führt die zunehmende Polymerisierung der Pigmente zu einem höheren Farbtonwert, der typisch für ältere Rotweine ist (RIBÉREAU-GAYON et al., 2000). UMMARINO et al. (2001) fanden auch, dass bei der Sorte 'Blauer Burgunder' mit zunehmender Reife der Farbton ansteigt, als ob mit Näherrücken des Vollreifezeitpunkts die Extrahierbarkeit von

braunen Pigmenten zunimmt oder die Intensität der oxidativen Polymerisierungsreaktionen ansteigt.

Die sensorischen Parameter waren vor allem bei der Sorte 'Cabernet Sauvignon' signifikant vom Erntetermin beeinflusst (Tab. 3). Der Parameter Gesamtqualität hing als einziger bei allen vier Sorten signifikant mit der Reife zusammen.

Obwohl die sensorische Analyse als wichtigstes Mittel gilt, um die Weinqualität zu beurteilen (KOBLE, 1996), bleibt die Bewertung subjektiv. Nach der Methode von KOBLE (1996) kann die Fähigkeit zu reproduzierbarem Beurteilen in Zusammenhang mit der Auspunktungsbereitschaft der Koster geprüft werden. Dabei wird mittels Varianzanalyse ein F-Wert ermittelt. Dieser F-Wert dient in erster Linie dazu, um Koster mit einer schlechten Tagesverfassung von der Berechnung der Gesamtmittelwerte auszuschließen. Anhand des Medians der F-Werte aller Verkoster kann man zusätzlich erkennen, ob es für die Kostkommission einfach oder schwierig war, die Varianten zu unterscheiden. Bei der 'Blauburgunder'-Kost lag der mittlere F-Wert z.B. bei 3,98, bei der 'Vernatsch'-Kost bei 3,28. Trotz der guten F-Werte konnten bei bestimmten Parametern, Varianten und Sorten nur geringe Unterschiede in der Endbewertung festgestellt werden. Die Varianten der Weine waren zwar unterschiedlich und wurden als solche auch erkannt, doch die Kostkommission war sich in ihren Bewertungen nicht einig, weshalb sich die Differenzen in Summe zum Teil aufhoben. Aus diesem Grund kann die Auswertung sensorischer Daten unsignifi-

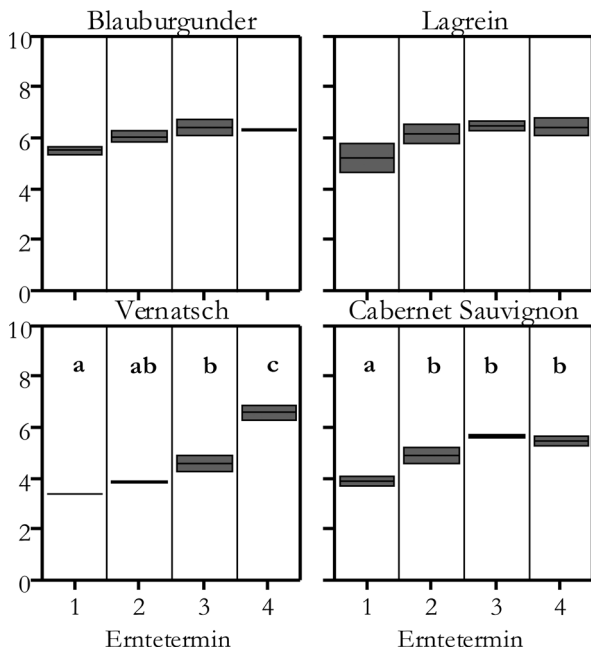


Abb. 7: Geruch mit zunehmendem Erntetermin

kante Ergebnisse liefern, obwohl sehr wohl Unterschiede vorhanden sind (KOBLE, 2005). Der Duft der Weine wurde von Erntetermin zu Erntetermin vielfältiger (signifikant bei 'Vernatsch' und 'Ca-

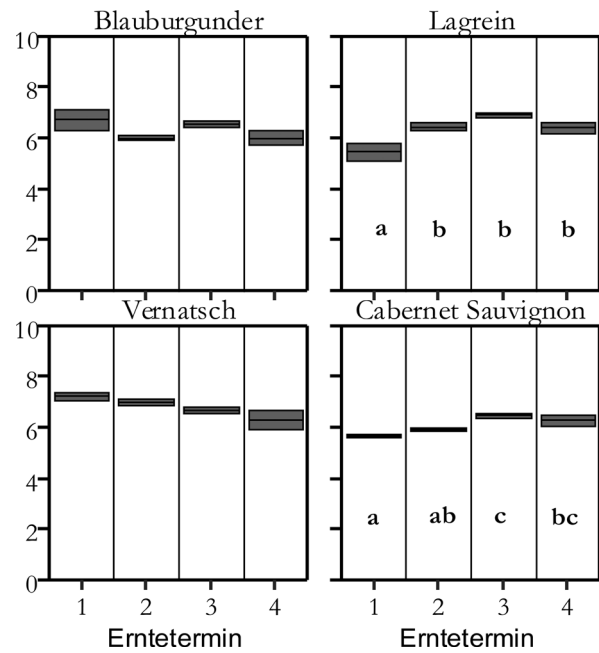


Abb. 9: Typizität mit zunehmendem Erntetermin

bernet Sauvignon') und ging stärker in Richtung marmeladig, d.h. in Richtung reifer Früchte (Abb. 7 und 8). Die Weine der Sorten 'Lagrein' und 'Cabernet Sauvignon' wurden bis zum dritten Erntetermin kontinuierlich typischer (bei 'Lagrein' unterscheiden sich die

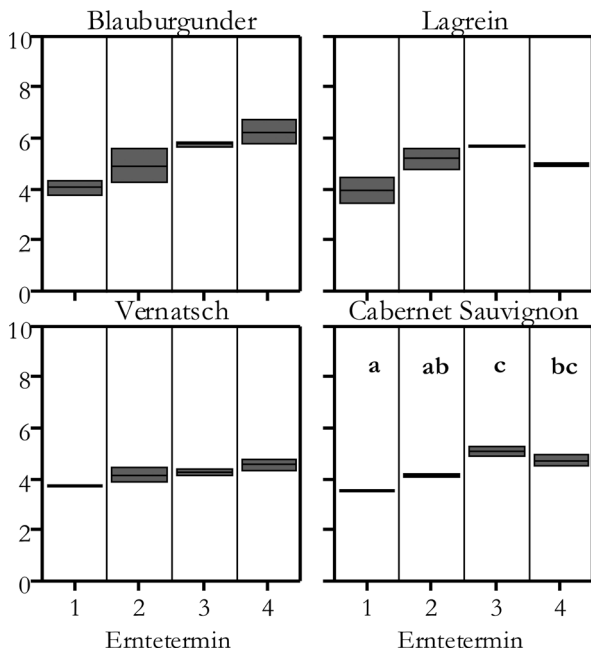


Abb. 8: Geruchsrichtung mit zunehmendem Erntetermin

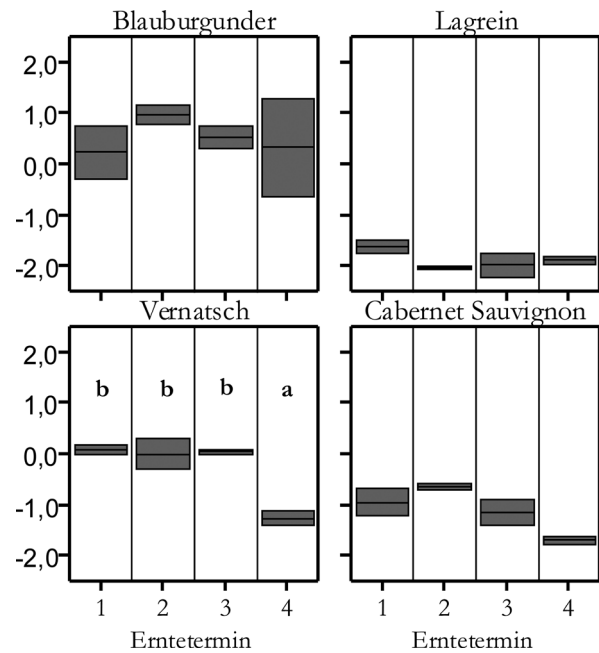


Abb. 10: Genussreife mit zunehmendem Erntetermin

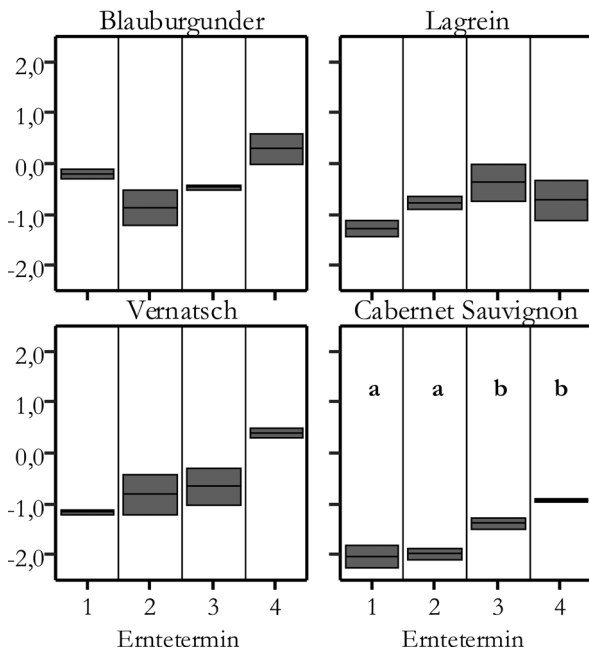


Abb. 11: Gerbstoffgehalt mit zunehmendem Erntetermin

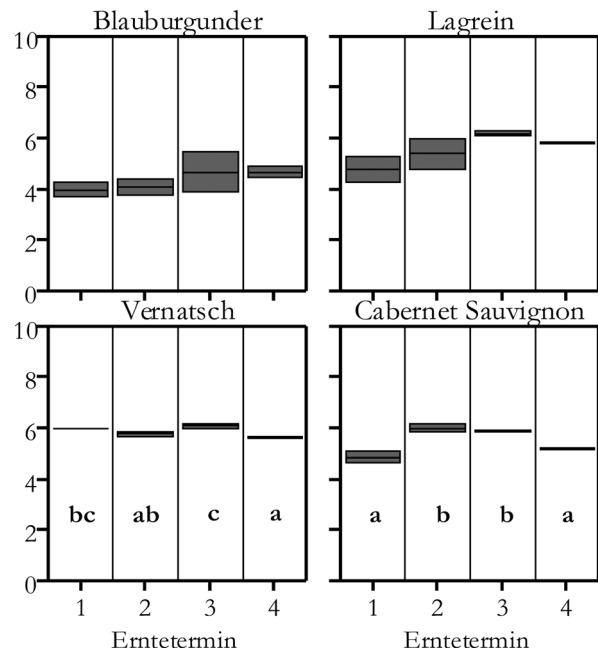


Abb. 12: Gerbstoffqualität mit zunehmendem Erntetermin

Weine ab dem zweiten Erntedatum nicht signifikant), der vierte Erntetermin war wieder etwas sortenuntypischer (Abb. 9). Der dritte Erntetermin entspricht vermutlich der Reife, die für gewöhnlich bei diesen Sorten

in Südtirol erreicht wird. Bei 'Vernatsch' kann man einen Trend erkennen: Je später geerntet wurde, umso sortenuntypischer wurde der Wein. Dies deutet darauf hin, dass 'Vernatsch' meist früh gelesen wird und daher die früheren Varianten den gängigen Vorstellungen des 'Vernatsch'-Weines entsprechen. Die 'Vernatsch'-Varianten des vierten Erntetermins waren für die Verkoster eher ungewohnt, und deshalb waren diese sich uneinig darüber, inwieweit diese Weine dem typischen 'Vernatsch' entsprechen. In Bezug auf den Begriff Typizität kann man die Frage stellen, inwiefern man darunter die Wiedererkennbarkeit einer Sorte versteht, oder kann Typizität nicht viel mehr mit jenem Wein-Typ konform sein, der angestrebt wird (pers. Mitt. KOBLER, 2004)? Gilt ersteres, so weisen demnach Weine eine hohe Typizität auf, welche den Verkostern in ihren Eigenschaften, seien es positive oder negative, vertraut sind. Da Typizität sich neben anderen Parametern auch auf die Gesamtqualität eines Weines auswirkt (pers. Mitt. KOBLER, 2004), sollte Typizität sich nicht allein auf die Wiedererkennbarkeit beschränken. Im Sinne einer innovativen Weiterentwicklung im Bereich Sortentypizität wäre es wünschenswert, den Begriff Typizität umfassender zu definieren.

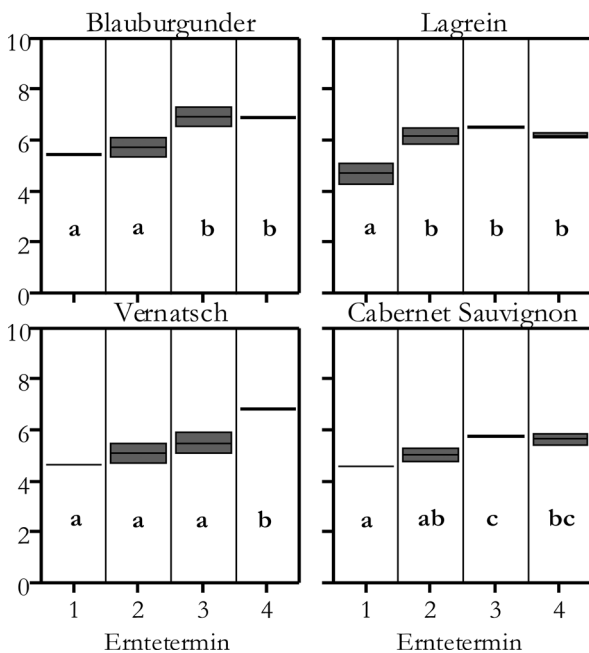


Abb. 13: Gesamtqualität mit zunehmendem Erntetermin

Bei 'Vernatsch' wurde der vierte Erntetermin als deutlich weniger genussreif eingestuft als die früher geernteten Varianten (Abb. 10). Dieser wurde als gerbsto-

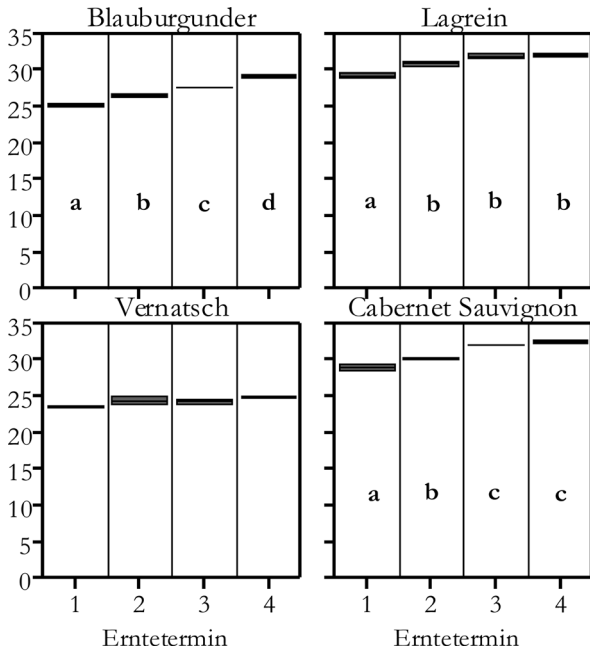


Abb. 14: Zuckerfreier Extrakt mit zunehmendem Erntetermin

ffreichster Wein bewertet ($p < 0,059$). Dieser sensorische Parameter (Abb. 11) nahm mit dem Erntetermin zu, bei 'Cabernet Sauvignon' war dieser Anstieg signi-

fikant; bei 'Vernatsch' jedoch nicht. 'Lagrein' zeigt wie bei vielen anderen Parametern eine Zunahme bis zum dritten und einen Abfall beim vierten Erntetermin, der Zusammenhang war aber ebenfalls nicht signifikant.

Bei der Sorte 'Cabernet Sauvignon' war auch die Gerbstoffqualität (Abb. 12) signifikant mit dem Lese-termin verbunden: Die beiden mittleren Termine wiesen eine höhere Qualität als der erste und letzte Termin auf. Bei der Sorte 'Vernatsch' war dieser Parameter auch signifikant von der Reife beeinflusst, doch die Ergebnisse zeigten keinen linearen Verlauf. Die Weine des dritten Erntetermins wiesen die höchste Gerbstoffqualität auf.

Ein bemerkenswertes Ergebnis lieferte die sensorisch ermittelte Gesamtqualität (Tab. 3), die bei allen Sorten signifikante Ernteeinflüsse zeigte: Der erste Erntetermin war bei allen Sorten der schlechteste, und der späteste Erntetermin gehörte bei allen zu den besten (Abb. 13). Während bei 'Lagrein' sich die Weine ab dem zweiten Erntetermin nicht mehr signifikant unterschieden, wiesen bei 'Vernatsch' die ersten drei Erntetermine ähnliche Qualitäten auf, und erst der vierte war bedeutend besser. Bei den Blauburgunder-Weinen waren die ersten beiden Erntetermine schlechter als die beiden späteren. Die Cabernet-Sauvignon-Weine

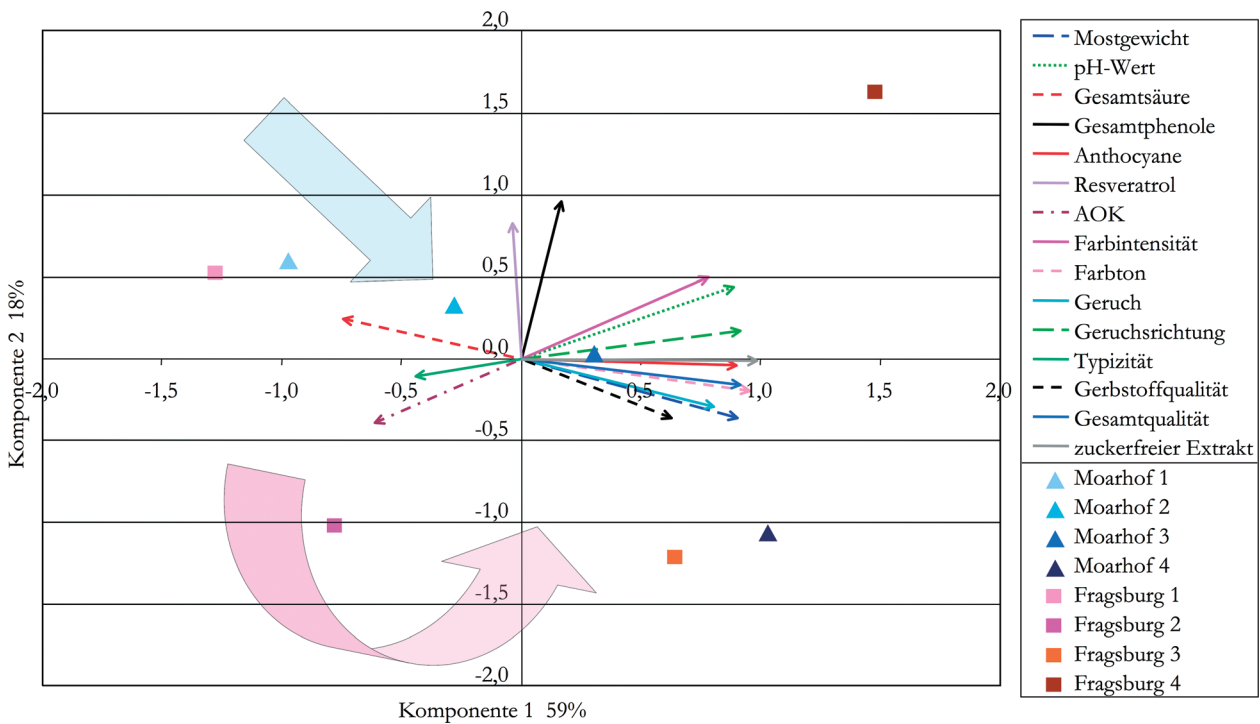


Abb. 15: Hauptkomponentenanalyse der Sorte Blauburgunder

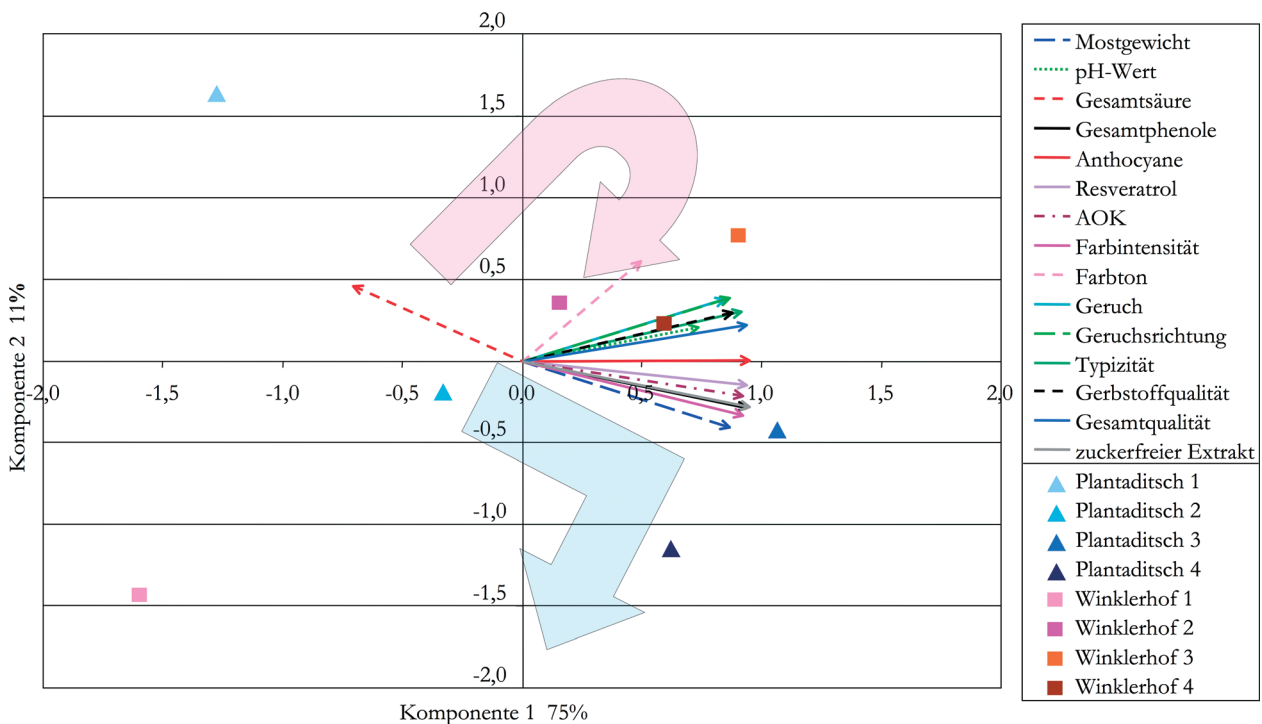


Abb. 16: Hauptkomponentenanalyse der Sorte Lagrein

wurden bis zum dritten Erntetermin kontinuierlich besser. Anhand dieser Ergebnisse kann man für eine spätere Ernte plädieren. Zusätzlich zum Grundtenor der Literatur, dass eine spätere Ernte vorteilhafter ist, weist FOX (2001) aber auch darauf hin, dass es dabei eventuell zu Problemen mit der Rotweinfarbe kommen könnte.

Der Gehalt an zuckerfreiem Extrakt, einem analytischen Qualitätsparameter, zeigte ein vergleichbares Bild (Abb. 14): Der erste Erntetermin bei der Sorte 'Lagrein' enthielt weniger zuckerfreien Extrakt als die folgenden drei Erntetermine. Bei 'Cabernet Sauvignon' trat ein kontinuierlicher Anstieg bis zum dritten Erntetermin auf. Bei der Sorte 'Blauer Burgunder' stieg der zuckerfreie Extraktwert bis zum letzten Erntetermin stetig an. Bei 'Vernatsch' konnte kein Zusammenhang mit der Reife festgestellt werden.

Bei der Verkostung wurde auch die Reintönigkeit der Weine beurteilt. Der tiefste Mittelwert der Verkostung in Südtirol betrug 6,1 auf einer Skala von 0 bis 10 mit 0 als 'unsauber'. Bei der Verkostung in der HBLA Klosterneuburg wurden fünf der 32 Weine von mindestens einem Verkoster als fehlerhaft beurteilt (Tab. 1a). Man kann erkennen, dass die als fehlerhaft eingestuft Weine alle den späten Ernteterminen angehören. Der 'Vernatsch', der einen leichten Reduktivton aufwies,

zeigte auch bei der Südtiroler Verkostung im Vergleich zu den anderen Weinen dieser Sorte einen deutlich niedrigeren Mittelwert bei der Reintönigkeit. Die anderen Unsauberkeiten spiegeln sich nicht in niedrigen Reintönigkeitswerten wider. Obwohl keiner der Weine Probleme bei der Gärung gezeigt hat, könnte dieses Ergebnis darauf hindeuten, dass die Verarbeitung von sehr reifem Lesegut problematischer ist.

Verfolgt man den Reifeverlauf bei der Sorte 'Vernatsch', sieht man bei fast allen Parametern, dass sowohl die analytischen als auch die sensorischen Parameter beim letzten Erntetermin die höchsten Werte aufwiesen. Die Weine tendieren aber dazu, immer untypischer zu werden. Bei der Sorte 'Blauer Burgunder' waren wenige Parameter vom Erntetermin beeinflusst. Der Anthocyanengehalt, aber leider auch der Farbton sowie die sensorisch festgestellte Gesamtqualität und der zuckerfreie Extraktgehalt, stiegen mit zunehmendem Erntetermin an. Die antioxidative Kapazität blieb zunächst auf gleichem Niveau, nahm aber beim letzten Erntetermin ab. 'Lagrein' zeigte bei vielen Parametern denselben Reifeverlauf, nämlich Anstieg bis zum zweiten oder dritten Erntetermin und anschließende Stagnation bzw. wieder leichte Abnahme. Die Werte bei 'Cabernet Sauvignon' stiegen bis zum vierten Erntetermin an oder zeigten denselben Reifeverlauf wie die Sorte 'Lagrein'.

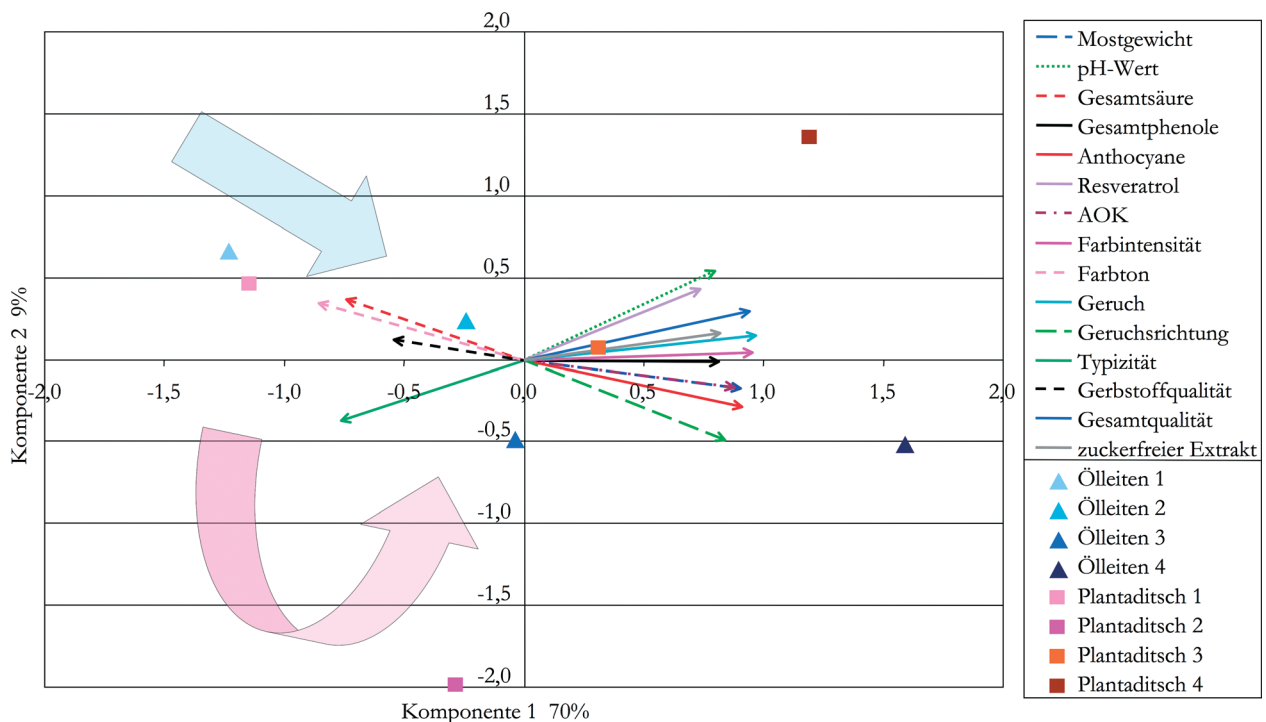


Abb. 17: Hauptkomponentenanalyse der Sorte Vernatsch

Hauptkomponentenanalyse

Der Reifeverlauf wurde auch anhand der Hauptkomponentenanalyse getrennt nach Sorten dargestellt. Das Ergebnis ist in den Abbildungen 15 bis 18 dargestellt. Der Reifeverlauf wurde mit den Trendpfeilen angedeutet. Für jede Sorte ergab sich ein unterschiedliches Bild sowohl für den Zusammenhang der Parameter untereinander als auch für die Reifeentwicklung der Weine. Auch die Weine der beiden Standorte zeigten unterschiedliche Entwicklungen. Verallgemeinernd kann aber gesagt werden, dass die frühen Erntetermine links von der y-Achse angeordnet sind, während die späten Erntetermine rechts davon liegen.

'Blauer Burgunder'

Bei der Sorte 'Blauer Burgunder' konnte für beide Standorte eine ähnliche Reifeentwicklung beobachtet werden (Abb. 15).

Der Gesamtphenol- und der Resveratrolgehalt zeigten kaum Zusammenhänge mit den anderen Parametern. Das Mostgewicht hing eng mit dem Geruch, der Farbton mit der Gesamtqualität und der zuckerfreie Extrakt mit dem Anthocyanengehalt zusammen. Die Parameter antioxidative Kapazität und Typizität zeigten dieselbe Tendenz wie die Gesamtsäure.

Die ersten beiden Erntetermine wurden vor allem durch den hohen Mostsäuregehalt charakterisiert. Die Weine der späteren Erntetermine wiesen eine höhere Gerbstoffqualität, einen komplexeren Geruch, der in Richtung „marmeladig“ tendierte, und eine höhere Gesamtqualität auf. Der Wein des vierten Erntetermins - Standort Fragsburg - zeigte eine hohe Farbintensität und einen hohen Gesamtphenolgehalt.

'Lagrein'

Bei der Sorte 'Lagrein' verlief die Reife an beiden Standorten unterschiedlich (Abb. 16). Die sensorischen Parameter korrelierten alle in einem relativ engen Bereich. Der Farbton hing nicht wesentlich mit den anderen Parametern zusammen. Der Gesamtphenolgehalt und der zuckerfreie Extrakt zeigten denselben Verlauf. Der Säuregehalt korrelierte negativ mit dem Mostgewicht.

Die Moste des Erntetermins 1 beider Standorte wiesen einen hohen Säuregehalt auf. Bei den Weinen des Standortes Plantaditsch stiegen von Erntetermin 1 bis 3 der Gesamtphenol-, der Anthocyan-, der zuckerfreie Extraktgehalt und die Farbintensität an. Der Wein des vierten Erntetermins enthielt wieder etwas geringere Gesamtphenol- und Anthocyankonzentrationen als jener des dritten Termins (Abb. 16).

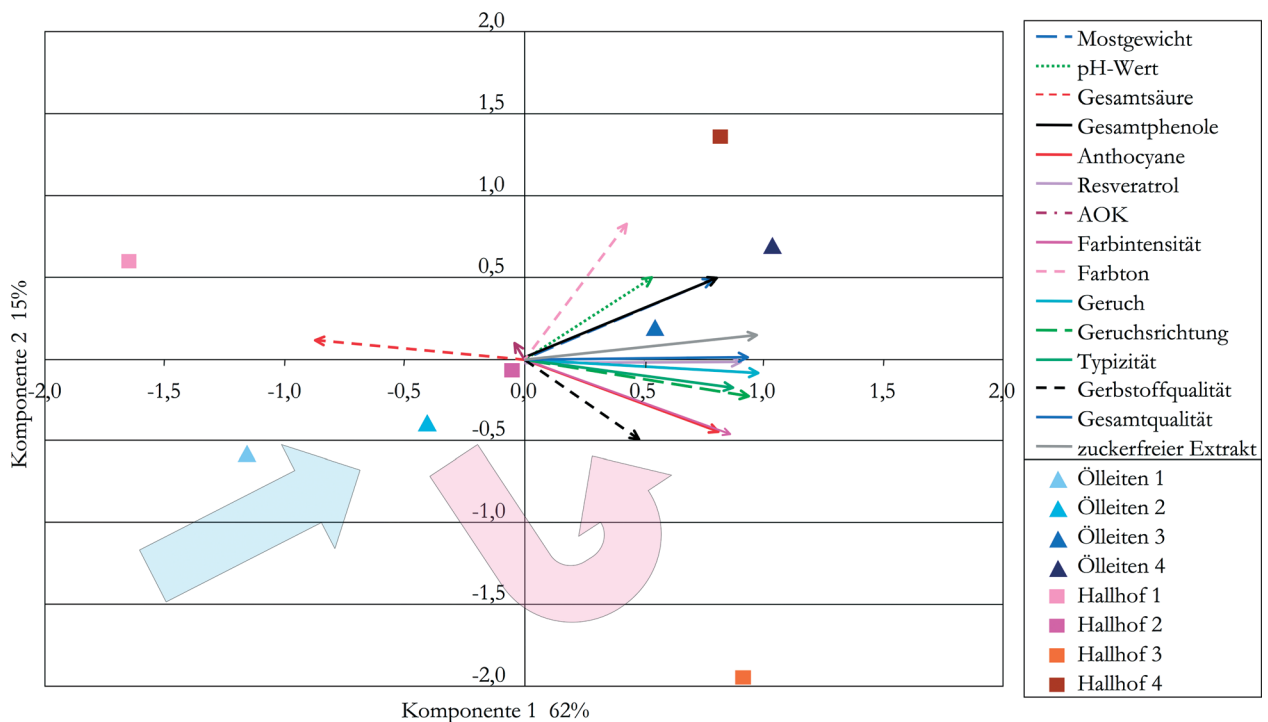


Abb. 18: Hauptkomponentenanalyse der Sorte Cabernet Sauvignon

Die Weine des Standortes Winklerhof zeigten einen Trend in eine andere Richtung: von relativ hohem Säuregehalt des Mostes (Winklerhof 1) zu hohen Farbtonwerten. Der Wein des vierten Erntetermins (Winklerhof 4) wies von den Weinen dieser Sorte den komplexesten Geruch auf. Allgemein brachte dieser Standort im Vergleich zum Standort Plantaditsch Weine hervor, die sortentypischer waren und einen höheren Farbton aufwiesen.

'Vernatsch'

Auch bei der Sorte 'Vernatsch' zeigten die Weine der beiden Standorte unterschiedliche Reifetrends (Abb. 17). Die sensorischen Parameter zeigten wenig Gemeinsamkeiten: Typizität und Gesamtqualität korrelierten negativ. Die Weine mit hoher Gesamtqualität waren somit relativ untypisch. Man sieht, dass sich die Gesamtqualität der Weine aus vielen sensorischen Eindrücken zusammensetzt und die Typizität nur einer davon ist. Der Farbtonwert und der Anthocyangehalt korrelierten negativ; d.h., mit zunehmendem Anthocyangehalt änderte sich der Farbton von eher gelben zu mehr roten Nuancen. Die antioxidative Kapazität zeigte denselben Verlauf wie das Mostgewicht. Die Weine des ersten Erntetermins beider Standorte zeigten einen hohen Farbtonwert und der Säuregehalt

des Ausgangsmostes war ebenfalls hoch. Die Weine der späten Lese wiesen einen höheren Gesamtphenol-, Anthocyan- und Resveratrolgehalt auf.

'Cabernet Sauvignon'

Die Weine der beiden Standorte zeigten wiederum eine unterschiedliche Reifeentwicklung (Abb. 18). Der Anthocyangehalt hing mit der Farbintensität und der Gesamtphenolgehalt mit dem Mostgewicht eng zusammen. Der Farbton zeigte keine Gemeinsamkeiten mit dem Anthocyangehalt und der Farbintensität. Die sensorischen Parameter mit Ausnahme der Gerbstoffqualität waren in einem relativ engen Bereich angeordnet. Der zuckerfreie Extrakt zeigte eine sehr ähnliche Ausrichtung wie die Gesamtqualität. Der Verlauf der antioxidativen Kapazität konnte durch die zwei Hauptfaktoren nicht erklärt werden, sie hing dementsprechend auch mit keinem der Parameter zusammen. Der Reifeverlauf der Weine des Standortes Ölleiten war charakterisiert durch einen ansteigenden Gesamtphenolgehalt. Beim anderen Standort war der Säuregehalt im Most des ersten Erntetermins sehr hoch. Der Wein des dritten Erntetermins war gekennzeichnet durch einen sehr hohen Anthocyangehalt und durch eine hohe Farbintensität. Der Wein des letzten Erntetermins wies den höchsten Gesamtphenolgehalt auf.

Tabelle 4:
Ergebnisse der Varianzanalyse: Zusammenhang zwischen Phenolgehalt und AOK (n=32)

	Sorte	Gesamtphenole	r	r ²
Antioxidative Kapazität	p<0,001	p=0,037	0,39	0,15
	Sorte	Monomere Anthocyane	r	r ²
Antioxidative Kapazität	p<0,001	p=0,038	0,39	0,15
	Sorte	Resveratrol	r	r ²
Antioxidative Kapazität	p<0,001	p=0,014	0,45	0,20

Antioxidative Kapazität

Die Varianzanalyse ergab für alle drei Parameter - Gesamtphenolgehalt, Anthocyanengehalt und Resveratrolgehalt - einen signifikanten Zusammenhang mit der antioxidativen Kapazität. Die Korrelationskoeffizienten waren aber sehr niedrig (Tab. 4). Zwischen antioxidativer Kapazität und Gesamtphenolgehalt wurde über alle Sorten ein Korrelationskoeffizient von 0,39 ($p < 0,037$) ermittelt. Dieser Wert steht im Gegensatz zu anderen Untersuchungen, die alle hohe Korrelationskoeffizienten (r_s) von 0,99 (SIMONETTI et al., 1997), von 0,96 ($p < 0,001$) (BURNS et al., 2000) und von 0,97 (POUR NIKFARDJAM, 2001) beobachteten. Die Daten nach Sorten ausgewertet lieferten die Erklärung für den niedrigen Wert in dieser Untersuchung: Die

Sorten 'Blauer Burgunder' und 'Cabernet Sauvignon' zeigten keinen Zusammenhang zwischen den beiden Parametern. 'Lagrein' und 'Vernatsch' zeigten mit 0,91 bzw. 0,78 recht hohe Korrelationskoeffizienten (Abb. 19). Keiner der oben genannten Autoren wertete getrennt nach Sorten aus bzw. berücksichtigte den Sorteneinfluss, wobei die ersten beiden Autoren zum Teil nur einen Wein pro Sorte untersuchten. WAGNER et al. (2000) fanden zwischen dem Gesamtphenolgehalt von Rotweinen und deren antioxidativen Kapazität ebenfalls signifikante Ergebnisse ($r_s = 0,70$). Aufgeteilt auf Sorten und Weinbauregion konnte für eine von vier Varianten der Sorte 'Zweigelt' aus dem Gebiet Neusiedlersee kein signifikanter Korrelationskoeffizient ermittelt werden.

Der monomere Anthocyanengehalt korrelierte mit der antioxidativen Kapazität. Der Wert des Korrelationskoeffizienten war mit 0,39 wieder sehr niedrig. Aufgetrennt nach Sorten zeigten nur 'Vernatsch' und 'Lagrein' mit Werten von 0,86 bzw. 0,98 einen Zusammenhang (Abb. 20). BURNS et al. (2000) fanden hingegen keinen Zusammenhang ($r_s = 0,35$; $p = 0,182$). Der 'Lagrein' wies die höchsten Anthocyan- und Resveratrolkonzentrationen bzw. die größte Spannweite im Resveratrolgehalt auf. Dies könnte ein Grund für die Korrelationen mit der antioxidativen Kapazität sein (Abb. 20). Für den Zusammenhang zwischen Anthocyanengehalt und antioxidativer Kapazität bei 'Vernatsch', der

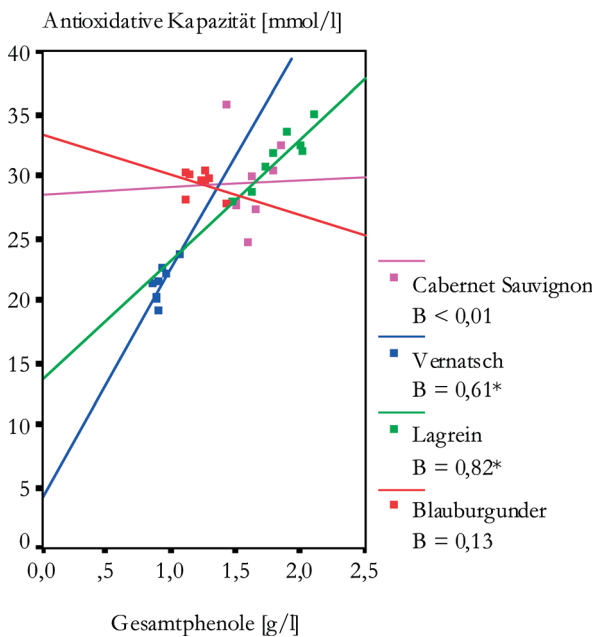


Abb. 19: Zusammenhang AOK-Gesamtphenolgehalt

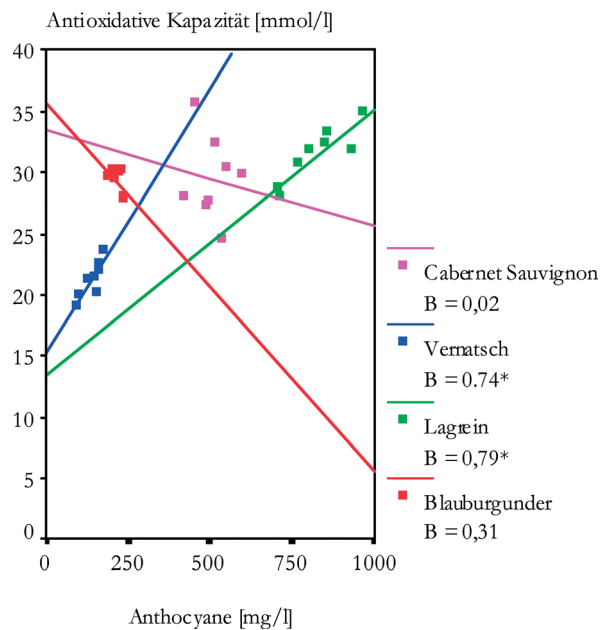


Abb. 20: Zusammenhang AOK-Anthocyanengehalt

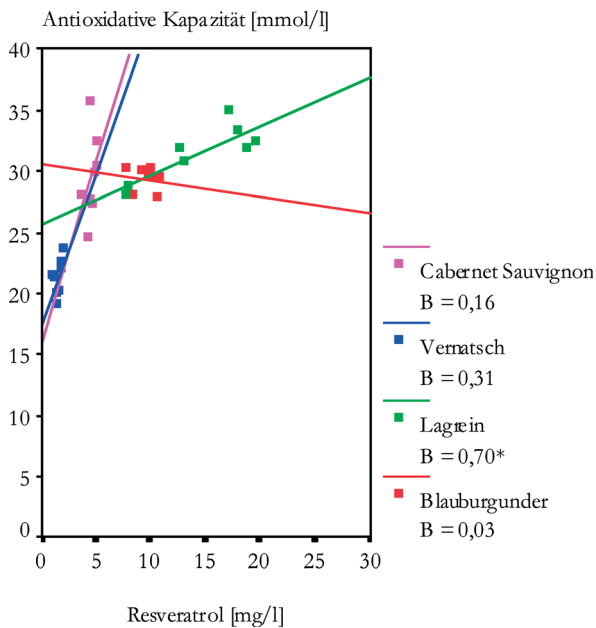


Abb. 21: Zusammenhang AOK-Resveratrolgehalt

von allen Sorten den geringsten Farbstoffgehalt aufwies, konnte keine befriedigende Erklärung gefunden werden.

Den höchsten, aber immer noch eher niedrigen Korrelationskoeffizienten über alle Sorten mit der antioxidativen Kapazität wies der Resveratrolgehalt ($r = 0,45$) auf, obwohl getrennt nach Sorten nur für 'Lagrein' eine entsprechende Korrelation (0,84) gefunden werden konnte (Abb. 21). Auch andere Autoren fanden einen signifikanten Zusammenhang zwischen Resveratrolgehalt und antioxidativer Kapazität (BURNS et al., 2000; ALONSO et al., 2002). POUR NIKFARDJAM et al. (1998) konnten hingegen keine Korrelation zwischen dem Resveratrolgehalt und dem antioxidativen Potenzial feststellen. Sie sahen die Ursache in der zu geringen Stilbenkonzentration im Wein.

Bei 'Blauber Burgunder' war auffällig, dass es beim vierten Erntetermin zu einem Abfall der antioxidativen Kapazität kam (Abb. 3). Beim vierten Erntetermin an beiden Standorten zeigte keine der untersuchten Phenolfractionen gleichzeitig einen Konzentrationsrückgang und auch der Alkoholgehalt stieg bis zum letzten Erntetermin deutlich an.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei der Sorte 'Lagrein' der Gesamtphenolgehalt, aber auch Anthocyan- und Resveratrolgehalt die antioxidative Kapazität stark beeinflussen. Anhand dieser Studie lässt sich vermuten, dass die antioxidative Kapazität nicht bei allen Sorten vom Gesamtphenolgehalt abhängt.

Schlussfolgerung

Der Gesamtphenolgehalt nahm, ausgenommen bei der Sorte 'Blauber Burgunder', mit zunehmendem Reifetermin zu; ebenso der Anthocyangehalt. Die Sorte 'Lagrein' war beim vierten Erntetermin schon überreif. Dies drückte sich in der Stagnation bzw. Abnahme der Werte vieler Parameter vom dritten zum vierten Erntetermin aus.

Der Gehalt an Phenolcarbonsäuren und an Flavan-3-olen im Wein war nicht von der Reife der Trauben beeinflusst.

Der sensorische Parameter Gesamtqualität hing bei allen Sorten signifikant mit dem Lesedatum zusammen. Für die Sorte 'Lagrein' würde der dritte der wöchentlichen Erntetermine den optimalen Lesetermin darstellen, während für die anderen Sorten aufgrund des höheren Gesamtphenol- und Anthocyangehaltes und der höheren Gesamtqualität die letzten beiden bzw. der vierte Erntetermin vorteilhaft wären. Bei der Sorte 'Blauber Burgunder' litt jedoch der Farbton mit zunehmender Reife, d.h., er tendierte immer stärker zu braun-rot. Bei jenen Varianten, bei denen keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den sensorischen Parametern und den Ernteterminen festgestellt wurden, kann dies auch auf unterschiedliche Kosterpräferenzen zurückgeführt werden. Die betroffenen Weine wurden zwar gut differenziert, jedoch mit gegensätzlichen Bewertungen. Die antioxidative Kapazität korrelierte mit dem Gesamtphenol-, dem Anthocyan- und dem Resveratrolgehalt. Die Korrelationskoeffizienten waren jedoch sehr niedrig. Dies konnte damit erklärt werden, dass bei den Sorten 'Blauber Burgunder' und 'Cabernet Sauvignon' keiner der drei Parameter einen Einfluss auf das antioxidative Potenzial der Weine ausübte.

Literatur

- ALONSO, A.M., DOMINGUEZ, C., GUILLÉN, D.A. and BARROSO, C.G. 2002: Determination of antioxidant power of red and white wines by a new electrochemical method and its correlation with polyphenolic content. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3112-3115
- EU (1990): Verordnung (EWG) Nr. 2676/90 der Kommission vom 17. September 1990 zur Festlegung gemeinsamer Analysemethoden für den Weinsektor. *Amtsblatt d. Europ. Gemeinschaft L 272*, 33: 169
- BURNS, J., GARDNER, P.T., O'NEILL, J., CRAWFORD, S., MORECROFT, I., MCPHAIL, D.B., LISTER, C., MATTHEWS, D., MACLEAN, M.R., LEAN, M.E.J., DUTHIE, G.G. and CROZIER, A. 2000: Relationship among antioxidant activity, vasodilation capacity, and phenolic content of red wines. *J. Agric. Food Chem.* 48: 220-230

- FREITAS, DE V.A.P., GLORIES, Y. and MONIQUE, A. 2000: Development changes of procyanidins in grapes of red *Vitis vinifera* varieties and their composition in respective wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 51: 397-403
- EDER, R., WENDELIN, S. und BARNA, J. 1990: Auftrennung der monomeren Rotweinanthocyane mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) - Methodenvergleich und Vorstellung einer neuen Methode. *Mitt. Klosterneuburg* 40: 68-75
- EDER, R., WENDELIN, S. und VRHOVSEK, U. 2001: Resveratrolgehalte von Trauben und Rotweinen in Abhängigkeit von Lesejahrgang und Lesetermin. *Mitt. Klosterneuburg* 51: 64-78
- EDER, R. und WENDELIN, S. (2002): Phenolzusammensetzung und antioxidative Kapazität von Trauben und Weinen. ALVA-Jahrestagung, pp. 163-166. - Klosterneuburg, 2002
- EDER, R. (2003a): Gerbstoff-assoziierte Fehler. In: EDER, R. (Hrsg.): *Weinfehler*. - Leopoldsdorf: Agrarverlag, 2003
- EDER, R. (2003b): Mangelhafte Rotweinfarbe. In: EDER, R. (Hrsg.): *Weinfehler*. - Leopoldsdorf: Agrarverlag, 2003
- EDER, R. und BRANDES, W. (2003): Weinanalysen im eigenen Betrieb : Grundparameter. - Leopoldsdorf: Agrarverlag, 2003
- FISCHER, U. und STRASSER, M. 1999: Tanninmanagement, Teil I: Von Körper, Fülle und Nachhaltigkeit. *Dt. Weinmagazin* (18): 36-39
- FOX, R. 2001: Lesetermin optimieren. *Dt. Weinmagazin* (20): 26-29
- HUBER, E. (2004): Einsatz eines optischen Sensors bei der Traubenannahme zur Ermittlung der „Phenolischen Qualität“ und Bestimmung der Phenolzusammensetzung und der antioxidativen Kapazität im Reifeverlauf in Südtiroler Weinen. - Diplomarbeit Univ. Wien, 2004
- JEANDET, P., DOUILLET-BREUIL, A.C., BESSIS, R., DEBORD, S., SBAGHI, M. and ADRIAN, M. 2002: Phytoalexins from the Vitaceae : biosynthesis, phytoalexin gene expression in transgenic plants, antifungal activity, and metabolism. *J. Agric. Food Chem.* 50: 2731-41
- JORDÃO, A.M., RICARDO da SILVA, J.M. and LAUREANO, O. 1998: Evolution of anthocyanins during grape maturation of two varieties (*Vitis vinifera* L.), Castelão Francês and Touriga Francesa. *Vitis* 37: 93-94
- KOBLER, A. 1996: La valutazione sensoriale dei vini ed il controllo degli assaggiatori mediante l'uso di schede di analisi sensoriale non strutturate. *Riv. Vitic. Enol.* 49(4): 3-18
- KOBLER, A. 2005: Die quantitative sensorische Weinbeurteilung : ihre Grenzen und die Möglichkeit ihrer Optimierung. (In Vorbereitung zum Druck)
- MACHEIX, J., FLEURIET, A. and BILLOT, J. (1990): *Fruit phenolics*. - Boca Raton, Fla.: CRC Press, 1990
- MATTIVI, F. and NICOLINI, G. 1997: Analysis of polyphenols and resveratrol in Italian wines. *BioFactors* 6(4): 445-448
- MATTIVI, F., PRAST, A., NICOLINI, G. e VALENTI, L. 2002: Validazione di un nuovo metodo per la misura del potenziale polifenolico delle uve rosse e discussione del suo campo di applicazione in enologia. *Riv. Vitic. Enol.* 55(2/3): 55-74
- MATTIVI, F., ROTTENSTEINER, H. e TONON, D. 2001: Osservazioni con la tecnica della colorimetria tristimolo sul colore delle soluzioni idroalcoliche di antociani. *Riv. Vitic. Enol.* 54(2/3): 51-73
- POUR NIKFARDJAM, M. (2001): Polyphenole in Weißweinen und Traubensäften und ihre Veränderung im Verlauf der Herstellung. - Giessen: Diss. Justus von Liebig-Universität, 2001
- POUR NIKFARDJAM, M. und PATZ, C. 1998: Resveratrol und Polyphenole im Wein. *Dt. Weinbau* (9): 114-116
- RAPP, A. 1999: Aromastoffe des Weines. *Dt. Weinmagazin* (21): 32-35
- RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A. and DUBORDIEU, D. (2000): *Handbook of Enology, Vol. 2: The chemistry of wine stabilisation and treatments*, pp. 129-185. - New York: Wiley, 2000
- RICHTER, M. (1981): *Einführung in die Farbmeterik*. 2. Aufl. - Berlin: de Gruyter, 1981
- SCHNEIDER, V. 1998: Herausforderung Rotwein. *Dt. Weinmagazin* (3): 32-37
- SCHNEIDER, V. 2002: Phenole - Gerbstoff - Tannine, Teil I: Was steckt dahinter? *Dt. Weinmagazin* (12): 16-21
- SCHUSTER, M. (2003): Mikrobiologische und technologische Möglichkeiten in der Vergärung von Mosten mit hoher Zuckergradation. - Diplomarbeit Ist. Agr. San Michele all'Adige / Fachhochschule Wiesbaden, 2003
- SIMONETTI, P., PIETTA, P. and TESTOLIN, G. 1997: Polyphenol content and total antioxidant potential of selected Italian wines. *J. Agric. Food Chem.* 45: 1152-1155
- TANNER, H. und BRUNNER, H.R. (1987): *Getränke-Analytik*. - Schwäbisch Hall: Heller Chemie, 1987
- UMMARINO, I., FERRANDINO, A., CRAVERO, M.C. e DI STEFANO, R. 2001: Evoluzione dei polifenoli di uve di biotipi di Pinot nero durante la maturazione. *L'Enologo* 37(4): 71-81
- VRHOVSEK, U., EDER, R. and WENDELIN, S. 1995: The occurrence of trans-resveratrol in Slovenian red and white wines. *Acta Alimentaria* 24(2): 203-212
- VRHOVSEK, U., WENDELIN, S. und EDER, R., 1997: Quantitative Bestimmung von Hydroxymethylsäuren und Hydroxymethylsäurederivaten (Hydroxycinnamaten) in Weißweinen mittels HPLC. *Mitt. Klosterneuburg* 47: 164-172
- WAGNER, K.H., HABERZETTL, C. und ELMADFA, I. 2000: Antioxidative Kapazität und Polyphenolgehalt österreichischer Weine und Traubensäfte unter Berücksichtigung der Schwefelung. *Ernährung/Nutrition* 24(6): 251-256
- WEISS, J., WILLISCH, E., KNORR, D. und SCHALLER, A. 1972: Ergebnisse von Untersuchungen bezüglich der differenzierten Wirkung einer sensorischen bewertenden Prüfungsmethode gegenüber einer sensorischen Rangordnungs-Prüfmethode am Beispiel von Apfelsaft und Birnennektar. *Confructa* 17(4/5): 237-250
- WÜRDIG, G. und WOLLER, R. (1989): *Chemie des Weines*. - Stuttgart: Ulmer, 1989
- ZOECKLEIN, B.W., FUGELANG, K.C., GUMP, B.H. and NURY, F.S. (1995): *Wine analysis and production*. - New York: Chapman & Hall, 1995

Manuskript eingereicht am 6. November 2004