

möglicht werden, welches in der Regel von alternativen Proteinen eher eingeschränkt wird.

■ Ein Aufschlagen des Proteins ähnlich wie Eischnee wird durch eine hohe Schaumbildungskapazität und -stabilität des Proteins ermöglicht. In weiterer Kombination mit einer hohen Emulgierfähigkeit wird auch vegane Milch zum Aufschäumen möglich.

Für die verschiedenen Anwendungsbereiche ist ProteinDistillery bereits mit großen Unternehmen im Bereich Käse-, Fleisch- oder Ei-Alternativen im Gespräch. Laut Berechnungen von ProteinDistillery ist von der in der deutschen Brauwirtschaft vorhandenen Menge an Bierhefe nur ein kleiner Teil für die anfängliche Produktion notwendig. Anschließend kann die Produktion mit innovativen Konzepten zur Erhöhung der Biomassenmengen skaliert werden. Über die Produktion von Hefe über Nebenströme hinaus gibt es großes Potenzial für die Brauereibranche, welche mit Unterstützung von langfristigen Partnern durch Fermentation neue Absatzmärkte im Ernährungsbereich erschließen könnte.

■ Kooperation mit Brauereien

Bezüglich der Produktion des Proteins bietet eine Kooperation zwischen der Brauerei und ProteinDistillery verschiedene Ausprägungsmöglichkeiten und Synergiepotenziale. Eine Brauerei kann bereits als einfacher Hefelieferant in den Prozess eingebunden werden. Da der Proteinherstellungsprozess besonders einfach ortsunabhängig skalierbar ist, kommen auch weitere Arten einer Zusammenarbeit infrage, wie dem Aufbau der Produktionsanlage auf dem Gelände einer Brauerei. Der Fermentationsprozess würde direkt in der Brauerei ermöglicht und gegenseitiges Know-how ausgetauscht werden.

Eine große Chance liegt auch in der Nutzung bestehender Kapazitäten innerhalb einer Brauerei, die entweder bewusst frei oder nicht voll ausgelastet sind. Diese Kapazität könnte vermietet werden, um noch mehr Biomasse herzustellen oder auch andere Arten von Hefe durch Fermentation zu erzeugen. Dieses Konzept sieht nicht vor, in den Brauprozess einzugreifen. In der Nutzung freier Kapazitäten liegt das Potenzial für Spezialgärungen mit z. B. hochprozentiger Alkoholfermentation und auch signifikante Chancen für die Forschung an neuartigen Formen der Hefeherzeugung. Für die Verarbeitung potenzieller wertiger Sekundärprodukte werden aktuell Prozesse entwickelt und Berechnungen verifiziert. Dasselbe gilt für die Hefeernte auch in kleinen und mittelgroßen Brauereien.

Das Gründerteam wurde im Dezember 2022 bei der Verleihung des deutschen Nachhaltigkeitspreises unter Anwesenheit des Bundeskanzlers Olaf Scholz mit dem Next Economy Award ausgezeichnet und hat kurz danach die Finanzierung der Anlage erfolgreich abgeschlossen. ProteinDistillery ist dadurch seiner Vision, das Lebensmittelsystem zu transformieren, mit dem Ziel, die Weltbevölkerung zu ernähren und unsere Lebensgrundlagen zu sichern, einen Schritt nähergekommen.

■ Zusammenfassung

Die Brauwirtschaft steht vor Herausforderungen wie sinkenden Bierabsätzen und dem steigenden Bedarf nach alternativen Proteinen. Dabei bieten die Nebenströme der Bierherstellung, insbesondere die Bierhefe, eine neue Marktopportunität. Bierhefe enthält wertvolle Bestandteile wie Nukleinsäuren, Beta-Glucane und Proteine, die in verschiedenen Branchen Anwendung finden können. Um an dem Markt für alternative Proteine teilhaben zu können,

forschen Start-ups und Unternehmen an der nächsten Generation von Proteinen aus Mikroorganismen, speziell bestehend aus Hefe, und nutzen dabei das Know-how und die Erfahrung der Braubranche in der Fermentation.

Das Start-up ProteinDistillery hat ein Veredlungsverfahren entwickelt, um Hefe-Nebenströme in wertvolle Proteine umzuwandeln und damit eine nachhaltige Proteinquelle für die Lebensmittel- und Futtermittelindustrie zu schaffen. ■

■ Quellen

1. Morach, B.; Witte, B.; Walker, D.; von Koeller, E.; Grosse-Holz, F.; Rogg, J.; Brigl, M.; Dehnert, N.; Obloj, P.; Koktenturk, S.; Schulze, U.: „Food for Thought: The Protein Transformation“, Boston Consulting Group, 24. März 2021, <https://www.bcg.com/publications/2021/the-benefits-of-plant-based-meats> (abgerufen am 31.3.2023).
2. Kronen AG: „Braureststoffe sinnvoll verwerten“, <https://www.kronen.com/de/unternehmen/presse/braureststoffe-sinnvoll-verwerten.php> (abgerufen am 31.3.2023).
3. Energie & Management GmbH: Biotreiber als Energierohstoff (Projektnummer: 03KB038), 2007, https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/Steckbriefe/dokumente/03KB038_Biotreiber_Endbericht.pdf (abgerufen am 31.3.2023).
4. Neuscheler, T.: „Fleischersatz aus der Brauerei“, FAZ, <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/fleischersatz-aus-der-brauerei-17728125.html> (abgerufen am 15.3.2023).
5. vegconomist: „Circular Food Solutions Switzerland: Eine Kreislaufwirtschaftslösung für den Schweizer Markt für pflanzliches Fleisch“, <https://vegconomist.de/startups/circular-food-solutions-switzerland-eine-kreislaufwirtschaftsloesung-fuer-den-schweizermarkt-fuer-pflanzliches-fleisch/> (abgerufen am 15.3.2023).
6. Future of Protein Production, <https://www.futureofproteinproduction.com/post/budweisers-parent-company-invests-in-belief-that-beer-waste-is-the-future-of-the-alternative-protein-sector> (abgerufen am 15.3.2023).
7. ProteinDistillery, 2022.

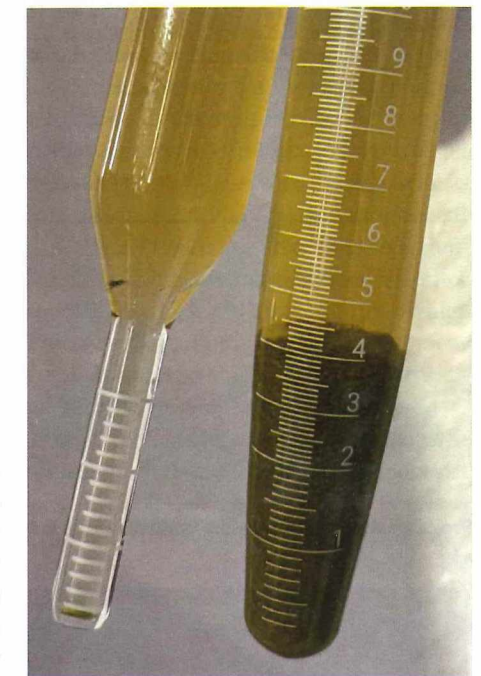
Weniger Schwandmengen durch Dekanter-Technologie

MODERNE TECHNOLOGIE | Produktverluste im Brauprozess lassen sich minimieren. Und die meisten Brauereien wollen dies nutzen, um ressourcenschonend und wirtschaftlich agieren zu können. In diesem Beitrag werden drei Prozessschritte mit erheblichen Schwandmengen im Heiß- sowie im Kaltbereich der Brauerei beleuchtet und die Wege zu einer effektiveren Prozessgestaltung mittels Einsatzes von Dekanterzentrifugen aufgezeigt.

WIE BEI DEN in der Brauwirtschaft etablierten Tellerzentrifugen bzw. Separatoren bilden auch bei Dekantern Zentrifugalkräfte die Grundlage für eine Fest-/Flüssig-Trennung. Ein Dekanter lässt sich als Absetzbecken betrachten, das sich um eine Achse wickelt. Im Absetzbecken bewegen sich die Feststoffteilchen, die schwerer als die Flüssigkeit sind, durch die Schwerkraft zum Boden und bilden am Grund des Beckens ein Sediment. In der sich drehenden Trommel des Dekantern bewegen sich die Feststoffteilchen, die schwerer als die Flüssigkeit sind, mittels Zentrifugalkraft radial nach außen und bilden ein Sediment an der inneren Wand der Dekanter-Trommel. Durch Beschleunigungsfaktoren von mehreren

Tausend g, die durch die Trommelrotation im Dekanter erzielt werden können, läuft eine solche Trennung zwischen Feststoff und Flüssigkeit um ein Vielfaches schneller und effektiver ab. Eine in der Trommel befindliche Schnecke dreht sich mit einer Differenzdrehzahl relativ zur Trommel und fördert die abgesetzten Feststoffe in Richtung des verjüngten Trommelendes. Die Differenzdrehzahl bestimmt die Aufenthaltszeit der sedimentierten Feststoffe in der Trommel und damit im Zentrifugalfeld. Diese Aufenthaltszeit ist u. a. maßgebend für den erzielbaren Trockenstoffgehalt im abgetrennten Feststoffsediment und kann durch Änderung der Differenzdrehzahl der Schnecke der jeweiligen Trennaufgabe optimal angepasst werden.

Die geklärte Flüssigkeit wird bei Dekantern von Flottweg über eine automatisiert verstellbare, mechanische Schälsscheibe

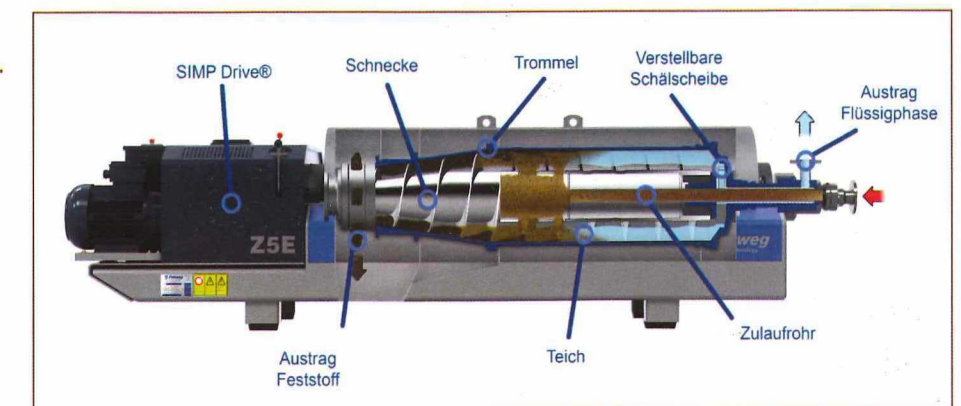


Typische Konstellation bei der Verarbeitung von Hopfentrub; rechts Zulauf zum Dekanter – links geklärter Bierablauf

abgeführt und im geschlossenen System unter Druck aus der Trommel abgeleitet. Dies ermöglicht eine stufenlose Verstellung der Teichtiefe während der Produktion und damit eine schnelle und gezielte Anpassung bei sich ändernden und schwankenden Zulaufbedingungen, ohne dass der Produktzulauf hierfür unterbrochen oder gar die



Autor: Jan-Martin Glöckner (li.), Sebastian Kleespies, Flottweg SE, Vilsbiburg



Querschnittszeichnung einer Dekanter-Zentrifuge

alle Fotos: Flottweg SE

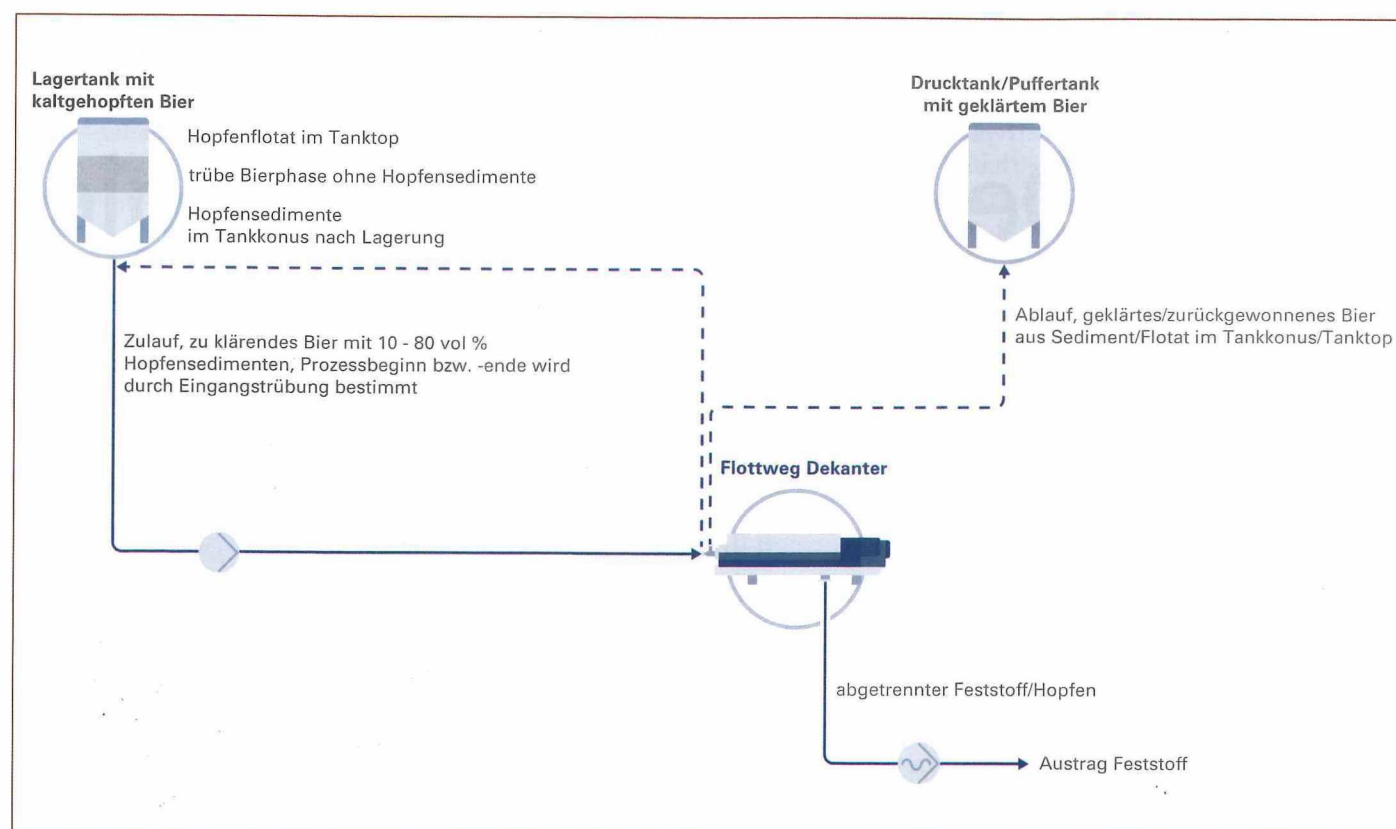
PODCAST

HOPFEN KLANG

Folge 10

Hören Sie rein unter

<https://brauwelt.com/de/mediathek/podcasts>



Prozessschema Separation Tankkonus bei kaltgehopften Bieren

Zentrifuge außer Betrieb genommen werden muss.

Würzeshwand im Whirlpool

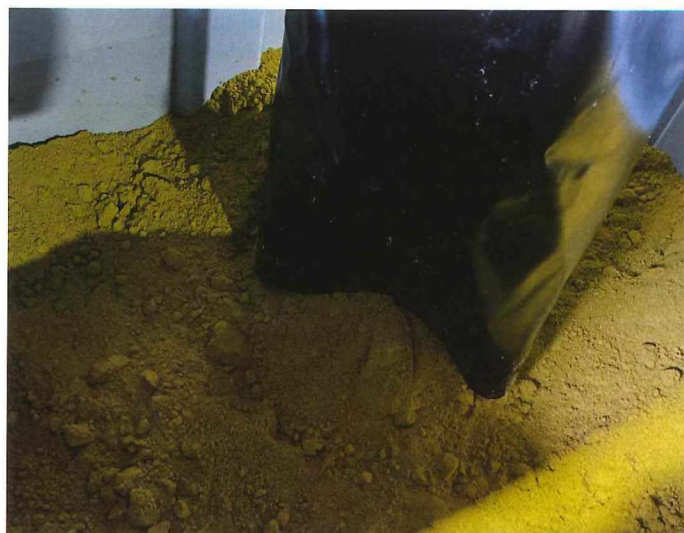
Durch die tangentielle Zuführung der Würze in den Whirlpool setzt sich der beim Kochen gebildete Heißtrub zentral am Boden als Kegel ab. Je nach Design und Auslegung wird im Allgemeinen eine sehr gute Abtrennung der Trubbestandteile erzielt.

Ein stabil ausgebildeter Trubkegel weist aber immer noch einen Flüssiganteil von

rund 75 Prozent auf, was die gängigen Würzeverluste von ca. 1–3 Prozent erklärt. Wenn aber die Hopfengabe in einem bestehenden System signifikant erhöht wird, führt dies zu weitaus höheren Schwandmengen. Mehr Hopfen, zumeist in Pelletform, bindet mehr Würze. Gerade durch das Überfahren von Whirlpools, die ursprünglich für deutlich geringere Feststoffmengen ausgelegt waren, kann sich kein stabiler Trubkegel mehr ausbilden. Sofern der Whirlpool nicht ohnehin nur noch als Se-

dimentationsstank fungiert, läuft der Kegel auseinander, das Ausschlagen muss mit hohen Würzeverlusten abgebrochen werden, um keine Partikel Richtung Würzekühler mitzureißen. Ein ähnlicher Effekt kann sich auch beim Einsatz einer Würzevorkühlung zeigen, da sich bei niedrigeren Würzetemperaturen ein deutlich instabileres Trubgefüge ergibt, sodass die Trubabscheidung nur mäßig oder mit höheren Verlusten einhergeht.

Diese Würzevolumina werden zu einem Großteil unter der Verwendung des Dekanters zurückgewonnen. Die Suspension aus Heißtrub und Würze wird entweder direkt durch Abzug des Trubs noch während des Whirlpoolvorgangs dem Dekanter zugeführt oder nach einer Zwischenpufferung des Heißtrubs in einem Sammelstank nach Abzug der Ausschlagwürze. Im Dekanter wird der Heißtrub mit einem TS-Gehalt von bis zu 42 Prozent abgetrennt und die geklärte Würze nach dem Dekanter entweder direkt vor der Kühlung dem Hauptwürzestrom zugegeben oder auch zum nächsten Sud. Durch den hohen Entwässerungsgrad des abgeschiedenen Heißtrubs werden die Schwandmengen um ca. 80–90 Prozent reduziert. Kommt ein Trubtank bereits zum Einsatz, kann hier das gesammelte Trub-



Separierter Hopfen aus dem Dekanter

und Spülwassergemisch abgetrennt werden und somit der enthaltene Restextrakt zurückgewonnen werden.

Bierschwand in Gär- und Lagerkeller

Enorme Verluste durch Kalthopfung

Die Kalthopfung zur Herstellung von hopfenbetonten Biersorten hat in vielen Bierkulturen nach wie vor einen hohen Stellenwert und im vergangenen Jahrzehnt auch vermehrt Einzug in die gesamte Brauwirtschaft gehalten. Hauptsächlich werden Hopfenpellets verwendet und zur Extraktion in den Gär- und Reifeprozess eingebracht. Diese geben dort die gewünschten Aromastoffe an das Bier ab, binden aber gleichzeitig das ca. 4–5-Fache ihres Volumens an Bier und setzen sich als Trubkegel am Tankboden ab.

Das Handling dieses Hopfentrubs ist arbeitsintensiv und nachfolgende Verarbeitungsschritte werden erschwert. Die Produktwege (Rohrleitungen, Ventiltechnik, etc.) neigen zur Verblockung. Separation und Filtration werden durch die erhöhte



Demonstrationsanlage für 20–50 hl/h

Feststofffracht überlastet. In der Praxis wird daher der Trubkegel (ähnlich der Hefeernste) manuell abgeschossen, bevor der weitere Tankinhalt bzw. der ausgeklärte Überstand weiterverarbeitet werden kann. Da das Hopfensediment hochwertiges Bier enthält,

werden hierdurch signifikante Biermengen entsorgt. Typische Verluste liegen bei ca. 5–20 Prozent des Tankinhalts. Die weite Range an Verlustmengen ergibt sich aus der ebenso weiten Range von Hopfendosagen, die je nach Brauerei und Biertyp zwischen 50 und 3500 g/hl variieren. Ein nicht unerhebliches Problem ergibt sich so auch bei der Abwasserbelastung, da die enorme Feststofffracht diese massiv erhöht.

Mit einer Dekanter-Zentrifuge zur Separation dieser Hopfensedimente und vorhandener Resthefen im Tankkonus können sehr hohe Zulaufkonzentrationen von bis zu 80 Volumenprozent Feststoff verarbeitet werden. Die Bierphase wird mit einem Resttrubgehalt von 0,2–0,5 Volumenprozent zurückgewonnen. Der abgeschiedene Hopfen weist beim Austrag aus dem Dekanter ca. 30–40 Gewichtsprozent rieselfähige Trockensubstanz auf. Je größer der Hopfenanteil in Relation zur Hefe ist, desto trockener wird der Feststoff ausgetragen.

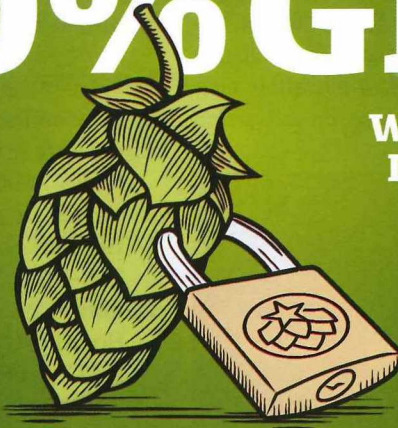
Das zurückgewonnene Bier kann zwischengepuffert und anschließend zudosiert oder direkt im chargenweisen/tankweisen Prozess zurückgeführt werden. Mittels CO₂-



BarthHaas®

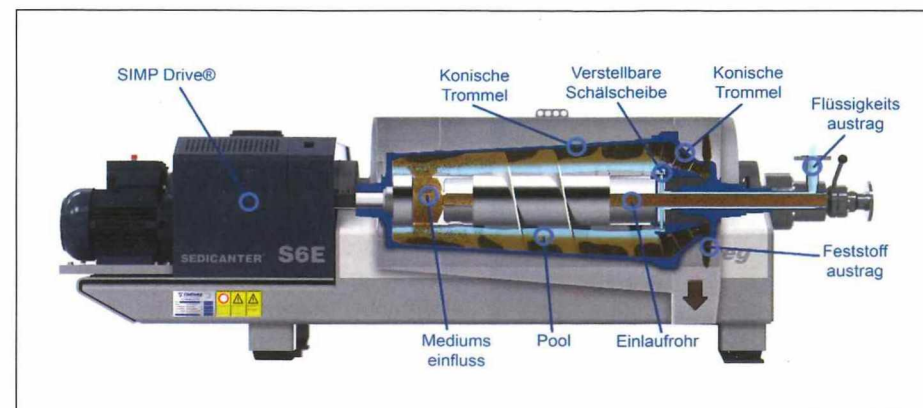
100% GEPRÜFT

WIR KÜMMERN UNS UM IHRE
LEBENSMITTELSICHERHEIT



Im Rahmen unserer weltweit einzigartigen Prüfgarantie analysieren wir 100% unserer Hopfen – bevor sie zur Verarbeitung freigegeben werden. Damit Sie auf der sicheren Seite sind!



Querschnittszeichnung eines Sedicanters

Überlagerung wird die Sauerstoffaufnahme auf ein Minimum reduziert.

Neben teilautomatisierten Verfahren, bei denen die Bediener entscheiden, welche Teilmenge einer Charge im Dekanter geklärt werden soll, kann die Einbindung auch vollautomatisch erfolgen. Mittels Trübungsmessung wird hierzu die Zulaufkonzentration detektiert und als Kriterium für die Regelung und Einsatzdauer der Maschine verwendet. So lässt sich einfach definieren, ob beziehungsweise welches Volumen des Tankkonus über den Dekanter zu klären ist. Auch die bei der Kalthopfung typischerweise im Tank vorhandene Flotatschicht kann so erkannt und gezielt abgetrennt werden.

Neben der voran beschriebenen Hopfenextraktion im Tank wird Dekanter-Technologie auch in Kombination mit anderen, effizienteren, externen Hopfen-Extraktionssystemen eingesetzt. Des Weiteren lassen sich neben Hopfen auch andere „Aromaträger“ wie Früchte, Kaffeebohnen, Kräuter etc. effektiv vom Bierstrom abtrennen.

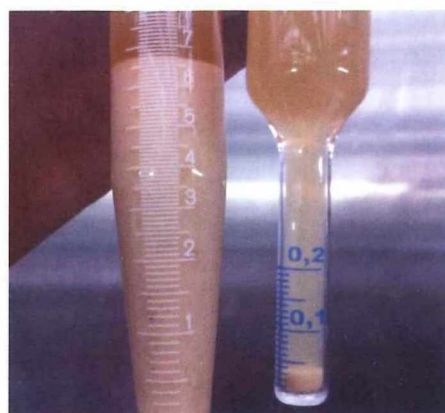
Spezielle Dekanter-Technologie nur für Hefen

Betrachtet man den Bierschwand losgelöst von einer etwaigen Kalthopfung, sind die Produktverluste zwar im Gesamten geringer, aber nicht unerheblich. Denn nach allgemeiner Lehrbuchmeinung fallen rund zwei bis drei Prozent der jährlichen Ausstoßmenge einer Brauerei als Verluste im Gär- und Lagerkellerbereich, sogenannte Überschusshafen, an. Auch hier handelt es sich um eine Suspension, bestehend aus dem „Feststoff“ Hefe und der flüssigen Bierphase. Im Unterschied zu den beiden voran beschriebenen Prozessen hat die Hefe allein aber gänzlich andere Eigenschaften, vor allem hinsichtlich Partikelgröße und Sedimentationsverhalten, und stellt somit ganz

andere Herausforderungen an die zentrifugale Abtrennung.

Adaptiert auf diese Produkteigenschaften wurde eine spezielle Dekanter-Zentrifuge, der Sedicanter von Flottweg entwickelt. Dieser unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht vom zuvor beschriebenen „normalen Dekanter“. Die unterschiedliche Geometrie der Trommel sowie die Führung der Prozessströme ergeben eine verlängerte Trennzone. Mit stetig steigendem Trommeldurchmesser wird auch die Zentrifugalkraft erhöht. Am Ende der Trennzone wird der höchste Durchmesser erreicht und die Hefe wird über einen Spalt aus der Trommel ausgetragen. So erfährt das Medium in Kombination mit den generell höheren g-Zahlen eine Kompression, was zu vergleichsweise hohen TS-Gehalten (bis 28 Prozent TS) im Hefekuchen und einem guten Klärgrad im Bierablauf führt. Ein hoher TS-Gehalt bedeutet gleichzeitig eine höhere Ausbeute an zurückgewonnenem Bier.

Gerade hier zeigt der Sedicanter im Vergleich zu anderen gängigen Technologien (beispielsweise Cross-Flow-Filtration oder Separatoren) seine Vorteile, da mit diesen



Typische Konzentrationen von Hefesuspensionen (Zulauf und Ablauf Sedicanter)

Systemen nur weitaus geringere Trockensubstanzgehalte erzielt werden können. Darüber hinaus können, wie schon beim Dekanter, hohe Feststoffkonzentrationen im Zulauf verarbeitet werden, ohne dass eine Verdünnung mit Wasser (in Blending-Qualität) im Zulauf des Systems notwendig ist.

Das zurückgewonnene Bier wird gesammelt meist im Kaltbereich verschnitten. Somit können die Bierverluste allein in diesem Bereich um wiederum 70–80 Prozent reduziert werden.

Fazit

Mit moderner Dekanter-Technologie lassen sich die aufkommenden Schwandmengen in einzelnen Bereichen des Brauprozesses erheblich minimieren. Dies führt zu höheren Ausbeuten im Heiß- und Kaltbereich der Brauerei. Eine geringere Abwasserbelastung und reduzierte Entsorgungsmengen sind die logische Konsequenz. Ebenso lassen sich Teilprozesse in vor- und nachgelagerten Bereichen vereinfachen und optimierte Prozessabläufe schaffen. In Abhängigkeit des produzierten Ausstoßes, der dosierten Hopfenmengen und der anfallenden Verlustmengen rechtfertigt der Dekanter bzw. Sedicanter seine Investition bereits in wenigen Monaten.

Einige, vornehmlich kleinere, Brauereien nutzen die Vielseitigkeit des Dekanters ganz konkret, indem sie nach Möglichkeit eine Maschineneinheit für mehrere der hier beschriebenen Prozesse nutzen und somit die Auslastung und Wirtschaftlichkeit erhöhen. Ebenso werden auch andere Getränke unter Zuhilfenahme des Dekanters hergestellt, bspw. Haferdrinks.

Literatur

1. Annemüller, G.; Manger, H.; Lietz, O.: Die Hefe in der Brauerei, 2. Aufl., VLB Berlin, 2008, S. 373–395.
2. Narziß L.: Abriss der Bierbrauerei, 7. Aufl., Wiley-VCH Weinheim, 2008, S. S. 298–305.
3. Kohles, M.; Gutsch, F.: „Externes Dry Hopping: Die Lösung der Probleme? (Teil 3)“, BRAUWELT Nr. 27-28, 2022, S. 673–675.
4. Schönberger, C.; Novy, R.; Junkersfeld, L.: Podcast Hopfenklang: „Ist Rückverdünnung die neue Methode für die Kalthopfung?“, Sendung vom 28.4.2022, <https://hopfenklang.podigee.io/1-rueckverduennung> (abgerufen am 12.3.2023).

Biogasanlage für Großbrauerei Göss

BIOGAS AUS BIERTREBER | Biertreber bietet eine einmalige Chance, um im Zuge der Kreislaufwirtschaft in hochwertige Produkte wie Biogas, Biomethan, Proteinextrakt und auch Biodünger transformiert zu werden. Wie das Beispiel der Brauerei Göss, Österreich, zeigt, bietet Biogas vielfältige, flexible Möglichkeiten für die Energieversorgung der Brauerei, die Einspeisung in das Erdgasnetz oder als Treibstoff für die Transportflotte.

ZUR BEWÄLTIGUNG der Herausforderungen der aktuellen Zeit – dem Klimawandel, der Entwicklung zu einer nachhaltigen Gesellschaft sowie der Versorgungssicherheit, Preisstabilität und Reduktion der Abhängigkeit von einzelnen Lieferanten im Energiesektor – bedarf es großer Anstrengungen. Eine zentrale Aufgabe der Braubranche in diesem Zusammenhang ist die Reduktion des Energiebedarfs mit einer Umstellung auf erneuerbare Energieträger. Hier spielt die Biogastechnologie aus Biertreber eine wichtige Rolle, um das Ziel Net Zero CO₂ zu erreichen.

Spätestens mit dem starken Anstieg der Gas- und Energiepreise sowie der unsicheren Versorgungslage für Erdgas, ausgelöst durch die Krise in der Ukraine, gewannen neben den ökologischen auch die wirtschaftlichen und strategischen Beweggründe zur Umstellung auf alternative Energiequellen an Bedeutung.



Autor: Reinhold Waltenberger, BDI-BioEnergy International GmbH, Raaba-Grambach, Österreich

Geringe Adaption der existierenden Infrastruktur

Im Gegensatz zur Vergangenheit, wo mit wenigen, fossilen Energieträgern eine Brauerei versorgt wurde, wird heutzutage ein intelligenter Mix an erneuerbaren Energien in Kombination mit Effizienzsteigerung benötigt, um auch das Ziel Net Zero CO₂ zu erreichen. Biogas verfügt hier dank seiner verlässlichen Grundlast sowie der Möglichkeit, Spitzen flexibel abzudecken, über eine ganz besondere Funktion. Dies kann mit minimalen Adaptionen in der vorhandenen Infrastruktur der Brauerei (Erdgaskessel

und Blockheizkraftwerken (BHKWs)) hoch effizient erfolgen.

Im Gegensatz zu Photovoltaik, Solarthermie und Wind ist die Energieerzeugung mit Biogas unabhängig von den Witterungsbedingungen und den geographischen Gegebenheiten. Neben der klassischen Nutzung zur Erzeugung thermischer Energie in Heiz- und Dampfkesseln sowie der Verstromung in BHKWs kann Biogas auch zu Erdgasqualität aufbereitet und ins öffentliche Netz eingespeist werden. Dadurch kann lokal eingespeistes Biogas auch an anderen Standorten CO₂-neutral verwendet werden.

Alternativ zur Einspeisung besteht die Möglichkeit, aufbereitetes Biogas zu verdichten (CNG – compressed natural gas) oder zu verflüssigen (LNG – liquified natural gas) und als erneuerbaren Treibstoff für die Logistik-Flotte heranzuziehen. Hier kommt eine langjährig erprobte Technologie von vielen der renommierten Fahrzeughersteller zum Einsatz. Mit einer hohen Reichweite und verhältnismäßig geringen Mehrkosten im Vergleich zu Wasserstoff- oder elektrisch betriebenen Fahrzeugen stellt Biogas als Treibstoff eine ernsthafte Variante zur Re-

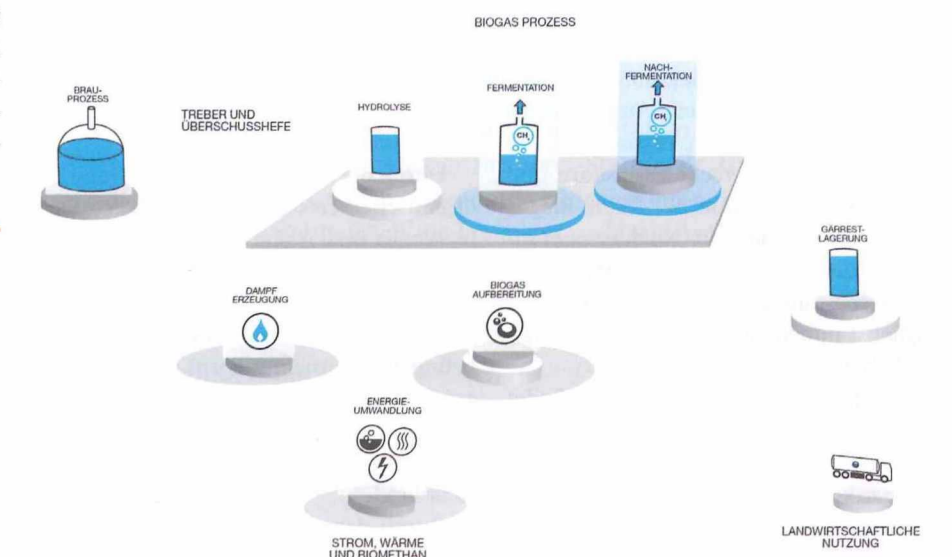


Abb. 1 Übersicht der Stufen des Biogasprozesses – vom Brauprozess bis zur Energieerzeugung oder landwirtschaftlicher Nutzung
alle Grafiken+Fotos: BDI-BioEnergy