

## Zwischen Mythen und Fakten:

# Kupfer gegen Böckser

V. Schneider

**Böckser zählen zu den häufigsten Weinfehlern und werden sehr kontrovers diskutiert. Ihre Ursachen sind vielfältig und in der Literatur hinreichend beschrieben. Zur Behandlung bestehender Böckser kommen oft Kupfersalze zur Anwendung. Dieses effiziente Vorgehen stößt mitunter auf heftige Kritik. Warum?**

Der Verwendung von Edelstahl kommt in der modernen Kellertechnik eine wesentliche Rolle zu, da sie zu Weinen führt, die annähernd frei von Kupfer sind. Aus dem Weingarten resultierendes Kupfer wird nämlich durch die gärende Hefe adsorbiert und entfernt. Die geringen Spuren von Kupfer, welche die den Böcksern zugrunde liegenden, flüchtigen Schwefelverbindungen beseitigen könnten, fehlen in modernen Weinen. Dies war nicht immer so.

Historisch gesehen waren erhöhte Kupfergehalte eher die Regel als die Ausnahme. Verantwortlich dafür waren die früher in der Kellertechnik verbreiteten Messingarmaturen, die mehr oder weniger große, aber auf jeden Fall unkontrollierte Mengen an Kupfer an den Wein abgaben. Manchmal waren sie so hoch, dass Kupfertrübungen auf der Flasche auftraten. Unter diesen Bedingungen waren Böckser seltene Ausnahmesehenungen.

### Emotional diskutiert

Zur Behandlung bestehender Böckser und zur Vermeidung späterer, erst auf der Flasche entstehender Lagerböckser, findet inzwischen der Einsatz von Kupfersalzen weithin Anwendung. Dabei handelt es sich um **Kupfersulfat und Kupfercitrat**. Dieses Vorgehen ist im Allgemeinen sehr effizient, stößt jedoch immer wieder auf heftige Kritik und Vorbehalte. Oft wird es mit der sogenannten „chemischen Keule“ verglichen. Als Gründe werden toxikologische Bedenken, die Notwendigkeit einer nachfolgenden Blauschönung zur Entfernung überschüssiger Kupfergehalte, qualitative Einbußen durch Aromaverluste oder eine beschleunigte Oxidation des Weines angeführt.

Um der Diskussion über den Einsatz von Kupfer (Cu<sup>+</sup>) im Keller ihre

Emotionalität zu nehmen, soll jedes einzelne dieser Argumente auf seine Stichhaltigkeit überprüft werden.

### Kupfergehalte im Wein

Frisch gepresste Moste weisen Kupfergehalte in einem weit schwankenden Bereich von 0,5 bis 5 mg/l Cu<sup>+</sup> auf. Der genaue Gehalt hängt wesentlich vom Einsatz von Kupfersalzen als weinbauliches Fungizid ab. Auf Grund der adsorbierenden Wirkung der Hefe weisen die Jungweine nur noch Gehalte von weniger als 0,1 mg/l Cu<sup>+</sup> auf. Sie können als praktisch frei von Kupfer angesehen werden, soweit keine unkontrollierte Kupferaufnahme nach der Gärung im Keller erfolgt. Der Kupfergehalt in Wein ist in der EU auf 1,0 mg/l, in den USA auf 0,5 mg/l begrenzt. Zur Vermeidung von Kupfertrübungen werden Gehalte von maximal 0,5 mg/l angestrebt.

Die beiden zur Böckserbehandlung und -prävention zur Verfügung stehenden Kupfersalze enthalten unterschiedliche Mengen an Reinkupfer (Cu<sup>+</sup>). Dies sind 25,5% bei Kupfersulfat und 33,5% bei Kupfercitrat. Kupfercitrat kommt zwecks leichterer Dosierung mit Bentonit granuliert in den Handel. Dieses Produkt, Kupzit<sup>®</sup>, enthält nur 2% Kupfercitrat. Folglich belastet der Zusatz von 1 g/hl Kupzit<sup>®</sup> den Wein mit 0,07 mg/l Cu<sup>+</sup>. Dem gegenüber werden bei Einsatz von 1 g/hl Kupfersulfat dem Wein 2,55 mg/l Cu<sup>+</sup> zugeführt.

### Fakten und Esoterik

Die den Böckser verursachenden Verbindungen reagieren ausschließlich mit dem reinen Kupfer-Ion (Cu<sup>+</sup>) – völlig unabhängig davon, ob dieses in Form von Sulfat, Citrat oder eines anderen Salzes in den Wein eingebracht wird. Ausschlaggebend für den Effekt ist nur die Menge des eingebrachten Kupfers, während seine Bin-

**Tab. 1: Mittlere Kupfergehalte in Lebensmitteln (mg/kg)**

Weichtiere	2,1	[nach W. Frede, Handbuch für Lebensmittelchemiker, 2010]
Fleisch	1,1	
Leber	49,9	
Niere	5,1	
Geflügel	1,2	
Milch	0,3	
Süßwasserfische	0,5	
Seewasserfische	0,4	
Reis	2,1	
Kartoffeln	0,9	
Hülsenfrüchte	8,3	
Blattgemüse	0,5	
Wurzelgemüse	0,7	
Wein	0,2	

dungsform und makroskopische Aufbereitung keine Rolle spielen.

Die überwiegende Mehrzahl der Böckser, weit über 90%, können mit einer Kupfermenge von 0,25 mg/l Cu<sup>+</sup> beseitigt oder verhindert werden. Dies entspricht 1 mg/l bzw. 0,1 g/hl Kupfersulfat. Sogar die doppelte Menge ist zulässig, ohne dass die Stabilitätsgrenze des Kupfers von 0,5 mg/l Cu<sup>+</sup> überschritten wird. Die Daten ergeben sich aus einfachen Vorversuchen, die sich stets im Labormaßstab empfehlen. Tabelle 1 zeigt, dass selbst nach einer solchen Behandlung die erreichten Cu<sup>+</sup>-Gehalte deutlich unter denen der meisten Lebensmittel liegen.

Wird der Wein zur Böckserbehandlung über ein Kupfersieb oder -blech laufen gelassen (Ecchi E. und Kobler A., Obstbau & Weinbau 2008), erfolgt eine völlig unkontrollierte Kupferaufnahme. Es ist bezeichnend für die Emotionalität und Esoterik in der önologischen Entscheidungsfindung, dass eine passive Aufnahme von Kupfer mittels traditioneller, handwerklicher und unkalkulierbarer Methoden akzeptiert wird, während der aktive Zusatz exakt dosierbarer Kupfersalze auf starke Vorbehalte stößt.

Die genannten Daten und Fakten werden in der Diskussion um den Einsatz von Kupfer oft ignoriert. Trotzdem ist damit das toxikologische Ar-

**Tab. 2: Toxizität als LD50 von verschiedenen Kupfersalzen und darin enthaltenem Reinkupfer**

	LD50 (mg/kg)	Molekulargewicht	Anteil (%) Reinkupfer	LD50 (mg/kg) von ionisiertem Reinkupfer
Kupfer, elementar		63,56	100	
Kupferacetat	710	181,6	35,0	249,0
Kupfer-II-carbonat	159	221,2	28,7	45,7
Kupfer-I-chlorid	140	99,0	64,2	89,9
Kupfernitrat	940	187,6	33,9	318,6
Kupfer-I-oxid	470	143,1	44,4	208,9
Kupfer-II-sulfat	300	159,6	39,8	119,5
<b>Mittelwert</b>				<b>172</b>

Bayer-Inserat

gument einer Böckserbehandlung mit Kupfer noch nicht ausgeräumt.

Bei der Lagerung in nicht ausgekleidetem Beton, wie dem Betonei, wurde eine Zunahme des Kupfergehaltes um 0,2 mg/l Cu<sup>+</sup> gemessen (Seifert S.T. et al, Dt. Weinmagazin, 2010).

### Wie giftig ist Kupfer?

Kupfer ist ein lebenswichtiges Spurenelement für den Menschen und funktioneller Bestandteil zahlreicher Enzyme. Der menschliche Körper enthält ungefähr 100 mg Kupfer, welches überwiegend in Proteine eingebunden ist. Der Kupfergehalt im Blut beträgt ca. 1 mg/l. Für Erwachsene wird ein täglicher Bedarf von 0,03 mg Cu/kg Körpergewicht angegeben, entsprechend 2,4 mg für eine Person von 80 kg. Die ausreichende Zufuhrmenge an Kupfer von 2 bis 3 mg täglich ist durch eine ausgewogene menschliche Ernährung sichergestellt. Ein Teil davon wird mit dem Trinkwasser aufgenommen, für das in der EU ein Grenzwert von 2 mg/l Cu gilt. Im Trinkwasser resultiert es überwiegend aus Leitungen und Armaturen.

Die übliche Messgröße für die Toxizität einer Substanz ist die LD50. Dabei handelt es sich um die mittlere letale Dosis, die bei 50 % einer repräsentativen Population von Versuchstieren zum Tod führt, z.B. bei Ratten nach oraler Verabreichung. Sie wird angegeben in Milligramm Substanz je Kilogramm Körpergewicht. Versuche mit Menschen sind ethisch nicht zulässig. Es handelt sich also um eine statistische Größe, deren Wert sich nur eingeschränkt auf Menschen übertragen lässt. Nichtsdestoweniger erlaubt sie eine relative Einstufung der Toxizität verschiedener Substanzen innerhalb der Gruppe der Säuger.

### Toxisch ist Alkohol

Die LD50-Werte für gängige Che-

mikalien und Lebensmittel sind leicht in der Literatur und im Internet zu recherchieren. Dies gilt jedoch nicht für metallische Ionen, die nur in Form ihrer Salze verabreicht werden können. Ihre Toxizität hängt von ihrer chemischen Form ab. In Tabelle 2 ist die LD50 für verschiedene Kupfersalze, ihre Anteile an Reinkupfer und die daraus errechnete LD50 für das in ihnen enthaltene Reinkupfer wiedergegeben. Daraus ergibt sich eine mittlere LD50 von 172 mg/kg für Kupferionen, wie sie im Wein vorliegen können. Dieser Wert ist 86 Mal höher als der tägliche Kupferbedarf von ca. 2 mg für einen durchschnittlichen Menschen.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Toxizität (LD50, mg/kg) des Kupfers im Vergleich mit anderen, gesundheitlich oft umstrittenen Weinhaltstoffen. Zusätzlich wird dargestellt, wie viel Prozent der LD50 des jeweiligen Inhaltsstoffes in 1 Liter eines durchschnittlichen (böckserigen) Weins enthalten sind. Durch eine weitere Umrechnung ergibt sich, mit wie viel Prozent davon, unter Berücksichtigung des Körpergewichts, ein Mensch von 80 kg bei Konsum von 1 Liter des Weins belastet wird.

Das erstaunliche Ergebnis ist, dass der im Wein enthaltene Alkohol die bei Weitem toxischste Wirkung ausübt. Seine Toxizität ist ca. 150-mal höher als die gängiger Gehalte an SO<sub>2</sub> und sogar 5.000-mal höher als die des Kupfers, wenn ein Wein mit 0,5 mg/l Cu<sup>+</sup> abgefüllt wird. Nicht zuletzt weisen die in böckserigen Weinen enthaltenen Mercaptane auch eine gewisse Toxizität auf.

Die nüchterne Betrachtung des Zahlenmaterials ergibt, dass toxikologische Bedenken hinsichtlich des Einsatzes von Kupfersalzen zur Beseitigung vorhandener Böckser oder zur Vermeidung potenzieller Lagerböckser jeglicher realen Basis entbehren.

**Tab. 3: Toxizität versch. Weinhaltstoffe, prozentualer Anteil der LD50 in 1 Liter Wein\* sowie toxikologische Belastung bei 80 kg Körpergewicht**

	LD 50 (mg/kg) (Ratte, oral)	% von LD50 (mg/kg) in 1 Liter Wein*	Prozentuale Belastung mit LD50 bei Konsum von 1 Liter Wein* (Person 80 kg)
Alkohol (Ethanol)	7.060	1.454	18,2
Acetaldehyd (Ethanal)	661	3,03	0,0378
Schweflige Säure (SO <sub>2</sub> )	1.500	10	0,125
Eisen	300	1	0,0125
Kupfer	172	0,29	0,0036
Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S)	712	0,0014	0,000018
Methylmercaptan	3.300	0,0015	0,000019
Ethylmercaptan	682	0,0029	0,000037

\* Angenommene Inhaltsstoffe des Weines: 10µg/l H<sub>2</sub>S, 20µg/l Ethylmercaptan, 50µg/l Methylmercaptan, 0,5mg/l Kupfer, 3,0mg/l Eisen, 13% Alkohol, 20mg/l Acetaldehyd und 150mg/l gesamte SO<sub>2</sub>

### Zerstört Kupfer das Aroma?

Nicht weniger Winzer ziehen einen durch Bockser entstellten Wein der Behandlung mit Kupfer vor, weil sie Einbußen an Aroma (welches?) des behandelten Weins befürchten. Diese Furcht hat einen realen Hintergrund, entbehrt in ihrer pauschalisierten Form aber der Grundlage.

Bestimmte Weine enthalten Aromastoffe auf **Thiol-Basis**. Die für die meisten Bockser verantwortlichen Mercaptane einschließlich Schwefelwasserstoff zählen aber auch zu den Thiolen. Beide Arten von Thiolen reagieren sowohl mit Kupfer als auch mit Sauerstoff, wobei ihr Eigengeruch verschwindet.

#### Sensibler Sauvignon

Bei einigen Rebsorten ist der Beitrag positiver Thiol-Aromen zum Gesamtroma von großer Bedeutung, in anderen wiederum sensorisch nicht signifikant. Weine des Sauvignon Blanc aus physiologisch reifem Lesegut sind bekannt für ihren hohen Anteil an aromaprägenden Thiolen. In der Tat können geringste Gaben von Kupfer diese für den typischen Geruchseindruck nach tropischen Früchten und schwarzen Johannisbeeren verantwortlichen Thiole fast vollständig zerstören. Dies macht die Bockserbehandlung in Sauvignon-Weinen zu einer äußerst delikaten Aufgabe. Sie wird durch eine Belüftung keineswegs erleichtert, weil die genannten Thiole auf Sauerstoff genau so sensibel wie auf Kupfer reagieren. Wohl gemerkt tritt diese Problematik nur in Sauvignons aus reifem Lesegut auf, die tatsächlich aromatisch relevante Mengen an Thiolen enthalten. Die sogenannten „grünen“ Sauvignons hingegen beziehen ihre vegetative

Aromatik aus Methoxypyrazinen, welche chemisch völlig inert sind.

Die extreme Kupfer-Sensibilität des Aromas reifer Sauvignons wird auf unzulässig vereinfachende Weise auf alle Rebsorten übertragen. Zweifellos gibt es noch weitere Rebsorten, bei denen Thiole einen Beitrag zum Sortenaroma leisten können. Dazu zählen Scheurebe, Cabernet Sauvignon, Petite Arvine und Colombar. Auch einige wenige Klone von Riesling und Grünem Veltliner zählen dazu. Die Kupfer-Sensibilität reifer Sauvignons erreichen sie jedoch nie.

#### Unempfindlich

Die allermeisten Weine anderer, gängiger Rebsorten verhalten sich gegenüber Kupfer erstaunlich neutral. Dies gilt auch für Gewürzsorten wie Traminer und Muskateller, deren Sortenaromatik durch Terpene getragen wird, welche nicht mit Kupfer reagieren. Davon kann man sich sehr leicht selbst überzeugen, indem man einen absolut sauberen Wein mit 0,5mg/l Cu<sup>+</sup> (2 ml einer Lösung von 100mg/l Kupfersulfat zu 100ml Wein) versetzt und mit dem unbehandelten Standard vergleicht. Sofern man die sensorische Bewertung verdeckt durchführt und den bekanntesten Effekt der Suggestion ausschließt, kann die Angst vor Aromaschäden durch eine Kupferbehandlung leicht ausgeräumt werden.

#### Strapazen für den Wein

Dennoch können Aromaschäden auftreten, wenn man bereits geklärte Weine mit extrem hohen Kupfermengen behandeln muss, die eine **nachfolgende Blauschönung** erforderlich machen. Ein solches Vorgehen erfordert zusätzliche Rühr- und Filtrations-schritte und ist von einer schonenden Weinbehandlung weit entfernt. Die

damit verbundenen Aromaverluste durch Verdunstung und Sauerstoffeintrag sind die eigentliche Ursache für Qualitätsverluste, welche leichtfertigerweise dem Kupfer zugeschrieben werden.

Analog strapaziös, zumindest im Bereich der fruchtigen Weißweine, ist der Versuch der Bockserbeseitigung durch belüftendes Umpumpen. Dabei werden ca. 5mg/l Sauerstoff aufgenommen, die im Einzelfall den Bockser beseitigen können, auf jeden Fall aber zu Lasten des Fruchtaromas gehen. Kupfer wirkt spezifischer auf Bockser als Sauerstoff.

### Erfordert Kupferbehandlung eine Blauschönung?

Wie bereits ausgeführt, enthalten Weine in ausschließlich mit Edelstahl ausgestatteten Betrieben nicht mehr als 0,1mg/l Cu<sup>+</sup>. Eine Dosis von 0,15g/hl Kupfersulfat (0,38mg/l Cu<sup>+</sup>) ist somit unbedenklich möglich, ohne dass die Stabilitätsgrenze von 0,5mg/l Cu<sup>+</sup> überschritten wird. Sie entspricht der Dosis, die zur Behandlung der überwiegenden Mehrheit von mindestens 95% gängiger Bockser genügt. Sie erfordert keine Blauschönung zur Minderung zu hoher Kupfergehalte.

In hefetrüben Jungweinen ist die in Schwebel befindliche Feinhefe in der Lage, große Mengen an Kupfer zu adsorbieren. Dadurch kommt zugesetztes Kupfer teilweise oder sogar vollständig zum Verschwinden. Dieser Effekt ist jedoch nicht genau kalkulierbar und sollte durch eine analytische Bestimmung des Restkupfers abgesichert werden. Für die Praxis ist er aber von größter Bedeutung, weil er in den seltenen Fällen erhöhten Kupferbedarfs (> 0,5mg/l Cu<sup>+</sup>) eine Blauschönung ersetzen kann.

Insgesamt ist eine Blauschönung nur nach außergewöhnlich hohen Aufwandmengen an Kupfer erforderlich. Aber auch korrekt durchgeführte Blauschönungen hinterlassen keine toxischen Cyanid-Rückstände im Wein.

### Fördert Kupfer die Oxidation?

Schwermetalle fördern die Oxidation in unterschiedlichem Ausmaß, indem sie die Übertragung von gelösten Sauerstoff auf Weinhaltstoffe beschleunigen. Vor diesem Hintergrund wird der Einsatz von Kupfer immer wieder mit einer beschleunigten Alterung des Weins in Verbindung gebracht.

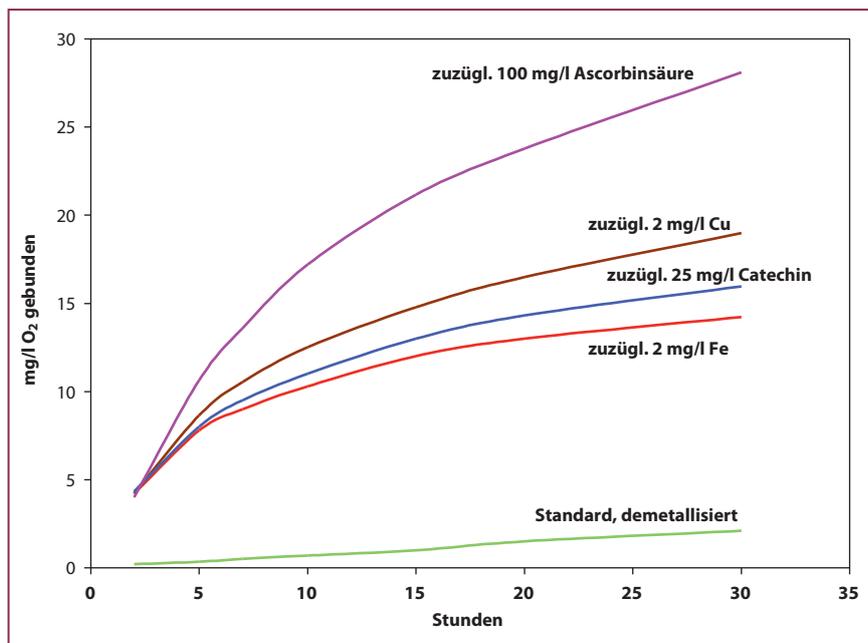
Abbildung 1 zeigt die grundsätzli-

che Richtigkeit dieser Feststellung. Ein erhöhter Kupfergehalt beschleunigt die Umsetzung von Sauerstoff sogar stärker als ein vergleichbar hoher Eisengehalt unter der spezifischen Bedingung, dass genügend **Sauerstoff zur Verfügung** steht. Diese Bedingung mag in der Praxis erfüllt sein, wenn Wein in Materialien mit hoher Durchlässigkeit gegenüber atmosphärischem Sauerstoff gelagert wird, z.B. in PE oder Holz. Unter diesen Umständen fördern gängige Mengen von Ascorbinsäure, wie sie besonders zur Vermeidung von UTA eingesetzt werden, die Umsetzung von Sauerstoff sogar stärker als Schwermetalle.

Grundsätzlich können Schwermetalle nur den Sauerstoff zur Oxidation verwenden, der tatsächlich in den Wein gelangt. Unter den modernen Bedingungen reduktiven Ausbaus fruchtiger Weißweine in Edelstahl sind diese Mengen äußerst gering. Schonende Weinbehandlung vorausgesetzt, belaufen sie sich auf eine Größenordnung von 10 mg/l O<sub>2</sub> während des Ausbaus bis zur Flaschenfüllung. Die Sauerstoffaufnahme durch Schraubverschlüsse beträgt, in Abhängigkeit von der Dichtungseinlage, 0 bis 5 mg/l pro Jahr. Es sind von diesen Richtwerten abweichende, erhöhte Sauerstoffmengen, die zu einer beschleunigten oxidativen Alterung des Weins führen. Gelöster Sauerstoff jeglicher Menge wird im Wein vollständig umgesetzt. In Hinblick auf das Ergebnis ist es unerheblich, ob diese Umsetzung langsam oder durch Schwermetalle beschleunigt abläuft.

### Zusammenfassung

Kupfer ist ein essentielles Spurenelement für den Menschen, dessen Organismus täglich 2 bis 3 mg davon benötigt, welche durch die Nahrung aufgenommen werden. Fast alle Lebens- und Genussmittel enthalten mehr Kupfer als ein Wein, der mit Kupfersalzen in den üblicherweise nötigen Mengen gegen Böckser be-



**Abb. 1: Einfluss von Eisen, Kupfer, Ascorbinsäure und Catechin auf die Bindung von Sauerstoff in einem Weißwein bei unbeschränktem Sauerstoffangebot**

handelt wurde. Ein Vergleich der toxikologischen Daten ergibt, dass der Alkohol ca. 5.000-mal toxischer als das in einem solchen Wein enthaltene Kupfer ist. Da die Kupferbehandlung gegen Böckser nur in seltenen Ausnahmefällen eine nachfolgende Blauschönung erfordert, entbehren toxikologische Bedenken jeglicher Grundlage.

Aromaeinbußen durch Kupfer sind auf dessen Reaktion mit Thiolen zu-

rückzuführen, sofern diese sensorisch signifikant am Aroma beteiligt sind. Dies ist bei Sauvignon Blanc aus physiologisch reifem Lesegut der Fall, jedoch nur selten bei anderen Rebsorten. Es ist nicht zulässig, das spezifische Verhalten des Sauvignon pauschal auf andere Rebsorten zu übertragen, sofern eine Kupferbehandlung technisch korrekt durchgeführt wird.

*Literaturliste beim Autor erhältlich*

Inserat 115x85???

#### Der Autor

Volker Schneider,  
Schneider-Oenologie,  
Am Entenbach 5,  
55411 Bingen (D),  
Tel. +49(0)6721/182-764,  
schneider.oenologie@googlemail.com  
www.schneider-oenologie.com

