

# Wie beeinflussen Schraubverschlüsse die Qualität?

## Alterung fruchtiger Weißweine

Fruchtige Weißweine entwickeln unterschiedliche sensorische Ausdrucksformen der Alterung. Und wie die oft verwendeten Schraubverschlüsse beziehungsweise deren Dichtscheiben diese beeinflussen, zeigt Volker Schneider, Bingen, im Detail.

**F**ruchtige Weißweine können unterschiedliche sensorische Ausdrucksformen der Alterung entwickeln. Die bekannteste davon ist neben UTA die typische Alterung, die durch Sauerstoffzufuhr über den Flaschenverschluss ausgelöst wird. Umgekehrt wird sie durch die weit verbreiteten Schraubverschlüsse mit teilweise hermetisch schließenden Dichteinlagen weitgehend unterbunden. Solche Verschlussysteme fördern jedoch die sogenannte reduktive Alterung durch Ausbildung von Bockern auf der Flasche. Die Entwicklung einer funktionalisierten Dichtscheibe für Schraubverschlüsse eröffnet einen Ausweg aus diesem Dilemma.

## Sensorische Ausdrucksformen der Weinalterung

Von dem Moment, an dem ein Wein mit verschiedenen Verschlüssen abgefüllt wird, beginnt die Erzeugung unterschiedlicher Weine aus dem gleichen Ausgangswein. In Weißweinen entwickeln sich dabei im Wesentlichen vier unterschiedliche sensorische Ausdrucksformen von Reifung und Alterung:

- typische oder oxidative Alterung,
- untypische Alterung (UTA),
- Petrolton,
- reduktive Alterung.

Naturgemäß unterliegt jeder Weißwein einer Alterung. Die Frage ist ausschließlich, um welche der genannten Arten von Alterung es sich handelt und wie schnell sie sich einstellt. In den meisten Weinen spielen dabei der Flaschenverschluss und besonders dessen Dichtigkeit gegenüber Sauerstoff (Sauerstoff-Barrierewirkung) eine herausragende Rolle. Für die verschiedenen Alterungsformen sind

unterschiedliche chemische Reaktionen und geruchlich aktive Verbindungen verantwortlich. Der Petrolton tritt fast nur in Rieslingen aus physiologisch reifem Lese- gut auf, während die Entwicklung der untypischen Alterung nur in Weinen aus gestresstem Lese- gut zu beobachten ist. Diese beiden sehr spezifischen Alterungsarten sind nicht oder kaum an die Verfügbarkeit von Sauerstoff geknüpft. Folglich werden sie nicht durch die Sauerstoff-Barrierewirkung des Flaschenverschlusses beeinflusst. Unabhängig davon wird die Entwicklung eines Petroltons unter Schraubverschlüssen deutlich verstärkt, weil diese im Gegensatz zu innendichtenden Verschlüssen nur wenig Material aufweisen, das die für den Petrolton verantwortliche Substanz (TDN) adsorbieren könnte.

## Typische oder oxidative Alterung

Völlig anders verhält es sich mit der oxidativen Alterung. Sie ist, global gesehen, die häufigste sensorische Ausdrucksform der Alterung von Weißwein und überwiegend auf die Sauerstoffzufuhr durch den Verschluss zurückzuführen. Dabei entstehen unter der Einwirkung des Sauerstoffs geruchsaktive Verbindungen, von denen Methional, Benzaldehyd, 2-Phenylacetaldehyd, 3-Methylbutanal und Furfural die wichtigsten sind und als Indikatorsubstanzen gelten. Es handelt sich um höhere Aldehyde, die sich durch Oxidation der



Schraubverschlüsse für Wein sind nur so gut wie die Eigenschaften ihrer unscheinbaren Dichteinlagen.

*Foto: Bernhard Schandelmaier*

korrespondierenden Alkohole bilden. Ihre Aromenoten von Nüssen, trockenen Kräutern, Honig, gekochtem Gemüse und Kartoffeln überlagern zunehmend das fruchtige Sortenaroma, um im Extremfall deutliche Altersfärbung hervorzurufen.

Im Gegensatz zum Acetaldehyd, das in seiner freien Form den sogenannten Luftton hervorruft und durch schweflige Säure abgebunden wird, reagieren diese höheren Aldehyde kaum mit  $\text{SO}_2$ . Deshalb kann ihre Bildung durch Füllung mit erhöhten Gehalten an freier  $\text{SO}_2$  nicht wirksam unterbunden werden. Die Reaktionen zu ihrer Bildung sind weitgehend irreversibel, werden durch die Sauerstoffzufuhr kontrolliert und durch ein warmes Flaschenlager zusätzlich beschleunigt.

Schraubverschlüsse wirken der oxidativen Alterung entgegen, weil sie relativ gut oder gar hermetisch den abgefüllten

Wein vor der Aufnahme atmosphärischen Sauerstoffs schützen. Dies ist einer der Gründe für ihre fast flächendeckende Akzeptanz im deutschsprachigen Raum.

### Schraubverschlüsse als Antwort auf oxidative Alterung

In oxidationssensiblen Weißweinen können Unterschiede in der Sauerstoffbelastung von weniger als 5 mg/l O<sub>2</sub> sensorisch nachvollzogen werden. Dies führte zu der Annahme, dass der ideale Verschluss für solche Weine hermetisch abdichtet und jegliche Aufnahme atmosphärischen Sauerstoffs unterbindet, um die fruchtigen Primäraromen möglichst lange zu erhalten. Da Schraubverschlüsse diese Voraussetzung besser als die meisten anderen Verschlüsse erfüllen, stand ihrer breiten Einführung zunächst nichts entgegen. Besonders wenn einige Monate nach der Abfüllung der im Wein gelöste und im Flaschenkopfraum eingeschlossene Sauerstoff vollständig durch den Wein gebunden und aufgebraucht wurde, übernimmt der Verschluss die Kontrolle über die oxi-

dativ Alterung. Mit zunehmender Lagerung tritt der Einfluss des Flaschenverschlusses immer mehr in den Vordergrund.

### Bedeutung der Dichteinlage beim Schraubverschluss

Schraubverschlüsse sind jedoch kein einheitlicher Verschlusstyp, sondern unterscheiden sich durch verschiedene Dichtsysteme mit unterschiedlicher Sauerstoff-Barrierewirkung. Jeder Schraubverschluss besteht aus einem äußeren Aluminiumzylinder und einer ein- oder mehrschichtigen Dichteinlage. Der äußere Zylinder fixiert die Einlage in korrekter Position und presst sie mit dem erforderlichen Druck auf der Flaschenmündung an. Die Dichteinlage stellt den Abschluss zwischen Füllgut und Verschluss dar, versiegelt die Flasche und dichtet gegen die Diffusion von Gasen und Flüssigkeit ab. Sie entscheidet über die Dichtigkeit und funktionelle Qualität der Schraubverschlüsse. Die Dichtigkeit gegenüber atmosphärischem Sauerstoff wird als

„oxygen transmission rate“ (OTR) in µg O<sub>2</sub>/Tag oder mg O<sub>2</sub>/Jahr angegeben. Durch ihre spezifischen Eigenschaften werden die unscheinbaren Dichteinlagen zum zentralen Element der Schraubverschlüsse. Anders gesagt: Schraubverschlüsse sind so gut wie ihre Dichteinlagen. Letztere werden von spezialisierten Unternehmen produziert. Die Vielzahl der Hersteller von Schraubverschlüssen wird von nur wenigen Herstellern von Dichteinlagen beliefert.

Ursprünglich bestand die Dichteinlage nur aus einfachen Elastomeren wie Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyethylen (PE), die in den Aluminiumrohling eingespritzt wurden. Im Weinbereich finden sich solche Einlagen überwiegend in den kurzen MCA-Verschlüssen, welche bevorzugt im Segment einfacher Konsumweine eingesetzt werden. Die OTR für eingespritztes PVC für liegt bei 1,4 mg O<sub>2</sub>/Jahr.

Als goldener Standard für Schraubverschlüsse gelten inzwischen die langen Varianten der Abmessung 30 x 60 mm wie Stelvin oder Longcap, die eine BVS-Mündung erfordern. In ihnen werden statt

## Die neue Generation von Schraubverschlüssen ALKOvin™ active

### Der einzigartige Schutz gegen oxidative als auch reduktive Alterung

**ALKOvin™ active:** Eine innovative Dichteinlage, die erstmalig auch mit Reduktionsnoten nach der Abfüllung umgehen kann und dabei weiterhin alle bekannten Vorteile der klassischen Zinn-Saran-Dichteinlage bietet.

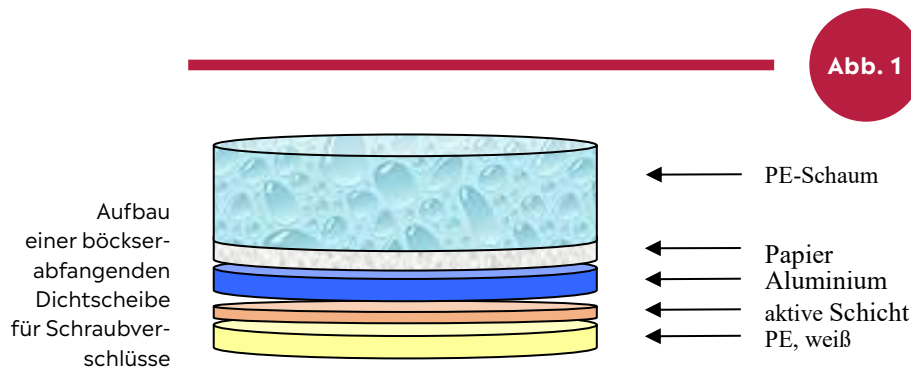
- Kann die Bildung böckseriger Reduktionsnoten mindern oder gar unterbinden
- Hat keinen Einfluss auf die sortenspezifischen Aromathiole wie zum Beispiel in Sauvignon oder Scheurebe und keine nachteiligen Effekte auf Weine, die keine reduktiven Noten bilden
- Weist eine kaum messbare Sauerstoffübertragungsrate (OTR) auf, die nicht von der der Zinn-Saran-Einlage zu unterscheiden ist
- Frei von PVDC oder anderen chlorhaltigen Polymeren



The SEALutions Company

Phone +49 51 81 8018 888  
active@meyer-seals.com  
www.meyer-seals.com





eingespritzter Elastomere mehrlagige Dichtscheiben eingesetzt. Von solchen Dichtscheiben sind im Wesentlichen zwei Varianten bekannt:

- Die Saranex-Dichtscheibe besteht im Kern aus einer 2 mm starken Lage PE-Schaum, die beidseitig mit einer Schicht aus PVDC (Polyvinylidenchlorid) überzogen ist. Der symmetrische Aufbau dieser Dichtscheibe lässt sich als PVDC-PE-PVDC beschreiben. Ihre OTR beträgt mit einer gewissen Abhängigkeit von der Temperatur 1,0 bis 1,5 mg O<sub>2</sub>/Jahr.
- Die Zinn-Saran-Dichtscheibe ist asymmetrisch konstruiert, wobei die PE-Schicht an einer Seite direkt am Deckel des Aluminiumzylinders anliegt. In ihrer klassischen Version folgt nach unten hin eine auf Papier aufgebrachte, dünne Zinnfolie mit 0,02 mm Stärke sowie eine PVDC-Schicht, die Kontakt zum Wein hat. Die Zinnfolie stellt eine zusätzliche Gassperre dar. Deshalb liegt die OTR dieser Dichtscheiben bei 0,0 mg O<sub>2</sub>/Jahr, was einem absoluten Sauerstoffabschluss entspricht. Im Zuge der Diversifizierung des Angebots wurden inzwischen von diesem Standard abweichende Bauformen entwickelt, bei denen das Papier entfällt oder das Zinn durch Aluminium ersetzt wird.

Es kann festgehalten werden, dass sich die klassischen Schraubverschlüsse durch eine niedrige OTR von nur 0,0 bis 1,5 mg O<sub>2</sub>/Jahr und somit durch eine hohe bis absolute Sauerstoff-Barrierewirkung auszeichnen. Die genauen Werte ergeben sich aus dem Dichtsystem. Um sie einordnen zu können, ist ein Vergleich mit den OTR-Daten anderer Verschlüsse sinnvoll: Technische Korken weisen eine den Schraubverschlüssen annähernd vergleichbare OTR von 1 mg O<sub>2</sub>/Jahr auf. Bei Naturkorken streut die OTR in einem weiten Bereich zwischen 0,5 und 23 mg O<sub>2</sub>/Jahr, wobei starke Schwankungen sowohl zwischen den einzelnen Chargen als auch zwischen Einzelstücken innerhalb einer Charge zu beobachten sind.

### Reduktive Alterung

Bei der Einführung des hermetisch dichtenden Schraubverschlusses mit Zinn-Saran-Dichtscheibe hatte die Weinbranche Australiens und Neuseelands um die Jahrtausendwende eine Vorreiterrolle. Einer der Gründe war das Streben nach besserer Erhaltung des fruchtigen Sortenaromas der Weißweine unter absolutem Sauerstoffabschluss. Mit kurzer zeitlicher Verzögerung machte sich auch die Weinbranche in Deutschland diese Logik zu eigen.

Die anfängliche Euphorie in Down Under wich bald einer nüchterneren Betrachtung, als eine stärkere Neigung der Weine zur Bildung von als reduktiv oder bückserig beschriebenen Aromen unter absolutem Luftabschluss wie unter dem Zinn-Saran-Verschluss nachgewiesen wurde. Die sensorischen Daten wurden durch analytische Daten gestützt. Die mit Zinn-Saran luftdicht verschlossenen Varianten zeigten höhere Gehalte an Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S), Methanthiol (Methylmercaptan), SO<sub>2</sub> und Aromathiolen von Sauvignon blanc als die Vergleichsvarianten unter weniger gasdichten Verschlüssen. Die erhöhten Gehalte von Methanthiol und H<sub>2</sub>S, beide für Bückser relevant, wurden bereits 2005 mit einem Mangel an Sauerstoff in absolut luftdicht verschlossenen Flaschen in Verbindung gebracht. Sie entstehen unter sehr reduktiven Bedingungen auf rein chemischem Weg aus weniger geruchsaktiven Vorläuferstufen. Dazu zählen ihre an Schwermetalle gebundenen Formen, Disulfide, Thioacetate und schwefelhaltige Aminosäuren.

Die Bildung übelriechender Schwefelverbindungen und daraus resultierender Bücksernoten (verbrannter Gummi, gekochter Kohl, Knoblauch...) wird als reduktive Alterung bezeichnet. Dieser Begriff ist im deutschsprachigen Raum noch wenig bekannt. Die reduktive Alterung ist das Gegenteil der oxidativen Alterung, die auf höhere Aldehyde und damit zusam-

menhängende Aromenoten nach trockenen Kräutern, Honig, gekochtem Gemüse und Ähnlichem zurückzuführen ist.

Die Sauerstoffzufuhr durch den ausgewählten Flaschenverschluss entscheidet darüber, ob die Alterung des Weins mehr in die oxidative oder in die reduktive Richtung getrieben wird. Dabei handelt es sich um eine Gratwanderung. Im Vergleich mit der Zinn-Saran-Dichtscheibe führte eine Erhöhung der OTR von 0 auf 1,5 mg O<sub>2</sub>/Jahr durch Verwendung einer Saranex-Dichtscheibe nach zwei Jahren Flaschenlager zu weniger bückserigen Noten, aber gleichzeitig auch zu einer Verstärkung von Aromenoten oxidativer Alterung.

Solche Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der Dichteinlage und ihrer OTR. Weiterhin stellen sie den Wert des absoluten Sauerstoffabschlusses durch die in Deutschland präferierten Zinn-Saran-Dichtscheiben in Frage. Auf jeden Fall stellen sie den Abfüller vor das Dilemma, zwischen oxidativer und reduktiver Alterung wählen zu müssen. In der gängigen Praxis kann er die Entwicklung jedes einzelnen Weins schwerlich voraussehen.

Bückser, die erst einige Monate nach der Abfüllung und Erteilung der amtlichen Prüfnummer entstehen, werden als Lager- oder Flaschenbückser bezeichnet. Auch in Deutschland haben sie nach der Einführung des Schraubverschlusses eine deutliche Zunahme erfahren. Im Gegensatz zu den Ländern der Neuen Welt, wo diese Problematik angesprochen und aufgearbeitet wird, werden solche Bückser hierzulande aber oft noch ignoriert. In anderen Fällen versucht man, sie durch die gezielte Dosage von Kupfersulfat vor der Abfüllung zu vermeiden.

### Funktionalisierte Dichtscheibe gegen reduktive Alterung

Viele Abfüller verzichten auf eine präventive Kupferdosage zur Vermeidung von Flaschenbücksern. Deshalb fehlt es nicht an Versuchen, Kupfer dem Wein in immobilisierter Form zur Verfügung zu stellen. Und zwar derart, dass es nicht mit dem Wein in Kontakt kommt oder sich gar darin anreichert. Eine technische Lösung besteht darin, das Kupfer auf einem Trägermaterial zu immobilisieren und in eine permeable Polymermembran einzuschließen. Die für Bückser verantwortlichen Thiole und H<sub>2</sub>S diffundieren aus dem Wein durch die Membran zum immobilisierten Kupferpräparat und werden irreversibel an dieses gebunden.



Dieses Konzept wurde auf eine Dichtscheibe für Schraubverschlüsse übertragen. Ihr Aufbau lehnt sich an den der konventionellen Zinn-Saran-Scheibe an, wobei die Zinn- durch eine Aluminiumfolie ersetzt wurde. Das immobilisierte Kupferpräparat befindet sich hinter der letzten, weinseitig aufgetragenen Schicht aus Polyethylen (PE). Die Durchlässigkeit dieser Schicht erlaubt die Migration der böckserverursachenden Moleküle aus dem Wein zum Kupfer, jedoch keine Migration des Kupfers in den Wein. Gleichzeitig ist die absolute Sauerstoff-Barrierewirkung wie bisher bei der Zinn-Saran-Dichtscheibe weiterhin gewährleistet. Das Ziel ist die Erhaltung der Fruchtaromatik durch völligen Sauerstoffabschluss unter gleichzeitiger Minderung der für Lagerböckser verantwortlichen Moleküle. Abbildung 1 zeigt den Aufbau dieser funktionalisierten Dichtscheibe.

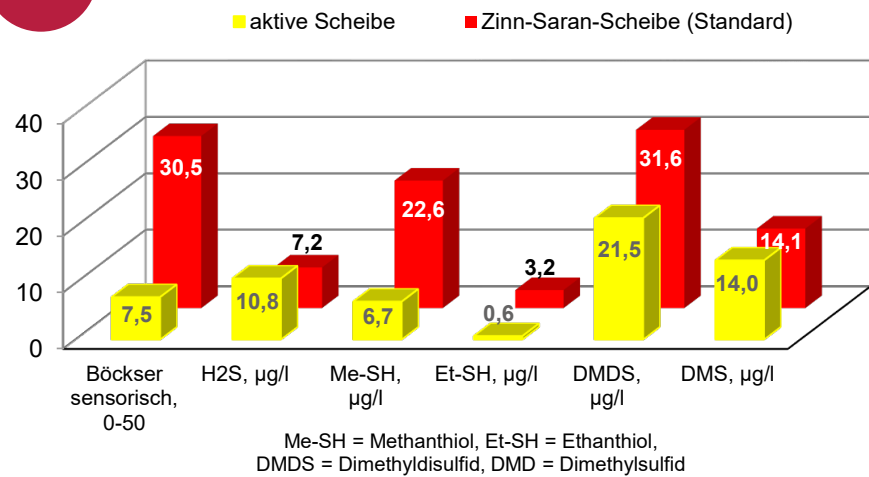
**Wirkung auf Thiole**

In einem ersten Versuch wurde die Wirkung dieser Dichtscheibe auf einen Weißwein (freie SO<sub>2</sub> 40 mg/l, Cu<sup>++</sup> < 0,1 mg/l) überprüft, der mit deutlich erkennbarem Böckser abgefüllt, nach Inertisierung (N<sub>2</sub>) des Flaschenkopfraums verschraubt und stehend gelagert wurde. Die klassische Zinn-Saran-Dichtscheibe diente als Vergleich. Aus Abbildung 2 geht hervor, dass der sensorisch wahrnehmbare Böckser nach acht Monaten Lagerdauer unter der funktionalisierten Dichtscheibe verschwunden war. Die Sensorik steht in Einklang mit dem Verhalten der für Flaschenböckser relevanten Thiole (Methanthiol und Ethanthiol), deren Gehalte unter der aktiven Scheibe auf einen Bruchteil reduziert wurden. Die gleichzeitige Differenzierung des Gehaltes von Dimethyldisulfid zeigt, dass sich die Wirkung dieser aktiven Dichtscheibe indirekt auch auf Disulfide erstreckt.

**Wirkung auf Vorläuferstufen von Böcksern**

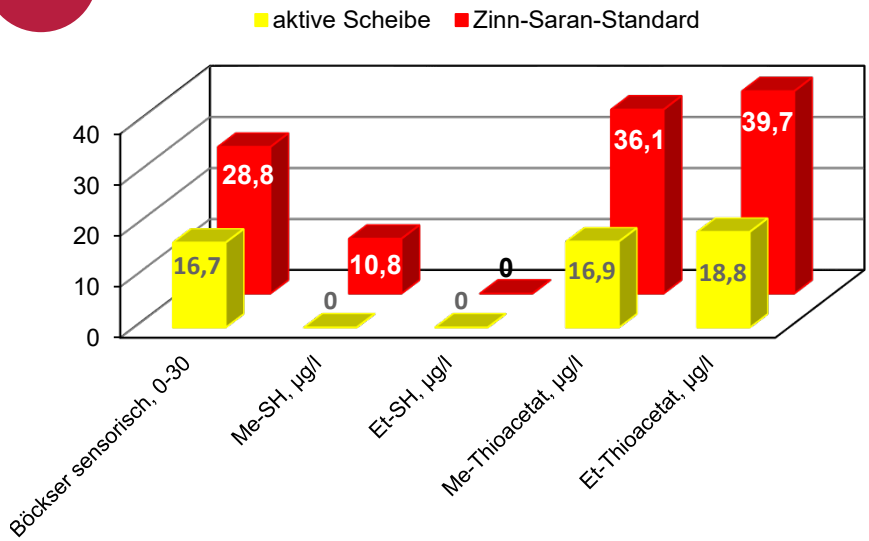
Disulfide und Thioacetate sind wesentliche Vorläuferstufen von stark stinkenden Thiolen und daraus resultierenden Lagerböcksern. Damit das innovative Konzept tatsächlich funktioniert, muss eine funktionalisierte Dichtscheibe auch in der Lage sein, Thiole in dem Maße abzufangen, wie sie in der Flasche aus ihren Vorläuferstufen entstehen. Deshalb wurden in weiteren Versuchen Weine mit diesen

**Abb. 2**



Thiole: Entwicklung der Gehalte flüchtiger S-Verbindungen und von sensorisch wahrnehmbarem Böckser eines böcksernden Weins (Chardonnay, Pfalz) nach acht Monaten Flaschenlager (stehend, dunkel, 20 °C) unter Schraubverschlüssen mit verschiedenen Dichtscheiben

**Abb. 3**



Thioacetate: Entwicklung der Gehalte flüchtiger S-Verbindungen und von sensorisch wahrnehmbarem Böckser nach acht Monaten Flaschenlager (stehend, dunkel, 20 °C) unter Schraubverschlüssen mit verschiedenen Dichtscheiben, Wein vor der Abfüllung dotiert mit 50 µg/l Methylthioacetat und 50 µg/l Ethylthioacetat

Vorläuferstufen angereichert, unter inerten Bedingungen abgefüllt, mittels mit entsprechenden Dichtscheiben ausgestatteten Schraubverschlüssen verschlossen und gelagert.

Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse für Thioacetate. Nach acht Monaten Flaschenlager betragen ihre Gehalte unter der aktiven Dichtscheibe nur noch 47 % von denen unter der Zinn-Saran-Scheibe. Thioacetate können jedoch direkt

mit Kupfer reagieren. Ihre Abreicherung erklärt sich aus einer Verschiebung des dynamischen Gleichgewichtes zwischen ihnen und den entsprechenden Thiolen während der Lagerung. Die dabei entstehenden Thiole werden durch die Aktive Scheibe adsorbiert. Diese Adsorption der Thiole beschleunigt den Zerfall der Thioacetate und führt zu ihrer effektiven Minderung. Unter der Zinn-Saran-Dichtscheibe hingegen kommt es zu einer Akkumu-

lation der entstandenen Thiole und höheren Gehalten an Thioacetaten, woraus eine doppelte Intensität des sensorisch wahrnehmbaren Böckers resultiert.

Analoge Versuche wurden nach Anreicherung eines Weins mit Disulfiden durchgeführt. Nach acht Monaten Lagerdauer unter Sauerstoffabschluss führte die funktionalisierte Dichtscheibe im Vergleich mit der Zinn-Saran-Dichtscheibe zu einer Minderung von Dimethyldisulfid um 75 % und von Diethyldisulfid um 100 %. Gleichzeitig trat unter der Zinn-Saran-Scheibe eine Akkumulation von Methanthiol auf, die unter der aktiven Dichtscheibe ausblieb, mit der Folge, dass diese die Intensität des sensorisch wahrnehmbaren Böckers annähernd halbierte. Da Disulfide nicht direkt mit Kupfer reagieren können, ist anzunehmen, dass sie zunächst zu Thiolen reduziert und als solche an die aktive Scheibe gebunden werden.

**Wirkung auf Aromathiole**

Von besonderem Interesse war ein Einfluss der funktionalisierten Scheibe auf Aromathiole. Bei diesen handelt es sich um schwefelhaltige Aromastoffe mit einem Geruch nach tropischen Früchten, die ähnlich sensibel auf Kupfer und Sauerstoff reagieren wie die für Böckser verantwortlichen stinkenden Thiole. In Weinen aus Sauvignon blanc und wenigen anderen Rebsorten liegen sie in sensorisch signifikanten Konzentrationen vor.

Tabelle 1 zeigt die Resultate eines Sauvignon blancs nach zwölf Monaten Flaschenlager im Vergleich mit der Zinn-Saran-Scheibe. Die prozentualen Verluste der Aromathiole bewegten sich unterhalb der sensorischen Signifikanz. Sie waren ungleich geringer als die der für Böckser verantwortlichen Verbindungen. Offensichtlich wirkt die PE-Schicht, welche die aktive Schicht der Dichtscheibe vom Wein trennt, als eine Art von Molekülfilter. Sie lässt die niedermolekularen Böckserthio-



Untersucht wurde auch, wie die funktionalisierte Dichtscheibe Aromathiole beeinflusst, die nach tropischen Früchten riechen und sensibel auf Kupfer und Sauerstoff reagieren. *Foto: DWI*

le (Methan- und Ethanthiol) leichter passieren als die höhermolekularen Aromathiole.

**Ergebnisse im großtechnischen Maßstab**

In einem vergleichenden Großversuch mit 21 Weinen in Australien und Neuseeland zeigte die funktionalisierte Dichtscheibe im Vergleich mit der traditionellen Zinn-Saran-Scheibe eine identische und kaum messbare OTR von annähernd 0,0 mg O<sub>2</sub>/Jahr. Dementsprechend waren auch die SO<sub>2</sub>-Verluste während der Lagerung vergleichbar gering.

Über einen Zeitraum von 24 Monaten war keine Zunahme des Kupfergehaltes in den mit der funktionalisierten Dichtscheibe verschlossenen Flaschen zu beobachten. Die Daten für OTR und Kupfer

belegen, dass die sensorisch als Böckser wahrgenommenen Schwefelverbindungen ausschließlich durch irreversible Bindung an das in der neuen Dichtscheibe immobilisierte Kupfer gemindert werden. Die Summe der erhaltenen Resultate deutet daraufhin, dass trotz Lagerbedingungen unter einem hermetisch dichtenden Schraubverschluss die reduktive Alterung durch Bildung geruchlich störender Thiole deutlich gemindert werden kann, ohne den Wein mit Kupfer anzureichern. Gleichzeitig vermag der Sauerstoffabschluss die oxidative Alterung vollständig zu unterbinden. Oxidative Alterung und reduktive Alterung als entgegengesetzte Problemfelder verlieren unter diesen Bedingungen ihre Bedeutung.

Weine, die keine Veranlagung zur Ausbildung eines Flaschenböckers zeigen, verhalten sich unter der funktionalisierten Scheibe genau wie unter der Zinn-Saran-Scheibe. In solchen Fällen ist nur eine Minderung von Methanthiol von durchschnittlich 27 % zu beobachten, was eine sensorische Differenzierung ausschließt. Die funktionalisierte Dichtscheibe gegen reduktive Alterung ist inzwischen unter dem Handelsnamen Alkovin active kommerziell verfügbar.

**Zusammenfassung**

Schraubverschlüsse unterscheiden sich durch die Sauerstoff-Barrierewirkung ihrer Dichteinlagen. Zu viel Sauerstoff fördert die oxidative Alterung, zu wenig Sauerstoff fördert die reduktive Alterung. Die reduktive Alterung unter hermetisch dichtenden Flaschenverschlüssen ist auf die Bildung erhöhter Gehalte von Thiolen und H<sub>2</sub>S zurückzuführen, deren Geruch an Böckser erinnert. Als Alternative zur Vorbeugung durch präventive Dosage von Kupfersulfat vor der Abfüllung wurde eine funktionalisierte Dichtscheibe für Schraubverschlüsse entwickelt. Sie fängt die für Flaschenböckser verantwortlichen Thiole zum Großteil ab und schützt gleichzeitig durch ihre Sauerstoff-Barrierewirkung die Fruchtaromen vor oxidativer Alterung.

Tab. 1: Wirkung der aktiven Dichtscheibe auf die Gehalte der Aromathiole in Sauvignon blanc nach zwölf Monaten Flaschenlager

	aktive Dichtscheibe	Zinn-Saran-Scheibe	Veränderung gegenüber Zinn-Saran
4-Mercapto-4-methylpentan-2-on	1,53 µg/l	1,52 µg/l	+ 0,7 %
3-Mercaptohexan-1-ol	1 018 µg/l	1 042 µg/l	- 2,3 %
3-Mercaptohexylacetat	3,37 µg/l	5,4 µg/l	- 17,9 %
Benzylmercaptan	2,27 µg/l	3,18 µg/l	- 28,6 %

**Literatur**

Die Literaturliste kann beim Autor erfragt werden.