

Neues Verfahren der Maischefiltration (Teil 1)

KONTINUIERLICH | Mit Nessie by Ziemann® wurde auf der BrauBeviale 2016 in Nürnberg ein in der Bierherstellung neuartiger Läuterapparat präsentiert, der die klassische Sudhausarbeit nachhaltig verändern soll. Die BRAUWELT wird diese Technologie in einer Artikelserie unter allen relevanten Gesichtspunkten vorstellen. Teil 1 beschreibt die Entwicklungsziele, das eigentliche Verfahren und den apparativen Aufbau. In folgenden Beiträgen werden die technologischen Effekte auf das Läutern sowie weitere Entwicklungen für die vor- und nachgelagerten Prozessschritte vorgestellt.

IM SUDHAUS einer Brauerei ist die Filtration der Maische ein zentraler Prozessschritt. Die Trennung von Würze und Treber vollzieht sich dabei in zwei Phasen: Die erste Phase ist das Abziehen der Würze in einem Separations- bzw. Filtrationsprozess. Es folgt in der zweiten Phase das Auswaschen der in den Trebern verbleibenden Würze und eingeschlossener Zuckermoleküle durch erhitztes Brauwasser: das Anschwänzen. Die Läuterarbeit zielt darauf ab, unter geringem Zeitaufwand mit wenig Anschwänzwasser eine hohe Ausbeute zu erreichen.

Moderne Läuterbottiche und Maischefilter

Für diese Aufgabe setzen die Brauereien in den letzten Jahren überwiegend Läuterbottiche oder Maischefilter ein. Verfahrenstechnisch arbeiten beide Systeme statisch mit einer Kombination aus Siebfiltration und Tiefenfiltration sowie der Extraktion des ausgebildeten Filterbetts [1]. Dabei

verbleiben viele für den weiteren Bierbereitungsprozess wertgebende Inhaltsstoffe des Malzes in den Trebern.

Beim Läuterbottich bildet der Gesamttreiber ein horizontales Filterbett mit einer Höhe von 20 bis 60 cm aus. Mit dieser Tiefenfiltration erreichen moderne Läuterbottiche eine Sudbelegung von bis zu 14 Suden pro Tag. Dabei sind die Art der vorgelagerten Schrotung sowie der gewählte Durchmesser entscheidende Kriterien für die Festlegung der Kapazität. Kennzeichnend für den Läuterbottich ist besonders seine

Flexibilität bezüglich häufig variierender Schüttungsmengen. Bei der nutzbaren Anschwänzwassermenge ist beim Läuterbottich zu beachten, dass sich vor dem Abmaischen im Rohrleitungssystem sowie unter dem Senkboden Wasser befinden muss. Diese Wasservorlage steht nicht als Anschwänzwasser zur Verfügung. Die Folge ist eine gegebenenfalls geringere Ausbeute gerade bei Würzen mit hohem Extraktgehalt, die unter anderem beim High Gravity Brewing oder bei Starkbieren zu finden sind. Das gilt insbesondere mit Blick auf die sehr geringen Verdampfungswerte der heutigen Würzekochverfahren.

Beim Maischefilter wird der Gesamttreiber in viele senkrecht stehende Treberkuchen mit einer Schichtdicke von 3 bis 5 cm und einer der Rahmengröße des Filterelements entsprechenden Fläche zerlegt.

In ihrer Konstruktion unterscheiden sich die aktuellen Maischefilter in Kammer- und Membranfilterpressen. Beide lassen Läuterzyklen zwischen 12 und 16 Suden pro Tag zu [2]. Die Ausbeuten moderner Maischefilter liegen dabei in etwa um einen Prozentpunkt über denen des Läuterbottichs. Der Grund dafür ist maßgeblich in der Art der Schrotung zu finden, da Maischefil-



Abb. 1
Auf der BrauBeviale 2016 in Nürnberg wurde der neue Läuterapparat erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt

Autoren: Tobias Becher, Konstantin Ziller, Klaus Wasmuht, Klaus Gehrig, Ziemann Holvrieka GmbH, Ludwigsburg



Abb. 2 Standardausführung eines rotierenden Siebfiltermoduls mit seinem Radpaar und den Filterflächen



Abb. 3 Würze- und Treberseparation finden in den Modulen am unteren Kreissegment des Filtersiebs statt

ter die Möglichkeit bieten, Maischen aus feinst vermahlenden Rohstoffen zu filtrieren. Das ist beim Läuterbottich nicht möglich, weil die Spelzen hier die notwendige Tiefenfilterschicht bilden müssen. Ferner ist beim Maischefilter zum Auslaugen der Treber ein geringeres Wasservolumen notwendig. Damit lassen sich mit Maischefiltern die Herausforderungen des High Gravity Brewing besser meistern.

■ Angestrebte Entwicklungsziele

Sowohl der Läuterbottich als auch der Maischefilter sind technisch weitgehend ausgereift. Verbesserungen ihrer Leistungsfähigkeit sind, wenn überhaupt, nur noch in kleinerem Ausmaß zu erwarten. Läuterbottich und Maischefilter sind zudem stark spezialisiert. Diese Spezialisierung beginnt mit der Auswahl der Rohstoffe, setzt sich bei der einzusetzenden Schrotmühle fort und zieht sich durch die gesamte Sudhausarbeit.

Relevante Auswahlkriterien sind hier unter anderem der Extraktgehalt der Würze, die tägliche Sudzahl, die angestrebte Ausbeute, das zur Verfügung stehende Volumen des Anschwänzwassers, die Sudgröße und die zu verarbeitende Sortenvielfalt. Sowohl Läuterbottich als auch Maischefilter sind für einen reinen Chargenbetrieb ausgelegt und lassen keine kontinuierliche Herstellung der Würze zu.

Die Ziele der Neuentwicklung waren daher, diese weitreichende Spezialisierung in der Läuterarbeit aufzubrechen, wertgebende Inhaltsstoffe für die Würze zu erhalten und neben der Optimierung der Chargenprozessführung im Sudhaus zukünftig auch eine kontinuierliche Würzebereitung realisieren zu können. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Entwicklungsziele für einen neuartigen Läuterapparat.

Dabei gingen die Entwickler von den Fragestellungen aus, wie sich die Teilschritte

Separieren und Extrahieren zukunftsorientiert gestalten und in einem neuen Gesamtprozess vereinen lassen. Dazu wurden in einem ersten Schritt zahlreiche Separations- und Extraktionsprozesse in ganz unterschiedlichen Anwendungen hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Adaption auf die Sudhausarbeit analysiert.

Während dieser Phase kristallisierte sich der im Folgenden beschriebene Ansatz als besonders vielversprechend heraus. Den Separationsschritt übernimmt dabei ein drehender Siebfilter, der sich bereits in anderen Industriezweigen bewährt hat. Das Auswaschen des Extrakts geschieht mittels turbulenter Gegenstromwaschung, die dem Separationsschritt nachgelagert ist. Durch die Zusammenführung dieser beiden Prozessschritte wurde eine neue Läuter-technologie geschaffen, die auf der Brau-Beviale 2016 erstmals vorgestellt wurde (Abb. 1).



Abb. 4 Volumenströme für Maische, Anschwänzwasser, Läuterwürze und Treber (schematisch dargestellt) lassen sich in Qualität und Quantität konstant einstellen

■ Dynamische Siebfiltration

Aufgebaut ist die Einheit aus vier rotierenden Siebfiltern, die auf einem gemeinsamen Rahmen kaskadenförmig in einer Reihe angeordnet sind. Jedes dieser Module enthält in der Standardausführung ein Radpaar mit einem Durchmesser von einem Meter. Auf jedem Rad ist eine Filterfläche aus gesintertem Edelstahl und mit einer Siebmaschenweite von 70 µm aufgezogen (Abb. 2).

Die Maische durchfließt die Filtermodule nacheinander. Die Radpaare drehen sich dabei in Strömungsrichtung. Unterstützt wird der Maischetransport durch die Schwerkraft, die sich in der kaskadenförmigen Anordnung auswirkt. Über die Drehzahl der Radpaare lässt sich die Verweilzeit

des Trebers im Modul beeinflussen; sie ist prozessabhängig und für jedes Modul individuell einstellbar. In der Grundeinstellung von 4 U/min benötigt ein idealisiertes Maischepartikel rund drei Minuten für den Weg durch die vier Module, womit sich eine kurze Prozesszeit realisieren lässt.

Die eigentliche Separation findet in den Modulen am unteren Kreissegment des Filtersiebs statt. Hier erfolgt unmittelbar die Fest-Flüssig-Trennung, ohne dass sich die Würze im Modul anstaut (Abb. 3).

Die separierte Würze wird in einem geschlossenen System direkt und kontinuierlich abgeleitet. Die Feststoffe verbleiben zwischen den Siebflächen der Radpaare und werden aufgrund von Rotation und Schwerkraft zum nächsten Modul befördert. Auch bei feinem Schrot besteht kein Risiko, dass Spelzenpartikel in die Würze gelangen können.

Aus der Drehbewegung der Siebscheiben und der Trägheit der Suspension resultiert eine Relativbewegung an der Oberfläche des Siebs. Es stellt sich ein Selbstreinigungseffekt ein und damit bleiben an den Filterflächen keine Partikel haften. Folglich baut

sich auch keine Filterschicht auf, die den Würzedurchfluss blockieren könnte. Mit dieser Selbstreinigung eignet sich die Filtereinheit zum Läutern hochkonzentrierter Maischen und zur Verarbeitung alternativer Braurohstoffe mit hohem Schüttungsanteil, da ohne das Ausbilden einer Filterschicht die Filtrationsleistung nicht weiter durch die Viskosität der Maischen beeinflusst wird.

Für die Siebelemente aus gesintertem Edelstahl sind unter diesen Bedingungen lange Standzeiten zu erwarten, da bei der Drehbewegung entlang der Maische bzw. der Treber weder Pressdrücke noch hohe Geschwindigkeiten auftreten.

Zur Extraktion der Treber wird das Anschwänzwasser zwischen den beiden letzten Modulen aufgegeben. Anschließend wird die resultierende Extraktlösung im Gegenstrom zum Treberlauf stufenweise in die Verbindungsschächte zwischen den vorstehenden Modulen zurückgeführt. In diesen Übergängen werden die Treber mit dem jeweiligen Anschwänzfluid vermischt, über ein innenliegendes Staulement in eine turbulente Strömung versetzt

und damit effektiv homogenisiert. Im Treber enthaltene Zucker und Inhaltsstoffe gehen dabei in Lösung. Im nächsten Modul erfolgt eine weitere Fest-Flüssig-Trennung. Auf diese Weise ergibt sich eine vierstufige Separation mit zwischengeschalteter, zeitgleicher Extraktion. Dabei lassen sich die Volumenströme für die zulaufende Maische, das Anschwänzwasser und für die ablaufende Würze und den Treberaustrag in Qualität und Quantität konstant einstellen (Abb. 4).

Grundsätzlich ließe sich mit einer steigenden Anzahl an Separations- und Extraktionsstufen die Extraktausbeute immer weiter steigern. In vielfältigen Versuchsreihen, sowohl im Pilot- als auch im Industriemaßstab, stellte sich der heutige vierstufige Kaskadenaufbau unter technologischen und betriebswirtschaftlichen Aspekten als ideale Lösung heraus.

Kurze Kontaktzeiten, hohe Ausbeuten

Bei der neuartigen Maischefiltration bilden sich kontinuierliche Fluidströme aus. Alle

Ströme werden sehr schnell und aus einem relativ geringen Maische- oder Treber-Volumenanteil gewonnen. Entsprechend kurz sind die Kontaktzeiten mit der Atmosphäre und mit dem Anschwänzflied. Daher ist ein dauerhaftes Auslaugen der Treber nicht gegeben. Vielmehr handelt es sich um ein rasches, effektives Auswaschen und Lösen der wertgebenden Inhaltsstoffe des Malzes. Unedle Inhaltsstoffe der Spelzen, wie zum Beispiel Gerbstoffe und Silikate, die erst bei einer längeren Kontaktzeit in Lösung gehen, sind bei diesen Würzen nur in geringen Mengen nachzuweisen.

Die gängigen Anschwänzwassermengen von modernen Läuterbottichen und Maischefiltern liegen in einem Bereich von 2,5 bis 3,5 l/kg Malz. Mit der dynamischen Gegenstromextraktion des neuartigen Verfahrens sind diese Volumina besonders effizient einzusetzen. So lassen sich selbst bei den geringen Verdampfungswerten der modernen Würzekochverfahren sehr hohe Stammwürzen mit hervorragenden Ausbeuten gewinnen.

Aufgrund der kurzen Prozesszeiten sinkt das notwendige Anlagenvolumen. Es liegt in der Standardausführung bei rund 150 l brutto je Modul. Alle Module und die sie verbindenden Schächte bilden dazu ein

geschlossenes System, in dem eine Dampf-atmosphäre über der fließenden Maische herrscht. Ein direkter Kontakt zur Atmosphäre der Umgebung ist damit ausgeschlossen.

Das geringe Modulvolumen hat weitere Vorzüge: Es erlaubt einen kompakten Aufbau auf minimaler Fläche mit einem auch im Betrieb verhältnismäßig geringen Gewicht. Daraus resultieren weniger Ansprüche und Anforderungen an die Gebäudekonstruktion. Zudem lässt sich eine einfache Montage realisieren. Mit einem kleinen Modulvolumen ergibt sich darüber hinaus eine geringe vom Produkt berührte Oberfläche, die gereinigt werden muss. Bei der Reinigung werden die Filterscheiben gedreht und über Sprühköpfe vollumfänglich vom Reinigungsmedium erreicht. Aufgrund der durchgängigen Edelstahlkonstruktion sowie dem Einsatz branchenüblicher Dichtungsmaterialien sind alle gängigen Reinigungsmedien verwendbar.

■ Läuterleistung

Mit der Standardauslegung von 1 m Siebdurchmesser und einer Drehzahl von 4 U/min erreicht die beschriebene Filtereinheit eine Stundenleistung von 120 hl Würze. Die gewünschte Abmaischzeit

entspricht dabei der realen Läuterzeit. Eine höhere Läuterleistung ist durch eine modulare Erweiterung der Filtereinheiten möglich. In diesem Fall werden bei jedem der vier Module weitere Radpaare auf die Antriebswelle montiert. Zwei Siebscheibenpaare pro Modul bedeuten demnach eine Verdopplung der Läuterleistung.

Durch entsprechende Parametrierung der Filterscheibendrehzahl oder der Leistung der Maischepumpe lässt sich der Prozess aber auch an kleinere Maischevolumen und deren Durchsatzleistung anpassen. Alle weltweit üblichen Brauereigrößen können auf diese Weise optimal bedient werden.

■ Fazit

Aus dem neuen Läuterverfahren resultieren große Vorteile für die Brauereien. So lassen sich sortenabhängig stark variierende Stammwürzegehalte mit der identischen Anlage genauso verarbeiten wie unterschiedliche Stärkequellen oder kleinste Chargengrößen. Aufgrund der effizienten Gegenstromextraktion werden mit den gängigen Anschwänzwassermengen immer hohe Ausbeuten erreicht. Der besonders kompakte Aufbau, die einfache Erweiterbarkeit sowie eine gute Reinigbarkeit zeichnen das System aus.

Ein zentraler Aspekt ist die hohe Prozessgeschwindigkeit. So entspricht die Abmaischzeit im Prinzip der Läuterzeit. Dabei wird die Maische gleichzeitig separiert und der Treber ausgewaschen. Aus dem bisherigen statischen Chargenprozess wird so ein kontinuierlicher Transfer, mit Separation und Extraktion in einem Schritt. Durch geschicktes Optimieren der sonstigen Sudhausprozesse lässt sich gegenüber der klassischen Sudhausarbeit eine Sudzeitverkürzung von bis zu 30 Prozent realisieren. Die technologischen Effekte beim Einsatz der neuen Filtereinheit und weiterer Neuentwicklungen werden in nachfolgenden Fachartikeln vorgestellt. ■

■ Quellenangabe

1. Becher, T.: „Die Läuterarbeit in Brauereien: Status quo und künftige Entwicklungsziele“, Chem. Ing. Tech., No. 12, 88, 2016, S. 1904-1910.
2. Karstens, W.: „Entwicklungen der Maischefiltertechnologie“, BRAUWELT Nr. 23, 2015, S. 652-655.

ZIELE FÜR DIE NEUENTWICKLUNG EINES LÄUTERAPPARATS

Kriterium	Ziel
Würze- und Bierqualität	Erhalt der wertgebenden Inhaltsstoffe aus dem Malz
Sudhausprozess	Sowohl kontinuierlich als auch als Chargenprozess
Chargengröße	Maximale Flexibilität hinsichtlich der Sudgröße
Rohstoffe	Unabhängig von Art der Rohstoffe und der Zusammensetzung der Schüttung
Schrotung	Unabhängig von spezialisierten Mühlentypen
Maischekonzentration	Verarbeitung maximal konzentrierter Maischen
Läuterwürze	Konstant in Qualität und Quantität
Läutern	Rasche Würzegewinnung in den Separationsschritten
Anschwänzen	Kurze Kontaktzeiten beim Extrahieren
Ausbeute	Erhöhung durch optimierte Zusammenführung der einzelnen Prozessschritte
Treber	Geringe Restextrakte und Wassergehalte in den Trebern
Prozesszeit	Verkürzung der Gesamtprozesszeit, der Heißhaltezeit und der Rüstzeiten
Konstruktion	Kompakte und modulare Bauform im „Hygienic Design“
Personaleinsatz	Geringer Personalaufwand, Apparat verschleißarm und wartungsfreundlich
Energieeinsatz	Reduzierter Energiebedarf

Tab. 1