



Abb. 1: Eaton Beco-LiquiControl2-Index-Messgerät

Eine sorgfältige Selektion von Filtrationslösungen bringt bei vielen Prozessen entscheidende Vorteile mit sich: Verbesserung der Produktqualität, Minimierung von Ausfallzeiten, Verringerung des Wartungsaufwandes und Reduzierung der Entsorgungskosten. Doch nicht nur der Filter an sich ist entscheidend, auch der richtige Umgang mit den Filtermedien, damit verbundene Prozesse sowie Erfahrung und Detailwissen tragen zu einem wirtschaftlichen Filtrationsergebnis bei. Ziel ist es, mithilfe einer optimalen Abstimmung all dieser Aspekte, das volle Potenzial der Filterstandzeiten auszuschöpfen. Dazu gehört besonders, eine frühzeitige Verblockung zu vermeiden.

In der Wein- und Sektfiltration werden Tiefen- und Membranfilterkerzen eingesetzt (s. Abb. 2). Durch den fachgerechten Umgang mit

# Filterkerzen richtig einsetzen

**Verblockungen vermeiden** Um das volle Potenzial der Filterstandzeiten auszuschöpfen, ist es wichtig, frühzeitige Verblockungen zu vermeiden. Wichtige Aspekte zum fachgerechten Umgang mit Filterkerzen zeigen hier Elke Brandscheid und Dieter Speh, Eaton Technologies Langenlonsheim.

Filterkerzen und gezielte Maßnahmen können die Ursachen der Verblockungen behoben werden. Bei der Prozessoptimierung beziehungsweise Fehlersuche können der Weinausbau und die Filtrationsparameter Gründe für frühzeitige Verblockungen liefern.

## Unterschiede zwischen Membran- und Tiefenfilterkerzen

Filterkerzen unterscheiden sich neben ihren Abscheideraten durch weitere Eigenschaften. Um die Auswahl einer geeigneten Filterkerze für die jeweilige Filtrationsanwendung in der Wein- und Sektbereitung zu erleichtern, sind diese in Tabelle 1 gegenübergestellt.

Membranfilterkerzen sind immer plissiert, da eine große Oberfläche benötigt wird. Mit absoluten Abscheideraten von 0,45 µm und 0,65 µm werden sie in der Abfüllfiltration als „Polizeifilter“ zur mikrobiologischen Stabilisierung eingesetzt.

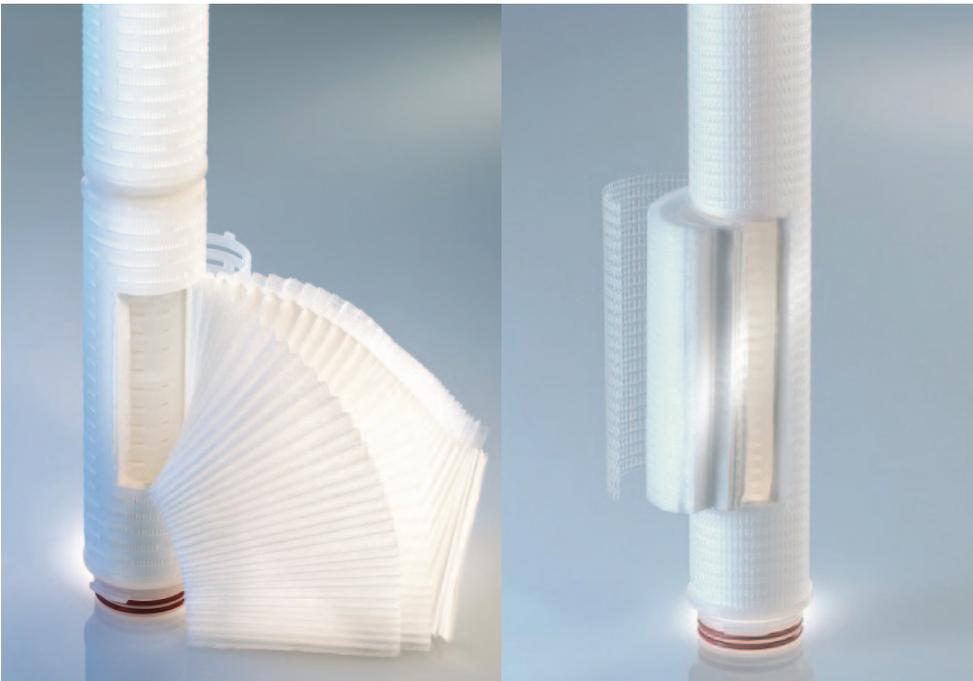
Tiefenfilterkerzen gibt es in gewickelter oder plissierter Ausführung. Zur Wein- und Sektfiltration werden gewickelte Tiefenfilterkerzen bevorzugt. Die Vliese werden, von grob nach fein, auf den Innenstützkörper aufgewickelt. Das Filtermaterial wird dadurch nach innen immer dichter. Diese abgestufte Wicklung ermöglicht eine fraktionierte Tiefenfiltration und erhöht den Reinigungserfolg in der Regenera-

tionsphase, wenn die Filterkerzen rückwärts freigespült werden. Die Struktur der Vliese kann ein breites Partikelspektrum aufnehmen und zurückhalten. Durch die abgestufte Wicklung lassen sich aufgenommene Partikel in der Regenerationsphase leicht entfernen und die Tiefenfilterkerzen können wiederverwendet werden. Das ermöglicht längere Standzeiten. Die Wicklung erhöht zusätzlich die mechanische Stabilität und es kann mit höheren Drücken, im Vergleich zu plissierten Tiefenfilterkerzen, regeneriert werden. In der Feinfiltration halten Tiefenfilterkerzen membranverblockende Substanzen weitgehend zurück und schützen damit die nachgeschalteten Membranfilterkerzen. Besonders eignen sich dafür Tiefenfilterkerzen mit einer nominellen Abscheiderate von 0,2 µm oder 0,3 µm.

## Verblockende Substanzen

Der zu filtrierende Wein enthält Substanzen unterschiedlicher Partikelgrößen, wie zum Beispiel Kieselgur, Hefen, Bakterien, Eiweiße, Glucane, Pektine und Polyphenole, die Verblockungen verursachen können. Während der Vorfiltration werden Partikel, wie Kieselgur und Hefen, in der abgestuften Vliesmatrix der Tiefenfilterkerzen zuverlässig zurückgehalten sowie Bakterien und Glucane reduziert. Die Menge an Pektinen, Eiweißen und

Tab. 1: Unterschiedliche Eigenschaften von Membran- und Tiefenfilterkerzen		
	Membranfilterkerzen	Tiefenfilterkerzen
Material	Plissiertes hydrophiles Polyethersulfon (PES) bzw. Polyvinylidenfluorid (PVDF)	Gewickeltes oder plissiertes, hydrophobes Polypropylen (PP)
Einsatz	Sterilfiltration	Klär-, Feinfiltration und zum Schutz der Membranfilterkerzen
Wirkungsweise	Abtrennung verblockender Substanzen an der Oberfläche	Abtrennung verblockender Substanzen in der Vliesmatrix durch Siebwirkung
Abscheiderate	<b>Absolute Abscheiderate:</b> LRV-Wert (log reduction value), Bestimmung mit Testkeimen	<b>Nominelle Abscheiderate:</b> β-ratio oder Rückhalteeffizienz, Bestimmung mit definierten Partikeln; per Definition haben diese Filterkerzen eine absolute Abscheiderate bei β-ratio ≥ 5 000 oder einer Rückhalteeffizienz ≥ 99,98 %
Wirtschaftliche Standzeit pro 30"-Filterkerze	150 000 – 400 000 Liter	150 000 – 800 000 Liter



Fotos: Eaton

**Abb. 2:** Links Membranfilterkerze, rechts Tiefenfilterkerze

Polyphenolen wird in dieser Filtrationsphase leicht verringert.

**Ursachen für Verblockungen**

Die Ergebnisse interner Kerzenanalysen zeigen, dass Filterkerzen sehr unterschiedlich verblocken. Verblockungen von Membranfilterkerzen sind an der Oberfläche und in der Matrix zu finden. Die Ursachen sind häufig Feinkolloide und Bakterien. Mittels spezieller Analysengeräte sind weitere Auswertungen möglich.

Verblockungen von Tiefenfilterkerzen können die inneren, mittleren oder äußeren Vliese belegen und werden meist durch Partikel ausgelöst. Durch den Eisentest, Kupfertest, Abtrag von Belägen und die Mikroskopie kann die Schmutzfracht leicht analysiert werden. Die Testergebnisse liefern oftmals die Grundlage für die Lösung des Verblockungsproblems.

Verblockungsbeispiele aus der Praxis zeigt Tabelle 2. In Tabelle 3 sind häufige Auslöser und Ursachen für Filterkerzenverblockungen

und entsprechende Empfehlungen zur Vermeidung zusammengefasst.

Läuft eine Abfüllfiltration nicht reibungslos, liegt die Ursache meist in der schlechten Filtrierbarkeit der Weine und Servicemedien, wie Spülwasser und Dampfcondensat. Für einen optimalen Filtrationsprozess sollte die Filtrierbarkeit des Weins und gegebenenfalls die Qualität der Servicemedien vor Filtrationsbeginn bestimmt werden.

**Bestimmung der Filtrierbarkeit mittels Indexmessung**

Zur Bestimmung der Filtrierbarkeit füllfertiger Weine, von Sekt sowie von Servicemedien kann beispielsweise das Beco LiquiControl2-Indexmessgerät von Eaton eingesetzt werden. Die Bestimmung ermöglicht:

- Rechtzeitiges Einleiten von Maßnahmen zur Verbesserung der Filtrierbarkeit und Reduzierung der Stillstandzeiten
- Bestmögliche Ermittlung der Regenerationsintervalle

- Überprüfung der Servicemedien
- Optimale Auslegung der Filterkerzenanlagen

Zur Messung der Filtrierbarkeit füllt der Bediener 2,2 Liter oder 3,2 Liter füllfertigen Wein in den Vorratsbehälter des Indexmessgeräts und legt eine 0,45 µm-Flachfiltermembran in den Filterhalter ein. Nach dem Systemstart entlüftet er es. Das Indexmessgerät baut automatisch einen voreingestellten Überdruck von 1 bar auf und filtriert den Wein über die eingelegte Membrane. Liegt der Flux (Durchfluss) bei 50 ml/Minute gilt die Membrane als verblockt und das Gerät stoppt die Filtration automatisch. Anhand der erzielten Filtratmenge wird die Filtrierbarkeit des Weins ermittelt (s. Tab. 4). Bei einem Zweischichtbetrieb ist zusätzlich der Endflux bei 3 Litern von Bedeutung. Dieser Wert sollte mehr als 200 ml/Minute betragen. Bei schwer filtrierbaren Weinen verbessert eine zusätzliche enge Vorfiltration die Filtrierbarkeit, indem sie Mikroorganismen und Feinkolloide reduziert.

Die Filtration der Servicemedien ist unbedingt notwendig, da Partikel und Verunreinigungen den Reinigungserfolg der Filterkerzen erheblich mindern oder sie beschädigen können. Die Testmembranscheiben aus dem Indexmessgerät werden zusätzlich zu den Testergebnissen optisch beurteilt und gegebenenfalls im Labor analysiert.

**Filterauslegung unter Berücksichtigung von Anströmgeschwindigkeit und Differenzdruck**

Während der Weinfiltration kann es zu einer frühzeitigen Filterverblockung kommen. Je nach Schmutzfracht im Wein verstopfen beziehungsweise verblocken die jeweiligen Filterstufen.

Die richtige Auslegung der Membran- und Tiefenfilterstufen ist die Voraussetzung für ein gutes und wirtschaftliches Filtrationsergebnis. Folgende Faktoren sollten vor der Auslegung bekannt sein:

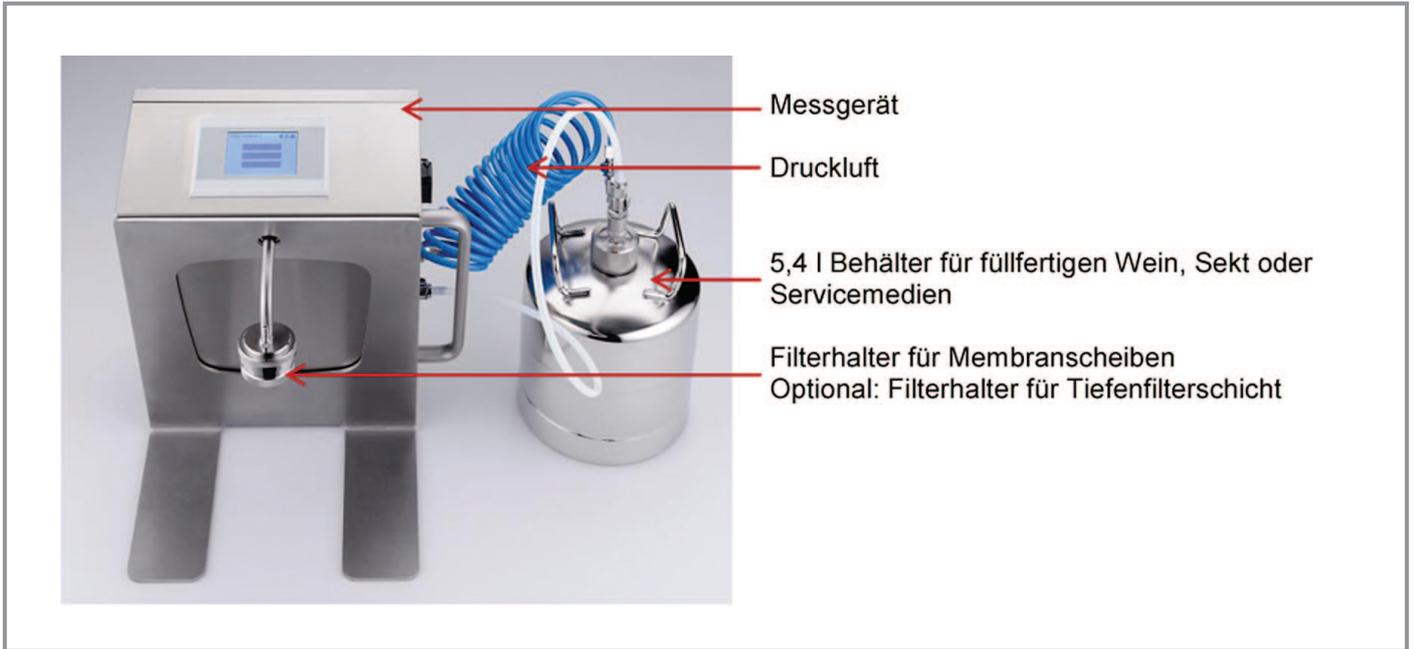
- Filtrationsanforderungen und -ziele
- Anströmgeschwindigkeit
- Filtrierbarkeit des abzufüllenden Weins

Unter dem Anfangsdifferenzdruck versteht man den Differenzdruck (Widerstand in der Filterkerze) zu Beginn der Filtration bei kon-

**Tab. 2:** Verblockungsbeispiele aus der Praxis

				
Kieselgurverblockung, Leckage an den Kieselgur-sieben	Partikelverblockung der äußeren Vliese in Filtrationsrichtung und filtratseitige Verblockung der inneren Vliese durch gelöste Partikel aus der chemischen Reinigung	Verblockung der äußeren Vliese durch groben Produktschmutz	Filtervliese sind stark mit Schmutz und Eisen aus dem Spülwasser belegt	Verschmutzte Membranoberfläche

Fotos: Eaton



Messgerät  
 Druckluft  
 5,4 l Behälter für füllfertigen Wein, Sekt oder Servicemedien  
 Filterhalter für Membranscheiben  
 Optional: Filterhalter für Tiefenfilterschicht

Foto: Eaton

Abb. 3: Beco LiquiControl2-Indexmessgerät von Eaton mit angeschlossenem Vorratsbehälter

stantem Durchfluss. Er sollte bei einer neuen Filterkerze unter 0,2 bar liegen, um hohe Standzeiten und ein rechtzeitiges Einleiten des Reinigungsprozesses (bei maximal 0,5 bar) zu gewährleisten. Dies wird mit den passenden Anströmgeschwindigkeiten erreicht. Sie liegen für die zuvor genannten Fil-

terkerzentypen zwischen 400 und 700 Litern pro Stunde für 30-Zoll-Beco-Filterkerzen. Hohe Druckdifferenzen (großer Widerstand in der Filterkerze) führen zu einem früheren Verblocken. Der Druckverlauf ist dann nicht mehr linear, sondern exponentiell und muss an den Manometern der Filterkerzengehäuse

regelmäßig kontrolliert werden. Der Differenzdruck ( $\Delta p$ ) gibt die Differenz zwischen Eingangsdruck ( $p_E$ ) und Ausgangsdruck ( $p_A$ ) an und wird in bar oder mbar (1 bar = 1 000 mbar) angegeben. Der maximal zulässige Differenzdruck während der Filtration, Regeneration oder Sterili-

Tab. 3: Auslöser und Ursachen für Filterkerzenverblockungen und Empfehlungen zur Vermeidung		
Auslöser	Ursachen	Empfehlungen
Produkt	Zugabe von Behandlungs- und Stabilisierungsmitteln, etwa Metaweinsäure, CMC, Gummi arabicum, Tannin etc.	Zugabezeitpunkt gemäß Herstellerangaben beachten, enge Vorfiltration
	Feinkolloide (Maischeerhitzung, Traubenfäulnis, Hefelager)	Enzyme in der Weinbereitung einsetzen, z. B. SIHA Panzym Fino G Enzym
	Filterverblockung durch Feinkolloide, Größe < 0,5 µm, Zusammenlagerung feinsten Teilchen bereits nach wenigen Stunden	Vorfiltration und Flaschenabfüllung nur wenige Stunden versetzt durchführen (Sicherstellung durch Index-Messung)
	Weinqualität und Jahrgangsprobleme	Große Keimbelastung, pH-Wert > 3,7, enge Vorfiltration
Servicemedien	Keine Kalt- und Heißwasserfiltration	Wasserfiltration über 1,0 – 0,5 µm Beco Protect PG-Tiefenfilterkerzen (auch zweistufige Filtration)
	Keine Dampffiltration	Dampffiltration über 10 µm Beco Protect KM-Edelstahlkerzen
Filter (Regeneration)	Heißwassertemperatur < 70 °C, unzureichende Heißwassermenge	Heißwassertemperatur > 75 °C, ideal 80 – 85 °C, mindestens 30 l/30"-Kerze, „frühzeitige Reinigung bei $\Delta p < 0,5$ bar“
	Restverblockung (Beispiel: 0,4 bar Differenzdruck, d. h. ca. 50 % der Filterfläche ist belegt!)	Einwirken von Heißwasser über Nacht oder chemische Reinigung
Filter (Auslegung)	Zu hohe Anströmleistung	<b>Anströmung der Membrane 0,45 µm:</b> 400 l/30"-Kerze: Wein schwer filtrierbar Bis 700 l/30"-Kerze: Wein leicht filtrierbar <b>Anströmung der Tiefenfilterkerzen 0,3 µm:</b> 400 l/30"-Kerze: Wein schwer filtrierbar Bis 500 l/30"-Kerze: Wein leicht filtrierbar
Filter (Kombination)	Zu offene Vorfiltration	<b>Prozessoptionen zur Vorfiltration vor Membranfilterkerzen 0,45 µm:</b> • Beco Steril S- oder Becopad 115C-Tiefenfilterschichten • Beco Protect PG- (0,3 µm), FS- (0,2 µm) oder Beco Protect CS 115-Tiefenfilterkerzen <b>Prozessoptionen zur Vorfiltration vor Membranfilterkerzen 0,65 µm:</b> • Beco Protect Steril- oder Becopad 115C-, 170-Tiefenfilterschichten • Beco Protect PG-Tiefenfilterkerzen (0,6 µm, 0,3 µm) oder Beco Protect CS 115-, 170-Tiefenfilterkerzen

sation ist abhängig von der Temperatur. Damit die Filterkerzen nicht beschädigt oder zerstört werden, muss er stets eingehalten werden.

Der Enddifferenzdruck ist der Differenzdruck zum Filtrationsende beziehungsweise bei Abbruch der Filtration durch frühzeitige Verblockung. Für eine einfache und erfolgreiche Reinigung der Filterkerzen sollte er bei  $\leq 0,5$  bar liegen. Als Faustregel gilt: Ist der Enddifferenzdruck doppelt so hoch wie der Anfangsdifferenzdruck (bei gleichem Durchfluss), sind bereits zirka 50 Prozent der Filterfläche verblockt. Je früher eine Reinigung durchgeführt wird, desto effektiver ist sie. Bei Differenzdrücken über 1 bar sind die Filterkerzen mit Kalt- und Heißwasser kaum noch freizuspülen.

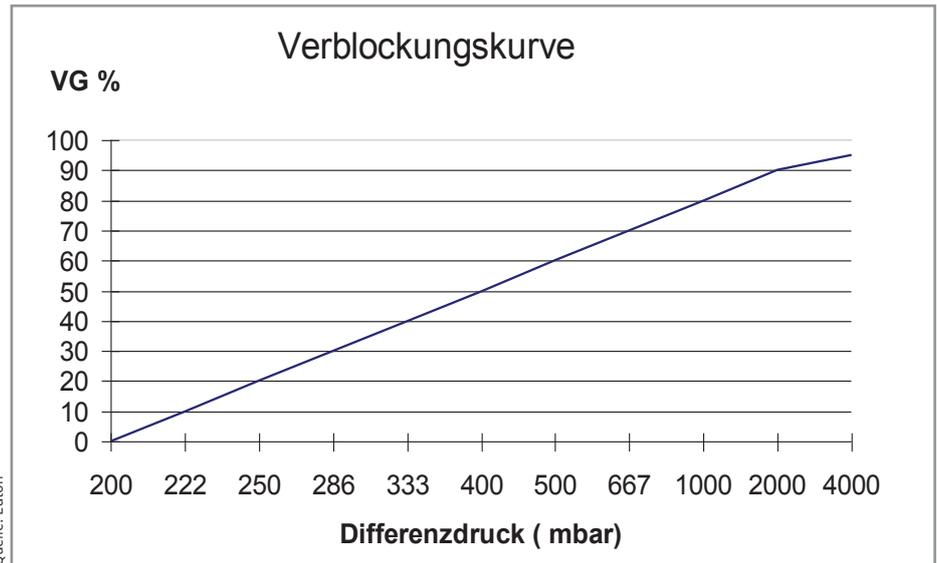
**Regenerationsempfehlungen mit Kalt- und Heißwasser**

Eaton empfiehlt, Filterkerzen bei einem Differenzdruck von  $\leq 0,5$  bar ( $\leq 500$  mbar, siehe Abb. 4), in jedem Fall jedoch nach jeder Filtration, zu regenerieren. Dabei werden Membranfilterkerzen in Filtrationsrichtung, gewickelte Tiefenfilterkerzen entgegen der Filtrationsrichtung gespült. Die Anströmgeschwindigkeit für Kalt- und Heißwasser richtet sich dabei nach der Anströmgeschwindigkeit, die zur Filtration des Weins verwendet wird.

**Vorgehensweise im Regenerationsprozess**

- Spülen der Filterkerzen mit Kaltwasser bei 1 bis 1,5-facher Anströmgeschwindigkeit und 0,5 bar Gegendruck bis klares Wasser fließt (2 bis 5 Minuten)
- Spülen der Filterkerzen mit Heißwasser (80 °C) bei 1 bis 1,5-facher Anströmgeschwindigkeit und zirka 40 Litern pro 30 Zoll-Filterkerze bis klares Wasser fließt (10 bis 15 Minuten)
- Zur Verbesserung der Regenerationswirkung: Heißwasser im Filtergehäuse über Nacht stehen lassen, danach entleeren und mit Kaltwasser spülen

Eine chemische Reinigung wird notwendig, wenn die Heißwasserspülung nicht mehr aus-



Quelle: Eaton

**Abb. 4: Verblockungskurve: Je höher der Differenzdruck ist, desto stärker ist die Filterfläche mit verblockenden Substanzen belegt (VG bedeutet Verblockungsgrad).**

reicht, etwa wenn der Differenzdruck zum Filtrationsbeginn über 0,5 bar liegt. Nach der Regeneration der Kerzen werden die Gehäuse oft mit Dampf oder Heißwasser sterilisiert.

**Fazit**

Membranfilterkerzen verblocken vorwiegend an der Oberfläche. Verursacht werden diese Verblockungen meist durch Bakterien oder Feinkolloide, die beim Weinausbau entstehen können oder über Filtrationszusätze in den Wein gelangen. Tiefenfilterkerzen verblocken in der Tiefe. Die Verblockungsursachen sind häufig Partikel, wie Kieselgur, Hefen, oder Ähnliches, und eine gewisse Schmutzfracht, die die Filtervliese belegt.

**Hilfreiche Empfehlungen zur Vermeidung von Filterkerzenverblockungen**

- Zugabezeitpunkt der Zusätze, wie Metaweinsäure, CMC, Gummi arabicum, Tannin und mehr, entsprechend Herstellerangaben beachten

- Enzyme zur Klärung der Weine einsetzen
- Filtrierbarkeit der Füllvorlagen durch Indexmessung sicherstellen
- Filtration der Servicemedien
- $\leq 0,5$  bar Filterverblockung (Differenzdruck) zulassen, dann sofortige Regeneration einleiten
- Heißwassertemperatur von 80 bis 85 °C für die Regeneration der Filterkerzen sowie eine ausreichende Heißwassermenge
- Einwirken des Heißwassers über Nacht zur Steigerung der Regenerationswirkung
- Empfohlene Anströmgeschwindigkeit beachten
- Bewährte Filterkerzenkombinationen einsetzen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass frühzeitige Filterkerzenverblockungen vom zu filtrierenden Wein, Filterkerzenhandling und von den Filtrationsparametern beeinflusst werden. Häufig gibt es mehrere Fehlerquellen. Nur ein ganzheitliches Konzept führt zu einem wirtschaftlichen Filtrationsergebnis. Neben der Filtrierbarkeit von Wein, Sekt und Servicemedien müssen die Auslegung der Filterstufen, Filterkombinationen (Vor- und Endfilter), Anströmgeschwindigkeiten sowie die Regenerationsprozesse auf jeden Betrieb individuell zugeschnitten werden.

Filterkerzen ermöglichen bei richtiger Arbeitsweise und unter Berücksichtigung der genannten Aspekte und Details eine effektive, kostengünstige, moderne und sichere Filtration. Häufig sind entsprechende Unterstützung und Serviceleistungen notwendig, um alle Parameter optimal aufeinander abzustimmen. Die langjährigen Praxiserfahrungen von Eaton als Partner, der mit den Kunden vor Ort individuelle Lösungen entwickelt, tragen wesentlich zur Erreichung der Ziele bei: sehr gute Standzeiten, gesteigerte Wirtschaftlichkeit und eine ausgezeichnete Wein- und Sektqualität. ■

Tab. 4: Erfahrungswerte zur Einstufung der Filtrierbarkeit über 0,45 µm PVDF-/PES-Membran mit 47 mm Durchmesser (Testmembranscheibe)		
Einschichtbetrieb	Zweischichtbetrieb	
Probenmenge: 2 200 ml	Probenmenge: 3 200 ml	
Wein/Sekt (ml)	Wein/Sekt (ml)	Bemerkungen
> 2 000	> 3 000	Leicht filtrierbar
1 700 – 2 000	2 500 – 3 000	Durchschnittlich filtrierbar
< 1 700	< 2 500	Schwer filtrierbar
Kalt-/Heißwasser		
Probenmenge: 5 200 ml		
> 5 000 ml (Endflux > 350 ml/Minute)		Optimale Wasserqualität
Dampfkondensat		
Probenmenge: 2 200 ml		
> 2 000 ml (Endflux > 350 ml/Minute)		Optimale Dampfqualität