

## Prozessanalyse der Malztrocknung zur Nivellierung rohstoff- und jahrgangsbedingter Schwankungen der Verkleisterungstemperatur

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle:</b>	Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan (WZW) Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, Freising Prof. Dr. Thomas Becker/Dr. Martina Gastl
<b>Industriegruppe(n):</b>	Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V. (Wifö), Berlin Weihenstephaner Institut für Getreideforschung e. V. (WIG), Freising
	Projektkoordinator: Daniel Wittek Augustiner-Bräu Wagner KG, München
<b>Laufzeit:</b>	2016 - 2019
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 249.980,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Für die Bierherstellung ist eine problemlose Verarbeitbarkeit der Rohstoffe von grundlegender Bedeutung, um eine gleichbleibende Prozess- und Produktqualität zu gewährleisten. Hierzu zählen die physiko-chemischen und strukturellen Eigenschaften der Stärke sowie die Verkleisterungstemperatur (VKT). Die Verkleisterung ist die Grundvoraussetzung für den Verzuckerungsprozess der Stärke (Substratherstellung: „Maischen“) und beeinflusst somit eine Vielzahl nachgelagerter Verarbeitungsschritte, wie die Fermentation, die Filtration sowie die Produktqualität.

Die VKT des Gerstenmalzes variiert nach Sorte, Jahrgang und Provenienz des angebauten Rohstoffes. Im Zeitraum von 2007 bis 2014 wiesen analysierte Proben z. B. eine Spannweite von 59,4-66,9 °C auf. Zur Gewährleistung einer gleichbleibenden Endproduktqualität ist bereits ab einer VKT von 64 °C eine Anpassung der Prozessführung in der Brauerei nötig, um eine vollständige Verkleisterung der Stärke sowie einen vollkommenen enzymatischen Abbau in dem dafür vorgesehenen enzymespezifischen Wirkungsbereich zu ermöglichen. Andernfalls führt eine unvollständige Verzuckerung zu reduzierten Gehalten an fermentierbaren Zuckern und unvergärbaren Polysacchariden (Dextrinen) im Substrat

(Würze). Daraus resultiert ein verminderter Fermentationsumsatz in Verbindung mit Ausbeuteverlusten in Bezug auf den eingesetzten Rohstoff. Durch veränderte Zucker- und Polysaccharidzusammensetzungen des Substrates werden das Geschmacksprofil sowie die Vollmundigkeit des Endproduktes verändert und eine konstante Prozessführung mit gleichbleibender Produktqualität erschwert. Darüber hinaus führen die im Produkt verbleibenden  $\alpha$ -Glucane zu verlängerten Filtrationszeiten und einem erhöhten Verbrauch an Filterhilfsstoffen. Des Weiteren bilden  $\alpha$ -Glucane die Grundlage für Stärketrübungen im Endprodukt. In Jahrgängen mit erhöhten VKT waren  $\alpha$ -Glucane für etwa die Hälfte aller durch die Forschungsstelle analysierten Trübungen verantwortlich.

Von diesen Verarbeitungs- und Qualitätsproblemen sind insbesondere kleine und mittelständische Brauereien betroffen, da diese meist nicht über die finanziellen und personellen Ressourcen verfügen, um die VKT ihrer Braumalze zu bestimmen zu können.

Ziel des Forschungsvorhabens war die wissenschaftliche Analyse der Veränderung des Verkleisterungsverhaltens (Charakterisierung der rohstoffseitigen Einflüsse, Untersuchung der Auswirkung der Trocknungsparameter auf die Stärkestruktur) während der Trocknung von gekeimtem Braugetreide im Kleinmaßstab sowie

die Übertragung der Ergebnisse auf den Praxismaßstab.

#### Forschungsergebnis:

Im Rahmen des Projekts konnte aufgezeigt werden, dass die VKT sortenunabhängig über den Mälzungsprozess ansteigt. Nach eingehender Untersuchung wurde dabei festgestellt, dass der vermutete und einleitend erläuterte Annealing-Effekt nicht bestätigt werden konnte. Des Weiteren wurden die Mälzungsparameter Schwelkzeit (4–16 h) und Abdarrtemperatur (60–100 °C) variiert, um deren Einfluss auf die Stärkekristallinität zu untersuchen. Die gemessene Kristallinität der Stärke zeigte keine signifikante Änderung durch diese Parameter, ebenso blieb die gemessene VKT unverändert. Die Zunahme der VKT über den Mälzungsprozess erwies sich auch unabhängig von der Aktivität der amylolytischen Enzyme. Signifikante Unterschiede zeigte jedoch eine Erhöhung des Weichgrads; dies führte bei allen untersuchten Sorten zu einer höheren VKT. Insgesamt konnte durch die Variation des Weichgrades eine Änderung der VKT von bis zu 1,5 °C erreicht werden.

Überdies wurden Praxismuster von neun deutschen Mälzereien untersucht, um den Einfluss der Schichthöhe des Darrmalzes auf der Horde auf die VKT zu untersuchen. Die Unterschiede in der VKT zwischen den Schichten waren bei den meisten Mälzereien nicht signifikant. Die Untersuchung verschiedener Gerstenmuster in Hinblick auf Sorten- und Standorteinfluss zeigte, dass die Sorte keinen signifikanten Einfluss auf die VKT besitzt, der Standort verursachte jedoch Unterschiede um ca. 2,5 °C. Je wärmer es in diesem Zeitraum war, desto höher fiel auch die durchschnittliche VKT aus. Zudem zeigten Standorte mit deutlich unterdurchschnittlichem Niederschlag auch eine deutlich erhöhte VKT.

In der Praxis kann somit über die Sorten- und Standortauswahl und insbesondere die Aufwuchsbedingungen Einfluss auf die VKT genommen werden. Moderne Braugerstensorten mit hohem Lösungspotential bieten möglicherweise Vorteile für die Verarbeitung in Hinblick auf die VKT, da der Parameter Weichgrad in der Praxis ein Steuermodul darstellt.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Erkenntnisse zur Stärkestruktur und deren Auswirkungen auf das Verkleisterungsverhalten der

Stärke bieten Mälzereien und Brauereien Möglichkeiten der Optimierung ihrer Prozesse. Im Bereich der Malzproduktion lassen sich durch eine Anpassung der Mälzungsparameter und der Prozessführung eine Verbesserung amylolytischer Malzqualitätsmerkmale erzielen und rohstoff- sowie jahrgangsbedingte Schwankungen der VKT ausgleichen. Brauereien profitieren von einer verbesserten Rohstoffausbeute, einem reduzierten Verarbeitungsrisiko und einer gleichbleibend hohen Endproduktqualität, die weniger Kundenreklamationen zur Folge hat.

Ein verkleisterungsbedingter Rückgang der Rohstoffausbeute um lediglich 1 % führt unter der Annahme eines Jahresausstoßes von 500.000 hl, einer Schüttung von 16 kg/hl und eines durchschnittlichen Malzpreises von 350 €/t. zu jährlichen Mehrkosten von 30.000 €. Übertragen auf die gesamte Braubranche summieren sich die Mehrkosten bzw. die Einsparungen durch Vermeidung verkleisterungsbedingter Rohstoffverluste somit auf etwa 6,3 Mio. €.

Durch ein verbessertes Verständnis des Einflusses des Mälzungsprozesses auf die amylolytischen Qualitätsparameter des Braumalzes ist es Herstellern von Getreide- und Malztrocknungsanlagen im Ergebnis des Vorhabens möglich, konstruktive sowie prozesstechnische Verbesserungen einzubringen.

Die gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen KMU die Herstellung homogenerer Malzchargen, wobei sie zielgerichtet auf die Jahrgangsschwankungen und die Rohstoffauswahl reagieren können.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Abschlussbericht 2019.
2. Hör, S., Gastl, M. & Becker, T.: Neue Herausforderungen an die Qualitätssicherung – Bedeutung und Interpretation der Verkleisterungstemperatur in Zeiten des Klimawandels. Brauind. (1), 14-17 (2020).
3. Rittenauer, M., S. Gladis, et al.: Critical evaluation of viscometrically determined pasting temperatures in barley malt. J. Inst. Brew. 123 (4), 472-479 (2017).
4. Rittenauer, M., Gastl, M. & Becker, T.: Optimized analytical parameters for the viscometric determination of pasting temperatures of barley malt. Food Hydrocolloids 56, 149-157 (2016).
5. Rittenauer, M., Kolesnik, L., Gastl, M., & Becker, T.: From native malt to pure starch –

development and characterization of a purification procedure for modified starch. Food Hydrocoll. 56, 50-57 (2016).

Der Schlussbericht ist für die interessierte Öffentlichkeit bei der Forschungsstelle abzurufen.

**Weiteres Informationsmaterial:**

Technische Universität München (TUM)  
Wissenschaftszentrum Weihenstephan (WZW)  
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie  
Weihenstephaner Steig 20, 85354 Freising  
Tel: +49 8161 71-3261  
Fax: +49 8161 71-3883  
E-Mail: tb@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.