

Einfluss der Mostvorklärung auf die sensorische Qualität von Rieslingweinen aus dem Rheingau

ROBERT KÖNITZ¹, MAXIMILIAN FREUND¹, JOHANN SECKLER¹, MONIKA CHRISTMANN¹, MICHAEL NETZEL², GABRIELE STRASS², ROLAND BITSCH², IRMGARD BITSCH³

¹ Forschungsanstalt Geisenheim
D-65366 Geisenheim, Blaubachstraße 19
E-mail: koenitz@fa-gm.de

² Friedrich-Schiller Universität Jena - Institut für Ernährungswissenschaften
D-07743 Jena, Dornburgerstr. 29

³ Justus-Liebig-Universität Gießen - Institut für Ernährungswissenschaft
D-35392 Gießen, Wilhelmsstr. 20

Moste der Sorte 'Riesling' der Jahrgänge 2000 und 2001 wurden mit unterschiedlichen Verfahren (Separation, Flotation, Sedimentation, Filtration) vorgeklärt, und die Zusammenhänge zwischen Resttrubgehalt, Phenolgehalt und Weinqualität wurden bestimmt. Mittels statistischer Analyse konnte bestätigt werden, dass der Resttrubgehalt negativ mit der Weinqualität korreliert. Zwischen Tyrosolgehalt, Resttrubgehalt und Weinqualität konnte ein eindeutiger Zusammenhang gefunden werden, d.h., je höher die Resttrubgehalte, desto höher auch die Tyrosolgehalte und desto schlechter der Wein (besonders in Hinblick auf Geruch, Geschmack, Reintönigkeit und Gerbstoffnoten). Die Bestimmung der Phenolsäuren, Resveratrole und Flavan-3-ole zeigte keine Zusammenhänge mit dem Resttrub oder der Sensorik und nur sehr geringe Unterschiede zwischen den untersuchten Vorklärverfahren. Die oxidationsbedingte Verminderung der Phenole durch Flotation mit Luft konnte lediglich bei polymerisierten Phenolen (Folin-gehalt) gefunden werden. Dabei wurden die Flotationsvarianten in ihrer Weinqualität gegenüber den anderen Vorklärverfahren schlechter beurteilt. Eine positive Korrelation bestand zwischen dem Folin-gehalt im Wein und der Farbextinktion der Weine (420 nm). Die mittels Separation und Drehfiltration vorgeklärten Weine zeigten sich dabei gegenüber der Fäulnisbelastung am unempfindlichsten in ihrer sensorischen Qualität.

Schlagwörter: Traubenmost, Vorklärung, Mostvorklärung, Separation, Flotation, Sedimentation, Filtration

Influence of must clarification on the sensory quality of 'Riesling' wines from the Rheingau. Musts from grapes of the 'Riesling' cultivar (vintages 2000 and 2001) were clarified with different procedures (separation, flotation, sedimentation, filtration), and the relations between residual solids, phenol contents and wine quality were determined. By means of statistic analysis it could be confirmed that the contents of residual solids correlate negatively with wine quality. Between tyrosol contents, residual solids and wine quality a clear relation could be found, i.e., the higher the contents of residual solids, the higher are the tyrosol contents and the worse is the wine (particularly with respect to smell, taste, clean aroma and tannin flavour). Determination of phenolic acids, resveratrols and flavan-3-oles did not show any relations between residual solids or sensory characteristics and only very small differences between the investigated clarification procedures. The reduction of phenolics caused by oxidation due to flotation with air only was found with polymerized phenolics (Folin contents). Contrary to other clarification procedures flotation variants were rated worse with respect to wine quality. A positive correlation was found between the Folin contents in the wines and their color extinction (420 nm). Wines clarified by means of separation and rotary filtration proved to be most insensitive to rot stress with respect to their sensory quality.

Key words: grape must, must clarification, separation, flotation, settling, sedimentation, filtration

L'influence du débouillage du moût sur la qualité sensorielle des vins «Riesling» du Rheingau. Les moûts du cépage «Riesling» des millésimes 2000 et 2001 ont été débouillés au moyen de différents procédés (séparation, flotation, sé-

dimentation, filtration), et les relations entre la teneur en troubles résiduels, la teneur en phénol et la qualité du vin ont été déterminées. On a pu confirmer à l'aide d'une analyse statistique qu'il existe une corrélation négative entre la teneur en troubles résiduels et la qualité du vin. Une relation manifeste a pu être trouvée entre la teneur en tyrosol, la teneur en troubles résiduels et la qualité du vin, c'est-à-dire que plus les teneurs en troubles résiduels sont élevées, plus la teneur en tyrosol est également élevée et plus le vin est mauvais (surtout en ce qui concerne l'odeur, le goût, la pureté de l'arôme et les notes tanniques). Lors de la détermination des acides phénoliques, des resvératrols et du flavan-3-ol, on n'a trouvé aucune relation avec la teneur en troubles résiduels ou avec la qualité sensorielle, et on n'a détecté que de faibles différences entre les procédés de débouillage examinés. La diminution de la teneur en phénols due à l'oxydation par la flotation avec de l'air n'a pu être constatée que pour les phénols polymérisés (teneur Folin-Ciocalteu). Dans ce contexte, la qualité des vins traités aux différentes variantes de flotation a été jugée moins bonne que celle des vins ayant subi les autres procédés de débouillage. Une corrélation positive existait entre la teneur Folin-Ciocalteu et la couleur des vins (l'extinction à 420 nm). Quant à leur qualité sensorielle, les vins débouillés par séparation et à l'aide d'un filtre rotatif se sont avérés être les plus insensibles à la pourriture.

Mots clés : moût de raisins, débouillage du moût, séparation, flotation, sédimentation, filtration

Die zunehmende Mechanisierung in der Weinbereitung und die damit verbundenen wesentlich höheren Trubmengen haben die Mostvorklärung zu einem der bedeutendsten Arbeitsschritte gemacht (SCHNEIDER, 2002b). Sie ist daher im Gegensatz zu früher unumgänglich für die Erzeugung marktfähiger Weine, die den heutigen hohen Qualitätsanforderungen gerecht werden. Zahlreiche Autoren haben sich mit diesem Thema befasst: BREIER und WEIAND (2001), FISCHER (2000), GÖSSINGER (1999), HAUBS (1976), PETGEN (2001), SCHAUTZ und KAUFMAN (2001), SCHNEIDER (2002b), SECKLER et al. (2000), SINGLETON et al. (1975) und WILLIAMS et al. (1978).

SECKLER et al. (2000) konnten wiederholt zeigen, dass ein Zusammenhang zwischen dem Resttrubgehalt und der Qualität der Weine besteht. Die Mostvorklärung hat daher das Ziel, den Trubgehalt vor der Gärung zu reduzieren, um Trubinhaltsstoffe, die der Weinqualität abträglich sind, zu entfernen. Sie führen zu unerwünschten dumpfen, erdigen und z.T. auch bitteren Geruchs- und Geschmacksnoten im Wein. Die Trubinhaltsstoffe sind im Wesentlichen Kolloide (Phenole, Polysaccharide, Proteine etc.), Mikroorganismen (Bakterien, Hefen, Schimmelpilze) und verschiedene Rückstände (z.B. Erdmaterial, Pflanzenschutzmittel), die sich auf der Beerenhaut abgelagert haben. (GÖSSINGER, 1999).

Ein geringerer Trubgehalt bewirkt zudem eine langsamere Gärung, was sich ebenfalls positiv auf die spätere Weinqualität auswirkt (GUILLOUX-BEVATIER und FEUILLAT, 1993; HAUBS, 1976; SCHNEIDER, 2002b; SINGLETON et al., 1975). Auf Grund der langsameren Gärung verbleiben mehr Aromastoffe und Alkohol im Jungwein und dieser präsentiert sich daher fruchtiger und klarer im Ausdruck. Mit der Entfernung der Trubstoffe und der

damit verbundenen Keimreduzierung sinkt auch die Gefahr für Weinfehler und einer unerwünschten Angärung durch Fremdhefen, besonders bei gefaultem Lesegut (GÖSSINGER, 1999). Die in diesem Zusammenhang häufig angeführten Gärstörungen konnten von FISCHER (2000) nicht statistisch abgesichert mit einem zu starken Vorklärungsgrad in Verbindung gebracht werden. So gibt er an, dass aus Gründen der Erzeugung „sauberer“ Weine einer scharfen Vorklärung immer der Vorzug vor der Vermeidung eventueller Gärstörungen gegeben werden sollte. GÖSSINGER (1999) konnte dies anhand seiner Untersuchungen bestätigen und kommt zu dem Schluss, dass die Gärtemperatur ein wichtigerer Einflussfaktor für Gärstörungen ist als der Vorklärgrad.

SECKLER et al. (2000) gewannen in ihren Untersuchungen vor allem die Erkenntnis, dass zunächst nicht das Verfahren an sich, sondern der erreichte Vorklärgrad, ausgedrückt als Resttrubgehalt (%(w/w)), das entscheidende Qualitätskriterium ist. Dieser sollte unterhalb von 0,6 %(w/w) liegen. SCHNEIDER (2002b) nennt als Vergleichswert 100 NTU (Nephelometric Turbidity Units) als weiteres mögliches Maß zur Beurteilung des Vorklärungsgrades.

Es gibt dennoch Faktoren, welche bei der Wahl des Vorklärverfahrens zu berücksichtigen sind. So stellt die weit verbreitete Sedimentation vor allem aus Kostensicht eine gute Möglichkeit der Vorklärung dar. Bei gefaultem Lesegut lässt sich allerdings vermuten, dass auf Grund des langen Kontaktes der negativen Trubstoffe mit dem Most sensorische Probleme auftreten können. Außerdem kann es bei der Sedimentation von Mosten aus botrytisbefallenen Trauben durch die erhöhten Glucanhalte (FISCHER, 2000) oder auch bei der Verarbeitung überreifer Trauben (PETGEN, 2001) auf Grund einer zu geringen Dichtedifferenz zwischen Most und Trub

zu Klärschwierigkeiten kommen. Auch durch beispielsweise wilde Hefen angegorene Moste verursachen Probleme bei der Sedimentation.

Der hohe Zeitaufwand bei der Sedimentation führte zur Entwicklung alternativer Verfahren, wie der Separation, der Filtration und vor allem in den letzten Jahren der Flotation. Dieses Verfahren wird wegen seiner hohen Wirksamkeit und des gesicherten Vorklärgrades favorisiert, führt aber bei der Verwendung von Luft als Flotationsgas zu einer Reduzierung der Phenolgehalte um 10 bis 30 %. Eine damit verbundene negative Beeinflussung der sensorischen Qualität, beispielsweise durch geringen Körper oder mangelnde Fruchtigkeit, konnte bisher nicht festgestellt werden (BREIER und WEIAND, 2001). Nach SCHNEIDER (2002b) steigert die Flotation sogar die Qualität, da diese Form der Mostoxidation gerade bei harter Traubenverarbeitung die unerwünschten phenolischen Inhaltsstoffe (Flavonoide) entfernt. Die auf diese Weise produzierten Weine zeigen sich wesentlich unempfindlicher gegenüber weiteren Oxidationen und sind daher farbstabiler (MÜLLER-SPATH, 1977). Ein Nachteil der Flotation besteht darin, dass angegorene Moste oder Moste aus gefaultem Lesegut mit diesem Verfahren nur schwierig vorgeklärt werden können. Dazu stellen SCHAUTZ und KAUFMANN (2001) in ihren Untersuchungen ein kombiniertes Verfahren aus Separation und anschließender Flotation vor und können damit auch bei diesen für die Flotation problematischen Mosten, bei kontinuierlicher Arbeitsweise und zusätzlicher Arbeitsreduzierung im Herbst, eine gute Vorklärung erzielen. Das beschriebene Verfahren nutzt den Ablaufdruck im Auslauf des Separators zur Flotation, so dass auch die Anschaffung teurer Druckpumpen und Druckbehälter umgangen werden kann.

Die Separation gilt ebenfalls als rationellere Alternative zur klassischen Sedimentation, wobei SCHNEIDER (2002b) Zweifel bezüglich des angestrebten Vorklärgrades äußert. Eine ausreichende Vorklärung könne auf Grund der zum Teil sehr hohen Trubmengen im Most nur bei einer unwirtschaftlichen Reduzierung der Separatorleistung erzielt werden. Bei diesem Verfahren können geringe Dichtedifferenzen zwischen den Trubstoffen und dem Most (Fäulnis, Überreife o. ä.), ähnlich wie bei der Sedimentation, Probleme bei der Klärung bereiten. Hier bietet das kombinierte Verfahren von SCHAUTZ und KAUFMANN (2001) Abhilfe.

Die Filtration bewährt sich ebenfalls durch ihren kontinuierlichen Verfahrensablauf, führt allerdings zu sehr niedrigen Trubgehalten, die, wie oben bereits erwähnt, Gärstörungen zur Folge haben können. Die zur Vorklä-

rung einsetzbaren Filtrationsverfahren sind im Wesentlichen die Vakuumdrehfiltration, die Filterpresse oder die Kieselgurfiltration. Bei der Verwendung eines Vakuumdrehfilters ist der Einfluss des Luftkontaktes (Eintrag von 5 mg O₂/l) nicht zu vernachlässigen (PETGEN, 2001).

In den beschriebenen Untersuchungen zum Thema Mostvorklärung standen bei der Bewertung der verschiedenen Verfahren vor allem die Beeinflussungen der Resttrubgehalte und die Veränderungen einzelner Grundparameter der Weinanalyse im Vordergrund. POUR-NIKFARDJAM et al. (2000) legten dagegen in ihren Untersuchungen bereits das Gewicht auf die phenolischen Inhaltsstoffe und konnten dabei die Veränderungen einzelner Verbindungen durch die verschiedenen Vorklärverfahren aufzeigen.

Eine direkte Verknüpfung der bisherigen Ergebnisse mit dem für die Praxis äußerst wichtigen Bereich der detaillierten sensorischen Untersuchung der Weinqualität und möglichen Korrelationen mit ausgewählten Weininhaltsstoffen ist bisher in der Literatur nicht vorhanden. Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit konzentrieren sich daher auf diesen Schwerpunkt und stellen eine Ergänzung zu den bisherigen im Fachgebiet Kellerwirtschaft veröffentlichten Ergebnissen dar. Die verschiedenen Verfahren wurden dazu auf ihre unterschiedliche Beeinflussung der phenolischen Weininhaltsstoffe und deren Korrelationen mit einzelnen sensorischen Attributen der Weine beleuchtet.

Material und Methoden

Um den Einfluss verschiedener Mostvorklärverfahren zu untersuchen, wurden im Fachgebiet Kellerwirtschaft der Forschungsanstalt Geisenheim drei Versuchsansätze mit der Sorte 'Riesling' ausgewählt. Zwei aus dem Jahr 2000 (2000/I und 2000/II) und einer aus dem Jahr 2001 (2001/I). Die jeweiligen aus vergleichbarer Traubenverarbeitung stammenden Gesamtmostmengen der drei Versuchsansätze wurden in einem Puffertank mit 30 bis 40 mg/l SO₂ versetzt, homogenisiert und auf die folgenden Varianten verteilt (Abb. 1):

Kontrollvariante: Es wurde keine Mostvorklärung durchgeführt und der homogenisierte Most wurde direkt zur Gärung angesetzt.

Vorklärung mittels Separator: 600 Liter Most wurden mit einem selbstaustagenden Tellerseparator (Westfalia, TYP SB 14, Maximalleistung 8000 l/h) mit einer Leistung von ca. 1500 l/h vorgeklärt.

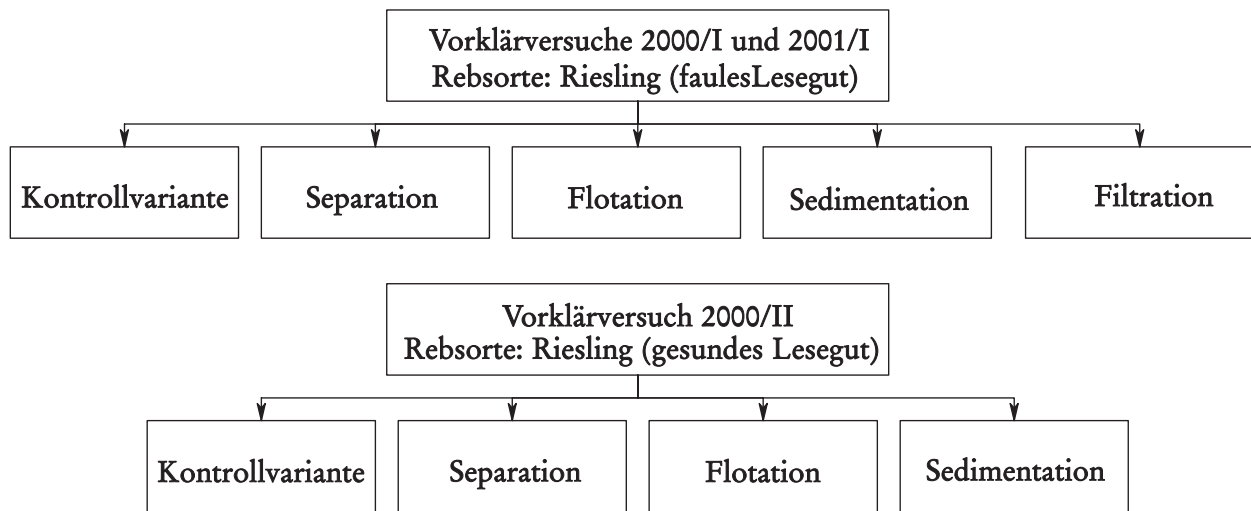


Abb. 1: Versuchsanstellung zur Mostvorklärung in den Jahren 2000 und 2001

Vorklärung mittels Flotation: Mit einem speziell in Geisenheim entwickelten technischen Aufbau zur Druckentspannungsflotation (SECKLER et al., 2001), für den bisher allerdings noch kein Vergleich mit handelsüblichen Anlagen durchgeführt wurde, wurden 600 Liter des homogenisierten Mostes flотиert. Als Flotationsgas wurde Luft verwendet. Durch Umwälzung des Mostes über eine Belüftungsarmatur mit eingebauter Edelstahlsinterkerze wurde Luft bis zu einem Absolutdruck von 6 bar zugeführt. Nach Entspannung im Flotationstank wurde der klare Most nach 30 bis 60 Minuten Wartezeit mittels Pumpe über den Restablauf abgezogen.

Sedimentation: Nach 18 Stunden Sedimentationszeit wurde der klare Most über den Klarablauf mittels Pumpe vom Süßstrub abgetrennt.

Filtration: Mit einem Vakuumdrehfilter (SEN, Typ Monoblock) mit einer Filterfläche von 2 m² wurden ebenfalls 600 Liter Most bei einer Filterleistung von 450 l/m² x h und einem Unterdruck von 0,6 bar vorgeklärt. Mit 10 kg Perlit wurde ein Filterkuchen von ca. 21 mm Dicke angeschwemmt. Der Perlitverbrauch inkl. Grundanschwemmung lag bei 7,5 bis 9 kg/1000 l.

Anschließend wurde jede Variante in 350 l-Edelstahltanks bzw. 50 l-Glasballons unter standardisierten Bedingungen zu Wein ausgebaut.

Bei den begleitenden analytischen Untersuchungen standen im Moststadium der Reststrub - als Maß für den Vorklärgrad - und der Gesamtphenolgehalt (nach

Folin-Ciocalteu) im Vordergrund, da bei diesen Größen Einflüsse der unterschiedlichen Verfahren zu erwarten waren und sie somit auch indirekt als Parameter für eine sensorische Beeinflussung der späteren Weine in Frage kommen. Die üblichen Most- und Weinanalyseparameter (Mostgewicht, Säure, Alkohol, etc.) wurden ebenfalls bestimmt und dienten vorrangig zur Absicherung der Vergleichbarkeit der Varianten. Ergänzend dazu wurden im Wein die Phenolfractionen Flavan-3-ole (Catechin, Epicatechin), Phenolsäuren (Gallussäure, Kaffeesäure, Ferulasäure, p-Cumarsäure, Protocatechusäure), Resveratrol und Tyrosol mittels HPLC bestimmt (NETZEL et al., 2003) sowie die Farbextinktion bei 420 nm einbezogen.

Nach zehn Monaten Lagerung auf der Flasche wurden die ausgebauten Weine beider Jahrgänge nach einer Überprüfung auf signifikante Unterschiede mittels Rangordnungsprüfung einer detaillierten deskriptiven Sensorik unterzogen. Diese Untersuchungen fanden mit einem geschulten und validierten Prüferpanel (n ≥ 12) gemäß DIN-Vorschrift statt (DIN, 1997; DIN, 1999). Dabei standen einerseits eine Vielzahl geruchlicher Komponenten (Citrus, Pfirsich, UTA, „phenolisch“, etc.), aber auch allgemeine Parameter, wie z.B. Gesamturteil, Geruchsqualität, Farbe, etc., im Vordergrund. Die Ergebnisse wurden graphisch dargestellt, wobei signifikante Unterschiede (p ≤ 5 %) mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet wurden. In den Bereichen mit stärkerer sensorischer Differenzierung innerhalb eines Qualitätsattributes wurden

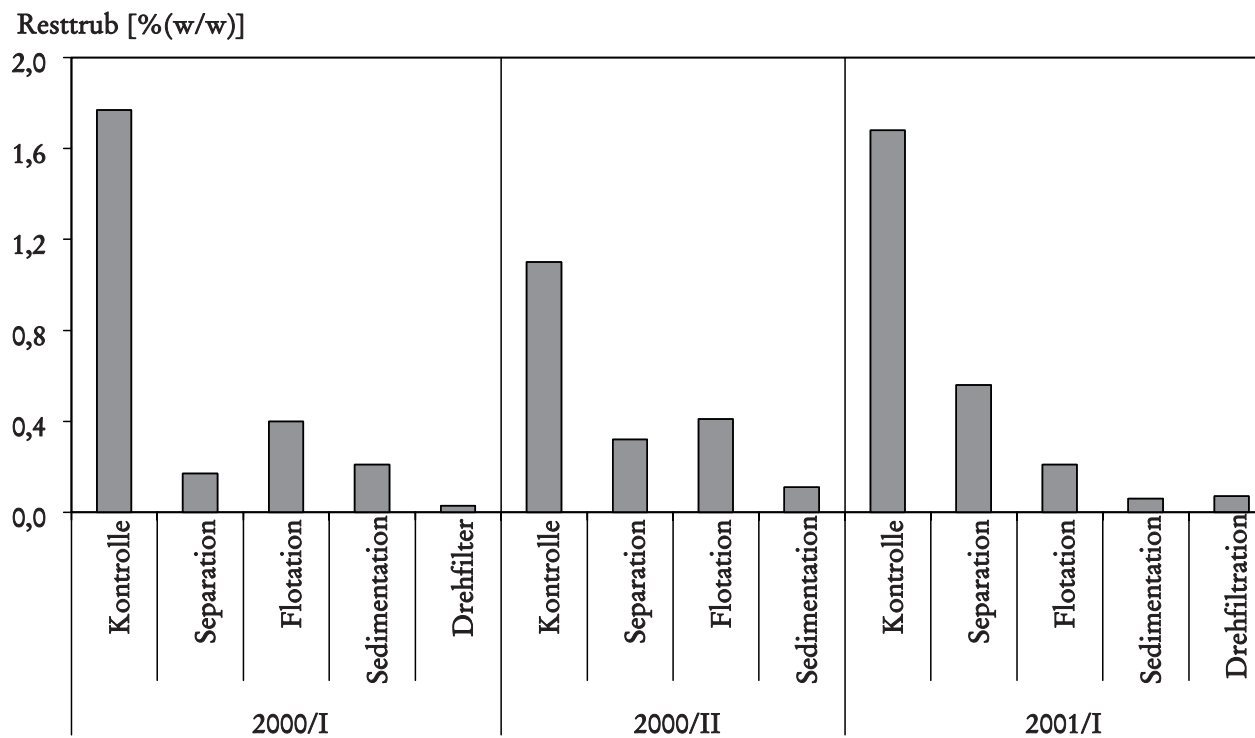


Abb. 2: Resttrubgehalt der Versuchsvarianten der Jahre 2000 und 2001

auch Unterschiede zwischen den Varianten bis zu einer Fehlerwahrscheinlichkeit von $p \leq 10\%$ bei der Interpretation berücksichtigt. In der Panelvalidierung im Vorfeld der Untersuchungen dieser Arbeit hat sich gezeigt, dass dies durchaus vertretbar ist und gut reproduzierbare Ergebnisse liefert (KÖNITZ et al., 2002). Zur besseren Unterscheidung wurden für die Kennzeichnung der sensorischen Unterschiede mit $p \leq 10\%$ Großbuchstaben verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Trubgehalt

Betrachtet man zunächst die Trubgehalte der drei Versuchsansätze (Abb. 2), so sieht man, dass die nicht vorgeklärten Varianten erwartungsgemäß die höchsten Resttrubgehalte zeigten und dass alle untersuchten Verfahren in beiden Jahren den von SECKLER et al. (2000) angegebenen maximal tolerierbaren Resttrubgehalt von

0,6%(w/w) unterschritten. Dabei zeigte der Drehfilter erwartungsgemäß den niedrigsten Vorklärgrad. Aber auch die Sedimentation in 2001/I zeichnete sich durch einen sehr geringen Resttrubgehalt aus. Lediglich beim Versuchswein 2001/I Sedimentation war ein leicht erhöhter Restzuckergehalt im Vergleich zu den übrigen Varianten feststellbar (Tab. 2).

Die Vorklärvarianten Separator und Flotation verhielten sich in den beiden untersuchten Jahrgängen gegensätzlich. Im Jahr 2000 brachte die Separation einen besseren Vorklärgrad als die Flotation, im darauf folgenden Jahr war es umgekehrt. Dabei konnte die Separation im Jahr 2001 nur knapp die geforderten 0,6 % (w/w) unterschreiten, was sich mit den von SCHNEIDER (2002b) geäußerten Schwierigkeiten dieses Verfahrens bei der Verarbeitung höherer Trubmengen deckt und auch in den Untersuchungen von SECKLER et al. (2000) bei gefaultem Lesegut auf Grund der geringen Dichtedifferenz häufiger gefunden wurde. In der Serie „Riesling 2000/I“ scheint allerdings bei gleichem Ausgangstrubgehalt (siehe Kontrollvariante) dieses Problem nicht vorhanden gewesen zu sein. Dies lässt sich durch jahgangsbedingte Unterschiede in der Most- bzw. Trubzusammen-

Tabelle 1:

Most- und Weinanalysen der Versuchsvarianten im Jahr 2000 (BH = Botrytis-Befallshäufigkeit; BS = Botrytis-Befallsstärke)

	Vorklärversuch 2000/I BH = 45%; BS = 85%					Vorklärversuch 2000/II BH = 16%; BS = 58%			
	Kon- trolle	Separa- tion	Flota- tion	Sedi- menta- tion	Filtra- tion	Kon- trolle	Separa- tion	Flota- tion	Sedi- menta- tion
Most									
Restrub [%w/w.]	1,77	0,17	0,40	0,21	0,03	1,10	0,32	0,41	0,11
Phenolgehalt [mg/l]	436	409	317	408	386	373	338	324	366
Mostgewicht [°Oe]	78	76	78	78	77	78	78	78	78
pH-Wert	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,1	3,1	3,0
Gesamtsäure [g/l]	11,3	11,1	11,1	11,30	11,1	11,4	11,4	10,9	11,4
Wein									
vorh. Alkohol [%vol]	12,4	11,9	12,4	12,4	12,2	12,3	12,20	12,4	11,9
zuckerfr. Extrakt [g/l]	24,8	23,6	24,1	24,3	23,8	24,0	23,4	22,9	22,2
Restzucker [g/l]	2,0	2,3	2,0	2,0	2,4	2,2	4,7	2,1	3,0
pH-Wert	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,5	3,5	3,6
Gesamtsäure [g/l]	7,7	7,3	7,5	7,6	7,7	8,0	8,0	7,6	5,5
Phenolgehalt Folin [mg/l]	288	240	180	303	232	273	280	269	316
Summe HPLC [mg/l]	-	-	-	-	-	35,8	18,9	27,1	21,3
Flavan-3-ole [mg/l]	-	-	-	-	-	3,5	4,4	6,5	3,4
Resveratrole [mg/l]	-	-	-	-	-	8,0	4,5	7,1	6,9
Phenolsäuren [mg/l]	-	-	-	-	-	4,6	3,7	3,6	4,1
Tyrosol [mg/l]	-	-	-	-	-	19,7	6,3	9,9	6,9

setzung und den angewendeten Effektivleistungen des Separators erklären (SECKLER et al., 2000). Im Jahr 2000 konnte bei der Flotation im Vergleich der untersuchten Verfahren stets der schlechteste Vorklärrgrad beobachtet werden. Im Jahr 2001 lag er mit Ausnahme der Separation, die, wie oben beschrieben, eine andere Ursache für den schlechteren Vorklärrgrad hatte, ebenfalls am höchsten.

Anhand der Kontrollvarianten erkennen wir den Ausgangstrubgehalt der Moste. Dabei sehen wir deutlich, dass bei der Variante 2000/II durch das wesentlich gesündere Lesegut (Tab. 2) die Traubenverarbeitung niedrigere Trubwerte verursachte. Diese Unterschiede im Fäulnisgrad der Trauben sind von Bedeutung für die spätere Bewertung der einzelnen Verfahren, insbeson-

dere bei den Ergebnissen der sensorischen Untersuchungen.

Die übrigen Ergebnisse im oberen Teil der Tabellen 2 und 3 zeigen die Most- und Weinanalysen, die in erster Linie zur Überprüfung der Vergleichbarkeit der Varianten dienten. Die in Tabelle 2 fett markierten Restzucker- und Säuregehalte konnten zwar sensorisch wieder gefunden werden, blieben aber ohne Einfluss auf die für die Verfahrensbeurteilung wichtigen sensorischen Ausprägungen, auf die in einem eigenen Kapitel dieser Arbeit noch genauer eingegangen wird. Sie wurden daher nicht graphisch dargestellt. Die übrigen allgemeinen Analysenparameter zeigten keine auffälligen Unterschiede, so dass die Versuchsweine als vergleichbar eingestuft werden konnten.

Tabelle 2:

Most- und Weinanalysen der Versuchsvarianten im Jahr 2001 (BH = Botrytis-Befallshäufigkeit; BS = Botrytis-Befallsstärke)

	Vorklärvorversuch 2001/I BH = 25%; BS = 80%				
	Kon- trolle	Separa- tion	Flota- tion	Sedi- menta- tion	Filtra- tion
Most					
Restrub [%w/w]	1,68	0,56	0,21	0,06	0,07
Phenolgehalt [mg/l]	277	258	280	374	265
Mostgewicht [°Oe]	86	87	86	86	85
pH-Wert	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Gesamtsäure [g/l]	10,9	11,0	10,8	11,0	10,7
Wein					
vorh. Alkohol [%vol.]	11,9	11,7	11,1	11,6	11,7
zuckerfr. Extrakt [g/l]	22,5	22,4	20,8	22,8	22,3
Restzucker [g/l]	2,6	3,4	1,6	6,1	3,0
pH-Wert	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Gesamtsäure [g/l]	9,1	9,6	8,6	9,7	9,6
Phenolgehalt Folin [mg/l]	252	220	164	259	232
Summe HPLC [mg/l]	47,2	37,4	46,8	35,1	36,7
Flavan-3-ole [mg/l]	15,7	16,1	17,3	16,9	15,1
Resveratrole [mg/l]	4,2	2,9	9,9	4,2	6,7
Phenolsäuren [mg/l]	4,6	3,2	2,3	4,6	3,2
Tyrosol [mg/l]	22,7	15,2	17,3	9,4	11,7

Phenolgehalt

Bei der Betrachtung der Mostphenolgehalte (Abb. 3) ist zu erkennen, dass die Sedimentationsvariante die höchsten Folinwerte aufweist, d.h., im Vergleich mit der Kontrolle gab es kaum eine Phenolreduktion. Dies ist auf den geringen Luftkontakt bei den beiden Varianten zurückzuführen. In der Serie 2001/I zeigte die Kontrolle ungewöhnlicher Weise einen sehr niedrigen Phenolgehalt, der auf einen Messfehler zurückgeführt werden muss, da sich in den Weinanalysen (Abb. 4) das erwartete Bild zeigte. Besonders auffällig ist in der Serie 2000/I der deutlich niedrigere Folingehalt der Flotationsvariante im Vergleich zu den übrigen Vorklärvorverfahren, wie er schon von BREIER und WEIAND (2001) be-

schrieben wurde. Dieser Unterschied zeigte sich in den beiden übrigen Versuchsansätzen nicht so ausgeprägt, da auch die Separation und die Drehfiltration niedrigere Folingehalte aufwiesen. Bei gefaultem Lesegut scheint demnach die Verminderung der Phenolgehalte nach Folin-Ciocalteu durch den Sauerstoff stärker zu sein. Dies ist leicht durch die geringere Enzymaktivität der Polyphenoloxidasen (Tyrosinase und Laccase) im Most aus weniger gefaultem Lesegut zu erklären. Dadurch ist die Oxidation der Phenole gemindert, und ihre Kondensation zu höhermolekularen Verbindungen, die ausgefällt werden, verläuft in geringerem Ausmaß (MÜLLER-SPÄTH, 1977). Auf diese Tatsache wird am Ende der Arbeit bei der Betrachtung der Farbe noch genauer eingegangen.

Betrachtet man zum Vergleich die Folinwerte im Wein (Abb. 4), so sieht man auf den ersten Blick, dass sich das Analysenbild aus dem Mostbereich sehr gut auf das Weinstadium übertragen lässt. Die geringen Unterschiede in der aus weitgehend gesundem Lesegut hergestellten Varianten in Serie 2000/II sind im Wein nicht mehr zu finden. In den beiden übrigen Versuchsansätzen sieht man das zu erwartende Bild, wobei die Flotation die niedrigsten und die Sedimentation die höchsten Phenolgehalte zeigte. Dazwischen liegen die

Separation und der Drehfilter, die sich in ihren Werten kaum unterschieden. Sowohl die Drehfiltration (PETGEN, 2001) als auch die Separation, besonders bei reduzierter Durchlaufleistung (SECKLER et al., 2000) verursachen eine deutliche Sauerstoffaufnahme des Mostes. Daher entspricht die Zuordnung der Folingehalte ungefähr der unterschiedlichen Stärke des Luftkontaktes, dem die Weine während der Vorklärung ausgesetzt waren mit den bereits oben beschriebenen Auswirkungen auf die phenolischen Inhaltsstoffe.

Wegen der begrenzten Aussagekraft der Gesamtphenolgehalte nach Folin-Ciocalteu wurden bei den Varianten 2000/II und 2001/I zusätzlich die wichtigsten Polyphenolgruppen mittels HPLC quantifiziert. Auffällig ist, dass in beiden Versuchsansätzen der geringere Phenol-

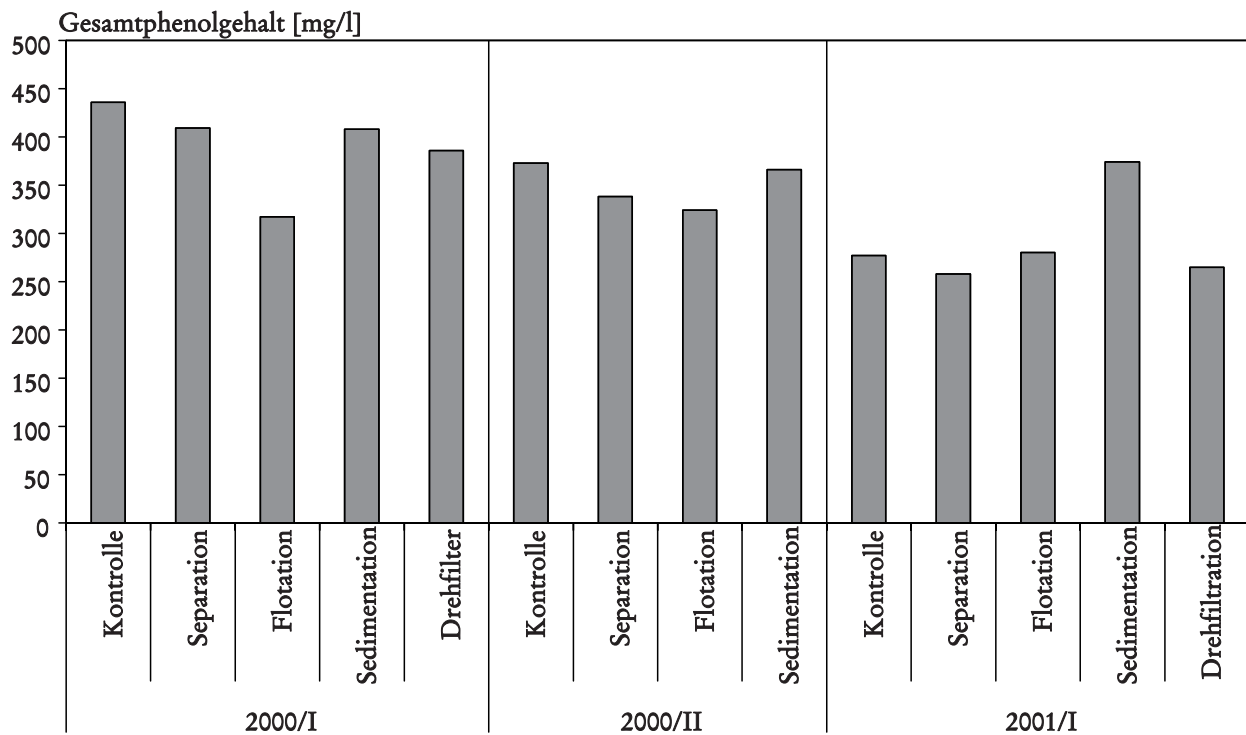


Abb. 3: Mostphenolgehalt der Versuchsvarianten der Jahrgänge 2000 und 2001 (nach Folin-Ciocalteu)

gehalt der Flotation in der Summe der mittels HPLC bestimmten Phenole nicht erkennbar war. Die Flotation zeigte dabei sogar die höchsten Gesamtphenolwerte (HPLC) im Vergleich zu den übrigen vorgeklärten Weinen. Es handelt sich daher bei der oxidationsbedingten Reduzierung um höher molekulare phenolische Verbindungen, die mittels HPLC nicht bestimmt werden. Dieses ist erklärbar, wenn man die Reaktionsmechanismen der Mostoxidation (RITTER, 1997; SCHNEIDER, 1998) berücksichtigt. Die Ausfällung der Phenole durch Sauerstoff erfolgt über die Kondensation der Oxidationsprodukte (Chinone), so dass nur polymerisierte Phenole, deren monomere Vorstufen während der Traubenverarbeitung aus den festen Traubenbestandteilen in den Wein gelangt sind (SCHNEIDER, 2000), entfernt werden. Im Weinbereich waren daher keine deutlichen Unterschiede zwischen den untersuchten Vorklarverfahren im Bereich der monomeren Phenole zu erwarten.

Ebenfalls bei der Analyse der monomeren Phenole nicht festzustellen war die von SCHNEIDER (2002b) angeführte Reduzierung der unerwünschten Flavan-3-ole durch den Sauerstoffeintrag während der Flotation.

Dasselbe galt für die Gesamtresveratrole, die im Jahr 2001 sogar bei den Varianten mit hohem Sauerstoffeintrag, wie der Flotation und auch der Drehfiltration, tendenziell die höchsten Konzentrationen aufwiesen. Bei den Varianten in Serie 2000/II bewegten sich die Resveratrolgehalte mehr oder weniger auf dem gleichen Niveau, ebenso die Phenolsäuren.

Die Gruppe der Flavan-3-ole war bei allen Varianten in beiden Versuchsansätzen konstant. In der Serie 2001/I lagen die Gehalte deutlich höher, was sich mit der Fäulnis des Lesegutes und der damit verbundenen stärkeren Belastung der Beerenhaut durch die Traubenverarbeitung erklären lässt (KÖNITZ et al., 2004).

Bei der Betrachtung der Phenolsäuren fällt im Jahr 2001 auf, dass die Varianten mit dem meisten Luftkontakt die geringsten Gehalte aufwiesen. Das könnte bedeuten, dass die Phenolsäuren, als Hauptreaktionspartner für Sauerstoff in Weißwein (SCHNEIDER, 2002a), im Verhältnis zu den verfahrensbedingt zugeführten Sauerstoffmengen reduziert werden. POUR-NIKFARDJAM et al. (2000) fanden in ihren Untersuchungen eine deutliche Reduzierung der Kaffeesäure bei der Flotation, so dass die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigt werden können

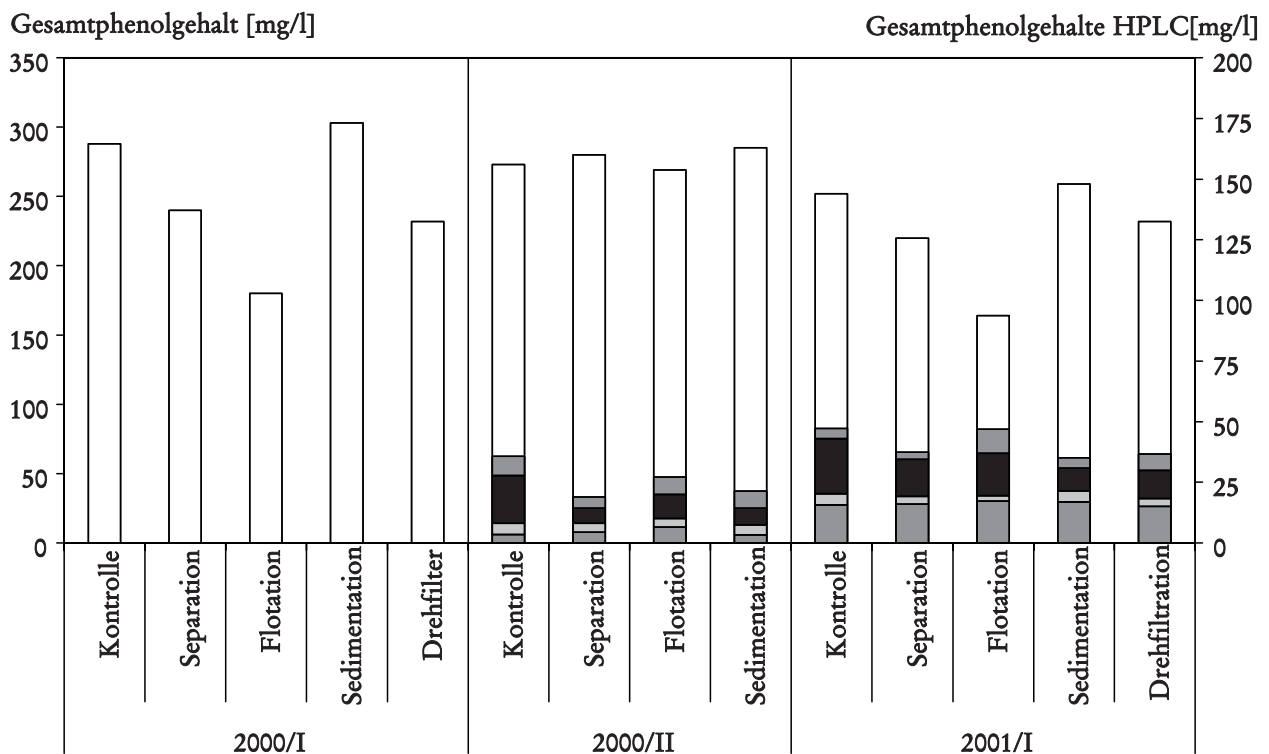


Abb. 4: Phenolgehalt der Versuchsweine der Jahrgänge 2000 und 2001 (Gesamtphenolgehalt nach Folin-Ciocalteu und Phenolgehalten mittels HPLC)

und sich somit am Beispiel der Serie 2001/I leichte verfahrensbedingte Unterschiede auch im monomeren Phenolbereich zeigten.

Besonders auffällig in Abbildung 4 und Tabelle 2 ist das Verhalten der Tyrosolgehalte. Tyrosol wird von der Hefe während der Gärung aus der Aminosäure Tyrosin gebildet (SINGLETON und ESAU, 1969). Betrachtet man die Gehalte der einzelnen Varianten, so kann man leicht erkennen, dass eine Korrelation der Gehalte zu den vorher beschriebenen Resttrubwerten (Abb. 2) besteht. Die Niveauunterschiede zwischen den Jahrgängen lassen sich durch die unterschiedlichen Ausgangstrubgehalte der Moste erklären.

Es kann folglich ein Zusammenhang zwischen dem Trubgehalt (einem für die Weinqualität wichtigen Mostparameter) und einem phenolischen Inhaltsstoff des Weines hergestellt werden. Eine Überprüfung dieses Zusammenhangs mittels Korrelationsanalyse nach Pearson (Tab. 3) bestätigte den ersten Eindruck. Es wurde ein signifikanter Zusammenhang ($r = 0,800^{**}$) zwischen dem Resttrubgehalt und dem Tyrosolgehalt

gefunden. Diese Korrelation und andere sind graphisch in Abbildung 5 dargestellt.

Außerdem ist in Tabelle 3 erkennbar, dass der bereits von SECKLER et al. (2000) festgestellte Zusammenhang zwischen dem Resttrubgehalt und der Weinqualität anhand der Untersuchungen dieser Arbeit bei den sensorischen Attributen Reintönigkeit, Gesamturteil, Geschmacks- und Geruchsqualität und tendenziell auch bei den gerbigen Noten statistisch (Korrelation nach Pearson) abgesichert werden kann. Je mehr Resttrub, desto schlechter werden die Weine bewertet und desto gerbiger wurden sie eingestuft. In Abbildung 5 ist dies ebenfalls graphisch am Beispiel der Reintönigkeit dargestellt.

Für den Folinegehalt sowohl im Most als auch im Wein und ebenfalls für die Summe der mittels HPLC bestimmten Phenole konnte dieser Zusammenhang nicht gefunden werden.

Es ist nun zu erwarten, dass entsprechend der beiden festgestellten Korrelationen Resttrub vs. Tyrosol und Resttrub vs. Sensorik auch der direkte Zusammenhang

Tabelle 3:
Korrelationen der Vorkläroversuche in den Jahren 2000 und 2001 [K_P = Korrelation nach Pearson; s = Signifikanz (2-seitig); N = Probenzahl]

	Resttrub	Folgingeh. Most	Folgingeh. Wein	Tyrosol- geh. Wein	Geruchs- qualität	fruchtige Nase	Ge- schmacks- qualität	„gerbig“	Farbe	Rein- tönigkeit	Gesamt- urteil
Resttrub	K _P 1	0,060	0,188	0,800**	-0,671**	-0,566*	-0,672**	0,748**	-0,155	-0,698**	-0,754**
	s	0,838	0,521	0,010	0,009	0,035	0,009	0,002	0,598	0,005	0,002
	N	14	14	9	14	14	14	14	14	14	14
Folgingehalt Most	K _P 0,060	1	0,566*	-0,405	-0,021	-0,084	-0,092	0,132	0,251	-0,239	-0,258
	s	0,838	0,035	0,279	0,942	0,776	0,754	0,654	0,387	0,411	0,374
	N	14	14	9	14	14	14	14	14	14	14
Folgingehalt Wein	K _P 0,188	0,566*	1	-0,470	-0,068	0,039	0,084	0,172	0,573*	-0,074	-0,156
	s	0,521	0,035	0,202	0,818	0,895	0,776	0,556	0,032	0,801	0,594
	N	14	14	9	14	14	14	14	14	14	14
Tyrosolgehalt Wein	K _P 0,800**	-0,405	-0,470	1	-0,710*	-0,592	-0,830**	0,607	-0,545	-0,753*	-0,730*
	s	0,010	0,279	0,202	0,032	0,093	0,006	0,083	0,129	0,019	0,025
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Geruchsqualität	K _P -0,671**	-0,021	-0,068	-0,710*	1	0,944**	0,895**	-0,636*	0,178	0,835**	0,898**
	s	0,009	0,942	0,818	0,032	0,000	0,000	0,014	0,542	0,000	0,000
	N	14	14	14	9	14	14	14	14	14	14
fruchtige Nase	K _P -0,566*	-0,084	0,039	-0,592	0,944*	1	0,928**	-0,583*	0,204	0,834*	0,912*
	s	0,035	0,776	0,895	0,000	-	0,000	0,029	0,485	0,000	0,000
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Geschmacks- qualität	K _P -0,672**	-0,092	0,084	-0,830**	0,895**	0,928**	1	-0,739**	0,349	0,912**	0,952**
	s	0,009	0,754	0,776	0,000	0,000	-	0,003	0,221	0,000	0,000
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
„gerbig“	K _P 0,748**	0,132	0,172	0,607	-0,636*	-0,583*	-0,739**	1	-0,047	-0,837**	-0,780**
	s	0,002	0,654	0,556	0,014	0,029	0,003	-	0,874	0,000	0,001
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

Tabelle 3 (Fortsetzung):
Korrelationen der Vorklärsuche in den Jahren 2000 und 2001 [K_P = Korrelation nach Pearson; s = Signifikanz (2-seitig); N = Probenzahl]

	Resttrub	Folgingeh. Most	Folgingeh. Wein	Tyrosolgeh. Wein	Geruchsqualität	fruchtlige Nase	Ge-schmacks-qualität	„gerbig“	Farbe	Rein-tönigkeit	Gesamt-urteil
Farbe	K _P -0,155	0,251	0,573*	-0,545	0,178	0,204	0,349	-0,047	1	0,169	0,166
	s 0,598	0,387	0,032	0,129	0,542	0,485	0,221	0,874	-	0,563	0,572
	N 14	14	14	9	14	14	14	14	14	14	14
Reintönigkeit	K _P -0,698**	-0,239	-0,074	-0,753*	0,835**	0,834**	0,912**	-0,837**	0,169	1	0,931**
	s ,005	,411	0,801	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,563	-	0,000
	N 14	14	14	9	14	14	14	14	14	14	14
Gesamturteil	K _P -0,754**	-0,258	-0,156	-0,730*	0,898**	0,912**	0,952**	-0,780**	0,166	0,931**	1
	s 0,002	0,374	0,594	0,025	0,000	0,000	0,000	0,001	0,572	0,000	-
	N 14	14	14	9	14	14	14	14	14	14	14

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant * Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant

Tabelle 4:
Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der Versuchsweine aus 2000/I, 2000/II und 2001/I

	2000/I	2000/II	2001/I
	Rangziffer	Rangziffer	Rangziffer
Kontrollvariante	4,7 a	3,5 a	3,6 ac
Separation	2,5 bc	2,0 bc	2,4 b
Flotation	3,1 b	2,9 ab	4,2 a
Sedimentation	2,8 bc	1,6 c	2,1 b
Drehfiltration	1,9 c	-	2,7 bc

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig)

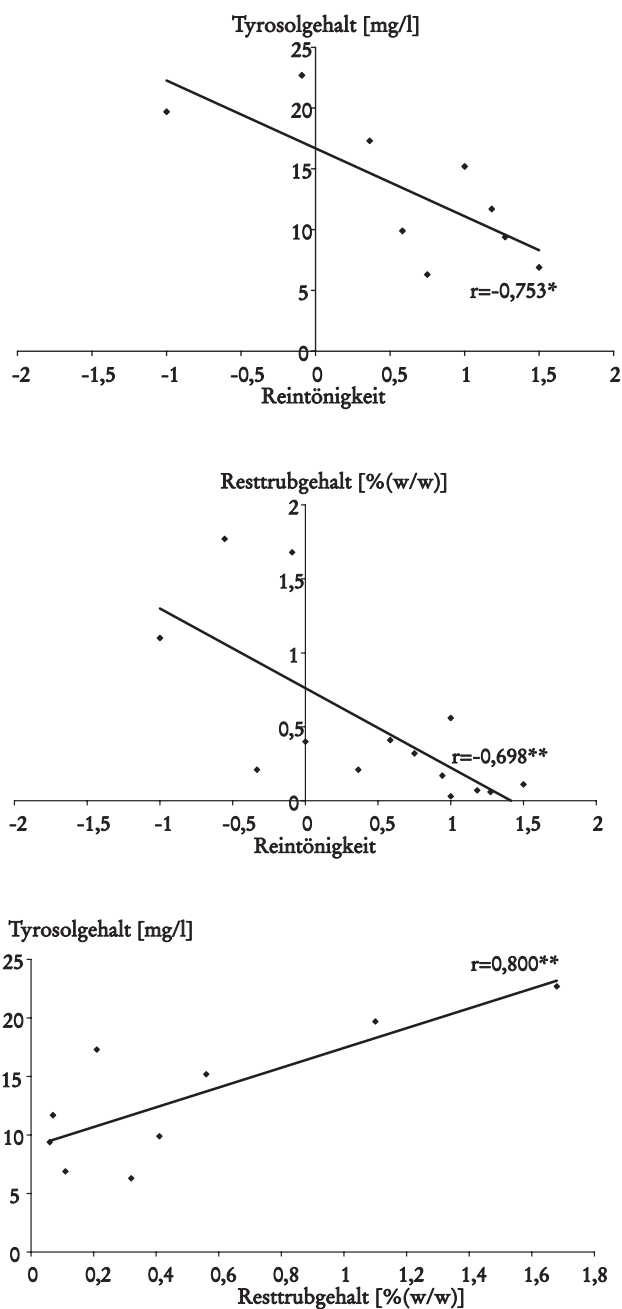


Abb. 5: Korrelationsdiagramme der Vorklärversuche in den Jahren 2000 und 2001

zwischen dem Tyrosolgehalt und der Sensorik vorhanden sein müsste (Abb. 5a - c). Abbildung 5a und Tabelle 3 bestätigen dies mit einer Korrelation von $r = -0,753^*$ am Beispiel der Reintönigkeit vs. Tyrosolgehalt. Nach

RAPP und VERSINI (1996) zählt das Tyrosol (1-(4-Hydroxyphenyl)2-ethanol) zu den flüchtigen Phenolen, so dass sich eine Beeinflussung des Weinaromas durch diese Substanz erklären lässt.

Es kann also festgehalten werden: Je mehr Resttrubgehalt der vorgeklärte Most aufweist, desto mehr Tyrosol befindet sich im späteren Wein und desto schlechter ist die sensorische Bewertung der Weine. Der Tyrosolgehalt im Wein kann im Rahmen der hier beschriebenen Arbeit somit auch rückwirkend Aufschluss über den Vorklärgrad und den sensorischen Eindruck der Weine geben.

Das bedeutet außerdem, wie auch schon SCHNEIDER (2002b) feststellte, dass die Vorklärung über den bisher in der Literatur vorgegebenen Richtwert von 0,6 % (w/w) hinaus noch weiteres Verbesserungspotenzial bei der sensorischen Qualität der Weine durch einen möglichst niedrigen Resttrub- bzw. Tyrosolgehalt ermöglicht. Die Befürchtungen von Gärstörungen auf Grund eines zu geringen Resttrubgehaltes konnten in dieser Arbeit nicht belegt werden, was die Erkenntnisse von FISCHER (2000) und GÖSSINGER (1999) bestätigt.

Sensorik

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Rangordnungsprüfungen der drei Versuchsansätze dargestellt. Signifikante Unterschiede ($p \leq 5\%$) sind dabei mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet.

In allen drei Fällen wurde die Kontrolle am schlechtesten bewertet. Die übrigen Varianten unterschieden sich untereinander in unterschiedlicher Weise, so dass die beschreibende Sensorik dazu weitere Auskünfte geben wird. Während zwischen den Vorklärvarianten Sedimentation, Drehfiltration und Separation keine Bevorzugung zu erkennen ist, wurden die mittels Flotation vorgeklärten Weine im Vergleich zu den anderen untersuchten Vorklärverfahren negativer bewertet.

Anhand der Sensorikdiagramme (Abb. 6 bis Abb. 8) sieht man, dass es drei verschiedene Qualitätsmuster der untersuchten Vorklärverfahren zu geben scheint. In allen drei Ansätzen schnitt die Kontrolle erwartungsgemäß am schlechtesten ab. Im Versuchsansatz 2000/II (gesundes Traubenmaterial) war dies eindeutig der Fall, da man die Kontrollvariante gegenüber den anderen Verfahren in allen Parametern als deutlich schlechter bewertet sieht (Abb. 7). Die übrigen untersuchten Vorklärverfahren wurden deutlich besser bewertet, allerdings ohne sich untereinander in den dargestellten Attributen zu unterscheiden. Bei der Fruchtigkeit des Ge-

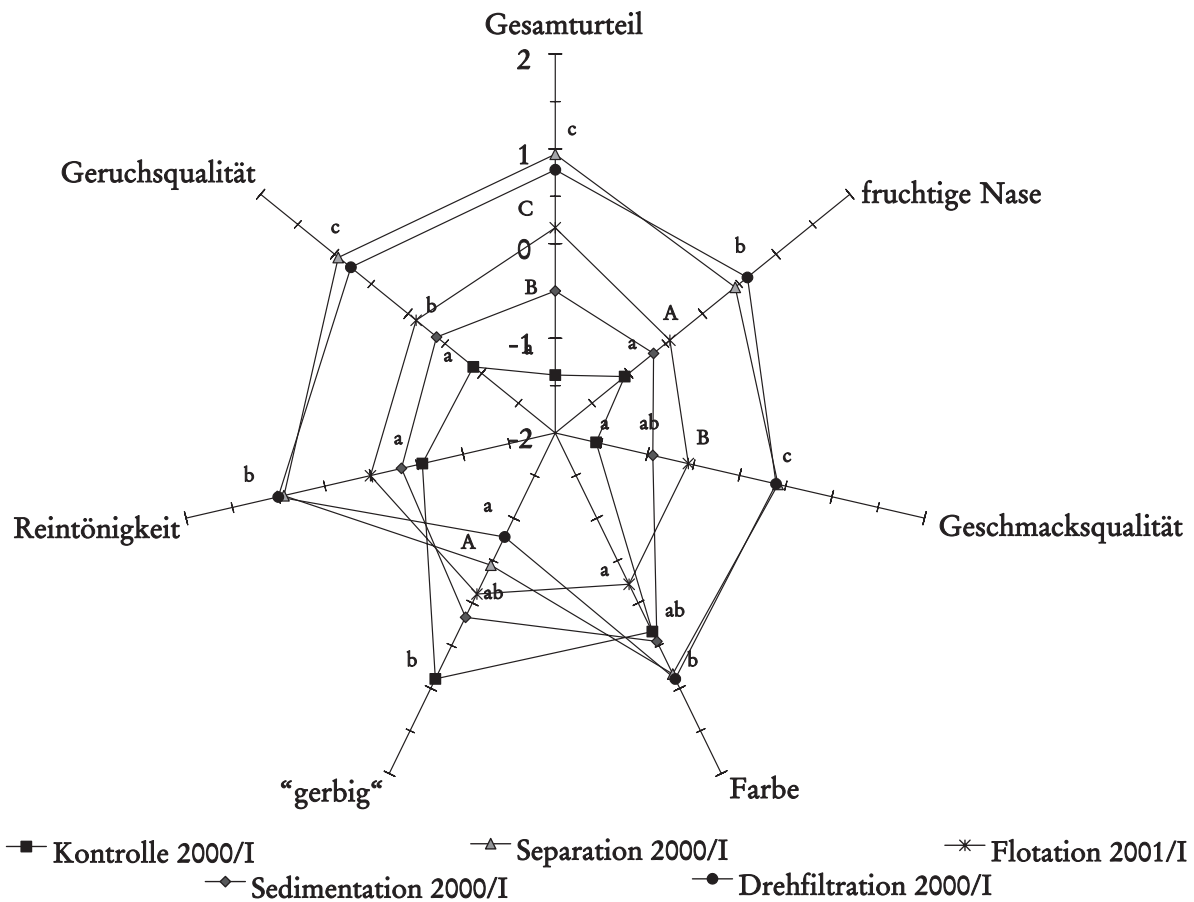


Abb. 6: Ergebnis der Verkostung der 2000er Versuchsweine I (n=18)

ruchs nimmt die Separationsvariante eine Zwischenstellung ein, da sie tendenziell ($p \leq 10\%$) schlechter als die Sedimentation und die Flotation bewertet wurde, aber gleichzeitig nicht statistisch signifikant besser als die Kontrollvariante abschneidet. Bezüglich der gerbigen Noten wurde sie vergleichbar mit der Sedimentation beurteilt. Letztere zeigte bei der Reintönigkeit sogar ein tendenziell ($p \leq 10\%$) besseres Ergebnis als die Flotation und die Separation. Im Vergleich mit der Rangordnungsprüfung kann dies bestätigt werden.

Deutlich gerbig bewertet wurde erwartungsgemäß die Kontrolle, aber auch, entgegen der Auffassung von SCHNEIDER (2002b), die Flotation. Dies ist im Zusammenhang mit ihrer Braunfärbung (Abb. 9) und dem nicht verminderten Phenolgehalt (Abb. 4) erklärbar, da in diesem Wein von einem höheren Oxidationsgrad der Phenole, die bekanntlich gerbiger schmecken, auszugehen ist (SCHNEIDER, 1989).

Bei den Varianten 2000/I und 2001/I wurde wesentlich stärker gefaultes Lesegut verwendet als in 2000/II, was sich vor allem auf die Sensorik der Versuchsweine mit verfahrensbedingt längerem Trubkontakt auswirkt. So wurden in beiden Fällen die Separation und die Drehfiltration mit relativ kurzer Kontaktzeit in den Attributen Geruch, Geschmack, Reintönigkeit, Gesamturteil und fruchtige Nase am besten bewertet, in 2001/I sogar auch die Sedimentation, so dass trotz des gefaulten Lesegutes die niedrigere Befallshäufigkeit (Tab. 2) eine weniger nachteilige Trubzusammensetzung zur Folge hatte. Ein schwacher negativer Einfluss ist aber dennoch bei der Variante 2001/I zu beobachten gewesen, da die Sedimentation in der Geruchsqualität nicht signifikant von der Kontrolle differenziert werden konnte, so dass das gefaulte Lesegut durchaus seinen Einfluss zeigte (Abb. 8). In den Ergebnissen der Rangordnungsprüfung konnte diese Differenzierung nicht festgestellt

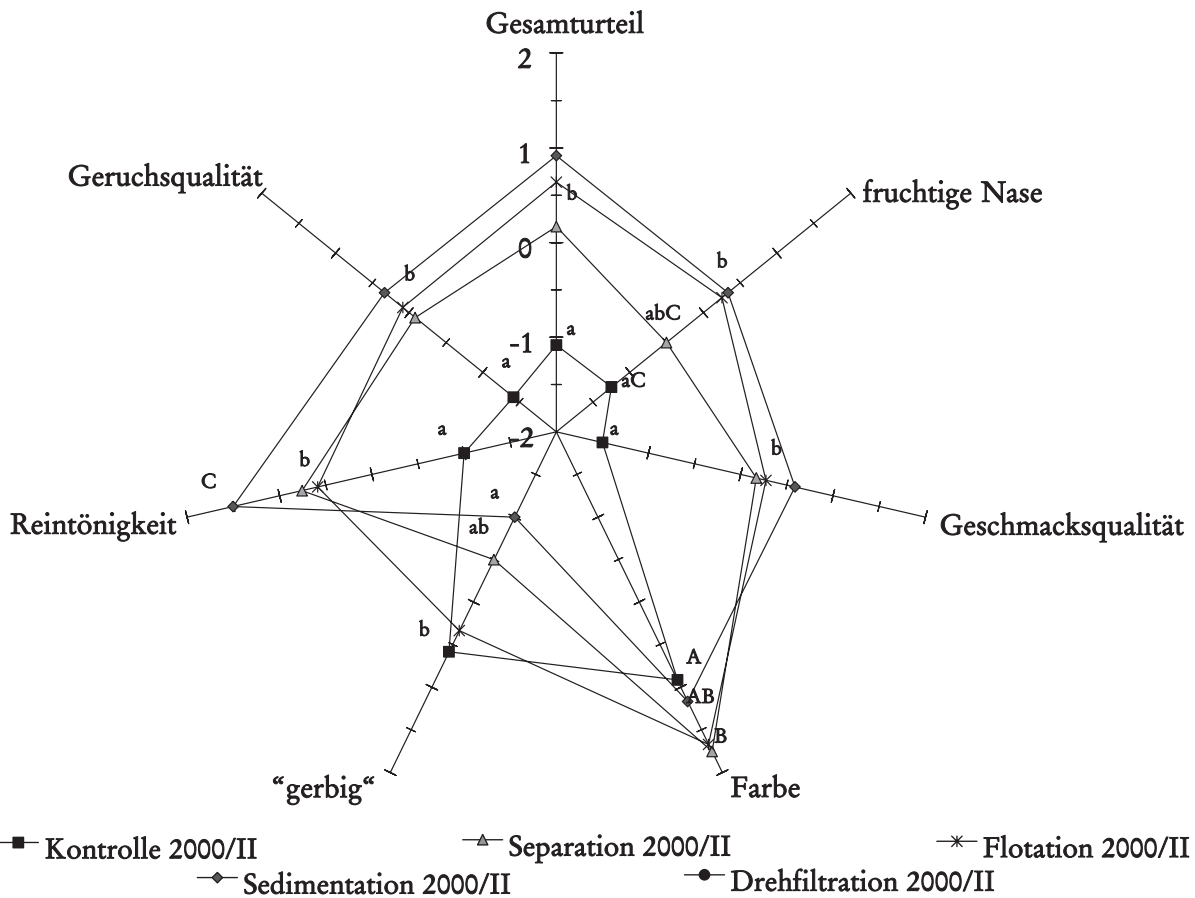


Abb. 7: Ergebnis der Verkostung der 2000er Versuchsweine II (n=12)

werden, weshalb die Sedimentation vergleichbar mit der Separation und der Drehfiltration bewertet wurde. Auffällig ist, dass die Flotation in 2001/I mit der Kontrollvariante vergleichbar schlecht abschnitt, was auch deutlich in der Rangordnungsprüfung zu erkennen war. Bei der Reintönigkeit konnte sie zwar tendenziell ($p \leq 10 \%$) besser als die Kontrolle abschneiden, aber in der Fruchtigkeit der Nase wurde sie signifikant ($p \leq 5 \%$) schlechter als die übrigen Vorklärvarianten beurteilt. Die Kontrolle konnte dagegen nicht signifikant zugeordnet werden. Es scheinen folglich durch die deutliche Phenolminderung fäulnisbedingte negative Aromakomponenten stärker zum Tragen zu kommen, da es dem Wein an Körper und Struktur als Puffer fehlt. Bei den gerbigen Noten und in der Farbe gab es bei diesem Versuchsansatz keine signifikanten Unterschiede (Abb. 8).

In 2000/I (Abb. 6) zeigte sich ein ähnliches Bild, begründet durch den ebenfalls hohen Fäulnisgrad der verarbeiteten Trauben. Ein deutlicher Unterschied zum Jahr 2001 liegt allerdings in der sensorischen Qualität der Sedimentationsvariante. In 2001/I kam der lange Trubkontakt deutlich zum Tragen und verursachte eine schlechtere Bewertung der Sedimentation. Am besten schnitten wieder, wie schon bei den übrigen Versuchsansätzen, die Separation und die Drehfiltration ab. Diese beiden Varianten wurden in ihrer sensorischen Qualität durch den Zustand des Lesegutes nicht beeinflusst.

Auch in Serie 2000/I schnitt die Flotation wieder vergleichbar mit der Kontrolle ab, vor allem bei der Reintönigkeit und bei der Fruchtigkeit der Nase. In der Geruchsqualität, dem Gesamturteil sowie tendenziell auch bei der Geschmacksqualität konnte sie dagegen zusammen mit der Sedimentation ein besseres Ergebnis als

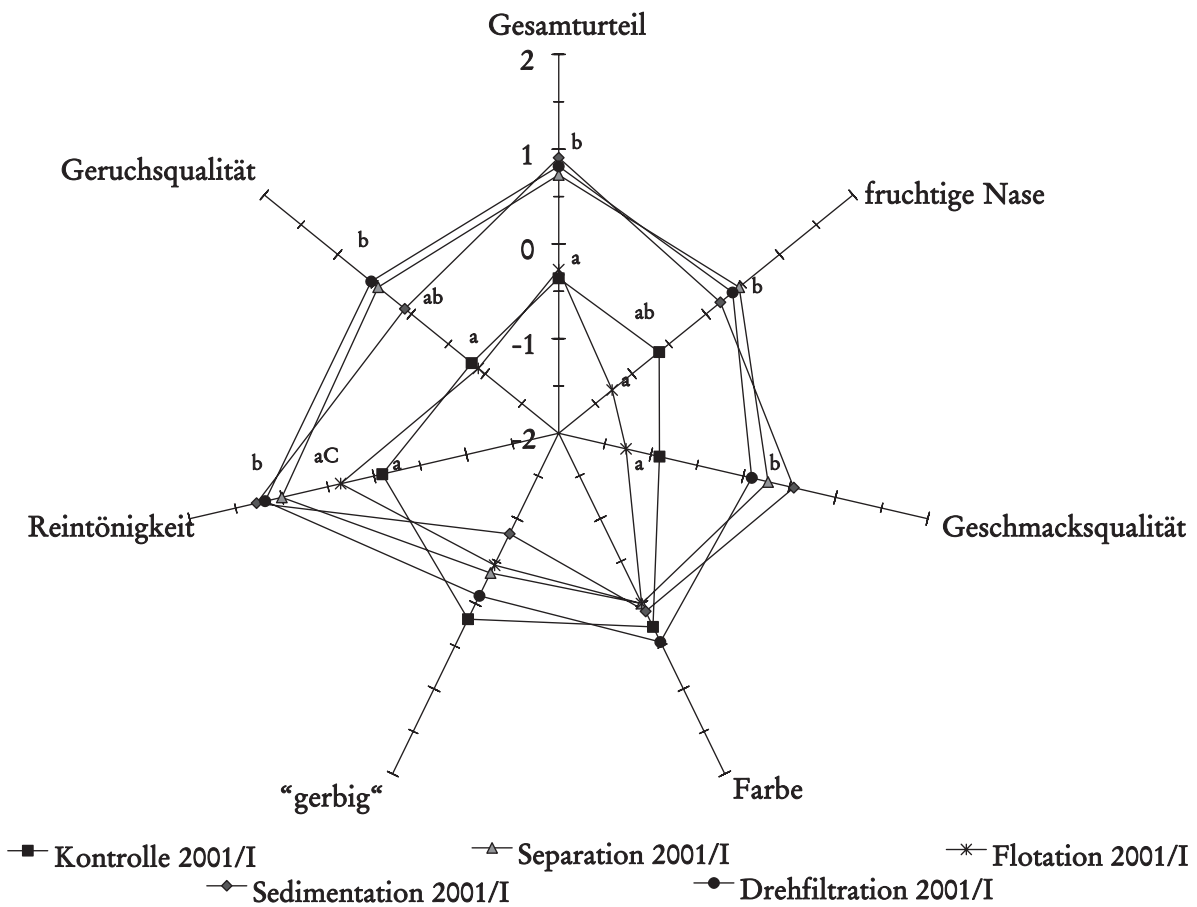


Abb. 8: Ergebnis der Verkostung der 2001er Versuchsweine I (n=12)

die Kontrolle erzielen. Im Gesamturteil schnitt die Flotationsvariante sogar besser als die Sedimentation ab ($p \leq 10 \%$), ohne sich dabei signifikant von den sensorisch am besten beurteilten Vorklärvarianten mittels Separation und Drehfilter zu unterscheiden. Diese qualitative Reihenfolge deckt sich mit dem Ergebnis der Rangordnungsprüfung (Tab. 4).

Auch im Versuchsansatz 2000/I scheint die Phenolminderung bei der Flotationsvariante eine gewisse Pufferwirkung der Phenole aufzuheben, die sich aber im Gesamturteil nicht so negativ auswirkte wie die fäulnisbedingte Beeinflussung der Sedimentation. Bezüglich der gerbigen Noten zeigte die Kontrolle die höchste Intensität, sogar signifikant stärker als die Separation und die Drehfiltration. Die Flotation und die Sedimentation erwiesen sich weniger gerbig, was aber trotz deutlicher Unterschiede in den Folingehalten gegenüber den übri-

gen Vorklärverfahren nicht statistisch abgesichert werden konnte.

Bei der genaueren sensorischen Betrachtung des Aromas der Versuchsweine konnten die in den Abbildungen 6 bis 8 dargestellten Unterschiede in der Fruchtigkeit des Geruches auf die für die Rebsorte 'Riesling' typischen Aromakomponenten Citrus, Pfirsich und Ananas zurückgeführt werden. Dabei zeigten die Versuchsweine tendenzielle Unterschiede ($p \leq 10 \%$), die sich mit den in dieser Arbeit dargestellten Unterschieden bezüglich der Fruchtigkeit des Geruches deckten. Ebenso verhielt es sich bei der Reintönigkeit. Petrolnoten, UTA-ähnliche Töne oder negative phenolische Komponenten (gemäß speziell angefertigter Standards aus Kernen, Schalen und Rappen) konnten mit dieser in Verbindung gebracht werden.

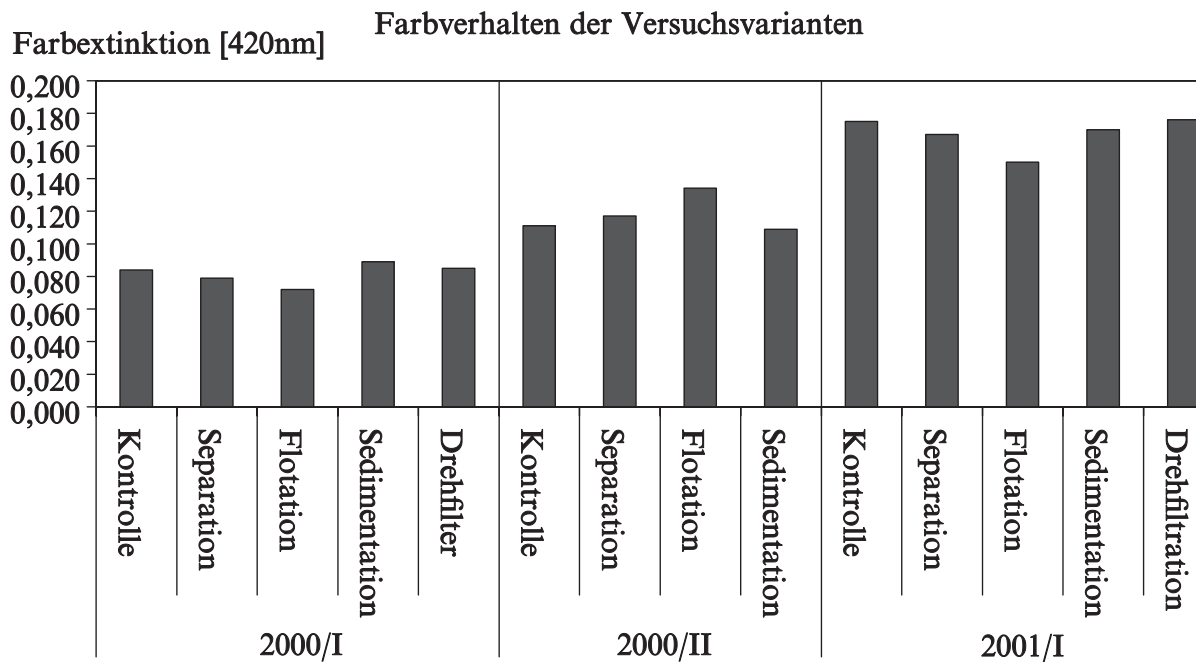


Abb. 9: Ergebnisse der Extinktionsmessung (420 nm) zur Farbbeurteilung der Versuchsweine

Farbverhalten

Aus Tabelle 3 wird ersichtlich, dass die von den Verkostern durchgeführte Farbbewertung mit dem Folinegehalt im Wein korreliert ($r = 0,573^*$). Mit der objektiv gemessenen Extinktion bei 420 nm konnte dagegen keine Korrelation gefunden werden. Das liegt bei der relativ kleinen Stichprobenzahl im Wesentlichen am gegensätzlichen Farbverhalten der Weine aus dem Versuchsansatz 2000/II und an deren Folinegehalten im Wein, die kaum Unterschiede aufwiesen.

Bei der Extinktionsmessung zeigte sich die Flotation bei den Varianten 2000/II deutlich farbintensiver (Abb. 9), was tendenziell auch von den Verkostern, vor allem gegenüber der Kontrolle erkannt wurde (Abb. 7). Eine Erklärung dafür lässt sich durch den deutlich geringeren Fäulnisgrad der Trauben bei dieser Variante finden. Die oxidative Verminderung der Phenole im Most läuft nach einem mehrstufigen Reaktionsprozess ab. Dabei stellt die enzymatische Oxidation der Phenole zu Chinonen (Polyphenoloxidasen) als Startreaktion einen limitierenden Faktor dar, denn nur die dabei gebildeten Chinone können in den Folgereaktionen zu

höhermolekularen braunen Pigmenten kondensieren und ab einer gewissen Größe ausfallen (RITTER, 1997). Die Geschwindigkeit und das Ausmaß enzymatischer Reaktionen hängt dabei von der Enzymkonzentration ab (BUDDECKE, 1980). Nach MÜLLER-SPÄTH et al. (1978) ist daher eine gewisse Aktivität der Diphenoloxidasen für das Ausscheiden unerwünschter Phenole notwendig, um weitere Bräunungsreaktionen im Wein zu vermeiden. Außerdem wird empfohlen die braunen Phenolpolymerisate bereits im Moststadium auszufällen, da die Löslichkeit dieser Pigmente im Wein auf Grund des Alkoholgehaltes höher ist und zudem die absorptiven Kräfte der Hefen genutzt werden können (MÜLLER-SPÄTH, 1989).

Beim Versuchsansatz 2000/II handelte es sich um weitgehend gesundes Traubenmaterial, dessen natürliche Tyrosinaseaktivität (o-Diphenoloxidase) durch die Schwefelung gehemmt war. Die wesentlich aktivere Laccase (p-Diphenoloxidase) kommt nur bei botrytis-belastetem Lesegut vor (MÜLLER-SPÄTH, 1977). Es ist also nahe liegend, dass auf Grund der geringeren Enzymaktivität die Bildung der für die Kondensation wichtigen Zwischenstufe der Chinone vermindert ist,

daher weniger Phenole ausfallen und braune Pigmente im Wein verbleiben. Die in Abbildung 4 gezeigten Gesamtphenolgehalte bestätigen dies, denn im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsansätzen kam es in Serie 2000/II trotz höherer Sauerstoffmengen bei der Flotation nicht zu einer Abnahme der Phenole. Beim Wein der Flotationsvariante erfolgte auf Grund der höheren Sauerstoffmengen gegenüber den anderen Varianten eine stärkere Bildung brauner Polymerisate, die nicht ausfielen. Das gegensätzliche Bild in den Farbextinktionen des Versuchsansatzes 2000/II gegenüber 2000/I und 2001/I (Abb. 9) lässt sich somit erklären.

Der bei der Separation ebenfalls vorhandene höhere Sauerstoffkontakt, vor allem bei einer reduzierten Durchlaufleistung (SECKLER et al., 2000), erklärt auch bei diesem Wein in 2000/II die höhere Farbextinktion gegenüber der Kontrolle und der Sedimentation, die auch in der sensorischen Farbbewertung gefunden werden konnte.

Die insgesamt höheren Extinktionswerte bei allen Weinen in 2000/II, die auch bei der sensorischen Beschreibung (Abb. 7) gegenüber den Versuchsansätzen aus stärker gefaultem Traubenmaterial (Abb. 8 und Abb. 9) festgestellt wurden, verdeutlichen ebenfalls den Einfluss der Enzymaktivitäten beim Bräunungsverhalten. Die Bewertung der Flotation mit deutlich gerbigeren Noten gegenüber beispielsweise der Kontrolle spricht für die erhöhten Gehalte an polymerisierten Phenolen im Wein, da die bitteren Eigenschaften der Phenole durch die Oxidation verstärkt werden (SCHNEIDER, 1989).

Die beiden übrigen Versuchsansätze mit ähnlich hohem Fäulnisgrad (2000/I und 2001/I) verhielten sich bei der Farbausprägung erwartungsgemäß. Die durch Flotation vorgeklärten Weine zeigten sich in beiden Fällen in Korrelation zu der Phenolminderung als heller, wobei dies nur in 2000/I von den Verkostern signifikant wahrgenommen wurde. Die übrigen Varianten lagen jeweils auf sehr ähnlichem Niveau und unterschieden sich in ihren Extinktionswerten und in der Sensorik nur minimal.

Danksagung

Dieses Vorhaben wurde unter anderem aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit/AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert (Projekt-Nr.: 12225 B).

Literatur

- BREIER, N. und WEIAND, J. 2001: Flotation - Alternative zur Mostvorklärung in 2000? Dt. Weinmagazin (8): 32-36
- BUDECKE, E. (1980): Grundriss der Biochemie : Für Studierende der Medizin, Zahnmedizin und Naturwissenschaften. 6. Aufl. - Berlin, de Gruyter, 1980
- DIN (1997): Sensorische Prüfverfahren : Intensitätsprüfung. - DIN 10966, Ausgabe 1997-12
- DIN (1999): Sensorische Prüfverfahren : Profilprüfung, Teil 1: Konventionelles Profil. - DIN 10967-1, Ausgabe:1999-10
- FISCHER, U. 2000: Mostvorklärung und Hefeinsaat : Ursachen von Gärstörungen und ihre Behebung. Dt. Weinbau (18): 12-17
- GÖSSINGER, M. 1999: Mostvorklärung : ein wichtiger Schritt zur Qualitätssteigerung. Der Winzer (9): 10-14
- GUILLOUX-BENATIER, M. et FEUILLAT, M. 1993: Incidence de la clarification des moûts de raisin sur les fermentescibilités alcoolique et malolactique. J. Int. Sci. Vigne Vin 27: 299-311, 315
- HAUBS, H. 1976: Klärung von Most und Wein im Mittel- und Kleinbetrieb. Dt. Weinbau 31: 992-998
- KÖNITZ, R., SECKLER, J. und CHRISTMANN, M. (2002): Einfluss ausgewählter oenologischer Verfahren auf die sensorische Qualität von Rheingauer Rieslingweinen : Vergleich zweier Pressprogramme. Vortrag 53. Betriebsleiter-Tagung in Geisenheim/Rhein, September 2002
- KÖNITZ, R., FREUND, M., SECKLER, J., GAUBATZ, B., CHRISTMANN, M., NETZEL, M., STRASS, G., BITSCH, R. und BITSCH, I. (2004): Beeinflussung der Weinqualität durch die Entropung während der Vollernterlese. Dt. Weinbau-Jb. 2004 (im Druck)
- MÜLLER-SPÄTH, H. 1977: Neueste Erkenntnisse über den Sauerstoffeinfluss bei der Weinbereitung - aus der Sicht der Praxis. Weinwirtschaft (6): 144-157
- MÜLLER-SPÄTH, H., MOSCHERT, N. und SCHÄFER, G. 1978: Beobachtungen bei der Weinbereitung - eine Bestandsaufnahme. Weinwirtschaft (36): 1084-1089
- MÜLLER-SPÄTH, H. 1989: Temperatur und Sauerstoff : Einflüsse vor und nach der Gärung auf die Weinqualität. Dt. Weinbau (25/26): 1185-1192
- NETZEL, M., STRASS, G., BITSCH, I., KÖNITZ, R., CHRISTMANN, M. und BITSCH, R. 2003: Effect of grape processing on selected antioxidant phenolics in red wine. J. Food Engineering 56(2/3): 223-228
- PETGEN, M. 2001: Mostvorklärung im Weinbaubetrieb. Winzer-Zeitschrift (10): 32-32
- POUR NIKFARDJAM, M., PATZ, C.D. und DIETRICH, H. 2000: Polyphenolgehalt und antioxidative Kapazität von Weißweinmosten : Einfluss von Mostklärverfahren. Dt. Weinbau (20): 24-29
- RAPP, A. und VERSINI, G. 1996: Flüchtige phenolische Verbindungen in Wein. Dt. Lebensmittel-Rundschau 92(2): 42-47
- RITTER, G. 1997: Die Bedeutung der phenolischen Saft- und Weinhaltstoffe während der Verarbeitung von Äpfeln, Speierling und weißen Trauben : Einfluss moderner Verfahrenstechnologie auf die Qualität des Endproduktes. Geisenheimer Berichte Band 30: 159-165
- SCHAUTZ, F. und KAUFMANN, G. 2001: Kontinuierliche Mostklärung : Flotation im Ablauf eines Separators. Dt. Weinbau (18): 26-28
- SCHNEIDER, V. 1989: Weinalterung, Teil I. Weinwirtschaft-Technik (8): 1-18

- SCHNEIDER, V. 1998: Must hyperoxidation : A Review. *Am. J. Enol. Vitic.* 49(1): 65-73
- SCHNEIDER, V. 2000: Gerbstoffe im Weißwein : Fruchttige Weine mit schonender Behandlung. *Dt. Weinmagazin* (23): 30-35
- SCHNEIDER, V. 2002a: Phenole - Gerbstoffe - Tannine : Was steckt dahinter? Teil I. *Dt. Weinmagazin* (12): 16-21
- SCHNEIDER, V. 2002b: Mostvorklärung : Was steckt dahinter? *Dt. Weinmagazin* (19): 24-27
- SECKLER, J., JUNG, R. und FREUND, M. (2000): Alternative Vorklärverfahren. ATW-Bericht Nr. 102. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., 2000
- SECKLER, J., JUNG, R. und FREUND, M. 2001: Einfluss der Mostvorklärung auf die Weinqualität. *Dt. Weinbau-Jb.* 52: 191-200
- SINGLETON, V.L., SIEBERHAGEN, H.A., DE WET, P. and VAN WYK, C.J. 1975: Composition and sensory qualities of wines prepared from white grapes by fermentation with and without grape solids. *Am. J. Enol. Vitic.* 26: 62-69
- SINGLETON, V.L. and ESAU, P. (1969): Phenolic substances in grapes and wine, and their significance. - New York: Acad. Press, 1969 (*Advances in Food Research*, Suppl. 1)
- WILLIAMS, J.T., OUGH, C.S. und BERG, H.W. 1978: White wine composition and quality as influenced by method of must clarification. *Am. J. Enol. Vitic.* 29(2): 92-96

Manuskript eingelangt am 14. Juli 2003