



AiF 21979 N

„Steigerung des stofflichen Nutzungspotentials von Lignin aus der Zellstoffindustrie als proteinseitiges Stabilisierungsmittel für die Getränkeindustrie“

Forschungseinrichtung I: Technische Universität München
TUM School of Life Sciences
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie
Institutsleiter: Prof. Dr. Thomas Becker
Projektleiter: Dipl.-Ing. Roland Kerpes

Forschungseinrichtung II: Technische Universität München
TUM School of Life Sciences
Lehrstuhl für Holzwissenschaft
Institutsleiter: Prof. Dr. Klaus Richter
Projektleiter: Dr. Elisabeth Windeisen-Holzhauser

Koordinierung: Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V., Berlin
Dr. Erika Hinzmann

Laufzeit: 01. 10. 2021 – 31. 12. 2023
Förderung durch das BMWK über die AiF

Ausgangssituation:

Während der Gewinnung von Zellstoffen für die Papier- und Chemieindustrie entsteht als Nebenprodukt Lignin. Insbesondere beim Kraft- oder Sulfatverfahren wird das im Seitenstrom entstandene Lignin bisher fast ausschließlich zur Dampf- bzw. Energieerzeugung verwertet und kaum stofflich genutzt. Das Potential dieses komplexen Polymers für alternative Einsatzgebiete/Industriezweige ist daher bisher unzureichend ausgeschöpft.

Bei der Getränkeherstellung ist ein wesentlicher getränketechnologischer Schritt die Filtration und Stabilisierung, mit dem Zweck der Trübungsreduzierung des Endproduktes (Glanzfinesse). Um die hauptursächlichen Trübungsbildner (Protein-Polyphenolverbindungen) zu entfernen, erfolgt meist eine proteinseitige Stabilisierung. Die etablierten proteinseitigen Stabilisierungsmittel Kieselgel und Bentonit arbeiten unspezifisch oder sind mit Produktverlusten (Quellung) verbunden. Im Gegensatz dazu besitzt der Naturstoff Lignin durch seine hochvernetzte Struktur sehr schlechte Lösungseigenschaften. Weiter zeigte sich, dass Lignin selektiv Prolamine in der Biermatrix bindet, wodurch dieser trübungsursächliche Proteinanteil deutlich gesenkt werden kann. Lignin bietet insgesamt eine ressourcenschonende Alternative zu etablierten proteinseitigen Stabilisierungsmitteln, weiterhin ist der Naturstoff überregional und in ausreichender Kapazität verfügbar.



Forschungsziel:

Ziel des Vorhabens war die qualitative und quantitative Analyse von vernetztem Lignin, die Beschreibung des spezifischen, adsorptiven Verhaltens gegenüber trübungsursächlichen Proteinhydrolysaten sowie der Einsatz von Lignin als proteinseitiges Stabilisierungsmittel in der Getränkeindustrie (Wein, Kern-, Steinobstfruchtsäfte, Bier) bei gleichzeitiger Beachtung der Auswirkung auf die jeweiligen Qualitätsattribute des Produktes.

Zu diesem Zweck sollten verschiedene Lignin-Typen hinsichtlich ihrer Eigenschaft zur Trübungsreduktion getestet werden. Lignin sollte hierbei nach Aufreinigung und Quervernetzung als Stabilisierungsmittel mit Fokus auf die Tiefenfiltration (Rahmenfilter) im Labormaßstab und optional als Pilotmaßstab bei den Industriepartnern verwendet werden, um eine größtmögliche Praxisnähe für den späteren Einsatz bei den KMU zu erreichen.

Forschungsergebnisse:

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden vier verschiedene Lignine, die als Nebenstrom bei der Zellstoffherstellung im sogenannten Kraftprozess anfallen und bisher überwiegend energetisch genutzt werden sowie ein Bioraffinerie-Lignin hinsichtlich ihrer Eignung als proteinseitiges Stabilisierungsmittel untersucht und bewertet. Für den technischen Einsatz des Lignins sind eine möglichst geringe Löslichkeit im Getränk, eine spezifische Adsorption gegenüber trübungsursächlichen Proteinen und eine möglichst geringe Produktbeeinflussung (Qualitätsattribute) Voraussetzung, so dass hierfür eine Methode zur Quervernetzung der Lignine mittels Laccase entwickelt werden musste. Für das Forschungsvorhaben waren leitend vier Arbeitshypothesen formuliert worden, die im Rahmen des Projektes beantwortet werden konnten.

Analytische Kernarbeitsschritte (FE II) des Forschungsvorhabens waren die chemische und strukturelle Analyse der Lignine, u.a. mittels Evolved Gas Analysis und Pyrolyse-GC-MS, die Löslichkeitsbestimmung mittels einer im Projekt zu entwickelnde FT-NIR Schnellmessmethode sowie der Eintrag migrierender sekundärer Substanzen (v.a. Schwefel, Natrium, Magnesium, Kohlenhydrate) über EDXA bzw. ICP-MS und HPLC. Weiterhin wurden die Partikelgröße, -größenverteilung und Morphologie über Mastersizer und Morphologie G3 bestimmt.

Technologische Kernarbeitsschritte (FE I) waren die enzymatische Quervernetzung und Aufreinigung der ligninhaltigen Ausgangsproben, die von den Industriepartnern bezogen wurden unter vergleichender Analyse etablierter Methoden, mit dem Ziel der vollständigen Unlöslichkeit im wässrigen System. Folgend wurde Lignin mittels Tiefenfiltration (Rahmenfilter) im Labormaßstab als proteinseitiges Stabilisierungsmittel - mit dem Ziel der verbesserten Filtierbarkeit - getestet. Als Referenz dienten hier die Kieselgele Xerogel und Hydrogel (Bier) sowie Bentonit (Wein, Saft). Die gleichbleibende Produktqualität wurde abschließend analytisch (Trübung, Farbe, Schaum) und sensorisch validiert.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Lignin und hier insbesondere Kraft Lignin_3 als Stabilisierungsmittel erfolgreich zur Stabilisierung von Getränken eingesetzt werden konnte. Darüber hinaus sind aber noch offene Fragen zu klären, wie z.B. die Bestimmung des genauen Ligninrückstandes in der Getränkematrix oder die optimale Kontaktzeit des Lignins im Produkt zur maximalen Bindung der trübungsverursachenden Proteine. Die im Rahmen der Antragsbearbeitung erzielten Ergebnisse ermutigen zur weiteren Erforschung von Lignin als alternativem Proteinstabilisator für die Getränkeindustrie.



Abbildung: Vernetztes Ausgangslignin; Einsatz als Stabilisierungsmittel bei der Laborfiltration; sensorische Überprüfung der Filtrate (mit Lignin und Kieselgel stabilisiert)

Wirtschaftliche Bedeutung:

Durch die komplementäre Expertise der beiden Forschungseinrichtungen war es möglich, den nachwachsenden Rohstoff Lignin mit dem Ziel einer erhöhten Ressourceneffizienz und -schonung (Upcycling) als Stabilisierungsmittel zu etablieren, und somit die Grundlage des Einsatzes als technischen Hilfsstoff bei den KMU-Partnern im Bereich der Getränkeindustrie in der Praxis zu schaffen.

Neben den KMU im Bereich der Getränkeindustrie erhält hierüber auch die zellstoffproduzierende Industrie einen alternativen Absatzmarkt zur wirtschaftlichen und nachhaltigen Möglichkeit der Nutzung von Lignin, wodurch sich für dieses komplexe Biopolymer gleichzeitig eine Wertschöpfung und bessere Ressourceneffizienz ergeben würde.

Die in diesem Projekt generierten Ergebnisse leisten der Entwicklung eines Vernetzungsverfahrens für Lignin im industriellen Maßstab deutlichen Vorschub. Die in Teilen nicht triviale Umsetzung eines reproduzierbaren Vernetzungsprozesses von Lignin wurde im intensiven Austausch mit den Projektpartnern diskutiert, wodurch der Wissenstransfer zwischen Industrie und universitärer Forschung in beide Richtungen gewährleistet war. Auch wurden die Industriepartner bei den Filtrationsversuchen von Anfang an eingebunden, die Grundlagen für eine zeitnahe industrielle Umsetzung wurden dadurch geschaffen. Es wurde abschließend die optimale Dosagemenge (20-60 g/hl) untersucht; ein Upscale auf den Industriemaßstab kann unter beratender Tätigkeit beider Forschungsstellen in der Industrie grundsätzlich erfolgen.



Veröffentlichungen

Publikationen

- Korbmacher A., Kerpes R., Becker T., Li H., Wanschura R., Windeisen-Holzhauser E., Richter K. (2022), 'New pathways in protein stabilization – alternative approach' Poster EBC-Kongress.
- Korbmacher A., Kerpes R., Becker T. (2022) 'Lignin – Ein neues Stabilisierungsmittel für die Getränkeindustrie?' Der Lebensmittelbrief p. 44-46 (3).
- Kerpes R., Korbmacher A., Becker T., Li H., Wanschura R., Windeisen-Holzhauser E., Richter K. (2022), 'Steigerung des stofflichen Nutzungspotentials von Lignin aus der Zellstoffindustrie als proteinseitiges Stabilisierungsmittel für die Getränkeindustrie', iVTH Kurzbericht, 03/22.
- Kerpes R., Korbmacher A., Becker T., Özparpucu M., Wanschura R., Windeisen-Holzhauser E., Richter K. (2023), 'Steigerung des stofflichen Nutzungspotentials von Lignin aus der Zellstoffindustrie als proteinseitiges Stabilisierungsmittel für die Getränkeindustrie', iVTH Kurzbericht, 13/23.
- Wanschura R., Özparpucu M., Windeisen-Holzhauser E., Richter K., Korbmacher A., Kerpes R., Becker T. (2023) Lignin as protein-based stabilising agent for the beverage industry. Poster and Proceedings 21st International Symposium on Wood, Fiber and Pulping (ISWFPC), 317-320.
- Özparpucu M., Wanschura R., Windeisen-Holzhauser E., Richter K., Korbmacher A., Kerpes R., Becker T. (2023) Evaluation of FT-NIR Analysis as a method for the characterization of lignin in beverage filtrates. Poster und Proceedings 21st International Symposium on Wood, Fiber and Pulping (ISWFPC), 321-324.



Weitere Informationen:

Technische Universität München
School of Life Sciences
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie
Weihenstephaner Steig 20
Tel.: +49 8161 71-3261
Fax: +4908161 71-3883
E-Mail: verwaltung@bgt.wzw.tum.de

Technische Universität München
School of Life Sciences
Lehrstuhl für Holzwissenschaft
Winzererstraße 45
80797 München
Tel.: +49 89 2180-6421
Fax: +49 89 2180-6424
E-Mail: verwaltung@hfm.tum.de

Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V.
Neustädtische Kirchstr 7A, 10117 Berlin
Tel.: +49 30 209167-19,
Fax: +49 30 209167-97
E-Mail: hinzmann@brauer-bund.de
Web: <http://www.wifoe.org>

Kooperierende Forschungsvereinigung:
Internationaler Verein für Technische Holzfragen e.V. (iVTH)
Bienroder Weg 54 E, 38108 Braunschweig
Tel: +49 531 2155-209
Fax: +49 531 2155-334
E-Mail: rainer.marutzky@ivth.org
Web: <https://ivth.org/de>

Wissenschaftsförderung
der Deutschen Brauwirtschaft e.V.



Dieses Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung der Forschungsvereinigungen Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V. (Wifö) und Internationaler Verein für Technische Holzfragen e.V (iVTH) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

