

# Filtration in der Brauerei, Teil 1: Ein Überblick

**HÖCHSTE BIERQUALITÄT** | Moderne Verfahrenstechnik und Automatisierung optimieren die Prozesse in Brauereien. In Bezug auf Qualität, Geschmack und Haltbarkeit des Biers lohnt der Blick auf die Filtration: Entlang des gesamten Brauprozesses hat sie großen Einfluss. Bei diesem Beitrag handelt es sich um den Auftakt einer fünfteiligen Serie über Filtration in der Brauerei. Los geht es mit einem Überblick der Verfahrensschritte, bevor in den folgenden Teilen detailliert die Themen Klär- und Trapfiltration, Feinfiltration und Membranfiltration behandelt werden. Die Serie schließt mit speziellen Filtrationslösungen für die Craft Bier-Herstellung.

**DIE PRODUKTION** von Bier unterscheidet sich heute deutlich vom handwerklich geprägten Bild von vor hundert Jahren. Bierbrauen ist ein lebensmitteltechnischer Prozess, der von standardisierten Verfahren, Automatisierung und Prozessoptimierung geprägt ist.

Für das Qualitätsmanagement hochwertiger Biere zählt die Filtration in Kombination mit der Stabilisierung heute zu den entscheidenden Kriterien. An verschiedenen Stellen des Brauprozesses eingesetzt, ist die Filtration wichtig für die Qualität des Biers



**Autor:** Frank Paul Servay, Application Engineer, Eaton Technologies GmbH, Langenlonsheim

sowie seine Haltbarmachung: Sie entfernt bierschädliche Mikroorganismen und Trübungen und ist Basis für eine fachgerechte, an den Prozess angepasste Stabilisierung. Für den Endverbraucher ergeben sich praktische Vorteile, vor allem eine verlängerte Haltbarkeit verbunden mit einer langen Vollmundigkeit des Produkts. Für Hersteller kommen eine gleichbleibend hohe Qualität, Zeit- und damit auch Kostenvorteile durch vereinfachte Logistik und mehr Flexibilität im Vertrieb hinzu.

## ■ Prozessoptimierung im Filterkeller

Nach der Reifung des Jungbieres kommen an unterschiedlichen Verfahrensschritten unterschiedliche Filtrationsmethoden und optionale Stabilisierungen zum Einsatz. Im Einzelnen zählen hierzu:

1. Zentrifuge (optional)
2. Klär- und Anschwemmfiltration oder Cross-Flow-Filtration
3. Trap-, Fein- und entkeimende Filtration
4. Alternative Stabilisierung
5. Fein- und entkeimende Filtration
6. Membranfiltration oder Kurzzeiterhitzen (KZE) vor der Abfüllung

Der erste Schritt im mehrstufigen Filtrationsprozess ist zumeist der Einsatz einer Zentrifuge nach Reifung des Jungbiers, um Hefe

und andere trübungsverursachende Partikel zu entfernen. Die verbleibenden, feinen Partikel und Hefen werden im nächsten Schritt per Klär- und Anschwemmfiltration oder alternativ per Cross-Flow-Verfahren aus dem Bier herausfiltriert. Optional können in dieser Phase auch erste Schritte zur Stabilisierung von Eiweißen und Phenolen vorgenommen werden, die sonst vor der Abfüllung unternommen werden.

Wichtig ist, dass nach jeder Stabilisierung ein weiterer Filtrationsschritt zur Partikelreduktion – meist mit Filterkerzen – folgen muss, um eine hohe Reinheit zu erlangen. In den folgenden Filtrationsschritten mit Filtermedien, die immer feiner werden, geht es darum, jeglichen Trub und ungewünschte Mikroorganismen zu entfernen und das Bier gegenüber mikrobiologischen Alterungsprozessen zu stabilisieren. Der letzte Schritt ist dabei die Membranfiltration, bei der mit speziell für die Brauerei entwickelten Membranfilterkerzen auch die letzten bierschäd-



**Die Membrane der Filterkerzen wurde speziell für die Bierfiltration asymmetrisch konzipiert, um Mikroorganismen zuverlässig abzutrennen**

Foto: © Eaton

lichen Mikroorganismen entfernt werden. Er erfolgt direkt vor der Abfüllung, um eine möglichst lange Haltbarkeit bei hoher Qualität zu ermöglichen.

Alternativ kann die KZE eingesetzt werden, um Mikroorganismen abzutöten. Das erhöht jedoch den Energiebedarf der Anlage, kann zu leichten Veränderungen bei Farbe und Geschmack führen und kann eine finale Trapfiltration vor der Füllung erforderlich machen.

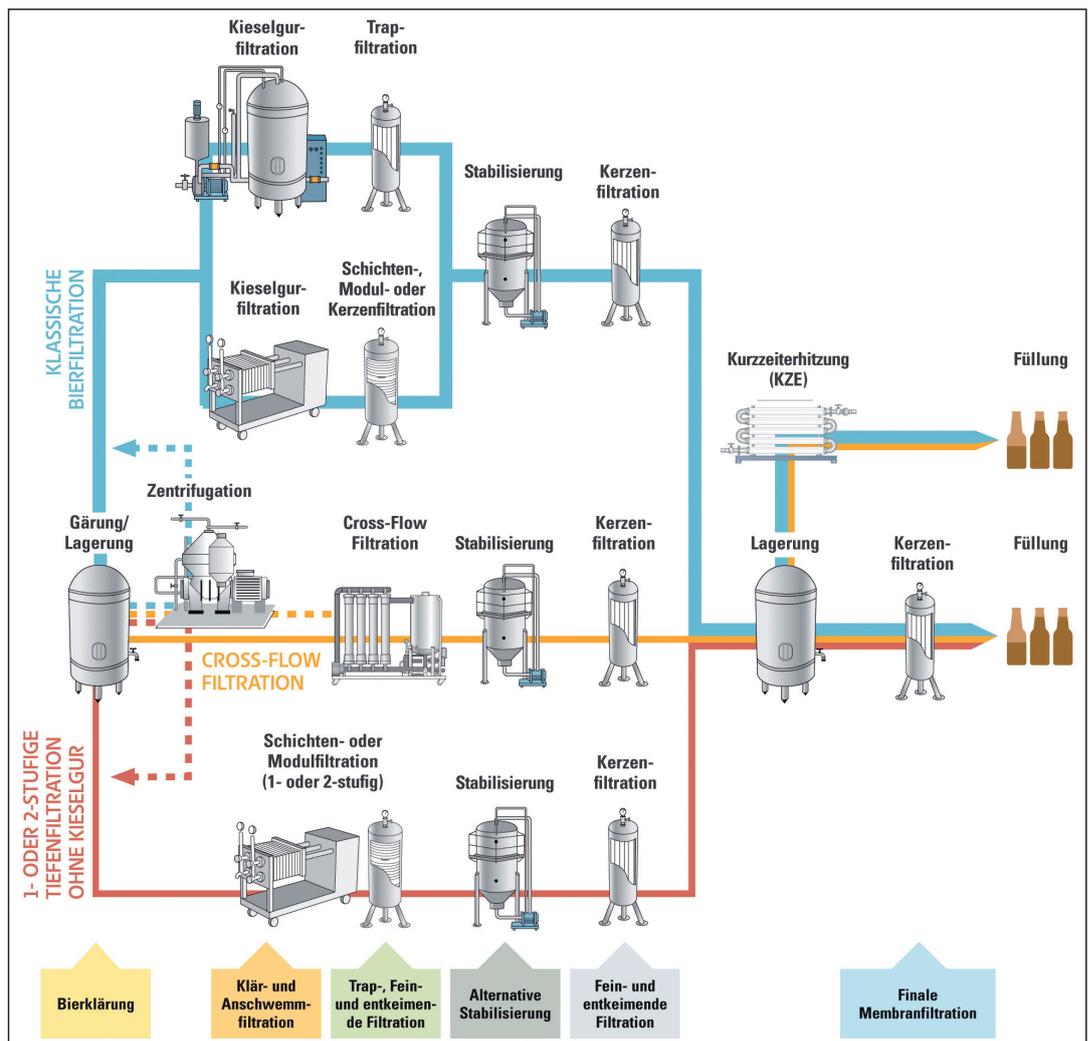
**Drei Verfahren, ein Ziel: Bier von höchster Qualität**

Während sich die einzelnen Prozessschritte auf dem Weg zum filtrierten, stabilisierten Bier prinzipiell in der Mehrzahl der Brauereien gleichen, fallen die verwendeten Methoden im Filtrationsprozess unterschiedlich aus. Grundsätzlich sind im Markt drei Verfahren üblich, die die Qualität des Biers erhöhen und eine möglichst lange Haltbarkeit gewährleisten: die klassische Bierfiltration (Anschwemmfiltration), die Cross-Flow-Filtration und die 1- oder 2-stufige Tiefenfiltration ohne Kieselgur.

Welches Verfahren gewählt werden sollte, hängt von den Bedürfnissen des Anlagenbetreibers und vom Profil der Brauerei ab. So werden beispielsweise Anwender mit hohen Verfahrenskennntnissen zu anderen Ergebnissen kommen als Betreiber mit einem großen Wunsch nach Automatisierung. Auch die Kosten für Investition und Betrieb können eine entscheidende Rolle spielen. Denn Brauereien müssen neben der Anschaffung auch Wartung und die Faktoren Wasser- und Energieverbrauch berücksichtigen.

**Anschwemmfiltration**

Die klassische Bierfiltration ist die Anschwemmfiltration. Dabei werden natürliche Filterhilfsmittel wie Kieselgur oder Perlite sowie Cellulose als Anschwemmmittel eingesetzt. Diese werden zunächst auf ei-



Die Prozessschritte der drei gängigsten Produktionsverfahren in der Bierherstellung

Foto: © Eaton

nem eher groben Filtersieb angeschwemmt, so dass sich ein feiner Filterkuchen aufbaut, durch den anschließend das Bier fließt und der Trubstoffe wie Hefesterne herausfiltriert.

Die Anschwemmfiltration mit Kieselgur ist seit Jahrzehnten in der Brauerei bewährt. Die Prozesse sind etabliert und die Auswahl an Filtrationsanlagen und -medien am Markt ist groß. Veränderungen finden eher im Detail statt, zum Beispiel um den Wasserverbrauch zu reduzieren oder die Standzeiten der Filtermedien zu verlängern – wichtige Faktoren im Brauereiprozess. Da die Filtration besonders schonend verläuft, können wertgebende Inhaltsstoffe, Farbe und Aroma sehr gut erhalten werden.

Um die hohe geforderte Filtrationsqualität sicherzustellen, folgt der Anschwemmfiltration eine keimreduzierende Tiefenfiltration mit Schichten, Modulen oder Kerzen. Eine andere Methode, die sich aufgrund der steigenden Anforderungen an effiziente Prozesse zunehmend anbietet, ist die Trapfiltra-

tion. Sie wird seit vielen Jahrzehnten in der Braukunst eingesetzt und erlebt durch die geänderten Anforderungsprofile ein „Revival“. So bietet sich die Trapfiltration besonders für Brauereien an, die weitere technische Hilfsstoffe zur Filtration verwenden – neben Kieselgur etwa das Stabilisierungsmittel Polyvinylpolypyrrolidon (PVPP). Das Filtrationsverfahren sorgt dafür, dass diese Stoffe nach dem Einsatz wieder sicher entfernt werden.

**Cross-Flow-Filtration**

Die Cross-Flow-Filtration fand in den 1990er-Jahren ihren Einzug in die Brauereien. Auch Tangentialflussfiltration genannt, vermeidet sie die Bildung eines Filterkuchens weitgehend. Das zu filtrierende Bier wird parallel zu einer Membran befördert und das Filtrat quer zur Fließrichtung abgezogen. Im Unfiltratkreislauf reichern sich die abzutrennenden Schwebeteilchen, Feststoffe und unlöslichen Trubstoffe an. Um eine Deckschichtbildung auf der Mem-

bran und einen damit einhergehenden Leistungsabfall zu vermeiden, sind regelmäßige Spül- und Reinigungszyklen während der Filtration erforderlich. Die Häufigkeit dieser Regenerationen richtet sich nach dem Trubstoffgehalt im unfiltrierten Bier.

Ursprünglich stieß die Cross-Flow-Filtration hauptsächlich bei größeren Brauereien und Konzernen mit einem sehr hohen Jahresausstoß auf Interesse: Das Ver-

fahren ist hochautomatisiert und erlaubt als großtechnische Lösung die Bedienung und Wartung aus der Ferne. Auch die Reinigung einer Cross-Flow-Filtrationsanlage kann vollautomatisch ablaufen. Demgegenüber stehen hohe Investitionskosten und höhere Energie- und Wasserkosten, da Cross-Flow-Anlagen häufiger und länger gereinigt werden müssen als andere Filtrationsanlagen. Brauereien mit großen

Produktionsvolumen, die auf einen hohen Automatisierungsgrad abzielen, und die Kosten und Herausforderungen der Technologie nicht scheuen, können dafür vor allem von einem geringeren Arbeitsaufwand profitieren.



In der klassischen Anschwemmfiltration sorgen Schichten- und Rahmenfilter für große Flexibilität durch einfache Anpassung der Filterfläche

Foto: © Eaton



In der Trapfiltration trennen Tiefenfilterkerzen zuverlässig Partikel ab

Foto: © Eaton

### 1- oder 2-stufige Tiefenfiltration ohne Kieselgur

Bei der Schichtenfiltration nach der Zentrifuge werden Tiefenfilterschichten zwischen eine variable Anzahl an Platten eingelegt, die eine Trub- und eine Klarseite aufweisen. Der Filtrationsmechanismus kombiniert die mechanische und adsorptive Abtrennung. Im Schichtenfilter werden die Tiefenfilterschichten hydraulisch angepresst, sodass sie sich gegeneinander abdichten. Zu den großen Vorteilen moderner, reiner Cellulose-Tiefenfilterschichten zählen neben ihrer mechanischen Stabilität auch, dass sie Tropfverluste fast vollständig vermeiden können. In der kompakten Bauform eines Tiefenfiltermoduls können Filterschichten nach der Zentrifuge alternativ eingesetzt werden.

Um einen möglichst hohen Klärgrad zu erreichen, kann die Tiefenfiltration mit Filterschichten oder -modulen in zwei aufeinanderfolgenden Stufen durchgeführt werden. Während in der ersten Stufe zunächst größere Partikel aus dem Bier entfernt werden, werden im zweiten Schritt deutlich feinere Filtermedien eingesetzt, um auch kleinste bierschädliche Partikel und Mikroorganismen aus dem Filtrat abzutrennen. Besonders eignen sich dafür Tiefenfilterschichten aus hochreiner Cellulose, denen keine mineralischen Bestandteile zugesetzt werden.

Aufgrund des einfachen Aufbaus, der unkomplizierten Bedienbarkeit und der geringen Investitionskosten empfiehlt sich die 1- oder 2-stufige Filtration mit Tiefenfilterschichten oder -modulen besonders für kleine und mittelständische Brauereien. Auch für Craft Bier-Brauer ist sie längst kein Geheimtipp mehr, sondern eine gern genutzte Option. Doch auch manche Großbrauerei setzt erfolgreich auf den 2-stufigen Filtrationsprozess.

### KZE oder kaltsterile Filtration

Welches Filtrationsverfahren letztlich den Zuschlag erhält, hängt hauptsächlich von betrieblichen Aspekten wie Jahresausstoß und Energiemanagement ab. Aber auch

die Philosophie des Braumeisters spielt eine Rolle – ähnlich wie bei der Frage, ob KZE oder kaltsterile Filtration als letzter Schritt vor der Abfüllung erfolgen soll. Aufgrund der wachsenden Bedeutung von Faktoren wie Carbon Footprint und Energieverbrauch sollten Brauereien die Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren hinsichtlich des Verbrauchs von Ressourcen und Energie berücksichtigen: Das Sudhaus hat bereits einen hohen thermischen Energiebedarf, der bislang praktisch immer mit fossilen Brennstoffen gedeckt wird. Brauereien, die Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen sparen wollen, können die kaltsterile Filtration einsetzen und so ihre thermischen Energiekosten senken.

Ein weiterer Faktor hinsichtlich Kosten und Umweltverträglichkeit ist das Thema Wasser, welches bei der Membranfiltration zum Reinigen und Sterilisieren benötigt wird. Hier gibt es beispielsweise erste Ansätze, das Brauchwasser zurückzugewinnen, aufzubereiten und wieder in den Filtrationskreislauf einzuspeisen. Das fördert maßgeblich die Umweltverträglichkeit und reduziert den Wasserverbrauch, ist jedoch wiederum mit Energiekosten verbunden. Im Zweifel kann den Ausschlag geben, welche Kosten entsprechend der lokalen Gegebenheiten stärker ins Gewicht fallen: die für Energie oder jene für Wasser.

### ■ Die Qual der Wahl

In Deutschland, Europa oder weltweit: Mit wenigen regionalen Ausnahmen werden

**Werterhaltende Premium-Tiefenfilterschichten aus hochreiner Cellulose und Tiefenfiltermodule benötigen selbst zur entkeimenden Filtration keine mineralischen Bestandteile**

Foto: © Eaton



Brauereien heute mit hohen Investitionsvoraussetzungen konfrontiert. Die Wahl des Filtrationsprozesses trägt in diesem Spannungsfeld nicht nur zu einem geschmacklich einwandfreien, qualitativ hochwertigen Produkt bei – sie kann auch entscheidenden Einfluss auf Kosten und Ressourcenaufwände nehmen.

Eine Lösung, die für alle Betreiber optimal passt, gibt es dabei nicht – jede der drei vorgestellten Varianten hat ihre Berechtigung und muss gegeneinander abgewogen werden.

Diese hängen stark von den betrieblichen und ökonomischen Gegebenheiten der Brauerei ab: Hierzu zählt der Durchsatz

ebenso wie Investitionsmöglichkeiten, Personalaufwand und Automatisierungsbedarf. Gerade in Zeiten von immer größerem Wettbewerb müssen Brauereien ihre Prozesse auf Wirtschaftlichkeit und Qualität ausrichten.

Wer die passende Filtrationslösung für seinen Betrieb identifiziert, kann langfristig von stabilen, zuverlässigen Prozessen und einem qualitativ hochwertigen Produkt profitieren, das im Markt überzeugt. In der Brauerei sind Filtrationsverfahren somit wesentliche Faktoren für Qualität, Geschmack und Haltbarkeit – Eigenschaften, bei denen es nie verkehrt ist, einen zweiten Blick zu wagen. ■