

Einsatz eines optischen Sensors bei der Traubenannahme zur Ermittlung der phenolischen Qualität von Rotweitrauben

EVI HUBER¹, SILVIA WENDELIN², ARMIN KOBLER³, 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

„Phenolische Qualität“ ist zurzeit das Schlagwort in der Rotweinbranche. In dieser Untersuchung wurde ein neu auf dem Markt erhältliches Gerät verwendet, um bei der Traubenannahme die phenolische Qualität der Trauben zu ermitteln. Mit Hilfe einer Probensonde wurde Presssaft gewonnen, in dem das Mostgewicht, der pH-Wert, die titrierbare Säure und die phenolische Qualität gemessen wurden. Das Gerät ermittelt letztere aus der Farbmessung des Mostes bei bestimmten Wellenlängen und gibt – laut Hersteller – Auskunft über den Gesamtphenolgehalt, den Anthocyangehalt und die Farbintensität des daraus hergestellten Weines. Bei den Sorten 'Blauburgunder' und 'Vernatsch' war der Wertebereich des Phenolindex mit 6,5 bzw. 9,5 so gering, dass er beinahe in der Größenordnung des Messfehlers (± 4) lag und somit wenig aussagekräftig war. Bei der Sorte 'Lagrein' korrelierte der Phenolindex der Trauben mit dem Gesamtphenolgehalt, dem Anthocyangehalt und der Farbintensität der Weine. Bei der Sorte 'Cabernet Sauvignon' hing der Phenolindex nur mit dem Gesamtphenolgehalt des Weines zusammen. Zwischen sensorischen Parametern und Phenolindex konnte kein Zusammenhang gefunden werden. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Phenolindex als Parameter, der die phenolische Qualität der Rotweine vorhersagt, nicht auf alle Sorten angewendet werden kann.

Schlagwörter: Rotweitrauben, Farbmessung, Phenolindex, Anthocyane, Farbintensität

Employment of an optical sensor at grape reception for the determination of the phenolic quality of red wine grapes. „Phenolic quality“ is the current keyword in the red wine industry. In this investigation a device newly available on the market was used for determination of the phenolic quality of the grapes at grape reception. By means of a probe press juice was obtained and its must density, pH value, titratable acids and phenolic quality were measured. Phenolic quality is determined by colorimetry of the must at certain wavelengths and thus the device – according to the manufacturer – offers information on the total phenolics, on the anthocyanin content and the color intensity of the resulting wine. With the cultivars 'Blauburgunder' and 'Vernatsch' the range of the phenol index was so small (6.5 and 9.5, resp.) that it almost corresponded to the margin of the measuring error (± 4) and thus was little predicative. With the 'Lagrein' cultivar the phenol index of the grapes correlated with the total phenolics, the anthocyanin contents and the color intensity of the wines. With the cultivar 'Cabernet Sauvignon' the phenol index only correlated with the total phenolics of the wine. Between sensory parameters and phenol index no connection could be found. It can be said that the phenol index cannot be applied for all cultivars as a prognosis parameter for the phenolic quality of red wines.

Key words: Red grapevine, colorimetry, phenol index, anthocyanins, color intensity

Utilisation d'un capteur optique à la réception des grappes afin de déterminer les qualités phénoliques des raisins de vin rouge. À l'heure actuelle, „la qualité phénolique“ est le mot clé le plus important dans le secteur du vin rouge. Dans la présente étude, un appareil nouvellement disponible sur le marché a été utilisé afin de déterminer la qualité phénolique des raisins lors de la réception des grappes. Au moyen d'une sonde à échantillonnage, on a prélevé du jus de pression qui a fait l'objet du mesurage de la densité du moût, du pH, de l'acide titrable et de la qualité phénolique. Cette dernière valeur est déterminée par l'appareil sur la base de la mesure de la couleur du moût avec des longueurs d'onde déterminées et informe - selon les indications du fabricant - sur la teneur totale en phénols, la teneur en anthocyanes et l'intensité de la coloration du vin qui en sera produit. Pour les cépages 'Blauburgunder' et 'Vernatsch', la gamme des valeurs de l'indice phénolique de 6,5 et 9,5 respectivement était tellement réduite qu'elle se situait pratiquement dans l'ordre de grandeur de l'erreur de mesure (± 4) et qu'elle était donc peu concluante. Pour le cépage 'Lagrein', l'indice phénolique des raisins corrélait avec la teneur totale en phénols, la teneur en anthocyanes et l'intensité de la coloration des vins. Pour le cépage 'Cabernet Sauvignon', l'indice phénolique n'était lié qu'à la teneur totale en phénols du vin. Aucune relation n'a pu être trouvée entre les paramètres sensoriels et l'indice phénolique. On peut dire en résumé que l'indice phénolique en tant que paramètre prédisant la qualité phénolique des vins rouges ne peut pas être appliqué à l'ensemble des cépages.

Mots clés : raisins de vin rouge, colorimétrie, indice phénolique, anthocyane, intensité de la coloration

Die Güte der Trauben bestimmt zu einem großen Teil die Qualität des Endproduktes Wein (MACHEIX et al., 1990), d.h., die Qualität kommt aus dem Weinberg (STEIDL, 2001). Das angestrebte Ziel ist es also, eine möglichst optimale Reife von gesunden Trauben zu erreichen (KOBLE, 2000; EDER, 2003). Bis heute beschränkt sich die Qualitätskontrolle der Weintrauben meistens auf die Bestimmung des Zuckergehaltes, die zum Teil durch pH-Wert- und Säurebestimmungen im Most ergänzt wird. Das Mostgewicht korreliert allerdings nur bis zum Erreichen eines bestimmten Zuckergehaltes mit anderen wertgebenden Mostinhaltsstoffen (KOBLE, 2000). Schon seit längerem sucht man daher nach neuen geeigneten Methoden, um weitere qualitätsbestimmende Inhaltsstoffe zur Bewertung des Traubenmaterials bestimmen zu können und die herkömmlichen Parameter zu ergänzen (WÜRDIG und WÖLLER, 1989; KOBLE, 2000; SCHNEIDER, 2002).

Für die Produktion von Qualitätsrotwein ist der Phenolgehalt der Trauben von fundamentaler Bedeutung (MATTIVI et al., 2002), z.B. gilt die Farbe als wesentlicher Qualitätsparameter bei der Beurteilung von Rotwein (EDER et al., 1990). Bereits seit den 60er-Jahren bemühte man sich, Methoden zur Bestimmung der phenolischen Inhaltsstoffe in den Trauben zu entwickeln (MATTIVI et al., 2002). Anfang der 90er-Jahre entwickelten Glories und Augustin das Konzept der phenolischen Reife (zitiert in DI STEFANO et al., 2000 und MATTIVI et al., 2002). Die phenolische Reife ist charakterisiert durch einen hohen Gehalt an leicht extrahierbaren Phenolen (GLORIES, 1999; DI STEFANO et al., 2000), die eine bestimmte Struktur (GLORIES, 1999) und eine bestimmte Phenolzusammensetzung aufweisen (DI STEFANO et al.,

2000). Demnach wird auch die Extrahierbarkeit der Phenole berücksichtigt, die in hohem Maße von der Traubensorte (MATTIVI et al., 2002) und damit von der Mazeration der Beerenschale abhängt (VIVAS DE GAULEJAC et al., 2001).

Die Methode zur Bestimmung der phenolischen Reife erlangte außerhalb Frankreichs insbesondere in Italien Beachtung (DI STEFANO et al., 2000). Die Methode beinhaltet die Homogenisierung von 200 Beeren und die anschließende Phenolextraktion bei unterschiedlichen pH-Werten (DI STEFANO et al., 2000).

RIBÉREAU-GAYON et al. (2000) betonen die praktische Anwendbarkeit der Methode, während sie für DI STEFANO et al. (2000) lediglich historischen Wert besitzt, insofern sie ein Versuch war, neue Parameter für die Qualitätsbeurteilung der Trauben zu entwickeln. Letztere zweifeln die Gültigkeit der Bestimmungsmethode an, da sie auf fragwürdigen Prinzipien aufbauen soll (DI STEFANO et al., 2000). MATTIVI et al. (2002) kritisieren allgemein die Methoden, bei denen die Beeren fein zermahlen werden, da sie in keiner Weise einer Vinifizierung entsprechen und demnach keine relevanten Daten über den extrahierbaren Phenolgehalt liefern können. Sie entwickelten eine neue Methode zur getrennten Extraktion der Phenole aus Schalen und Kernen, die eine alkoholische Gärung simuliert. Die Methode ist jedoch zeitaufwändig und arbeitsintensiv und somit für Routinemessungen nicht geeignet (MATTIVI et al., 2002).

Auch CELOTTI und CARCERERI DE PRATI (2000a) appellieren, die phenolischen Inhaltsstoffe in die Routinekontrollen einzubeziehen. Sie verwendeten in einem Versuch zur Untersuchung der phenolischen Reife die von Glories und Augustin vorgeschlagene Methode mit an-

schließender spektral-photometrischer Detektion der phenolischen Verbindungen bei verschiedenen Wellenlängen. Die Messungen sind schnell durchführbar und leicht standardisierbar (zitiert in CELOTTI und CARCERERI DE PRATI, 2000a).

Ausgehend von der Feststellung, dass eine sehr reife Traube beim Zerreiben zwischen den Fingern viel Farbe hinterlässt, entwickelte CELOTTI eine neue Messmethode zur Bestimmung der phenolischen Traubenqualität. Durch mechanischen Druck auf die Trauben wird ein trüber Most gewonnen, dessen Farbe gemessen wird (CELOTTI et al., 2001b). Die Messung wird kontinuierlich innerhalb des sichtbaren Wellenlängenbereichs durchgeführt, und das von der Mostprobe reflektierte Licht wird aufgezeichnet. CELOTTI et al. (CELOTTI und CARCERERI DE PRATI, 2000b; CELOTTI et al., 2001a) stellten fest, dass der so ermittelte Farbwert des Traubenmostes sowohl mit dem Anthocyan- als auch mit dem Gesamtphenolgehalt der Beeren gut korreliert. Somit konnten die Trauben auf Grund ihres phenolischen Profils in fünf Klassen eingeteilt werden (CELOTTI et al., 2001a). Die unterschiedlichen Farbwerte der Moste korrelierten auch mit den Farbintensitäten, Anthocyangehalten und Gesamtphenolgehalten der Weine (CELOTTI und CARCERERI DE PRATI, 2000b). Die Weine aus Trauben mit hoher phenolischer Reife wurden auch organoleptisch hoch bewertet (CELOTTI et al., 2001b).

Die Messung der phenolischen Traubenqualität mit der von CELOTTI entwickelten Methode ist schnell durchführbar, zuverlässig und wiederholbar. Sie kann bei allen Rotweinsorten angewendet und sowohl für handals auch maschinengelesene Trauben verwendet werden, obwohl es besser ist, diese auf Grund der durch Standzeit und Temperatur möglichen Extraktion getrennt zu betrachten (CELOTTI et al., 2001a).

Gemeinsam mit zwei Firmen (Maselli Misure, Parma, Italien und GHT, Padua, Italien) entwickelten CELOTTI et al. (2001a) ein Messgerät zur automatischen Bestimmung der phenolischen Reife (CELOTTI et al., 2001b). Das Prinzip der Messung - die spektrale Reflexion im sichtbaren Bereich - wurde beibehalten. Die Lichtquelle bilden sechs Leuchtdioden mit verschiedenen Wellenlängen, die in Sequenz eingeschaltet werden. Zur Probenentnahme bei der Traubenannahme dient die Probensonde CC01, die auf die Trauben einen gleichbleibenden mechanischen Druck ausübt und somit einer partiellen Extraktion entspricht. Der Index der phenolischen Qualität wird aus den Messwerten bei einigen charakteristischen Wellenlängen berechnet und in der willkürlich gewählten Skala „Carcereri-Celotti“ mit ty-

pischen Werten zwischen 90 und 200 ausgedrückt. Die Messgenauigkeit liegt bei ± 4 Einheiten dieser Skala. Es werden 50 Milliliter Probe analysiert, und die Messung dauert durchschnittlich 70 Sekunden. Im ersten Jahr dient die Messung dazu, Bezugswerte getrennt nach Sorten zu gewinnen, auf Grund derer im zweiten Jahr eine Aufteilung der Traubenpartien auf die verschiedenen Verarbeitungslinien erfolgen kann (pers. Mitteilung MASALLI-MISURE). Die Messung der phenolischen Qualität kann zur Verbesserung der Vinifizierungstechnik herangezogen werden. Auf mittlere bis lange Sicht soll sie auch ein Anreiz für verbesserte weinbauliche Maßnahmen sein, um das Qualitätsniveau der Trauben zu maximieren. Sie könnte auch ein zusätzlicher objektiver Parameter für den Traubenpreis sein (CELOTTI et al., 2001a). Maselli Misure vereint im Gerät Stazione Multiparametrica SMC 3, das zur Beurteilung des Lesegutes entwickelt wurde, die Messung von traditionellen Parametern (Mostgewicht, pH-Wert und titrierbare Säuren) mit dem neuen Parameter (phenolische Qualität).

In der vorliegenden Arbeit wird das Gerät SMC 3 auf die Anwendbarkeit bei vier für Südtirol repräsentativen Rotweinsorten getestet. Anhand der Untersuchungen sollten folgende Fragen beantwortet werden: Kann von der Farbe des Mostes, die mit dem Gerät SMC 3 gemessen wird, auf den Phenolgehalt, den Anthocyangehalt und die Farbintensität des späteren Weines geschlossen werden? Ist dieses Prinzip auf alle untersuchten Sorten anwendbar? Wie verhält es sich bei überreifem bzw. faulem Lesegut? Werden Weine aus Trauben mit höherer phenolischer Qualität auch sensorisch besser beurteilt? Kann der mit dem Gerät SMC 3 gemessene Phenolindex die qualitative Beurteilung von Rotweintrauben verbessern?

Material und Methoden

Vorversuch

Mit dem Gerät Stazione Multiparametrica SMC 3 (Fa. Maselli Misure, Parma, Italien) können folgende Parameter im Lesegut direkt gemessen werden: Mostgewicht, pH-Wert, titrierbare Säuren und phenolische Qualität. Für die Lese 2002 wurde der Kellereigenossenschaft „Erste & Neue Kaltern“ (Südtirol, Italien) probeweise ein Gerät zur Verfügung gestellt.

Um die Reproduzierbarkeit des Gerätes SMC 3 zu überprüfen, wurden zunächst mehrere Messungen mit demselben Most durchgeführt. Hierfür wurden zwei

unterschiedliche Traubenpartien der Sorte 'Cabernet Sauvignon' mit einer pneumatischen Schlauchpresse (30 Liter, Fa. Enoagricola Rossi, Perugia) zu Most verarbeitet. Die beiden Moste wurden jeweils gut durchmischt, und im Anschluss daran wurden sieben bzw. zehn Messungen mit dem Gerät SMC 3 durchgeführt.

Hauptversuche

Es wurden die Sorten 'Blauburgunder', 'Cabernet Sauvignon', 'Lagrein' und 'Vernatsch' verwendet. Jede Sorte wurde an je zwei verschiedenen Standorten zu jeweils vier Ernteterminen im Abstand von einer Woche gelesen (HUBER et al., 2005). Es wurden jeweils etwa 100 kg geerntet, und daraus wurde mit der Probensonde CC01 die Probe für die Messung mit dem Gerät SMC 3 gezogen, wobei Mostgewicht, pH-Wert, titrierbare Säuren und phenolische Qualität bestimmt wurden. Der nach jeder Messung übrig gebliebene Most wurde im Versuchszentrum Laimburg durch Zusatz von 0,4 ml/l Velcorin® (Fa. Bayer, Leverkusen, Deutschland) und 250 mg/l Natriumazid konserviert. Die Proben wurden bis zur Analyse im November an der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg bei etwa 4 °C des Versuchszentrums gelagert. Der Transport von Südtirol nach Klosterneuburg erfolgte in Kühlboxen.

Die Trauben wurden am Versuchszentrum Laimburg gemäß einer Standardvinifizierung zu Wein verarbeitet (HUBER et al., 2005). Folgende chemischen und sensorischen Analysen wurden an der HBLA und BA Klosterneuburg durchgeführt: Gesamtphenolgehalt, monomeres Anthocyanengehalt, Farbintensität jeweils der Moste und Weine und der zuckerfreie Extrakt in den Weinen. Die Bestimmung der sensorischen Eigenschaften Geruch, Geruchsrichtung, Typizität, Genussreife, Gerbstoffgehalt, Gerbstoffqualität und Gesamtqualität der Weine erfolgte sowohl am VZ Laimburg wie auch an der HBLA und BA Klosterneuburg (HUBER et al., 2005).

Die Daten der chemischen und sensorischen Analysen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS 11.0.1 für Windows (SPSS Inc., Chicago) ausgewertet. Der Zusammenhang zwischen dem mit dem Gerät SMC 3 gemessenen Phenolindex und analytischen und sensorischen Daten der Weine bzw. der Moste wurde anhand einer schrittweisen Regression mit varianzanalytischen Modellen für alle Sorten gemeinsam ausgewertet. In das erste varianzanalytische Modell wurden als fester Faktor die Sorte und als Kovariate das Mostgewicht aufgenommen. Danach wurde ein Modell mit demsel-

ben festen Faktor (Sorte), aber mit dem Phenolindex als Kovariate berechnet. Anschließend wurde ein Modell mit der Sorte als festem Faktor und dem Mostgewicht und dem Phenolindex als Kovariaten berechnet. Zum Schluss wurde im gleichen Modell wie dem vorhergehenden zusätzlich auf Wechselwirkung zwischen dem Mostgewicht und dem Phenolindex geprüft. Für die Parameter, die laut Varianzanalysen signifikant ($p < 0,05$) mit dem Phenolindex zusammenhängen, wurde die bivariate Korrelation nach Sorten getrennt durchgeführt. Zum Schluss gilt es noch anzumerken, dass bei keinem der statistischen Tests eine p-Wert-Korrektur (HOLM, 1979) durchgeführt wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Bei der Überprüfung der Reproduzierbarkeit des Gerätes SMC 3 mit zwei unterschiedlichen Mosten der Sorte 'Cabernet Sauvignon' ergab sich bei sieben- bzw. zehnfacher Messwiederholung für den Phenolindex ein Mittelwert von 126,3 bzw. 108,9 mit einer Standardabweichung von 0,48 bzw. 0,28 und einem Variationskoeffizienten von 0,38 bzw. 0,26 Prozent.

Nach der Bestimmung der Mostparameter und des Phenolindexes mit dem Gerät SMC 3 wurde ein Most für die Vergleichsanalysen hergestellt, wobei es aber notwendig war, diesen zu konservieren, da die Analyse des Anthocyan- und Gesamtphenolgehaltes erst später an der HBLA und BA für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg erfolgte. Durch die Konservierung der Mostproben mit Natriumazid und Velcorin wurde aber augenscheinlich ein Teil der Polyphenole zerstört, insbesondere Phenolcarbonsäuren waren in den Mostproben nur mehr in untypisch geringen Konzentrationen nachweisbar. Daher wurden für die Auswertung nur der Gesamtphenol-, der Anthocyanengehalt und die Farbintensität der Moste herangezogen. Auch für diese Auswertung wurden die standortkorrigierten Daten verwendet (HUBER et al., 2005).

Um einen möglichst breiten Wertebereich zu erhalten, wurden vier verschiedene Erntetermine gewählt, d.h., zwischen dem ersten und dem letzten Erntetermin lagen drei Wochen. Die zwei unterschiedlichen Standorte pro Sorte dienten ebenfalls dazu, einen möglichst weiten Wertebereich zu erhalten. Trotz der unterschiedlichen Erntetermine und Standorte konnten mit dem Gerät SMC 3 keine großen Unterschiede im Phenolindex gefunden werden. Die Spannweite des Phenolindex (Tab. 1) war bei der Sorte 'Blauburgunder' mit einem Wert von 6,5 geringer als der Messfehler, der bei ± 4

Tabelle 1:
Spannweite des Phenolindex bei den verschiedenen Sorten

Sorte	Phenolindex	
	min	max
Blauburgunder n = 8	104,3	110,8
Lagrein n = 8	111,9	130,5
Vernatsch n = 8	98,8	108,3
Cabernet Sauvignon n=8	105,4	128,8

Tabelle 2:
Ergebnisse der ANOVA 1 (Fester Faktor: Sorte ; Kovariate: Mostgewicht)

Parameter	p-Wert	
	Sorte	Phenolindex
Gesamtphenole	<0,001	0,005
Anthocyane	<0,001	0,001
Farbintensität	<0,001	0,002
Geruch	0,034	0,001
Geruchsrichtung	0,027	<0,001
Typizität	0,179	0,957
Genussreife	<0,001	0,308
Gerbstoffgehalt	<0,001	0,009
Gerbstoffqualität	<0,001	0,020
Gesamtqualität	0,002	<0,001
zuckerfreier Extrakt	<0,001	<0,001
Gesamtphenole*	<0,001	<0,001
Anthocyane*	<0,001	0,005
Farbintensität*	<0,001	<0,001

* im Most

liegt. Bei der Sorte 'Vernatsch' lag sie mit 9,5 knapp über der Spannweite des Messfehlers. Auch bei den anderen Sorten - 'Lagrein' (18,6) und 'Cabernet Sauvignon' (23,4) - ist eine Einteilung in mehr als zwei bzw. drei Klassen fragwürdig.

Demgegenüber sollte es laut CELOTTI und CARCERERI DE PRATI (2000b) möglich sein, die Trauben anhand der Messung des Phenolindex entsprechend ihrer Anthocyan- und Gesamtpolyphenolgehalte in zwei bis fünf Klassen aufzuteilen.

Ausgehend von der Annahme, dass der Phenolindex den Zuckergehalt, der bei Qualitätsweinen gesetzlich vorgegeben ist, als Qualitätskriterium nicht ersetzen kann, wurde zunächst die Varianzanalyse mit dem Mostgewicht als Kovariate gerechnet. Für die meisten

Tabelle 3:
Ergebnisse der ANOVA 2 (Fester Faktor: Sorte ; Kovariate: Phenolindex)

Parameter	p-Wert	
	Sorte	Phenolindex
Gesamtphenole	<0,001	<0,001
Anthocyane	<0,001	<0,001
Farbintensität	<0,001	<0,001
Geruch	0,008	0,002
Geruchsrichtung	0,006	0,002
Typizität	0,017	0,137
Genussreife	<0,001	0,111
Gerbstoffgehalt	<0,001	0,001
Gerbstoffqualität	<0,001	0,015
Gesamtqualität	0,001	<0,001
zuckerfreier Extrakt	<0,001	<0,001
Gesamtphenole*	<0,001	<0,001
Anthocyane*	<0,001	<0,001
Farbintensität*	<0,001	<0,001

* im Most

chemischen und sensorischen Parameter der Most- und Weinanalyse konnte ein Zusammenhang mit dem Mostgewicht festgestellt werden (Tab. 2). Anschließend wurde die Varianzanalyse mit dem Phenolindex als Kovariate gerechnet. Auch hier konnten für alle Parameter bis auf die sensorischen Parameter Typizität und Genussreife Zusammenhänge mit dem Phenolindex gefunden werden (Tab. 3). Im nächsten Schritt wurden beide Kovariaten ins Modell aufgenommen und deren Wechselwirkung geprüft. Für die sensorischen Parameter Geruch, Gerbstoffgehalt und Gesamtqualität wurden signifikante Wechselwirkungen zwischen dem Mostgewicht und dem Phenolindex gefunden (Tab. 4). Die Varianzanalyse mit den beiden Kovariaten ergab dann das endgültige Ergebnis (Tab. 5): Der mit dem Gerät SMC 3 gemessene Phenolindex stellt bei den Parametern Gesamtphenolgehalt, Anthocyanengehalt und Farbintensität sowohl im Most als auch im Wein zusätzlich zum Mostgewicht einen Informationsgewinn dar. Beim sensorischen Parameter Geruchsrichtung und beim zuckerfreien Extraktgehalt war das Mostgewicht ausreichend, d.h., durch die Verwendung des Phenolindex wurde die Klassifizierung der Weintrauben nicht verbessert. Die Korrelationskoeffizienten zwischen Mostgewicht und Geruchsrichtung bzw. zuckerfreiem Extraktgehalt waren mit 0,70 bzw. 0,88 bemerkenswert hoch. Mit zunehmendem Mostgewicht ging der Geruch der Weine von „frisch fruchtig“ in Richtung „marmeladig“, das heißt, der Geruch nach reifen Früchten, aber auch der Extraktgehalt stiegen an, die Weine wurden

Tabelle 4:

Ergebnisse der ANOVA 3 (Fester Faktor: Sorte ; Kovariaten: Mostgewicht, Phenolindex; Prüfung auf deren Wechselwirkung)

Parameter	Sorte	Mostgewicht	p-Wert Phenolindex	WW	PI*Mostgewicht
Gesamtphenole	0,001	0,436	0,511	0,436	
Anthocyane	<0,001	0,760	0,616	0,816	
Farbintensität	<0,001	0,332	0,467	0,307	
Geruch	0,002	0,001	0,001	0,001	
Geruchsrichtung	0,019	0,125	0,202	0,210	
Typizität	0,255	0,110	0,228	0,145	
Genussreife	<0,001	0,114	0,084	0,108	
Gerbstoffgehalt	<0,001	0,026	0,017	0,028	
Gerbstoffqualität	<0,001	0,352	0,377	0,312	
Gesamtqualität	<0,001	0,004	0,004	0,007	
zuckerfreier Extrakt	Extrakt	<0,001	0,727	0,955	0,880
Gesamtphenole*	<0,001	0,430	0,827	0,880	
Anthocyane*	<0,001	0,713	0,672	0,807	
Farbintensität*	0,003	0,825	0,605	0,555	

* im Most

Tabelle 5:

Ergebnisse der ANOVA 4 (Fester Faktor: Sorte ; Kovariaten: Mostgewicht, Phenolindex)

Parameter	Sorte	p-Wert		Mostgewicht		Phenolindex	
		Mostgewicht	Phenolindex	r	r ²	r	r ²
Gesamtphenole	<0,001	0,934	0,002			0,70	0,48
Anthocyane	<0,001	0,426	0,018			0,67	0,45
Farbintensität	<0,001	0,612	0,013			0,66	0,44
Geruch	0,092	0,101	0,278				
Geruchsrichtung	0,032	0,004	0,770	0,70	0,49		
Typizität	0,026	0,110	0,030				
Genussreife	<0,001	0,830	0,223				
Gerbstoffgehalt	<0,001	0,646	0,047				
Gerbstoffqualität	<0,001	0,415	0,267				
Gesamtqualität	0,001	0,029	0,130				
zuckerfreier Extrakt	0,000	<0,001	0,067	0,88	0,78		
Gesamtphenole*	<0,001	0,472	<0,001			0,88	0,78
Anthocyane*	<0,001	0,187	<0,001			0,82	0,68
Farbintensität*	0,001	0,450	0,002			0,75	0,56

* im Most

„voller“. Die anderen sensorischen Parameter, zu denen auch die wichtige Gesamtqualität gehört, zeigten entweder signifikante Wechselwirkungen zwischen dem Mostgewicht und dem Phenolindex (Tab. 4), oder die Ergebnisse der Varianzanalyse waren widersprüchlich, sodass von Multikollinearität (ARMITAGE und BERRY, 1994) ausgegangen werden muss.

Für die Vorhersage dieser Parameter war der Phenolindex also weniger geeignet. CELOTTI et al. (2001b) fanden, dass die Weine aus Trauben mit höherer phenolischer Qualität organoleptisch besser bewertet wurden.

Diese Aussage konnte in vorliegender Arbeit nicht eindeutig bestätigt werden, da zwischen Phenolindex der Trauben und den sensorischen Parametern der Weine keine wesentlich engeren Korrelationen festgestellt wurden als zwischen sensorischen Parametern und Mostgewicht.

Anschließend wurden die Parameter, die einen stärkeren Zusammenhang mit dem Phenolindex als mit dem Mostgewicht zeigten, getrennt nach Sorten ausgewertet (Tab. 6). Die Korrelationskoeffizienten mit den Mostdaten lagen zwischen 0,75 und 0,88. Die Korrelations-

Tabelle 6:
Ergebnisse der bivariaten Korrelation getrennt nach
Sorten

	r	Phenolindex p-Wert	r ²
Blauburgunder			
Gesamtphenole	-0,14	0,734	0,02
Anthocyane	0,77	0,027	0,59
Farbintensität	0,59	0,124	0,35
Gesamtphenole*	0,87	0,005	0,76
Anthocyane*	0,87	0,005	0,75
Farbintensität*	0,92	0,001	0,85
Lagrein			
Gesamtphenole	0,84	0,009	0,71
Anthocyane	0,81	0,015	0,66
Farbintensität	0,82	0,013	0,67
Gesamtphenole*	0,91	0,002	0,83
Anthocyane*	0,84	0,009	0,71
Farbintensität*	0,95	<0,001	0,90
Großvernatsch			
Gesamtphenole	0,41	0,307	0,17
Anthocyane	0,78	0,023	0,61
Farbintensität	0,74	0,036	0,55
Gesamtphenole*	0,75	0,033	0,56
Anthocyane*	0,58	0,132	0,34
Farbintensität*	0,91	0,002	0,82
Cabernet Sauvignon			
Gesamtphenole	0,83	0,011	0,69
Anthocyane	0,17	0,694	0,03
Farbintensität	0,30	0,464	0,09
Gesamtphenole*	0,94	0,001	0,88
Anthocyane*	0,94	<0,001	0,89
Farbintensität*	0,95	<0,001	0,90

* im Most

koeffizienten mit den Weindaten lagen mit Werten von 0,66 bis 0,70 etwas tiefer.

Alle Sorten zeigten hohe Korrelationskoeffizienten zwischen dem Gesamtphenolgehalt im Most und dem Phenolindex (Abb. 1). Auch die Farbintensität im Most stimmte bei allen Sorten mit dem Phenolindex gut überein (Abb. 3). Der Anthocyangehalt im Most hing mit den Phenolindexwerten von 'Blauburgunder', 'Lagrein' und 'Cabernet Sauvignon' zusammen (Abb. 2). Für die Farbintensität und den Anthocyangehalt waren diese Ergebnisse zu erwarten, denn das Gerät SMC 3 misst die Farbe des Mostes (CELOTTI et al., 2001a). Es könnten vielleicht noch höhere Korrelationskoeffizienten erhalten werden, wenn man auch den Bodensatz analysieren würde, wie es CELOTTI et al. (2001a) in den Vorversuchen gemacht haben.

Die entscheidende Frage war jedoch, ob durch den Phenolindex Aussagen über die phenolische Qualität des Weines gemacht werden können. Beim 'Lagrein'

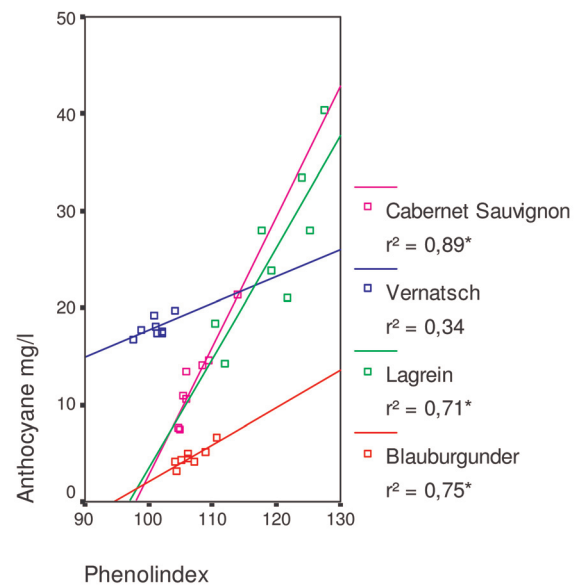


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Phenolindex und Gesamtphenolgehalt im Most

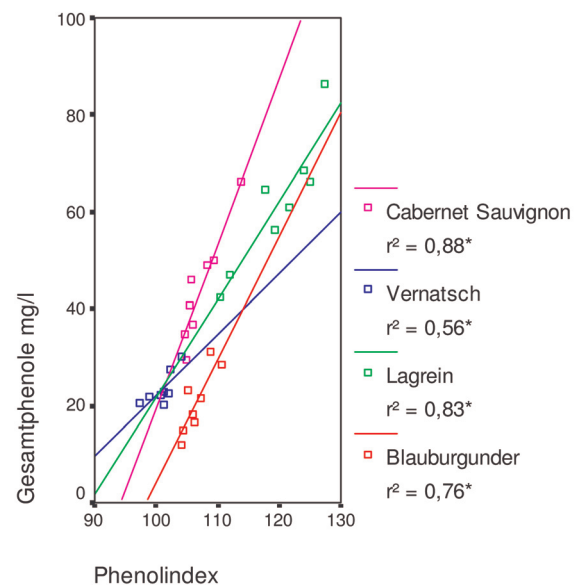


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Phenolindex und Anthocyangehalt im Most

funktionierte das SMC 3 am besten. Für alle drei im Wein analysierten Parameter (Gesamtphenolgehalt, Anthocyangehalt, Farbintensität) konnten Korrelationskoeffizienten von über 0,80 ermittelt werden (Tab. 6). Bei

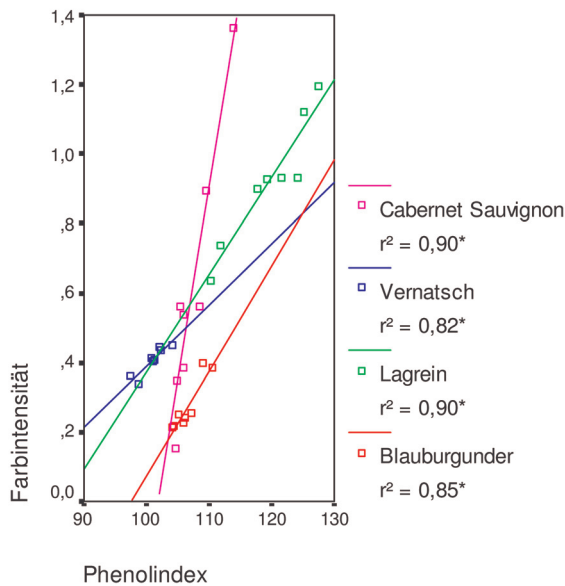


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Phenolindex und Farbintensität im Most

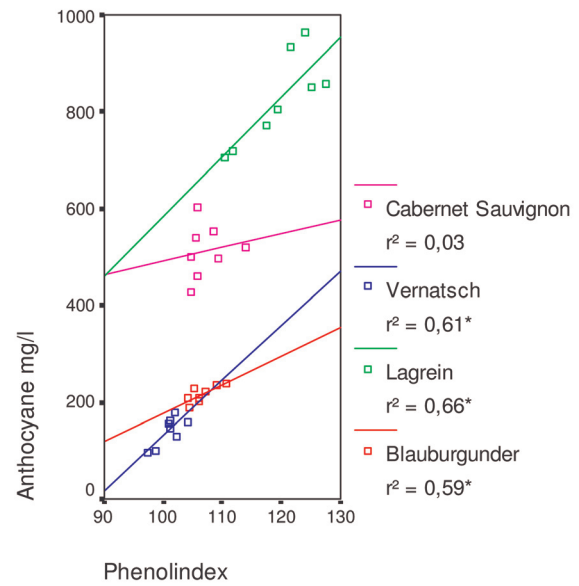


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Phenolindex und Anthocyanengehalt im Wein

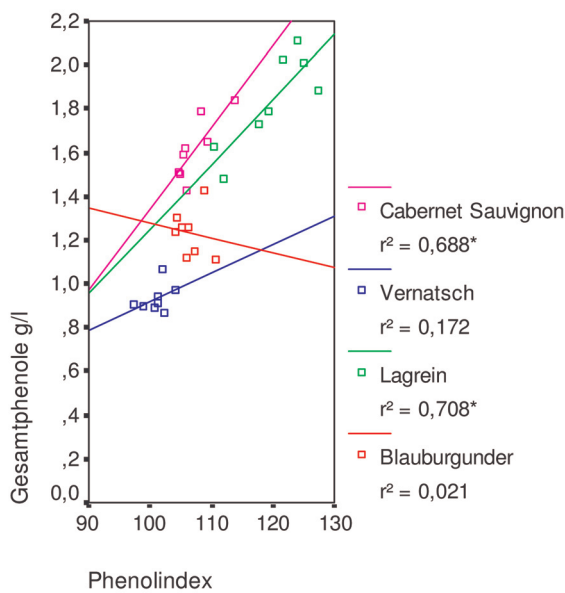


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Phenolindex und Gesamtphenolgehalt im Wein

der Sorte 'Blauburgunder' konnte nur zwischen Phenolindex und Anthocyanengehalt im Wein eine enge Korrelation festgestellt werden, die Farbintensität und insbesondere der Gesamtphenolgehalt (-0,14) zeigten kei-

nen Zusammenhang mit dem Phenolindex (Abb. 5; Tab. 6). Bei der Sorte 'Vernatsch' hatten sowohl der Anthocyanengehalt (0,78) wie auch die Farbintensität (0,74) der Weine eine zufrieden stellende Korrelation mit dem Phenolindex im Most, der Phenolgehalt war aber abweichend (Abb. 6). Der Wert des Phenolindex korrelierte beim 'Cabernet Sauvignon' (Abb. 4) gut mit dem Gesamtphenolgehalt im Wein (0,83), aber schlecht mit dem Anthocyanengehalt (0,13) und der Farbintensität (0,30).

Bei den Sorten 'Vernatsch' und 'Blauburgunder' war jedoch der Wertebereich zu eng, um brauchbare Klassifizierungen treffen zu können. Die Kellerei „Erste & Neue“ in Kaltern, die das Gerät in Probe hatte, machte im Praxisbetrieb mit der Sorte 'Vernatsch' ähnliche Erfahrungen. In Anbetracht der Situation in Südtirol mit dem 'Vernatsch' als wichtigsten Sorte möchten die Hersteller Maselli Misure auf diese Sorte besser eingehen und andere Wellenlängen zur Farbmessung des Vernatsch-Mostes heranziehen, um den Wertebereich zu strecken (MASELLI MISURE, persönl. Mitt. 2003).

Für die Sorte 'Lagrein' konnten die besten Ergebnisse erzielt werden. Dies könnte im Vergleich zum 'Cabernet Sauvignon' darauf zurückgeführt werden, dass die Traubenschalen beim 'Lagrein' sehr schnell Farbstoffe extrahieren, während beim 'Cabernet Sauvignon' der

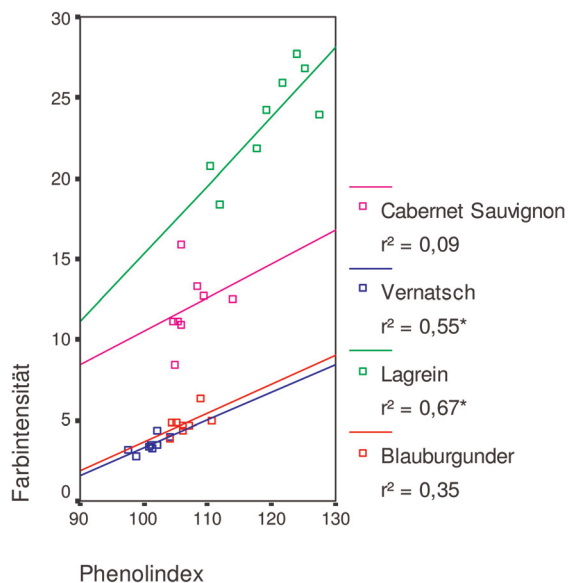


Abb. 6: Zusammenhang zwischen Phenolindex und Farbintensität im Wein

Most geringer gefärbt ist bzw. mehr Zeit zum Extrahieren braucht.

Die Messung der Farbe von Rotweintrauben als einen Indikator für die Rotweinqualität heranzuziehen, wird auch von anderen Forschergruppen in Betracht gezogen, insbesondere da ein großes Interesse seitens der Industrie besteht.

Eine australische Forschergruppe kam zum Ergebnis, dass die Farbe der Beeren sowohl mit Weinqualitätsparametern als auch mit der Geruchsintensität korrelierte. Sie verwendeten als Methode die Nahe-Infrarotspektroskopie (NIR). Die Rotweintrauben wurden vor der Farbmessung homogenisiert. Die Farbwerte korrelierten gut mit den Ergebnissen der traditionellen Labormethoden (DAMBERGS et al., 2003).

Schlussfolgerung

Der Phenolindex, der mit dem Gerät „Stazione Multiparametrica“ gemessen wurde, stimmte mit dem Gesamtphenol-, dem Anthocyanengehalt und der Farbintensität der Moste überein (Ausnahme Anthocyanengehalt bei 'Vernatsch'), und zwar im stärkeren Ausmaß als mit dem Mostgewicht. Das Mostgewicht korrelierte in bedeutendem Ausmaß positiv mit der sensorisch beurteilten Geruchsrichtung und dem zuckerfreien Extraktgehalt der Weine. Bei den Sorten 'Blauburgunder' und

'Vernatsch' war trotz der unterschiedlichen Erntetermine und der unterschiedlichen Standorte der Wertebereich des Phenolindexes so gering, dass er im Bereich des Messfehlers (± 4) lag bzw. knapp darüber hinausging. Für die Sorte 'Vernatsch', die eine andere Zusammensetzung der Anthocyanformen aufweist als die meisten Rotweinsorten und dementsprechend bei etwas anderen Wellenlängen absorbiert, möchten die Hersteller andere Frequenzen heranziehen, um den Wertebereich zu strecken. Für die Sorte 'Cabernet Sauvignon' konnte mit 23,4 der größte Wertebereich für den Phenolindex gefunden werden. Auf Grund der geringen Spannweiten scheint auch bei den Sorten 'Lagrein' und 'Cabernet Sauvignon' eine Einteilung in mehr als drei Klassen fragwürdig.

Bei der Sorte 'Lagrein' funktionierte das SMC 3 gut: Der Gesamtphenol-, der Anthocyanengehalt und die Farbintensität der Weine korrelierten ($r > 0,80$) mit dem Phenolindex. Der Grund dafür könnte darin liegen, dass der 'Lagrein' bei der getesteten Probenentnahme im Vergleich zu den anderen Sorten viel Farbe hinterlässt. Bei der Sorte 'Cabernet Sauvignon' korrelierte der Phenolindex mit dem Gesamtphenolgehalt ($r > 0,82$), jedoch nicht mit dem Anthocyanengehalt und der Farbintensität der Weine. Der Most des 'Cabernet Sauvignon' ist wenig gefärbt; eine stärkere Extraktion vor der Farbmessung könnte zu besseren Ergebnissen führen.

Zu beachten ist, dass bei diesem Versuch wahrscheinlich die Voraussetzungen optimal waren. Der Transport der Trauben erfolgte schonend in Kleinkisten (100 kg). Auf Grund des guten Jahrganges 2002 waren die Trauben in einem guten Gesundheitszustand. Faules Lesegut kam in diesem Versuch praktisch nicht vor.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann gesagt werden, dass der Phenolindex - ermittelt mit dem SMC 3 - als Parameter, der die phenolische Qualität der Weine vorhersagt, nicht auf alle Sorten angewendet werden kann. Einzig bei der Sorte 'Lagrein' konnte ein Zusammenhang zwischen Phenolindex und drei von 11 Parametern, nämlich Gesamtphenolgehalt, Anthocyanengehalt und Farbintensität der Weine, gefunden werden. Es bedarf noch weiterer Verbesserungen des Gerätes bezüglich des für Südtirol spezifischen Sortenspektrums, damit man in Zukunft das Qualitätspotenzial der Trauben mit Hilfe des Phenolindexes besser erfassen kann.

Literatur

ARMITAGE, P. and BERRY, G. (1994): Statistical methods in medical research. - Oxford: Blackwell Scientific. Publ., 1994

- CELOTTI, E. e CARCERERI DE PRATI, G. 2000a: Studio della maturità fenolica delle uve rosse per valorizzare l'area viticola dei Colli Berici. *L'Enotecnico* 36(4): 79-84
- CELOTTI, E. e CARCERERI DE PRATI, G. 2000b: La qualità fenolica delle uve rosse : Valutazione oggettiva mediante misura del colore. *Industrie delle Bevande* 29: 378-384
- CELOTTI, E., CARCERERI DE PRATI, G., MACRÌ, N., TREVISI, M. and ZIRONI, R. (2001a): A new objective evaluation system of the red grape's phenolic quality by color measurement. 6. Int. Symp. Innovation in der Kellerwirtschaft, Neue Önologische Verfahren und Weinqualität - Erfahrungen und Perspektiven - Stuttgart, 2001
- CELOTTI, E., CARCERERI DE PRATI, G. and CANTONI S. 2001b: Rapid evaluation of the phenolic potential of red grapes at winery delivery : Application to mechanical harvesting. *Austral. Grapegrower & Winemaker* (449a): 151-159
- DAMBERGS, R.G., COZZOLINO, D., ESLER, M.B., CYNKAR, W.U., KAMBOURIS, A., FRANCIS, I.L., HOJ, P.B. and GISHEN, M. 2003: The use of near infrared spectroscopy for grape quality measurement. *Austral. NZ Grapegrower & Winemaker*. (473a): 69-75
- DI STEFANO, R., BORSA, D., BOSSO, A. e MORUNO, E.G. 2000: Sul significato e sui metodi di determinazione dello stato di maturità dei polifenoli. *L'Enologo* 36(12): 73-76
- EDER, R., WENDELIN, S. und BARNA, J. 1990: Auftrennung der monomeren Rotweinanthocyane mittels Hochdruckflüssigkeits-Chromatographie (HPLC) : Methodenvergleich und Vorstellung einer neuen Methode. *Mitt. Klosterneuburg* 40: 68-75
- EDER, R. (2003): Gerbstoff-assoziierte Fehler. In: EDER, R. (Hrsg.): *Weinfehler*. - Leopoldsdorf: Agrarverl., 2003
- GLORIES, Y. 1999: La maturità fenolica delle uve : primo parametro da controllare per una corretta vinificazione in rosso. *Vignevini* 26(3): 46-50
- HOLM, S. 1979: A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian J. Statistics* 6:(65): 70
- HUBER, E., WENDELIN, S., KOBLER, A., BERGHOFER, E. und EDER, R. 2005: Bestimmung der Phenolzusammensetzung, der sensorischen Eigenschaften und der antioxidativen Kapazität im Reifeverlauf bei vier Südtiroler Rotweinsorten. *Mitt. Klosterneuburg* 55(1/2): 3-21
- KOBLER, A. 2000: Bewertung der Traubenqualität. *Obstbau Weinbau* 37: 346-347
- MACHEIX, J., FLEURIET, A. et BILLOT, J. (1990): *Fruit phenolics*. - Boca Raton, Fla. : CRC Press, 1990
- MATTIVI, F., PRATI, 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
- RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A. and DUBOURDIEU, D. (2000): *Handbook of enology, Vol. 1: The microbiology of wine and vinifications*, 239-245. - New York: Wiley, 2000
- SCHNEIDER, V. 2002: Hat er die richtige Reife? *Dt. Weinmagazin* (16/17): 10-12
- STEIDL, R. (2001): *Kellerwirtschaft*. - Leopoldsdorf: Agrarverl., 2001
- VIVAS DE GAULEJAC, N., NONIER, M., GUERRA, C. and VIVAS, N. 2001: Anthocyanin in grape skins during maturation of *Vitis vinifera* L. cv. 'Cabernet Sauvignon' and Merlot Noir from different Bordeaux terroirs. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 35(3): 149-156
- WÜRDIG, G. und WOLLER, R. (1989): *Chemie des Weines*. - Stuttgart: Ulmer, 1989

Manuskript eingelangt am 14. April 2005