

**Einfluss der Prozesstechnologie auf die Bildung von Schlüsselaromastoffen und Markerverbindungen in Gersten- und Weizenmalz sowie Malzextrakt und Bestimmung der Transferraten in Bier und Brot**

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Hochschule für angewandte Wissenschaften Trier Fachrichtung Lebensmitteltechnik FG Getränketechnologie und Hygienic Design Prof. Dr. Jens Voigt/Prof. Dr. Heike Raddatz/M. Eng. Michael Féchir
<b>Forschungsstelle II:</b>	Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München, Freising Prof. Dr. Thomas Hofmann/Dr. Veronika Mall
<b>Industriegruppen:</b>	Deutscher Verband der Aromenindustrie e.V. (DVAI), Berlin Deutscher Mälzerbund e.V., Frankfurt Der Backzutatenverband e.V. (BZV), Berlin Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V. (Wifö), Berlin Verein der Förderer des Hans-Dieter-Belitz-Institutes für Mehl- und Eiweißforschung e.V. (hdbi), Freising  Projektkoordinator: Dr. Erika Hinzmann Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V. (Wifö), Berlin
<b>Laufzeit:</b>	2016 - 2019
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 499.840,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

**Ausgangssituation:**

Malz ist die Bezeichnung für gekeimtes und getrocknetes Getreide, wobei hauptsächlich Gerste und Weizen als Rohstoffe verwendet werden. Am Bekanntesten ist die Verwendung von Malz bei der Herstellung von Bier, bei der durch unterschiedlich starke Darrung sowie durch Karamellisieren oder Rösten des Malzes hell bis dunkel gefärbte Biere mit unterschiedlicher Aromausprägung hergestellt werden können. Daneben wird Malz zur Herstellung von Whisky und Malzkaffee sowie zur Herstellung von Spezialbackwaren verwendet. Für bestimmte Anwendungen im Bereich der Aromatisierung kommen auch Malzextrakte zum Einsatz.

In der Aromenindustrie ist Malz ein wertvoller Rohstoff für Extrakte, die z.B. für die Bittermaskierung oder die Behebung von Fehl aromen eingesetzt werden. Wichtige Anwen-

dungsgebiete sind hier die Aromatisierung von alkoholfreien Getränken, kulinarischen Zubereitungen und Aufstreuwürzungen. Auch im Backgewerbe ist der Einsatz von Malzmehlen oder Malzextrakten gängige Praxis. Renommierte Malzhersteller verfügen über ein großes Produktspektrum mit unterschiedlichster Zielrichtung (Baguette, dunkle Brotsorten u. v. a). Neben der Verbesserung der Qualität sog. triebschwacher Mehle mit enzymaktiven Malzen steht insbesondere der Transfer von Aromastoffen in das Brot und die Krumenfärbung mit Hilfe von extrudierten Malzmehlen oder Malzextrakten im Vordergrund. In allen o. g. Verwendungsgebieten steigt die Nachfrage an Spezialmalzen, um den Verbrauchern ein größeres Produktspektrum anbieten zu können.

Wissenschaftliche Untersuchungen zu Malzaromastoffen sind bislang allerdings eher spärlich vorhanden. So ist insbesondere

unklar, inwieweit bestimmte Aromastoffe für ein einzelnes Aromaattribut verantwortlich sind und wie diese in Malz durch unterschiedliche Prozessführungen gebildet oder vermindert werden können. Auch gab es bislang keine Arbeiten zum Transfer wertgebender Malzaromastoffe in das fertige Bier bzw. in die fertige Backware.

Ziele des Forschungsvorhabens waren vor diesem Hintergrund:

- die Charakterisierung der Schlüsselaromastoffe von Spezialmalzen,
- die Untersuchung des flüchtigen Metaboloms von Malzen aus unterschiedlicher Prozessführung und die Identifizierung von Metaboliten, die sich in Abhängigkeit des Mälzungsprozesses verändern,
- die Korrelation von Schlüsselaromastoffen und Metaboliten mit dem Gesamtaromaprofil und einzelnen Malzaromaattributen und somit die Definition von Markerverbindungen, die eine Bewertung des Malzaromas zulassen,
- die Bilanzierung des Transfers von Schlüsselaromastoffen und Markerverbindungen von Malz in Bier und Brot.

#### Forschungsergebnis:

Um zunächst den Einfluss der Mälzungstechnologie auf die aromagebenden Eigenschaften von Malz zu untersuchen, wurde eine Reihe an Gersten- und Weizenversuchsmalzen im Technikumsmaßstab unter Variation von Prozessparametern hergestellt und anschließend sowohl qualitativ als auch quantitativ im Vergleich zu handelsüblichen Darr-, Caramel- und Röstmalzen auf flüchtige Inhaltsstoffe und aromaaktive Substanzen hin analysiert. Hierbei konnten eine Vielzahl an flüchtigen Malzinhaltsstoffen und alle für das Malzaroma verantwortlichen Schlüsselaromastoffe zunächst identifiziert und anschließend quantifiziert werden. Die Ergebnisse zeigten, dass sich Darr-, Caramel- und Röstmalze analytisch deutlich unterschieden. Ebenso ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen Versuchsmalzen, die unter Variation von Prozessparametern hergestellt wurden. So wurden die Parameter Getreideart, Keimfeuchte, Darrtemperatur und Keimtemperatur als wichtige technologische Einflussfaktoren für die Aromaausprägung von Gersten- und Weizendarrmalzen identifiziert.

Parallel wurden alle analysierten Malze mithilfe eines geschulten Sensorikpanels bewertet, um einen Abgleich von analytischen und sensorischen Daten zu ermöglichen. Sensorische Ergebnisse in Bezug auf die Unterschiede zwischen Versuchs- und Referenzmalzsorten deckten sich nahezu vollständig mit den analytischen Ergebnissen. Basierend auf Korrelationen zwischen flüchtigen Malzinhaltsstoffen und sensorischen Aromaeigenschaften wurden leicht quantifizierbare Markersubstanzen definiert.

Mithilfe eines standardisierten Back- und Brauprozesses im Technikumsmaßstab wurden ausgewählte Malze zu Modellbrot und Modellbieren verarbeitet. Nach einer sensorischen Bewertung dieser Biere und Brote sowie Analyse der aus dem Malz stammenden Schlüsselaromastoffe wurde der Transfer dieser Substanzen aus den verwendeten Malzen in die Endprodukte berechnet, um das Aromapotentiale einzelner Malztypen für die Aromatisierung von Bieren und Backwaren zu bewerten und Praxisempfehlungen abzuleiten.

Durch Korrelation der leicht analysierbaren Markersubstanzen in Malz mit schwerer nachweisbaren, quantifizierten Schlüsselaromastoffen in Bier wurde ein Modell erstellt, mithilfe dessen die erwarteten Aromaeigenschaften eines Bieres in Abhängigkeit von den verwendeten Malzsorten prognostiziert werden können. Für die routineteugliche Praxisanwendung in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung von kleinen und mittelständischen Unternehmen der Malz-, Brau-, Back- und Aromenindustrie ist lediglich noch eine Validierung der entwickelten Methodik sowie eine anschließende Aufnahme in entsprechende nationale und internationale Normen und Empfehlungen (DIN, ISO, IDF, MEBAK, EBC, ASBC) notwendig.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Ergebnisse des Vorhabens sind sowohl für die malzverarbeitende Industrie (Brauwirtschaft, Backwarenhersteller, Aromenindustrie) als auch für die malzproduzierende Industrie (Mälzereien) von Bedeutung.

In Deutschland werden jährlich über 2,2 Mio. Tonnen Malz hergestellt; das geschätzte Umsatzvolumen liegt bei 800-900 Mio. €/a. Spezialmalze machen darunter etwa 200.000 Tonnen/a aus. Der überwiegende Teil der

Mälzereien gehört zu den kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU). Auch die deutsche Brauwirtschaft ist trotz Konsolidierung und Übernahme durch internationale Konzerne immer noch in sehr großer Zahl mittelständisch geprägt; von etwa 1.400 Brauereien gehören mit Ausstoßzahlen von unter 200.000 hl/a deutlich über 80 % zu den KMU.

Durch Malz und Hopfen stark aromabetonte Biere nehmen derzeit auf dem Markt stark zu und sind wirtschaftlich erfolgreich. Die Ergebnisse können zur Optimierung der Prozessführung zur Malzherstellung genutzt werden können. Durch Modifikation der Prozessparameter können die Aromaeigenschaften des Malzes gezielt beeinflusst und somit die Variationsmöglichkeiten des Einsatzes in Produkten, wie Bier und Brot, erweitert werden.

Die Kenntnis der Aromastoffe und ihres Konzentrationsverlaufs in Abhängigkeit von den Parametern des Herstellungsprozesses sowie die Korrelation von analytischen Daten zur gesamtsensorischen Bewertung ermöglichen es einerseits, bestimmte Aromaprofile und Einzelaromaattribute gezielt hervorzuheben. Andererseits ermöglicht der Transfer der Aromastoffe, d. h. eine Bilanzierung der malzeigenen Aromastoffe in den Produkten Bier bzw. Backwaren, den Anwendern einen sichereren Einsatz von Spezialmalzen.

Durch die Analyse des gesamten flüchtigen Metaboloms von Malzen und Produkten werden Markerverbindungen sichtbar gemacht, die mit Aromastoffen sowie sensorischen Daten korrelieren. Diese dienen der Entwicklung einfacher analytischer Messmethoden, die es Malzproduzenten erlauben, das Aroma ihrer Produkte schnell und objektiv zu bewerten.

Mithilfe der entwickelten Methodik können Aromaeigenschaften herzustellender Biere anhand zu verwendender Malzsorten prognostiziert werden, um somit den entsprechenden Branchen ein wertvolles neues Tool für die Produktentwicklung und Qualitätssicherung zur Verfügung zu stellen.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2019.
2. Féchir, M., Reglitz, K., Mall, V., Voigt, J. & Steinhaus, M.: Molecular insights into the contribution of specialty barley malts to the aroma of bottom-fermented lager

- beers. *J. Agric. Food Chem.* 69, 8190-8199. DOI: 10.1021/acs.jafc.1c01846 (2021).
3. Fechir, M., Kraus-Weyermann, T. & Voigt, J.: Identification of marker volatiles in malt to predict malt-derived aroma properties of bottom-fermented beers. *BrSc.* 74, 17-26. DOI: 10.23763/BRSC21-01FECH IR (2021).
4. Rögner, N. S., Mall, V. & Steinhaus, M.: Odour-active compounds in liquid malt extracts for the baking industry. *Eur. Food Res. Technol.* 247, 1263-1275. DOI: 10.1007/s00217-021-03707-z (2021).
5. Fechir, M., Reglitz, K., Voigt, J. & Steinhaus, M.: Einfluss der Prozesstechnologie auf die Bildung von Schlüsselaromastoffen und Markerverbindungen in Gersten- und Weizenmalz sowie Malzextrakt und Bestimmung der Transferraten in Bier und Brot. *Ber. Forsch. & Lehre 2017 & 2018, Hochschule Trier* 59 (2019).
6. Fischer, N. S., Mall, V., Reglitz, K. & Steinhaus, M.: Malz als aromatisierende Zutat beim Brotbacken: Untersuchungen zu Veränderungen der Schlüsselgeruchsstoffe. *Lebensmittelchem.* 73 (S1), 114. DOI: 10.1002/lemi.201951114 (2019).
7. Mall, V. & Schieberle, P.: Screening nach wertgebenden Malzaromastoffen zweier Spezialmalze mittels Aromaextraktverdünnungsanalyse. *LSB-Jahresb.* 32-34 (2017).

#### Weiteres Informationsmaterial:

Hochschule für angewandte Wissenschaften Trier  
Fachrichtung Lebensmitteltechnik  
FG Getränketechnologie und Hygienic Design  
Schneidershof, 54293 Trier  
Tel.: +49 651 8103-328  
Fax: +49 651 8103-348  
E-Mail: voigt@fh-trier.de

Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München  
Lise-Meitner-Straße 34, 85354 Freising  
Tel.: +49 8161 71-2904  
Fax: +49 8161 71-2970  
E-Mail: veronika.mall@lrz.tum.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn  
Tel.: +49 228 3079699-0  
Fax: +49 228 3079699-9  
E-Mail: fei@fei-bonn.de

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

gefördert durch/via



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.