

Wenig Alkohol mit Einfachbier

VIELVERSPRECHENDE ALTERNATIVE | Alkoholfreie oder alkoholarme Biere mit deutlich reduziertem Alkoholgehalt liegen aktuell im Trend und kommen dem immer stärker spürbaren Gesundheitsgedanken des Konsumenten ohne den Verzicht auf Genuss nach. Für viele kleinere Brauereien stellt sich vor diesem Hintergrund die Frage: Gibt es Möglichkeiten, alkoholfreie oder -arme Biere mit vorhandenem Equipment herzustellen?

WÄHREND DER BIERABSATZ in Deutschland seit Jahren stetig zurückgeht [1], steigen die Verkaufszahlen alkoholfreier Biere in den letzten zehn Jahren an [2, 3]. Um dieser Entwicklung nachzukommen, werden kleinere Brauereien teils vor technologische Herausforderungen zur Herstellung solcher Biere gestellt. Jedoch sind einfache Lösungen denkbar, alkoholfreie oder alkoholarme Biere mit dem vorhandenen Equipment einer Brauerei herzustellen, wenn man einige Jahrzehnte in die Historie des Brauens zurückblickt.

Was heute als Einfachbier mit einer Stammwürze von 2,0 - 5,5 Prozent bekannt ist [4], wurde als Folge des Zweiten Weltkrieges aufgrund eines Mangels der Rohstoffe

Malz und Hopfen gezwungenermaßen in Form eines sogenannten Dünnbieres von deutschen Brauereien bis 1948 hergestellt. Dieses Bier durfte zur damaligen Zeit lediglich eine Stammwürze von 1,7 °P aufweisen [5]. Was einst aus der Not heraus geschah, verlor ab 1948 zunehmend an Bedeutung, sodass keine aktuellen sensorischen oder analytischen Daten zu diesem Biertyp existieren. Um herauszufinden, ob ein Einfachbier eine vielversprechende Alternative zu einem alkoholarmen Bier darstellt, wurden Brauversuche im Kleinmaßstab mit zwei traditionellen Bierhefen vorgenommen, einer untergärigen Hefe *Saccharomyces pastorianus* (Frisinga – TUM 34/70®) sowie einer obergärigen Weißbierhefe *Saccharomyces*

cerevisiae (LeoBavaricus – TUM 68®). Da Nicht-*Saccharomyces*-Hefen auf wachsendes Interesse stoßen, wurde zusätzlich eine *Torulaspora delbrueckii* (TUM T90) in die Untersuchungen einbezogen.

Technologien zur Herstellung alkoholarmen Biere

Grundsätzlich werden die technologischen Verfahren zur Herstellung alkoholfreier bzw. alkoholreduzierter Biere in biologische und physikalische Verfahren unterteilt. Biologische Produktionsverfahren setzen auf eine Limitierung der Alkoholproduktion durch die Hefe, was mithilfe eines veränderten Maischverfahrens oder durch einen modifizierten Gärprozess erzielt werden kann. Zu den physikalischen Verfahren zählen Membran- und thermische Verfahren wie beispielsweise die Fallstromverdampfung [6]. Im Zuge des Alkoholentzugs werden neben dem Alkohol auch andere flüchtige Aromastoffe entfernt, was in einer verringerten Vollmundigkeit sowie einem deutlich weniger ausgeprägten Bieraroma resultiert [7]. Des Weiteren hat man die Möglichkeit, von Maltose-negativen Hefen zur Herstellung solcher Biere bei gleichzei-



Autoren: Yvonne Methner (Foto), Friedrich Ampenberger, Dr. Martin Zarnkow, Dr. Maximilian Michel, Prof. Fritz Jacob, Dr. Mathias Hutzler, Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität, TU München, Freising

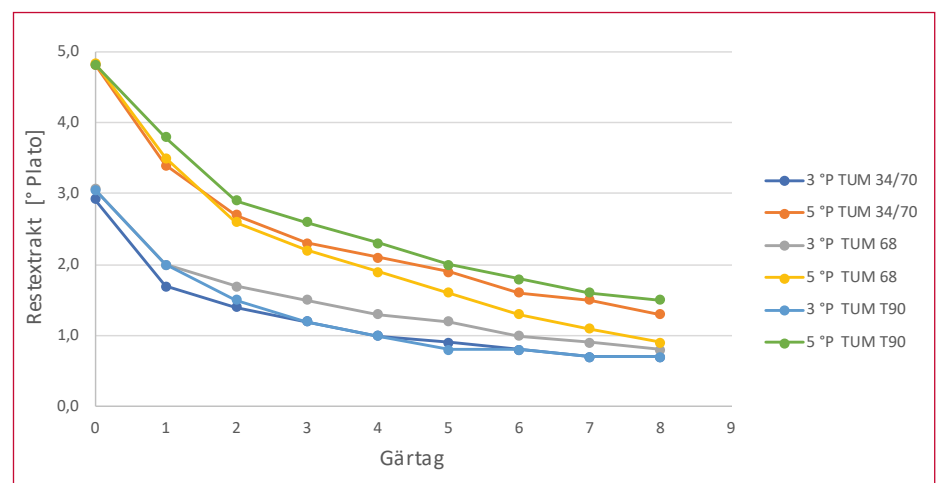


Abb. 1 Gärverläufe der sechs Proben, gemessen über acht Tage bei 20 °C anhand der Restextraktgehalte (n = 3) in Grad Plato und vergoren mit den Hefestämmen TUM 34/70, TUM 68 und TUM T90 bei Stammwürzen von jeweils ca. 3 °P und 5 °P

tig reduzierter Stammwürze Gebrauch zu machen, um einen geringen Alkoholgehalt zu erzielen [8].

Gärversuche

Für die in Dreifachbestimmung durchgeführten Gärversuche wurden die drei bereits erwähnten Hefestämme TUM 34/70, TUM 68 und TUM T90 ausgewählt. Die Hefen wurden jeweils in 12,2 °P Würze propagiert, um ein ausreichendes Hefezellwachstum zu gewährleisten. Für die Versuche wurde industriell hergestellte Heißwürze des Biertyps Weihenstephaner Original (ein Bayerisches Helles mit 21 Bittereinheiten, Hopfen: Hallertauer Perle) auf eine Stammwürze von 2 °P sowie 4 °P verdünnt, der pH mithilfe einer zehnprozentigen technischen Milchsäure auf rund 4,5 eingestellt und anschließend je 1800 g in 2,5-l-Edelstahl-Gärröhren eingewogen. Von den Propagationshefen wurden jeweils 200 g der Hefe-Würze-Suspension in die Gärröhren überführt, sodass sich für TUM 34/70 sowie für TUM 68 eine Hefeanstellzahl von ungefähr 10×10⁶ Zellen/ml ergab, während die Hefe TUM T90 mit rund 15×10⁶ Zellen/ml angestellt wurde. Da die Würze der Propagationshefen eine Stammwürze von 12,2 °P aufwies, resultierten für die Gärversuche Stammwürzen von ca. 3 °P sowie 5 °P (siehe Tab. 1). Alle Ansätze wurden acht Tage bei 20 °C inkubiert, wobei der Gärfortschritt täglich auf Basis der Bestimmung des Restextrakts in Grad Plato mit einem Biegeschwinger gemessen wurde und in Abbildung 1 dargestellt ist.

Die Gärverläufe zeigen einen annähernd ähnlichen Extraktabbau für die Stammwürzen von 3 °P und 5 °P unabhängig vom eingesetzten Hefestamm. Lediglich bei einer Stammwürze von ca. 5 °P weist die Probe mit dem Hefestamm TUM T90 einen etwas langsameren Abbau des Extrakts auf, während die TUM 68 ab Tag 4 eine etwas höhere Gäraktivität zeigt als die beiden anderen Hefen. Folglich resultiert ein Restextrakt von unter 1 °P und ein scheinbarer Endvergärungsgrad von 80 Prozent in der mit der obergärigen Hefe TUM 68 fermentierten Probe. Für die mit TUM 34/70 sowie T90 hergestellten Biere liegt ein scheinbarer Endvergärungsgrad von rund 70 Prozent vor, wie aus Tabelle 1 hervorgeht. Auch im finalen Alkoholgehalt von 2,0 Vol.-Prozent ist der verhältnismäßig hohe Vergärungsgrad der TUM 68 sichtbar, während in den

STAMMWÜRZE [GEW.%], SCHEINBARER VERGÄRUNGSGRADS [%], ALKOHOLGEHALT [VOL.%] UND PH-WERTE ...

... in den fertigen Bieren, die mit den Hefestämmen TUM 34/70, TUM 68 und TUM T90 vergoren wurden

Hefestamm	TUM 34/70	TUM 68	TUM T90	TUM 34/70	TUM 68	TUM T90
Stammwürze [Gew. %]	2,9	3,1	3,1	4,8	4,8	4,8
Vergärungsgrad _s [%]	77	74	78	72	80	69
Alkohol [Vol. %]	1,1	1,1	1,2	1,8	2,0	1,7
pH*	4,3	4,3	4,2	4,3	4,3	4,1

* Würze pH vor der Gärung mit zehnprozentiger technischer Milchsäure auf rund 4,5 eingestellt
Tab. 1

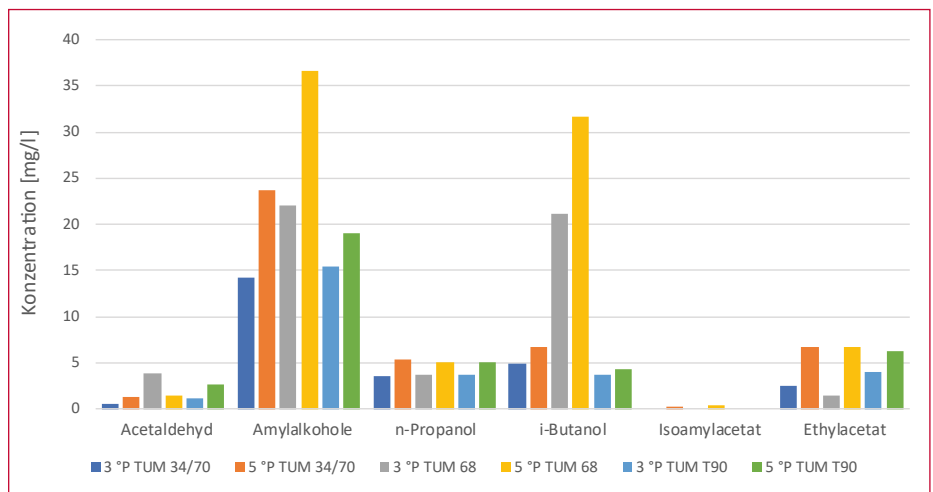


Abb. 2 Gärungsnebenprodukte in Milligramm pro Liter der fertigen Biere, die mit den Hefestämmen TUM 34/70, TUM 68 und TUM T90 fermentiert wurden

GESAMT-DIACETYLKONZENTRATION IN MILLIGRAMM PRO LITER IN DEN FERTIGEN BIERN, ...

... die mit den Hefestämmen TUM 34/70, TUM 68 und TUM T90 vergoren wurden

Hefestamm	TUM 34/70	TUM 68	TUM T90	TUM 34/70	TUM 68	TUM T90
Stammwürze [Gew. %]	2,9	3,1	3,1	4,8	4,8	4,8
Diacetyl, gesamt [mg/l]	<0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03

Tab. 2

beiden anderen Bieren ein Alkoholgehalt von 1,7 Vol.-Prozent sowie 1,8 Vol.-Prozent gemessen wurde.

Die mit ca. 3 °P angestellten Würzen weisen einen ähnlichen scheinbaren Endvergärungsgrad zwischen 74 und 78 Prozent und einen Alkoholgehalt von 1,1 bis 1,2 Vol.-Prozent auf. Der pH-Wert liegt bei allen Proben durchweg im Bereich von 4,1 bis 4,3, sodass er nach der Säuerung mit tech-

nischer Milchsäure im Verlauf der Gärung nur noch geringfügig absank.

Im Anschluss an die Gärung wurden die Proben auf eine Temperatur von 2 °C gekühlt und 17 Tage zur Reifung gelagert.

Analytische Untersuchungen

Im Anschluss an die Lagerung wurden die fertigen Biere analysiert. Mittels Gaschromatographie wurden die Konzentrationen

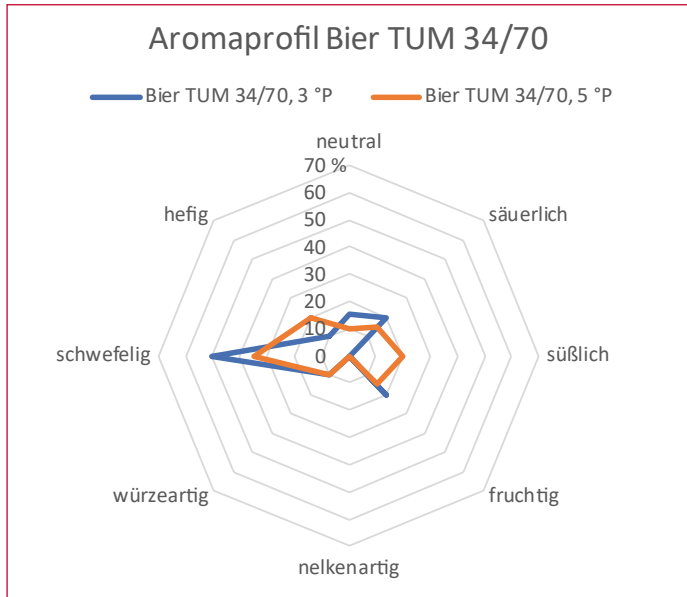


Abb. 3
Aromaprofile der mit der TUM 34/70 fermentierten Biere bei Stammwürzen von ca. 3 °P und 5 °P

wichtiger Gärungsnebenprodukte ermittelt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2 sowie Tabelle 2 dargestellt.

Generell lässt sich anhand der Ergebnisse darauf schließen, dass kein für Vollbiere bekannter Schwellenwert der analysierten Gärungsnebenprodukte überschritten wurde [9, 10] und die Werte unterhalb der durchschnittlichen Werte vergleichbarer Vollbiere liegen [11]. Acetaldehyd, welches ab einer Konzentration von 10 mg/l ein unangenehmes Aroma ähnlich eines grünen Apfels oder frisch geschnittenen Grases hervorruft, wurde lediglich in geringen Mengen unter 5 mg/l detektiert. Hinsichtlich der höheren Alkohole fallen die beiden mit TUM 68 vergorenen Biere ins Auge, da iButanol mit rund 20-30 mg/l heraussticht. Allerdings liegt der Durchschnitt von Weizenvollbieren mit 40 mg/l verhältnismäßig hoch, sodass hier ein etwas geringerer Aromaeintrag anzunehmen ist. Obwohl im Vergleich zu den anderen Bieren eine auffallend hohe Konzentration an Amylalkoholen mit über 35 mg/l in der 5 °P Probe der TUM 68 gemessen wurde, liegt die Schwelle bei rund 65 mg/l, die in vergleichbaren Vollbieren zu finden ist. Betrachtet man die Ester, liegen in allen Bierproben geringfügige Mengen an Ethylacetat vor. Die Bierproben wurden ebenfalls auf die Esterverbindungen Ethylformiat, -propionat, -butyrat und -caproat analysiert, jedoch lagen hier alle Werte unterhalb der Detektionsgrenze, sodass sie in Abbildung 2 nicht aufgeführt wurden. Aus der Tabelle 2 geht hervor, dass Diacetyl in allen Proben ausreichend abgebaut wurde und keinen sensorischen Einfluss auf die Biere hatte.

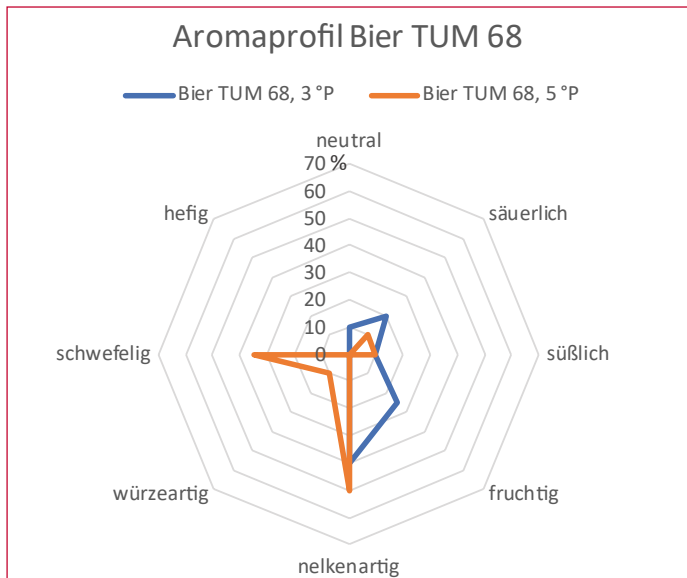


Abb. 4
Aromaprofile der mit der TUM 68 fermentierten Biere bei Stammwürzen von ca. 3 °P und 5 °P

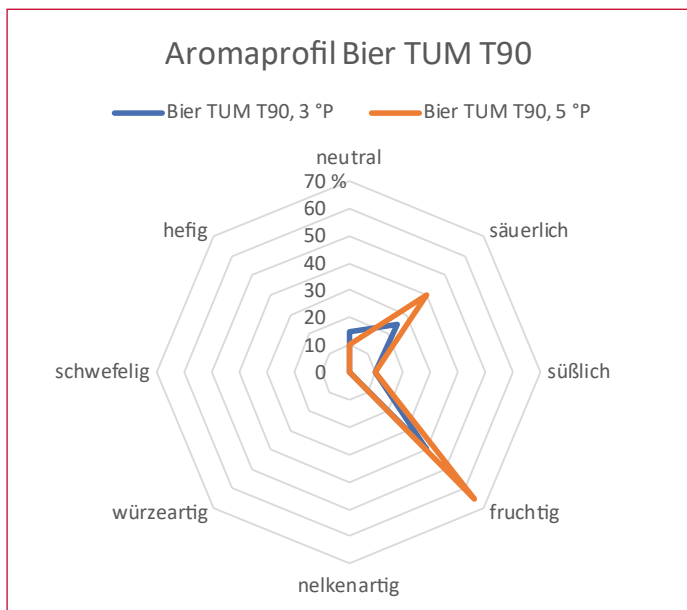


Abb. 5
Aromaprofile der mit der TUM T90 fermentierten Biere bei Stammwürzen von ca. 3 °P und 5 °P

■ Sensorische Auswertung

Obwohl aus der gaschromatographischen Analyse keine signifikanten Differenzen hinsichtlich der Bieraromen hervorgingen, wurden im Rahmen der Verkostung deutliche Unterschiede wahrgenommen. Die sensorische Analyse wurde von zehn geschulten DLG-Panellisten nach dem DLG-Verkostungsschema durchgeführt. Die Biere wurden hinsichtlich des Geruchs, des Geschmacks, der Qualität der Bittere, des Mundgefühls und der Karbonisierung bewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 im Gesamtdurchschnitt wiedergegeben.

Aus den DLG-Gesamtnoten geht hervor, dass die unabhängig von ihrer Stammwürze mit TUM 68 vergorenen Biere mit einer

durchschnittlichen Note von 4,36, das mit TUM T90 bei ca. 3 °P Stammwürze mit 4,41 und das mit T90 und einer Stammwürze von rund 5 °P hergestellte Bier mit einer 4,50 sehr gut abschneiden. Das mit TUM 34/70 vergorene Bier mit einer Stammwürze von ca. 5 °P wurde im Mittel mit 4,29 bewertet, während das Bier mit ca. 3 °P Stammwürze eine Bewertung mit 4,15 erreichte. Daher ist die Qualität als gut einzustufen.

Zwecks Profilierung der Biere wurde zusätzlich eine deskriptive Verkostung durchgeführt. Zur Auswertung wurden die Beschreibungen der Verkoster zum Geruch und Geschmack der Biere zusammengefasst. Anschließend wurden die am häufigsten genannten Begriffe priorisiert und kategorisiert. Die Nennungen für jedes bezeichnende Merkmal sind als Aromaprofile in den Abbildungen 3 - 5 prozentual wiedergegeben.

Dabei zeigen die Profile, dass eine Änderung der Stammwürze von 3 nach 5 °P wenig Auswirkungen auf das Aromaprofil des Bieres hat. Lediglich das mit TUM 68 vergorene Bier mit einer Stammwürze von rund 3 °P wurde als etwas mehr fruchtig, süß-säuerlich beschrieben, wohingegen es bei einer Stammwürze von ca. 5 °P eine leicht schwefelige Note aufwies. Am stärksten ausgeprägt nahmen die Verkoster bei beiden Bieren ein gewürznelkenartiges Aroma (4-Vinylguajacol) wahr. Das Aromaprofil der beiden Einfachbiere, das mit der TUM 34/70 vergoren war, wurde als sortentypisch untergärig hefig und schwefelig bezeichnet, wobei das Profil des Bieres aus der 5 °P Stammwürze etwas ausgewogener mit einer weniger stark schwefeligen Spitze beschrieben wurde. Die beiden Einfachbiere aus der Fermentation mit der TUM T90 zeigten einen deutlich fruchtigen Charakter, der sich bei ansteigender Stammwürze intensiviert und eine säuerliche Komponente aufwies. Letztere lässt sich auf die pH-Werte von 4,1 - 4,2 (siehe Tab. 1)

ERGEBNISSE DER SENSORISCHEN AUSWERTUNG NACH DLG-VERKOSTUNGSSCHEMA

Probenbezeichnungen	DLG-Gesamtnote
Bier TUM 34/70, 3 °P	4,15
Bier TUM 34/70, 5 °P	4,29
Bier TUM 68, 3 °P	4,36
Bier TUM 68, 5 °P	4,36
Bier TUM T90, 3 °P	4,41
Bier TUM T90, 5 °P	4,50

Tab. 3

zurückführen. Da in dieser Versuchsreihe technische Milchsäure eingesetzt wurde, kann im großtechnischen Maßstab der säuerliche Geschmackseindruck reduziert und abgerundet werden, indem der pH-Wert der Würze mit entsprechend weniger Sauergut eingestellt wird. Dies führt auch zu einer Verbesserung der Vollmundigkeit, da Einfachbiere aufgrund der reduzierten Stammwürze erwartungsgemäß weniger vollmundig als ein Vollbier sind. In Bezug auf die Sortentypik dieser Einfachbiere wurde die Vollmundigkeit von den Verkostern als gut bis sehr gut eingestuft.

Zusammenfassung und Ausblick

Da alkoholfreie Biere in den letzten Jahren zunehmend vom Markt angenommen werden, was nicht zuletzt auf ein gestiegenes Gesundheitsbewusstsein der Konsumenten zurückzuführen ist, können Einfachbiere mit niedrigem Alkoholgehalt eine Alternative zu alkoholfreien Bieren sein. In Abhängigkeit der Stammwürze kann der Alkoholgehalt variabel eingestellt werden, sodass sowohl die Herstellung alkoholfreier Biere als auch die Herstellung von Einfachbieren mit hohem Endvergärungsgrad ohne zusätzliches technisches Equipment für jede Brauerei möglich ist. Aufgrund des reduzierten Alkoholgehalts weisen Einfachbiere überdies einen im Vergleich zu

Vollbieren deutlich geringeren Kaloriengehalt auf. Im Rahmen der durchgeführten Sensorik erwiesen sich obergärige Hefen, die Weißbierhefe *LeoBavaricus* – TUM 68 und vor allem die Nicht-*Saccharomyces*-Hefe *Toprulaspora delbrueckii* TUM T90, als besonders tauglich zur Herstellung von Einfachbieren.

Zwar ist die Vollmundigkeit dieser Biere erwartungsgemäß niedriger, was neben der geringen Stammwürze auch an der reduzierten Konzentration aromarelevanter Gärungsnebenprodukte liegt, jedoch fanden die Verkoster die typischen Aromaprofile auch bei den hier untersuchten unterschiedlichen Biertypen mit niedriger Stammwürze wieder. Entsprechend reichten die verringerten Konzentrationen an Gärungsnebenprodukten aus, um die charakteristischen Bieraromen zu erzeugen.

Um eine Reduktion der schwefeligen Note zu erreichen, müssen weitere Untersuchungen durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang seien eine stärkere Würzebelüftung, eine veränderte Gärtemperaturführung, eine Anpassung der Hefeanstellzahl oder ein CO₂-Stripping als Optimierungsmöglichkeiten erwähnt [12].

Um dem Konsumenten eine zusätzliche sensorische Aufwertung und Vielfalt von Einfachbieren im Rahmen des Reinheitsgebots anbieten zu können, besteht die Option

des Einsatzes variierender Rohstoffe, wie Spezialmalze, Bitterhopfen oder Aromahopfen. Eine späte Aromahopfung im Heißbereich wirkt sich nachweislich positiv auf alkoholarme Biere aus, da nicht nur die Vollmundigkeit und die Qualität der Bittere als positiv empfunden werden, sondern auch eventuelle Geschmacksfehler maskiert werden [13]. Zudem können gezielt Hopfenaromen über eine Kalthopfung im Anschluss an die Gärung in das alkoholarme Bier eingebracht werden [14]. Die für die Versuche eingesetzten Hefen sind im Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität hinterlegt, sodass sie für weitere wissenschaftliche Studien oder industrielle Anwendungen angefragt werden können. ■

■ Literatur

1. Statistisches Bundesamt: Bierabsatz in Deutschland in den Jahren 1993 bis 2018, 2019.
2. Deutscher Brauer-Bund e.V.: Alkoholfreie Biere liegen im Trend, Markt ist in Deutschland seit 2010 um über 50 Prozent gewachsen, presseportal, 2015.
3. Stuttgarter Nachrichten: Bierkonsum: Deutsche trinken deutlich mehr alkoholfreies Bier, 2019.
4. Narziß, L.; Miedaner, H.; Kern, E.; Leibhard, M.: „Zur Technologie und Zusammensetzung alkoholfreier Biere: Verfahren mit unterbrochener Gärung“, BRAUWELT, Nr. 19-20, 1991, S. 784-805.
5. Hutzler, M. et al.: „Auferstehung der Lagerbier-Hefe *S. pastorianus* Franconia – TUM 35“, BRAUWELT, Nr. 40-41, 2019, S. 1162-1165.
6. Jackowski, M.; Trusek, A.: „Non-alcoholic beer production – an overview“, Polish Journal of Chemical Technology, Nr. 4, 2018, S. 32-38.
7. Schmelzle, A.: Sensorisch-deskriptive Analyse und Ermittlung der Verbraucherakzeptanz von verschiedenen Bierarten, Hut, 2013.
8. Bellut, K.; Arendt, E. K.: „Chance and Challenge: Non-*Saccharomyces* Yeasts in Nonalcoholic and Low Alcohol Beer Brewing – A Review“, Journal of the American Society of Brewing Chemists, Nr. 2, 2019, S. 77-91.
9. Meilgaard, M. C.: Flavor chemistry of beer: Part II: Flavor and threshold of 239 aroma volatiles, MBAA Tech. Q: Q.
10. Sannino, C.; Mezzasoma, A.; Buzzini, P.; Turchetti, B.: „Non-conventional Yeasts for Producing Alternative Beers“, Sibirny, A. (Hg.): Non-conventional Yeasts: from Basic Research to Application, Cham: Springer International Publishing, 2019, S. 361-388.
11. Back, W.: Mikrobiologie der Lebensmittel, Band 5: Getränke, Behr's Verlag DE, 2008.
12. Back, W.; Gastl, M.; Krottenthaler, M.; Zarnkow, M.; Narziß, L.: Brewing techniques in practice: An in-depth review of beer production with problem solving strategies, Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, 2019.
13. Forster, A.; Gahr, A.: „Hopping of Low Alcohol Beers“, BrewingScience – Monatsschrift für Brauwissenschaft, Nr. 7/8, 2012, S. 72-82.
14. Müller, M.; Bellut, K.; Tippmann, J.; Becker, T.: „Physikalische Verfahren zur Entalkoholisierung verschiedener Getränkematrizes und deren Einfluss auf qualitätsrelevante Merkmale“, Chemie Ingenieur Technik, Nr. 12, 2016 S. 1911-1928.