

Neues Verfahren der Maischefiltration (Teil 4)

EINFLÜSSE AUF GÄRUNG UND BIERQUALITÄT | Mit Nessie by Ziemann® wurde ein in der Bierherstellung vollkommen neues Läuterverfahren entwickelt, das die klassische Sudhausarbeit nachhaltig verändern kann. Die BRAUWELT stellt diese interessante technologische Innovation in einer Artikelserie unter allen relevanten Gesichtspunkten umfassend vor. Teil 4 befasst sich mit den Einflüssen der veränderten Würzezusammensetzung auf die Prozessstufen Gärung, Reifung und Lagerung.

ZIEL JEDER BRAUEREI ist es, eine gleichbleibend hohe Bierqualität zu erzeugen – und das bei möglichst großer Wirtschaftlichkeit. Bei den gängigen und hochentwickelten Läutersystemen Maischefilter und Läuterbottich sind die Potenziale zur weiteren Optimierung allerdings weitestgehend ausgereizt.

Mit dem neuartigen Maischefiltrationssystem Nessie by Ziemann (Abb. 1) ergeben sich für den Brautechnologen dagegen neue Möglichkeiten bezüglich der Rohstoffwahl, der Läuterparameter Temperatur und Konzentration sowie der Sudhauskonfiguration. Einerseits wird die Läuterarbeit so zum neuen Taktgeber im Sudhaus – das Verfahren stößt das Tor zum kontinuierlichen Sudprozess auf –, andererseits verändern sich die Würzezusammensetzung

und die Hopfenbilanz. Beides wurde in den vorausgehenden Artikeln ausführlich beschrieben [1-3].

Im vierten Teil der Serie wird diese Wechselwirkung über die nachgelagerten Stationen Gärung, Reifung und Lagerung bis hin zur letztendlich abgefüllten Bierqualität weiter verfolgt.

■ Versuchsanordnung

Als Vergleich diente eine Läuterbottichwürze aus den identischen Rohstoffen. Die Malzqualität entsprach den Vorgaben der

DIN 8777, das Ausschlagwürzevolumen lag beim Maischefiltrationssystem Nessie bei 46 hl. Nähere Informationen zu den gewählten Sudparametern sind in der Tabelle 1 sowie Abbildung 2 zusammengestellt.

Vergoren wurden die Proben mit einer großtechnisch bewährten untergärigen Hefe. Die Anstellhefezellzahl betrug 13 Mio Zellen/ml für die Läuterbottichsude und 20 Mio Zellen/ml für die Nessie-Sude. Im Gegensatz zu den Läuterbottichsuden, die mit 13 ppm belüftet wurden, wurde bei den Nessie-Suden lediglich 20 Prozent der Würzmenge mit 10 ppm belüftet.

■ Metalle

Generell weisen Nessie-Würzen höhere Werte an Metallionen auf [4]. Stark vereinfacht gilt: Mit steigender Trubfracht der Würze erhöht sich auch deren Metallionenkonzentration, da diese an hydrophoben Partikeln adsorbiert sind [5-10]. Im klassischen Läuterprozess hingegen werden die Metalle an der großen Oberfläche des Treberkuchens stark abgereichert und gelangen dementsprechend in geringerer Menge in die Läuterwürze. Diese Unterbilanzie-



Foto: K. Glauner

Autor: Prof. Martin Krottenthaler, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising

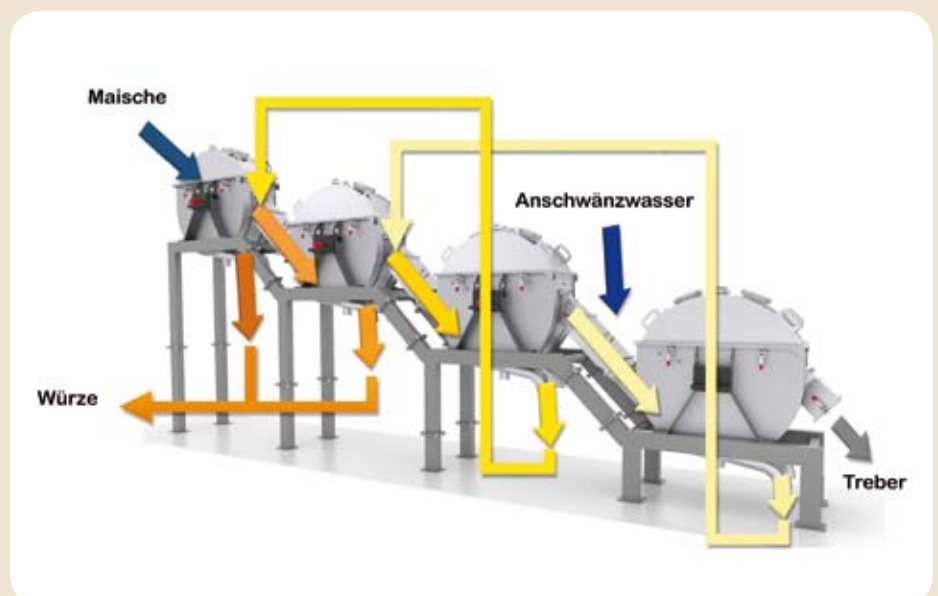


Abb. 1 Verfahrensschema des neuartigen Maischefiltrationssystems

SUDHAUSPARAMETER DER NESSIE-WÜRZEN

Gussverhältnis:	3,0l/kg
Säuerung:	H ₃ PO ₄
pH-Wert der Maische:	5,2
Hopfungabe:	2,7 kg (Alphasäuregehalt = 13,7%)
Kochzeit:	55 min
Gesamtverdampfung:	6%

Tab. 1

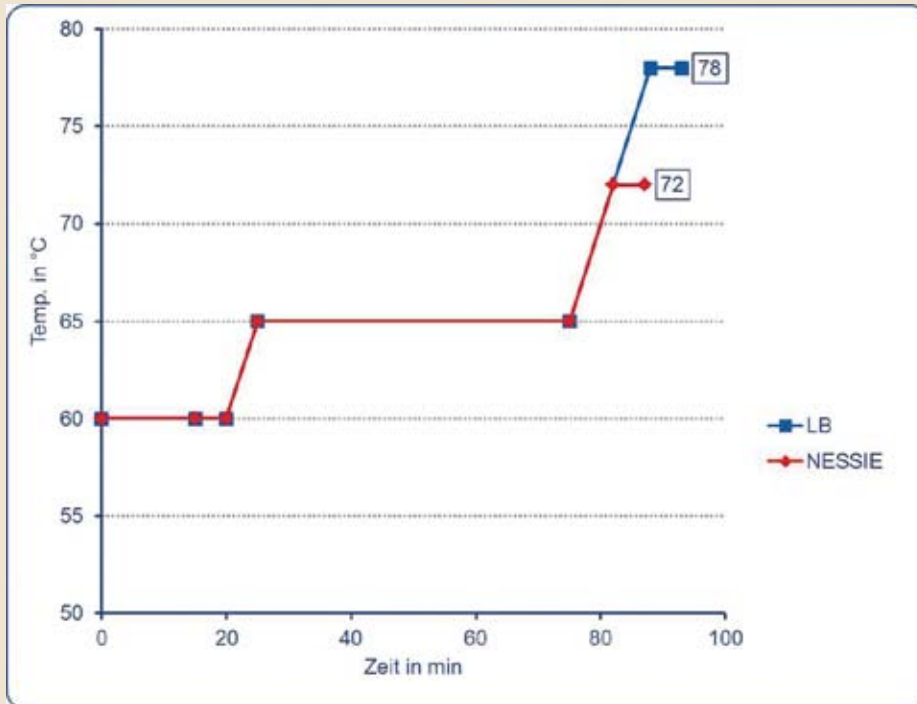


Abb. 2 Maischverfahren

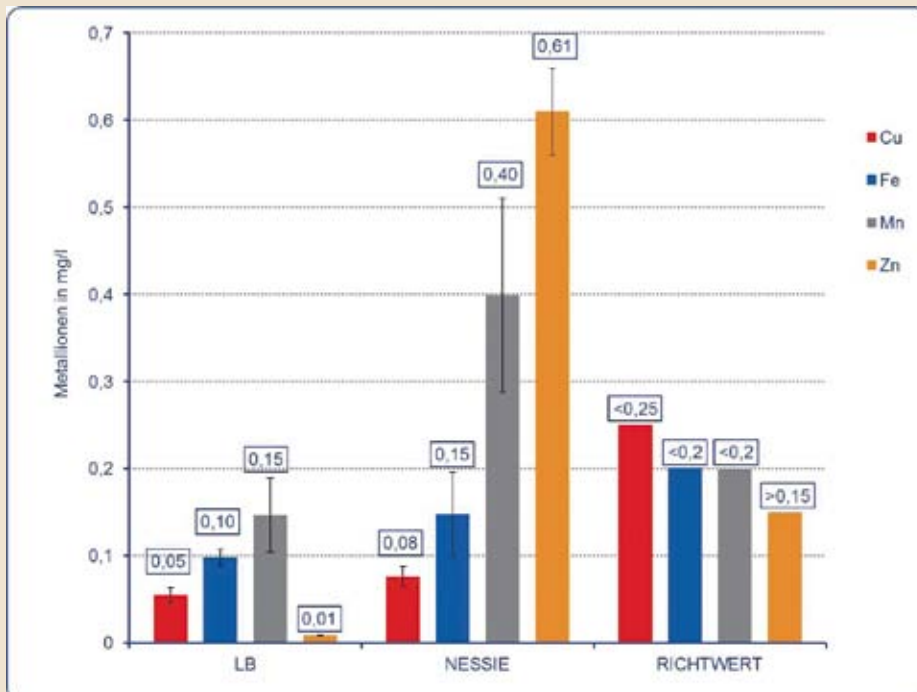


Abb. 3 Metallionen in Kühlmitte Würze (n=3-5, α=0,05)

rung wird durch das neue Läuterverfahren weit überkompensiert (Abb. 3).

Für den Brautechnologen interessant ist weiterhin der Fakt, dass zwar Kupfer und Eisen auf gleichem Niveau liegen, Mangan und vor allem Zink dagegen signifikant erhöht sind. Das ist insofern besonders wichtig, als dass Zink essentiell für die Hefevitalität ist. Demzufolge wird ein starker „Gärungsbeschleuniger“ bei den Nessie-Suden eingetragen.

■ Fettsäuren

Neben dem höheren Gehalt an Mineralien sind in trübere Würzen auch mehr Fettsäuren nachzuweisen. Langkettige Fettsäuren können enzymatisch und chemisch zwar oxidiert werden, was zu unerwünschten Aromastoffen führt und so die Geschmacksstabilität des fertigen Bieres reduziert [11], aber neben dieser eher negativen Oxidationsempfindlichkeit haben Fettsäuren einen positiven physiologischen Effekt auf die Hefe.

Fettsäuren sind Bestandteile der Hefezellwände. Die Hefe kann sie mit hohem Energieaufwand, der nur durch aeroben Hefestoffwechsel möglich ist, entweder selbst synthetisieren [12] oder sie nimmt fertige Fettsäuren auf und verarbeitet sie. Diese „Arbeitserleichterung“ nimmt die Hefe gerne an. Im Gärssubstrat vorliegende Fettsäuren werden daher auch rasch und nahezu vollständig verstoffwechselt.

Obwohl die Gehalte an höherkettigen Fettsäuren bei Nessie über denen des Läuterbottichs liegen, weisen die fertigen Biere geringere Werte auf (Abb. 4). Die stimulierende Wirkung der Trübung auf die Gärtätigkeit der Hefe zeigt sich darüber hinaus z.B. im Extraktabbau. Dieser ist im Vergleich zum Läuterbottich beschleunigt (Abb. 5). Das bedeutet: Die eigentliche Tankbelegung ist kürzer, was gleichbedeutend mit einer höheren Gärkellerkapazität ist. Durch die gute Hefevitalität bei den Nessie-Suden ist es darüber hinaus leicht möglich, den Extraktabbau über die Gärtemperatur zu steuern.

Es stellt sich die Frage, warum historisch eine möglichst blanke Läuterwürze angestrebt und eine Kühltrubabtrennung durchgeführt wurde. Eine Kühltrubabtrennung war früher zwingend anzuraten, da die Trubfracht aus dem Läuter-, Koch- und Whirlpoolprozess sehr hoch war. Gleichzeitig verlief das Hefemanagement nicht optimal, sodass die Oberfläche der Hefezellen

durch den Trub „verschmierte“, was wiederum die Gärung negativ beeinflusste.

Heutzutage sind eiweißarme und hochlösende Malze infolge des Züchtungsfortschritts, eine gute Maischarbeit mit optimierten Rührwerken, blanke Läuterwürzen, intensive Kochprozesse mit starker Eiweißkoagulation sowie feststoffarme Anstellwürzen aufgrund verbesserter Heißstrubabtrennungen im Whirlpool die Regel. Durch diesen Fortschritt wurde die Trübungsproblematik verringert oder sogar überkompensiert. Deshalb verzichten mittlerweile viele Brauereien auf die Abtrennung von Kühltrub.

Gleichzeitig treffen die Würzen auf hochvitale Anstellhefen, die nach der Ernte kalt zwischengelagert oder sogar assimiliert wurden. Die Folge ist ein Mangel an lebenswichtigen Hefevitalstoffen. Nessie nutzt die neuen Randbedingungen und begegnet diesem Mangel durch trübere Würzen.

Ein höheres Angebot an Fettsäuren fördert die Hefe außerdem in ihrem Anabolismus, was sich in der stärkeren Hefevermehrung bzw. Hefezellzahl über den Gärverlauf zeigt (Abb. 6). Dadurch verjüngt sich die Hefepopulation und dies ist grundsätzlich positiv. Bei den Vergleichssuden steigt die Hefezellzahl indessen nur langsam an, ein eindeutiges Indiz für eine geschwächte Hefe und damit einer schleppenden Gärung.

Ähnlich wie der Extraktverlauf reagiert die Zellzahl sehr sensibel auf die Temperatur (Abb. 6), sodass sich diese wiederholt als weiteres Steuerinstrument für den Gärverlauf anbietet.

Die hefestimulierende Wirkung der Nessie-Würzen ist nicht nur in der Hauptgärung zu beobachten, sondern auch in der Nachgärung. Gut zu verfolgen ist dies am zentralen Parameter Diacetyl: Dieser Aromastoff entsteht bei der Hauptgärung im Zuge der Aminosäuresynthese extrazellulär durch Decarboxylierung aus α -Acetolactat. Diacetyl erhöht zwar die Vollmundigkeit des Bieres, wird aber als Hauptaromastoff von Butter und Joghurt sensorisch eher negativ empfunden, wenn die Geschmacksschwelle des jeweiligen Bieres überschritten wird. Es ist überdies sehr intensiv. Der Geschmacksschwellenwert in Bier liegt bei gerade einmal 0,1 mg/l.

Um diesem Fehl aroma entgegenzuwirken, muss die Hefe das Diacetyl wieder aufnehmen und es über Acetoin zum geschmacksneutralen 2,3-Butandiol reduzieren. Allerdings sind nur aktive Hefezel-

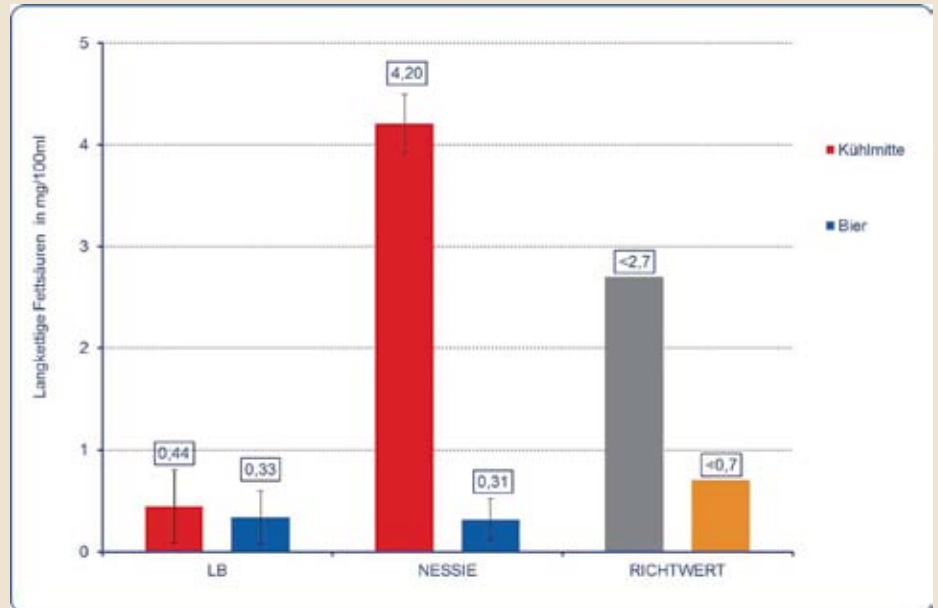


Abb. 4 Langkettige Fettsäuren in Kühlmitte und Bier: Palmitin-, Stearin-, Öl-, Linol- und Linolensäuren (n=2-5, $\alpha=0,05$)

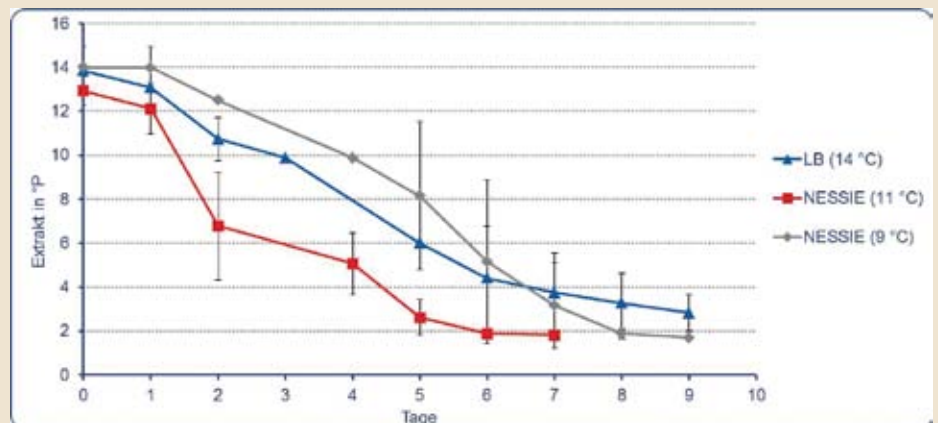


Abb. 5 Extraktverlauf der Nessie- und Läuterbottich-Würzen (n=2-5, $\alpha=0,05$)

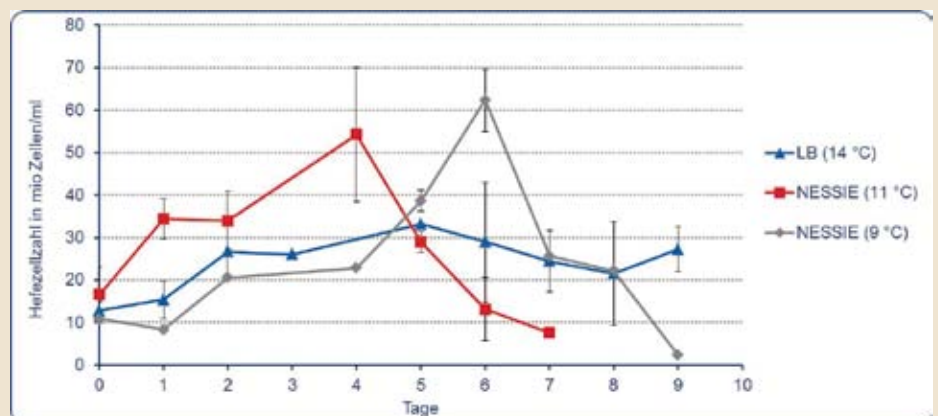


Abb. 6 Hefezellzahl im Gärverlauf der Nessie- und Läuterbottich-Würzen, (n=2-5, $\alpha=0,05$)

len in der Lage, das Diacetyl unter seinen Geschmacksschwellenwert zu reduzieren [13]. Deshalb werden im klassischen Brauprozess unter anderem Kräusen, also angegorenes Bier mit einem guten physiologischen Zustand der Hefen, nach der eigent-

lichen Gärung zudosiert. Durch die starke Gärtätigkeit bei den Nessie-Würzen, die sich auch im Extraktabbau widerspiegelt, wird ein höherer Maximalwert an Diacetyl erreicht (Tab. 2). In der Nachgärung erfolgt der Diacetylabbau aber trotzdem

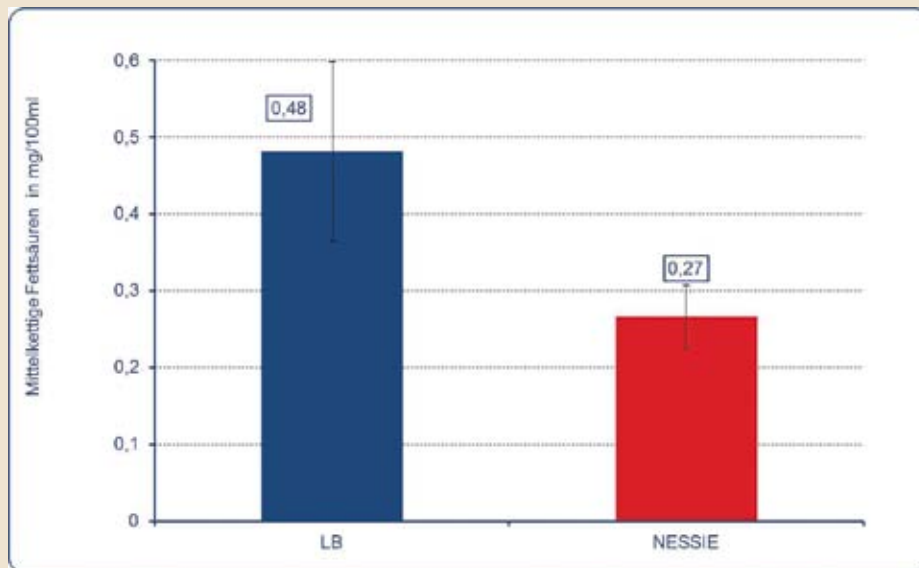


Abb. 7 Mittelkettige Fettsäuren (Capryl-, Caprin- und Laurinsäuren) in Bier (n=2-4, $\alpha=0,05$)

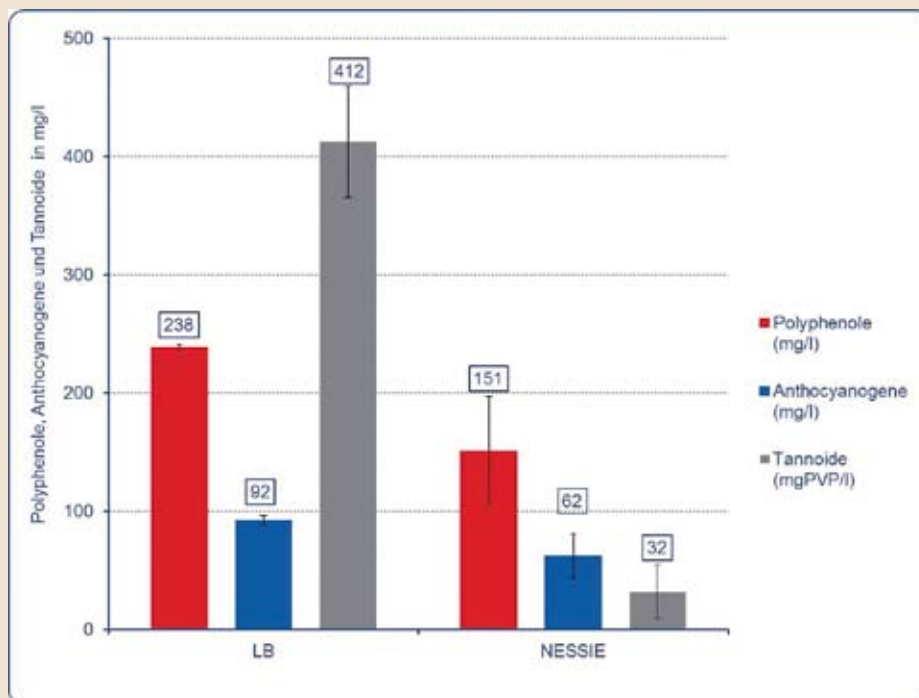


Abb. 8 Gesamtpolyphenole, Anthocyanogene und Tanninoide in Würzen (n=3-5, $\alpha=0,05$)

DIACETYLWERTE WÄHREND DER GÄRUNG		
	Max. Diacetylwert in $\mu\text{g/l}$	Finaler Diacetylwert in $\mu\text{g/l}$
LB (14°C)	522	73
Nessie (9°C)	890	126
Nessie (11°C)	1486	82

Tab. 2

schneller infolge der guten Hefevitalität. Dieser raschere Diacetylabbau senkt die Tankbelegungszeit ein weiteres Mal und steigert somit die Kellerkapazität bei Nes-

sie-Würzen zusätzlich. Höhere Werte von mittelkettigen Fettsäuren im Bier sind ein deutliches Signal für eine bereits ablaufende Hefeautolyse. Dafür verantwortlich sind

alte und geschwächte Hefezellen. Diese stellen nicht nur früher ihre Stoffwechselvorgänge ein, sie haben auch empfindliche Zellwände, die sich auflösen und so die intrazellulären Fettsäuren in das umgebende Bier übergeben können. Diese mittelkettigen Fettsäuren sind bei den Nessie-Suden signifikant niedriger als beim Vergleich (Abb. 7), weil die Hefezellen physiologisch gesünder sind.

■ Polyphenole

Mit Blick auf die Bierqualität sind die Gesamtpolyphenole und Anthocyanogene ebenfalls wichtige Faktoren. Auch deren Gehalte sind bei Nessie-Würzen um circa ein Drittel verringert, da die Kontaktzeit der Treber mit den Nachgüssen und somit die Auswaschung der Spelzen während des Läuterprozesses signifikant geringer ist (Abb. 8).

■ Gärungsnebenprodukte

Bei den relevanten Gärungsnebenprodukten liegen die Gehalte an Acetaldehyd, höheren Alkoholen und Fettsäureestern auf dem Niveau des Läuterbottichvergleichbieres. Ausschließlich bei Ethylacetat wurden mit 6,5 mg/l deutlich geringere Werte als beim Läuterbottich gemessen, der 29 mg/l aufwies (Abb. 9). Ethylacetat wird als fruchtig und lösungsmittelähnlich beschrieben. Es trägt zum Aromaprofil des Bieres bei, sollte aber nicht zu dominant sein, wie es oft bei überlagerten Bieren der Fall ist. In der Literatur wird ein Richtwert für Ethylacetat von 5 bis 20 mg/l bei hellen Vollbieren genannt [11].

Allgemein lässt sich festhalten, dass das Aromaprofil der Nessie-Biere, wie bei allen Bieren, individuell durch die Gärungsparameter eingestellt werden kann. Es sollten aber die oben dargestellten Charakteristika bei der Vergärung einer Nessie-Würze mit in die Überlegungen einbezogen werden.

■ Fazit

Nessie-Würzen weisen einen signifikant höheren Gehalt an Hefevitalstoffen auf. Dazu zählen insbesondere Zink und langkettige Fettsäuren. Dieser Faktor beschleunigt die Gärung deutlich. Das Ergebnis ist eine größere Gärkellerkapazität durch eine kürzere Tankbelegungszeit.

Die vitalere Hefe verbessert gleichzeitig die Geschmacksstabilität der Biere. Unterstützt wird dieser wichtige Faktor durch die geringe thermische Belastung im neuen

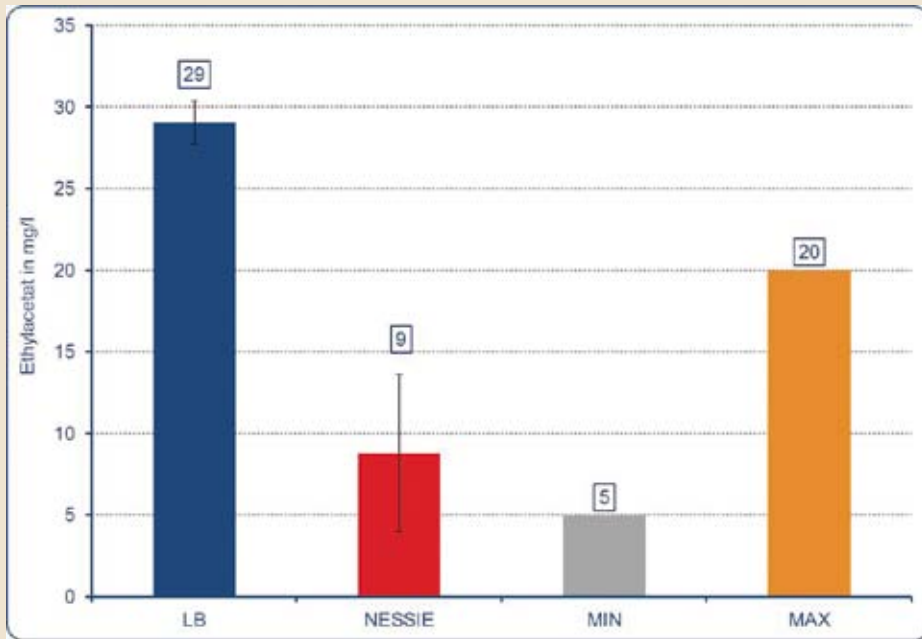


Abb. 9 Ethylacetat in Bier (n=2-4, =0,05)

Sudhausgesamtprozess, die sich z.B. über die Parameter Maillard-Reaktionsprodukte, Furfural und TBZ analytisch nachweisen lässt.

Der aktuelle Artikel gibt anhand der ausgewählten Daten jedoch nur die Hauptcharakteristika einer Bierproduktion mit Nessie-Würzen wider. Folgeversuche im Pilot- und Industriemaßstab sind geplant und werden in weiteren Arbeiten veröffentlicht. Es bleibt für Wissenschaft und Praxis also spannend. ■

Literatur

1. Becher, T.; Ziller, K.; Wasmuht, K.; Gehrig, K.: „Neues Verfahren der Maischefiltration“, BRAUWELT Nr. 6, 2017, S. 139-142.
2. Bastgen, N.; Wasmuht, K.: „Neues Verfahren der Maischefiltration (Teil 2: Fraktionierte Würzekochung)“, BRAUWELT Nr. 14, 2017, S. 400-404.
3. Schwill-Miedaner, A.; Miedaner, H.: „Neues Verfahren der Maischefiltration (Teil 3: Technologie der Würzebereitung im Fokus)“, BRAUWELT Nr. 18-19, 2017, S. 545-548.
4. Dickel, T.; Krottenthaler, M.; Back, W.: „Performance and Beer Quality – A Review“, Journal of the Institute of Brewing, 112, 2006, Nr. 3, S. 215-221.
9. Kühbeck, F.; Back, W.; Krottenthaler, M.: „Influence of Lauter Turbidity on Wort Composition, Fermentation Performance and Beer Quality in Large-Scale Trials“, Journal of the Institute of Brewing, 112, 2006, Nr. 3, S. 222-231.
10. Kühbeck, F.; Back, W.; Krottenthaler, M.: „Release of Long-Chain Fatty Acids and Zinc from Hot Trub to Wort“, BrewingScience – Monatsschrift für Brauwissenschaft, 59, 2006, S. 67-77.
11. Back, W.; Krottenthaler, M.; Bohak, I.; Dickel, T.; Franz, O.; Hanke, S.; Hartmann, K.; Herrmann, M.; Kaltner, D.; Keßler, M.; Kreis, S.; Kühbeck, F.; Mezger, R.; Narziss, L.; Schneeberger, M.; Schütz, M.; Schönberger, C.; Spieleder, E.; Thiele, F.; Vetterlein, K.; Wunderlich, S.; Wurzbacher, M.; Zarnkow, M.; Zürcher, J.: Ausgewählte Kapitel der Brauereitechnologie, Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, 1. Auflage 2005, 2. Auflage 2008.
12. Brewing Yeast & Fermentation; Chris Boulton & David Quain, Blackwell Science Ltd./Wiley, www.blackwellpublishing.com, ISBN: 13:978-1-4051-5268-6.
13. Back, W.; Krottenthaler, M.; Braun, T.: „Untersuchungen zur kontinuierlichen Bierreifung“, BRAUWELT, Nr. 3-4, 1998, S. 70-73; Back, W.; Krottenthaler, M.; Braun, T.: „Investigations into continuous beer maturation“, BRAUWELT International, 16, 1998, Nr. 3, S. 222-226.
14. Narziß, L.; Back, W.: Die Bierbrauerei, Band 2: Die Technologie der Würzebereitung, Wiley-VCH, Hoboken, 2009.
15. Krottenthaler, M.: „Entwicklung innovativer Technologien zur Optimierung der Würze- und Bierqualität“, München, Technische Universität, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Habilitation, 2007.
5. Kühbeck, F.; Back, W.; Krottenthaler, M.; Kurz, T.: „Particle Size Distribution in Wort during Large Scale Brewhouse Operations“, Aiche Journal, 53, 2007, Nr. 5, S. 1373-1388.
6. Kühbeck, F.; Müller, M.; Back, W.; Kurz, T.; Krottenthaler, M.: „Effect of Hot Trub and Particle Addition on Fermentation Performance of Saccharomyces cerevisiae“, Enzyme and Microbial Technology, 41, 2007, S. 711-720.
7. Kühbeck, F.; Schütz, M.; Thiele, F.; Krottenthaler, M.; Back, W.: „Influence of Lauter Turbidity and Hot Trub on Wort Composition, Fermentation, and Beer Quality“, Journal of the American Society of Brewing Chemists, 64, 2006, Nr. 1, S. 16-28.
8. Kühbeck, F.; Back, W.; Krottenthaler, M.: „Influence of Lauter Turbidity on Wort Composition, Fermentation