

Tannin und Adstringens der Rotweine

3. Tannin- und Redoxmanagement

Rotweine werden meist oxidativer als Weißweine ausgebaut. Davon verspricht man sich eine Reifung und Verbesserung der Qualität ihres Tannins. Die sensorischen Ergebnisse sind widersprüchlich und stark von der Art des Weins abhängig. Ab einem gewissen Niveau verlieren Rezepte ihre Gültigkeit. Volker Schneider, Schneider-Oenologie in Bingen, berichtet im dritten Teil seiner Ausführungen, wie sich Sauerstoffzufuhr, Schwefelungszeitpunkt und Tanninzusatz auf das sensorische Profil unterschiedlicher Rotweintypen auswirken.

Das Tannin der Rotweine ist keine statische Größe, sondern verändert sich während der Lagerung mit sensorischen Konsequenzen, die positiv oder negativ gewertet werden. Die wesentlichen Ursachen sind seine Oxidation und Polymerisation. In diese Vorgänge kann man mit önologischen Stilmitteln eingreifen, die man als Tanninmanagement beschreibt. Entsprechende Maßnahmen umfassen die qualitative Veränderung des Tannins durch Förderung oder Hemmung natürlich ablaufender Reaktionen, Zusatz exogener Tannine oder eine Minderung des Tannins durch Ausfällung mit eiweißähnlichen Schönungsmitteln.

Reaktionen von Oxidation und Reduktion spielen im Tanninmanagement eine herausragende Rolle. Im Gegensatz zu Weißweinen können Rotweine durch eine moderate Sauerstoffaufnahme positiv geprägt werden. Seit dem Aufkommen der Mikrooxygenierung gewann diese Möglichkeit eine neue Aktualität. Da die erforderliche technische Ausstattung in den wenigsten Fällen gegeben ist, wird sie häufig durch eine schlecht verstandene Makrooxidation ersetzt mit überoxidierten Rotweinen als Folge. Doch Sauerstoffeintrag und Oxygenierung gehen nicht zwangsläufig mit Oxidation einher. Damit stellt sich die Frage nach der idealen Sauerstoffversorgung der Weine, sei es passiv durch Lagerung in Holz oder aktiv wie durch belüftendes Umpumpen, sowie nach dem Zeitpunkt des Aufschwefelns und der SO₂-Menge. Das handwerklich beherrschte Ausbalancieren von Oxidation und Reduktion in Abhängigkeit vom einzelnen Wein, auch als Redoxmanagement bezeichnet, ist daher untrennbar mit dem Tanninmanagement verbunden.

Sauerstoff verändert Tannin

Rotweine können ungleich höhere Mengen an Sauerstoff als Weißweine vertragen, ohne oxidativ geschädigt zu werden. Ursache ist die Fähigkeit ihres Tannins, Sauerstoff zu binden. Die damit einhergehenden Reaktionen sind in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Die Oxidation der molekularen Grundbausteine des Tannins, der flavonoiden Phenole, führt zu den entsprechenden Chinonen, die sich in der Folge zu größeren Moleküleinheiten veränderter Adstringens zusammenlagern. Bei diesem Prozess der Polymerisation wird der oxidierte Zustand wieder aufgehoben und der phenolische Grundzustand des Tannins regeneriert. Damit kann es erneut mit Sauerstoff reagieren, ohne dass diese Fähigkeit einen festen Endpunkt erreicht (1).

Die Polymerisation ist die Grundlage der Reifung von Rotwein und läuft grundsätzlich auch ohne Zutritt von Sauerstoff ab, wird durch solchen aber erheblich beschleunigt (2,3). Die französische Schule der Önologie stellt die Rolle des Sauerstoffs für den Ausbau der Rotweine in den Vordergrund und hat daraus die Technik der Mikrooxygenierung abgeleitet (4,5,6,7). Die australische Schule hingegen postulierte auch die Möglichkeit einer Reifung ohne Sauerstoff (3). Über die tatsächliche Bedeutung des Sauerstoffs wird erst in einigen Jahren vollständige Klarheit bestehen. Fest steht aber schon jetzt, dass auch unter normalen Ausbaubedingungen stets mehr oder weniger große Mengen Sauerstoffs umgesetzt werden, die zu teilweise widersprüchlichen sensorischen Ergebnissen führen. Die durchschnittliche Sauerstoffaufnahme bei gängigen keller-technischen Behandlungsmaßnahmen und verschiedenen Varianten der Lagerung ist in Tabelle 1 wiedergegeben.

Bei der Reaktion des Sauerstoffs mit der phenolischen Grundsubstanz des Tannins entstehen Peroxide als Nebenprodukt, in Abbildung 1 als H₂O₂ dargestellt (1,8,9). Diese haben eine kurze Halbwertszeit, sind aber ein weitaus stärkeres Oxidationsmittel als der ursprüngliche Sauerstoff selbst. Sie führen zu

Aromaschäden, wenn sie in Folge zu intensiver Sauerstoffzufuhr kurzfristig im Wein akkumulieren. Ihr Abbau erfolgt auf drei Wegen:

- durch schweflige Säure, wobei diese zu Sulfat oxidiert und verbraucht wird,
- durch Alkohol, wobei dieser zu Acetaldehyd oxidiert, der seinerseits in das polymerisierende Tannin eingebunden und verbraucht wird,
- Aromastoffe, Aminosäuren u.a., deren Oxidation zu jenen Produkten führt, die geruchlich als Altersfirne wahrgenommen werden. Auch diese vermögen sich genau so wie Acetaldehyd und Anthocane an das Tannin anzulagern.

Die Fähigkeit der Rotweine, im Vergleich mit Weißwein ungleich größere Mengen von Sauerstoff ohne Ausbildung von Firne und anderen Aromaschäden umsetzen zu können, begründet sich u. a. in der Eigenschaften des Tannins, solche geruchlich aktiven Oxidationsprodukte binden zu können.

Unter technischen und handwerklichen Aspekten bestehen die Aufgaben des Sauerstoffs im Rotwein in einer Reifung des Tannins, einer Komplexierung der Aromatik und, im Fall von Barriqueweinen, im Aufbau der Eichenaromatik. Dabei ist zunächst offen, was unter Reifung und Komplexierung zu verstehen ist. Das sensorische Ergebnis ist abhängig davon, mit welchen Weininhaltsstoffen der Sauerstoff reagiert.

Feinhefe schützt vor Oxidation

Abbildung 2 zeigt am Beispiel eines unfiltrierten Rotweins durchschnittlicher Zusammensetzung, dass verschiedene Inhaltsstoffe gelösten Sauerstoff mit unterschiedlicher Geschwindigkeit binden (10). Schweflige Säure spielt in diesem Zusammenhang eine untergeordnete Rolle als Reduktionsmittel. Anthocyane und insbesondere Feinhefe binden Sauerstoff am schnellsten ohne sensorische Konsequenzen, wodurch sie das Tannin vor Oxidation schützen.

Abbildung 3 verdeutlicht, wie die Filtration die Verteilung des Sauerstoffs auf die unterschiedlichen Weininhaltsstoffe beeinflusst. In unfiltrierten, jungen Rotweinen wird über die Hälfte des Sauerstoffs durch die Feinhefe schadlos verarbeitet. Sie schützt den Wein vor Oxidation (11). Entfällt der reduzierende Effekt der Feinhefe nach der Filtration, reagiert entsprechend mehr Sauerstoff mit Tannin, SO₂ und Anthocyanen. Filtrierte Rotweine reagieren ungleich empfindlicher auf Sauerstoff als trübe Jungweine.

In einer Reihe von Experimenten wurden die sensorischen Konsequenzen unterschiedlicher Sauerstoffaufnahme in Abhängigkeit von Rotweintyp, schwefliger Säure und anderen önologischen Faktoren nach Einstellung eines vergleichbaren Gehaltes von 30 mg/l freier SO₂ durch trainierte Verkoster ausgewertet. Dabei stehen Adstringens und Bitterkeit für die geschmacklichen Parameter, während das Aromaprofil auf die Attribute „Buntfrüchte“ und „trockene Kräuter“ verdichtet wurde. Trockene Kräuter repräsentieren oxidative Alterung und Firne in der Nase, Buntfrüchte stehen für das sortenspezifische Primäroroma. Zur vereinfachten Wiedergabe werden die Ergebnisse in Prozent vom Mittelwert dargestellt.

Oxygenierung im reduktiven Milieu

Abbildung 4 zeigt den Einfluß von schwefliger Säure auf die sensorischen Folgen der Oxygenierung eines Portugiesers geringen Gesamtphenolgehaltes, dem insgesamt 17 mg/l O₂ nach der Filtration zugeführt wurden. Der Wein steht stellvertretend für einen leichten Rotwein geringen Gesamtphenol- und Anthocyanengehaltes. Gegenüber der sauerstofffrei gelagerten Variante führte die Oxygenierung, sei es mit oder ohne SO₂, stets zu einer signifikanten Intensivierung von Bitterkeit, Adstringens und trockenen Kräutern unter starker Minderung von Buntfrüchten. Die durch die Sauerstoffaufnahme hervorgerufenen negativen Veränderungen in der Aromatik waren in Anwesenheit von freier SO₂ jedoch deutlich geringer. Die wesentliche Aufgabe der schwefligen Säure besteht in diesem phenolarmen Rotwein darin, die bei der Oxidation des Tannins entstehenden Peroxide abzufangen, die andernfalls der Aromatik abträglich werden.

Abbildung 5 zeigt die Resultate des gleichen Experiments mit einem Dornfelder als Vertreter kräftiger Rotweine mit hohem Gesamtphenol- und Anthocyanengehalt. Die Oxygenierung führte zu deutlich

geringeren aromatischen Veränderungen, die durch die gleichzeitige Anwesenheit von SO₂ nicht wesentlich beeinflusst wurden. Effekte der Oxygenierung auf die Adstringens blieben aus. Der hohe Phenolgehalt schützte den Wein vor den negativen Folgen der Oxidation, wobei sich die Bedeutung der SO₂ als Reduktionsmittel verringerte.

Es wird deutlich, dass Rotwein nicht gleich Rotwein ist. Der Gesamtphenolgehalt, das Tannin-Anthocyan-Verhältnis (Teil 2), schweflige Säure und Feinhefe sind die entscheidenden Parameter, welche über Möglichkeiten und Grenzen des oxidativen Ausbaus entscheiden. Sie müssen bei der Beurteilung des Sauerstoffbedarfs im Zusammenhang gesehen werden. Ihr komplexes Zusammenwirken erklärt, warum Techniken der Oxygenierung viel Erfahrung erfordern und nicht auf allgemein gültige Lehrsätze reduziert werden können.

Filtrierte Rotweine sollten vor einer Sauerstoffaufnahme, wie sie zum Beispiel durch ein belüftendes Umpumpen oder im Holzfass eintritt, bereits eine zumindest geringe Menge freier schwefliger Säure enthalten. Ihre Aufgabe besteht im Abfangen intermediärer Peroxide, die für die oxidative Zerstörung des Fruchtaromas verantwortlich sind. Die kontrollierte Zufuhr von Sauerstoff zum geschwefelten Wein entspricht dem Lehrsatz des oxidativen Ausbaus im reduktiven Milieu. Rotweine mit geringem Gesamtphenol- und Anthocyanengehalt vertragen nicht mehr Sauerstoff, als sie während Abstich, Ausbau und Filtration unvermeidbar aufnehmen.

Zeitpunkt des Aufschwefelns

In diesem Zusammenhang spielt auch der Zeitpunkt des ersten Aufschwefelns der Jungweine eine Rolle. Abbildung 6 stellt die Ergebnisse eines Spätburgunders als Vertreter oxidationsempfindlicher Rotweine dar, der nach der Filtration zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgeschwefelt (60 mg/l SO₂) und unter experimentellen Bedingungen ohne bzw. mit einer praktisch unvermeidbaren Menge (8 mg/l) Sauerstoff ausgebaut wurde. Die späte Schwefelung nach vorgehender Sauerstoffaufnahme optimierte zwar die Farbe, führte aber zu stärksten Aromaschäden. Frühe Schwefelung und Ausbau unter völlig inerten Bedingungen ohne Sauerstoff ergab die verschlossensten Weine. Die frühe Schwefelung in Verbindung mit einem nachfolgenden Sauerstoffeintrag gängiger Größenordnung ergab die höchste Intensität für Buntfrüchte bei geringsten Werten für Adstringens und Farbe. Sie entspricht traditioneller handwerklicher Vorgehensweise und lehnt sich an das Prinzip des oxidativen Ausbaus im reduktiven Milieu an. Dabei führen die Erhaltung des Fruchtaromas und die Stabilisierung der Farbe zu einem Interessenkonflikt, den es abzuwägen gilt.

Die Grenze des oxidativen Ausbaus ohne SO₂ ist in der Praxis dann erreicht, wenn das Aroma deutliche Noten nach trockenen Kräutern aufweist. Sie sind der Hinweis auf den Beginn irreversibler Aromaschäden durch intermediäre Peroxide, die durch eine nachfolgende Schwefelung nicht mehr völlig behoben werden können. Sie stellen sich ein vor einer sichtbaren Bräunung.

Makrooxygenierung ist stets negativ

Von entscheidender Bedeutung ist die Intensität der Sauerstoffzufuhr. Bezogen auf die gleiche Menge Sauerstoff von zum Beispiel 10 mg/l ergibt es einen Unterschied, ob er in Form einer einmaligen intensiven Oxygenierung (1 x 10 mg/l, Makrooxygenierung) oder in zeitlich gestaffelten Teilmengen (10 x 1 mg/l, Mikrooxygenierung) zugeführt wird. Das Prinzip der technisch ausgereiften Form der Mikrooxygenierung besteht sogar darin, den Sauerstoff in kontinuierlicher Weise langsamer zuzuführen, als er abgebunden wird (4). Damit wird ein Überschuss gelösten Sauerstoffs vermieden. Abbildung 7 zeigt am Beispiel eines Dornfelders als Vertreter robuster Rotweine, dass die einmalige Dosage einer Gesamtmenge von 42,5 mg/l O₂ deutlich höhere Werte für trockene Kräuter, Adstringens, Bittere und Bräunung ergibt als die sukzessive Dosage der gleichen Menge in mehreren Teilen. Die Oxidation ist autokatalytisch; sie beschleunigt sich von selbst, wenn Sauerstoff im Überschuss verfügbar ist (1).

Vor dem Einbringen von Luft oder reinem Sauerstoff mittels einfacher Begasungseinheiten oder Fritten kann somit nur gewarnt werden. Statt im Bereich von mg/l können solche Geräte nur Gase im g/l-Bereich dosieren, wie es beim Auffrischen mit Kohlensäure üblich ist. Die Folge wäre die systematische oxidative Zerstörung des Weins. Wer nicht über die Regeltechnik der professionellen

Mikrooxygenierung verfügt, muß sich zur aktiven Sauerstoffzufuhr auf die klassischen, in Tabelle 1 genannten Möglichkeiten wie belüftendes Umpumpen beschränken.

Ellagtannin schützt vor Oxidation

Die Anwesenheit von Ellagtannin ergibt einen zusätzlichen Oxidationsschutz. Dabei handelt es sich um traubenfremde Tannine, die aus neuem Holz als auch Früchten wie Galläpfeln extrahiert werden und den überwiegenden Anteil der handelsüblichen Tannine darstellen. Sie sind anderer chemischer Natur als das traubenbürtige Tannin und haben die Eigenschaft eines Oxidationspuffers. Sie fangen den Sauerstoff aus einer zu intensiven Oxygenierung ab und bringen ihn erst nach und nach in das Oxidationsgeschehen ein. Damit schützen sie den Wein vor autokatalytischen Effekten (10,12).

Abbildung 8 erläutert das Verhalten eines tanninschwachen Portugiesers, in dem die Umsetzung von 8,5 mg/l O₂ zu einer deutlichen Verstärkung von Adstringens, Bittere und trockenen Kräutern unter gleichzeitigen Verlusten von Buntfrüchten führte. Nach vorgängiger Dosage von 150 mg/l Ellagtannin fielen diese Oxidationsschäden ungleich geringer aus mit gleichzeitigen Vorteilen für die Farbe. Die Tannindosage führte unter den Bedingungen der Oxygenierung in bemerkenswerter Weise zu einer Minderung von Adstringens und Bittere.

Ellagtannine sind nicht stabil. Werden sie als Geschmacksverstärker zugesetzt, verliert sich ihre anfängliche Adstringens durch oxidativen und hydrolytischen Zerfall. Während ihrer Anwesenheit im Wein nehmen sie Einfluß auf die Entwicklung des traubenbürtigen Tannins. Daraus kann sich im Einzelfall eine Minderung der Adstringens trotz zeitweiliger Erhöhung des Tanningehaltes ergeben. Dieses Phänomen ist von der Entwicklung von Barriqueweinen her bekannt. Barriques aus neuer Eiche liefern dem Wein Ellagtannin und erleichtern damit den oxidativen Ausbau, wie er unter solchen Bedingungen typisch ist. Die Lagerung in altem Holz bietet diese Möglichkeit nicht.

Korrektur der Adstringens

Es ist bezeichnend, dass die besonders in der Neuen Welt eingesetzte Mikrooxygenierung fast immer in Verbindung mit Eichenholzchips in hefetrüben Jungweinen durchgeführt wird. Die Chips stellen das Ellagtannin zur Verfügung, das Oxidation und Polymerisation des originären Traubentannins in andere Bahnen hin zu weniger aggressiven Formen leitet. Die Feinhefe verarbeitet einen variablen, aber beachtlichen Teil des Sauerstoffs, der so der Reaktion mit dem Tannin entzogen wird.

In Abwesenheit von Ellagtannin führt die Umsetzung von Sauerstoff über das kellertechnisch unvermeidbare Ausmaß hinaus selten zu weicheren Tanninen. In robusten Rotweinen mit hohem Gesamtphenolgehalt und ausgeglichenem Tannin-Anthocyan-Verhältnis bleibt sie meist ohne Einfluß auf die Adstringens, während sie diese in farbarmen Rotweinen sogar erhöht. Die klassische Beobachtung, wonach eine durch semi-oxidative Bedingungen geförderte Polymerisation des Tannins zu weicheren Weinen führt, gilt nur für einen längeren Ausbau im Barrique und ist nicht ohne weiteres auf im Tank gelagerte fruchtige Rotweine zu übertragen.

In der Praxis stellt sich oft die Frage nach einer kurzfristigen Minderung der Adstringens, zum Beispiel kurz vor dem Abfüllen. Die Techniken der Oxygenierung sind dazu grundsätzlich ungeeignet, weil sie einen Zeitraum von mehreren Monaten erfordern. Sie können keineswegs durch eine Erhöhung der Sauerstoffzufuhr verkürzt werden, weil eine zu intensive Oxidation stets kontraproduktiv ist. Als Methode zur beschleunigten Reifung nach dem Zeitraffer-Prinzip halten sie kaum Spielraum bereit. Damit haben tanninhaltige Schönungsmittel durchaus ihre Existenzberechtigung, wenn der Faktor Zeit oder ein ungünstiges Tannin-Anthocyan-Verhältnis andere, auf Oxygenierung basierende Verfahren ausschließt. Anstelle einer qualitativen Veränderung des Tannins wird eine Minderung seiner Konzentration herbeigeführt. Für diesen Zweck hält der Handel eine Vielzahl konfektionierter Schönungsmittel bereit, deren Aufwandmengen erheblich variieren können. Die Kenntnis des Gesamtphenolgehaltes und seine sachgerechte Interpretation erleichtern ihren rationalen Einsatz, ähnlich wie die Gesamtsäure eine Orientierung zur Entsäuerung gibt.

Zusammenfassung

Passiv oder aktiv zugeführter Sauerstoff verändert Tannin und Aroma der Rotweine. Reifung durch Sauerstoffzufuhr und Polymerisation des Tannins ist nur positiv unter Minderung der Adstringenz, wenn die Oxygenierung im reduktiven Milieu (SO₂, Feinhefe) erfolgt und genügend Anthocyane und / oder Ellagittannin aus Eiche oder Handelspräparaten zur Verfügung stehen. Andernfalls entstehen trocken-harte Tannine unter Minderung des Sortenaromas. Tannin- und anthocyanreiche Weine vertragen ungleich mehr Sauerstoff als leichte Rotweine, hefetrübe Jungweine mehr als filtrierte. Die Gehalte an Gesamtphenol, Anthocyan, SO₂ und Feinhefe sind im Zusammenhang zu sehen. Sie wirken kompetitiv beim Verbrauch des Sauerstoffs und entscheiden, ob der Ausbau mehr oxidativ erfolgen kann oder reduktiv gehalten werden muß. Zu intensive Sauerstoffzufuhr ist stets kontraproduktiv.

Literatur

1. Singleton, V.L. (1987): Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines and model systems: Observations and practical implications. *Am. J. Enol. Vitic.* 38, 69-77.
2. Pontallier, P. (1981): Recherches sur les conditions d'élevage des vins rouges. Rôle des phénomènes oxydatifs. Thèse, Université Bordeaux II.
3. Somers, T.C., Evans, M.E. (1986) : Evolution of red wines. I. Ambient influences on colour composition during early maturation. *Vitis*, 25, 31-39.
4. Lemaire, T. (1995): La micro-oxygénation des vins. Thèse DNO, Ecole Nat. Sup. Agronomique, Montpellier.
5. Castel, C. et al. (2001): Influence de la micro-oxygénation sur la composition phénolique et les caractères sensoriels des vins rouges. *Industrie della Bevande*, 30, 271-276.
6. Fischer, U., Weik, B., Löchner, M. (2005): Mikrooxygenierung von Rotwein. *Der Deutsche Weinbau*, 18, 16-22.
7. Weiland, J. (2005): Oxygenierung: Einfluß von Sauerstoff. *Das Deutsche Weinmagazin* 21, 29-33.
8. Vivas, N., Glories, V. (1996): Role of oak wood ellagitannins in the oxidation process of red wines during aging. *Am. J. Enol. Vitic.* 47, 103-107.
9. Danilewicz, J.C. (2007): Interaction of sulfur dioxide, polyphenols, and oxygen in a wine-model system: Central role of iron and copper. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58, 53-60.
10. Vivas, N.: Les oxidations et les réductions dans les moûts et les vins. Éditions Féret, Bordeaux 1999.
11. Schneider, V. (2005): Postfermentative Phase : Die Hefe nach der Gärung. *Der Winzer*, 11, 13-18.
12. Schneider, V. (1999): Önologische Tannine im Rotwein. *Das Deutsche Weinmagazin*, 22, 34-38.

Tabelle 1: Durchschnittliche Sauerstoffaufnahme durch kellertechnische Behandlungsmaßnahmen und Lagervarianten im Klein- und Mittelbetrieb.

Vorgang	O ₂ , mg/l
Umlagerung, Einlauf unten	1
Umlagerung, Einlauf oben (ohne CO ₂ -Entbindung)	4
Umlagerung, Einlauf oben, über Reißrohr	7
Umlagerung mit gelockerter Saugleitung	7
Zentrifugation	4
Kieselgurfiltration	3
Cross-Flow-Filtration, offener Vorlaufbehälter	5
Rühren	3
Transport in teilbefüllten Tanks	7
Abfüllung	2
Lagerung im Holzfass, pro Jahr	10
Lagerung im Barrique, pro Jahr	30
Flaschenlager mit Kork, pro Jahr	10
Flaschenlager mit Schraubverschluß, pro Jahr	3
Flasche im Anbruch, pro Tag	3

Abb. 1: Sauerstoffaufnahme in Rotwein. Oxidation des Tannins und Folgereaktionen.



