

ENARTIS NEWS

REDUKTION: REDUKTIVE NOTEN VERHINDERN UND BEHANDELN

Reduktion ist eines der häufigsten Probleme bei der Weinherstellung. Schwefelwasserstoff und andere flüchtige schwefelhaltige Verbindungen entstehen im Allgemeinen während der alkoholischen Gärung, können sich jedoch auch bei der Lagerung, während der Alterung und nach der Abfüllung des Weins bilden. Dabei entstehen Aromen, die an den Geruch von faulen Eiern, verbranntem Gummi, Stinktieren, abgebrannten Streichhölzern, Spargel, Zwiebeln und Knoblauch erinnern. Darüber hinaus können diese Schwefelverbindungen das Mundgefühl beeinträchtigen und andere Weinfehler wie Bitterkeit oder einen krautigen Charakter verstärken. Wenn ihre Konzentration knapp unter der sensorischen Schwelle liegt oder diese überschreitet, wirkt sich dies nachteilig auf die Aromaqualität des Weins aus. Daher ist es wichtig, zu wissen, wie man diesen Fehler in den verschiedenen Stadien der Weinherstellung vermeiden oder beheben kann.

URSPRUNG DER REDUKTION

Alkoholische Gärung: der Beginn der Reduktion

Die Bildung von Schwefel-Fehlaromen beginnt während der alkoholischen Gärung.

Der erste in diesem Zusammenhang relevante Mechanismus hat mit der **Aminosäuresynthese** zu tun. Die Hefe produziert im Rahmen der Synthese schwefelhaltiger Aminosäuren auch Schwefelwasserstoff (H_2S). Dies ist ein ganz normaler Vorgang. Dies erklärt, warum es häufig dann zu einer Anreicherung von H_2S kommt, wenn ein Nährstoffmangel vorliegt, der die Bildung von Aminosäuren begünstigt, etwa bei schlecht assimilierbarem Stickstoff oder Vitaminmängeln, die wichtige Kofaktoren bei der Methioninsynthese sind. Genetische Unterschiede, die mit der Aminosäurenbildung assoziiert sind, erklären, warum einige Hefestämme mehr oder weniger H_2S bilden.

Ein zweiter wichtiger Mechanismus ist die **Umwandlung von elementarem Schwefel zu H_2S** . Elementarer Schwefel wird häufig im Weinberg gesprüht, um den Echten Mehltau zu bekämpfen. Die Bildung von H_2S aus Schwefelresten kann durch die Zugabe von Nährstoffen nicht korrigiert werden und hängt weitaus weniger von der Hefegenetik ab. H_2S entsteht normalerweise in der zweiten Hälfte der Gärung aus den Schwefelresten, wenn die Wirkung der Kohlendioxid-Ausstrippung schwächer ist. Das führt dazu, dass H_2S im Wein verbleibt.

SO_2 -Management am Ende der alkoholischen Gärung: unterschätzter kritischer Punkt

Eine weitere, häufig übersehene Ursache der H_2S -Bildung ist die frühe Zugabe von Schwefeldioxid am Ende der alkoholischen Gärung. Die enzymatischen Aktivitäten der fermentierenden Hefe laufen noch mindestens 10–15 Tagen nach dem Ende der alkoholischen Gärung weiter. Eine Zugabe von SO_2 in dieser Phase aktiviert die Schwefelreduktase, einen Schutzmechanismus der Hefe, mit dem toxische Verbindungen in harmloseren H_2S umgewandelt werden. Deswegen wird bei Bodensatz empfohlen, noch mindestens zwei Wochen zu warten, bis Sulfite zugegeben werden.

EnartisStab MICRO M (antimikrobielles Präparat aus speziell aktiviertem Chitosan zur Behandlung von trüben Weinen und Mosten) ist eine wirksame Alternative zur frühen Zugabe von SO_2 , um Weine vor schädlichen Mikroorganismen zu schützen. **EnartisTan SLI** (ellagisches Tannin aus ungerösteter amerikanischen Eiche) kann die antioxidative Wirkung von SO_2 ersetzen.

FÜR SCHWEFEL-FEHLAROMEN VERANTWORTLICHE VERBINDUNGEN

Schwefelwasserstoff (H_2S)

Unter den Schwefelverbindungen ist H_2S die häufigste und gefürchtetste Ursache für Schwefel-Fehlaromen. H_2S hat eine niedrige sensorische Schwelle und erinnert vom Geruch her an verfaulte Eier. Ein geeignetes Nährstoffmanagement ist zwar der beste Weg, um eine übermäßige H_2S -Bildung während der Gärung zu verhindern, doch es gibt darüber hinaus mehrere Möglichkeiten, H_2S zu neutralisieren:

- H_2S ist äußerst flüchtig und kann durch Durchblasen (Sparging) mit Inertgas leicht entfernt werden.
- Zudem oxidiert H_2S schnell, sodass auch eine Belüftung infrage kommt. Wird jedoch zu stark belüftet, kann die Oxidation zum Verlust erwünschter schwefelhaltiger Verbindungen führen, etwa von Thiolen, die beim Sauvignon Blanc eine wichtige Rolle spielen.
- Um H_2S zu entfernen, wird häufig Kupfer zugegeben, da die Komplexbildung von Kupfer mit dieser Verbindung zu einer Ausfällung führt.

Wenn H_2S nicht rasch entfernt wird, kann es zu Bildung problematischerer Schwefelverbindungen führen: den Merkaptanen.

Meraptane (Thiole)

Dabei handelt es sich um eine große Gruppe beißend riechender Schwefelverbindungen, deren bekannteste Vertreter Ethanthiol und Methanthiol sind. Wenn der Wein Methanthiol und Ethanthiol enthält, sollte keine Belüftung erfolgen: Meraptane oxidieren schnell zu anderen, weniger potenten Verbindungen, z. B. zu ihren jeweiligen Disulfiden. Diese wiederum sind deutlich schwieriger zu entfernen. Meraptane können bis zu einem gewissen Grad durch eine Zugabe von Kupfer entfernt werden, obwohl sich dies als nur halb so effizient erwiesen hat wie die H₂S-Entfernung. Bei dieser Reaktion sollte ein unlösliches Kupfersalz entstehen, das aus dem Wein herausgefiltert werden kann (siehe unten).

Disulfide

Werden Meraptane Sauerstoff ausgesetzt, können sie zu Disulfiden oxidieren. Diese neuen Verbindungen riechen nach Knoblauch, Dosenspargel, verbrannten

Gummi und Zwiebeln und sind fast unmöglich zu entfernen.

Die chemische Veränderung durch die Oxidation der Meraptane zu Disulfiden erhöht deren sensorische Schwelle und beeinflusst ihre Fähigkeit, an Kupfer zu binden. Auch wenn Meraptane mit Kupfer reagieren, können ihre oxidierten Formen nicht mit Kupfersulfat reagieren.

Die Disulfide können zu Meraptanen zurückreduziert und dann durch Kupfer entfernt werden. Das ist die Idee hinter der Behandlung mit Ascorbinsäure in Kombination mit Kupfersulfat oder Kupfercitrat. Die Disulfide werden zunächst durch Zugabe von 50 mg/L Ascorbinsäure reduziert. Unmittelbar danach wird eine passende Menge Kupfer zugesetzt. Diese Reaktion kann ein paar Monate in Anspruch nehmen und es ist wichtig, vor der Zugabe der Ascorbinsäure auf geeignete Gehalte an freiem SO₂ zu achten, die das Potenzial für eine Weinoxidation erhöhen können.

Wichtigste durch Schwefelverbindungen verursachte Fehleraromen bei Wein

Schwefelverbindung		Aroma	Schwelle
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)		Verfaulte Eier, Klärgas	0,5 ppb
Meraptane (Thiole)	Methanthiol	Verfaultes Kohlgemüse	1 ppb
	Ethanthiol	Abgebranntes Streichholz, erdig	0,02-2 ppb
Disulfide	Dimethyldisulfide (DMDS)	Zwiebeln, gekochtes Kohlgemüse	15-30 ppb
	Diethyldisulfide (DEDS)	Verbrannter Gummi, Knoblauch	4 ppb

Die Ursache von Schwefel-Fehleraromen erkennen

Der beste Weg, um das Problem einzugrenzen, besteht in der Durchführung einer Aromaprüfung, bevor über die weitere Behandlung entschieden wird. Dabei wird ein Wein mit einem Schwefel-Fehleraroma in vier Gläser gefüllt. Das erste Glas dient als Kontrolle.

In das zweite Glas wird Kupfersulfat und in das dritte Glas EnartisTan ÉLEVAGE gegeben. Das vierte Glas wird mit Ascorbinsäure und EnartisTan ÉLEVAGE behandelt. Die Interpretation der Ergebnisse ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Kontrolle	Kupfersulfat (2 g/hL Kupfer)	EnartisTan Élevage 2 g/hL	Ascorbinsäure (5 g/hL) + EnartisTan Élevage (2 g/hL)	Interpretation
Schwefel-Fehleraroma	Fehlgeruch verschwindet	Fehlgeruch immer noch vorhanden	Fehlgeruch immer noch vorhanden	H ₂ S
	Fehlgeruch verschwindet	Fehlgeruch verschwindet	Fehlgeruch immer noch vorhanden	Meraptane (Thiole)
	Fehlgeruch immer noch vorhanden	Fehlgeruch immer noch vorhanden	Fehlgeruch verschwindet	Disulfide

WELCHE BEHANDLUNGEN STEHEN ZUR VERFÜGUNG?

Belüftung

Belüftung kann zur Verflüchtigung von H₂S beitragen. Darüber hinaus führt der Kontakt mit Sauerstoff zur Umwandlung der Mercaptane, die durch eine niedrige sensorische Schwelle gekennzeichnet sind, zu weniger beißend riechenden Disulfiden. Dies scheint die organoleptischen Eigenschaften zunächst zu verbessern, doch wie bereits erwähnt, kann eine Entfernung der Disulfide problematisch sein – und sie können ebenfalls Fehleraromen verursachen. Um beim Versuch, H₂S mittels Belüftung zu entfernen, eine Oxidation dieser Schwefelverbindungen zu vermeiden, kann ein Inertgas wie Stickstoff verwendet werden. Dabei muss jedoch die Verflüchtigung anderer positiver flüchtiger Aromen im Auge behalten werden.

Kupfer

Kupfer wird häufig zur Behandlung reduktiver Noten eingesetzt. Es reagiert mit H₂S und bestimmten Mercaptanen, jedoch nicht mit Disulfiden. Zudem kann es bei diesen Reaktionen erforderlich werden, eine große Menge von Kupfer zuzugeben. Das kann sich wiederum negativ auf fruchtige flüchtige Thiole auswirken und zu einer verringerten aromatischen Komplexität führen. Ein weiteres Problem zu hoher Kupfermengen ist dessen Eigenschaft, Oxidationsreaktionen zu katalysieren, was zu einer vorzeitigen Alterung und zu Kupfertrübungen führen kann.

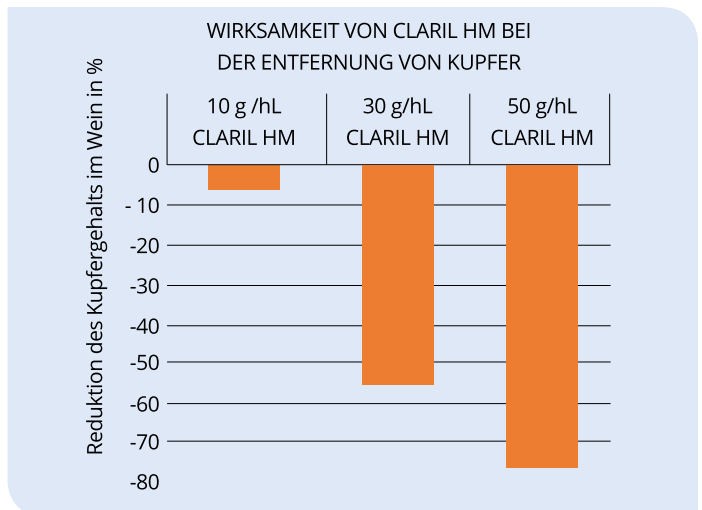
Aktuelle Studien haben gezeigt, dass entgegen der gängigen Meinung Kupfersulfidkomplexe nicht ohne Weiteres beim Abstechen entfernt werden und sogar einige Filter passieren können. Darüber hinaus können diese Komplexe im Laufe der Zeit gebundene Schwefelverbindungen recyceln, sodass nach der Abfüllung Schwefel-Fehleraromen zu Tage treten.

Um das Risiko für Restkupfer zu senken, wird die Verwendung eines kupferhaltigen Schönungsmittels wie **Revelarom** empfohlen, um schwefelige Aromen zu behandeln und ihrer Entstehung vorzubeugen. Die besondere Kombination aus organischen und anorganischen Schönungsmitteln hilft, Kupfer-Mercaptan-Komplexe effektiv zu entfernen und einem hohen Anteil an Restkupfer im fertigen Wein vorzubeugen.

Falls der Restkupfergehalt zu hoch ist, stehen unter anderem folgende Möglichkeiten zur Entfernung zur Verfügung:

Bentonitschönung (**PLUXCOMPACT**) und Heferinden (**SURLI ONE**) können kleine Kupfermengen zwischen 0,1–0,2 mg/L entfernen.

CLARIL HM ist ein Produkt, das sich aus den Copolymeren Polyvinylimidazol und Polyvinylpyrrolidon (PVI/PVP) und Chitosan zusammensetzt. PVI/PVP ist ein Adsorbens mit hoher Selektivität für Metalle. Bei der Weinherstellung wird es hauptsächlich zur Entfernung von Kupfer und Eisen eingesetzt. Chitosan verstärkt die Wirkung von PVI/PVP, insbesondere in Bezug auf Kupfer.



Zugabe von Tannin

Tannine, insbesondere ellagische und kondensierte Tannine, können an Mercaptane binden und mit ihnen reagieren, um geruchlose Komplexe zu bilden. Diese Komplexe bleiben im Laufe der Zeit stabil, sodass nach der Abfüllung keine neuen Schwefel-Fehleraromen entstehen. **EnartisTan ÉLEVAGE** (ellagisches Tannin aus leicht gerösteter französischer Eiche), **EnartisTan SLI** (ellagisches Tannin aus ungerösteter amerikanische Eiche) und **EnartisTan CŒUR DE CHÊNE** (ellagisches Tannin aus gerösteter französischer Eiche) binden effizient an Mercaptane und können den Zusatz von Kupfer vor der Abfüllung ersetzen. **EnartisTan MAX NATURE** (kondensiertes Tannin aus Tropenholz) ist eine weitere Option, die vor allem für die Behandlung süffiger, leichter Weine empfohlen wird.

Bleiben Sie in Kontakt mit uns

NEWSLETTER ABONNIEREN!

www.enartis.com/de/newsletter/

