

Mikrooxigenation II

In diesem zweiten Beitrag über Mikrooxigenation werden die praktische Durchführung und die vom Weinbereiter vorzunehmenden Kontrollen erläutert: Das Alter der Weine, bei Rotwein der Polyphenolindex und die im Wein verbleibende Hefemenge bestimmen die für den Ausbau notwendige Sauerstoffdosis. Die empfohlene Sauerstoffzufuhr und deren Dauer sind als Richtwerte zu verstehen, die auf Erfahrungswerten basieren. Die optimale Sauerstoffdosis innerhalb der angegebenen Bandbreiten muss für jeden Wein individuell ermittelt werden.

KONRAD BERNATH, THOMAS FLÜELER, TILO HÜHN,
HOCHSCHULE WÄDENSWIL
ULRICH HÖCHLI, WÄDENSWIL

An der Hochschule Wädenswil erfolgt seit dem Jahr 1993 bei allen Rotweinen in der Ausbauphase eine Zufuhr von Sauerstoff. Diese Zufuhr erfolgte bis 1998 diskontinuierlich, das heisst mittels offenen Umzügen oder durch Einsaugen von Umgebungsluft in den Wein über ein Venturi-Rohr. Ab Jahrgang 1999 wurden zur kontinuierlichen Zufuhr von Sauerstoff Silikonschläuche eingesetzt. Der Polyphenolindex (Mass für den Gehalt an Gerb- und Farbstoffen) unserer Rotweine liegt je nach Traubenqualität und Sorte zwischen zirka dreissig und fünfzig. Der Gerbstoff der Weine stammt, da keine Standzeit der Maische nach der Gärung erfolgt, praktisch ausschliesslich aus den Traubenhäuten. Im Jahre 2000 wurden zudem bei der Württembergischen Zentralwinzergenossenschaft in Möglingen Vergleiche zur kontinuierlichen Zufuhr von Sauerstoff mittels Fritte oder Silikonschlauch durchgeführt (Schwarzriesling, Polyphenolindex 25, 6 Varianten à je 430 hl). Die während der Wein-Ausbauphase (4 bis 9 Monate) zugeführten Sauerstoffmengen liegen im Bereich zwischen 10 und 95 mg/l.

Sensorische und analytisch erfassbare Veränderungen

Folgende Auswirkungen der Sauerstoffzufuhr auf den Wein konnten beobachtet werden:

- **Aromatik:** Selbst nach aus Versuchsgründen teilweise exzessiven Sauerstoffzugaben konnte in keinem der behandelten Weine ein Auftreten von oxidativen Aromen (Sherry, Madeira) festgestellt werden. Die Anzahl der Weine mit Böckser-Noten konnte mit der diskontinuierlichen Belüftung (offener Umzug) gesenkt und mit kontinuierlicher Belüftung zum grössten Teil eliminiert werden.
- **Essigsäure:** Der Anstieg der flüchtigen Säure nach dem BSA (Biologischer Säure-Abbau) war beim Stahltankausbau in keinem Fall grösser als 20 mg/l.
- **Farbqualität:** Bei allen Belüftungsintensitäten konnte eine Zunahme der Farbintensität und eine

bessere Farbtonung (kleineres Verhältnis Gelbanteil zu Rotanteil) der mit Sauerstoff ausgebauten Varianten im Vergleich zur Nullvariante festgestellt werden. Erstaunlicherweise konnte auch bei den sehr stark belüfteten Varianten eine Verbesserung der Farbqualität beobachtet werden.

- **Fruchtigkeit:** Bei sehr hohen Belüftungsintensitäten (gerbstoffarme Weine über 20–30 mg/l O₂, gerbstoffreiche Weine über 60–70 mg/l O₂) nahm die Frischfruchtigkeit und die Aromaintensität ab. Die Abnahme der retronasal wahrnehmbaren Aromatik bewirkt beim Verkoster subjektiv eine geringere Ablenkung von der Adstringenz (Trocknungseffekt) des Gerbstoffs.
- **Gerbstoffempfindung:** Der Gerbstoff wird in den meisten Fällen besser beurteilt als bei der weitgehend ohne Sauerstoff ausgebauten Kontrolle. Bei den Varianten mit sehr grosser Belüftungsintensität erscheint der Gerbstoff teilweise aggressiver. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass bei der sensorischen Beurteilung des Gerbstoffs nicht nur die Struktur und der Gehalt des Gerbstoffs einen Einfluss haben, sondern auch die Intensität der Gaumenaromatik. Eine Abschwächung der Gaumenaromatik erhöht die Gerbstoffempfindung und verstärkt die Aggressivität.

Empfehlungen für Rotwein

Die dosierte Sauerstoffzufuhr beginnt nach dem Abpressen und der vollständigen Vergärung. Eine Sauerstoffzufuhr bereits während der Gärung hat zwar einen positiven Einfluss auf die Gärung, aber keine Auswirkungen auf den Ausbau der Polyphenole. Bevor Sauerstoff zugeführt wird (vor dem ersten offenen Umzug), sollte mit einem Lufttest die Bräunungstendenz des Weins überprüft werden. In Weinen mit erhöhter Laccaseaktivität (Oxidationsenzym aus *Botrytis cinerea*) kann vor und einige Zeit nach der Zugabe von SO₂ durch Zufuhr von O₂ die rote Farbe sehr schnell oxidiert werden. Der Sauerstoffeintrag sollte in einem Wein, der mit zwei Umzügen (der erste offen, der zweite nach zirka einer Woche geschlossen) grob vorgeklärt wurde, bald nach der Gärung erfolgen. Nach dem BSA erfolgt ein dritter Umzug (offen). Der Gehalt an freier SO₂ sollte zwischen 20 und 25 mg/l eingestellt werden.

Eine kontinuierliche (blasenfreie) Sauerstoffzufuhr mittels Silikonschlauch entfernt kein CO₂ aus dem Wein. Dasselbe gilt auch für das Einblasen von Sauerstoff mittels Fritte, falls die Tankhöhe genügend hoch ist. Die für eine vollständige Auflösung der O₂-Blasen notwendige Höhe wird unter anderem vom CO₂-Gehalt des Weins beeinflusst. Je höher der CO₂-Gehalt, desto grösser ist die Diffusion von CO₂ in die Sauerstoffgasblase. Dies erhöht die Aufstiegs- geschwindigkeit der Blasen und damit die für einen vollständigen Übertritt in den Wein notwendige Auf- stiegsstrecke. Deshalb muss überschüssiges CO₂ nach dem BSA entweder mit offenen Umzügen oder mittels Eintrag von N₂ über ein Venturi-Rohr aus- getrieben werden. Die Verminderung des CO₂-Gehalts muss in einer frühen Phase nach dem BSA erfolgen. Die Verflüchtigung der Aromen wird minimiert und die Selbstklärung der Weine beschleunigt.

Auf eine zu starke Klärung durch Filtration sollte in dieser Phase bei einem aus gesunden Trauben und einer schonenden Maischbearbeitung hergestellten Wein verzichtet werden. Damit wird die Freisetzung der im Feintrub enthaltenen Aromavorstufen gefördert.

Die Weintemperatur während der Ausbauphase kann zwischen 9 und 18 °C liegen (optimal 12 bis 16 °C). In den Tabellen 1 und 3 sind Angaben zur Sauerstoffzugabe für Weiss- und Rotweine zu finden. Es handelt sich dabei um Richtwerte, die in Abhängig- keit vom Polyphenolindex (Rotwein) beziehungs- weise dem Vorhandensein von Feinhefen (Weiss- wein) angepasst werden müssen. Das Optimum für einen bestimmten Wein kann nur durch sorgfältige und wiederholte Verkostung während der gesamten Ausbauphase ermittelt werden. Innerhalb der ange- gebenen Bandbreiten ist vor allem die Dauer der zweiten Phase dem Wein anzupassen.

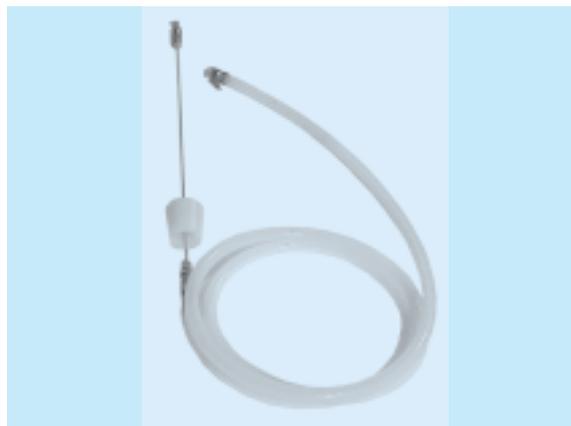
Empfehlungen für Weisswein

Die Zufuhr von Sauerstoff zu Weisswein soll das Auf- treten von Bockser-Aromen minimieren und ermög- licht erst einen Ausbau auf der Hefe. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei sehr vielen Weissweinen der Wein über einen gewissen Zeitraum mit der He- femasse in Kontakt bleibt, auch wenn ein Ausbau auf der Hefe nicht vorgesehen ist.

Die dosierte Sauerstoffzufuhr beginnt nach der vollständigen Vergärung. Bevor Sauerstoff zugeführt



Verteiltableau Standard mit Durchflussmessgerät.



Dosiereinheit (Silikonschlauch).

wird (vor dem ersten offenen Umzug), sollte wieder mit einem Lufttest die Bräunungsbereitschaft des Weins geprüft werden. Der Sauerstoffeintrag muss nach dem ersten offenen Umzug im Anschluss an die Gärung erfolgen. Falls keine weiteren Klärbehand- lungen durchgeführt werden, ist die gleiche Sauer- stoffgabe zuzugeben, wie sie für den Ausbau auf der Feinhefe vorgeschlagen wird (Tab. 2). Findet eine Verminderung der Hefemasse statt, ist die Sauer- stoffdosis entsprechend zu verringern. Die Bildung eines kompakten Hefedepots und damit die Bildung von Bockser-Aromen kann nur durch regelmässiges Aufrühren und nicht durch die Zufuhr von Sauerstoff verhindert werden. Falls ein BSA im Anschluss an die Gärung durchgeführt wird, erfolgt danach ein zwei- ter offener Umzug. Der Gehalt an freier SO₂ wird auf die betriebsüblichen Werte eingestellt.

Tab. 1: Richtwerte zur Sauerstoffzugabe in den verschiedenen Ausbauphasen von Rotwein.

Weintyp	Poly- phenol- index	Ausbau- dauer [d*]	1. Phase ¹		2. Phase		3. Phase		1.–3. Phase
			Dauer [d*]	O ₂ -Zufuhr [mg/l,d*]	Dauer [d*]	O ₂ -Zufuhr [mg/l,d*]	Dauer [d*]	O ₂ -Zufuhr [mg/l,d*]	O ₂ -Zufuhr Total [mg/l]
Blauburgunder mit geringem Gerbstoffgehalt	20–<30	90–180	30	0,3–0,4	30–60	0,1–0,15	30–60	0,07	14,1–25,2
Blauburgunder mit mittlerem Gerbstoffgehalt	30–<40	180–240	30	0,4–0,6	30–60	0,15–0,2	90–120	0,1	25,5–42
Blauburgunder mit hohem Gerbstoffgehalt	>40	240–330	30	0,6–0,8	60–120	0,2–0,25	90–180	0,15	43,5–81

¹: Beginn der ersten Phase zirka 3 Tage nach dem auf die Gärung folgenden 1. Umzug
*d = Tage

Tab. 2: Richtwerte zur Sauerstoffzugabe in den verschiedenen Ausbauphasen von Weissweinen.

Weintyp	Ausbaudauer [d*]	1. Phase ¹		2. Phase		3. Phase		1.–3. Phase
		Dauer [d*]	O ₂ -Zufuhr [mg/l,d*]	Dauer [d*]	O ₂ -Zufuhr [mg/l,d*]	Dauer [d*]	O ₂ -Zufuhr [mg/l,d*]	O ₂ -Zufuhr Total [mg/l]
Weisswein mit Feinhefe	105–165	30	0,3	30–60	0,1	30–75	0,05	13,5–18,75
Weisswein ohne Feinhefe (zentrifugiert oder filtriert)	100–120	30	0,1	30	0,03	40–60	0,02	4,7–5,1

¹: Beginn der ersten Phase zirka 3 Tage nach dem auf die Gärung folgenden 1. Umzug *d = Tage

Tab. 3: Entscheidungsmatrix für die Auswertung der Degustation. Vergleich der Tankprobe mit einer früher gezogenen Flaschenprobe.

Sinnesorgan	Parameter	Auswertung
Auge	Farbintensität	Falls Tankprobe erhöhte oder gleiche Intensität aufweist: weitere O ₂ -Zufuhr
	Farbnuance ¹	Falls Tankprobe tiefere oder gleiche Farbnuance aufweist: weitere O ₂ -Zufuhr
Nase	Reintönigkeit (Böckser-Aromen)	Falls Tankprobe grössere Reintönigkeit oder gleiche Reintönigkeit aufweist: weitere O ₂ -Zufuhr
	Fruchtigkeit	Falls Tankprobe grössere oder gleiche Fruchtigkeit aufweist: weitere O ₂ -Zufuhr
	Intensität grünliche Aromen	Falls die Intensität der Grünaromatik in der Tankprobe geringer oder gleich ist wie bei der Flaschenprobe: weitere O ₂ -Zufuhr
Gaumen	Abgangseindruck des Gerbstoffs	Falls Tankprobe weicheren Gerbstoff oder gleichen Gerbstoff aufweist: weitere O ₂ -Zufuhr

¹: Farbnuance = Rotanteil/Gelbanteil

Durch Vergleich der aktuellen Tankprobe mit zwei zu früheren Zeitpunkten gezogenen Flaschenproben kann die Dynamik der Veränderung erfasst werden. Falls der Unterschied zwischen der letzten und der vorletzten Probe grösser ist als derjenige zwischen der Tankprobe und der letzten Flaschenprobe, neigt sich der Prozess dem Ende zu. Die Sauerstoffzufuhr kann abgebrochen werden.

Regulierung der Sauerstoffzufuhr

Die Überwachung des Ausbaus erfolgt vor allem sensorisch. Verfolgt werden die Farbe (Dichte und Nuance), die Gerbstoffempfindung (vor allem im Abgang) und die Aromatik (Nasen- und Gaumenaromatik). Das Feststellen von Unterschieden ist sensorisch viel einfacher als die Erfassung von absoluten Werten. Um Unterschiede feststellen zu können, werden periodisch (in der ersten und zweiten Belüftungsphase alle zwei Wochen, in der dritten Phase alle vier Wochen) nach der ersten Zugabe von SO₂ Proben gezogen. Pro Probe werden zwei Flaschen abgefüllt. Die Entnahme soll so erfolgen, dass die Sauerstoffaufnahme möglichst klein ist (unterschichtige Probennahme). Die Flaschen (kein Weissglas) werden mit Kronen- oder Anrollverschluss (nicht Korkstopfen) verschlossen und bei Kellertemperatur gelagert. Ab dem zweiten Entnahmeterrmin kann das weiter belüftete Tankmuster mit den früher gezogenen Proben verglichen werden. Die Verkostung sollte in einem möglichst geruchsneutralen Raum (nicht im Keller) verdeckt erfolgen. Zur Auswertung der Degustationsresultate dient die in Tabelle 3 aufgeführte Entscheidungsmatrix.

Literatur

Schneider V.: Mikrooxidation junger Rotweine Teil IV: Die natürliche Sauerstoffaufnahme. Das deutsche Weinmagazin 6, 2001.

Sefton A.M., Skouroumounis K.G., Massy-Wetrop R.A. und Williams P.J.: Norisoprenoids in vitis vinifera white wine grapes and the identification of a precursor of damascenone in these fruits. Aust. J. Chem. 42, 2071–84, 1989.

Singleton V.L.: Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines and model systems: observations and practical implications. Am. J. Enol. Vitic. 38, 69–77, 1987.

Timberlake C.F. und Bridle P.: Interactions between anthocyanins phenolics compounds and acetaldehyde, and their significance in red wines. Am. J. Enol. Vitic. 27, 97–105, 1976.

Vivas N. und Glories Y.: Les phénomènes d'oxydo-réduction liés à l'élevage en barrique des vins rouges: aspects technologiques. Rev. Fr. Oenol. 142, 33–38, 1993.

Vivas N., Glories Y., Lagune L., Saucier C. und Augustin M.: Estimation du degré de polymérisation des procyanidins du raisin et du vin par la méthode au p-Dimethylaminacinnamaldehyde. Journ. Intern. Sc. Vigne et du Vin 4, 319–336, 1994.

Moutounet M., Ducourneau P., Chassin M. und Lemaire T.: Appareillage d'apport d'oxygène aux vins. Son intérêt technologique. CR. du 5e Symposium international d'œnologie, 411–414, 1995.

Potarlir P.: Recherches sur les conditions d'élevage des vins rouges. Rôle des phénomènes oxydatifs. Thèse de docteur-ingénieur, Université de bordeaux II, 1981.

RÉSUMÉ

Microoxygénation II

La deuxième partie de l'article consacré à l'apport ciblé d'oxygène en cours d'élevage du vin présente l'exécution pratique, le dosage approprié de l'oxygène pour chaque type de vin, et les possibilités sensorielles de surveillance du processus. Les paramètres suivants influencent la dose d'oxygène nécessaire en cours d'élevage: l'âge des vins, l'indice de polyphénol pour les vins rouges et la quantité résiduelle de levure dans le vin. La quantité et la durée de l'apport quotidien d'oxygène recommandées dans le texte couvrent une certaine plage et sont à interpréter comme des indices de référence basés sur des valeurs empiriques. La dose d'oxygène optimale pour un vin précis devra être déterminée individuellement à l'intérieur des marges indiquées.