

# Was ist denn noch möglich im Rahmen des Reinheitsgebotes?

**VARIANTENREICHTUM** | Vier Inhaltsstoffe sind nach dem Bayerischen Reinheitsgebot erlaubt: Wasser, Malz, Hopfen und Hefe. Das erscheint auf den ersten Blick sehr unkompliziert. Aus dieser einfachen Begrifflichkeit sind jedoch sehr viele Biersorten entstanden, die sich unter anderem durch ein sehr hohes Genusspotenzial auszeichnen. Spannenderweise sind die Möglichkeiten innerhalb dieser Gesetzmäßigkeiten immer noch nicht ausgeschöpft.

**DER FOLGENDE BEITRAG** soll diese Möglichkeiten näher beleuchten. Die Autoren stellen keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern wollen vielmehr einen Ansporn liefern, verstärkt hinter dieses Gesetz zu blicken und Spielräume zu erarbeiten. Denn Spielräume sind da, und zwar reichlich. Ein paar dieser Aspekte sind schon zaghaft auf dem Markt zu finden, aber eben nicht alle.

## Wasser

Der Hauptbestandteil von Bier wird heute relativ stiefmütterlich behandelt. Selbstverständlich wird auf die Reinheit (das Wasser muss der TrinkwV 2001 entsprechen) und gleichbleibende Qualität der Enthärtung (wenn nötig) geachtet. Aber hier ist noch viel Handlungsraum, wenn es darum geht, Bierstile zu formulieren. In Tabelle 1 sind die typischen Wasserqualitätsmerkmale der traditionell untergärigen Braustädte München, Pilsen, Dortmund und Wien aufgeführt. Wer schon einmal ein Bier aus

dem Bayerischen Wald verkostet hat, der versteht, inwieweit Wasser einen Einfluss auf die Vollmundigkeit, Weichheit und das Genusspotenzial hat.

Diese Auflistung kann man beliebig fortsetzen, z. B. mit dem sulfathaltigen Wasser in Burton-upon-Trent oder auch mit filtriertem Meerwasser (wie es z. B. für Whisky schon verwendet wird [2]). Ein dunkles, untergäriges Bier nach den Wasserqualitäten, die in München vorherrschen, herzustellen, lohnt sich, um den Gesamtcharakter zu betonen.

## Getreide

Bei der Wahl des Getreides sind uns die Hände in Bezug auf die Untergärung scheinbar gebunden. Einzig Gerstenmalz ist zugelassen. Aber mit einem kurzen Blick auf die Palette der Spezialmälzereien findet man weit mehr als 23 verschiedene Gerstenmalze, die mit umfangreichen Funktionalitäten ausgestattet sind (Farbe, Schaum, Aroma, amylolytische Enzyme usw.). Inzwischen besinnt man sich auch wieder vermehrt darauf, einen Samen zum Keimen zu bringen, um weitere Funktionalitäten zu erzielen – beispielsweise was bestimmte Enzymgruppen betrifft, um Gluten, Phytinsäure oder ähnliches anzureichern, rote Farben zu erzeugen oder besondere Aromen wie Schokolade, Toffee oder Rauch in das Bier zu überführen. Ein Blick auf die Gerstensorten ist ebenso lohnenswert. Warum werden Malze aus diesen Sorten nicht öfter explizit auf dem Etikett ausgelobt? Teilweise sind schon die Namen vielversprechend, wie z. B. Weihenstephaner schwarze Nackte, Dr. Francks grannenabwerfende Imperial-



**Abb. 1**  
120 IBU Russian Roulette von Cervejaria Imigração, entwickelt von Alfredo Ferreira/Brasilien

**Autoren:** Dr. Martin Zarnkow, Dario Cotterchio, Dr. Mathias Hutzler, Prof. Dr. Fritz Jacob, Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität, TU München, Freising

TUM – HefeMarken

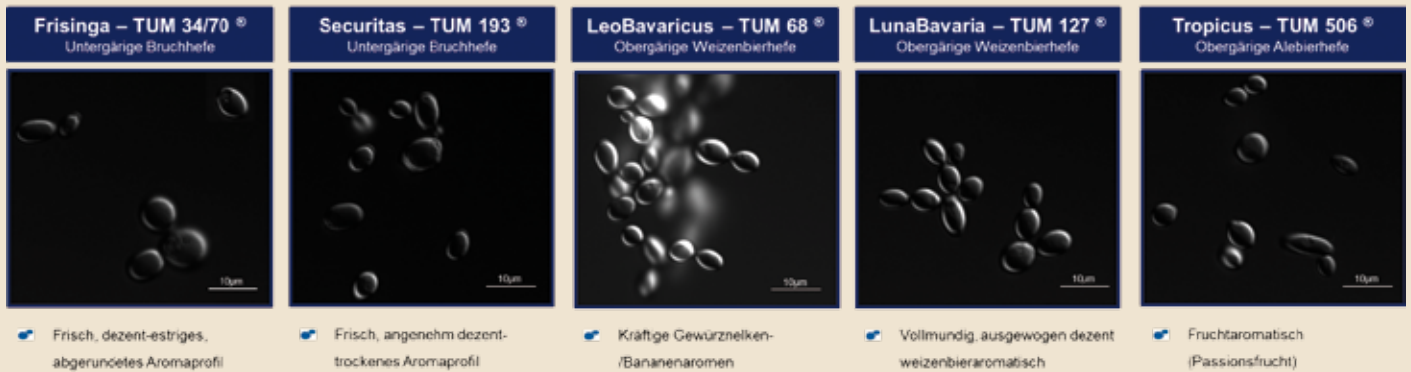


Abb. 2 „TUM Yeast Brands“: Hefemarkennamen von fünf praxisrelevanten Brauereihefestämmen des Forschungszentrum Weihenstephan

© Forschungszentrum Weihenstephan BLQ, TUM

gerste, Kaisergerste, alpine/Tiroler Pfauengerste oder Spiegelgerste. So kann man zusätzlich auch noch den Anbauort und den Jahrgang ausloben. Hier lohnt sich auch ein Blick auf die Homepage der Braugersengemeinschaft, die eine umfangreiche Quelle zu den Merkmalen verschiedener Gerstensorten darstellt [3]. Das würde auch den Weg freigeben, bewusst Unterschiede

von Charge zu Charge zu erzeugen – ganz im Gegensatz zu dem, was sonst das Brauwesen kennzeichnet, nämlich ein immer gleichbleibendes Produkt zu produzieren; wobei es eine Kunst ist, reproduzierbar zu arbeiten. Diese Aspekte kann man auch auf die Rohstoffwahl für die obergärigen Biere übertragen. Zusätzlich hat man hier aber noch die Möglichkeit, neben der Gers-

te (Gerstenmalz) auch alternative Getreide im Sinne des Gesetzes zu verwenden. „Im Sinne des Gesetzes“ ist so zu verstehen, dass Getreide wohl weitestgehend die Süßgräser sind, wobei der Buchweizen (ein Knöterichgewächs) als Getreide bei der Kornherstellung und auch beim Backen aufgeführt wird (siehe Branntweinmonopolgesetz § 72 (3) und Leitsätze für Brot und Kleingebäck, I.

## HÄRTEGRADE AUS WÄSSERN VERSCHIEDENER STÄDTE [1]

Merkmal	Einheit	München	Pilsen	Dortmund	Wien
Gesamthärte	°dH	14,8	1,6	41,3	38,6
Carbonathärte	°dH	14,2	1,3	16,8	30,9
Nichtcarbonathärte	°dH	0,6	0,3	24,5	7,7
Calciumhärte	°dH	10,6	1,0	36,7	22,8
Magnesiumhärte	°dH	4,2	0,6	4,6	15,8
Restalkalität	°dH	10,6	0,9	5,7	22,1

Tab. 1

## IM RAHMEN DES VORLÄUFIGEN BIERGESETZES ZUGELASSENE GETREIDE

Getreide	Botanischer/taxonomischer Name	erlaubt nach § 9 VorlBierG für UG und/oder OG
Gerste	<i>Hordeum vulgare</i>	UG und OG
Saatweizen	<i>Triticum aestivum</i>	OG
Dinkel	<i>Triticum spelta</i>	OG
Emmer	<i>Triticum dicoccum</i>	OG
Kamut®	<i>Triticum turanicum</i>	OG
Hartweizen	<i>Triticum durum</i>	OG
Einkorn	<i>Triticum monococcum</i>	OG
Triticale	<i>xTriticosecale</i>	OG
Roggen	<i>Secale cereale</i>	OG
Hafer	<i>Avena sativa</i>	OG

Tab. 2 UG = untergärig; OG = obergärig [4]

Allgemeine Beurteilungsmerkmale, 1.7 Getreide). Ausgeschlossen sind jedoch definitiv Reis, Mais und Sorghum. Das bedeutet aber immer noch einen großen Variantenreichtum, der in Tabelle 2 aufgeführt ist.

Weitere Malze aus Hybridsorten wie *Tritordeum* oder *Trinaldia* sind gar nicht mit aufgeführt, aber ebenso für ein obergäriges Bier denkbar. Wenn man sich jetzt noch vorstellt, dass man 23 verschiedene Malze, z. B. Triticalemalze herstellen kann – hell, dunkel, karamellisiert, geräuchert, geröstet usw. –, dann kann man dieselbe große Anzahl an verschiedenen Bieren herstellen, wie man es auch von den untergärigen Gerstenmalzbieren und den Weizenmalzbieren kennt, von den alkoholfreien Bieren angefangen bis hin zu den wieder stark am Markt vertretenen Bockbieren. Aber auch da „fehlen“ einige Varianten oder sind zumindest sehr schwach vertreten, wie z. B. die filtrierte Kristallweizenbock- oder Doppelbockbiere. Es ist sicherlich kein Vergnügen, diese Biere zu filtrieren, aber wer sie einmal verkostet hat, der muss zugeben, dass sich der Aufwand lohnen kann.

### ■ Hopfen

Der Rohstoff Hopfen könnte als Synonym für die Kreativbrauer-Bewegung stehen.

Hier wurde ein großes Spielfeld für die Diversifizierung gefunden, mit noch bestehendem Potenzial. Die Rekorde, was den Bitterwert betrifft, sind ja schon lange an der chemisch-physikalischen Grenze angelangt (s. Abb. 1).

Aber Hopfen zeichnet sich auch durch seine besonderen Aromen aus. Auch hier ist viel geschehen (s. „Hopsteiner Aroma-Fächer“ oder „Das große Hopfenaromabuch – Ein Geschmacksleifaden“ von Barth-Haas). Aber wie viele loben auf ihrem Etikett die jeweiligen Sorten, Anbauorte und Jahrgänge des Hopfens aus? Wie viele wissen und nutzen die innerhalb eines Hopfensiegels unterschiedlichen Qualitäten? Die temperatur- und zeitabhängigen Hopfengabepunkte sind noch nicht vollständig geklärt. Bestes Wissen herrscht über die Hopfung im Heißbereich. Mit der Whirlpoolhopfung liegt eine spannende Technologie vor, um Hopfenaromen zu unterstreichen [5]. 60 °C zeigten sich hier als besonders günstige Temperatur [6]. Hingegen ist die Kalthopfung eine sehr alte Technologie zur Konservierung und Schönung in der Wein-, Met- und Bierbereitung. [z. B. 7 und 8]. Diese ist seitens der Aromenentstehung noch nicht klar erforscht. Empirisch liegen viele Erkenntnisse vor. Aspekte wie reproduzierba-

re Aromenentfaltung, Trübungsstabilität und Aromastabilität sind jedoch einerseits interessante Forschungsfelder und andererseits noch Bereiche, in denen man sich noch weit mehr differenzieren kann. Ein interessanter Ansatz ist auch, bewusst bestimmte Hopfendolden zur kalten Hopfung zu geben. Durch die erhöhten enzymatischen Aktivitäten der Samen können glykosidisch gebundene Aromakomponenten langsam dem Bier zugeführt werden [9].

### ■ Bierhefen und andere Mikroorganismen

Der nun folgende Themenkomplex hat einen sehr entscheidenden Einfluss auf das Bieraroma: die Fermentation. Es ist Bewegung im Markt, doch die Möglichkeiten sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Insgesamt nutzt die Brauwirtschaft meist nur zwei bis drei Stämme im untergärigen und ein paar wenige im obergärigen Bereich [10, 11]. Diese sind absolut prozesssichere, ökonomisch günstige und aromaseitig optimale Hefestämme. Aber hier liegt ja die durchaus berechtigte Kritik, dass Vielfalt verloren gegangen sei. Das ändert sich gerade; allein die Hefestammsammlung des Forschungszentrums Weihenstephan hat weit über 110 verschiedene untergärige sowie weit über 110 verschiedene obergärige Hefestämme. Abbildung 2 zeigt fünf der meistgenutzten Hefestämme des Forschungszentrums Weihenstephan, für die charakteristische Hefemarkennamen („TUM Yeast Brands“) vergeben wurden. So sollen sich für den Brauer auch schon im Namen die charakteristischen Hefestammeigenschaften widerspiegeln und der Hefemarkennamen kann – wie z. B. bei den Hopfensorten üblich – zur besseren Beschreibung eines spezifischen Bieres genutzt werden.

Die Hefen können singular, in einer Mischfermentation oder kaskadisch nach ihren Eigenschaften eingesetzt werden [12]. Die daraus folgende Differenzierung ist gewaltig. In Abbildung 3 sind Sensorikeindrücke anhand von Verkostungsergebnissen (individuelles Schema) von vier Bieren dargestellt, die mit unterschiedlichen Ale-Hefestämmen aus identischer Bierwürze hergestellt wurden. Die Unterschiede der Biere innerhalb der Ale-Hefestamm-Gruppe sind enorm.

Die unterschiedlichen Hefespezies, die üblicherweise zur Bierbereitung eingesetzt werden, wurden kürzlich von Hutzler et al.

[14] zusammengefasst. Zusätzlich sollte man sich auch wieder vermehrt an Mischfermentationen mit Milchsäurestämmen wagen. Wie eben das Berliner Weißbier, welches kein „besonderes Bier“ ist und sich nach dem Reinheitsgebot herstellen lässt, wenn die genutzten Mikroorganismen auch auf Braumalz vorkommen. Die Sauerbier haben in Belgien schon lange Tradition und werden auch von den amerikanischen Brauern erfolgreich umgesetzt. Man kann noch intensiver die sogenannten bierschädlichen Mikroorganismen anwenden, wie *Dekkera bruxellensis*, *Torulospira delbrueckii*, *Saccharomyces cerevisiae* var. *diastaticus*, *Lactobacillus* spp., *Acetobacter* spp. usw. Jüngste Ergebnisse mit *Torulospira delbrueckii* am Forschungszentrum Weihenstephan zeigten wieder, dass hier Aromen (z. B. Apfel-, Birne-, Pflaumennoten) erzeugt werden können, die ungewöhnlich, aber der Basis Bier hervorragend zuträglich sind [15].

Einen netten Aspekt bietet auch der Einsatz von lyophilisierter Hefe, um dem Bier Wasser zu entziehen und somit einen höheren Alkoholgehalt zu erzielen (Hefestopfen – dry yeasting). Wasser wird bisher nur durch

sehr niedrige Temperaturen ausgefroren – dies allerdings mit großem Erfolg (siehe [16], 57 Vol.-% Alkohol). Die Verwendung von lyophilisierter Hefe kann aber auch von der Aromaseite neue Aspekte liefern.

### ■ Flaschengärung

Bei der Fermentation drängt sich ein weiteres Thema auf und das ist die Flaschengärung. Warum gibt es sie nur bei obergärrigem Bier? Untergärige Reifung in der Flasche bei obergärigen Bieren gibt es. Aber untergärige Flaschenreifung bei untergärigen Bieren nicht. Es ist schon lange bekannt, dass man mit dieser Art der Reifung die Biere anders ausbaut als mit einer Tankreifung [17, 18]. Dies liegt u. a. an den deutlich unterschiedlichen Druckverhältnissen in den verschiedenen Gebinden [19]. Durch eine Variation des „Nachgärhefestammes“ bzw. des „Reifungshefestammes“ kann der Aromaeindruck bzw. der Aromaausbau stark verändert werden. Bei flaschenvergorenen Bieren hat der Konsument zusätzlich die Möglichkeit, zu wählen, ob er sein Bier kristallklar oder durch Aufschütteln trüb trinken möchte.

### ■ Aromen innerhalb des Reinheitsgebotes erzeugen

Wenn man die technologischen und verfahrenstechnischen Prozesse, die einem im Rahmen des Vorläufigen Biergesetzes zur Verfügung stehen, kennt, so sind einem viele Wege gegeben, um verschiedene Aromen zu erzeugen – nachfolgend nur ein paar Beispiele. Wer die letzten Jahre die Verkostungen der Hopfenfirmen, z. B. auf den Messen, aufmerksam verfolgt hat, der konnte sich ein Bild machen, was für eine große Bandbreite an Aromen seitens des Hopfens erzeugt werden kann (siehe Barth-Haas, Baywa, Hopsteiner, HVG usw.). Bei den Weizenbieren kennen wir auch Aromen, die deutlich zur Unterscheidung der Biere beitragen, wie z. B. Banane, Erdbeere, Frucht, Nelke, Gletschereisbonbon, Rauch. Hier sind auch die Entstehungswege gut erforscht und bekannt. Was ist aber beispielsweise mit dem Apfelaroma des Grätzer Rauchbieres? Für dieses Aroma sorgen die Ethylester der Hexansäure, das Ethylhexanoat. Wie wäre es, wenn man Hefe bei der Reifung bewusst autolysieren ließe (wie

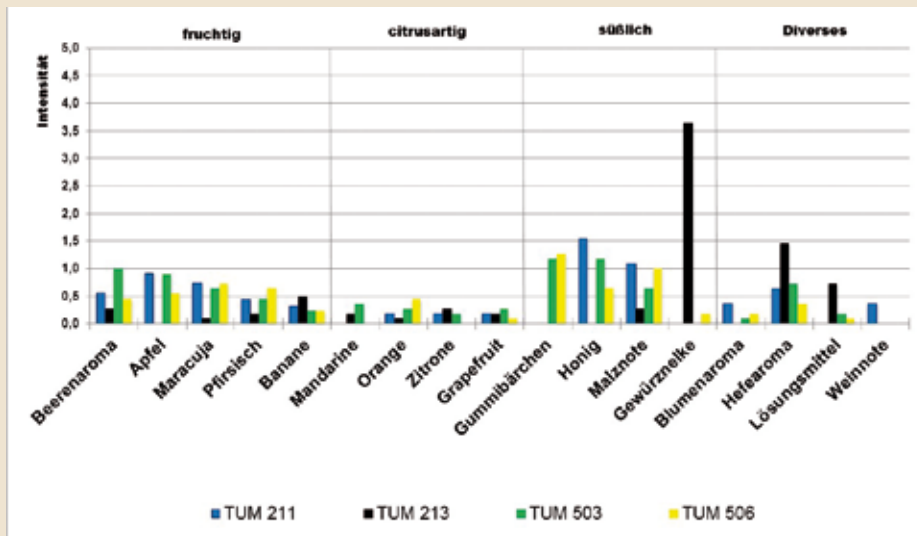


Abb. 3 Aromaeindrücke anhand von beschreibenden Verkostungen von Bieren, die mit unterschiedlichen Ale-Hefestämmen aus identischer Bierwürze hergestellt wurden [13]

beim Champagner) und dann die freigewordenen Hexansäuren durch frische Kräusen zu Ethylhexanoat veresterte? Das wäre alles erlaubt und wird auch bei der Champagnerherstellung praktiziert. Durch spezielle Malze kann man auch Kaffee-, Toffee-, und Schokoladearomen in das Bier überführen, vorrangig durch speziell geröstete Malze.

Man kann auch gerade die stärkeren, dunklen, obergärigen Biere bewusst altern lassen und dadurch Aromen erzeugen, die an Backpflaumen und anderes Dörrobst erinnern.

Einige wenige Brauereien machen so etwas bereits und bringen dadurch eine spannende Vielfalt auf den Markt. Biere müssen die Anfangsspitze von Pappdeckelaroma „überwinden“, wobei diese stark temperaturabhängig ist und sich bei Temperaturen über 40 °C viel schneller ausbildet (das bedeutet im Umkehrschluss, dass man diese Temperaturen vermeiden sollte). Anschließend werden in der „Alterung“ viele Aromenmerkmale aufgelistet, die man auch positiv nutzen kann, wie z. B. Honig, Brot, Sherry.

Das funktioniert natürlich nicht bei allen Bieren – und diese Biere müssen auch den entsprechenden Körper mitbringen.

### ■ Lückenbiere

Seit 1993 ist es in Deutschland erlaubt, die sogenannten Lücken in den Stammwürzebereichen von 0 bis 2, von 5,6 bis 7, von 9 bis 11 und von 14 bis 16 °Plato zu besetzen. Nach den Informationen des statistischen Bundesamtes werden zu diesen Stammwürzebereichen Steuern bezahlt [20]. Es

scheint sie also zu geben, aber wo sind diese Biere? Ansätze, die die Besonderheit dieser Biere unterstreichen, gab und gibt es immer wieder.

Ein Bereich von 9 bis 11 ° Plato könnte auch die zunehmend verschwindende Leichtbierkategorie unterstützen. 14 bis 16 ° Plato hat einen gehaltvollen Märzen- oder Festbiercharakter. Ein Problem ist sicherlich die Namensfindung, da ja Märzen beispielsweise klar definiert ist. Das ließe sich aber bestimmt lösen: Bier 15 ° Plato klingt nicht schlecht.

### ■ Schrottrennung

Bleibt man bei den technologischen Möglichkeiten, so könnte eine konsequentere Fraktionierung des Schrottes zu verschiedenen Ansätzen und Bieren resultieren. Entweder man setzt aus den Fraktionen ein optimales Schrot zusammen [21] (je nach Sortenansprüchen), oder man stellt aus den einzelnen Fraktionen, abgestimmt auf die Inhaltsstoffe der Fraktionen, verschiedene Biere her. Dies gibt einem die Möglichkeit, mit einer Schrotung eine große Bandbreite abzudecken.

### ■ Läuterwürzetrennung

Man kann auch noch weiter denken und das Parti-Gyle-System der Guinnessbrauerei wieder verwenden. Dort wurden die Läuterwürzen getrennt gekocht, gehopft und vergoren, so dass man aus einer Maische vier bis fünf verschiedene Biere erhielt, die man wieder verschneiden oder einzeln ausbauen konnte. Auch das ein Verfahren, welches einem viele Möglichkeiten bietet.

### ■ Maischegärung

Dass Maischen geläutert werden, ist heute selbstverständlicher Stand der Technik. Es ist einige Jahrhunderte her, dass diese Technologie in Bayern entwickelt wurde – sprich, Maischegärung war davor üblich. Sie ist sicherlich hinderlich in der Produktion großer Chargen. Es können aber mit dieser Technologie ganz besondere Aromen erzeugt und auch weitaus besser die Potenziale einer Rotfärbung ausgeschöpft werden. Man kann quasi auch ein Malz stopfen (dry malting), um gewisse Effekte wie weiteren Extraktabbau, Aromaaufbau, Schaumbeeinflussung und eine bewusste Verlängerung der Vergärung und damit der Stabilität zu erzeugen [22].

### ■ Alte Biersorte (vor 1906)

Werden Biersorten, die vor 1906 dokumentiert wurden, gebraut, dann müssen sie nicht zwangsläufig dem Vorläufigen Biergesetz entsprechen. Gose gibt es schon wieder, Mumme wurde auch schon vereinzelt gesehen, aber wo bleibt das Lichtenhainer, Grätzer Rauchbier, Danziger Jopenbier, ...?

### ■ Funktionelle Biere

Brauer können in Bezug auf funktionelle Biere zwei Dinge tun. Einerseits sinnvolle Substanzen oder Effekte im Produkt anreichern und ausloben, wie z. B. Vitamine, Isotonie oder Ballaststoffe. Will man so etwas jedoch, im gesundheitsbezogenen Sinn, ausloben, dann müssen dafür klinische Studien vorliegen, die die EFSA (European Food Safety Authority) auch absegnet. Voraussetzung ist, dass das Produkt unter 1,2 Vol.-% an Alkohol haben muss. Diese Fälle gibt es aber, wie die isotonischen, ballaststoffreichen (Vollbier kann bis zu 5 g/l beta-Glucan haben [23]), alkoholfreien Weizenbiere beweisen. Der andere Weg ist, etwas wegzunehmen oder wegzulassen, was Menschen mit einer chronischen Erkrankung oder einer bestimmten Ernährungseinstellung vermeiden müssen oder wollen. Damit ist z. B. Diabetes (Zucker [24]), Gicht (Purine [25]) und Zöliakie (Gluten [26]) im ersten Sinn und im weiteren die Substanzen biogene Amine, Schwermetalle und Mycotoxine gemeint. Bezüglich Ernährungseinstellung ist der aktuelle Trend der veganen Ernährung gemeint.

### ■ Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde versucht, aufzuzeigen, dass der Kreativität im Rahmen des

Reinheitsgebotes (besser: Vorläufiges Biergesetz) zwar Grenzen gesetzt sind, aber noch viele Möglichkeiten offen stehen. Die Autoren erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Zumal ja transparente Biere, mehrschichtige Biere (Deutschlandbier), eisausgefrorene Biere und der Weg, über die Biermischgetränke ganz besondere Eigenschaften in das Getränk zu bekommen wie blaue Farbe oder eine Fluoreszenz, nicht vertieft wurden. An dieser Stelle erfolgt auch der Hinweis, sich die Kreationen des IGL-Wettbewerbs der TU München-Weihenstephan genauer anzuschauen, die nach den Regeln des Vorläufigen Biergesetzes erstellt sein müssen [27]. Im Rahmen dieses Gebotes ist also noch viel möglich.

### ■ Literatur

1. Narziß, L.: Die Bierbrauerei, Band 2: Die Technologie der Würzebereitung. 8. Auflage, 2009, S. 49.
2. [www.sauer-hartwig.de](http://www.sauer-hartwig.de), Stand 8.10.2015.
3. [www.braugerstengemeinschaft.de](http://www.braugerstengemeinschaft.de), Stand 8.10.2015.
4. Zarnkow, M.: Alternative Rohstoffe zur Herstellung obergäriger Biere. 1. Weihenstephaner Rohstoffseminar 2003.
5. Kaltner, D.: Untersuchungen zur Ausbildung des Hopfenaromas und technologische Maßnahmen zur Erzeugung hopfenaromatischer Biere, Dissertation, TU München, 2000.
6. Tischer, J.: Einfluss der Whirlpooltemperatur auf das Hopfenaroma, Diplomarbeit, TU München, 2014.
7. Heyne, M.: 1901. Das deutsche Nahrungswesen von den ältesten geschichtlichen Zeiten bis zum 16. Jahrhundert, Verlag S. Hirzel, Leipzig, S. 337-351.
8. von Hohberg, W.H.: 1687. *Georgica curiosa*. Verlag Michael und Johann Friedrich Endters seel. Erben, Nürnberg, S. 103-104.
9. Zarnkow, M.: Besamter und unbesamter Hopfen – ein Qualitätsvergleich, 48. Technologisches Seminar, Weihenstephan, 2015.
10. Hutzler, M.; Jacob, E.: Immer bessere Kontrolle – Hefe im Wandel der Zeit. Brauindustrie, 2015, S. 76-80.
11. Stretz, D.: Hefezentrum – Hefestammpflege im Detail, 3. Seminar Hefe und Mikrobiologie, Weihenstephan, 2015.
12. Hutzler, M.; Stretz, D.: Aromavielfalt durch den Einsatz von speziellen Hefestämmen – welche Hefe passt zu meinem Bier?, 9. Weihenstephaner Praxisseminar, Oelde, 2014.
13. Meier-Dörner, T.: Praxisrelevante Charakterisierung von *Saccharomyces* Hefen, 3. Seminar Hefe und Mikrobiologie, Weihenstephan, 2015.
14. Hutzler, M.; Koob, J.; Riedl, R.; Schneiderbanger, H.; Müller-Auffermann, K.; Jacob, E.: Yeast Identification and Characterization (Chapter 6) in *Brewing Microbiology – Managing Microbes, Ensuring Quality and Valorising Waste*, Editor Hill, A. E., Woodhead Publishing, London, 2015.
15. Michel, M.: Potential und Charakterisierung von Nicht-*Saccharomyces* Hefen für die Brauindustrie, 3. Seminar Hefe und Mikrobiologie, Weihenstephan, 2015.
16. [www.schorschbraeu.de](http://www.schorschbraeu.de), Stand 8.10.2015.
17. Narziß, L.: Obergärige Bier und ihr Erscheinungsbild, BRAUWELT Nr. 10, 1984, S. 362-365.
18. Narziß, L.; Miedaner, H.; Koch, K.; Rother, G.: Biertypen – Charakterisierung und Rückschlüsse auf die Technologie ihrer Herstellung, BRAUWELT Nr. 7-8, 1988, S. 244-252.
19. Back, W.; Diener, C.; Sacher, B.: Hefeweizenbier – Geschmacksvarianten und Technologie, BRAUWELT Nr. 28-29, 1998, S. 1279-1284.
20. [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Finanzen-Steuern/Steuern/Verbrauchssteuer/AbsatzBier2140921151064.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Finanzen-Steuern/Steuern/Verbrauchssteuer/AbsatzBier2140921151064.pdf?__blob=publicationFile), Stand 8.10.2015.
21. Narziß, L.: Die Bierbrauerei, Band 2: Die Technologie der Würzebereitung. 8. Auflage, 2009, S. 226.
22. Nsoying, D. S.; Merz, A.; Schönenberg, S.; Zarnkow, M.; Becker, T.: Use of exogenous enzymes and process management to improve the shelf life of traditional opaque beer, *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 1, 2015, S. 22-28.
23. Bamforth C.W. Beer, carbohydrates and diet, *Journal of the Institute of Brewing*, 111, 2005, S. 259-264.
24. Narziß, L.: Abriss der Bierbrauerei, 7. Auflage, 2005, S. 334-336.
25. Zarnkow, M.; Mischke, F.: Der Einfluss auf den Puringehalt von Bier, 45. Technologisches Seminar, Weihenstephan, 2012.
26. Zarnkow, M.: Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) a Sustainable Raw Material for the Malting and Brewing Process, PhD Thesis, University of Cork/Ireland, 2010.
27. [www.studienfakultaet.de/content/iglallg](http://www.studienfakultaet.de/content/iglallg), Stand 8.10.2015.