

# Produktschonende Kaltsterilisation von Bier

**PRODUKTSCHONEND FILTRIEREN** | Um der weltweit steigenden Verbrauchernachfrage nach Premiumbieren mit unverändertem Aromaprofil gerecht zu werden, haben die Filtrationsexperten des Competence Center Filtration der Bucher Unipektin AG Stefinox entwickelt.

**DIE MODULAR** aufgebaute Anlage zur Kaltsterilfiltration von Bier und allen anderen Arten von blank filtrierten Getränken, wie beispielsweise Wein, Spirituosen, Softdrinks oder Wasser, besteht aus einem Vor- und einem Sterilfilter sowie einem CIP-Filter, welcher den beiden erstgenannten Filtern während der Reinigungsphasen vorgeschaltet wird. Optional kann die Anlage auch mit einer eigenen CIP-Station ausgestattet werden. Ebenfalls sind Varianten für einen kontinuierlichen Filtrationsbetrieb möglich.

Durch die produktschonende Kaltsterilfiltration mittels moderner Membrantechnologie kann auf thermische Verfahren der mikrobiologischen Stabilisierung, wie beispielsweise Tunnelpasteur oder Kurzzeiterhitzung, verzichtet werden.

Neben Vorzügen in Bezug auf die Produktqualität bietet die Anlage den Brauereien auch ökonomische Vorteile. Diese werden durch Energie- und Wassereinsparungspotentiale sowie freie Lieferantwahl bei den verwendeten Filterkerzen erreicht.

## ■ Bewährte Technologie

Lange Zeit galten der Tunnelpasteur und später die Kurzzeiterhitzung als konkurrenzloses Mittel der Wahl zur Abtötung von Hefen und bierschädlichen Mikroorganismen im Bereich der Flaschenfüllerei.

Wie Narziß et al. berichten, wurden Membranfilter zur sterilisierenden Nachfil-

tration jedoch schon ab Mitte der 1960er-Jahre im Brauereibetrieb eingesetzt. Auf Trägerplatten liegende Cellulose-Ester-Membranen mit einer Porengröße von  $0,4 \mu\text{m}$  ( $\pm 0,05 \mu\text{m}$ ) dienten dabei der entkeimenden Filtration, Membranen mit einer Porengröße von  $1,2 \mu\text{m}$  der Abtrennung von Hefezellen. Eine Regeneration der Membranen war in diesen Tagen jedoch noch nicht möglich [1].

Heutzutage gelten Filterkerzen als State-of-the-Art-Technologie für die Sterilfiltration. In die kerzenförmige Stützstruktur wird werksseitig entweder eine plissierte Membran oder ein plissierter Tiefenfilter einge-

setzt. Durch die Faltung (Plissierung) des Filtermediums wird eine Maximierung der zur Verfügung stehenden Filterfläche unter optimaler Ausnutzung der Raumverhältnisse in der Kerze erreicht [2].

Die in den Filterkerzen eingesetzten Membranen sollten für die Kaltsterilfiltration eine Porengröße von  $\leq 0,45 \mu\text{m}$  aufweisen, um bierschädliche Mikroorganismen sicher abzutrennen [3, 4]. Da es sich bei Membranen um absolute Filter handelt (Rückhaltung aller Partikel oberhalb einer definierten Größe), ist eine gezielte Abtrennung von Kontaminanten garantiert.

Um ein frühzeitiges Verblocken des Membranfilters zu vermeiden, sollten diesem ein oder mehrere Tiefenfilter als Vorfilter vorgeschaltet werden [5].

## ■ Etabliertes Anlagendesign und freie Lieferantwahl

Wie in Abbildung 1 dargestellt, besteht Stefinox aus einem Vorfilter und einem Steril-



**Abb. 1**  
Neu entwickelte Anlage zur Kaltsterilfiltration von Bier und anderen blank filtrierten Getränken

**Abb. 2**  
**Filterkerze mit Code 7 Adapter**  
**(unten), plissierter Membran und**  
**Zentrierspitze (oben) [6]**



filter. Während der Reinigungszyklen wird dem Vorfilter noch ein CIP-Filter vorgeschaltet, dessen Funktion es ist, die Filtermedien vor etwaigen Verschmutzungen aus der CIP-Flüssigkeit zu schützen.

Der vor dem Sterilfilter angeordnete Vorfilter, welcher üblicherweise mit 0,6 µm Polypropylentiefenfiltern bestückt ist, hat die Aufgabe, größere Partikel und Mikroorganismen zu entfernen. Hierdurch werden die in der Anschaffung kostenintensiveren Sterilfiltermembranen einerseits vor potentiellen mechanischen Beschädigungen durch im Unfiltrat enthaltene Fremdkörper geschützt, andererseits wird durch die Vorfiltration ein frühzeitiges Verblocken der Sterilfiltermembranen verhindert, was die effektiven Filterstandzeiten signifikant verlängert. Standardmäßig ist Stefinox auf die Verwendung von Filter-

kerzen mit normiertem Anschluss ausgelegt (z. B. Code 7 Adapter, vgl. Abbildung 2). Dies bietet dem Getränkeproduzenten maximale Flexibilität bei der Lieferantwahl und macht ihn unabhängig von teuren Speziallösungen, wodurch sich ein nicht unerhebliches Potential zur Kostenreduktion ergibt. Eingesetzt werden üblicherweise 40 Zoll Filterkerzen, da diese aus wirtschaftlicher Sicht unter Normalbedingungen das beste Verhältnis zwischen Einkaufspreis und effektiver Filterfläche bieten. Zudem kann mit den längeren 40 Zoll Filterkerzen effektiv mehr Filterfläche pro Steckplatz im Filtergehäuse generiert werden, als mit den kürzeren 30 Zoll Filterkerzen.

**Modulares Design auf Skids für schnelle Inbetriebnahme**

Die Filtergehäuse und die weiteren Komponenten der Anlage wie Schaltschrank, Ventile, Drucktransmitter und Flusstransmitter sind bereits ab Werk so weit wie möglich auf modularen Skids montiert, verrohrt und verkabelt. Am Aufstellungsort angekommen können die Skids dementsprechend leicht eingebracht und schnell und unkompliziert zu einer Einheit zusammen-

gefügt werden. Somit ist es möglich, die Zeiten und Kosten für Transport, Einbringung, Montage und Inbetriebnahme auf ein Minimum zu reduzieren.

Die Prozesseinbindung für Kaltsterilfiltrationsanwendungen ist in Brauereien entweder direkt hinter dem Kieselgur- bzw. Membranfilter oder direkt vor dem Flaschen-, Dosen- oder Fassfüller ratsam. Auf einen vorgeschalteten Puffertank kann hierbei in vielen Fällen verzichtet werden.

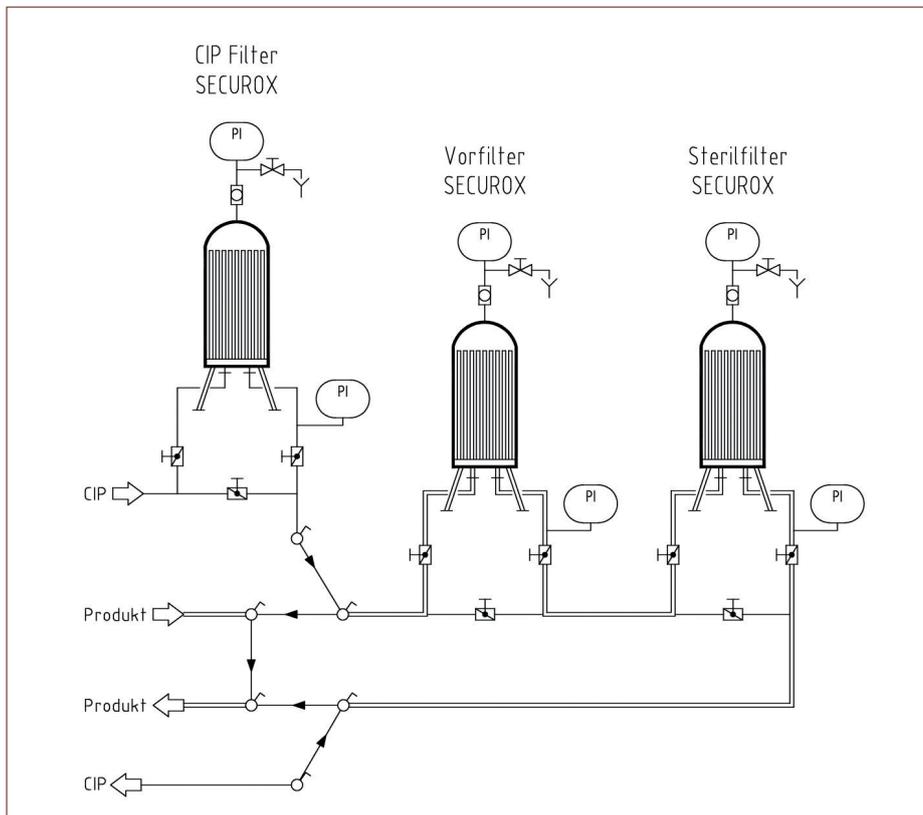
**An den Anforderungen des Kunden orientiert**

Der Automationsgrad der Anlage richtet sich in erster Linie nach den Anforderungen des Kunden. So ist es möglich, Stefinox als teil- oder als vollautomatisierte Anlage zu realisieren. Ebenso ist eine Auslegung der Anlage auf reinen Handbetrieb möglich, was die initialen Investitionskosten signifikant verringert. Eine Teil- oder Vollautomation erhöht hingegen die Zuverlässigkeit und den Bedienkomfort bei gleichzeitiger Reduktion der Personalkosten.

Je nach Kundenwunsch kann Stefinox als Stand-Alone-Unit autark betrieben oder in eine bestehende Steuerung integriert werden. Die Wahl der zu Grunde liegenden Hardwareplattform, wie zum Beispiel Siemens oder Allen-Bradley, sowie des Prozessleitsystems obliegt hierbei ebenfalls dem Kunden. Mögliche Prozessleitsysteme sind Braumat, brewmaxx, iFIX oder SI-MATIC PCS7.

Abbildung 3 zeigt die Basisvariante mit handbetätigten Ventilen. Diese Ausführung ist insbesondere für kleinere Handwerksbrauereien attraktiv, welche die Anlage nicht täglich und im Dauerbetrieb einsetzen möchten. Vor jeder Filtration wird vom Anlagenbediener ein sogenannter „Integritätstest“ unter Zuhilfenahme eines Handgerätes durchgeführt. Das vom Gerät ausgegebene Testergebnis liefert anschließend eine eindeutige Aussage über die Integrität der Sterilfiltermembranen.

Für größere Betriebe mit permanentem Abfüllbetrieb oder für Betriebe mit hohem Automationsgrad eignet sich hingegen die in Abbildung 4 dargestellte Variante. Diese vollautomatisierte Lösung verfügt über pneumatisch angesteuerte Ventile sowie Messeinrichtungen und Transmitter für Drücke, Durchfluss, Temperatur, Trübung und Leitfähigkeit. Der Füllzustand der einzelnen Modulgehäuse wird vom Prozess-



**Abb. 3 Basisvariante, auf rein händischen Betrieb ausgelegt**

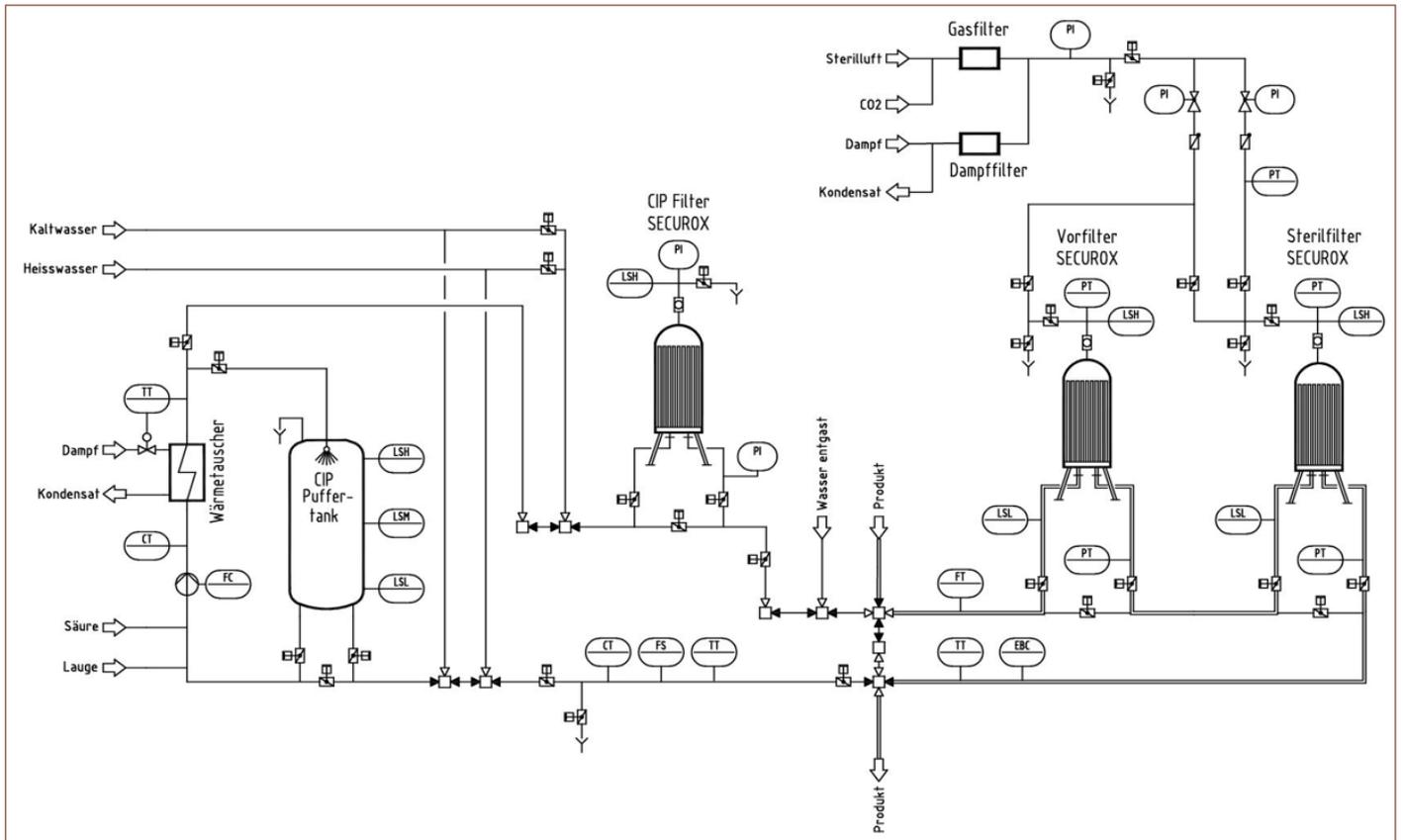


Abb. 4 Vollautomatisierte Variante mit optionaler eigener CIP-Station

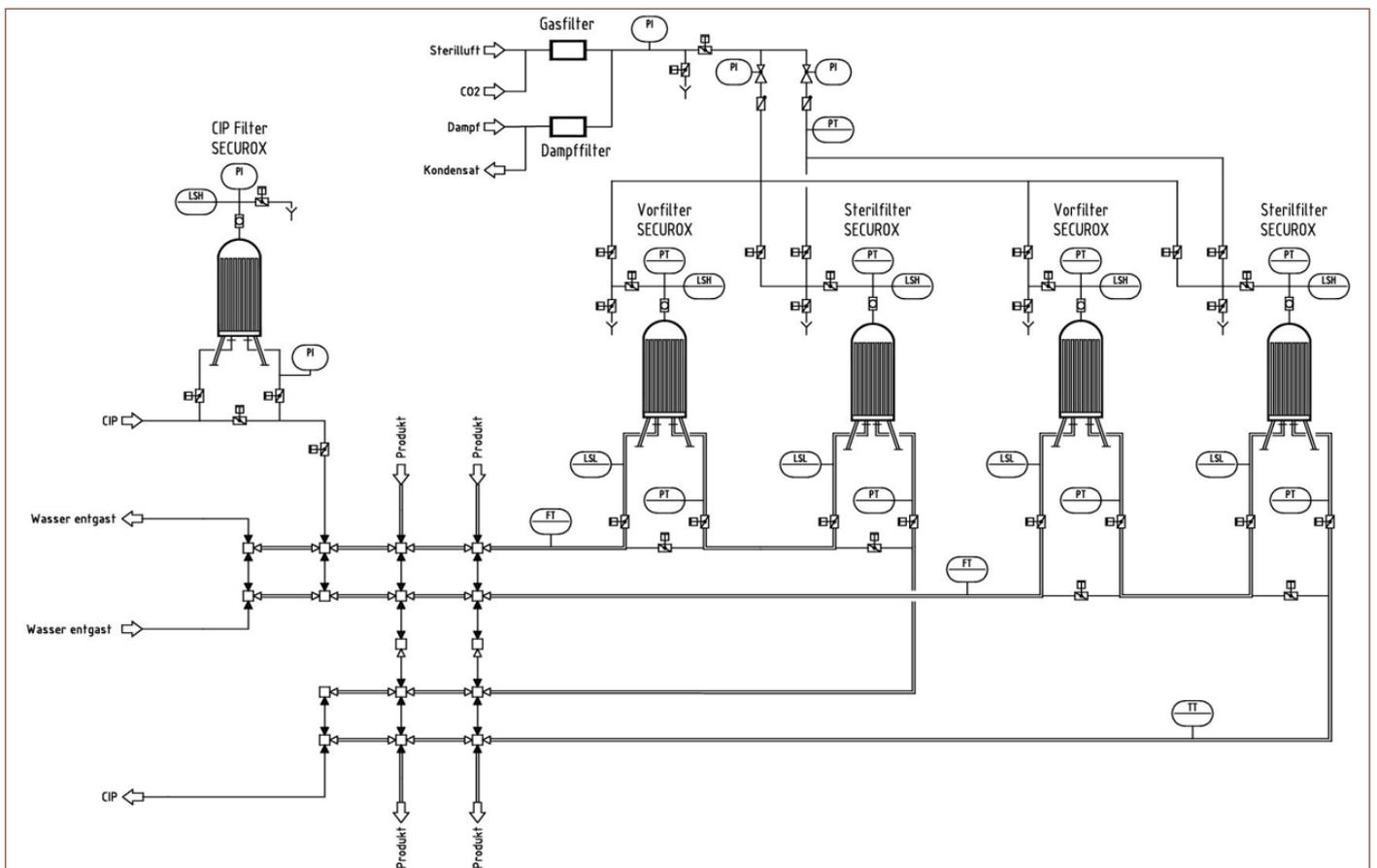


Abb. 5 Anlagenvariante für kontinuierlichen Betrieb

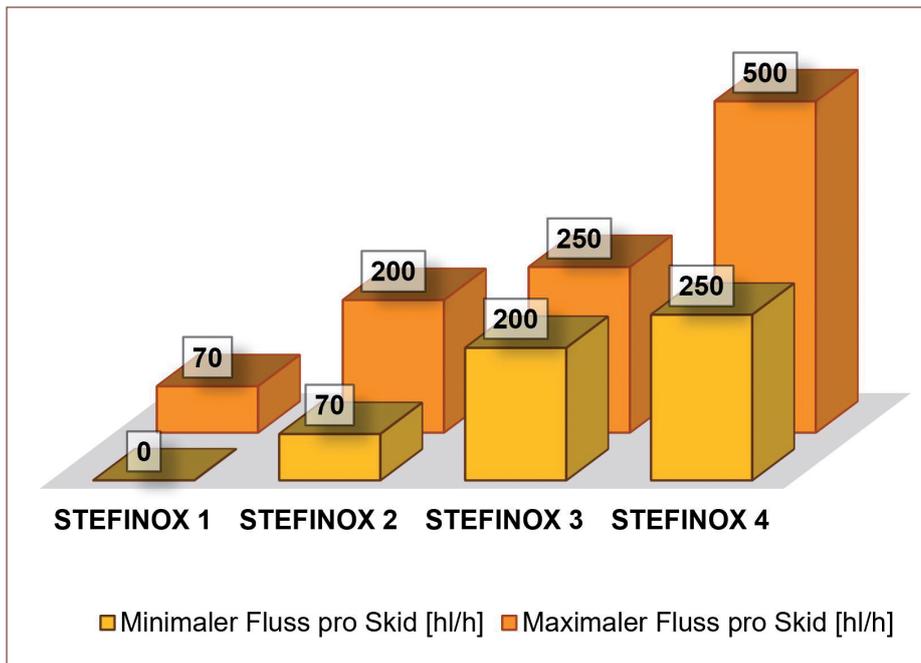


Abb. 6 Die jeweiligen Leistungsbereiche der vier verschiedenen Gehäusevarianten, Zahlen in hl/h Filtrationsvolumen

leitsystem in Abhängigkeit des jeweiligen Prozessschrittes mittels oberer und unterer Füllstandssonden abgefragt.

Eine separate CIP-Station wird empfohlen, wenn die Sterilfiltrationsanlage nicht oder nur unter unverhältnismäßigem Aufwand an eine bestehende CIP-Station der Brauerei angebunden werden kann oder für den Fall, dass die gestapelten Reinigungsmittel der Brauerei zu hohe Partikelfrachten aufweisen. Weiterhin ist ein Dämpfen der Anlage als Teil der Reinigungsroutine möglich.

Vor jedem Produktionslauf werden die Membranen des Sterilfilters einem vollautomatischen Integritätstest unterzogen. Hierbei werden die Membranen unfiltrationsseitig mit einem vom Hersteller vorgegebenen Druck beaufschlagt und der Druckverlauf über einen definierten Zeitraum erfasst. Sinkt der Druck während dieser Zeit um weniger als einen vordefinierten Wert ab, so werden die Membranen für den folgenden Produktionslauf freigegeben und eine hinreichende Rückhaltung von Mikroorganismen und Partikeln kann garantiert werden. Anschließend wird automatisch die Produktionssequenz gestartet und die Anlage vor Filtrationsbeginn mittels Spülen mit CO<sub>2</sub> und entgastem Wasser in einen sauerstofffreien Zustand überführt.

Sinkt der Druck während des Integritätstests jedoch unter ein kritisches Niveau, so informiert das Prozessleitsystem den

Bediener darüber, dass der Integritätstest nicht bestanden wurde und ein Defekt der Membranen nicht ausgeschlossen werden kann. Ein Starten der Produktionssequenz wird in diesem Falle nicht zugelassen, und die Membranen müssen überprüft werden. Nur nach einem bestandenen Integritätstest kann eine Filtration gestartet werden.

Ein weiteres mögliches Anlagenkonzept ist in Abbildung 5 dargestellt. Interessant ist dieses insbesondere für Betriebe, bei denen es auf sehr lange und ununterbrochene Abfüllvorgänge ankommt. Hierbei bilden jeweils ein Vorfilter und ein Sterilfilter eine Einheit. Dadurch, dass beide Filtergehäuse doppelt vorhanden sind, befindet sich stets eine Einheit in Produktion, während die andere sich im Zustand CIP oder Standby befindet. Der CIP-Filter wird jeweils von der sich gerade in Reinigung befindlichen Einheit genutzt. Die Produktsicherheit wird unter anderem durch vermischungssichere Ventile und Ventilkombinationen gewährleistet.

**Fazit**

Durch den Einsatz von Sterilfiltermembranen mit einer Porengröße von ≤0,45 µm in Verbindung mit dem vor jeder Filtration obligatorischen Integritätstest, bietet Stefinox eine zuverlässige Abtrennung von im Endprodukt unerwünschten Mikroorganismen und Partikeln. Hierzu zählen Mikroorganismen wie Hefen, gram-negative Bakterien

und Milchsäurebakterien genauso wie Kieselgur, PVPP, Metall-, Glas- und Kunststoffpartikel.

Im Gegensatz zur Stabilisierung mittels Tunnelpasteur oder Kurzzeiterhitzung erfolgt die mikrobiologische Stabilisierung des Produktes bei der Kaltsterilfiltration äußerst produktschonend und ohne jegliche Art von thermischer Belastung. Mit diesem Verfahren sterilfiltriertes Bier erfährt dementsprechend keine negativen Veränderungen im Hinblick auf qualitätsbestimmende Parameter wie Geruch, Geschmack, Vollmundigkeit, Bittere, Rezenz, Farbe oder Schaum.

Diese Tatsache zahlt sich für die Brauerei gleich in mehrfacher Hinsicht aus: Einerseits wird kaltsterilfiltriertes Bier von Verbrauchern gegenüber thermisch behandelten Bieren im Hinblick auf die Sensorik mehrheitlich bevorzugt. Andererseits kann die Kaltsterilfiltration im Zuge von gezielten Werbestrategien oder Hinweisen direkt auf den Gebinden („Cold Sterile Filtered Beer“, „Unpasteurised“, „Original Taste“, ...) marketingtechnisch zu einem Wettbewerbsvorteil genutzt werden.

Dies sichert die Loyalität der eigenen markentreuen Kunden und fördert gleichzeitig die Akquisition von Neukunden. Für den Inverkehrbringer kann dies dementsprechend höhere Absatzmengen bedeuten und bietet, eine ausreichende Preiselastizität der Nachfrage vorausgesetzt, ein valides Argument zur Erhöhung des Verkaufspreises, was in der Konsequenz zu steigenden Gewinnspannen führen kann. Neben der Chance zur qualitativen und marketingtechnischen Aufwertung von bestehenden Produkten eröffnet sich für die Brauerei gleichzeitig die Möglichkeit der Produktinnovation – beispielsweise durch die Einführung eines blank- und sterilfiltrierten kaltgehopften Craft Biers.

Ein aus betriebswirtschaftlicher und ökologischer Sicht entscheidender Faktor ist der im Vergleich zu thermischen Systemen niedrige Energieverbrauch. Aufgrund des geringen Druckverlustes in der Anlage liegt der elektrische Leistungsbedarf im Bereich von lediglich 2 bis 4 Wh/hl. Der Sattendampfbedarf zum routinemäßigen Dämpfen der Anlage beträgt etwa 1 t/Jahr. Im Vergleich zu Tunnelpasteur und Kurzzeiterhitzung können diese Werte als annähernd vernachlässigbar gelten. In der Konsequenz verbessert sich so auch der ökologische Fußabdruck des Betriebes nachhaltig.

Da Sortenwechsel oder das Leerdrücken der Anlage bei Produktionsende wahlweise mit CO<sub>2</sub> oder mit entgastem Wasser erfolgen können, bewegen sich auch die Produktverluste und Verschnittmengen auf einem sehr niedrigen Niveau.

Insbesondere im Vergleich zum Tunnelpasteur zeichnet sich die Anlage durch einen sehr geringen Raumbedarf aus. Somit kann die Anlage meist auch bei sehr beengten Raumverhältnissen in einen bestehenden Flaschen- oder Filterkeller integriert werden. Wird ein bestehender Tunnelpasteur substituiert, so gewinnt der Betrieb unter dem Strich sogar an nutzbarer Produktionsfläche hinzu.

Das durchdachte Anlagendesign, welches, abgesehen von den Ventilen und der Zuführpumpe, ohne sich bewegende Teile auskommt, verspricht einen störungsfreien und zuverlässigen Betrieb bei gleichzeitig geringem Wartungsaufwand und

leichter Zugänglichkeit zu allen Anlagenkomponenten. In Folge der intelligenten Steuerungssoftware erfordert Stefinox vom Bedienpersonal nur eine vergleichsweise geringe Aufmerksamkeit, sodass effektiv mehr Arbeitsleistung für andere Produktionsprozesse zur Verfügung steht.

Die vier in Abbildung 6 dargestellten Standardgrößen decken die Bedürfnisse der meisten Brauereien bereits ab. Sollte eine Filterleistung von mehr als 500 hl/h erforderlich sein, so können mehrere Einheiten aus Vor- und Sterilfilter parallelgeschaltet werden. Auch Speziallösungen mit größeren Gehäusen und zusätzlichen Steckplätzen für mehr Filterkerzen sind möglich. Auf Grund ihrer Modularität kann die Anlage einfach erweitert werden. ■

### ■ Quellen

1. Narziß, L.; Back, W.; Gastl, M.; Zarnkow, M.: Abriss der Bierbrauerei, Wiley-VCH

Verlag, 2017, S. 311.

2. Freeman, G.: „Reducing Microbial Spoilage of Beer Using Filtration“, *Brewing Microbiology: Managing Microbes, Ensuring Quality and Valorising Waste*, Woodland Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2015, S. 245–246, DOI: 10.1016/B978-1-78242-331-7.00011-3.
3. Narziß, L.; Back, W.; Gastl, M.; Zarnkow, M.: *Abriss der Bierbrauerei*, Wiley-VCH Verlag, 2017, S. 347.
4. Manger, H.-J.: „3.5.17.4 Die Membranfiltration“, *Praxishandbuch der Brauerei*, Behr's Verlag, 2001, S. 71.
5. Freeman, G.: „Filtration and Stabilisation of Beer“, *Brewing: New Technologies*, Woodland Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2006, S. 282–283, DOI: 10.1533/9781845691738.275.
6. Filtrox AG, St. Gallen, Schweiz.