

Wechselwirkungen zwischen weinbaulichen Faktoren (Lage, Erntetermin) sowie den kellerwirtschaftlichen Techniken (Kaltmazeration, pektolytische Enzyme) im Hinblick auf die Qualität von Südtiroler Rotwein

Armin Kobler
Versuchszentrum Laimburg
I-39040 Auer, Italien

armin.kobler@provinz.bz.it

Zusammenfassung

Vier verschiedene pektolytische Enzyme und drei verschieden lange Kaltmazerationen wurden auf Maischen der Sorten Blauburgunder und Cabernet Sauvignon geprüft. Um den technologischen Einfluss mit den weinbaulichen zu vergleichen und eventuelle Wechselwirkungen zu quantifizieren, wurden von jeder Sorte Trauben aus zwei Lagen und zwei Lesezeitpunkten verwendet. Der Einfluß der Erntezeitpunkte und zu einem geringeren Anteil der Lagen auf Analytik und Sensorik äußerte sich stark. Die Kaltmazeration sowie der Einsatz von Enzymen hatte hingegen keinen signifikanten Einfluss auf die Mehrheit der analytischen und sensorischen Parameter. Es wird die Notwendigkeit betont, kellerwirtschaftliche Versuche auf eine möglichst breite weinbauliche Basis zu stellen.

Résumé

Quatre différents enzymes péctolytiques et trois différents temps de macération à froid ont été testés sur raisin foulé des cépages Pinot Noir et Cabernet Sauvignon. À fin de comparer l'influence technologique et celle viticole et quantifier leurs éventuels interactions ont été utilisés les raisins provenant des deux zones et deux dates de vendange. L'effet des dates de vendange et en mesure mineure des sites de provenance ont montré une forte influence sur les caractéristiques chimiques et sensorielles du vin. Au contraire, la macération à froid et l'utilisation des enzymes péctolytiques n'ont pas montré des effets significatifs sur la majeure partie des paramètres chimiques et sensorielles. On souligne donc l'accent sur la nécessité de poser les essais œnologiques sur une base viticole la plus large possible.

Summary

Four different pectolytic enzymes and three different cold maceration times were tested on grapes of the varieties Pinot Noir and Cabernet Sauvignon. In order to compare the technological and viticultural influence and quantify their possible effects we used the grapes from two different areas and two different harvesting time. The influence of the harvesting time and in lesser part of the provenance area affected strongly the chemical and sensorial characteristics of the wine. On the other hand, the cold maceration and the application of pectolytic enzymes did not show a significant influence on the chemical and sensorial parameters. We emphasize the necessity for a wider viticultural basis of the enological experimentation.

Einleitung und Problemstellung

Die Tatsache, dass der Standort der Rebanlage für die Qualität des Weines ausschlaggebend ist, hat in den letzten Jahren wieder sehr an Aktualität gewonnen. Zahlreiche Sorten-Lagen-Projekte in den verschiedenen Weinbauregionen (Dumas et al. 1997, Falcetti et al. 1996, Michel et al. 2002?, Morlat 2001, Raifer 1993) zeugen vom Versuch, die Interaktion zwischen Boden, Klima und Rebe wissenschaftlich zu ergründen. Auch im Hinblick auf eine bessere Vermarktung der Produkte (Schaller et al. 2002) werden Versuche unternommen, die Klassifizierung der Lagen auszuweiten. Die Ergebnisse einer erfolgreichen „Terroir“-Studie sollten sich nicht nur auf die Sortenwahl auswirken, sondern auch die weinbaulichen Kulturmaßnahmen und die Verarbeitung der Trauben zu Wein so steuern, dass das weinbauliche Potential einer gelungenen Sorten-Lagen-Kombination vollständig ausgeschöpft werden kann (Bogoni und Bruno 1998).

Ein kurzfristiger einsetzbares Instrument zur Beeinflussung der Qualität stellt die Wahl des Lesetermins dar. Aufbauend auf das Wissen über die komplexen Reifeprozesse in der Traubenbeere (Schultz 2003), sollen die Trauben dann geerntet werden, wenn sie die bestmögliche Zusammensetzung bezüglich des Verwendungszweckes und des erwünschten Weintypes aufweisen. Dafür werden nicht nur zusätzliche Reifeparameter erprobt, sondern auch verschiedene Definitionen der Reife eingeführt (Fox 2000). In Weinbauregionen mit häufig auftretenden herbstlichen Niederschlägen wie Südtirol kann sich der Lesezeitpunkt nicht nur nach der Reife der Trauben richten, oft wird der Erntetermin vorgezogen, um Schlechtwetterperioden zuvorkommen. Dabei hat es sich gezeigt, dass eine spätere Lese als allgemein üblich ein interessantes, bisher vernachlässigtes Qualitätspotential in sich birgt (Pedri und Raifer 2004).

Kaltmazeration als önologisches Verfahren bedeutet das Stehenlassen von Maische unter Bedingungen, die eine Gärung verhindern, in der Regel Kälte, für einen bestimmten Zeitraum, bis durch Temperaturanstieg und einer eventuellen Beimischung mit Reinzuchthefen der Gärprozess eingeleitet wird. Diese Maßnahme war früher, als der Einsatz von externen Wärmequellen und Reinzuchthefen noch nicht üblich war, je nach Witterungsverlauf während der Ernte eine zwangsläufige Phase in der Rotweinbereitung (Feuillat 1997, Couasnon 1999). Mit Hilfe der heutigen kältetechnischen Möglichkeiten, insbesondere Trockeneis, wird versucht, die Kaltmazeration gezielt zur Qualitätssteigerung einzusetzen. Cuenat et al. (1996) produzierten mittels Mazeration bei 15 °C über drei Tage Blauburgunderweine, welche gegenüber der Kontrolle, die sofort zum Gären gebracht wurde, besser beurteilt wurden. Laut Feuillat (1997) steigert eine 70 Stunden dauernde Kaltmazeration bei Blauburgunder die Feinheit und Fruchtigkeit, zusammen mit höheren Schwefelgaben wird auch die Phenolextraktion erhöht. Nemanic et al. (2002) fanden in den Weine der selben Rebsorte erhöhte Farbintensitäten und Anthocyangehalte, wenn deren Trauben 12 Stunden bei 10 °C mazeriert hatten. Couasnon (1999) nennt als sensorische Vorteile der Kaltmazeration die gesteigerte Aromakomplexität einerseits sowie die bessere Farbstabilität und die konzentriertere, „rundere“ Gerbstoffstruktur andererseits. In Versuchen mit Pinotage (Marais 2003) ergab die Kaltmazeration über vier Tagen bei 10 °C die typischsten Weine. Über positive Versuchsergebnisse berichten Villimburgo (2002, 2003) bei Sangiovese und Barbera sowie Schödl (2002) bei

Blauer Zweigelt. Kritisch gegenüber der Kaltmazeration äußern sich Gerbaux et al. (2003). Laut ihren Versuchsergebnissen ist eine Gerbstoffzunahme, wie sie die Kaltmazeration mit sich bringt, und eine Verbesserung der sensorischen Qualität bei Blauburgunder nicht vereinbar.

Vom Einsatz pektolytischer Enzyme erwartete man sich in den vergangenen Jahrzehnten hauptsächlich technologische Vorteile. Höhere Ausbeuten beim Pressvorgang, verbesserte Jungweinklärung und Filtrierbarkeit standen im Vordergrund (Parodi 1998), schlecht gereinigte Präparate ließen aber oft den Gehalt an negativ empfundenen flüchtigen Phenolen ansteigen (Chatonnet 1993). Das Erscheinen am Markt von verbesserten Enzympräparaten mit weniger Nebenaktivitäten ließen diese Produkte auch hinsichtlich der Steigerung wertvoller Phenolfractionen wieder interessanter werden. Pektolytische Enzyme können die Gerbstoff- (Zimman et al. 2002, Gerbaux et al. 2003) und Farbausbeute verbessern (Eder et al. 1992, Delteil 1995, Gigliotti und Bucelli 1993, Parodi und Silva 1999, Parley et al. 2002, Clare et al. 2002), wobei die gleichzeitige Kaltmazeration ihre Wirkung erhöht (Ducruet et al. 1997). Die durch die Enzymanwendung bewirkte Extraktionsverbesserung hängt aber sehr stark von der Sorte, dem lagen- und reifebedingten Gerbstoffpotential der jeweiligen Traubepartie sowie von der Verarbeitungstechnologie ab und ist somit nicht genau vorauszusagen (Celotti et al. 1997, Kobler 2003, Lovino et al. 1997, Nicolini und Mattivi 1995, Zironi et al. 1997, Wightman et al. 1997, Guerrand 2000, Zinnai et al. 2003).

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, den Einfluss der Lage, des Lesezeitpunktes, der Kaltmazeration und der Zugabe von pektolytischen Enzymen auf die Qualität von Blauburgunder- und Cabernet-Sauvignon-Weinen zu untersuchen. Der mehrfaktorielle Ansatz soll den Einfluss eines Faktors in Kombination mit den anderen prüfen und abklären, in welchem Verhältnis weinbauliche und kellerwirtschaftliche Einflussgrößen bestimmend für das analytische und sensorische Bild sind.

Material und Methoden

Die Trauben der Sorten Blauburgunder und Cabernet Sauvignon stammen von den in Tabelle 1 angeführten Standorten. Alle Lagen befinden sind im Gemeindegebiet von Meran mit Ausnahme des Standortes „Ölleiten“, welcher zur Gemeinde Kaltern an der Weinstrasse gehört. Die ausgewählten Lagen ergeben erfahrungsgemäß für die jeweilige Rebsorte Weine verschiedener Typologie. Um den Effekt des Erntezeitpunktes zu erfassen, wurden Abstände zwischen den Leseterminen von 18 bis 22 Tagen eingehalten. Der erste Lesedurchgang erfolgte ca. sieben bis zehn Tage vor dem, auf Mostgewicht und Gesundheitszustand basierenden, praxisüblichen Termin.

Tab. 1: Versuchsplan und Reifeparameter der verwendeten Trauben.

Parameter	Blauburgunder				Cabernet Sauvignon			
	1 Moar 550 m		2 Fragsburg 730 m		1 Ölleiten 350 m		2 Hallhof 530 m	
	1 (20.09.)	2 (11.10.)	1 (01.10.)	2 (22.10.)	1 (27.09.)	2 (18.10.)	1 (08.10.)	2 (25.10.)
Alkohol (% Vol)	12,0	13,1	12,5	14,9	12,1	13,0	10,7 *	12,2
Tit. Säure (g/L)	8,4	7,4	8,9	7,9	7,1	7,2	11,2	9,4
pH-Wert	3,30	3,35	3,30	3,44	3,40	3,38	3,25	3,32

* aufgebessert mit RTK auf rechnerisch 12,5 % Vol

Die zweite Lese wurde demzufolge ein bis zwei Wochen nach diesem Zeitpunkt durchgeführt.

Die entstielen, aus vollständig gesunden Trauben gewonnenen Maischen der acht einzelnen Herkunft-Lesezeitpunkt-Kombinationen wurden auf jeweils acht 34-L-Weit-halsglasballons unter ständigem Mischen aufgeteilt. Die Behälter mit je 26 kg Maische wurden zufällig den in Tabelle 2 ersichtlichen Kellertechniken zugeteilt.

Tab. 2: Angewandte Verfahren.

Kellervariante	Technik
1	Kontrolle
2	Enzym 1
3	Enzym 2
4	Enzym 3
5	Enzym 4
6	Kaltmazeration 2 Tage
7	Kaltmazeration 4 Tage
8	Kaltmazeration 8 Tage

Die Kontrolle (Variante 1) stellt ein verbreitetes Maischegärverfahren dar: Schwefelung der Maische mit 40 mg SO₂/L; Beimpfung mit 30 g/HL "Uvaferm CM" Trockenreinzuchthefer (Esseco, San Martino Trecate, Italien); Vergärung bei 28 bis 29 °C vom 2. bis 4. Tag sowie Ausgärung bei 25 bis 26 °C mit Hilfe der elektronischen Gärsteuerung (Profax, Eppan, Italien) und der Berieselungsanlage; einmaliges, schonendes Unterstoßen des Tresterhutes pro Tag bis Gärende;

Abzug von den Trestern so bald der Restzuckergehalt unter 2,0 bis 2,5 g/L gesunken ist. Die Varianten 2 bis 5 gestalteten sich gleich, wobei pektolytische Enzyme verschiedener Hersteller vor Gärbeginn gemäß den empfohlenen Dosierungen zugesetzt wurden. Bei den Behältern, die den Varianten 6 bis 8 zugeteilt wurden, erfolgte eine Kaltmazeration. Die Maischen wurden mit 80 mg/L SO₂ geschwefelt und verbrachten 2, 4 oder 8 Tage in einer Kühlzelle bei 2 bis 4 °C. Nach dieser Zeitspanne wurden sie mittels der Gärsteuerung langsam auf 20 °C erwärmt und wie die vorher besprochene Kontrolle vergoren. Die Gärdauer und somit der Verbleib auf den Trestern betrug bei Blauburgunder 6 bis 10 Tage, bei Cabernet Sauvignon hingegen einheitlich 9 Tage.

Nach erfolgter Gärung und Abzug von der Hefe wurden alle Weine mit 10 mg SO₂/L geschwefelt und dem spontanen biologischen Säureabbau überlassen. Die Trestern wurden von einer pneumatischen Presse bei einem Druck von 0,5 atm 10 Minuten lang schonend entsaftet, der so gewonnene Presswein dazugegeben. Nach erfolgreichem Abbau der Äpfelsäure erfolgte ein weiterer Abzug und eine SO₂-Gabe von 30 mg/L. Bis zur Füllung im Mai des folgenden Jahres wurden Gehalte an freier schwefeliger Säure von 25 mg/L angestrebt. Die Füllung erfolgte nach steriler Filtration über Schichten und Membran, wobei ein Gehalt an freiem SO₂ von 40 mg/L eingestellt wurde.

Gemäß den Methoden nach Tanner und Brunner (1979) wurden der Alkoholgehalt, der pH-Wert, die titrierbare Säure, der Restzuckergehalt, der zuckerfreie Extrakt und die Gesamtpolyphenole der fertigen Weine bestimmt. Die Bestimmung der Wein-, Milch- und Essigsäure erfolgte mittels Ionenchromatograph. Die Anthocyanfraktion (Mattivi et al. 1995) sowie die Zimtsäuren wurden mittels HPLC-VIS (Spagna et al. 1996) quantifiziert. Die Farbwerte der Weine wurden nach Mattivi et al. (2002) gemessen.

Die Verkostungen der Weine erfolgte an vier Terminen von Februar bis April 2003, also ca. 18 Monate nach der Ernte. Bei jedem Kosttermin wurden jeweils alle Weine einer Lage sensorisch beurteilt. Die Kostkommission bestand mehrheitlich aus Kellermeistern südtiroler Kellereien, Selbstvermarktern sowie zu einem geringeren Teil aus Technikern des Versuchszentrums Laimburg. Die Weine wurden in randomisierter Folge einzeln den Kostern nach der Pegelung gereicht, wobei nach Reintönigkeit, Geruchskomplexität, Geruchsrichtung, Typizität, Genussreife, Gerbstoffgehalt, Gerbstoffqualität und Gesamtqualität gefragt wurde. Zur Quantifizierung der sensorischen Eindrücke wurden die unstrukturierten Skalen nach Weiss et al. (1972, verändert) benutzt, die Kosterprüfung erfolgte nach Kobler (1996). Die Daten der chemischen Analysen sowie die Kostergebnisse der 8 bis 11 berücksichtigten Prüfer pro Kosttermin wurden mit Hilfe der Tabellenkalkulation Microsoft Excel X für Mac (Microsoft Corporation, Redmond, USA) und des Statistikprogramms SPSS 11.0.2 für Mac OS X (SPSS Inc., Chikago, USA) mittels Hauptkomponentenanalyse (PCA) und varianzanalytisch ausgewertet. Bei Signifikanz zwischen den Varianten wurden die Mittelwertsdifferenzen mit dem Tukey-HSD-Test getestet.

Ergebnisse und Diskussion

Bezüglich des Alkoholgehalte (Tabelle 3) wurde bei Blauburgunder eine signifikante Wechselwirkung zwischen alle Faktoren ermittelt. Nach der Auftrennung auf die einzelnen Lagen trat der Effekt des Lesezeitpunktes, 1,1 bis 2,4 %Vol mehr Ethylalkohol, wie erwartet in Erscheinung. Die Kellertechniken hatten keinen signifikanten Einfluss auf den Alkoholgehalt. Bei Cabernet konnten nur die Kellervarianten getestet werden, da die Maische der Lage 2 zum ersten Lesetermin aufgebessert wurde.

Auf den zuckerfreien Extrakt wirkten sich bei Blauburgunder die Erntetermine in den geprüften Lagen verschieden aus, was zu signifikanten Wechselwirkungen führte. In der Lage 2 konnten durch eine spätere Lese Zunahmen bis zu 4,7 g/L verzeichnet werden. Cabernet reagierte eindeutiger, wenn auch mit geringeren Steigerungen (1,4 g/L).

Erwartungsgemäß reagierte das Säurespektrum auf die Lesezeitpunkte, wobei sich Cabernet empfindlicher zeigte als Blauburgunder. Signifikante, wenn auch relativ bescheidene Unterschiede ergaben die Kellerbehandlungen. Der Wein des Enzymes 1 (Variante 2) unterschied sich signifikant von den nicht enzymbehandelten. Mit 0,5 g/L mehr titrierbare Säure hoben sich die Enzyme 1 und 3 von der Kaltmazeration 4 Tage ab. Keinen eindeutigen Trend ergab die Verrechnung der Weinsäuregehalte. Während bei Blauburgunder die Weinsäure mit der Reife abnahm, konnte in einer Cabernet-Lage ein Zuwachs verzeichnet werden. Wenige signifikante Unterschiede, welche zudem nicht relevant sind, wurden bezüglich der Milchsäure beobachtet. Die Enzymbehandlung und die Kaltmazeration beeinflussten die Essigsäurebildung nicht. Bei Blauburgunder war ein relativ kleiner Anstieg mit Fortgang der Reife feststellbar, bei Cabernet wirkte sich hingegen die Lage statistisch bedeutsam auf den Gehalt aus.

Tabelle 3: Analysenergebnisse. Mittelwerte, welche zumindest einen gemeinsamen Buchstaben haben, unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (P> 5%).

Faktor Parameter	Blauburgunder			Cabernet Sauvignon		
	Lage	Erntetermin	Kellervariante	Lage	Erntetermin	Kellervariante
Alkohol (% Vol)	WW Lage/Ernte., Lage/Keller., Keller./Ernte.					
	1	2 13,1 a	n.s.			n.s.
		1 12,0 b				
	2	2 14,9 a	n.s.			
1 12,5 b						
Zuckerfr. Extrakt (g/L)	WW Lage/Erntetermin					
	1	2 26,1 a	n.s.	2 29,5 a	2 28,7 a	n.s.
		1 23,8 b				
	2	2 29,0 a	n.s.			
1 24,3 b						
pH-Wert	2 3,97 a	2 3,98 a	n.s.	2 3,88 a	2 3,86 a	8 3,84 a
	1 3,84 b	1 3,82 b		1 3,74 b	1 3,76 b	6 3,84 a
						7 3,84 a
						1 3,83 a
					5 3,81 ab	
					4 3,79 ab	
					3 3,79 ab	
					2 3,77 b	
Titrierbare Säure (g/L)	n.s.			n.s.		
				n.s.		
				1 5,2 a		
				2 5,0 b		
				4 5,4 a		
				2 5,4 a		
				3 5,3 ab		
				5 5,1 ab		
Weinsäure (g/L)	WW Lage/Erntetermin					
	1 1,38 a	1 1,38 a	n.s.	1	1 1,78 a	n.s.
					2 1,58 b	
	2 1,26 b	2 1,27 b		2	2 1,55 a	n.s.
1 1,40 b						
Milchsäure (g/L)	WW Lage/Erntetermin					
	1	n.s.		2 2,36 a	n.s.	n.s.
		n.s.				
	2	2 2,06 a	n.s.			
1 1,86 b						
Essigsäure (g/L)	n.s.			n.s.		
				1 0,38 a		
			2 0,32 b			

Verschieden wirkten sich die geprüften Verfahren auf die Extraktion der Polyphenole aus (Tabelle 4). Der Erntetermin hatte bei Blauburgunder einen abgesicherten aber bescheidenen Einfluss. Bei den Kellervarianten verbesserten die Kaltmazerationen mit 8 und 6 Tagen sowie die Enzyme 3 und 4 die Gerbstoffgehalte mit bis zu 357 mg/L gegenüber der Kontrolle. Die Polyphenolkonzentrationen der Cabernet-Weine reagierten hingegen einzig auf die Lage.

Tabelle 4: Ergebnisse der Polyphenol- und Methanolanalysen. Mittelwerte, welche zumindest einen gemeinsamen Buchstaben haben, unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($P > 5\%$).

Faktor Parameter	Blauburgunder			Cabernet Sauvignon		
	Lage	Erntetermin	Kellervariante	Lage	Erntetermin	Kellervariante
Gesamt- Polyphenole (mg/L)	n.s.	2 1739 a	8 1862 a	1 2326 a	n.s.	n.s.
		1 1693 b	7 1827 ab	2 2066 b		
			4 1803 ab			
			5 1755 ab			
			6 1713 abc			
			3 1653 abc			
			2 1617 bc			
			1 1505 c			
Methanol (ml/100 mL Ethanol)	1 0,15 a	n.s.	5 0,19 a	n.s.	2 0,22 a	5 0,26 a
	2 0,14 b		2 0,17 b		1 0,20 b	4 0,24 a
			4 0,16 bc			2 0,24 a
			3 0,16 c			3 0,22 a
			7 0,13 d			6 0,18 b
			6 0,13 d			1 0,18 b
			1 0,13 d			8 0,17 b
			8 0,13 d			7 0,17 b

Bedeutsame Steigerungen des Gesamtpolyphenolgehaltes, ermittelt als optische Dichte bei 280 nm Wellenlänge, bewirkte bei Blauburgunder in allen vier Versuchsjahren laut Cuénat et al. (1996) die Kaltmazeration über mehrere Tage. Feuillat (1997) hingegen konnte nur in Weinen aus kaltmazeralten Maischen der gleichen Rebsorte, welche mit 250 mg/L geschwefelt wurden, einen leichten Anstieg der Polyphenolwerte gegenüber der Kontrolle feststellen. Guerrand (2000) fand, dass Cabernet besonders in Hinblick auf die Polyphenole gut für die Enzymbehandlung geeignet ist. Maischen der Sorte Merlot sprechen laut Couasnon (1999) sehr gut auf die Kaltmazeration an; er beobachtete nach dem Säureabbau Steigerungen des Polyphenolgehaltes im Wein im Ausmaß von 41 %. Vivas (1993) fand in Weinen der gleichen Rebsorte und Leone et al. (1984) bei Uva di Troia, Bombino Nero und Aglianico hohe Werte an Polyphenolen, wenn die Weine lang auf der Maische gelegen waren und dementsprechend oft überpumpt wurden.

Tabelle 5: Ergebnisse der Zimtsäure-Analysen. Mittelwerte, welche zumindest einen gemeinsamen Buchstaben haben, unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($P > 5\%$).

Parameter	Faktoren	Cabernet Sauvignon (Ölleiten)	
		Erntetermin	Kellervariante
trans-Caffeoyl-Weinsäure (mg/L)		n.s.	n.s.
cis-p-Cumaroyl-Weinsäure (mg/L)		n.s.	n.s.
trans-p-Cumaroyl-Weinsäure (mg/L)		n.s.	n.s.
Feruloyl-Weinsäure (mg/L)		n.s.	n.s.
Grape Reaction Product (mg/L)	1	3,4 a	n.s.
	2	0,7 b	
trans-Kaffeesäure (mg/L)		n.s.	n.s.
trans-p-Cumarsäure (mg/L)		n.s.	n.s.
trans-Ferulasäure (mg/L)		n.s.	n.s.

In den Untersuchungen von Lovino et al. (1997) erhöhen der Einsatz von Enzymen und längerer Maischekontaktzeit die phenolische Komponente. Das Überpumpen mit großem Volumen und intensiver Belüftung (Délestage) verminderte hinge-

gen deutlich die Werte dieser Inhaltsstoffe. Pektolytische Enzyme erbrachten auch in den Versuchen von Parodi und Silva (1999) höhere Polyphenolwerte als die Kontrolle. Fischer (1997b) bestimmte in den Blauburgunder-Weinen der postfermentären Maischeerhitzung sowie dort, wo 20 % der Saftmenge zu Gärbeginn entnommen wurden, die höchsten Konzentrationen an Gesamtpolyphenolen. Die Kaltmazeration erbrachte bezüglich diesem Parameter keine Verbesserung.

Tabelle 6: Ergebnisse der Anthocyan-Analysen. Mittelwerte, welche zumindest einen gemeinsamen Buchstaben haben, unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($P > 5\%$).

Parameter	Faktoren	Cabernet Sauvignon (Ölleiten)	
		Erntetermin	Kellervariante
Delphinidin-3-glukosid (mg/L)		n.s.	n.s.
Cyanidin-3-glukosid (mg/L)		n.s.	n.s.
Petunidin-3-glukosid (mg/L)		n.s.	n.s.
Päonidin-3-glukosid (mg/L)		n.s.	n.s.
Malvidin-3-glukosid (mg/L)		2 60,9 a 1 53,3 b	n.s.
Delphinidin-3-acetylglukosid (mg/L)		n.s.	n.s.
Cyanidin-3-acetylglukosid (mg/L)		n.s.	n.s.
Petunidin-3-acetylglukosid (mg/L)		2 3,1 a 1 2,8 b	n.s.
Päonidin-3-acetylglukosid (mg/L)		n.s.	7 2,7 a 6 2,5 ab 8 2,4 ab 1 2,3 ab 3 2,2 b 4 2,0 b 5 1,9 b 2 1,9 b
Malvidin-3-acetylglukosid (mg/L)		2 28,3 a 1 25,1 b	n.s.
Delphinidin-3-cumaroylglucosid (mg/L)		n.s.	n.s.
Cyanidin-3-cumaroylglucosid (mg/L)		n.s.	n.s.
Petunidin-3-cumaroylglucosid (mg/L)		n.s.	n.s.
Päonidin-3-cumaroylglucosid (mg/L)		n.s.	n.s.
Malvidin-3-cumaroylglucosid (mg/L)		2 4,9 a 1 4,4 b	n.s.
Gesamt-Anthocyane (mg/L)		2 130,1 a 1 117,3 b	n.s.

Dass die pektolytischen Enzyme nach wie vor den Methanolgehalt der Weine beeinflussen zeigen deutlich die Daten der Tabelle 4. Bei beiden Rebsorten weisen die Kontrolle sowie die kaltmazერიerten Weine signifikant geringere Methanolwerte auf. Beunruhigend ist, dass bei Cabernet einzelne Werte den gesetzlichen Grenzwert von 0,25 mL/100 mL Ethylalkohol überschreiten. Lovino et al. (1997) sowie Celotti et al. (1997), beobachteten auch, wenn auch in weit geringerem Ausmaß, eine sortenspezifische Erhöhung dieser Gehalte, wobei die beiden letzteren den Anstieg der längerer Mazerationsdauer zugeschrieben.

Wenig Einfluss hatten die untersuchten Faktoren auf die Zimtsäurekonzentrationen (Tabelle 5). Einzig das Grape Reaction Product (GRP) hat mit zunehmender Reife abgenommen. Die Analysen geben keinen Hinweis, dass die verwendeten Enzyme die Vorläufersubstanzen der flüchtigen Phenole, die trans-p-Cumarsäure und die Ferulasäure in ihren Gehalten erhöhen. Insofern dürften die kommerziellen Enzympräparate heute reiner sein, als sie Chatonnet (1993) untersuchte.

Tabelle 7: Ergebnisse der Farbwert-Analysen. Mittelwerte, welche zumindest einen gemeinsamen Buchstaben haben, unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (P > 5%).

Parameter	Faktoren	Cabernet Sauvignon (Ölleiten)	
		Erntetermin	Kellervariante
ΔE^* (in Bezug auf die Kontrolle)		n.s.	n.s.
L*	1	57,8 a	n.s.
	2	54,9 b	n.s.
a*	2	47,5 a	n.s.
	1	45,5 b	n.s.
b*		n.s.	n.s.
C*	2	50,3 a	n.s.
	1	48,4 b	n.s.
h		n.s.	n.s.

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Anthocyanbestimmungen dargestellt, welche nur an den Cabernet-Weinen der Lage 1 durchgeführt wurden. Die wenigen gefundenen statistisch signifikanten Unterschiede sind schwach in ihrer Auswirkung. Der spätere Lesezeitpunkt erhöhte die Gehalte der Gesamt-Anthocyane um etwas mehr als 10 mg/L.

Tabelle 8: Ergebnisse der Weinkosten. Mittelwerte, welche zumindest einen gemeinsamen Buchstaben haben, unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (P > 5%).

Faktor Parameter	Blauburgunder			Cabernet Sauvignon		
	Lage	Erntetermin	Kellervariante	Lage	Erntetermin	Kellervariante
Reintönigkeit (0,0 bis 10,0)	1	7,3 a	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	2	6,5 b	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Geruchs- komplexität (0,0 bis 10,0)	WW Lage/Erntetermin			n.s.	2 6,3 a	n.s.
	1	n.s.	n.s.	1 5,4 b		
	2	2 6,7 a	n.s.			
		1 5,0 b				
Geruchsrichtung (0,0 bis 10,0)	n.s.	2 5,9 a	n.s.	2 6,0 a	2 5,8 a	n.s.
		1 4,3 b		1 4,7 b	1 4,9 b	
Typizität (0,0 bis 10,0)	WW Lage/Erntetermin			n.s.	2 6,6 a	n.s.
	1	n.s.	n.s.	1 5,7 b		
	2	2 6,4 a	n.s.			
		1 4,8 b				
Genussreife (-10,0 bis +10,0)	n.s.	2 -0,4 a	n.s.	2 -2,3 a	2 -2,7 a	n.s.
		1 -1,3 b		1 -3,8 b	1 -3,4 b	
Gerbstoffgehalt (-10,0 bis +10,0)	1 -0,2 a	2 -0,1 a	n.s.	n.s.	2 -1,7 a	n.s.
	2 -0,6 b	1 -0,7 b			1 -2,3 b	
Gerbstoffqualität (0,0 bis 10,0)	n.s.	2 5,9 a	n.s.	2 5,7 a	2 5,7 a	n.s.
		1 4,8 b		1 4,7 b	1 4,7 b	
Gesamtqualität (0,0 bis 10,0)	WW Lage/Erntetermin			2 5,6 a	2 5,8 a	n.s.
	1	2 6,1 a	n.s.	1 4,8 b	1 4,6 b	
		1 5,6 b				
	2	2 6,2 a	n.s.			
		1 4,4 b				

In der Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Farbwertbestimmungen angeführt. Die ermittelten signifikanten Unterschiede sind einzig dem Erntetermin zuzuschreiben und zu schwach um das ΔE^* bedeutsam zu beeinflussen.

Parley et al. (2001) konnten bei Blauburgunder keine durch Enzymeinsatz erhöhten Anthocyangehalte feststellen, die Farbe war aber sehr wohl intensiver. Gerbaux et

al. (2003) fanden in den enzymbehandelten Varianten dieser Sorte eine angedeutete Steigerung der Farbintensität. Cabernet-Maischen, welche Zusätze von Enzymen erhielten, zeigten in den Versuchen von Zimman et al. keine verbesserten Farbwerte. Zu ähnlichen Resultaten kommen auch Zironi et al. (1997): besonders wenn die Gärdauer etwas länger ist, schrumpfen die Unterschiede in den Gehalten zwischen den behandelten Varianten und der Kontrolle.

Die Resultate der umfangreichen sensorischen Untersuchungen sind in der Tabelle 8 ersichtlich. Auffallend ist, dass trotz der großen Anzahl an Weinen, der Einsatz von pektolytischen Enzymen und der Kaltmazeration verschiedener Dauer keine Veränderung des Sensorikbildes mit sich brachte. Hinsichtlich der Reintönigkeit der Weine konnte nur ein geringer Lageneffekt beobachtet werden. Weder der Lesezeitpunkt noch die Kellertechnologie hatte bei den untersuchten Weinen einen Einfluss darauf. Mit Ausnahme der Weine der Sorte Blauburgunder vom Standort 1 wurden alle Produkte des zweiten Erntetermins als signifikant komplexer eingestuft. Auch auf die Geruchsrichtung wirkt sich die fortgeschrittenere Reife aus, die Weine entfernten sich von der Beschreibung „frisch-fruchtig“ und näherten sich mehr der Beschreibung „marmeladig“. Ein ähnliches, aber mehr der Geruchskomplexität analoges Bild ergibt sich beim Parameter Typizität. Bezüglich ihrer Genussreife befanden sich alle Weine im Bereich des noch „zu jung“. Die Weine des zweiten Erntetermins sind aber dem Optimum signifikant näher. Ein ähnliches Bild ergab die Frage nach dem Gerbstoffgehalt. Er befindet sich im suboptimalen Bereich bei allen Varianten, wobei wiederum die Weine aus später gelesenen Trauben eher dem Ideal näherkommen. Die zu geringe Konzentration an Gerbstoff wird besonders bei Cabernet (- 2,0 Einheiten im Schnitt) bemängelt. Die Quantifizierung des Parameters Gerbstoffqualität ergab Ergebnisse, welche sich sehr ähnlich jenen der Genussreife verhalten. Die signifikanten Unterschiede zwischen den Verfahren im Gesamtpolyphenolgehalt (Tabelle 4) hatten keine Auswirkungen auf das sensorische Gerbstoffempfinden. Die Gesamtqualität fasst die Ergebnisse sämtlicher abgefragter Parameter zusammen und wird durch jene Eindrücke vervollständigt, nach denen nicht gefragt wurde, die für ein Gesamturteil aber wichtig sind. Die verspätete Lese wirkt sich bei beiden Sorten positiv aus, wobei sich bei Blauburgunder der Qualitätsanstieg zusätzlich lagenabhängig zeigte.

In den Versuchen von Cuénat (1996) wurden die Weine aus über mehrere Tage kaltmazierten Blauburgundermaischen in den Kosten wiederholt bevorzugt. Sie überzeugten durch ihr prägnanteres Aroma sowie durch ihre Eleganz. Nemanic et al. (2002) konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede in der sensorischen Beurteilung kaltmazierter Blauburgunder absichern. In den Versuchen von Gerbaux et al. (2003) schneiden die Weine pektolytischer Enzyme nicht gut ab. Die Autoren führen das darauf zurück, dass die Enzyme die Gerbstoffstruktur verstärken, diese sich aber negativ auf die Sensorik auswirkt.

Schlussfolgerungen

Die getesteten kellerwirtschaftlichen Techniken erbrachten nicht die erwünschten Qualitätssteigerungen. Die wenigen analytischen Unterschiede waren zu wenig intensiv, um sich auf die Sensorik auszuwirken. Besonders im Verhältnis zu einer relativ leicht durchführbaren weinbaulichen Kulturmaßnahme, wie es ein späterer

Lesezeitpunkt ist, stellt sich ihr Einfluss als unbedeutend heraus. Die Tatsache, dass es sich in allen Fällen um gutes bis sehr gutes Lesegut gehandelt hat, hat sich sicher erschwerend auf die önologischen Verfahren ausgewirkt. Auch die Praxis, alle Varianten für die ganze Gärdauer auf den Treestern zu belassen, hat besonders die pektolytischen Enzymen ihrer Vorteile beraubt. Es hat sich aber auch gezeigt, dass Versuche, deren Ergebnisse verallgemeinbar sein sollen, die weinbauliche Variabilität in jedem Fall berücksichtigen müssen.

Den Mitarbeitern des Weinlabors der Sektion Kellerwirtschaft, der Versuchsweinkostkommission und Herrn Fulvio Mattivi, Istituto Agrario San Michele a/A, sei für die wertvolle Hilfe gedankt.

Literatur:

- Bogoni M., Bruno F.L. (1998). 12. Verificare e applicare i risultati della zonazione. Il consenso 12(1/2), 138-147
- Chatonnet P. (1993). Fenoli volatili: influenze organolettiche e metodi di prevenzione. Vignevini 20(7-8), 26-34
- Celotti E., Bressan S., Battistutta F., Zironi R. (1997). Impiego degli enzimi nella macerazione delle uve rosse. Vignevini 25(11), 57-70
- Clare S., Skurray G., Theaud L. (2002). Effect of a pectolytic enzyme on the colour of red wine. Austral.Grapegrower & Winemaker, (456) 29-35
- Couasnon M.B. (1999). Une nouvelle technique: La macération préfermentaire à froid-Extraction à la neige carbonique 1re partie: Résultats œnologiques. Revue des Œnologues 26(92), 26-30
- Cuénat Ph., Lorenzini F., Brégy Ch.-A., Zufferey E. (1996). La macération préfermentaire à froid du Pinot noir - Aspects technologiques et microbiologiques. Revue suisse viticulture arboriculture horticulture 28, 259-265
- Delteil D. (1995). Les macérations en rouge: l'art du détail. Revue des Œnologues 21(77), 23-25
- Durcruet J., An D., Canal-Llauberes R.M., Glories Y. (1997). Influence des enzymes pectolytiques sélectionnées pour l'œnologie sur la qualité et la composition des vins rouges. Revue française d'Œnologie 37(166), 16-19
- Dumas V., Lebon E., Morlat R. (1997). Différenciations mésoclimatiques au sein du vignoble alsacien. J. int. des sciences vigne vin 31, 1-9
- Eder R., Wendelin S., Kalchgruber R., Rosenthal F., Barna J. (1992). Untersuchungen über den Einfluß von Hefe- und Enzympräparaten auf die Rotweinfarbe. Mitt. Klosterneuburg 42, 148-157
- Falcetti M., Bogoni M., Campostrini F., Scienza A. (1996). Gestire il territorio con la zonazione: le esperienze nel vigneto Italia. Vignevini 23(1/2), 50-61
- Feuillat M. (1997). Vinification du Pinot Noir en bourgogne par macération préfermentaire à froid. Revue des Œnologues 22(82), 29-31
- Fischer U. (1997b) Maischegärung ist nicht gleich Maischegärung. Dt. Weinmagazin 5(18), 44-52
- Fox R. (2000). Der Wille öffnet die Türen zum Erfolg. Dt. Weinmagazin 8(19), 24-29
- Gerbaux V., Briffox C., Vincent B. (2003). Optimisation de la macération finale à chaud, intérêt d'un enzymage et d'une macération sous chapeau im-

- mergé pour la vinification du pinot noir. *Revue française d'Œnologie* 43 (201), 16-21
- Gigliotti A., Bucelli P. (1993). Sull'impiego degli enzimi pectolitici nella vinificazione del vino Chianti. *L'Enotecnico* 29(12), 73-80
- Guerrand D. (200). Préparations enzymatiques: profils d'activités et performances. *Revue française d'Œnologie* 40(183), 19-24
- Kobler A. (1996). La valutazione sensoriale dei vini ed il controllo degli assaggiatori mediante l'uso di schede di analisi sensoriale non strutturate. *Riv. viticoltura enologia* 49(4), 3-18
- Kobler A. (2003). Über den Einfluss verschiedener Maischegärverfahren auf die Qualität von 'Vernatsch'-Weinen. *Mitt. Klosterneuburg* 53, 86-122
- Leone A.M., La Notte E., Gambacorta G. (1984). Gli antociani nelle fasi di macerazione e di elaborazione del vino. L'influenza della tecnica diffusiva sulla loro estrazione. *Vignevini* 11(4), 17-31
- Lovino R., Di Benedetto G., Scazzariello M. (1997). L'impiego di enzimi pectolitici nella vinificazione in rosso di uve dell'Italia meridionale. *L'Enotecnico* 33(6), 75-86
- Marais J. (2003). Effect of Different Wine-Making Techniques on the Composition and Quality of Pinotage Wine. I. Low-Temperature Skin Contact Prior to Fermentation. *South African Journal of Enologie and Viticulture* 24, 70-75
- Mattivi F., Monetti A., Nicolini G. (1995). Composizione fenolica e caratterizzazione di vini rossi monovarietali. *L'Enotecnico* 31(6), 69-79
- Mattivi F., Rottensteiner H., Nicolini G., Bisconti R. (2002). Metodo rapido per la determinazione del colore dei prodotti enologici. In: *Atti di colorimetria*, A. Raggi e C. Oleari (Herausgeber), Centro Editoriale Toscano, Firenze, Italien
- Michel St., Königer St., Schwab A. (2002). "Terroir" in Franken. *Dt. Weinmagazin* 10(16/17), 24-27
- Morlat R. (2001). Sur la nation de terroir et son usage en viticulture. *Revue des Œnologues* 28(101s), 29-34
- Nemanic J., Bavcar D., Vanzo A. (2002). First results with differently macerated 'Pinot noir' wines in Slovenia. *Mitt.Klosterneuburg* 52, 21-28
- Nicolini G., Mattivi F. (1995). Utilizzo di enzimi nella vinificazione in rosso *Vignevini* 22(10), 44-48
- Parley A., Vanhanen L., Heatherbelle D. (2001). Effects of pre-fermentation enzyme maceration on extraction and colour stability in Pinot Noir wine. *Austr. J. Grape Wine Research* 7, 146-152
- Parodi G. (1998). Enzimi esogeni e qualità dei vini. *Vignevini* 25(6), 28-32
- Parodi G., Silva A. (1999). Caratterizzazione di alcuni enzimi di macerazione. *Vignevini* 26(3), 61-64
- Pedri U., Raifer B. (2004). Tribschnitt und Weinqualität. In *Vorbereitung*.
- Raifer B. (1993). Das Projekt Sorten-Lagen-Beziehung im Weinbau. *Obstbau Weinbau* 30(9), 263-264
- Schaller K., Hoppmann K., Löhnertz O., Hepp R. (2002). Vieles spricht dafür. *Dt. Weinmagazin* 10(13), 30-35
- Schödl H. (2002). Vinifizierung mittels Kaltmazeration. *Der Winzer* 58, (9) 12-14
- Schultz H.R. (2003). Inhaltsstoffbildung während der Gärung. Was steckt in der Beere? *Dt. Weinmagazin* 11(18), 40-43

- Spagna G., Pifferi P.G., Rangoni C., Mattivi F., Nicolini G., Palmonari R. (1996). The stabilization of white wines by adsorption of phenolic compounds on chitin and chitosan. *Food Research International*, 29(3-4), 241-248
- Tanner H., Brunner H.R. (1979). *Getränke-Analytik*. Verlag Heller Chemie und Verwaltungsgesellschaft mbH, Schwäbisch Hall, Deutschland
- Villimburgo M. (2002). Macerazione, al Sangiovese piace fredda. *Vignevini* 29(12), 121-126
- Villimburgo M. (2003). Anche al Barbera piace freddo. *Vignevini* 30(11), 104-106
- Vivas N. (1993). Les Conditions d'élaboration des vins rouges destinés à un élevage en barriques. *Revue des Œnologues* 18(68), 27-33
- Weiss J., Wallisch E., Knorr D., Schaller A. (1972). Ergebnisse von Untersuchungen bezüglich der differenzierten Wirkung einer sensorischen bewertenden Prüfmethode gegenüber einer sensorischen Rangordnungs-Prüfmethode am Beispiel von Apfelsaft und Birne. *Confructa* 17, 237-250
- Wightman J.D., Price S.F., Watson B.T., Wrolstad R.E. (1997). Some Effects of Processing Enzymes on Anthocyanins and Phenolics in Pinot noir and Cabernet Sauvignon Wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 48, 39-48
- Zimman A., Joslin W.S., Lyon M.L., Meier J., Waterhouse A.L. (2002). Maceration Variables Affecting Phenolic in Commercial-scale Cabernet Sauvignon Winemaking Trials. *Am.J.Enol.Vitic.* 53, 93-98
- Zinnai A., Venturi F., Silvestri S., Andrich G. (2003). L'impiego di coadiuvanti tecnologici nella vinificazione di uve Sangiovese. *Vignevini* 30(11), 141-144
- Zironi R., Battistutta F., Bregant F., Crespan G., Celotti E., Bressan S., Colugnati G. (1997). Potenzialità die vitigni bordolesi in Friuli. *Vignevini* 25(11), 37-46