



Beco Vorfilterkerzen und Beco-Membranfilterkerzen von Eaton können optimal für das gewünschte Filtrationsziel kombiniert werden.

Foto: Eaton Technologies GmbH

kommt es mit allen Materialien und Geräten in Kontakt. Und ist es nicht filtriert, transportiert es seine Partikel durch den gesamten Prozess bis in die Flasche. Da sich einige Partikel negativ auf den Prozess oder das zu filtrierende Produkt auswirken können, lohnt es sich, das Prozesswasser genauer zu untersuchen.

Leitungs- oder Brunnenwasser?

In der Getränkeindustrie wird hauptsächlich Leitungswasser (Trinkwasser) und Brunnenwasser (Quellwasser) verwendet. Es dient als Kesselspeisewasser und Reinigungs- oder Spülwasser für Flaschen, Behälter, Kellereigerätschaften und Abfüllanlagen (inklusive Filtermedien). Dabei muss es hohe Reinheitskriterien erfüllen. Die physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Eigenschaften von Leitungswasser sind in der Trinkwasser-Verordnung festgelegt. Darin heißt es: „Trinkwasser muss so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit insbesondere durch Krankheitserreger nicht zu besorgen ist. Es muss rein und genusstauglich sein.“ Ebenfalls regelt sie klar das mikrobiologische Profil. Gemäß Anlage 3 darf der Richtwert von 100 cfu/ml (Bebrütungstemperatur 20 °C ± 2 °C und 36 °C ± 1 °C) nicht überschritten werden. In desinfiziertem Trinkwasser liegt der Richtwert nach Abschluss der Aufbereitung sogar bei 20 cfu/ml (Bebrütungstemperatur 20 °C ± 2 °C). Damit Trinkwasser als rein und genusstauglich definiert wird, muss es nahezu frei von Krankheitserregern, wie Escherichia coli (E. coli), coliforme Bakterien oder Fäkalstreptokokken, sein. Werden im mikrobiologischen Nachweisverfahren (100-ml-Maßstab) Fäkalstreptokokken gefunden, ist es nicht genusstauglich. Der Grenzwert für E. coli und coliforme Bakterien gilt als eingehalten, wenn von 40 Untersuchungen mindestens 95 % frei von coliformen Bakterien sind.

Brunnenwasser (Quellwasser) hat seinen Ursprung in einem unterirdischen Wasservorkommen und kann aus einer oder mehreren natürlichen oder künstlich erschlossenen

Nicht nur klar, sondern rein

Bedeutung und Einfluss von Prozesswasser Zur Herstellung von Produkten wird Prozesswasser benötigt. Dr. Ilona Schneider, Eaton Technologies Langenlonsheim, erläutert die hohen Anforderungen an die Wasserqualität und somit auch an die Wasseraufbereitung.

Wenn Filtermedien frühzeitig verblocken oder nicht die Leistung erzielen, für die sie ausgelegt sind, hilft eine Prozessanalyse, um dem Problem auf den Grund zu gehen. In vielen Fällen stellt sich dabei heraus, dass die

Problematik nicht in der ineffektiven Kombination der Filtermedien oder schlechten Filtrierbarkeit des Endprodukts liegt, sondern eine ganz andere Ursache hat – das Prozesswasser. Als Reinigungs- oder Spülwasser

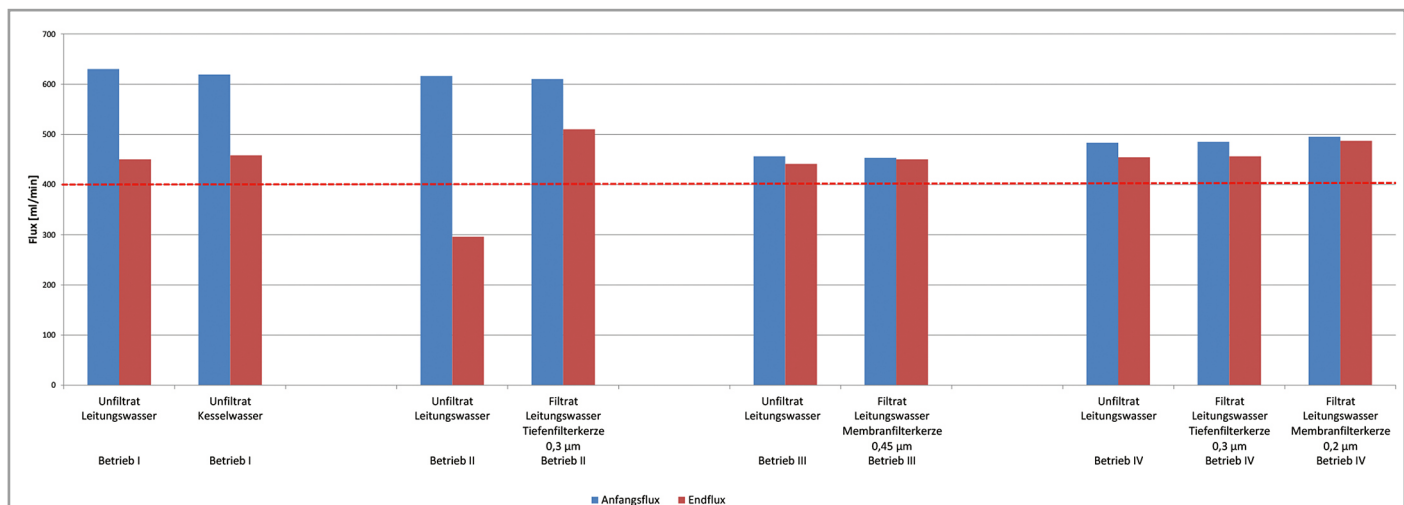


Abb. 1: Ergebnisse der Filterindex-Messungen von Unfiltrat- und Filtratproben in fünf Weinabfüllbetrieben.

Tab. 1: Gängige Filterkerzen und -kombinationen zur Aufbereitung von Prozesswasser aus der Praxis

Weinabfüllbetrieb	Quelle des Prozesswassers	Abscheiderate Tiefenfilterkerze	Abscheiderate Membranfilterkerze
Betrieb I	Leitungswasser	Keine	Keine
Betrieb II	Leitungswasser	0,3 µm	Keine
Betrieb III	Leitungswasser	Keine	0,45 µm
Betrieb IV	Leitungswasser	0,3 µm	0,2 µm
Betrieb V	Leitungswasser	30 µm	Keine
Betrieb VI	Leitungswasser	1,0 µm	Keine
Betrieb VII	Leitungswasser	0,2 µm	Keine

Quellen gewonnen werden. Die mikrobiologischen Anforderungen entsprechen den Anforderungen für Trinkwasser. Quellwasser muss ebenfalls nahezu frei von Krankheitserregern sein. Dies ist erfüllt, wenn in einer 250-ml-Probe keine E. Coli, coliforme Bakterien, Fäkalstreptokokken oder *Pseudomonas aeruginosa* nachgewiesen werden können. Weiterhin dürfen 50 ml Quellwasser keine sulfitreduzierenden, sporenbildenden Anaerobier enthalten. Quellwasser darf nur vermehrungsfähigen Arten von Mikroorganismen enthalten, die keinen Hinweis auf eine Verunreinigung beim Gewinnen oder Abfüllen geben.

Die unterschiedlichen Wasserarten können Fremdstoffe und Verunreinigungen molekularer, kolloidaler und grobdispenser Natur enthalten. Um Partikel, Eisen, Kalk, Rost und Sand aus Rohrleitungen, und Mikroorganismen wie Bakterien, Hefen und Schimmelpilze abzutrennen und optimale Wasserqualität sicherzustellen, können Filtrationsverfahren auf die individuelle Prozesssituation angepasst werden. In der Vergangenheit wurden dazu natürliche Tiefenfilter (Kies- oder Sandbettfilter) eingesetzt. Heute sind Tiefen- und Membranfilterkerzen das Mittel der Wahl.

Membranfilterkerzen sind besonders hervorzuheben. Sie tragen zur Prozesssicherheit bei, da sie vor der Filtration auf Integrität, das heißt auf ihre einwandfreie Funktionsfähigkeit, getestet werden können. Gegenüber chemischen Wasseraufbereitungsverfahren mit Chlor und Ozon haben sie zwei wichtige Vor-

teile: Das Wasser ist nach der Filtration geschmacksneutral und sofort verwendbar.

Filtration zur Aufbereitung

In Weinabfüllbetrieben erfolgt die Aufbereitung des Prozesswassers häufig über Filtrationssysteme mit Tiefen- und Membranfilterkerzen, die Partikel und Mikroorganismen abtrennen, oder Aufbereitungsanlagen, die das Prozesswasser enthärten und entmineralisieren. Tabelle 1 zeigt gängige Filterkerzen und -kombinationen, die zur Filtration von Speisewasser für Kessel und die Reinigung von Flaschen, Behältern, Kellereigerätschaften und Abfüllanlagen in unterschiedlichen Weinbetrieben in Deutschland eingesetzt werden (Tab. 1).

Der Praxisquerschnitt zeigt, dass zur Filtration des Prozesswassers Tiefenfilterkerzen in unterschiedlichen nominellen Abscheideraten eingesetzt und je nach Anforderung mit Membranfilterkerzen ergänzt (Betrieb IV) oder ersetzt (Betrieb III) werden. Betrieb I verzichtet auf die Prozesswasserfiltration. Warum ist die Vorgehensweise unterschiedlich, obwohl alle Betriebe Leitungswasser als Prozesswasser verwenden? Um diese Frage zu beantworten, wurde das Prozesswasser der Betriebe I, II, III und IV analysiert.

Filtrierbarkeit und Partikelfracht

Zur Bestimmung der Filtrierbarkeit und Partikelfracht wurde eine Filterindexmessung mit dem Beco LiquiControl₂-Indexmessgerät durchgeführt. Dazu werden fünf Liter Prozesswasser in den Vorratsbehälter des Geräts gefüllt und über eine 0,45 µm Flachfiltermembran (Testmembranscheibe) bei einem konstanten Druck von 1,0 bar filtriert. Der Anfangsflux wird nach 200 ml und der Endflux nach fünf Litern gemessen. Anhand der erzielten Filtratmenge pro Minute wird die Filtrierbarkeit ermittelt. Liegt der Endflux (Durchfluss) über 400 ml/min ist die Wasserqualität optimal. Die untersuchten Proben aller Betriebe konnten vollständig filtriert und als leicht bis durchschnittlich filtrierbar eingestuft werden (Abb. 1). Ist das Prozesswasser schwer zu filtrieren, verbessert eine enge Vorfiltration die Filtrierbarkeit, indem sie Partikel und Verunreinigungen reduziert.

Die Testmembranscheiben werden zusätzlich zu den Filtrierbarkeitsergebnissen optisch beurteilt. Die Beläge geben Aufschluss über die Partikelfracht, mit dem Ferri-Ferro-Test werden die Testmembranscheiben auf Eisenrückstände untersucht. Werden Partikel, wie Eisen, Kalk und Rost nachgewiesen, können sie die Filterkerzen mit einem Schmutzfilm belegen. Dieser reduziert die Filtrationsleistung (Flux) und Standzeit, bis die Filterkerzen vollständig verblocken (Abb. 2 und 3).

In Betrieb I wird unfiltriertes Prozesswasser verwendet. Die Indexmessung ergibt, dass es leicht filtrierbar ist. Der starke Schmutzbelag auf der Testmembranscheibe weist auf eine hohe Schmutzfracht hin und mittels des Ferri-Ferro-Tests wird Eisen nachgewiesen. Der Eisennachweis lässt auf Rostablagerungen im Leitungssystem schließen. Die Eisenbeläge können die Oberfläche der Filtermedien belegen und so ihre Leistungsfähigkeit und Standzeit deutlich reduzieren.

Das Prozesswasser in Betrieb II ist mit einem Endflux von 296 ml/min als schwer filtrierbar einzustufen. Zur Verbesserung der Filtrierbarkeit wird es über eine Tiefenfilterkerze mit einer Abscheiderate von 0,3 µm filtriert. Nach der Kerzenfiltration verbessert sich die Filtrierbarkeit deutlich und der Endflux liegt bei 510 ml/min. Die mikrobiologische Untersuchung wies Bakterien und Hefen im unfiltrierten Prozesswasser nach (Tab. 2). Die Kerzenfiltration entfernte die Hefen und reduzierte die Bakterien.

In Betrieb III hatte ein Schmutzbelag die Testmembranscheibe nach der Indexmessung

FILTRATIONSKONZEPT

Eine erfolgreiche Kombination für die Filtration von Prozesswasser ist Beco Protect PG-Vorfilterkerze (1 µm) und die Beco Membran PS Aqua-Membranfilterkerze (0,2 µm) aus dem Beco-Filterkerzenprogramm von Eaton. Die Polypropylenvliese des Vorfilters sind von grob nach fein abgestuft und bilden einen stabilen, engen Trichter, der ein breites Partikelspektrum zurückhält. So wird das Prozesswasser sehr gut auf die anschließende Membranfilterkerzenfiltration vorbereitet. Das Filtermaterial der Membranfilterkerze besteht aus Polyethersulfon und verfügt über eine hohe Abscheiderate gegenüber Mikroorganismen. Seine spezielle, asymmetrische Porenverteilung optimiert den Durchfluss und maximiert damit Durchflussrate und Standzeit. Die Größe der Filterfläche ist mit 0,75 Quadratmetern pro 10-Zoll-Element so gewählt, dass sie die effektive Anströmung und die mechanische Stabilität gegenüber Druck und hohen Volumenströmen zusätzlich unterstützt. Nach dieser zweistufigen Filtration ist das Prozesswasser frei von Partikeln und Verunreinigungen, welche Flaschen, Behälter, Kellereigerätschaften und Abfüllanlagen (inklusive Filtermedien) belasten.

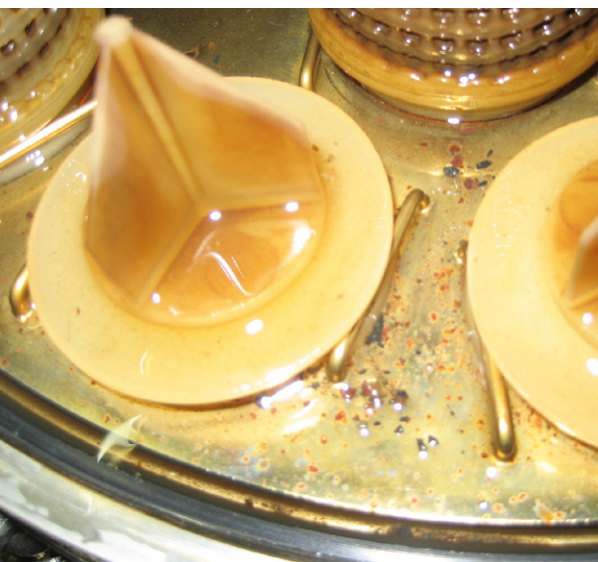
Abb. 2: Eisen- und Schmutzablagerungen auf Kerzengehäuse und Filterkerzen

Foto: Eaton Technologies GmbH

Tab. 2: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung von Wasserproben (Betrieb II)

Probe (Leitungswasser)	Keimbelastung	Identifizierung Bakterien	Identifizierung Hefen
Unfiltrat	~ 50 cfu/ml	<i>Microbacterium spp.</i> , <i>Mycobacterium spp.</i>	<i>Cryptococcus spp.</i> (<i>Candida flavescens</i> oder <i>Candida albidus</i>) <i>Pichia fermentans</i>
Filtrat Tiefenfilterkerze (0,3 µm)	7 cfu/ml	<i>Microbacterium spp.</i>	k. N.
Filtrat Tiefenfilterkerze (0,3 µm)	9 cfu/ml	<i>Microbacterium spp.</i> , <i>Rhodococcus spp.</i>	k. N.

k. N. = kein Nachweis; cfu (colony forming units) = KbE (kolonienbildende Einheiten)

des unfiltrierten Prozesswasser belegt. Nach der Filtration mit einer 0,45-µm Membranfilterkerze waren keine Beläge sichtbar. Die mikrobiologische Untersuchung ergab, dass das Prozesswasser hefe- und bakterienfrei ist, aber eine hohe Kieselsäurekonzentration aufweist. Die Filtrierbarkeit des Wassers ist mit einem Endflux von knapp über 400 ml/min als leicht filtrierbar einzustufen. Auffällig ist, dass sich die Filtrierbarkeit trotz effektiver Filtration nicht weiter verbessert. Das legt die Vermutung nahe, dass die Kieselsäurekonzentration dafür verantwortlich ist.

Betrieb IV hat hohe Anforderungen an die Mikrobiologie des eingesetzten Prozesswassers. Damit es bakterien- und hefefrei ist, werden eine Tiefenfilterkerze mit einer nominellen Abscheiderate von 0,3 µm und eine Membranfilterkerze mit einer absoluten Abscheiderate von 0,2 µm in Reihe geschaltet. Die Indexmessung mit einem Endflux von 487 ml/min ergibt, dass das Wasser leicht filtrierbar ist und die Testmembranscheibe zeigt keine sichtbaren Beläge. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung belegen, dass das Prozesswasser frei von Bakterien und Hefen ist (Daten nicht dargestellt).

Mikrobiologische Belastung

Neben der Bestimmung der Filtrierbarkeit wurde in Betrieb II die mikrobiologische Belastung des Prozesswassers nach dem deutschen Einheitsverfahren und der Trinkwasser-Verordnung für Spülwasser- und Lebensmittelproben analysiert. Dazu wurden Proben des unfiltrierten und des filtrierten Prozesswasser

gezogen. Alle Proben hielten die Grenzwerte der Trinkwasser-Verordnung ein.

Zusätzlich wurden die Unfiltrat- und Filtratproben mikrobiologisch untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung zeigen, dass im Unfiltrat (Leitungswasser) sowohl Bakterien der Gattung *Microbacterium spp.* und *Mycobacterium spp.* als auch Hefen der Gattung *Cryptococcus spp.* und *Pichia fermentans* enthalten sind.

Die Stoffwechselprodukte der *Microbacterium spp.*-Bakterien wirken sich negativ in Getränken aus. Ihr Wachstum wird durch Sauerstoff angeregt. Wachstumshemmend wirken unter anderem Sauerstoffmangel, Temperaturen unter 15 °C und ein pH-Wert von 4,5. *Mycobacterium spp.*-Bakterien kommen im Boden und Wasser vor und gelten als nicht getränkeschädigend. *Cryptococcus spp.* und *Pichia fermentans* sind Atmungshefen. Für ihren Metabolismus benötigen sie viel Sauerstoff. Im Wein können sie nicht überleben, da der Sauerstoffgehalt nicht ausreicht.

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben nach der Filtration zeigen, dass die 0,3-µm-Tiefenfilterkerze die Bakterien *Mycobacterium spp.* und die Hefen abgetrennt hat. *Microbacterium spp.*-Bakterien wurden nicht abgetrennt. Da sie zur Vermehrung Sauerstoff benötigen, können sie im Wein nicht überleben und wirken sich nicht auf die Endproduktqualität und -stabilität aus. Zusätzlich wurden Bakterien der Gattung *Rhodococcus spp.* nachgewiesen. Der Grund dieser Sekundärkontamination ist



Foto: Eaton Technologies GmbH

Abb. 3: Schmutz- und Eisenbelag auf Filterkerzen

unbekannt. Die Bakterien kommen hauptsächlich im Wasser und Boden vor.

Fazit

Prozesswasser aber auch Rohrleitungssysteme haben es in sich. Der Einfluss auf den Produktionsprozess wird in den vorgestellten Praxisergebnissen deutlich. Es kann mit Schmutzpartikeln (Eisen, Kalk, Rost, Sand) und mikrobiologisch (Bakterien, Hefen, Schimmelpilzen) belastet sein. Mit dem Aufdrehen des Wasserhahns verteilen sich die Partikel auf die Produktion bis in die Flasche. Schmutzablagerungen können die Funktionsfähigkeit von Geräten, Anlagen und Filtermedien stark einschränken und zu Hygieneproblemen führen. Auch der Zustand, die Reinigung und Wartung der Anlage und des Rohrleitungssystems sind wichtig. Für den optimalen Ablauf müssen die Filtrationschritte der Flüssigkeitsströme (zu filtrierendes Produkt und Prozesswasser) sowie die Reinigung und Spülung der Anlagen aufeinander abgestimmt sein. Die Bestimmung der Filtrierbarkeit und Identifizierung der Partikelfracht des Prozesswassers hilft, ein geeignetes Filtrationskonzept zu ermitteln. Anhand der Ergebnisse kann die effektivste Filterkerzenkombination ermittelt werden. So werden alle Prozesskomponenten vor Verunreinigungen geschützt und die Effizienz der Filtermedien zur Produktfiltration gesteigert. Dies leistet einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Endproduktqualität. Eine gewünschte hohe Qualität entsteht, wenn das Prozesswasser nicht nur klar, sondern auch rein ist. ■

Tab. 3: Bewährte Filterkerzen und -kombinationen für die Filtration von Prozesswasser mit unterschiedlichen Filtrationszielen inklusive Regenerationsintervallen

Prozess	Filtrationsziel	Filterkerzen	Abscheideraten	Regenerationsintervall
Brunnenwasser ohne Wasseraufbereitung	Abscheidung von Schmutzpartikeln (Sand, Rost) sowie kalk-, bakterien- und hefefreies Wasser	Tiefenfilterkerze Membranfilterkerze	< 1,0 µm 0,2 µm	Täglich
Leitungswasser ohne Wasseraufbereitung	Abscheidung von Schmutzpartikeln (Sand, Eisen)	Tiefenfilterkerze	1,0 µm	Wöchentlich
Leitungswasser mit Wasseraufbereitung (enthärtet, entmineralisiert)	Abscheidung von Schmutzpartikeln und Kalk	Tiefenfilterkerze	< 1,0 µm	Wöchentlich
Spülwasser, Rinser/Abfüllanlage	Hefe- und bakterienfreies Spülwasser	Tiefenfilterkerze Membranfilterkerze	0,3 µm 0,2 µm	Täglich