

# Einfluss von pektolytischen Enzympräparaten mit Acetylaseaktivität sowie Botrytisbefall und Maischeerhitzung auf Anthocyanzusammensetzung und Qualität von Rotweinen

REINHARD EDER, BRIGITTE OSWALD und SILVIA WENDELIN

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau  
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74  
E-mail: Reinhard.Eder@hblawo.bmlfuw.gv.at

*Mit gesunden und botrytisbefallenen Trauben der Sorte 'Blauer Zweigelt' und 'Trollinger' wurde der Einfluss von zwei Enzympräparaten (Rapidase Ex Color, Trenolin rouge DF) und Maischeerhitzung auf Anthocyane, Farbe und Sensorik im Technikumsmaßstab getestet. Die Veränderung der Anthocyanzusammensetzung wurde erstmals mit einem neu entwickelten Kennwert, dem Anthocyan-differenzwert ( $\Delta$ ACN-Wert) - der euklidischen Differenz der Anthocyananteile - quantifiziert. Auffälligstes Ergebnis dieser Untersuchung war die starke Abnahme acetylierter Anthocyane, insbesondere des Malvidin-3-acetylglucosides, infolge der Applikation des Enzympräparats Trenolin rouge DF und somit eine deutliche Veränderung der Anthocyanzusammensetzung bei der Sorte 'Zweigelt' ( $\Delta$ ACN-Werte  $> 9$ ). Auf Grund des geringen Gehaltes an acetylierten Anthocyanen konnte dieser Effekt bei der Sorte 'Trollinger' nicht so stark wahrgenommen werden ( $\Delta$ ACN-Werte  $< 2,5$ ). Demgegenüber bewirkte die Anwendung des Enzympräparates Rapidase Ex Color keine bemerkenswerte Änderung des Anthocyanprofils ( $\Delta$ ACN-Werte  $< 1,50$ ). Während bei der Sorte 'Zweigelt' die Botrytisinfektion und die Maischeerhitzung nur mittelstarke Veränderungen der Anthocyanprofile bewirkten ( $\Delta$ ACN-Werte 2 bis 7), kam es bei der Sorte 'Trollinger' insbesondere in Folge der Traubenfäule zu starken Modifikationen der Anthocyanzusammensetzung ( $\Delta$ ACN-Werte 9 bis 16). Auch die maischeerhitzten Weine wiesen gegenüber den maischevergorenen 'Trollinger'-Varianten deutlich unterschiedliche Anthocyan-differenzwerte auf ( $\Delta$ ACN-Werte 4 bis 14). Während der gesamten Weinbehandlung konnten zwischen den Varianten aus gesundem bzw. gefaultem Traubengut zum Teil deutliche Unterschiede bei den Parametern Farbintensität, Farbnuance, Anthocyangehalt und Farbvalenzwerte (L,a,b-Werte) festgestellt werden. Auch durch die Maischeerhitzung wurden diese Farbkennzahlen merkbar beeinflusst, während der Zusatz der pektolytischen Enzympräparate nur geringe Veränderungen bewirkte. Bei der sensorischen Bewertung der Farbqualität wurden die maischeerhitzten Weine signifikant am besten beurteilt, der Zusatz von pektolytischen Enzympräparaten bewirkte ebenfalls eine Verbesserung der subjektiven Farbbewertung gegenüber der Kontrollvariante.*

**Schlagwörter:** Rotwein, Enzymbehandlung, Maischeerhitzung, Anthocyane

*Influence of pectolytic enzyme preparations with acetylase activity, botrytis and mash heating on the anthocyanin composition and quality of red wines. With sound and botrytized grapes of the cultivars 'Blauer Zweigelt' and 'Trollinger' the influence of two enzyme preparations (Rapidase Ex Color, Trenolin rouge DF) and mash heating on anthocyanins, color and sensory characteristics was tested at an experimental scale. The change in the anthocyanin composition has been quantified for the first time with a newly developed reference value, the so-called "anthocyanin difference value" ( $\Delta$ ACN-value) - the Euclidean difference of the anthocyanin percentages. The most remarkable result of this investigation was the strong decrease of acetylated anthocyanins, in particular the malvidine-3-acetylglucosides, due to the application of the enzyme preparation Trenolin rouge DF and thus a clear change of the anthocyanin composition with the cultivar 'Zweigelt' ( $\Delta$ ACN values  $> 9$ ). Due to the low content of acetylated anthocyanins this effect could not be noticed so distinctively with the cultivar 'Trollinger' ( $\Delta$ ACN values  $< 2.5$ ). In con-*

trast to this the application of the enzyme preparation Rapidase Ex Color did not cause remarkable changes in the anthocyanin profiles ( $\Delta$ ACN values  $< 1.50$ ). While with the cultivar 'Zweigelt' botrytis and mash heating only caused medium strong changes in the anthocyanin profile ( $\Delta$ ACN values 2 to 7), with the cultivar 'Trollinger' especially as a result of grape rot strong modifications of the anthocyanin composition ( $\Delta$ ACN values 9 to 16) occurred. Also wines from the mash heated variants showed clearly different  $\Delta$ ACN-values in comparison to the mash fermented 'Trollinger' variants ( $\Delta$ ACN values 4 to 14). Over the entire winemaking process partially clear differences between the variants from sound and rotten grape material could be determined with the parameters chroma, colour nuance, anthocyanin content and  $L, a, b$ -values. With mash heating these colour values were noticeably affected, while the addition of pectolytic enzyme preparations only caused small changes. During the sensory evaluation of the colour quality the mash heated wines were judged significantly best, the addition of pectolytic enzyme preparations caused likewise an improvement of the subjective colour evaluation in relation to the control variant.

**Key words:** Red wine, enzyme treatment, mash heating, anthocyanines

*L'influence des préparations enzymatiques pectolytiques avec activité acétylase, de la pourriture grise et du chauffage de la vendange sur la composition en anthocyanes et la qualité de vins rouges. L'influence de deux préparations enzymatiques (Rapidase Ex Color, Trenolin rouge DF) et du chauffage de la vendange sur les anthocyanes, la couleur et l'évaluation sensorielle ont été testées à l'échelle expérimentale sur des raisins sains et sur ceux atteints de pourriture grise des cépages 'Blauer Zweigelt' et 'Trollinger'. La modification de la composition en anthocyanes a été quantifiée pour la première fois à l'aide d'un paramètre nouvellement développé, à savoir la valeur différentielle d'anthocyanes (valeur  $\Delta$ ACN), soit la différence euclidienne des parts des anthocyanes. Le résultat le plus remarquable a été la forte diminution des anthocyanes acylés, notamment de la malvidine-3-acetyl-glycoside, suite à l'application de la préparation enzymatique Trenolin rouge DF, et donc une nette modification de la composition en anthocyanes du cépage 'Zweigelt' (valeur  $\Delta$ ACN  $> 9$ ). Grâce à la faible teneur en anthocyanes acylés, cet effet n'a pas pu être aussi nettement perçu pour le cépage 'Trollinger' (valeurs  $\Delta$ ACN  $< 2,5$ ). En revanche, l'application de la préparation enzymatique Rapidase Ex Color n'a pas entraîné de modification sensible du profil d'anthocyanes (valeurs  $\Delta$ ACN  $< 1,50$ ). Tandis que, pour le cépage 'Zweigelt', l'infection par la pourriture grise et le chauffage de la vendange n'ont entraîné que des modifications d'intensité moyenne des profils d'anthocyanes (valeurs  $\Delta$ ACN de 2 à 7), le cépage 'Trollinger' a présenté de fortes modifications de la composition en anthocyanes (valeurs  $\Delta$ ACN de 9 à 16), notamment suite à la pourriture de la grappe. Les vins dont la vendange a été chauffée, eux aussi, présentaient des valeurs différentielles d'anthocyanes nettement différentes par rapport aux variantes 'Trollinger' fermentées en cuve ouverte (valeurs  $\Delta$ ACN de 4 à 14). Au cours de toute l'élaboration du vin, on a pu constater des différences partiellement fortes au niveau des paramètres intensité de la couleur, teinte, teneur en anthocyanes et valeurs de valence trichromatique (valeurs  $L, a, b$ ) entre les variantes obtenues de grappes saines et pourries. Ces paramètres couleur ont également été sensiblement influencés par le chauffage de la vendange, tandis que l'apport des préparations enzymatiques pectolytiques n'a entraîné que de faibles modifications. Lors de l'évaluation sensorielle de la qualité des couleurs, les vins dont la vendange avait été chauffée ont été jugés être clairement les meilleurs. L'apport des préparations enzymatiques pectolytiques a également entraîné une meilleure appréciation subjective de la couleur par rapport à la variante de contrôle.*

**Mots clés :** vin rouge, traitement aux enzymes, chauffage de la vendange, anthocyanes

Die Farbe von Rotweinen ist zur Beurteilung der Qualität ein wichtiges Charakteristikum (WENZEL, 1986). Im Wesentlichen ist die Rotweinfarbe auf den Gehalt von Anthocyanen zurückzuführen, es handelt sich hierbei um phenolische Inhaltsstoffe, die zu der Gruppe der Flavonoide gezählt werden. Chemisch gesehen sind Anthocyane hydroxylierte oder methoxylierte Derivate von 2-Phenylbenzopyran (BROUILLARD, 1982). Die in Reben vorkommenden Anthocyanfarbstoffe sind immer Glukoside (Anthocyane), welche in das Aglykon

(Anthocyanidin) und den Zuckerrest aufspalten können (RIBÉREAU-GAYON, 1953). Die individuellen Anthocyane werden charakterisiert durch die Anzahl der Hydroxylgruppen, das Ausmaß der Methylierung dieser Hydroxylgruppen und die Anzahl und Positionierung der an das Flavyliummolekül gebundenen Zucker (EDER, 1996). In den Blättern und Beeren der Art *Vitis* wurden bisher Anthocyanfarbstoffe folgender fünf Anthocyanidine gefunden: Delphinidin, Cyanidin, Petunidin, Peonidin, Malvidin; der Hauptfarbstoff ist das Malvidin-3-

glukosid (Oenin). In Beeren und Weinen von *Vitis vinifera* L. ist immer nur ein Molekül Glukose an das C3-Atom des 2-Phenylbenzopyrans gebunden, während bei den anderen Spezies (z.B. *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. lambrusca*) auch Anthocyanidindiglukoside vorkommen, welche am C3- und C5-Atom jeweils ein Molekül Glukose gebunden haben (WENZEL et al., 1987). Weiters liegen in den meisten Reben Anthocyane vor, bei denen der Glukoserest mit organischen Säuren (z.B. Essigsäure, p-Cumarsäure und Kaffeesäure) über das C6-Atom acyliert ist (GLORIES, 1984).

Von wenigen Ausnahmen abgesehen (z.B. Färbertrauben), befinden sich die Rotweinfarbstoffe lediglich in den Zellvakuolen der äußersten Beerschicht. Der Anthocyanengehalt in den Beeren ist sortenabhängig, einige Rebsorten (z.B. 'Blauburger', 'Zweigelt', 'Dornfelder') haben ein sehr hohes Farbstoffbildungspotenzial, während andere, wie beispielsweise die Sorten 'Trollinger' und 'Blauer Burgunder', in der Regel geringe Anthocyanengehalte aufweisen. Da die Biosynthese der Anthocyanfarbstoffe wesentlich durch Temperatur, Sonneneinstrahlung und andere Faktoren bestimmt wird, unterliegen die effektiven Anthocyanengehalte jahrgangsbedingten Schwankungen (EDER, 2003). Die prozentuelle Anthocyanzusammensetzung ist genetisch fixiert und kann zur Charakterisierung von Rebsorten herangezogen werden, wobei jedoch berücksichtigt werden muss, dass durch weinbauliche und oenologische Maßnahmen geringfügige Veränderungen stattfinden können (ROGGERO et al., 1988; MATTIVI et al., 1989; EDER et al., 1994; HOLBACH et al., 1997; BERENTE et al., 2000).

Der Phenol- und Anthocyanengehalt im Rotwein ist von der Verarbeitungstechnologie abhängig (NAGEL and WULF, 1979). Maischevergorene Rotweine weisen in der Regel Gesamtphenolgehalte von 2000 bis 3000 mg/l auf, hingegen sind Rotweine, die mittels Maischeerhitzung hergestellt wurden, gerbstoffärmer (1500 bis 2000 mg/l). Gegensätzlich dazu verhalten sich die Anthocyanengehalte, welche üblicherweise in maischeerhitzten Weinen höher sind als in maischevergowenen (MAURER, 1986; MEIER et al., 1990; BINDER, 1991; SCHNEIDER, 1997). Die Rotfärbung einer gärenden Maische erreicht üblicherweise nach ca. fünf Tagen ihr Maximum, danach kommt es infolge von Adsorptionsvorgängen wieder zu einer Farbabnahme. Für Maischeerhitzungsverfahren (Langzeiterwärmung, Hochkurzzeiterwärmung) ist eine Temperatur von mindestens 55 °C während eines Zeitraumes von zwei bis sechs Stunden erforderlich. Die Temperatur sollte so schnell wie möglich erreicht werden, um den für Oxidasen optimalen Bereich von

30 bis 50 °C, welcher zu Farbverlusten führen kann, möglichst rasch zu überbrücken (WÜRDIG und WOLLER, 1989; ZOECKLEIN et al., 1994; JAKOB und HAMATSCHEK, 1997).

Im Verlauf der Weinbereitung gibt es verschiedene Faktoren, die eine Verringerung der Rotweinfarbe bedingen (SARNI et al., 1995). Eine gute Übersicht über diese „Farbkiller“ wurde von KRÜCK und SECKLER (1990) zusammengestellt. Ein Teil der Farbverluste ist auf Kondensations- und Oxidationsvorgänge der Anthocyane zurückzuführen, welche dazu führen, dass nach einigen Jahren kaum mehr monomere Anthocyane nachweisbar sind. Für die orangerote Farbe älterer Rotweine sind im Wesentlichen oligomere und polymere Anthocyan-Phenol-Verbindungen verantwortlich (BERG and AKIYOSHI, 1975; SAUCIER et al., 1997; FISCHER et al., 2001). Um eine stabile und attraktive Rotweinfarbe zu erhalten, sind daher begleitende Maßnahmen während der Maischegärung und Reifung, wie beispielsweise Makro- bzw. Mikrooxigenierung sowie Tanninzugabe bzw. Barriquelagerung, erforderlich (FISCHER, 1994; SCHNEIDER, 1997; DARIAS-MARTIN et al., 2001). Auch die Copigmentation, die auf Verbindungen zwischen gefärbten Anthocyanen und nichtgefärbten Weinhaltstoffen, insbesondere Flavonoiden und Hydroxyzimtsäuren, zurückzuführen ist, trägt wesentlich zur Rotweinfarbe bei (BOULTON, 2001; BLOOMFIELD et al., 2003). Ein entscheidender Punkt bei der Rotweinbereitung ist die Extraktion der Farbstoffe aus den Schalen. Durch die Anwendung von pektolytischen Enzympräparaten werden die Aktivitäten traubeneigener Enzyme unterstützt. Dadurch wird das Traubenpektin schneller und vollständiger aufgeschlossen, sodass die Farbpigmente der Beerenhaut effizienter freigelegt werden (VILLETIAZ, 1996). In vorhergehenden Versuchen konnte bei der Sorte 'Blaufränkisch' eine Erhöhung der Farbausbeute um 5 bis 10 Prozent und eine Zunahme des Zuckerrestes um zirka 0,8 g/l erreicht werden (EDER et al., 1992). CANAL-LLAUBÈRES (1990) konnte bei der Rebsorte 'Merlot' infolge der Zugabe eines pektolytischen Enzympräparates (Vinozym G, 3 g/hl) kurz nach Beendigung der Maischegärung eine Zunahme der Farbinintensität um 6 % und eine Erhöhung des Anthocyangehalts um 16 % gegenüber der Standardvariante feststellen. Bei einer Versuchsserie mit fünf verschiedenen Ausgangsmaischen fanden NICOLINI und MATTIVI (1995) sehr unterschiedliche Effekte einer Maischeenzymierung auf die Farbinintensität. Die mit dem Enzympräparat Vinozym G (3 g/hl) behandelten Varianten wiesen bis zu 82 % höhere Werte der Farbinintensität

auf als die unbehandelten Weine. PFITZMAIER (1996) erzielte durch Anwendung pektolytischer Enzympräparate bei der Rebsorte 'Spätburgunder' eine Erhöhung der Farbwerte und der Gesamtphenolgehalte um 10 bis 15 % und konnte die Maischekontaktzeit um 10 bis 30 % verringern. Insbesondere bei gefaultem Material kann durch den Zusatz pektolytischer Enzympräparate das Farbmaximum früher erreicht und somit die Gärdauer verkürzt werden. Dies wirkt sich infolge der kürzeren Kontaktzeit mit den gefaulten Beerenschalen positiv auf die Gesamtqualität des Weines aus (EDER, 2003).

In vielen Fällen reicht jedoch die Wirkung der traubeneigenen pektinspaltenden Enzyme aus, sodass bei vergleichenden Untersuchungen nicht immer eine Zunahme der Farbwerte und Phenolgehalte durch den Einsatz von Enzympräparaten nachzuweisen ist (KOBLENER et al., 2003).

Seit einiger Zeit wird von der Weinkontrolle die Untersuchung der Anthocyanzusammensetzung zur Authentizitätskontrolle der Sortenbezeichnung herangezogen (HOLBACH, 1997; OTTENEDER et al., 2002). Begleitende Untersuchungen haben gezeigt, dass die meisten weinbaulichen und technologischen Produktionsfaktoren nur eine geringe Modifizierung der Anthocyanprofile bedingen (VON BAER et al., 2004). Lediglich hinsichtlich der Wahl der Extraktionstechnologie (Maischegärung versus Maischeerhitzung) beziehungsweise des Einsatzes bestimmter pektolytischer Enzympräparate bestehen Vermutungen, dass diese die Anthocyanzusammensetzung deutlich verändern (FISCHER et al., 2004).

Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss verschiedener Enzympräparate auf Anthocyangehalt und insbesondere Anthocyanzusammensetzung sowie Farbwerte und sensorische Qualität von Weinen der Sorte 'Blauer Zweigelt' und 'Trollinger' zu überprüfen. Der Einfluss der Enzyme wurde bei gesundem und gefaultem Traubenmaterial getestet.

## Material und Methoden

### Material

#### Sorten und Herkunft

Die Trauben der Sorten 'Blauer Zweigelt' (ZW) und 'Trollinger' (TR) des Jahrganges 1998 stammen vom Versuchsgut Agneshof der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg.

### Verarbeitung

Die Trauben wurden nach der Anlieferung sofort händisch hinsichtlich phytosanitärer Qualität in gesunde (ges) und gefaulte (faul) Trauben sortiert, entrappt, gequetscht und mit 30 mg/l SO<sub>2</sub> geschwefelt. Die Maischeerhitzungsvarianten (= LZE) wurden einer zwei-stündigen Langzeiterwärmung bei 55 °C unterzogen. Die Maischegärungen erfolgten in geschlossenen Kunststoffbehältern unter Zugabe von 15 g Reinzuchtheefe (Oenoferm Klosterneuburg, Fa. Erbslöh, Geisenheim) pro 100 kg bei einer Temperatur von ca. 25 °C. Es wurden zwei Enzymvarianten angesetzt, bei der ersten (= EP1) erfolgte die Zugabe von 3 g Rapidase Ex Color (Fa. Gist-Brocades, Delft, NL) pro 100 kg und bei der zweiten (= EP2) von 10 ml Trenolin rouge DF (Fa. Erbslöh, Geisenheim) pro 100 kg zu Beginn der Maischegärung. Bei den Kontrollvarianten erfolgte kein Zusatz pektolytischer Enzympräparate. Die Kurzbezeichnungen der Versuchsvarianten sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Während der alkoholischen Gärung wurden spektral-photometrische Messungen zur Beobachtung der Farbstoffextraktion durchgeführt. Nach Erreichung des Farbstoffmaximums wurden alle sechs Behälter mit gefaultem Material fünf Tage ('Zweigelt' faul) bzw. vier Tage ('Trollinger' faul) nach dem Angären der Maische, und alle sechs Behälter mit gesundem Material sechs Tage ('Zweigelt' gesund) bzw. fünf Tage ('Trollinger' gesund) nach dem Angären der Maische mit einer vertikalen Spindelpresse abgepresst. Die Sorte 'Trollinger'

Tabelle 1:  
Bezeichnung der Versuchsvarianten

| Variante                                      | Bezeichnungscod |
|---|-----------------|
| Kontrolle, Zweigelt gesund, ohne Behandlung   | ZW ges          |
| Zweigelt gesund, Enzympräparat 1              | ZW ges + EP1    |
| Zweigelt gesund, Enzympräparat 2              | ZW ges + EP2    |
| Zweigelt gesund, Langzeiterwärmung            | ZW ges LZE      |
| Kontrolle, Zweigelt faul, ohne Behandlung     | ZW faul         |
| Zweigelt faul, Enzympräparat 1                | ZW faul + EP1   |
| Zweigelt faul, Enzympräparat 2                | ZW faul + EP2   |
| Zweigelt faul, Langzeiterwärmung              | ZW faul LZE*    |
| Kontrolle, Trollinger gesund, ohne Behandlung | TR ges          |
| Trollinger gesund, Enzympräparat 1            | TR ges + EP1    |
| Trollinger gesund, Enzympräparat 2            | TR ges + EP2    |
| Trollinger gesund, Langzeiterwärmung          | TR ges LZE      |
| Kontrolle, Trollinger faul, ohne Behandlung   | TR faul         |
| Trollinger faul, Enzympräparat 1              | TR faul + EP1   |
| Trollinger faul, Enzympräparat 2              | TR faul + EP2   |
| Trollinger faul, Langzeiterwärmung            | TR faul LZE     |

\* Variante nicht ausgeführt

wurde um einen Tag früher abgepresst als die Sorte 'Zweigelt', da der 'Trollinger' einen geringeren Anthocyangehalt aufweist und dadurch zu einem früheren Zeitpunkt das Farbstoffmaximum erreicht hat.

Alle zwölf Behälter wurden nach vollständiger Vergärung, d.h. bei der Sorte 'Zweigelt' acht Tage bzw. bei der Sorte 'Trollinger' sieben Tage nach Versuchsbeginn, von der Maische abgezogen. Anschließend erfolgte die Jungweinschwefelung bei den gesunden Varianten mit 50 mg/l SO<sub>2</sub>, und bei den gefaulten Varianten mit 70 mg/l SO<sub>2</sub>. Zwei Wochen nach dem ersten Abzug wurden die Weine ein zweites Mal abgezogen und anschließend für die Analyse der Grundparameter grob filtriert (Schleicher & Schüll, Nr. 512 1/2, 15 cm Ø) bzw. für die Farbstoffanalyse zentrifugiert (Beckman J2-HC; Fa. Beckman Instruments).

## Methoden

### Analyse der Grundparameter

Für die Analyse der Grundparameter, relative Dichte, titrierbare Säuren, flüchtige Säuren, reduzierende Zucker, vorhandener Alkohol, freies und gesamtes Schwefeldioxid, wurden die amtlichen ALVA-Methoden verwendet (EDER und BRANDES, 2003).

### Analyse der Farbe, Anthocyane und Phenole

Die spektralphotometrische Bestimmung der Farbinintensität und des Farbtons erfolgte nach EU-Methodenvorschrift (EU, 1990). Die qualitative und quantitative Analyse der Anthocyane wurde mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) nach EDER et al. (1990) durchgeführt. Um die Unterschiede in der Anthocyanzusammensetzung der einzelnen Proben zu quantifizieren, wurde erstmals ein Anthocyan-Differenzwert ( $\Delta$ ACN-Wert) berechnet. In Anlehnung an den Farbdifferenzwert ( $\Delta$ E-Wert) wurde von jedem Wein die euklidische Differenz der relativen Anthocyananteile im Vergleich zu den Ausgangsweinen (AW) ZW ges bzw. TR ges berechnet. Die allgemeine Formel lautet:

$$\Delta\text{ACN-Wert} = [(\%Dp-3-glu_{\text{Wein1}} - \%Dp-3-glu_{\text{AW}})^2 + (\%Cy-3-glu_{\text{Wein1}} - \%Cy-3-glu_{\text{AW}})^2 + (\%Pt-3-glu_{\text{Wein1}} - \%Pt-3-glu_{\text{AW}})^2 + (\%Pn-3-glu_{\text{Wein1}} - \%Pn-3-glu_{\text{AW}})^2 + (\%Mv-3-glu_{\text{Wein1}} - \%Mv-3-glu_{\text{AW}})^2 + (\% \Sigma Dp, Cy, Pt, Pn-3-acetyl-glu_{\text{Wein1}} - \% \Sigma Dp, Cy, Pt, Pn-3-acetyl-glu_{\text{AW}})^2 + (\%Mv-3-acetyl-glu_{\text{Wein1}} - \%Mv-3-acetyl-glu_{\text{AW}})^2 + (\% \Sigma Dp, Cy, Pt, Pn-3-cumaryl-glu_{\text{Wein1}} - \% \Sigma Dp, Cy, Pt, Pn-3-cumaryl-glu_{\text{AW}})^2 + (\%Mv-3-cumaryl-glu_{\text{Wein1}} - \%Mv-3-cumaryl-glu_{\text{AW}})^2]^{0,5}$$

Für die kolorimetrische Farbbestimmung wurde ein Tristimulus-Farbmessgerät (XL-23; Gardner Laboratory Inc., Bethesda, Maryland, USA) verwendet. Die Messung der Gerbstoffgehalte erfolgte spektralphotometrisch nach Folin-Ciocalteu, die Ergebnisse wurden als Gallussäureäquivalente angegeben (EDER et al., 2004).

### Sensorische Analyse

Zur sensorischen Bewertung der Weine wurden sieben geschulte Verkoster herangezogen. Durchgeführt wurde die Prüfmethode mit der unstrukturierten Skala nach WEISS et al. (1972), wobei die Proben hinsichtlich der Güte des sensorischen Merkmals Farbqualität gereiht wurden. Die Ergebnisse wurden hinsichtlich Normalverteilung ( $L \leq 0,01$ ) und Varianzhomogenität nach Bartlett ( $L \leq 0,05$ ) geprüft. Anschließend wurde eine einfache Varianzanalyse durchgeführt (SACHS, 1984).

## Ergebnisse und Diskussion

### Analyse der Grundparameter

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass die analytischen Werte der Weine aus enzymbehandelter Maische mit denen der nicht behandelten Kontrolle fast identisch sind. Lediglich hinsichtlich des Zuckerrestes bewirkte die Enzymapplikation eine leichte Zunahme gegenüber den Kontrollvarianten. Auch bei den maischeerhitzten Weinen bestanden mit Ausnahme des Gesamtgerbstoffgehaltes keine eindeutigen Unterschiede zu den maischevergorenen. Der Einfluss der Maischeerhitzung auf die Titrationsacidität war bei den beiden Sorten widersprüchlich, beim 'Zweigelt' niedriger und beim 'Trollinger' höher als bei den anderen Varianten.

Die Gesamtphenolgehalte lagen bei den Weinen der Sorte 'Zweigelt' im Bereich von 2,6 g/l, deutlich gerbstoffärmer war die erhitzte Variante (ZW ges LZE). Zwischen den anderen Varianten bestanden nur geringe Unterschiede, wobei die Enzymzusätze im Vergleich mit der Kontrollvariante etwas höhere Gesamtphenolgehalte bedingten. Auch bei der Sorte 'Trollinger' bewirkten die Enzymapplikationen eine leichte Zunahme des Gehaltes an Gesamtphenolen, verglichen mit den unbehandelten Maischen. Verglichen mit den maischevergorenen Varianten, wiesen die maischeerhitzten Weine deutlich niedrigere Gesamtgerbstoffgehalte auf. Dies ist eine Bestätigung der bereits in der Literatur gemachten Aussagen, dass maischeerhitzte Weine weniger

Tabelle 2:  
Analyseergebnisse der Versuchsweine

| Zweigelt                        | ZW ges | ZW ges EP1 | ZW ges EP2 | ZW ges LZE | ZW faul | ZW faul EP1 | ZW faul EP2 |
|---------------------------------|--------|------------|------------|------------|---------|-------------|-------------|
| vorh. Alkoholgehalt (%vol)      | 11,5   | 11,5       | 11,4       | 11,5       | 11,3    | 11,2        | 11,2        |
| relative Dichte                 | 0,9915 | 0,9917     | 0,9917     | 0,9917     | 0,9922  | 0,9926      | 0,9927      |
| Trockenextrakt ber. (g/l)       | 18,8   | 18,4       | 18,5       | 18,5       | 19,1    | 19,6        | 19,8        |
| Titrierbare Säuren (g/l)        | 6,7    | 6,6        | 6,5        | 5,9        | 5,8     | 5,8         | 5,8         |
| pH-Wert                         | 3,21   | 3,25       | 3,24       | 3,32       | 3,32    | 3,32        | 3,32        |
| red. Zucker (g/l)               | 1,1    | 1,3        | 1,2        | 1,1        | 1,3     | 1,4         | 1,2         |
| flüchtige Säuren b.a. ES (g/l)  | 0,2    | 0,2        | 0,1        | 0,2        | 0,2     | 0,2         | 0,2         |
| freies SO <sub>2</sub> (mg/l)   | 18     | 16         | 15         | 20         | 25      | 22          | 22          |
| gesamtes SO <sub>2</sub> (mg/l) | 30     | 28         | 28         | 29         | 34      | 30          | 29          |
| Gesamtphenole* (g/l)            | 2,62   | 2,64       | 2,64       | 1,73       | 2,55    | 2,60        | 2,59        |

| Trollinger                      | TR ges | TR ges EP1 | TR ges EP2 | TR ges LZE | TR faul | TR faul EP1 | TR faul EP2 |
|---------------------------------|--------|------------|------------|------------|---------|-------------|-------------|
| vorh. Alkoholgehalt (%vol)      | 10,4   | 10,2       | 10,4       | 10,4       | 10,8    | 11,0        | 10,7        |
| relative Dichte                 | 0,9927 | 0,9932     | 0,9927     | 0,9926     | 0,9934  | 0,9916      | 0,9938      |
| Trockenextrakt ber. (g/l)       | 17,4   | 18,1       | 17,4       | 18,9       | 20,9    | 21,0        | 21,0        |
| Titrierbare Säuren (g/l)        | 7,7    | 7,7        | 7,8        | 8,2        | 7,6     | 7,6         | 7,5         |
| pH-Wert                         | 3,24   | 3,24       | 3,23       | 3,2        | 3,25    | 3,25        | 3,28        |
| red. Zucker (g/l)               | 1,5    | 1,4        | 1,4        | 1,1        | 1,6     | 1,7         | 1,8         |
| flüchtige Säuren b.a. ES (g/l)  | 0,2    | 0,1        | 0,1        | 0,2        | 0,2     | 0,2         | 0,2         |
| freies SO <sub>2</sub> (mg/l)   | 20     | 19         | 20         | 20         | 20      | 18          | 19          |
| gesamtes SO <sub>2</sub> (mg/l) | 27     | 27         | 34         | 34         | 34      | 30          | 28          |
| Gesamtphenole* (g/l)            | 1,20   | 1,23       | 1,26       | 0,91       | 1,13    | 1,15        | 1,13        |

\* berechnet als GAE

gerbstoffbelastet sind als maischevergorene (SCHNEIDER, 1997).

**Spezielle Weinanalysen**

**Spektralphotometrische Farbmessungen**

Die Zunahme der Farbintensität während der Vergärung verhielt sich bei allen Varianten der Sorte 'Zweigelt' ähnlich (Abb. 1), durch die Enzymapplikation konnte nur eine geringe Beschleunigung der Farbextraktion erreicht werden. Die höchsten Farbwerte wurden bei den Maischegärvarianten nach dem Abpressen am 21. Oktober 1998 erreicht, wobei die Jungweine aus gesundem Traubenmaterial etwa 30 % höhere Farbintensitäten aufwiesen als jene aus gefaultem Lesegut. Der Unterschied zwischen den Enzympräparaten Rapi-dase Ex Color und Trenolin

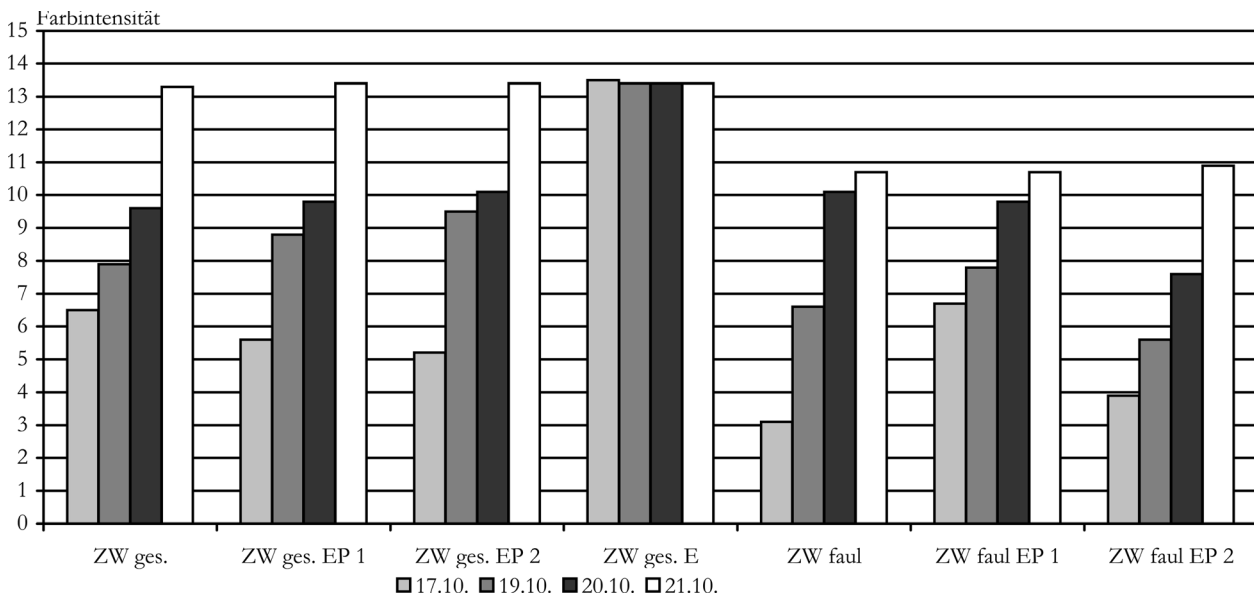


Abb. 1: Ergebnisse der spektralphotometrischen Analysen bei den Versuchsweinen der Sorte 'Zweigelt' während der Gärung (17., 19. und 20. 10.) und nach dem Abpressen (21. 10.)

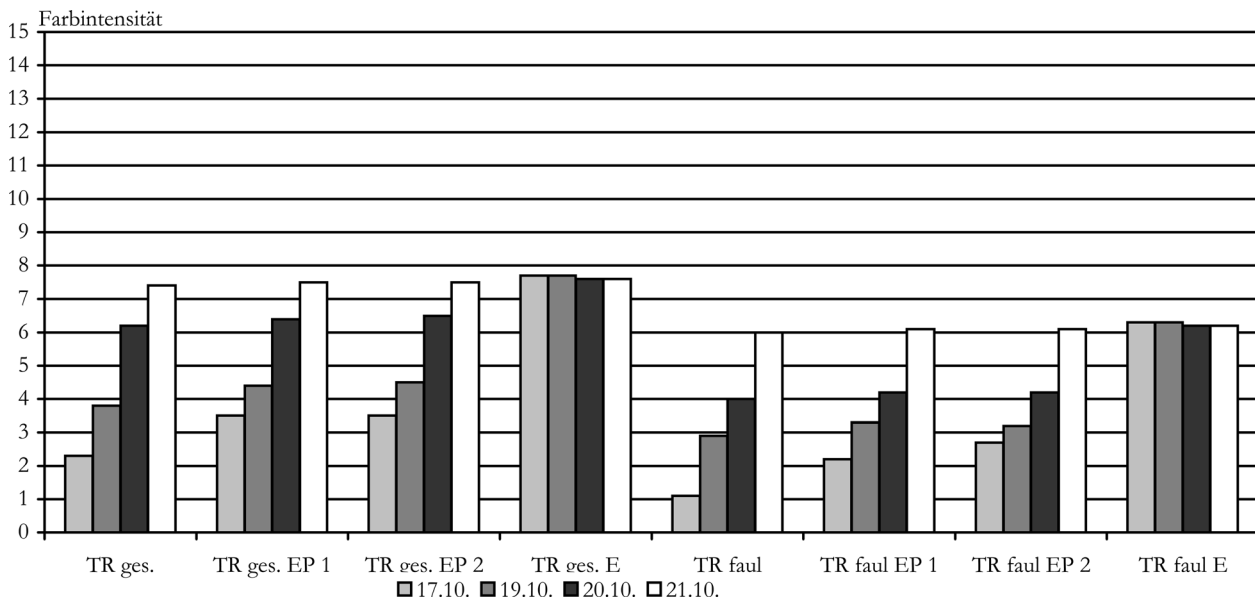


Abb. 2: Ergebnisse der spektralphotometrischen Analysen bei den Versuchsweinen der Sorte 'Trollinger' während der Gärung (17., 19. und 20. 10) und nach dem Abpressen (21. 10.)

rouge DF war während der gesamten Behandlung minimal. Sie erreichten, verglichen mit den Kontrollvarianten, um durchschnittlich 3 Prozent höhere Werte der Farbintensität. Die Maischeerhitzung der gesunden Trauben und anschließende Vergärung des Mostes ohne Schalen ergab eine merkbare höhere Farbintensität als die Maischevergärung.

Für die Sorte 'Trollinger' ist der Verlauf der Farbintensitätswerte während der alkoholischen Gärung in Abbildung 2 dargestellt. Analog zur Sorte 'Zweigelt' sind auch in diesem Fall die Werte bei den Varianten aus gefaultem Lesegut geringer als bei denjenigen aus gesunden Trauben, der Unterschied beträgt ca. 20 %. Durch die Anwendung von Enzympräparaten konnte die Aus-

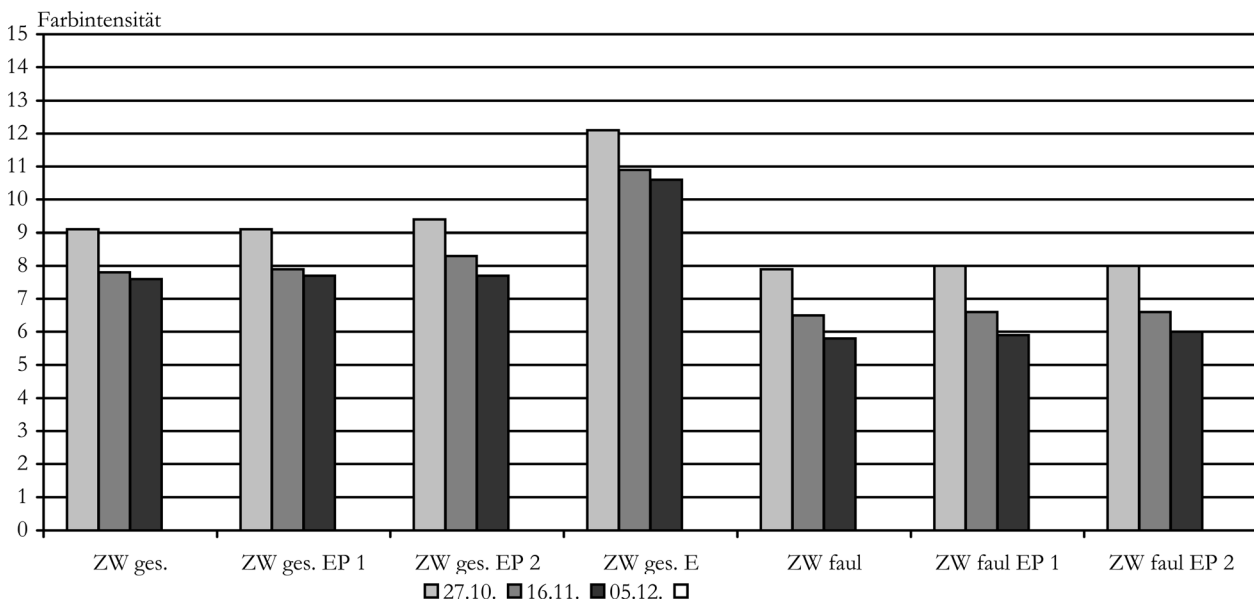


Abb. 3: Ergebnisse der spektralphotometrischen Analysen bei den Versuchsweinen der Sorte 'Zweigelt' während der Lagerung (27. 10., 16. 11., 5. 12.)

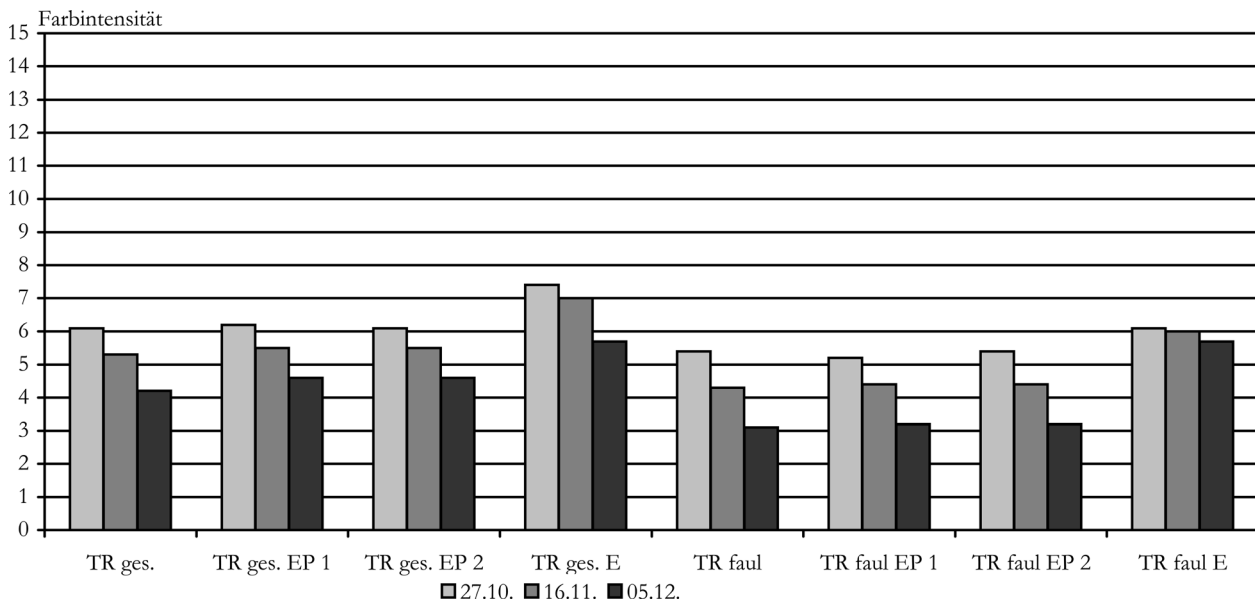


Abb. 4: Ergebnisse der spektralphotometrischen Analysen bei den Versuchsweinen der Sorte 'Trollinger' während der Lagerung (27. 10., 16. 11. und 5. 12.)

laugung der Farbstoffe nur geringfügig gegenüber den Kontrollvarianten beschleunigt werden, zwischen den beiden Präparaten bestanden praktisch keine Unterschiede. Die höchsten Farbwerte konnten durch die Maischeerwärmung erzielt werden, wobei die Farbwerte im Jungweinstadium aber nur um ca. 15 % über denen der Maischevergärung lagen.

Die während der ersten drei Monate stattfindende Abnahme der Farbintensität ist für die Varianten der Sorte 'Zweigelt' in Abbildung 3 präsentiert. Erkennbar ist, dass in den aus gefaulten Trauben hergestellten Weinen die Farbabnahme rascher erfolgt als in denjenigen aus gesunden Trauben, dementsprechend werden die bereits im Jungweinstadium vorhandenen Farbunterschiede noch weiter verstärkt. Ein befürchteter negativer Effekt der Enzymzugabe zur Maische in Form einer Beschleunigung der Farbabnahme während des Weinausbaus konnte nicht nachgewiesen werden.

Die bei der Sorte 'Trollinger' (Abb. 4) beobachteten Veränderungen der Farbintensität entsprechen denen der Sorte 'Zweigelt'. Wiederum ist bei den aus gefaultem Traubenmaterial hergestellten Varianten eine leichte Beschleunigung der Farbabnahme gegenüber den Varianten aus gesunden Trauben feststellbar. Auffällig ist aber die Verbesserung der Farbstabilität infolge Maischeerhitzung, falls gefaultes Lesegut verarbeitet werden muss. Die Enzymapplikationen hatten keinen Einfluss auf die Veränderung der Farbintensität während des untersuchten Zeitraumes.

### Qualitative und quantitative Analysen der Anthocyane mittels HPLC

Der Gesamtanthocyanengehalt der Beerenproben liegt zwischen 2851,1 mg/kg (ZW ges) und 64,6 mg/kg Beeren (ZW faul). Der Wert an Gesamtanthocyanen in den Weinen ist hingegen deutlich geringer als in den Beerenproben (Tab. 3). Kurz nach Gärende (27. Oktober) waren in allen 'Zweigelt'-Varianten aus gesundem Traubenmaterial höhere Anthocyanengehalte als in den Weinen aus gefaulten Trauben nachweisbar. Der höchste Anthocyanengehalt konnte in der erhitzten Variante (ZW ges LZE = 589 mg/l) gefolgt von den beiden enzymierten Weinen (ZW ges EP2 = 471 mg/l und ZW ges EP1 = 410 mg/l) festgestellt werden. Da die Kontrollvariante (ZW ges) nur 393 mg/l aufwies, ist erkennbar, dass in diesem Fall durch die Enzymzugabe die Farbstoffextraktion wesentlich effizienter verlief. Ein analoger, aber schwächer ausgeprägter Effekt konnte bei den 'Zweigelt'-Weinen aus gefaultem Traubenmaterial nachgewiesen werden, hierbei betrug das Plus an extrahierten Anthocyanen aber nur 10 mg/l (ZW faul EP1) bzw. 27 mg/l (ZW faul EP2).

Bei den Weinen der Sorte 'Trollinger' konnten hingegen keine so eindeutigen Ergebnisse erzielt werden. Sowohl mit gesundem wie auch gefaultem Lesegut ergab die Maischeerhitzung Weine mit geringerem Anthocyanengehalt als die Maischegärung. Auch die Zugabe von Enzympräparaten während der Maischegärung ergab wi-



Tabelle 3:

Prozentueller Anteil der monomeren Anthocyane am Gesamtanthocyanengehalt, laut HPLC-Analyse vom 27. Oktober (\* der Anthocyan-Differenzwert ist die euklidische Differenz der relativen Anthocyananteile im Vergleich zum Ausgangswein ZW ges bzw. TR ges)

| Varianten     | Gesamt-ACN (mg/l) | Dp  | Cy    | Pt  | Pn   | Mv   | acetylierte ACN |       | cumarylierte ACN |     | $\Delta$ -Anthocyan-Wert |
|---------------|-------------------|-----|-------|-----|------|------|-----------------|-------|------------------|-----|--------------------------|
|               |                   |     |       |     |      |      | Dp,Cy,Pt,Pn     | Mv    | Dp,Cy,Pt,Pn      | Mv  |                          |
| ZW ges        | 393,2             | 2,2 | < 0,1 | 4,4 | 2,4  | 71,1 | 1,8             | 7,6   | 1,8              | 8,6 |                          |
| ZW ges + EP1  | 410,9             | 2,5 | < 0,1 | 4,6 | 2,2  | 70,8 | 1,7             | 7,7   | 1,6              | 8,2 | 0,69                     |
| ZW ges + EP2  | 470,9             | 2,6 | < 0,1 | 5,1 | 2,4  | 77,9 | 0,8             | 0,9   | 1,7              | 8,6 | <b>9,63</b>              |
| ZW ges LZE    | 588,9             | 3,3 | < 0,1 | 5,8 | 2,1  | 68,5 | 3,1             | 7,3   | 1,5              | 7,3 | 3,69                     |
| ZW faul       | 278,7             | 1,1 | < 0,1 | 2,8 | 2,7  | 74,1 | 1,8             | 7,8   | 0,7              | 8,6 | 3,76                     |
| ZW faul + EP1 | 289,1             | 1,5 | < 0,1 | 3,5 | 2,6  | 73,2 | 1,6             | 7,4   | 1,1              | 8,6 | 2,51                     |
| ZW faul + EP2 | 306,2             | 1,4 | < 0,1 | 3,5 | 2,7  | 79,6 | 0,8             | 1,7   | 1,1              | 8,6 | <b>10,49</b>             |
| TR ges        | 202,4             | 3,3 | 3,5   | 6,3 | 32,8 | 44,1 | 0,5             | 1,7   | 2,2              | 5,2 |                          |
| TR ges + EP1  | 210,2             | 3,9 | 3,6   | 6,9 | 32,7 | 43,8 | 0,3             | 1,7   | 1,8              | 4,8 | 1,09                     |
| TR ges + EP2  | 193,0             | 3,9 | 4,1   | 6,9 | 34,1 | 44,7 | 0,1             | 0,2   | 1,1              | 4,7 | 2,65                     |
| TR ges LZE    | 148,9             | 5,7 | 1,6   | 9,7 | 21,9 | 53,1 | 0,3             | 1,1   | 0,4              | 4,9 | <b>14,98</b>             |
| TR faul       | 141,5             | 2,5 | 4,8   | 5,4 | 40,2 | 38,7 | 0,3             | 1,8   | 1,7              | 4,3 | <b>9,39</b>              |
| TR faul + EP1 | 118,2             | 1,6 | 4,7   | 4,3 | 46,9 | 35,2 | < 0,1           | 1,6   | 1,1              | 4,3 | <b>16,99</b>             |
| TR faul + EP2 | 151,1             | 3,5 | 5,2   | 5,6 | 44,2 | 36,2 | < 0,1           | < 0,1 | 0,9              | 4,1 | <b>14,19</b>             |
| TR faul LZE   | 113,6             | 3,1 | 1,9   | 7,7 | 30,9 | 47,3 | 0,8             | 1,8   | 1,1              | 5,1 | 4,44                     |

dersprüchliche Ergebnisse und keine gesicherte Erhöhung der Anthocyanengehalte.

Durch Wiederholungen der HPLC-Analyse am 16. November (Ergebnisse nicht dargestellt) und am 4. Dezember (Tab. 4) wurden die Ergebnisse abgesichert. Es bestätigte sich, dass die erhitzte 'Zweigelt'-Variante die höchsten Anthocyanengehalte aufwies, auch der positive Effekt der Enzympräparat-Zugabe konnte für die Sorte 'Zweigelt' wiederum nachgewiesen werden. Die Wiederholungsanalysen zeigten auch eindeutig, dass bei der Sorte 'Trollinger' die Maischeerhitzung und die Enzymierung andere Auswirkungen hatten als beim 'Zweigelt'. Die Ursache für dieses diametrale Verhalten der beiden Sorten könnte einerseits in dem unterschiedlichen Gesamtanthocyan- und Gesamtphenolgehalt (quantitative Ursachen), andererseits in der unterschiedlichen Anthocyanzusammensetzung (qualitative Ursachen) liegen. Eine eindeutige Klärung dieser technologisch sehr wichtigen Frage ist uns aber mit dem derzeitigen Wissenstand noch nicht möglich.

Neben dem Gesamtanthocyanengehalt ist daher die prozentuelle Anthocyanzusammensetzung, das so genannte Anthocyanprofil, nicht nur für Fragen der Farbstabilität, sondern auch aus Gründen der Authentizitätsprüfung von großem Interesse. Die Auftrennung der Anthocyane der Sorten 'Blauer Zweigelt' und 'Trollinger' mittels HPLC wird beispielhaft in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt.

Der prozentuelle Anteil der einzelnen Anthocyane am Gesamtanthocyanengehalt ist bei den beiden Sorten sehr

unterschiedlich (Tab. 3 und 4). Wie bereits von WENZEL (1987), aber auch von EDER et al. (1994) veröffentlicht, ist daher eine Unterscheidung dieser beiden Sorten anhand der Anthocyanprofile leicht möglich.

Die Hauptkomponente ist bei der Sorte 'Zweigelt' das Malvidin-3-Glucosid mit 68 bis 80 % Anteil. Auch die nächstwichtigen Anthocyane sind Derivate des Malvidin-3-glucosids, nämlich das Malvidin-3-6-O-cumarylglucosid (ca. 8,5 %) und das Malvidin-3-6-O-acetylglucosid (ca. 7,5 %). Erst danach folgen die 3-Monoglucoside von Petunidin (1,9 bis 5,8 %), Peonidin (2,1 bis 3,1 %) und Delphinidin (0,5 bis 3,3 %). Die beim 'Zweigelt' am wenigsten beständige Komponente Cyanidin-3-glucosid ist schon in den Traubenbeeren mit weniger als 1 % vertreten und verschwindet im Zuge der Vergärung vollständig (< 0,1 %). Acetylierte und cumarylierte Anthocyane der Aglyka Delphinidin, Cyanidin, Petunidin und Peonidin machen jeweils ca. 1,8 % der Gesamtanthocyane aus und sind somit von untergeordneter Bedeutung.

Die Sorte 'Trollinger' zeichnet sich durch fast gleich hohe Anteile an Malvidin-3-glucosid (35 bis 53 %) und Peonidin-3-Glucosid (30 bis 45 %) aus. Danach folgen Petunidin-3-glucosid (4,1 bis 10,4 %), Delphinidin-3-glucosid (1,6 bis 5,7 %) und Cyanidin-3-glucosid (1,3 bis 5,4 %). Auch die cumarylierten Anthocyane, insbesondere das Malvidin-3-6-O-cumarylglucosid (4 bis 5 %), sind von Bedeutung. Der Anteil acetylierter Anthocyane ist mit ca. 2 % gering.

Betrachtet man den Einfluss der verschiedenen Verar-

Tabelle 4:

Prozentueller Anteil der monomeren Anthocyane am Gesamtanthocyanengehalt, laut HPLC-Analyse vom 4. Dezember (\* der Anthocyan-Differenzwert ist die euklidische Differenz der relativen Anthocyananteile im Vergleich zum Ausgangswein ZW ges bzw. TR ges)

| Varianten     | Gesamt-ACN (mg/l) | Dp  | Cy    | Pt   | Pn   | Mv   | acetylierte ACN |       | cumarylierte ACN |     | $\Delta$ -Anthocyan-Wert |
|---------------|-------------------|-----|-------|------|------|------|-----------------|-------|------------------|-----|--------------------------|
|               |                   |     |       |      |      |      | Dp,Cy,Pt,Pn     | Mv    | Dp,Cy,Pt,Pn      | Mv  |                          |
| ZW ges        | 369,4             | 1,9 | < 0,1 | 4,3  | 2,3  | 70,2 | 2,9             | 7,6   | 1,6              | 8,5 |                          |
| ZW ges + EP1  | 395,8             | 2,1 | < 0,1 | 4,4  | 2,2  | 71,1 | 2,4             | 7,7   | 1,6              | 8,1 | 1,14                     |
| ZW ges + EP2  | 432,6             | 2,3 | < 0,1 | 4,7  | 2,5  | 78,2 | 2,7             | 0,8   | 1,5              | 8,2 | <b>10,52</b>             |
| ZW ges LZE    | 569,6             | 2,8 | < 0,1 | 5,6  | 2,1  | 68,1 | 2,5             | 7,4   | 1,6              | 7,3 | 2,93                     |
| ZW faul       | 228,2             | 0,5 | < 0,1 | 1,9  | 3,1  | 75,7 | 1,1             | 7,5   | 0,8              | 7,9 | 6,55                     |
| ZW faul + EP1 | 283,9             | 1,4 | < 0,1 | 3,4  | 3,1  | 72,6 | 2,7             | 7,4   | 1,1              | 7,9 | 2,85                     |
| ZW faul + EP2 | 306,4             | 1,4 | < 0,1 | 3,4  | 2,9  | 77,9 | 1,7             | 0,8   | 1,1              | 7,8 | <b>10,45</b>             |
| TR ges        | 196,9             | 3,1 | 3,3   | 6,2  | 33,5 | 44,3 | 0,3             | 1,5   | 2,3              | 5,1 |                          |
| TR ges + EP1  | 198,7             | 3,8 | 3,3   | 7,1  | 32,8 | 44,1 | 0,6             | 1,5   | 1,8              | 4,8 | 1,50                     |
| TR ges + EP2  | 161,1             | 3,7 | 3,9   | 7,2  | 33,5 | 44,7 | 0,2             | 0,3   | 1,2              | 4,7 | 2,17                     |
| TR ges LZE    | 141,6             | 5,2 | 1,7   | 10,4 | 23,8 | 52,1 | 1,1             | 1,5   | < 0,1            | 4,9 | <b>13,60</b>             |
| TR faul       | 136,9             | 2,2 | 4,5   | 4,9  | 41,3 | 39,6 | 0,6             | 1,5   | 1,4              | 1,5 | <b>10,04</b>             |
| TR faul + EP1 | 116,9             | 1,8 | 4,6   | 4,1  | 45,1 | 35,9 | 1,1             | 1,9   | 1,2              | 4,1 | <b>14,69</b>             |
| TR faul + EP2 | 146,5             | 2,8 | 5,4   | 4,8  | 46,6 | 35,1 | < 0,1           | < 0,1 | 1,2              | 3,8 | <b>16,36</b>             |
| TR faul LZE   | 101,2             | 3,1 | 1,3   | 8,2  | 30,6 | 47,3 | 1,3             | 1,8   | 1,8              | 4,3 | 5,23                     |

beitungstechnologien und der unterschiedlichen Traubengesundheit auf die Anthocyanzusammensetzung, so zeigen sich sehr interessante Effekte.

In den Weinen beider Sorten wiesen die mit dem Rotweinzym Trenolin rouge DF (EP 2) vergorenen Varianten zu allen Untersuchungszeitpunkten wesentlich geringere Gehalte an acetylierten Anthocyanen, insbesondere Malvidin-3-acetylglucosid, als die anderen Varianten auf. Besonders auffällig ist dies bei den Weinen der Sorte 'Zweigelt', deren ursprüngliches Anthocyanprofil zwischen 7,3 bis 7,8 Prozent Malvidin-3-acetylglucosid beinhaltet, während die mit Trenolin rouge DF behandelten Varianten nur mehr 0,9 Prozent (ZW ges EP2) bzw. 1,7 Prozent (ZW faul EP2) enthalten. Diese Abnahme der acetylierten Anthocyane geht mit einer beinahe identen quantitativen Zunahme der entsprechenden Anthocyanidinglucoside einher, beispielsweise betrug in der Variante 'Zweigelt' gesund mit Trenolin rouge DF die gemessene Abnahme des Malvidin-3-acetylglucosids und die Zunahme des Malvidin-3-glucosids jeweils ca. 6,8 Prozentpunkte. Es ist daher evident, dass dieses Enzympräparat eine Acetylase-Nebenaktivität aufweist, die eine deutliche Veränderung des Anthocyanprofils hervorruft. Eine gute Verdeutlichung dieser Effekte ist anhand des Anthocyan-Differenzwertes möglich. Während der Einsatz des Enzympräparates Rapidase Ex Color nur einen geringen  $\Delta$ ACN-Wert von 0,69 (gesundes Traubenmaterial) bzw. 1,09 (gefaultes Traubenmaterial) ergab, stieg dieser Differenzwert durch die Anwendung des Enzympräpa-

rats Trenolin rouge DF auf 9,63 (gesundes Traubenmaterial) bzw. 10,49 (gefaultes Traubenmaterial) an (Messung am 27. Oktober). Auch bei der Analyse am 4. Dezember waren die  $\Delta$ ACN-Werte bei den Rapidase Ex Color-Varianten gering (1,14, bzw. 2,85) während sie bei den Trenolin-Varianten hoch waren (10,52 bzw. 10,45).

Bei der Sorte 'Trollinger' ist der Anteil der acetylierten Anthocyane nur von untergeordneter Bedeutung (ca. 2 Prozent), trotzdem war auch die Abnahme der acetylierten Anthocyane infolge der Anwendung des Enzympräparates Trenolin rouge DF erkennbar. So enthielt die Kontrollvariante 'Trollinger' gesund 1,7 Prozent Malvidin-3-acetylglucosid und die Trenolin rouge DF-behandelte Variante nur mehr 0,2 Prozent. Ähnlich verhielt es sich mit gefaultem Lesegut, die Kontrollvariante 'Trollinger' faul hatte 1,8 Prozent Malvidin-3-acetylglucosid und die Trenolin rouge DF-behandelte Variante weniger als 0,1 Prozent.

Demgegenüber bewirkte die Zugabe des Enzympräparates Rapidase Ex Color (EP 1) keine bemerkenswerte Veränderung der Anthocyanzusammensetzung.

Auf Grund des geringen Gehaltes acetylierter Anthocyane waren auch die Unterschiede - ausgedrückt als euklidische Differenz ( $\Delta$ ACN-Wert) für 'Trollinger'-Weine aus gesundem Lesegut nur gering. Am 27. Oktober ergab sich infolge des Zusatzes von Rapidase Ex Color ein  $\Delta$ ACN-Wert von 1,09 und infolge des Zusatzes von Trenolin rouge DF von 2,65; am 4. Dezember waren die Werte 1,50 bzw. 2,17.

Die Anthocyanprofile von maischeerhitzten Weinen

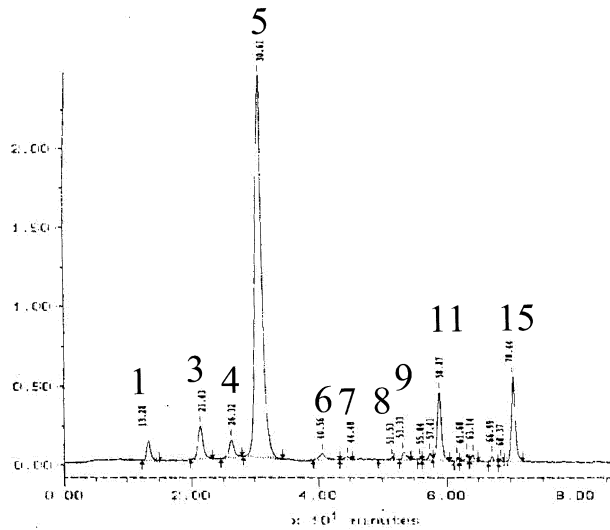


Abb 5: HPLC-Auftrennung der Anthocyane von Jungweinen verschiedener Varianten bei der Sorte 'Zweigelt'

Peakidentifizierung:

1: Dp-3-Gluc., 2: Cy-3-Gluc., 3: Pt-3 Gluc., 4: Pn-3-Gluc., 5: Mv-3-Gluc., 6-10: Dp-3-acetylgluc., Cy-3-acetylgluc., Pt-3-acetylgluc., Mv-3-caffeoylgluc., 11: Mv-3-acetylgluc., 12-14: Dp-3-cumarylgluc., Cy-3-cumarylgluc., Pt-3-cumarylgluc., Pn-3-cumarylgluc., Pn-3-cumarylgluc., 15: Mv-3-cumarylgluc

unterschieden sich von maischevergorenen Varianten nicht so deutlich. Wie aus den Tabellen 3 und 4 ersichtlich ist, wies der maischeerhitzte 'Zweigelt' etwas höhere Anteile an Delphinidin-3-glucosid, Petunidin-3-glucosid und acetylierten Anthocyanen dafür aber niedrigere Werte an Malvidin-3-glucosid und Malvidin-3-cumarylglucosid als die anderen Varianten auf. Der  $\Delta$ ACN-Wert betrug am 27. Oktober 3,69 und am 4. Dezember 2,93.

Beim 'Trollinger' bewirkte die Maischeerhitzung im Vergleich zur Maischegärung höhere Prozentanteile von Petunidin-3-glucosid und Malvidin-3-glucosid auf Kosten des Peonidin-3-glucosides. Dadurch ergaben sich für die erste Messung am 27. Oktober relativ hohe  $\Delta$ ACN-Werte von 14,98 (gesundes Lesegut) bzw. 4,44 (gefautes Lesegut) und für die zweite Messung am 4. Dezember von 13,60 (gesundes Lesegut) bzw. 5,23 (gefautes Lesegut). Ein weiterer getesteter Einflussfaktor auf die Anthocyanzusammensetzung war der phytosa-

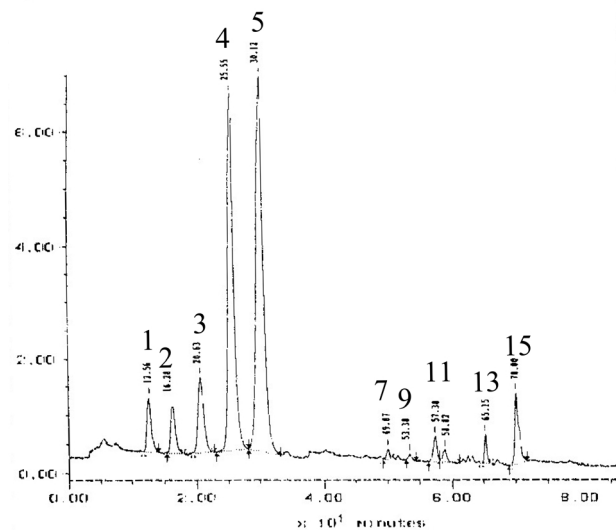


Abb 6: HPLC-Auftrennung der Anthocyane von Jungweinen verschiedener Varianten bei der Sorte 'Trollinger'

Peakidentifizierung:

1: Dp-3-Gluc., 2: Cy-3-Gluc., 3: Pt-3 Gluc., 4: Pn-3-Gluc., 5: Mv-3-Gluc., 6-10: Dp-3-acetylgluc., Cy-3-acetylgluc., Pt-3-acetylgluc., Mv-3-caffeoylgluc., 11: Mv-3-acetylgluc., 12-14: Dp-3-cumarylgluc., Cy-3-cumarylgluc., Pt-3-cumarylgluc., Pn-3-cumarylgluc., Pn-3-cumarylgluc., 15: Mv-3-cumarylgluc.

nitäre Status des Lesegutes. Die aus gefauten Trauben hergestellten 'Zweigelt'-Weine unterschieden sich in den Anthocyanprofilen nur geringfügig von denen aus gesunden Trauben. Leichte Abnahmen waren bei den Anteilen an Delphinidin-3-glucosid und Petunidin-3-glucosid zu Gunsten des Malvidin-3-glucosids erkennbar. Demgegenüber hatte bei der Sorte 'Trollinger' die Traubenfäulnis einen sehr starken Einfluss auf die Anthocyanzusammensetzung. Dieser Effekt ist erkennbar an hohen  $\Delta$ ACN-Werten von 9,39 bis 16,36, wobei die Anteile von Delphinidin-3-glucosid, Petunidin-3-glucosid aber auch Malvidin-3-glucosid zu Gunsten von Peonidin-3-glucosid verringert wurden.

In Abbildung 5 sind die Anthocyanprofile der Jungweine der Sorte 'Zweigelt' (gesundes bzw. gefautes Lesematerial) mit und ohne Anwendung des Enzympräparates EP2 gegenübergestellt. Unabhängig vom Ausgangsmaterial ist durch die Anwendung des Enzympräparates EP2 eine Verminderung des Malvidin-

Tabelle 5:

Farbvalenzwerte der Versuchsweine, gemessen am 26. Oktober 1998

| Variante      | L*   | a*   | b*   | $\Delta E$ -Wert <sup>1</sup> | $\Delta E$ -Wert <sup>2</sup> |
|---------------|------|------|------|-------------------------------|-------------------------------|
| ZW ges        | 73,8 | 39,9 | -3,7 |                               |                               |
| ZW ges + EP1  | 75,1 | 41,1 | -4,5 | 1,94                          |                               |
| ZW ges + EP2  | 74,2 | 41,2 | -4,3 | 1,49                          | -                             |
| ZW ges LZE    | 71,6 | 42,8 | -4,1 | 3,66                          | -                             |
| ZW faul       | 84,8 | 24,2 | 1,4  | 19,84                         |                               |
| ZW faul + EP1 | 83,3 | 23,1 | 1,3  | 19,94                         | 1,86                          |
| ZW faul + EP2 | 82,6 | 23,8 | 1,6  | 19,10                         | 2,24                          |
| TR ges        | 89,7 | 16,6 | 1,9  |                               |                               |
| TR ges + EP1  | 90,3 | 15,8 | 1,5  | 1,08                          | -                             |
| TR ges + EP2  | 91,1 | 14,3 | 1,7  | 2,70                          | -                             |
| TR ges LZE    | 94,3 | 18,2 | 1,8  | 4,87                          | -                             |
| TR faul       | 93,4 | 8,7  | 3,9  | 8,95                          |                               |
| TR faul + EP1 | 93,2 | 8,3  | 3,4  | 9,13                          | 0,67                          |
| TR faul + EP2 | 93,1 | 8,8  | 3,2  | 8,61                          | 0,77                          |
| TR faul LZE   | 89,2 | 16,4 | 3,8  | 1,97                          | 8,77                          |

<sup>1</sup>Diff. zu ZW ges bzw. TR ges

<sup>2</sup>Diff. zu ZW faul bzw. TR faul

Tabelle 6:

Farbvalenzwerte der Versuchsweine, gemessen am 4. Dezember 1998

| Variante      | L*   | a*   | b*   | $\Delta E$ -Wert <sup>1</sup> | $\Delta E$ -Wert <sup>2</sup> |
|---------------|------|------|------|-------------------------------|-------------------------------|
| ZW ges        | 75,3 | 37,8 | -2,9 |                               |                               |
| ZW ges + EP1  | 76,1 | 37,5 | -3,6 | 1,10                          |                               |
| ZW ges + EP2  | 75,1 | 38,9 | -3,3 | 1,19                          |                               |
| ZW ges LZE    | 68,2 | 43,8 | -2,8 | 9,30                          |                               |
| ZW faul       | 77,1 | 29,1 | 2,3  | 10,29                         |                               |
| ZW faul + EP1 | 81,4 | 24,4 | 1,6  | 15,40                         | 6,41                          |
| ZW faul + EP2 | 81,2 | 24,1 | 2,1  | 15,73                         | 6,47                          |
| TR ges        | 87,1 | 14,3 | 2,7  |                               |                               |
| TR ges + EP1  | 88,1 | 14,1 | 1,3  | 1,73                          |                               |
| TR ges + EP2  | 89,5 | 14,5 | 1,6  | 2,65                          |                               |
| TR ges LZE    | 91,9 | 16,2 | 1,7  | 5,26                          |                               |
| TR faul       | 91,4 | 9,5  | 4,5  | 6,69                          |                               |
| TR faul + EP1 | 91,6 | 9,3  | 5,4  | 7,25                          | 0,94                          |
| TR faul + EP2 | 91,1 | 9,7  | 5,2  | 6,59                          | 0,79                          |
| TR faul LZE   | 87,6 | 15,1 | 4,1  | 1,69                          | 6,78                          |

<sup>1</sup>Diff. zu ZW ges bzw. TR ges

<sup>2</sup>Diff. zu ZW faul bzw. TR faul

3-acetylglucosid-Peaks deutlich erkennbar.

Die Anthocyanzusammensetzung von Jungweinvarianten (TRges, TRges+EP2; TRfaul, TRfaul+EP2) der Sorte 'Trollinger' (gesundes bzw. gefaultes Lesematerial) mit und ohne Anwendung des Enzympräparates EP2 ist in Abbildung 6 dargestellt. Bei Betrachtung der Chromatogramme sind keine bzw. nur minimale Unterschiede ersichtlich, der Malvidin-3-acetylglucosid-Peak ist auch in den nicht enzymierten Varianten sehr klein.

### Ergebnisse der farbmtrischen Messungen

Die farbmtrischen Messungen im L\*,a\*,b\*-Farbraum nach Hunter ergaben für die Rotweine kurz nach dem Abpressen (Tab. 5) deutliche Unterschiede für die Proben aus gesunden beziehungsweise gefaulten Trauben ( $\Delta E$ -Werte bei der Sorte 'Zweigelt' um 19 und bei der Sorte 'Trollinger' um 9). Die Weine aus gefaultem Lesegut hatten deutlich höhere L\*-Werte (mehr Helligkeit), geringere a\*-Werte (weniger Rotton) und positive b\*-Werte (mehr Gelb- und weniger Blautöne). Die Maischeerhitzten Weine wiesen im Vergleich zu den Maischevergorenen Varianten aus dem gleichen gesunden Lesegut Farbunterschiede ( $\Delta E$ -Werte: 3,66 bzw. 4,87) auf, die für den Normalbeobachter erkennbar sind ( $\Delta E$ -Werte > 3). Die Maischeerhitzung bewirkte geringere L\*-Werte (dunklere Farbe) und höhere a\*-Werte (mehr Rottöne) als die Maischegärung. Demgegenüber hatte die Zugabe der Enzympräparate keinen bedeuten-

den Einfluss auf die Farbcharakteristika der Weine und ergab keine sichtbaren Farbunterschiede ( $\Delta E$ -Werte der Weine aus gesunden Trauben: 1,08 bis 2,70).

Auch bei späteren Farbmessungen, am 15. November (Ergebnisse nicht dargestellt) und 4. Dezember (Tabelle 6), wurden diese Ergebnisse bestätigt. Bemerkenswerte Unterschiede ( $\Delta E$ -Werte bei der Sorte 'Zweigelt' um 15 und bei der Sorte 'Trollinger' um 7) zeigten wiederum die gesunden und gefaulten Varianten der Sorte 'Zweigelt' und 'Trollinger' insofern, als die aus gesunden Trauben hergestellten Weine bei der Farbmessung mehr Violetttöne und die aus gefaulten Trauben mehr Gelb-Braun-Töne aufwiesen (b\*-Farbraum). Anhand dieser Ergebnisse ist auch erkennbar, dass es während der Lagerung zu einer Abnahme der  $\Delta E$ -Werte kommt und daher die Unterschiede zwischen den Varianten geringer werden. Die Zugabe von pektolytischen Enzympräparaten ergab identische oder sogar höhere L\*-Werte als die Kontrollvariante, auch hinsichtlich der a\*-Werte (Rot-Grünachse) und der b\*-Werte (Blau-Gelb-Achse) konnten infolge der Enzymzugabe nur geringe Unterschiede zur Kontrollvariante festgestellt werden.

### Ergebnisse der sensorischen Beurteilung der Farbqualität

Bei der subjektiven Beurteilung der visuell wahrnehmbaren Farbqualität wurde bei den Varianten 'Zweigelt'

Tabelle 7:

Ergebnisse der sensorischen Beurteilung der Varianten 'Zweigelt' gesund (LSD-Werte)

| Proben      | Mittelwert | Diff.          | LSD-Wert       | Vergleich    |
|-------------|------------|----------------|----------------|--------------|
| ZW ges      | 45,94      | 0,00           | 6,17           |              |
| ZW ges +EP1 | 47,11      | 1,17           |                | =            |
| ZW ges +EP2 | 53,87      | 6,75           |                | >            |
| ZW ges LZE  | 71,48      | 17,62          |                | >            |
| FG          |            | 3              |                |              |
| Ergebnis    | ZWges.     | = ZWges. + EP1 | < ZWges. + EP2 | < ZWges. LZE |

gesund (Tab. 7) die Langzeiterhitzungsvariante statistisch signifikant als die beste bewertet. Mit großem Abstand folgt der mit Trenolin rouge DF behandelte 'Zweigelt', die Variante Rapidase Ex Color wies zur Kontrollvariante 'Zweigelt' gesund keinen signifikanten Unterschied auf.

Bemerkenswert ist, dass die aus gefaulten Trauben hergestellten Weine der Sorte 'Zweigelt' (Tab. 8) bessere Farbbewertungen erhielten als die aus gesunden Trauben hergestellten mäschevergorenen Weine. Weiters wurde festgestellt, dass beide enzymbehandelten Varianten eine höhere subjektive Farbqualität aufwiesen als die Kontrollvariante, die Unterschiede zwischen den beiden Enzymvarianten waren sehr gering.

Bei der Variante 'Trollinger' gesund (Tab. 9) wurden sowohl die beiden enzymbehandelten Varianten wie auch die langzeiterhitzte Probe hinsichtlich der Farbe besser beurteilt als die Kontrollvariante. Die signifikant beste Farbbeurteilung erhielt wiederum die Erhitzungsvariante, gefolgt von dem Wein mit Trenolin rouge DF und dem Wein mit Rapidase Ex Color.

Auch bei den aus gefaulten Trauben hergestellten Weinen der Sorte 'Trollinger' wurde die Kontrollvariante als signifikant schlechteste bewertet, zwischen den beiden Enzymvarianten konnte kein gesicherter Farbun-

Tabelle 9:

Ergebnisse der sensorischen Beurteilung der Varianten 'Trollinger' gesund (LSD-Werte)

| Proben       | Mittelwert | Diff.          | LSD-Wert       | Vergleich    |
|--------------|------------|----------------|----------------|--------------|
| TR ges       | 37,33      |                | 1,98           |              |
| TR ges + EP1 | 40,91      | 3,57           |                | >            |
| TR ges + EP2 | 45,93      | 5,03           |                | >            |
| TR ges LZE   | 48,64      | 2,72           |                | >            |
| FG:          |            | 3              |                |              |
| Ergebnis     | TRges.     | < TRges. + EP1 | < TRges. + EP2 | < TRges. LZE |

Tabelle 8:

Ergebnisse der sensorischen Beurteilung der Varianten 'Zweigelt' faul (LSD-Werte)

| Proben        | Mittelwerte | Diff.          | LSD-Wert       | Vergleich |
|---------------|-------------|----------------|----------------|-----------|
| ZW faul       | 64,24       | 0,00           | 2,68           |           |
| ZW faul + EP1 | 67,58       | 3,35           |                | >         |
| ZW faul + EP2 | 69,51       | 1,93           |                | =         |
| FG            |             | 2              |                |           |
| Ergebnis      | ZWfaul      | < ZWfaul + EP1 | = ZWfaul + EP2 |           |

terschied ermittelt werden, die beste Farbqualität wies wiederum die langzeiterhitzte Probe auf.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass bei der subjektiven Beurteilung der Farbqualität die langzeiterhitzten Varianten eindeutig am besten abgeschnitten haben. Mit deutlichem Abstand sind die mit dem Enzympräparat Trenolin rouge DF behandelten Weine als zweitbeste beurteilt worden. Der Zusatz des Enzympräparates Rapidase Ex Color erbrachte in einigen Fällen eine bessere Farbqualität als die Kontrollvariante, die bei allen vier Versuchsreihen als schlechteste Probe bewertet wurde.

Bei einer informellen Verkostung wurden die Weine allgemein als leicht, jugendlich frisch, etwas unharmonisch mit feiner Adstringens und wenig gerbstoffbetont empfunden.

Die Anwendung von Enzympräparaten bei der Rotweinbereitung und deren Effekt auf Farbextraktion und Weinqualität wird in der Literatur unterschiedlich beurteilt (CANAL-LLAUBÈRES et al., 1990; BINDER, 1991; EDER et al., 1992; Kobler, 2003). In vorliegender Arbeit konnte gezeigt werden, dass durch die Enzymzugabe eine deutliche Verbesserung der Farbqualität bei einer geringen Erhöhung der Farbstoffgehalte möglich ist. In Hinblick auf die Anwendung der Anthocyananalyse

Tabelle 10:

Ergebnisse der sensorischen Beurteilung der Varianten 'Trollinger' faul (LSD-Werte)

| Proben        | Mittelwert | Diff.          | LSD-Wert       | Vergleich    |
|---------------|------------|----------------|----------------|--------------|
| TR faul       | 37,93      | 0,00           | 3,00           |              |
| TR faul + EP1 | 41,16      | 3,23           |                | >            |
| TR faul + EP2 | 42,32      | 1,17           |                | =            |
| TR faul LZE   | 47,85      | 5,53           |                | >            |
| FG:           |            | 3              |                |              |
| Ergebnis      | TRfaul     | < TRfaul + EP1 | = TRfaul + EP2 | > TRfaul LZE |

zur Authentizitätsprüfung (HOLBACH, 1997; EDER, 1994) von besonderer Bedeutung ist der bei einem der beiden Enzympräparate (Trenolin rouge DF) beobachtete Abbau der acetylierten Anthocyane und die somit eintretenden Veränderungen der Anthocyanprofile. Der bekannte Umstand, dass durch Maischeerhitzung höhere Farbwerte erzielbar sind (MEIER, 1990; BINDER, 1991) als durch Maischegärung, konnte in dieser Versuchsreihe für beide Sorten bestätigt werden.

### Danksagung

Herrn Dipl.-Ing. HARALD LINDNER sei für die statistische Auswertung der sensorischen Untersuchungen herzlich gedankt.

### Literatur

- BERENTE, B., DE LA CALLE GARCIA, D., REICHENBÄCHER, M. and DANZER, K. 2000: Method development for the determination of anthocyanins in red wines by high-performance liquid chromatography and classification of German red wines by means of multivariate statistical methods. *J. Chromatogr. A* 871: 95-103
- BERG, H.W. and AKIYOSHI, M.A. 1975: On the nature of reactions responsible for colour behavior in red wine: a hypothesis. *Am. J. Enol. Vitic.* 26(3): 134-143
- BINDER, G. 1991: Maßnahmen zur Maischebehandlung. In: Rotweinbereitung in Erzeugerbetrieben: 20-27
- BLOOMFIELD, D., HEATHERBELL, D.A. and POUR NIKFARDJAM, M.S. 2003: Effect of p-cumaric acid on the color in red wine. *Mitt. Klosterneuburg* 53: 215-218
- BOULTON, R. 2001: The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review. *Am. J. Enol. Vitic.* 52(2): 67-87
- BROUILLARD, R. (1982): Chemical structure of anthocyanins. In: MARKAKIS, P.: Anthocyanins as food colours. - New York, London: Acad. Press, 1982
- CANAL-LLAUBÈRES, R.-M. 1990: Utilisation des enzymes dans les procédés d'extraction en oenologie. *Rev. Franc. Oenol.* (122): 28-33
- DARIAS-MARTIN, J., CARRILLO, M., DIAZ, C. and BOULTON, R. 2001: Enhancement of red wine color by pre-fermentation addition of copigments. *Food Chemistry* 73: 217-220
- EDER, R., WENDELIN, S. und BARNA, J. 1990: Auftrennung der monomeren Rotweinanthocyane mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) - Methodenvergleich und Vorstellung einer neuen Methode. *Mitt. Klosterneuburg* 40(2): 68-75
- EDER, R., WENDELIN, S., KALCHGRUBER, R., ROSENTHAL, F. und BARNA, J. 1992: Untersuchungen über den Einfluss von Hefe- und Enzympräparaten auf die Rotweinfarbe. *Mitt. Klosterneuburg* 42: 148-157
- EDER, R., WENDELIN, S. und BARNA, J. 1994: Klassifizierung von Rotweinsorten mittels Anthocyananalyse. *Mitt. Klosterneuburg* 44: 201-212
- EDER, R. (1996): Pigments. In: NOLLET (Ed.): Handbook of food analysis, pp. 9937-1014. - New York: Dekker, 1996
- EDER, R. (2003): Mangelhafte Rotweinfarbe. In: EDER, R. (Hrsg.): Weinfehler : Erkennen, Vermeiden, Beheben. - Leopoldsdorf: Agrarverlag, 2003
- EDER, R. (2004): Phenole - Gerbstoffe. In: EDER, R. (Hrsg.): Weinanalyse im eigenen Betrieb : Qualitätsparameter. - Leopoldsdorf: Agrarverlag, 2004
- EU (1990): Verordnung Nr. 2676/90 der Kommission vom 17. September 1990 zur Festlegung gemeinsamer Analysemethoden für den Weinsektor. *Ämtsblatt der Europäischen Union* L 272, 33. Jahrgang, 3. Oktober 1990
- FISCHER, U. 1994: Neue Trends bei der Maischegärung von Rotweinen. *Dt. Weinmagazin* (13): 24-29
- FISCHER, U., LÖCHNER, M. und CLOS, D. 2001: Farbstabilisierende Maßnahmen im Rotwein. *Dt. Weinmagazin* (15): 15-21
- FISCHER, U., LÖCHNER, M. und WOLZ, S. (2004): Red wine authenticity - impact of technology on anthocyanin composition. 28. World Congress of Vine and Wine. Book of Abstracts, p. 73. - Vienna, 2004
- FLAK, W., TSCHIEK, G., KRIZAN, R., SPANITZ, F. und WEISS, G. 2002: Der Einfluss von Eichenholzchips auf das Aromaprofil und die sensorische Qualität von Rotwein. *Mitt. Klosterneuburg* 52: 150-164
- GLORIES, Y. 1984: La couleur des vins rouges, I<sup>e</sup> partie: Les équilibres des anthocyanes et des tanins. *Conn. Vigne Vin* 18: 195-217
- HOLBACH, B., MARX, R. und ACKERMANN, M. 1997: Bestimmung der Anthocyanzusammensetzung von Rotweinen mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC). *Lebensmittelchemie* 51: 78-80
- JAKOB, L. und HAMATSCHEK, J. (1997): Der Wein. - Stuttgart: Ulmer, 1997
- KOBLER, A. 2003: Über den Einfluss verschiedener Maischegärverfahren auf die Qualität von 'Vernatsch'-Weinen. *Mitt. Klosterneuburg* 53: 86-102
- KRÜCK, A. und SECKLER, J. 1990: Farbkiller bei der Rotweinbereitung. *Weinwirtschaft-Technik* (7): 24-26
- MAURER, R. 1986: Verfahrenstechnik bei der Rotweinbereitung in Erzeugerbetrieben. *Dt. Weinbau* 24: 1172-1176
- MEIER, W., STEIDL, R., EDER, R. und WENDELIN, S. 1990: Der Einfluss verschiedener Verarbeitungsmethoden auf die Anthocyanzusammensetzung von Rotweinen. *Mitt. Klosterneuburg* 40: 241-249
- NAGEL, C.W. and WULF, L.W. 1979: Changes in anthocyanins, flavonoids and hydroxycinnamic acid esters during fermentation and aging of Merlot and Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 30: 111-116
- MATTIVI, F., SCIENCA, A., FAILLA, O., VILLA, P., ANZANI, R., TEDESCO, G., GIANAZZA, E. and RIGHETTI, P. 1989: Vitis vinifera - a chemotaxonomic approach. Anthocyanins in the skins. *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Symposium on grape breeding*. St. Martin, Pfalz (Deutschland), 12.-16. September 1989. *Vitis* (special issue): 119-133
- NICOLINI, G. e MATTIVI, F. 1995: Utilizzo di enzimi nella vinificazione in rosso. *Vignevini* (10): 44-48
- OTTENEDER, H., HOLBACH, B., MARX, R. und ZIMMER, M. 2002: Rebsortenbestimmung in Rotwein anhand der Anthocyan-Spektren. *Mitt. Klosterneuburg* 52: 187-194
- PFITZMAIER, B. 1996: Was leisten Enzyme bei der Rotweinbereitung. *Dt. Weinmagazin* 13(6): 28-32
- RIBÉREAU-GAYON, P. 1953: Différentiation des matières colorantes des raisins et des vins des cépages français et hybrides. *C.R. Séances Acad. Agric. France* 39: 800-807

- ROGGERO, J.P., LARICE, J.L., ROCHEVILLE-DIVORNE, C., ARCHIER, P. et COEN, S. 1988: Composition anthocyanique des cÙpages. *Rev. Franc. Oenol.* (112): 41-48
- SACHS, L. (1984): *Angewandte Statistik*. 6. Aufl. - Berlin: Springer, 1984
- SAUCIER, C., LITTLE, D. and GLORIES, Y. 1997: First evidence of acetaldehyde-flavanol condensation products in wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 48: 370-373
- SARNI, P., FULCRAND, H., SOUILLOL, V., SOUQUET, J.-M. and CHEYNIER, V. 1995: Mechanism of anthocyanin degradation in grape must-like model solutions. *J. Sci. Food Agric.* 69: 385-391
- SCHNEIDER, V. 1997: Rotwein - mehr als roter Wein. *Dt. Weinmagazin* (13): 15-20
- VILLETIAZ, J.C. 1996: Utilisation des enzymes en œnologie pour l'extraction de la couleur et pour l'extraction et la révélation des arômes. *Bull. O.I.V.* 69: 843-860
- VON BAER, D., MARDONES, C., GUTIERREZ, L., HOFFMAN, G. and HITSCHFELD, A. (2004): Varietal authenticity verification of Cabernet Sauvignon, Merlot and Carmenère wines produced in Chile by their anthocyanine, flavonol and shikimic acid profiles. 28. World Congress of Vine and Wine. Book of Abstracts, p. 75-76. - Vienna, 2004
- WEISS, J., WILLISCH, E., KNORR, D. und SCHALLER, A. 1972. Ergebnisse von Untersuchungen bezüglich der differenzierenden Wirkung einer sensorischen bewertenden Prüfmethode gegenüber einer sensorischen Rangordnungs-Prüfmethode am Beispiel von Apfelsaft und Birnennektar. *Confructa* 17(4/5): 237-250
- WENZEL, K. 1986. The colour of red wines - a review. *Naturwissenschaft* 41: 51-64
- WENZEL, K., DITTRICH, H.H. und HEIMFARTH, M. 1987: Die Zusammensetzung der Anthocyane in den Beeren verschiedener Rebsorten. *Vitis* 26: 65-78
- WÜRDIG, G. und WOLLER, R. (1989): *Chemie des Weines*. - Stuttgart: Ulmer, 1989 (Handbuch der Lebensmitteltechnologie)
- ZOECKLEIN, B.W., FUGELANG, K.C., GUMP, B.H. and NURY, S. (1994). *Wine analysis and production*. New York: Chapman and Hall, 1994

Manuskript eingelangt am 17. November 2004