

Die Hefe nach der Gärung

In vielen Betrieben herrscht eine Filtrationshysterie. Nur zu oft ist man bestrebt, die Weine so früh wie möglich zu klären. Andernorts arbeitet man gezielt mit der Hefe in verschiedenen Intensitätsstufen und Variationen. Die Entwicklung fruchtiger Weißweine wird durch Feinhefe und Filtration nachhaltig beeinflusst.

Während langer Zeit sah man in der Hefe ausschließlich einen nützlichen Mikroorganismus zur Durchführung der alkoholischen Gärung. Hat sie diese Aufgabe erfüllt, wird sie früher oder später aus dem Wein entfernt. Mittels Abstich wird die sedimentierte Depotheke abgetrennt. Der teilgeklärte Jungwein wird durch Filtration von seiner noch in Suspension befindlichen Feinhefe befreit. Die vollständige Klärung des Weins erfolgt zum Teil in einem sehr frühen Entwicklungsstadium unter Zuhilfenahme massiven Maschineneinsatzes. Hintergrund dieser Bestrebungen ist die simplifizierte Annahme, dass es sich bei der Feinhefe im unfiltrierten Jungwein um einen Schmutz mit negativen Auswirkungen auf die Weinqualität handle. Im Sinn dieser Denkschemata wird die frühzeitige Bereitstellung glanzheller Weine als ein Beitrag zur Qualität aufgefasst.

Doch auch nach der Gärung, während der sogenannten postfermentativen Phase, ist die Hefe keineswegs tot. Vielmehr ist die Feinhefe ein wertvoller Organismus, dem viele positive Eigenschaften innewohnen. Voraussetzung ist, dass es sich bei dem Trubschleier des Jungweins wirklich um Hefe handelt und nicht um Rückstände der Traubenverarbeitung, die nach einer defizitären Mostvorklärung zurückgeblieben sind. Die gezielte önologische Nutzung der Feinhefe setzt eine scharfe Mostvorklärung voraus. Dabei spielt es eine untergeordnete Rolle, auf welche Art und Weise der Most geklärt wurde. Wichtig ist ausschließlich das Ergebnis, das heißt der Klärgrad des Mostes. Er sollte so scharf sein, dass der Resttrubgehalt vor Eintritt der Gärung 0,5 Gew.-% oder 100 NTU nicht übersteigt.

Die Eigenschaften der Hefe in der postfermentativen Phase macht man sich gezielt in der Sektbereitung und der Herstellung weißer Barriqueweine zunutze. Sie umfassen im wesentlichen

- Eine Freisetzung von Polysacchariden, Aminosäuren, Eiweißen, Nucleinsäuren und Fettsäuren während der Hefeautolyse und deren Anreicherung im Wein. Die sensorischen Konsequenzen werden bis zu einem gewissen Grad positiv im Sinne von Körper und Mundfülle bewertet. Eine zu weitgehende Autolyse ruft einen einseitigen Hefeton hervor.
- Die Bildung von böckserverursachenden flüchtigen Schwefelverbindungen, aber auch deren teilweiser Abbau unter bestimmten Bedingungen.
- Die Absorption von Schwermetallionen wie Kupfer. Nach Behandlung eines böcksernden Jungweins mit Kupfersulfat wird ein großer Teil des eingebrachten Kupfers durch die verbliebene Feinhefe entfernt.
- Eine entgerbende Wirkung durch Bindung von Tanninen aus der Traube oder dem Eichenholz auf Eiweiße der Zellmembran.
- Eine reduktive Wirkung, die die Weine gegen die negativen Folgen zu starker Oxidation schützt.

Im Rahmen dieser Darstellung steht die reduktive Wirkung der Feinhefe im Vordergrund.

Die Hefe hat die Eigenschaften eines starken Reduktionsmittels. So ist bekannt, dass ungeschwefelte Weißweine nicht bräunen, solange sie hefetrüb sind. Werden sie im ungeschwefelten Zustand filtriert, tritt die Hochfärbigkeit mehr oder weniger spontan ein. Aus diesen klassischen Beobachtungen geht hervor, dass die Hefe den Wein vor Oxidation schützt. Wohlbemerkt kann es sich dabei nur um Hefe in der Schwebe handeln. Als Depot abgesetzte Hefe ist in dieser Hinsicht weitgehend wirkungslos.

Über den Mechanismus dieser Schutzwirkung ist weniger bekannt. Deshalb wurde der Einfluß von Hefe auf das Oxidationsverhalten von Weißwein untersucht. Dazu wurden unterschiedlich behandelte Varianten eines Weines in einer manometrischen Apparatur einem unbegrenzten Angebot von Sauerstoff ausgesetzt und beobachtet, wieviel Sauerstoff sie in einem bestimmten Zeitraum binden.

Feinhefe bindet Sauerstoff

In einer ersten Phase wurde der Frage nachgegangen, inwiefern der Oxidationsschutz durch die Hefe an das Vorliegen von lebenden oder toten Zellen geknüpft ist. Aus Abbildung 1 geht hervor, dass der unbehandelte, hefetrübe Jungwein (Variante I) mit hoher Umsatzrate Sauerstoff bindet. Nach Filtration (Variante IV) bindet der gleiche Wein nur noch einen Bruchteil der Sauerstoffmenge. Es zeigt sich, dass die Feinhefe des vergorenen Jungweins in der Lage ist, erhebliche Mengen Sauerstoff zu verarbeiten. Voraussetzung ist allerdings, dass die Hefe aus lebenden Zellen besteht. Sterben die Zellen ab bzw. werden sie durch Pasteurisation abgetötet (Variante II), entspricht die Sauerstoffbindung der des filtrierten Weins. Wird der hefetrübe Wein aufgeschwefelt (Variante III), verringert sich die Fähigkeit der Hefe, Sauerstoff zu verarbeiten. Trotzdem ist sie auf einem niedrigeren Niveau immer noch gegeben, wie der Vergleich mit dem aufgeschwefelten und filtrierten Wein (Variante V) zeigt. Offensichtlich stört die schweflige Säure den Sauerstoffmetabolismus der Hefe, was auf eine teilweise Inhibierung ihrer Enzymausstattung durch SO_2 hindeutet. Im filtrierten Wein schließlich führt das Aufschwefeln zu einer Verringerung der Sauerstoffzehrung (Variante IV - Variante V).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Reduktionskraft der Hefe im Jungwein zumindest teilweise auf einen Entzug von Sauerstoff zurückzuführen ist. Lebende, wenngleich nicht mehr gärfähige Hefe verbraucht im Wein gelösten Sauerstoff, der so zur Oxidation anderer Weininhaltsstoffe nicht mehr zur Verfügung steht.

In einem weiteren Versuch wurde eruiert, inwiefern der Oxidationsschutz durch lebende Hefe in der Schwebe von ihrer Zellzahl abhängt. Grundsätzlich ist zu erwarten, dass der Klärgrad des Jungweins eine Rolle spielt. Dazu wurde ein völlig trockener, geschwefelter und steril filtrierter Wein mit steigenden Mengen seiner eigenen Hefe versetzt. Diese Hefe wurde durch mehrmaliges Zentrifugieren und Auswaschen des Zentrifugats von verunreinigenden Begleitstoffen gereinigt. Abbildung 2 zeigt, dass tendenziell um so mehr Sauerstoff gebunden wird, je höher der Gehalt an suspendierter Hefe ist. Eine lineare Beziehung zwischen Hefemenge und Sauerstoffzehrung besteht jedoch nicht. Die Feinhefe entwickelt ihren Oxidationsschutz bereits bei einer geringen, optisch gerade noch als Opaleszenz sichtbaren Trübung von 35 NTU, während höhere Hefegehalte keinen zusätzlichen Vorteil mehr ergeben.

Unter ähnlichen Bedingungen wurde der Frage nach möglichen Reaktionsprodukten des Sauerstoffs nachgegangen wenn, wie in der Praxis üblich, der Jungwein aufgeschwefelt ist. Bekanntlich sind die primären Sauerstoffakzeptoren im filtrierten Wein phenolische Substanzen, bei deren Oxidation organische Peroxide entstehen, die ihrerseits zur Oxidation von schwefliger Säure zu Sulfat und von Ethanol zu Acetaldehyd führen (1). Tabelle 1 zeigt wiederum die Abhängigkeit des Sauerstoffaufnahmevermögens vom Gehalt an suspendierter Hefe und die Wirkungslosigkeit toter Hefe. In allen Varianten tritt eine geringfügige Erhöhung von Acetaldehyd sowie ein leichter Verlust von schwefliger Säure ein. Diese Reaktionen sind rein chemischer Natur und von der Umsetzung von Sauerstoff in steril filtrierten Weinen her bekannt.

Synthese von Acetaldehyd und Oxidation von schwefliger Säure erfordern rechnerisch jedoch nur eine Sauerstoffmenge von 3-4 mg/l O_2 . Dies entspricht annähernd der Menge, die die hefefreie Variante bindet. Der darüber hinausgehende Sauerstoff - über 40 mg/l - wird durch die Hefe konsumiert. Er wird unter diesen Bedingungen einer kurzfristigen Sauerstoffzufuhr nicht auf andere Weininhaltsstoffe zu deren Oxidation übertragen. Er wird vielmehr im Innern der Hefezellen verarbeitet und scheidet aus dem Oxidationsgeschehen aus.

Die Fähigkeit der Hefe zur Verarbeitung von Sauerstoff in der postfermentativen Phase hängt nicht allein vom Trübungsgrad des Jungweins ab. Bezogen auf eine gegebene Zellzahl treten Unterschiede in Abhängigkeit vom Hefestamm und dem biochemischen Status der Hefe auf (2). Rehydratisierte Reinzuchthefer weist eine geringe Reduktionskraft auf. Offensichtlich ist das Sauerstoffzehrungsvermögen der Hefe an das Durchlaufen eines kompletten Gärungszyklus gebunden.

Die Löslichkeit des Sauerstoffs beträgt im Wein ca. 9 mg/l O_2 bei Kellertemperatur. Bei dieser Konzentration - Sättigungskonzentration - ist der Wein mit gelöstem Sauerstoff gesättigt. Erst nach dessen Abbau durch Bindung an Weininhaltsstoffe kann der Wein weiteren atmosphärischen Sauerstoff aufnehmen. Kellertechnische Maßnahmen wie Pumpen, Auffüllen, Rühren, Filtrieren usw. führen dem Wein jeweils 1-5 mg/l O_2 zu (3). Aus dieser Bilanz ergibt sich, dass die Feinhefe in der Lage ist, mehrere Sät-

tigungskonzentrationen bzw. die gesamte Menge des während des Ausbaus aufgenommenen Sauerstoffs zu zehren.

In einem analogen Versuch wurde die gleiche Hefe in destilliertem Wasser suspendiert. Abbildung 3 zeigt, dass reines Wasser nur die seiner Löslichkeit entsprechende Sauerstoffmenge aufnimmt. Die Anwesenheit pasteurisierter Hefe verändert diesen Sachverhalt nicht wesentlich, während die lebende Hefe wiederum bedeutende Mengen Sauerstoff konsumiert. Es handelt sich dabei um den gleichen Effekt, der in Kläranlagen eintritt, wenn nach dem Herbst hefehaltige Abwässer aus traubenverarbeitenden Betrieben ungereinigt ins Abwassernetz eingelassen werden. Der biologische Sauerstoffbedarf des Abwassers steigt an, bis die Kläranlage schließlich zum Umkippen kommt. In diesem Zusammenhang interessiert jedoch die Feststellung, dass lebende Hefe große Mengen Sauerstoff aufnehmen und innerhalb der Zellen verarbeiten kann, ohne ihn unbedingt auf oxidierbare Substanzen weiter zu übertragen. Diese Eigenschaft bleibt nach dem völligen Verlust der Gärfähigkeit noch viele Monate erhalten. Der Begriff des Hefetodes bedarf insofern einer Präzisierung.

Doch was geschieht mit dem Sauerstoff in den Hefezellen, und wo endet er schließlich? Er wird kaum in einen Atmungsstoffwechsel eingebracht, da die Hefe innerhalb weniger Stunden nach Gärende die Möglichkeit zur Atmung verliert. Er wird bevorzugt zur Oxidation von Lipiden der Hefemembran verbraucht (4).

In der Praxis sind die Weine oft einer moderaten und konstanten Aufnahme von Sauerstoff über einen längeren Zeitraum ausgesetzt. Solche Verhältnisse liegen während der Lagerung im Holzfaß, Barrique oder in nicht vollständig befüllten Tanks vor, aber auch unter den Bedingungen strapaziöser Weinbehandlung. Um diesen Verhältnissen näher zu kommen, wurde wiederum ein steril filtrierter Wein mit unterschiedlichen Mengen seiner eigenen, gereinigten Hefe versetzt und in teilbefüllten Flaschen gelagert. Während fünf Monaten wurden alle Varianten durch wöchentliches Aufschütteln einer ständigen und identischen Sauerstoffaufnahme aus einem definierten Kopfraumvolumen ausgesetzt. Aus Tabelle 2 geht hervor, dass unter diesen Bedingungen durch die Anwesenheit von Hefe zusätzliche Mengen Acetaldehyd gebildet werden. Die Bildung erfolgt durch enzymatische Oxidation von Ethanol mittels der Aldehyd-Dehydrogenase des noch intakten Enzymsystems der Hefezellen. Andererseits wird die schweflige Säure durch zunehmende Hefemengen vor Verlust durch Oxidation geschützt. In der steril filtrierten Variante sind die SO_2 -Verluste durch Oxidation am höchsten. Die geringfügige Abnahme von flavonoiden und Gesamtphenolen geht auf eine Adsorption durch die Hefe zurück. Gerbende Phenole können mit dem Eiweiß der Hefemembran in Reaktion treten und werden mit der Hefe teilweise entfernt.

Sauerstoff beschleunigt Selbstklärung

Es ist eine bekannte Beobachtung, dass sich im Holzfaß oder Barrique vergorene Weine schneller klären als im Tank. Einige Gründe dafür sind offensichtlich. So weisen Holzfässer im allgemeinen eine größere Oberfläche im Verhältnis zum Rauminhalt auf als Tanks. Die Gärungswärme kann schneller abstrahlen. Damit einhergehend nimmt die Wärmekonvektion im Wein ab. Weiterhin ist die Flüssigkeitshöhe im Faß meist geringer. Der Weg, den suspendierte Trubpartikel bis zur Depotbildung zurücklegen müssen, verringert sich dementsprechend.

Unabhängig davon sollte untersucht werden, inwiefern die Sauerstoffzufuhr und die aus dem Holz extrahierten Gerbstoffe, die sogenannten Ellagantanne, einen Einfluß auf die beschleunigte Selbstklärung im Holzfaß aufweisen. Dazu wurde ein hefetrüber Jungwein in fünf Standzylindern von je 1000 ml bei 5°C der Sedimentation überlassen. Die Unterschiede zwischen den Varianten bestanden im Aufschwefeln (80 mg/l SO_2), An- oder Abwesenheit von Sauerstoff (randvoll ohne bzw. mit Verschuß) und einem Zusatz von Ellagantannin (20 mg/l). Nach Ablauf von zehn Tagen wurde der Klärgrad gemessen in Form von Trübungseinheiten (NTU) auf halber Höhe der Zylinder. Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse.

Unter den Bedingungen, die denen des im Tank gelagerten Weins am nächsten kommen, nämlich ohne Sauerstoff, ist die Klärung des ungeschwefelten Weines am schlechtesten (Variante I). Erfährt der ungeschwefelte Wein eine Sauerstoffzufuhr (Variante II) entsprechend den Verhältnissen im Holzfaß oder Barrique, verbessert sich der visuell beurteilbare Klärgrad um mehr als das Doppelte. Treten zusätzlich Ellagantanne ins Spiel (Variante III), kommt es zu einer weiteren Verbesserung der Sedimentation. Analog wirkt die schweflige Säure (Varianten IV und V).

Es ist festzustellen, dass alle drei Parameter - Ellagttannin, Sauerstoff und schweflige Säure - die Sedimentation der Hefe fördern. Ihre Einzeleffekte verhalten sich weitgehend additiv. Der dem Holzfaß eigene Stoffaustausch ist für die bessere Selbstklärung gegenüber Tankweinen verantwortlich.

Die Wirkung der Ellagttannine ist auf ihre Reaktion mit Proteinen der Hefemembran zurückzuführen, entsprechend der klassischen Eiweiß-Gerbstoff-Reaktion. Während fünfmonatiger Lagerung auf der Feinhefe konnte eine Reduzierung des Gehaltes an Ellagttannin von 20-30 % beobachtet werden. Die klassische Empfehlung, weiße Barrique-Weine bereits zur Gärung in Holz zu legen und die Hefe nach der Gärung periodisch aufzuführen, macht sich diesen Effekt gezielt zu Nutzen. Damit soll unter anderem einer einseitigen Überlagerung des Weines durch Holzannine gegengesteuert werden.

Die Wirkung des Sauerstoffs auf die Sedimentation der Hefe ist weniger geklärt. Wahrscheinlich spielt eine dadurch ausgelöste Synthese und Einlagerung von Fett und anderen Reservestoffen in den Hefezellen eine Rolle. Dieser Vorgang ist auch an der Maskenbildung in flaschenvergorenen Sekten beteiligt. In einer weiteren Phase kommt es zu einer autokatalytischen Zerstörung von Membranlipiden durch Oxidations- und Peroxidationsreaktionen, wobei die Hefeautolyse beschleunigt wird (4). Über den Effekt der schwefligen Säure auf die Sedimentation der Hefe kann schließlich nur spekuliert werden. Redox-Reaktionen spielen wahrscheinlich eine geringere Rolle als die denaturierende Wirkung der schwefligen Säure auf trubstabilisierende Kolloide.

Hefe verhindert Altersfirne

Die Altersfirne ist die Reaktion des Weißweins auf Vorgänge der oxidativen Alterung. Sie äußert sich in der Entstehung von Geruchskomponenten, die an schwarzen Tee, altes Stroh, feuchte Gartenerde, Nüsse, Pilze und Honig erinnern. Der Gehalt an freier schwefliger Säure hat wenig Einfluß auf das Entstehen der Altersfirne, da sie nur einen beschränkten Anteil des in den Wein eindringenden Sauerstoffs bindet (5).

Über die für die Altersfirne verantwortlichen Substanzen ist wenig bekannt. Mit Sicherheit spielen 2,5-Furandicarbaldehyd, Furylhydroxymethylketon und Hydroxymaltol eine Rolle, deren Konzentration mit der geruchlich wahrnehmbaren Altersfirne korreliert. Unter den oxidativen Bedingungen des Ausbaus im Holzfaß werden weniger dieser Verbindungen gebildet, wenn der Wein nicht abgestochen und geklärt, sondern mit der wöchentlich aufgeschlagenen Vollhefe gelagert wird. Unter diesen spezifischen Bedingungen erfährt der reduktive Effekt der Hefe eine zusätzliche Erklärung durch ihre Sekretion von reduzierenden Aminosäuren wie Glutathion, Cystein und Homocystein und deren Anreicherung im Wein (6).

Eine andere Erklärung greift auf den katalytischen Effekt bestimmter Phenolfractionen zurück. Die bereits erwähnte Entstehung intermediärer Peroxyde bei der gekoppelten Oxidation von ortho-Diphenolen ist seit langem bekannt (1). Diese Peroxyde sind stärkere Oxydationsmittel als Sauerstoff mit einer kurzen Halbwertszeit. Sie vermögen andere Weininhaltsstoffe zu oxidieren, welche durch Sauerstoff nicht direkt oxidierbar sind. Dabei entstehen letztlich auch solche Verbindungen, deren Geruch als Altersfirne beschrieben wird. Dieser Reaktionsweg erklärt, warum die Phänomene der oxidativen Alterung und der Bildung von Altersfirne mit der Phenolbelastung der Weißweine zunehmen, wenn der filtrierte Wein Sauerstoff aufnimmt. In Anwesenheit von Feinhefe wird der Sauerstoff durch die Hefe konsumiert. Somit steht er zur Oxidation von Phenolen und der damit einhergehenden Bildung von Peroxyden nicht mehr zur Verfügung.

Das Arbeiten mit der Feinhefe

Die vorangegangenen Ausführungen machen deutlich, warum der Hefe in der postfermentativen Phase viele positive Eigenschaften innewohnen. Sie erklären die mitunter erstaunliche Haltbarkeit flaschenvergorener Sekte, die selbst nach einem perfekten Abrütteln noch zahlreiche lebende Hefezellen pro Milliliter enthalten. Diese kommen auch dem Bestreben nach reduktiven Weißweinen mit betonten Fruchtaromen entgegen. Das gilt insbesondere während der Lagerung von Weißwein im Holzfaß. Die Feinhefe verlangsamt die oxidative Alterung des Weines, indem sie zutretenden Sauerstoff zehrt und gleichzeitig phenolische Katalysatoren der Oxidation adsorbiert.

Diese Aufgaben können selbstverständlich nur von gesunder, in Schwebelage befindlicher Feinhefe erfüllt werden. Sedimentierte Hefe ist unwirksam. Abgesetzte Vollhefe stellt sogar eine potenzielle Bockser-

gefahr dar, wenn böckserlastige Wiene unter reduktiven Bedingungen im Tank gelagert werden. Deshalb muß sie entfernt werden. Erst die kontinuierliche Sauerstoffaufnahme, wie sie im Holzfass stattfindet, erlaubt ein gezieltes Arbeiten mit der Vollhefe über einen längeren Zeitraum unter Neutralisierung allfällig entstehender Böckser im *stadi nascenti*. Ein solches Vorgehen mündet in den Ausbau "sur-lie" ein.

Aufgrund des enormen Sauerstoffbindungsvermögens lebender Hefezellen genügt bereits eine optisch als leichter Schleier wahrnehmbare Feinhefe, um die reduktive Wirkung zu entfalten. Sie erlaubt keinen Verzicht auf das Aufschwefeln der Jungweine, sondern sollte in ihrer Wirkung durch freie schweflige Säure unterstützt werden. Bestenfalls kann der Zeitpunkt des ersten Aufschwefelns hinausgeschoben werden.

Nach der Filtration schlägt der Einfluß von unvermeidbar aufgenommenem Sauerstoff, z. B. durch Schönung und Umlagerung, in voller Stärke auf den Wein durch. Daher ist es völlig kontraproduktiv, Weißweine zunächst zu filtrieren, um anschließend feststellen müssen, dass sie einer Schönung und erneuten Filtration bedürfen. Die vielerorts zu beobachtende Filtrationshysterie widerspricht dem Bestreben nach fruchtigen, aromaintensiven Weißweinen reduktiven Charakters. Sie ist auch zur Vermeidung eines ungewollten biologischen Säureabbaus überflüssig, da ein solcher in einem aufgeschwefelten Weißwein unter kühlen Lagerbedingungen praktisch ausgeschlossen ist. In trockenen Weinen im unteren und mittleren pH-Bereich ($\text{pH} < 3,5$) wird die mikrobiologische Stabilität mehr durch das Aufschwefeln als durch die Filtration hergestellt.

Ein trockener und mikrobiologisch stabiler Wein wird nicht dadurch besser, indem er möglichst frühzeitig scharf filtriert eingelagert wird. Feinhefe ist kein Schmutz vergleichbar mit dem Mosttrub, sondern als positiv wirkender Organismus ein durchaus ernst zunehmendes Instrument der Qualitätsoptimierung. Ihre ständige Anwesenheit während des gesamten Weinausbaus kann als eine permanente Hefeschönung aufgefaßt werden. Unter qualitativen Gesichtspunkten wird der Zeitpunkt der Filtration vorgegeben durch den Beginn einer geruchlich feststellbaren Hefeautolyse. Eine solche wird im ersten Jahr kaum eintreten. Andererseits sind nicht wenige Weine zu beobachten, die bereits ein Jahr nach der Ernte eine deutliche Altersfirne aufweisen. Durch längeres Belassen mit der Feinhefe können solche Aromadefekte hinausgezögert werden.

Warum messen dennoch zahlreiche Erzeuger einer überzogen frühen Filtration eine geradezu mythische Bedeutung bei? Schuld daran ist eine einseitige Überfrachtung der Kellerwirtschaft mit Maschinenteknik bis hin zum Cross-Flow-Filter, die bereitwillig angenommen wird, weil sie ein trügerisches Gefühl der Sicherheit vermittelt. Die Sicherheit, einen sauberen Wein zu haben, wobei optisch sichtbare Klarheit mit sensorischer Qualität verwechselt wird. Spät filtrierte Weißweine sind ungleich leichter und mit geringeren Differenzdrücken zu filtrieren. Dementsprechend sind die mechanische Belastung, Verluste von fein eingebundener Gärungskohlensäure und leicht flüchtigen Aromen geringer. Die geringeren Filtrationskosten sind dabei nur ein Nebeneffekt.

Zusammenfassung

Die Feinhefe in unfiltrierten jungen Weißweinen ist ein Mikroorganismus mit zahlreichen positiven Eigenschaften. Ihre Wirkung als Reduktionsmittel ist besonders wichtig und hemmt die oxidative Alterung der Weine. Die Reduktionskraft erklärt sich aus der Fähigkeit der Hefezellen, noch lange nach der Gärung Sauerstoff zu verarbeiten, der so zur Oxidation von Weininhaltsstoffen nicht mehr zur Verfügung steht. Zu frühe Filtration ist nicht nur kostenaufwendig und strapaziös für den Wein, sondern sie beschleunigt auch seine Alterung.

Literatur

1. Singleton, V.L.: Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines and model systems: Observations and practical implications. *Am. J. Enol. Vitic.* 38 (1987), 69-77.
2. Fornairon, C. et al.: Mise en évidence d'une aptitude des levures à consommer de l'oxygène pendant l'élevage des vins sur lies. *Oenologie* 99, 6^e Symposium international d'oenologie, A. Lonvaud-Funel (Coord.), Editions Tec & Doc, Paris 2000, 465-469.
3. Vivas, N.: Les oxydations et les réductions dans les moûts et les vins. Editions Féret, Bordeaux 1999.
4. Salmon, J.M. et al.: Modifications chimiques des lies consécutives à l'apport d'oxygène pendant l'élevage des vins sur lies. *Oenologie* 99, 6^e Symposium international d'oenologie, A. Lonvaud-Funel (Coord.), Editions Tec & Doc, Paris 2000, 428-432.
5. Schneider, V.: Alterung von Weißwein; V.: Reaktionen des Sauerstoffs. *Die Winzer-Zeitung* 02, 2004, 35-38.
6. Lavigne-Cruech V., Cutzach I., Dubourdiou D.: Interprétation chimique du vieillissement aromatique défectueux des vins blancs. Incidence des modalités d'élevage. *Oenologie* 99, 6^e Symposium international d'oenologie, A. Lonvaud-Funel (Coord.), Editions Tec & Doc, Paris 2000, 433-438.

Abb. 1: Sauerstoffzehrung eines jungen Weißweins, zwei Wochen nach der Gärung, über 105 Stunden in Abhängigkeit von Feinhefe, Filtration, SO₂ und Pasteurisation.

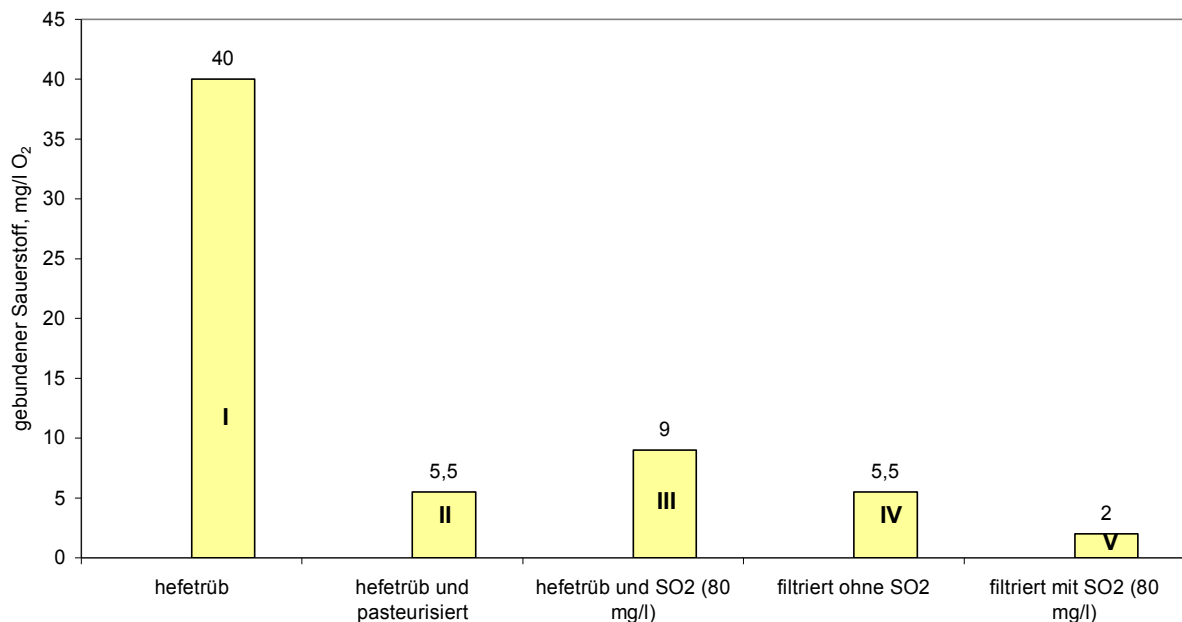


Abb. 2: Sauerstoffkonsum durch suspendierte Feinhefe in Abhängigkeit vom Trübungsgrad (in NTU) in einem jungen, ungeschwefelten Weißwein.

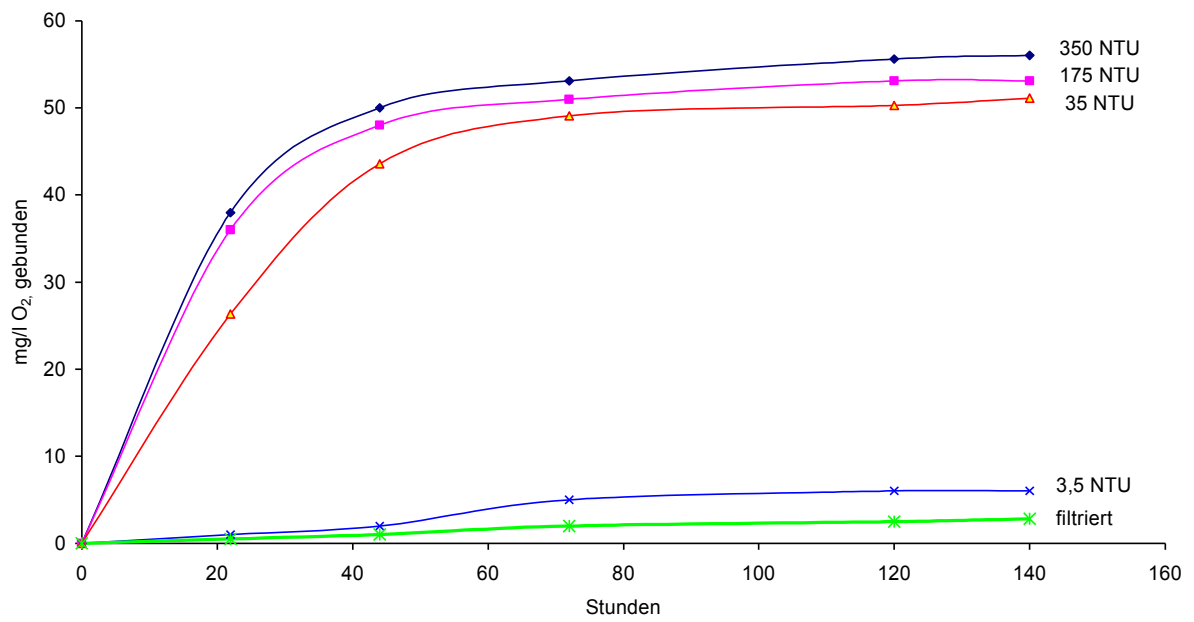


Abb. 3: Zehnung von Sauerstoff durch in Wasser suspendierte Hefe. Werte manometrisch ermittelt nach 80 Stunden bei nicht limitiertem Sauerstoffangebot (Schneider 1998).

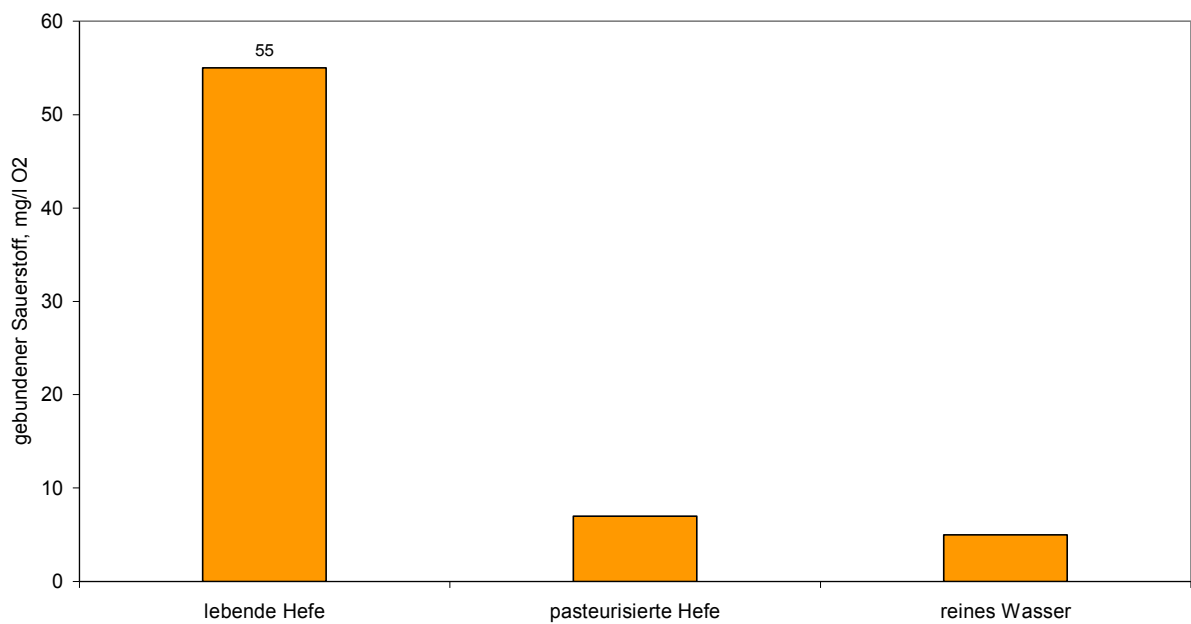


Abb. 4: Selbstklärung eines jungen Weißweins während 10 Tagen in Abhängigkeit von Sauerstoffzufuhr, Holztaffin und schwefliger Säure.

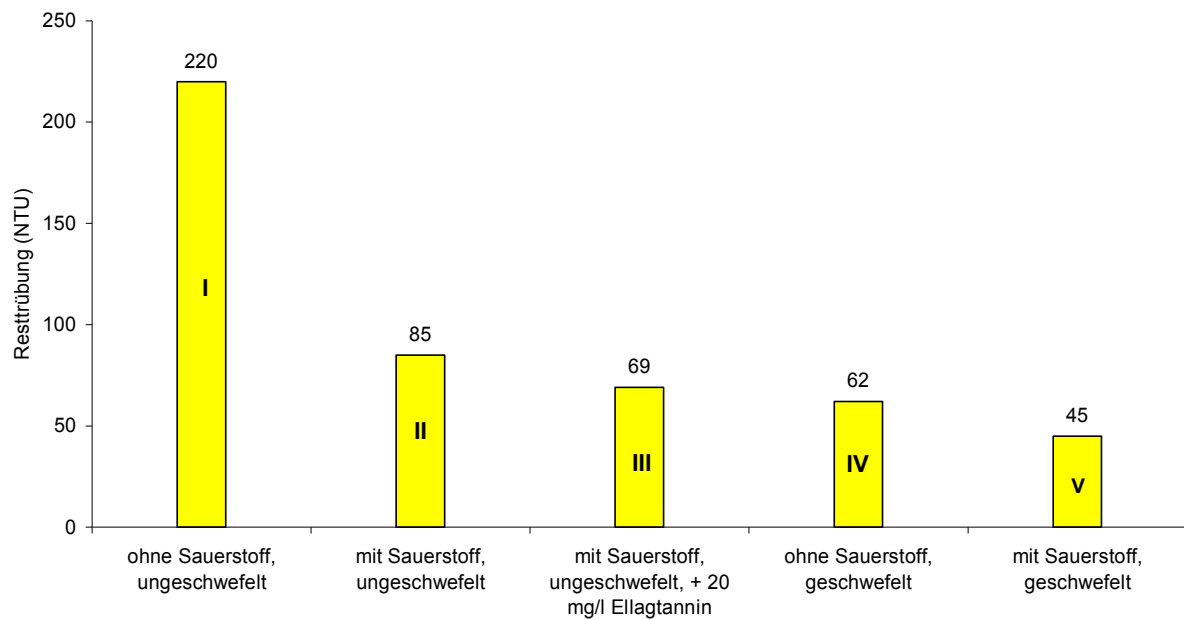


Tabelle 1: Sauerstoffzehrung eines jungen, geschwefelten Weißweins in Abhängigkeit von Hefezellzahl bzw. Trübungsgrad.

Werte manometrisch ermittelt nach 105 Stunden bei nicht limitiertem Sauerstoffangebot.

Variante	Trübungsgrad (A 600 nm)	gebundener Sauerstoff, mg/l O ₂	Verlust an gesamteter SO ₂ , mg/l	Bildung von Acetaldehyd, mg/l
steril filtriert	0	3	- 13	1
Feinhefe	0,17	45	- 10	4
mittlere Hefetrübung	0,66	48	- 11	3
aufgerührte Vollhefe	1,74	68	- 11	1
aufgerührte Vollhefe, pasteurisiert	1,74	3	- 13	1

Tabelle 2: Einfluß von Hefe während der oxidativen Lagerung eines Weißweins.

Werte ermittelt nach fünf Monaten konstanter Zufuhr von Sauerstoff aus genormtem Kopfraumvolumen.

	steril filtriert	leicht hefetrüb (A 600 = 0,15)	stark hefetrüb (A 600 = 1,20)
gesamte SO ₂ , mg/l	28	37	48
Acetaldehyd	18	86	135
flavonoide Phenole,mg/l	5,0	4,5	4,0
Gesamtphenole, mg/l	99	96	96

Feinhefe und sur-lie: Unterschiede und Effekte

Die Lagerung mit der Feinhefe und der Ausbau "sur-lie" haben sich zu aktuellen Schlagwörtern einer vermeintlichen Avantgarde unter den Weinerzeugern entwickelt. Einerseits verunsichern sie, weil sie den Gegenpol zu einer weit verbreiteten Filtrationshysterie darstellen, mit der mikrobiologisch absolut stabile Weißweine völlig grundlos misshandelt werden. Zum anderen werden die beiden Begriffe teilweise beliebig gegeneinander ausgetauscht und mit Inhalten überfrachtet, denen sie nicht immer gerecht werden. Nicht zuletzt mögen sie auch den Eindruck innovativer Verfahren erwecken, obwohl es sich im Grunde um traditionelle Methoden des Weinausbaus handelt.

Bei der Lagerung mit der Feinhefe und dem Ausbau "sur-lie" handelt es sich um verschiedene Vorgehensweisen mit unterschiedlichen Zielen. Gemeinsam ist beiden, dass sie sich die Anwesenheit von Hefe noch lange nach der Gärung zunutze machen. Der wesentliche Unterschied liegt in der Menge der Hefe, begleitenden Behandlungs- und Stabilisierungsmaßnahmen und den sich daraus ergebenden sensorischen Konsequenzen.

Sur-lie: Im französischen Sprachgebrauch beschreibt der Ausdruck "lies" (pl.) die Hefe, welche nach der Gärung im Wein verbleibt. Es wird differenziert zwischen den "lies fines", entsprechend der Feinhefe nach einem ersten Abstich, und den "lies totales", welche die Gesamtmenge der Hefe einschließlich des abgesetzten Hefegelägers umfassen. Im Zuge der Internationalisierung des Begriffes versteht man heute unter "sur-lie" den Ausbau mit der Vollhefe unter Verzicht auf einen Abstich.

Insbesondere im Bereich der Weißweine ergab sich diese Art des Ausbaus bereits vor Jahrhunderten, nachdem man erkannt hatte, dass die Anwesenheit der Vollhefe auf natürliche Weise zu einer Intensivierung von Körper und Fülle der Weine beiträgt und gleichzeitig die Tendenz zur oxidativen Alterung mindert. Nur in wenigen Anbaugebieten wie an der Loire wird dieses Verfahren traditionell weiter gepflegt. Im Einzelnen laufen folgende Reaktionen ab:

- Eine Abgabe S-haltiger Aminosäuren wie Glutathion an den Wein, die reduktiv wirken.
- Eine Zehrung des in den Wein eindringenden Sauerstoffs durch die Hefezellen, woraus sich ein weiterer, sehr starker Reduktionseffekt ergibt.

- Eine Autolyse der Hefe unter Abgabe von Mannoproteinen und Glucanen und Anreicherung derselben im Wein. Sie sind für die Zunahme der Mundfülle verantwortlich und mindern den Bentonitbedarf durch Stabilisierung traubenbürtiger Eiweiße.
- Die Adsorption von Gerbstoffen und Schwermetallen.
- Die Synthese flüchtiger Schwefelverbindungen (Böckser) durch die Hefe, welche durch eine adäquate Sauerstoffzufuhr beseitigt werden.

Zum Ausbau "sur-lie" werden diese Effekte verstärkt, indem die Vollhefe durch periodisches Aufrühren (bâtonnage) in Schwebelage gehalten wird. Die Häufigkeit des Aufrührens hängt von der Sedimentationsgeschwindigkeit der Hefe und dem angestrebten Ziel ab. Abgesetzte Hefe kann önologisch kaum umgesetzt werden und ist der Sache wenig dienlich.

Traditionell ist dieses Vorgehen an das Holzfass gebunden. Die passive Sauerstoffaufnahme durch das Holz als semi-porösen Werkstoff erlaubt die Neutralisation entstehender Böckser. Die Übertragung des Verfahrens auf im Tank gelagerte Weine wurde jedoch erst durch das Aufkommen moderner Anlagen zur Mikrooxygenation praktikabel. Die damit verbundene Regeltechnik erlaubt, die benötigten Sauerstoffmengen analog den Verhältnissen im Holzfass zuzuführen.

Der gezielte Ausbau "sur-lie" erfordert hohe Hefemengen und ein häufiges Aufrühren in annähernd wöchentlichen Intervallen während sechs bis zwölf Monaten, um eine sensorisch umsetzbare Intensivierung von Körper und Fülle zu erreichen. Mittels Zusatz von β -Glucanase kann die Autolyse der Hefezellen durch Abbau ihrer Zellmembran gefördert werden. Hefemenge und Frequenz des Aufrührens sind jedoch entscheidender als eine Enzymierung. Da mit wenig SO_2 gearbeitet wird, ist der biologische Säureabbau praktisch unvermeidbar und für diesen Weintyp sogar erwünscht.

Feinhefe: Per Definition handelt es sich dabei um die Hefemenge, die nach dem ersten Abstich zurückbleibt und den sogenannten Feintrub hervorruft, solange der Wein nicht filtriert wird. Ihre Eigenschaften sind prinzipiell mit denen der aufgerührten Vollhefe identisch, kommen aber aufgrund der beschränkten Hefemenge in ungleich geringerem Ausmaß zum Tragen. Ein wesentlicher Beitrag zur Mundfülle darf nicht erwartet werden. Praktisch relevant ist mittel- und langfristig nur der Schutz vor oxidativer Alterung. Aufgrund der geringeren Hefezellzahl und ihrer Tendenz zur Sedimentation kann die Reduktionskraft der Feinhefe nicht die der schwefligen Säure ersetzen, sondern nur flankierend unterstützen. In letzter Konsequenz handelt es sich um einen Ersatz frühzeitiger Zwangsklärung durch eine weitgehende Selbstklärung mit dem Ziel, die Fruchtigkeit der Weißweine zu fördern.