

Neues Verfahren der Maischefiltration (Teil 3)

TECHNOLOGIE DER WÜRZEBEREITUNG | Mit der Entwicklung des neuen Läutersystems Nessie by Ziemann® [1] zur Maischetrennung ergibt sich eine interessante Innovation für die gesamte Technik und Technologie der Bierherstellung. Der vorliegende Beitrag legt die technologischen Zusammenhänge und Auswirkungen auf die umgebenden Prozessschritte sowie die Effekte auf die Würzequalität als Endergebnis der Sudhausarbeit dar.

DIE VORRANGIGE Aufgabe einer Brauerei ist es, Biere von gleichbleibend hoher Qualität kostengünstig zu erzeugen. Hierbei hilft die heutige Brautechnologie. Diese ist von einer jahrhundertealten Tradition geprägt und hat bis heute einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Es stehen hochwertige Rohstoffe wie homogene, enzymstarke Malze zur Verfügung. Neue ertragreiche Hopfensorten liefern hohe α -Säuregehalte oder vielfältige Aromenoten. Es ist das Ziel, mit diesen Roh-

stoffen den Brauprozess zu optimieren. So ist es möglich, den Maischprozess zu verkürzen. Der Trend geht zu Infusionsverfahren. Der Abläuterprozess stellt den längsten Verfahrensschritt dar und ist dadurch zum limitierenden Faktor im Sudhaus geworden. Die heutigen Würzekochsysteme sind technologisch ausgereift, was sich in einer schonenden Kochung widerspiegelt (s. guter Schaum, niedrige TBZ). Gärung und Reifung laufen vielfach beschleunigt ab. Aus Kapazitätsgründen

geht der Trend zu großen Tanks unter Anwendung von moderaten Drücken in Kombination mit angepasster Anstelltechnologie.

Der Prozessschritt der Abläuterung ist augenblicklich der Taktgeber im Sudhaus. Läuterbottich und Maischefilter sind hochentwickelte Trennsysteme, deren Potential nahezu ausgeschöpft ist. Damit entstand die Idee, den Läuterprozess unter Anwendung von brauereitechnologischem und verfahrenstechnischem Wissen durch Entwicklung eines neuartigen Trennverfahrens zu optimieren. Der Aufbau und die Funktion des Systems wurden bereits beschrieben [1, 4].

Diese und folgende Publikationen beschreiben, wie sich das neue Trennsystem auf die umgebenden Prozessschritte (Schroten, Maischen, Kochen, Gären, Filtrieren) auswirkt. Die zahlreichen Ergebnisse basieren auf Versuchen im Pilot- bzw. Industriemaßstab von zehn bis 140 Hektolitern.



Autoren: PD Dr.-Ing. Annette Schwill-Miedaner, Prof. Dr.-Ing. Heinz Miedaner, Sonthofen

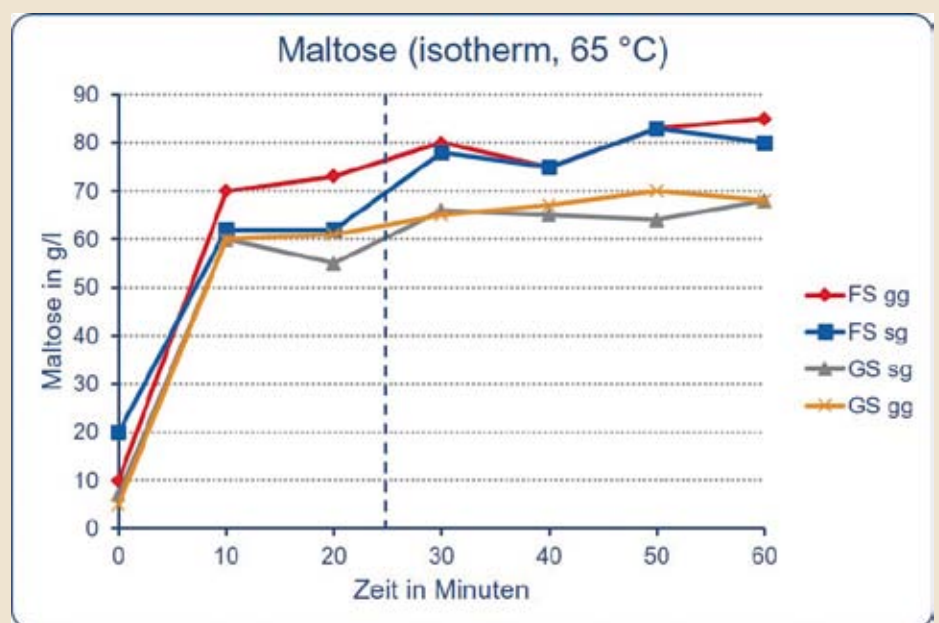


Abb. 1 Die Maltosebildung ist unabhängig von der Schrotfeinheit (FS = Feinschrot, GS = Grobschrot) und der Malzlösung (gg = gut gelöst, sg = schlecht gelöst) nach 20 bis 30 min abgeschlossen

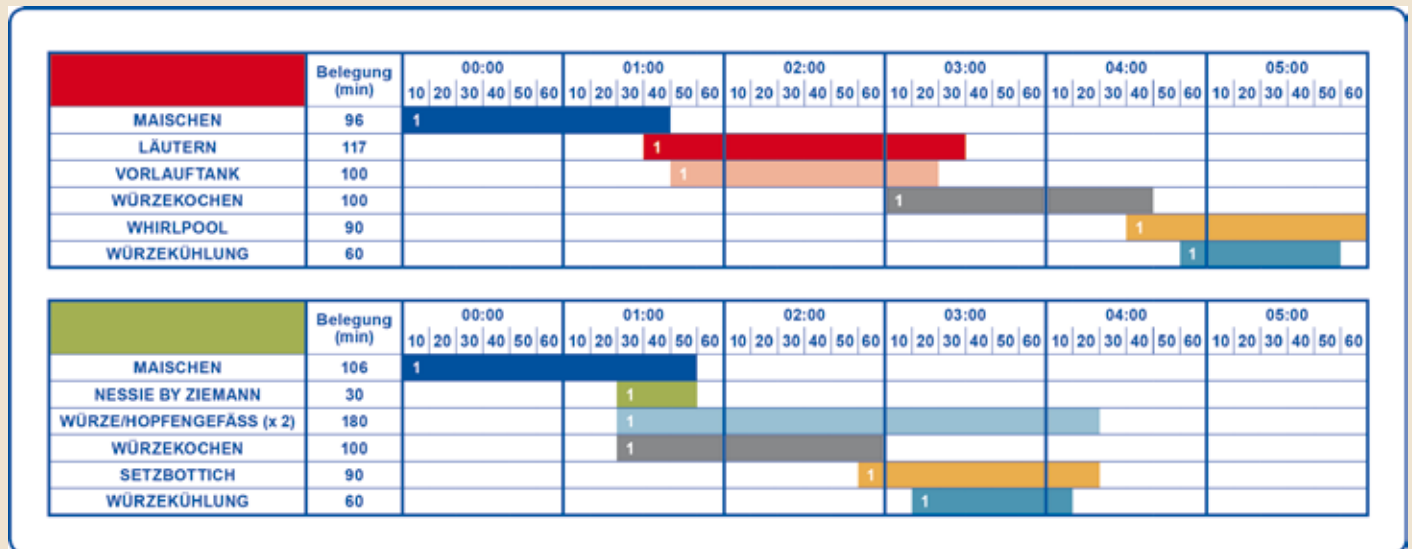


Abb. 2 Durch Verkürzung der gesamten Prozesszeit im Sudhaus ermöglicht das Nessie-System (unten) eine höhere Flexibilität in der Sudhausarbeit gegenüber dem herkömmlichen System (oben)

Schroten

Der Malzzerkleinerung kommt für die stofflichen Umsetzungen beim nachfolgenden Maischprozess sowie für die Extraktgewinnung beim Abläutern eine entscheidende Bedeutung zu. Eine optimale Schrotung soll zu einem maximalen Extrakt bei qualitativ hoher Würzezusammensetzung führen. Die Abläuterung soll schnell und unter maximaler Ausbeute erfolgen. Vorderwürze und Nachgüsse sollen in weniger als zwei Stunden gewonnen werden. Bis heute sind Schrotfeinheit und Läutersystem aneinander gekoppelt.

Der Läuterbottich setzt ein relativ grobes Schrot voraus. Die Spelzen sind innerhalb der Treber für die Ausbildung einer lockeren und gut durchlässigen Treberschicht verantwortlich. Je feiner die Vermahlung der Spelzen ist, umso weniger durchlässig wird die Treberschicht. Dies ist vor allem bei Hochleistungsbottichen (bis 14 Sude pro 24 h) von größter Bedeutung. Grundvoraussetzung ist hierfür der Erhalt der Spelzenfraktion mit einem Anteil von ca. 18 bis 25 Prozent. Es sind also nicht nur die reinen Spelzen von Belang, sondern auch ein bestimmter Prozentsatz an Grießen, die als „Distanzhalter“ fungieren sollen. Erhaltene und gut ausgemahlene Spelzen ergeben ein hohes Spelzenvolumen (Soll >700 ml/100 g). Eine wichtige Fraktion der Schrotsortierung ist der Pudemehlanteil. Die weitgehende Vermahlung des Mehlkörpers des Malzes ist zwar für die enzymatische Angreifbarkeit während des Maischens förderlich, die Durchlässigkeit der Treberschicht wird jedoch stark herabgesetzt. Bei einem

zu feinen Schrot besteht insgesamt die Gefahr einer unvollständigen oder zumindest erschwerten Auswaschung. Daraus folgt, dass mit sinkendem Spelzenanteil die Aufhacktechnik optimiert werden muss bzw. ein alternatives Trennverfahren zum Läuterbottich zum Einsatz kommt, wie z. B. ein heutiger Maischefilter (Dünnschichtfilter), der Pulverschrot mit 70 Prozent <150 µm verarbeitet. Das neu entwickelte Trennsystem Nessie funktioniert aufgrund seiner Separationscharakteristik unabhängig von der Schrotzusammensetzung und Malzlösung. Die bei Läuterbottich und Maischefilter üblichen Einschränkungen, wie Wahl des Mühlensystems und Art des Rohstoffs, dominieren das neue Trennsystem nicht. Auch die Verarbeitung höherer Rohfruchtanteile ist möglich (s. weitere Publikationen).

Bei den folgenden, zu diskutierenden Ergebnissen kam ein gut gelöstes Gerstenmalz zum Einsatz, das mit einer Secha-Walzenmühle zerkleinert wurde. Die Versuche wurden parallel zu einem Läuterbottichbetrieb durchgeführt.

Maischen

Der Maischprozess besitzt in der Sudhausarbeit einen hohen Stellenwert: Kernziel ist es, bereits lösliche Verbindungen in Lösung zu überführen und unlösliche Verbindungen enzymatisch löslich zu machen. Die schnelle Lösung und vollständige Umsetzung der Malzinhaltsstoffe gilt als Grundlage für die Würzezusammensetzung und somit für den Biertyp und die Bierqualität. Als Parameter dienen Temperatur, Zeit, pH-

Wert und Schrotfeinheit. Reaktionskinetische Untersuchungen (2) haben gezeigt, dass die Maltosebildung unabhängig von Schrotfeinheit und Malzlösung nach 20 bis 30 Minuten abgeschlossen ist (Abb.1). Ähnliche Reaktionszeiten gelten für die Proteolyse und bei guter Malzqualität auch für die Cytolyse.

Infolgedessen sind kürzere Maischzeiten realisierbar. Bei den vorliegenden Versuchsreihen kam ein Hochkurzmaisverfahren (Einmaischttempur. 62 °C, Maltoserast bei 65 °C) zum Einsatz. Die Maischdauer des Systems Nessie betrug 75 Minuten und fiel damit um 15 Minuten kürzer aus als bei den Läuterbottichsuden mit 90 Minuten, da diese mit 77 °C (Nessie-System 72 °C) abgemaischt wurden.

Abläutern

Die Prozesszeit des Nessie-Systems liegt bei 30 bis 60 Minuten. Der Vorgang der Abläuterung mittels Läuterbottich oder Maischefilter besteht bisher aus zwei Schritten:

- 1. der Filtration und
- 2. der Auswaschung.

Das Ziel ist die schnellstmögliche Maischetrennung in Würze und Treber unter Gewinnung einer qualitativ hochwertigen Würze bei minimalem Restextrakt in den Trebern.

Dieses Ziel wird mit dem neuen Trennverfahren in einem Arbeitsschritt erreicht: Die Festflüssigtrennung der Maische erfolgt beim Durchlaufen von vier rotierenden, kaskadenförmig angeordneten Siebfiltern mittels Filtration und gleichzeitiger Extraktion im Gegenstrom.

PRAXISWERTE ZUR AUSBEUTE BEIM NESSIE-SYSTEM – TREBERANALYSE IM VERGLEICH MIT NORMWERTEN

Parameter	Nessie	Normwerte (LB)
Wassergehalt [%]	< 80	80
Gesamtextrakt [%]	0,8	1,6
Extrakt auswaschbar lftr. [%]	0,6	0,8
Extrakt aufschließbar lftr. [%]	0,2	0,8
Jodwert [dE578nm]	1,8	< 3

Tab. 1

PRAXISWERTE ZUR WÜRZEQUALITÄT (KÜHLMITTE) BEIM NESSIE-SYSTEM – DIREKTER VERGLEICH ZU ADÄQUATEM LÄUTERBOTTICHBETRIEB

Parameter	System Nessie	Läuterbottich
Farbe [EBC]	5,5	7,3
TBZ [-]	38	50
TBZ-Zunahme [-]	18	30
Furfural [µg/l]	212	431
Viskosität [mPas]	1,80	2,10
Ges. N [mg/100 ml]	120	113
MgSO ₄ -N [mg/100ml]	25	26
FAN [mg/100 ml]	22	25
Koag. N [mg/100 ml]	1,6	1,1
Polyphenole [mg/l]	142	240
Anthocyanogene [mg/l]	58	92
Tannoide [mg/l]	22	85
Si-Ionen [mg/l]	9	14
Jodwert [dE 578 nm]	0,18	0,70
Zink [mg/l]	0,63	0,01
C 18_1/2/3 [mg/100 ml]	2,00	0,12

Tab. 2

Um das System Nessie zu beurteilen, werden drei Kriterien herangezogen:

- Kapazität (hl/Sud);
- Quantität (Ausbeute);
- Qualität (Würze/Bier).

Die Kapazität des neuen Läutersystems (siehe hl/Sud) entspricht den heute üblichen Größenordnungen. Das System kann durch Parallelschalten von Filtern je Welle und Stufe erweitert werden.

Die Würzebereitung vom Maischen bis zum Würzekühlen benötigt normalerweise bei Läuterbottichbetrieb und zwölf Suden pro Tag mit einer Belegung des Läuterbottichs von 117 Minuten sechs Stunden. Mit dem neuen Sudhauskonzept verkürzt sich der gesamte Prozess auf vier Stunden und 20 Minuten, was einer Einsparung von 100 Minuten bzw. knapp 30 Prozent durch

Verkürzung der Maisch- und besonders der Trennzeit entspricht (Abb. 2). Dies ermöglicht eine höhere Flexibilität in der Sudhausarbeit.

Zur Beurteilung der Quantität können die Treberanalysen herangezogen werden. Wie in der DIN 8777 bzw. in den MEBAK-Richtlinien festgelegt, ist es unumgänglich, die Extraktgewinnung allein über die Treberverluste zu ermitteln [3]. Nessie führt zu höheren Ausbeuten. Dies belegen die niedrigen Extraktwerte der Treber (auswaschbar, aufschließbar), welche die Normwerte der MEBAK deutlich unterschreiten (Tab. 1).

■ Würzekochung

Die allseits bekannten Aufgaben der Würzekochung – Eindampfen von Wasser zur

Erzielung der gewünschten Würzekonzentration, Ausscheidung von Eiweißstoffen, Lösung und Isomerisierung der Hopfenbitterstoffe, Inaktivierung von Enzymen und Stabilisierung der Würze sowie das Austreiben flüchtiger Substanzen und die Bildung von Maillardprodukten – können mit den heute verfügbaren Kochsystemen erfüllt werden. Auch Fragen zur Mindestverdampfung, zur thermischen Belastung und Homogenität sind weitgehend gelöst.

Für die vorliegenden Versuchsreihen verlief die Kochung mit einer Kochzeit von 60 Minuten (Innenkocher) und einer Verdampfung von vier bis fünf Prozent im technologisch üblichen Rahmen.

Die oben genannten Aufgaben bleiben auch mit dem Einsatz des Nessie-Systems bestehen.

Allerdings führt die neue Trenntechnik dazu, neue technologische Wege zu gehen. Das Sudhaus wurde um folgende Bausteine erweitert (Abb. 3):

- I. Dosage bei 85 °C eines Malzauszuges (2 %) nach dem Kochen für garantiert niedrige Jodwerte;
- II. getrennte, externe Hopfenisomerisierung (atmosphärisch, ≤ 100 °C) und Dosage nach der Trubentfernung zur Steigerung der Hopfenausbeute [4];
- III. gesteuerte Trubentfernung im Setzbottich zum Erhalt von physiologisch bedeutenden Inhaltsstoffen (85 °C).

Diese drei Bausteine werden in einem nachfolgenden Artikel näher beleuchtet und erläutert.

■ Heißtrub-/Kühltrubentfernung

Die Menge des anfallenden Heißtrubs wird durch Faktoren wie Malzlösung, Maischverfahren, Läutertrübung und Kochparameter bestimmt. Über Jahre galt die Forderung nach einer 100%-igen Abscheidung als ein technologisches „Muss“ (s. „Verschmieren“ der Hefezelloberflächen). Optimierungen in der Läutertechnik und Heißtrubabtrennung führten jedoch in den letzten Jahren zu lipidarmen Würzen. Zum einen werden die von der Maische eingebrachten, relevanten Fettsäuren (C16, C18, C18:1-3) vom Filterbett der Treber, besonders vom Oberteig [5, 6] zurückgehalten, zum anderen adsorbiert der Trub (Heiß- und Kühltrub) einen Großteil der nach dem Kochprozess noch vorhandenen Fettsäuren [7]. Als Folge davon verlangsamte sich die Gärung, denn langkettige

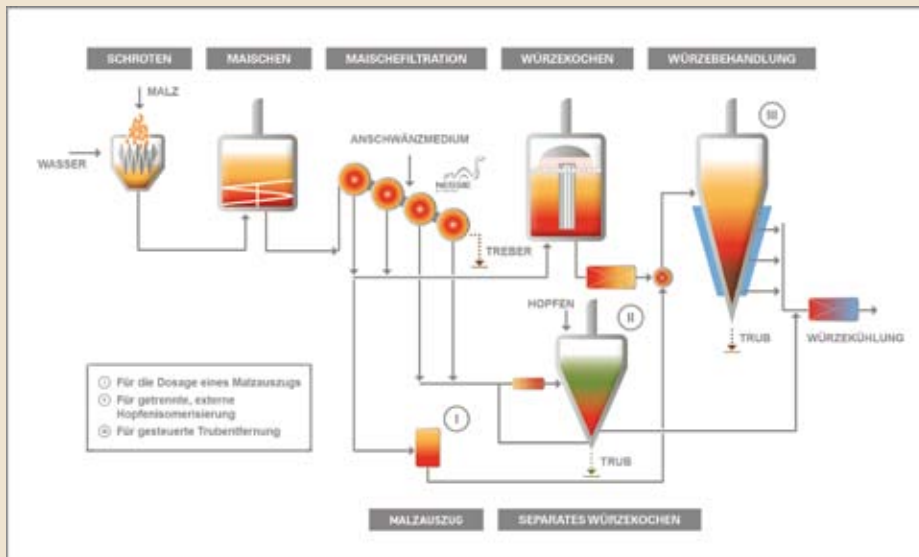


Abb. 3 Das System Nessie wird in ein erweitertes Sudhauschema integriert

ungesättigte Fettsäuren fördern als Lipide in der Hefezellmembran die Aufnahme und den Transport von Nährstoffen wie α -Aminostickstoff (FAN) und Phosphat. Bei Unterbilanzierung macht die Hefevermehrung eine umso stärkere Synthese dieser Fettsäuren in Gegenwart von Sauerstoff erforderlich. Das Gleiche gilt für Zink, welches für den Hefestoffwechsel ein essentielles Spurenelement ist. Es fördert die Zellvermehrung und die Eiweißsynthese und ist maßgeblich an der Geschwindigkeit des Zuckerabbaus beteiligt. Der Rohstoff Malz bringt zwar genügend Zink in den Maischprozess ein, doch wird ein großer Teil von den Trebern oder später vom Trub adsorbiert und ist somit für die Hefe nicht mehr verfügbar. Dies führte zu dem Denkansatz, einen gewissen Anteil des Trubes, der sich im Setzbottich angesammelt hat, in der Würze zu belassen.

Zur Beurteilung der Würzequalität können die Analysendaten der Kühlmitte-Würzen (KM) herangezogen werden (Tab. 2). Die meisten Analysenkriterien werden wie bisher erfüllt, z. B. die N-gehalte (Ges. N, $MgSO_4$ -N, FAN). Koag. N, DMS (Dimethylsulfid) liegen im üblichen Rahmen. Hervorzuheben sind folgende Merkmale:

Die Farben der KM-Würzen der Nessie-Sude sind im Vergleich zu den Läuterbottichwürzen deutlich heller (5,5/7,3 EBC). Die TBZ ist eklatant niedriger, sowohl in der Zunahme von Pfannevoll bis zur Kühlmitte als auch in den Absolutwerten (38/50). Dies bedeutet, dass die thermische Belastung bedingt durch die kurze Trennzeit und die niedrige Temperatur von 85 °C

während der Trubentfernung im Setzbottich weiter gesenkt werden konnte. Auch der niedrige Furfuralgehalt bestätigt dies und lässt einen positiven Effekt auf die Geschmacksstabilität erwarten.

Die günstige Viskosität von 1,80 mPas im Vergleich zu den Läuterbottichwerten von 2,10 mPas wird vermutlich durch den Abbau noch vorhandener α -Glucane mittels Dosage des Malzauszuges nach dem Kochen erzielt. Damit könnte die Filtrierbarkeit der Biere noch weiter gesteigert werden.

Die Gerbstoffe sind um ca. 40 Prozent reduziert. Der Siliziumgehalt der Nessie-Würzen ist ebenfalls verringert. Der Grund hierfür liegt in der geringeren Kontaktzeit bei der Maischetrennung und damit in einer geringeren Auslaugung aus den Spelzen. Die Verweilzeit eines Maischepartikels im Trennsystem beträgt zwischen drei bis fünf Minuten. Dies wirkt sich positiv auf die Farbe aus. Der Jodwert wird durch die Dosage des Malzauszuges nach dem Kochen sehr niedrig gehalten. Dadurch können die mit einem hohen Jodwert verbundenen Risiken (mikrobiologische Instabilität, Trübungen, Filtrationsprobleme und geschmackliche Einbußen) [8] verhindert werden. Das Spurenelement Zink erreicht mit 0,63 mg/l ein extrem hohes Niveau, das sonst im Rahmen des Reinheitsgebotes im Sudhaus nicht zu realisieren ist. Für eine zügige Hauptgärung, gute Hefevermehrung und einen vollständigen Diacetylabbau wird eine Mindestkonzentration von 0,15 mg/l in der Ausschlagwürze angestrebt. Mit der neuen Trenntechnik bleibt

das beim Maischen herausgelöste Zink weitgehend erhalten, da es nicht durch die Treberschichten zurückgehalten wird. Das Gleiche gilt für die langkettigen, ungesättigten Fettsäuren (2,0/0,12 mg/100 ml). Darüber hinaus ermöglicht es die gezielte Trubeinstellung nach dem Setzbottich, eine gewünschte Menge an Zink und Fettsäuren für den Hefestoffwechsel zu erhalten.

Fazit

Mit der Entwicklung des neuen Läutersystems Nessie by Ziemann zur Maischetrennung eröffnen sich neue Wege zur Optimierung des Brauprozesses. Die Auswirkungen schlagen sich in einer verkürzten Prozesszeit für die Würzebereitung, einer verringerten thermischen Belastung, niedrigeren Jodwerten, einer gesteigerten Hopfenausbeute und einer optimierten Nährstoffversorgung für die Hefe nieder. Die positiven Effekte für die Bierqualität werden in den weiteren Artikeln dargelegt.

Quellenangabe

1. Becher, T.; Ziller, K.; Wasmuth, K.; Gehrig, K.: „Neues Verfahren der Maischefiltration“, in: BRAUWELT Nr. 6, 2017, S. 139-142.
2. Schwill-Miedaner, A.: Verfahrenstechnik im Brauprozess, Fachverlag Hans Carl GmbH, Nürnberg, 2011, S. 52.
3. Miedaner, H.: „Kritische Anmerkungen zur Ermittlung der Sudhausausbeute“, in: BRAUWELT Nr. 46/47, 2003, S. 1568-1572.
4. Bastgen, N., Wasmuth, K.: „Neues Verfahren der Maischefiltration (Teil 2: Fraktionierte Würzekochung)“, in: BRAUWELT Nr. 14, 2017, S. 400-403.
5. Narziss, L.: Die Technologie der Würzebereitung, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1992, S. 220, 222.
6. Schwill-Miedaner, A.: „Ausgewählte Aspekte zur Technologie der Würzebereitung“, Habilitationsschrift, TU München, 2000, S. 88.
7. Kühbeck, F.: „Analytische Erfassung sowie technologische und technische Beeinflussung der Läutertrübung und des Heißtrubgehalts der Würze und deren Auswirkungen auf Gärung und Bierqualität“, Dissertation, TU München, 2007.
8. Zeuschner, P.; Pahl, R.: „Der Jodwert in der Brauerei“, in: BRAUWELT, Nr. 10, 2017, S. 262-264.