

2011er-Jahrgang zeigt Probleme der Praxis auf:

# Differenzierung, Reaktionsvermögen und Behandlung von Böcksern

V. Schneider

**Böckser sind kein einheitlich definierter Weinfehler, sondern unterschiedlicher Natur. Daraus erklären sich manche Fehlschläge in ihrer Behandlung.**

**B**öckser sind einer der häufigsten Weinfehler. Sie können in den verschiedensten Phasen der Herstellung und Lagerung eines Weins und selbst noch lange nach dessen Abfüllung entstehen. Ihre Ursachen wurden ausführlich in der einschlägigen Literatur beschrieben, wobei ein Mangel an hefeverwertbarem Stickstoff während der Gärung und eine sehr reduktive Lagerung danach an erster Stelle stehen.

## Niedriger Schwellenwert

Stofflich sind alle Böckser zurückzuführen auf schwefelhaltige, flüchtige Substanzen hoher Geruchsintensität, welche in einem niedrigen Konzentrationsbereich von µg/l vorliegen. Diese Substanzen sind selbst in Konzentrationen unterhalb ihres Identifikationsschwellenwertes, ab dem sie als Böckser angesprochen werden, an der aromatischen Ausprägung des Weins beteiligt. Deshalb werden sie nicht immer als solche erkannt, und die Grenze zwischen einem böckserigen und einem fehlerfreien Wein ist fließend.

Die Schwierigkeit des Erkennens von Böcksern wird weiter verkompliziert durch die Tatsache, dass sowohl professionelle Verkoster als auch Verbraucher mit höchst unterschiedlicher Sensibilität auf die geruchlich mehr oder weniger stinkenden Eigenschaften dieser Verbindungen reagieren. Bezogen auf eine gegebene Konzentration, sind Unterschiede im menschlichen Ansprachvermögen von einer Zehnerpotenz nicht selten. Es ist daher nahe liegend, dass in sensorischen Grenzsituationen ein leichter Böckser als Bereicherung des Aromas wahrgenommen wird, während der gleiche Wein von einem anderen Prüfer kategorisch als fehlerhaft abge-

lehnt wird. Auch die Temperatur spielt bei der Wahrnehmung von Böcksern eine entscheidende Rolle. Im kalten Keller oder in der frisch dem Kühlschrank entnommenen Flasche werden sie um ein Vielfaches weniger wahrgenommen als bei Raumtemperatur.

Da Böckser sehr subjektiv angesprochen werden und chemisch als auch sensorisch unterschiedlichster Natur sind, fehlte es nicht an Versuchen, sie zu definieren. Den breitesten Konsens erzielt die Definition, wonach ein Böckser durch Zugabe von geringen Mengen an Kupferionen in relativ kurzer Zeit zum Verschwinden gebracht werden kann. Die Kupferionen werden üblicherweise in Form von Kupfersulfat, Kupfercitrat oder auch einer Kupfermünze in den Wein eingebracht. Im Zeitalter der alten Messingarmaturen im Keller gelangten sie auf natürliche, wenngleich unkontrollierte Weise in den Wein. Dennoch gibt es auch Böckser, die sich einer Beseitigung mit Kupfer entziehen. Sie sind nämlich kein einheitlich definierter Weinfehler, sondern setzen sich aus einer Vielzahl unterschiedlich reagierender Substanzen zusammen, die sich zu allem Übel im Verlaufe von Ausbau und Lagerung verändern. Den Böckser als solches gibt es also nicht.

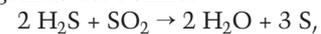
Da Böckser kein statisches Phänomen sind, sondern einer dynamischen Entwicklung unterliegen, können sie sich im Verlauf der Zeit verstärken, verschwinden oder gar wiederkehren. Die zugrunde liegenden chemischen Zusammenhänge sind dem praktizierenden Winzer weitgehend unbekannt, sodass die Diskussion um den Böckser nicht frei von Mythen und Esoterik ist. In der Folge erweisen sich präventive oder kurative Maßnahmen immer wieder als wirkungslos, nur

kurzfristig greifend oder gar kontraproduktiv. Ein Blick auf die an Böcksern beteiligten Substanzen ist daher mehr als nützlich, um das komplexe Geschehen verstehen und entsprechend agieren zu können.

## Schwefelwasserstoff

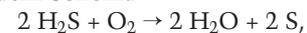
Der Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) wird überwiegend während oder sofort nach der Gärung durch die Hefe gebildet. Daher ist er die dominierende, aber nicht einzige Böckser-verursachende Substanz in sehr jungen Weinen. Er riecht intensiv nach faulen Eiern mit einem Geruchsschwellenwert von 1–2 µg/l. Verbleibt er im Wein, führt er zur Bildung von Mercaptanen und anderen Folgeprodukten. Er kann auf verschiedene Arten beseitigt werden.

Mit Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) reagiert er unter Bildung elementaren Schwefels gemäß der Formel



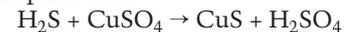
woraus sich erklärt, warum er manchmal beim ersten Aufschwefeln des Jungweins verschwindet.

Er ist auch der direkten Oxidation durch Sauerstoff zugänglich gemäß dem Schema



woraus sich die traditionelle Böckserbehandlung durch belüftendes Umpumpen ableitet.

Schließlich reagiert er spontan mit Kupferionen unter Ausscheidung von Kupfersulfid:



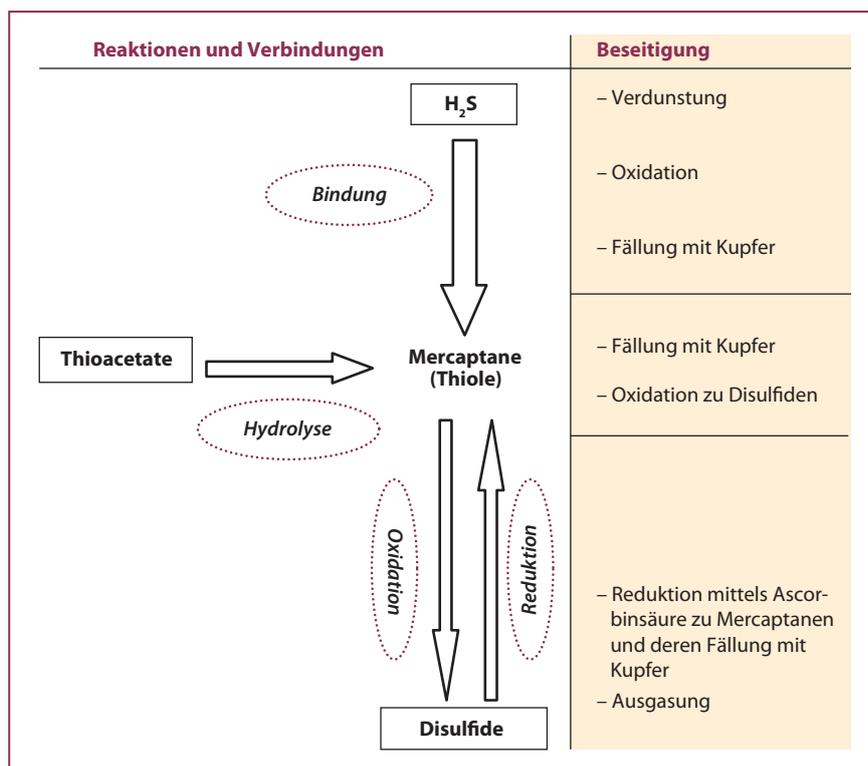
Jedes dieser Verfahren hat seine Vor- und Nachteile, wobei die Ergebnisse vom jeweiligen Entwicklungsstand des Weins abhängig sind. Während der aktiven Gärung erfolgt die Behandlung bevorzugt durch zusätzliche Gaben von Gärsalz, um Stickstoffmangel als primäre Ursache des Böckers zu beheben. Der mittels Gärsalz eingebrachte Stickstoff wird rasch durch die Hefe aufgenommen und verbleibendes H<sub>2</sub>S durch entbindende Gärungskohlensäure ausgewaschen.

Eine Belüftung in dieser Phase kann erfolgreich sein, muss es aber nicht. Wenn der dabei eingebrachte Sauerstoff zu einer signifikanten Vermehrung der Hefe bei unverändertem Stickstoffangebot führt, erhöht sich der Stickstoffstress auf die einzelne Hefezelle, worauf sie mit einer noch stärkeren Bildung von  $H_2S$  reagiert. Die Zugabe von Kupfer während der Gärung ist in jedem Fall kontraproduktiv, weil das Kupfer durch die Hefe aufgenommen wird, dort als Enzymgift agiert und sie ebenfalls zur verstärkten Bildung von  $H_2S$  anregt.

Nach Abschluss der aktiven Gärung reagiert der Wein anders auf die Behandlungsmaßnahmen, sofern der Bockser nicht schon beim ersten Aufschwefeln verschwunden ist. Belüftendes Umpumpen wird überwiegend bei Rotweinen eingesetzt, während es in Weißweinen zu irreversiblen und im Einzelfall sehr großen Verlusten an Aroma durch Verdunstung oder Oxidation führt. Bockserige Weißweine werden bevorzugt mit Kupfer behandelt, welches dort spezifischer und schonender als das strapaziöse Umziehen wirkt. Voraussetzung ist, dass die benötigte Menge an Kupfer (Kupfersulfat bzw. Kupfercitrat) für den jeweiligen Wein mittels Vorversuch exakt ermittelt wird.

Auch die nach der Gärung abgesetzte Hefe hat einen Einfluss auf das Bockserverhalten. Leichte Bockser im Jungwein, die sich mit nur 0,1 bis 0,2 g/hl Kupfersulfat beseitigen lassen, sind fast normal und kein Grund für einen überstürzten ersten Abzug. Im Zeitalter der scharfen Mostvorklä rung liegen in dieser Phase kaum relevante Mengen an Depotheife vor, von denen abgezogen werden könnte. Starke Bockser machen einen zeitigen Abzug jedoch obligatorisch. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Hefegeläger hoch ist und stärker böcksert als der darüber befindliche Wein.

Hefe ist auch in der Lage, gewisse Bockser-verursachende Substanzen zu binden. Für diesen Zweck wird teilweise empfohlen, die abgetrennte Hefe unter häufigem Aufrühren und Belüften während einigen Wochen separat zu lagern, um sie anschließend in den Ausgangswein zurückzugeben. Dieses Verfahren ist unsicher und setzt relativ große Hefemengen voraus, die nach einer scharfen Mostvorklä rung nicht immer vorliegen. Die Behandlung mit Kupfer steht trotz ihres schlechten Rufs weiterhin im Vordergrund.



**Abb. 1: Reaktionen und Behandlung von Bocksern in Abhängigkeit von ihrer Art und ihrem Entwicklungsstadium**

### Mercaptane bzw. Thiole

Mercaptane werden auch Thiole genannt. Chemisch sind sie eng mit den Alkoholen verwandt mit dem einzigen Unterschied, dass die OH-Gruppe eines Alkohols durch eine Thiol (SH)-Gruppe ersetzt ist. Sie entstehen während der Lagerung durch Reaktion von  $H_2S$  mit Alkohol, können aber auch bereits während der Gärung gebildet werden. In böckserigen Weinen stehen zwei Mercaptane im Vordergrund:

Methylmercaptan ( $CH_3-SH$ ) mit einem Geruchsschwellenwert von 1 bis  $2 \mu g/l$  und einem Geruch nach faulem Wasser, verbranntem Gummi, faulem Gemüse und Knoblauch. Es wird dem Propangas beigemischt, um vor der Anwesenheit dieses geruchlosen Gases zu warnen.

Ethylmercaptan ( $C_2H_5-SH$ ) mit einem Geruch nach faulen Zwiebeln.

Es gibt aber auch Thiole mit einem als positiv empfundenen Aroma. Dazu zählen zum Beispiel das 3-Mercaptohexanol, welches an schwarze Johannisbeeren, Grapefruit und Passionsfrucht erinnert sowie das 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanone (4-MMP) mit seinem Geruch nach Stachelbeeren. Beide Verbindungen sind ganz wesentlich am Aroma von Sauvignon Blanc aus reifem Lesegut beteiligt.

Alle Thiole reagieren mit Sauerstoff und mit Kupferionen. Durch Sauer-

stoff werden sie zu den entsprechenden Disulfiden oxidiert (siehe später). Über ihre SH-Gruppe reagieren sie mit Kupfer ähnlich wie der Schwefelwasserstoff und werden als unlösliche Kupferthiole ausgeschieden.

Daraus wird verständlich, warum die Behandlung böcksernder Weine von Sauvignon Blanc so delikat ist: Nicht nur die den eigentlichen Bockser verursachenden Substanzen werden entfernt, sondern auch ein Teil der Sortenaromatik. Zum Glück ist Sauvignon Blanc die einzige in im deutschen Sprachraum verbreitete Rebsorte, bei der Thiole eine wesentliche Rolle in der Ausprägung der Sortenaromas spielen. Bei der Scheurebe ist der Aromabeitrag der Thiole seltener und weniger bedeutend, und bei anderen Rebsorten ist er sensorisch nicht mehr signifikant. Dennoch tendiert die Branche dazu, die empfindliche Reaktion des Sauvignon Blanc auf eine Kupferbehandlung verallgemeinernd auf alle Rebsorten zu übertragen mit der Folge, dass man der Anwendung von Kupfersalzen mit einiger Skepsis begegnet.

### Sulfide und Disulfide

Sie setzen sich zusammen aus zwei Alkoholresten, die durch ein bzw. zwei Schwefel (S)-Atome verbunden sind. Disulfide können durch Oxidation direkt aus Mercaptanen entste-

**Tab. 1: Differenzierung von Böcksern durch Diagnose mittels Kupfersulfat, Cadmiumsulfat und Ascorbinsäure, Interpretation der sensorischen Resultate**

Glas 1 (Standard)	Glas 2 (Kupfer)	Glas 3 (Cadmium)	Glas 4 (Ascorbat + Kupfer)	Art der böcksernden Substanzen
Böckser	sauber	sauber	sauber	H <sub>2</sub> S
	sauber	keine Veränderung	sauber	Mercaptane
	sauber	geringe Verbesserung	sauber	H <sub>2</sub> S und Mercaptane
	keine Veränderung	keine Veränderung	sauber	Disulfide
	keine Veränderung	keine Veränderung	keine Veränderung	Dimethylsulfid oder zyklische S-Verbindungen

hen. Mangels einer SH-Gruppe können sie im Gegensatz zu den Mercaptanen oder H<sub>2</sub>S aber nicht mehr mit Kupfer oder Sauerstoff reagieren.

Dimethylsulfid (CH<sub>3</sub>-S-CH<sub>3</sub>) ist in allen Weinen präsent und scheint, im Gegensatz zu den Disulfiden und Mercaptanen, in keinem Zusammenhang mit der Bildung von H<sub>2</sub>S zu stehen. Im niedrigen Konzentrationsbereich trägt es mit Noten von Trüffeln, gekochtem Mais und Quitten zur Komplexität von Weinen einiger Rebsorten wie Grenache und Syrah bei. Erst in höheren Konzentrationen ruft es Geruchseindrücke nach gekochtem Kohl und Olivensud hervor. Ähnliches gilt für Diethylsulfid (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-S-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>).

Dimethyldisulfid (CH<sub>3</sub>-S-S-CH<sub>3</sub>) ist die Verbindung von zwei Molekülen des Methylmercaptans, wobei dessen H aus der SH-Gruppe durch Oxidation entfernt wird. Sein Geruch erinnert an gekochten Kohl, Spargel und verbrannte Zwiebeln.

Analog dazu ist das Diethyldisulfid (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-S-S-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) die Verbindung von zwei Molekülen des Ethylmercaptans. Es ruft Aromanoten nach Knoblauch und verbranntem Gummi hervor.

Die Disulfide können als solche sehr übel riechen, wie man es von den Mercaptanen her kennt. Ihr Vorteil liegt jedoch darin, dass sie einen höheren Geruchsschwellenwert als Mercaptane aufweisen. Daraus erklärt sich, dass ein Böckser verringert oder beseitigt werden kann, wenn man Mercaptane in geruchlich störender Konzentration durch Belüftung zu den entsprechenden Disulfiden oxidiert. Damit sind aber zwei entscheidende Nachteile verbunden:

► Die Reaktion ist reversibel. Dadurch werden Disulfide unter reduktiven Bedingungen allmählich wieder zu den entsprechenden Mercaptanen reduziert. Glaubt man einen Böckser auf Basis von Mercaptanen durch Belüftung entfernt zu haben, findet man

ihn spätestens einige Monate nach der Abfüllung auf der Flasche wieder. Man spricht dann von einem Lagerböckser.

► Disulfide sind schwer zu entfernen, sodass Weine, deren Böckser auf Disulfide zurückzuführen sind, ein seriöses Problem darstellen.

### Unterscheidung zwischen Mercaptanen und Disulfiden

Bereits einige Wochen nach Abschluss der Gärung bestehen die meisten Böckser überwiegend aus Mercaptanen. Nachdem ihre Bildung nicht vermieden werden konnte, besteht die kellertechnische Herausforderung nun darin, sie rechtzeitig zu entfernen, bevor sie sich durch Oxidation zu Disulfiden umsetzen. Wie bereits erwähnt, reagieren Mercaptane ähnlich wie H<sub>2</sub>S mit Kupfer, wovon in vielen Fällen bereits geringe Mengen in der Größenordnung von 0,05 bis 0,2 g/hl Kupfersulfat ausreichen.

Lässt sich der Böckser selbst durch hohe Mengen an Kupfer nicht entfernen, liegt er bereits in Form von Disulfiden vor. Man spricht von einem abgehockten Böckser. Seine Entstehung wird erleichtert, wenn ein böcksernder Wein zu oxidativ gelagert oder zur Entfernung des Böckers gar belüftet wurde. Eine Möglichkeit seiner Entfernung besteht darin, die Disulfide zunächst durch Zusatz von Ascorbinsäure zu Mercaptanen zu reduzieren, die später mit Kupfer ausgefällt werden können. Mercaptane und Disulfide stehen also in einem dynamischen Gleichgewicht, dessen Lage durch das Redoxpotenzial beeinflusst wird. Nur Mercaptane sind der Ausfällung mittels Kupferionen zugänglich. Siehe dazu auch Abbildung 1.

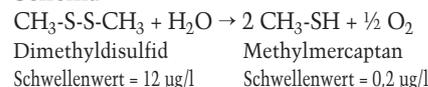
Die durch Ascorbinsäure hervorgerufene Reduktionsphase nimmt mehrere Wochen in Anspruch und ist nicht immer von Erfolg gekrönt. Alternativ können Disulfide mittels Inertgas über eine Desorptionskolonne ausgegast werden. Dieser Pro-

zess ist wirkt unspezifisch auf alle Aromastoffe. Daher gilt es, die Bildung von Disulfiden um jeden Preis zu verhindern.

### Lagerböckser und Böckserpotenzial

Lager- oder Flaschenböckser sind eine häufige Ursache frühzeitiger Alterung abgefüllter Weine. Sie sind zurückzuführen auf die Bildung von Mercaptanen aus weniger geruchsintensiven Vorläuferstufen auf zwei Wegen:

► Durch die bereits erwähnte Reduktion von Disulfiden gemäß dem Schema



Naturgemäß läuft diese Reaktion bevorzugt unter weit gehendem Sauerstoffabschluss und sehr reduktiven Bedingungen ab, wie sie sich zum Beispiel nach Zusatz von Ascorbinsäure und in mit Schraubverschluss versehen Flaschen einzustellen pflegen. Daher spricht man auch beschönigend von Reduktionsnote.

Schraubverschlüsse mit Saran- oder Zinn-Saran-Einlage weisen eine äußerst geringe Sauerstoffpenetrationsrate von nur 1 bis 2 mg O<sub>2</sub> pro Jahr auf. Die Entwicklung eines Lagerböckers wird unter dem Schrauber nur dann verstärkt, wenn der Wein eine grundsätzliche Neigung dazu aufweist, zum Beispiel in Form einer entsprechend hohen Konzentration von Disulfiden. Solche Weine sind nicht selten, weshalb sich bei Verwendung von Schraubverschlüssen die Abfüllung mit Spuren von Kupfer (0,1 g/hl Kupfersulfat, entsprechend 0,25 mg/l Cu<sup>++</sup>) empfiehlt.

► Durch Hydrolyse von Thioacetaten, zum Beispiel von Thioessigsäuremethylester zu Methylmercaptan und Essigsäure. Diese Reaktion wird kontrolliert durch pH-Wert und Temperatur und ist unabhängig von den

vorliegenden Redoxverhältnissen. Sie erklärt, warum auch unter weniger reduktiven Verhältnissen ein Lagerböckser entstehen kann.

Der prozentuale Beitrag dieser beiden Reaktionswege bzw. Vorläuferstufen – Disulfide und Thioacetate – zum Lagerböckser ist noch nicht bekannt und mit Sicherheit auch vom einzelnen Wein abhängig. Die Vorläuferstufen lassen sich durch Kupfer nicht wesentlich mindern. Für die Betriebskontrolle gibt es jedoch einige Ansätze unterschiedlicher Praxisreife, um die Veranlagung eines Weins zur Bildung von Lagerböcksern im Vorfeld seiner Abfüllung zu erkennen:

► Ein beschleunigter Alterungstest, wobei zwei blank filtrierte Varianten des Weins während drei bis vier Tagen unter inerten Bedingungen bei 70 °C inkubiert werden. Beide Varianten enthalten freie  $\text{SO}_2$ , aber nur eine Variante enthält zusätzlich Ascorbinsäure. Weist bei der anschließenden geruchlichen Auswertung die Variante mit Ascorbinsäure einen Böckser auf, ist die Neigung des Weins zur Bildung eines Lagerböckers durch Reduktion von Disulfiden offensichtlich. Der präventive Zusatz von Kupfer ist sinnvoll, um später entstehende Böckser abzufangen in dem Maße, wie sie entstehen. Dieser Test ist weitgehend mit dem bekannten UTA-Test identisch, wobei sich dort der potenzielle UTA in der ohne Ascorbinsäure inkubierten Variante zu erkennen gibt.

► Gewisse Phosphine weisen stark reduzierende Eigenschaften auf und sind in der Lage, Disulfide irreversibel und annähernd spontan zu den stark

stinkenden Mercaptanen zu reduzieren. Die Zugabe einer solchen Reagenz in ein Verkostungsglas legt einen potenziellen Lagerböckser aus Disulfiden in kürzester Zeit frei.

► Eine enzymatische Spaltung von Thioacetaten, in deren Folge die entstehenden Mercaptane geruchlich oder analytisch erfasst werden.

### Differenzierung von Böcksern

Wie gezeigt, bestehen Böckser aus verschiedenen Verbindungen, die unterschiedlich reagieren und dementsprechend spezifische Maßnahmen zur ihrer Behandlung erfordern. Diese Verhältnisse sind in Abbildung 1 dargestellt. Während  $\text{H}_2\text{S}$  noch durch Belüftung beseitigt werden kann, ist dieses Vorgehen eher kontraproduktiv, wenn der Böckser bereits aus Mercaptanen besteht, welche nur vorübergehend zu weniger geruchsaktiven Disulfiden oxidiert werden.

Der klassische Böcksertest beruht darauf, dass experimentell die Menge an Kupfersulfat ermittelt wird, die zur Entfernung des Böckers erforderlich ist. Dazu werden je 100 ml Wein mit steigenden Mengen einer wässrigen Lösung von 100 mg/l Kupfersulfat versetzt. Ein ml dieser Lösung zu 100 ml Wein entspricht 0,1 g/hl Kupfersulfat. Alternativ kann auch mit Kupfercitrat gearbeitet werden. Die Menge, die gerade einen böckserfreien Wein ergibt, wird in der Praxis eingesetzt. Es ist zu beachten, dass im Falle der Anwesenheit von Mercaptanen die Reaktion verzögert stattfindet. Deshalb ergibt die sofortige geruchliche Auswertung der Versuchsansätze meist einen höheren Kupferbedarf als nach einigen Stunden Wartezeit.

Eine Weiterentwicklung dieses Tests führt zur Identifizierung der für den Böckser verantwortlichen Substanzen. Er erfordert den Einsatz von drei Lösungen:

1% Kupfer-II-sulfat in Ethanol von 10% (1 g pro 100 ml),

1% Cadmium-II-sulfat in Ethanol von 10% (1 g pro 100 ml)

10% Ascorbinsäure in Ethanol von 10% (10 g in 100 ml)

Vier Gläser werden mit je 50 ml Wein befüllt. Glas 1 ist der unbehandelte Standard, Glas 2 erhält 1 ml der Kupfersulfat-Lösung, Glas 3 erhält 1 ml der Cadmiumsulfat-Lösung und Glas 4 schließlich je 1 ml der Ascorbinsäure-Lösung zusammen mit 1 ml der Kupfersulfat-Lösung. Nach Ablauf von fünf Minuten wird der unbehandelte Standard geruchlich mit den drei behandelten Varianten verglichen.

Die Interpretation der geruchlichen Auswertung geht aus Tabelle 1 hervor. Die Ergebnisse erlauben, sehr spezifische Maßnahmen zur Behandlung des jeweils vorliegenden Böckers einzuleiten.

Die häufigsten Ursachen einer unzureichenden oder nur vorübergehend wirksamen Behandlung von Böcksern bestehen darin, dass mit Belüftung agiert wird in Weinen, in denen der Böckser aus Mercaptanen besteht, oder dass Kupfersalze in unzureichend bemessener Menge oder zu spät appliziert werden. Je später ein Böckser behandelt wird, desto weiter ist er in seiner chemischen Entwicklung fortgeschritten und desto höhere Mengen an Kupfer erfordert er, bis er schließlich nicht mehr auf Kupfersalze anspricht. Darüber hinaus hat eine späte Behandlung den Nachteil, dass das Kupfer mangels Feinhefe weniger stark abgereichert wird. Im Extremfall kann so eine Blauschönung erforderlich werden, wenn der Gehalt an Restkupfer im filtrierten Wein über 0,5 mg/l  $\text{Cu}^{++}$  beträgt.

Hintergrund der wenig konsequenten Behandlung vieler Böckser ist die emotionale Angst des Weinmachers vor dem Kupfer. Im Gegensatz zu den zahlreichen anderen und überaus populären Behandlungs- und Zusatzstoffen fasst er es als weinfremde Substanz auf. Dabei ist er sich nicht bewusst, dass alle Weine von Natur aus Spuren von Kupfer enthalten, welche im Rahmen einer Behandlung oder Prävention von Böcksern meist nur minimal erhöht werden müssen. Er fürchtet sich vor Aromaschäden, die gebetsmühlenartig von der offiziellen Lehrmeinung ins Feld geführt werden und tatsächlich nur in Sauvignon Blanc sensorisch signifikant ausfallen können. Schließlich hat man ihm die fördernde Rolle des Kupfers bei der Umsetzung von gelöstem Sauerstoff erklärt und dabei außer Acht gelassen, dass die Oxidation durch die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs beschränkt wird. Ohne Sauerstoffzutritt kann Kupfer nicht oxidativ wirken.

### Zusammenfassung

Böckser sind kein eindeutig definierter Fehlton, sondern unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, welche auf den einzelnen Wein abgestimmte Behandlungsmaßnahmen erfordern. Die rechtzeitige Behandlung mit Kupfersalzen ist der Belüftung unter fast allen Aspekten überlegen.

#### Der Autor

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

