



AiF 20349 N

„Identifikation Fouling verursachender Bierinhaltsstoffe zur Effizienzsteigerung von Polymermembran-Filtersystemen“

Forschungsstelle I: Technische Universität München
School of Life Sciences
Forschungsdepartment Life Science Engineering
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie
Institutsleiter: Prof. Dr. Thomas Becker
Projektleiter: Dr. Martina Gastl

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

Laufzeit: 01. 01. 2019 – 31. 01. 2022
Förderung durch das BMWK über die AiF

Ausgangssituation:

Membranfilter finden heutzutage bei der entkeimenden, als auch keim- und trübungsreduzierenden Filtration Anwendung. Zu den Vorteilen der Membranfiltration sind neben der mikrobiellen Stabilität des Filtrats vor allem die ressourcenschonende Prozessführung und der Anwenderschutz zu nennen. Auch in der Brauwirtschaft zeigt sich bei Neuanschaffungen ein Trend hin zur Membranfiltration. Neben vielen Vorteilen besteht jedoch eine Problematik in der Abreinigung der Membranen, welche auf die komplexe Zusammensetzung des Bieres zurückzuführen ist. Die vollständige Abreinigung der membrangebundenen Bierinhaltsstoffe ist dabei entscheidend für eine gute Bierklärung sowie zur Vermeidung eines Leistungsabfalls. Eine unzureichende Reinigung der Membranen führt zu einer stärkeren Verblockung sowie schnelleren Druckerhöhungen während der Filtration bis hin zum schlagartigen Ausfall der Filteranlagen.

Forschungsziel:

Die Erhöhung der Filterstandzeit durch die Verbesserung der Membranreinigung ist die Hauptmotivation dieses Forschungsvorhabens. Dazu soll das Entstehen des Membranfouling sowie dessen Abreinigung in Bezug auf Produkt-Membran-Wechselwirkungen an un-



terschiedlichen Membranmaterialien untersucht werden. Die Betrachtung des Foulingmechanismus (Gelschicht- bzw. Deckschichtbildung, In-Pore-Blocking oder Standardverblockung) bedingt durch attraktive (z.B. van-der-Waals-Kräfte) oder repulsive Kräfte (z.B. elektrostatische Wechselwirkungen) ist von entscheidender Bedeutung, da sie detaillierte Rückschlüsse auf die Abreinigung dieser Inhaltsstoffe erlaubt. Zusätzlich sollen durch Identifikation beteiligter Substanzklassen (Polysaccharide, Proteine, Polyphenole, etc.) sowie deren Interaktion hinsichtlich der Verringerung der Filterstandzeiten Filtrationsverfahren, welche diese Effekte begünstigen bzw. erschweren, intensiv betrachtet werden. Ferner sollen Reinigungsregime formuliert werden, die ein Membranfouling vermindern bzw. den Ausgangszustand der Membran wieder vollständig herstellen.

Die vollständige Reinigung der Membranen zwischen den einzelnen Filtrationen ist entscheidend zur Erlangung hoher Filterstandzeiten sowie für die Vermeidung unerwünschter Produktveränderungen. In Konsequenz dazu sollen die Wechselwirkungen zwischen Bierinhaltsstoffen, Reinigungsregimes und Membranmaterialien im Rahmen des Forschungsprojektes evaluiert und optimiert werden.

Forschungsergebnisse:

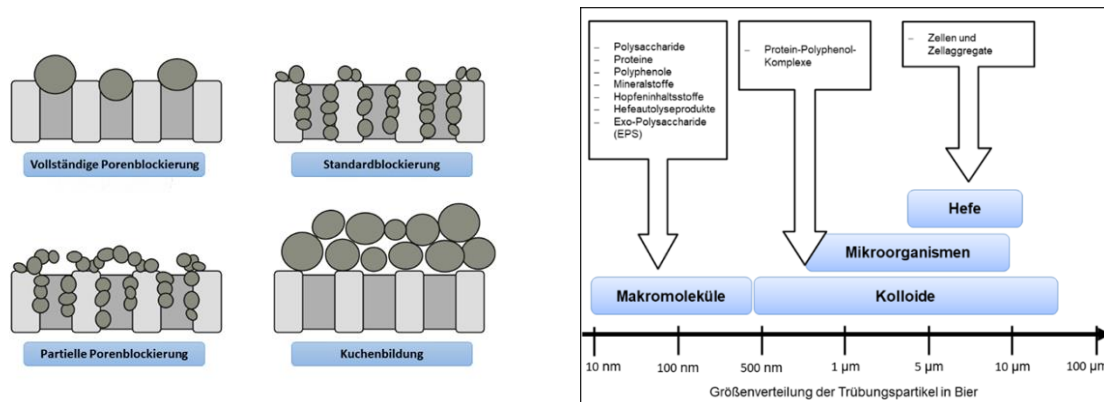
Grundvoraussetzung für jegliche Optimierungsprozesse ist die Erfassung der Fouling-Verursacher und deren Fouling-Mechanismen. Aus diesem Grund wurde die Entwicklung einer reproduzierbaren Methode zur Identifizierung und Charakterisierung des Membranfouling bei der Bierfiltration ein elementarer Teil des Forschungsprojektes. Mit Hilfe von spezifischen Fluoreszenzfarbstoffen war es möglich, filtrationsrelevante Stoffe mit einem CLSM auf der Membran sichtbar zu machen und die Art des entstandenen Fouling zu bestimmen. Die Filtrationen wurden auf einem Labor-Crossflow-Membranfilter durchgeführt. Ergänzend zur entwickelten bildgebenden Methode wurden nasschemische Untersuchungen durchgeführt. Durch die definierte Zugabe an filtrationshemmenden Bierinhaltsstoffen war ein Rückschluss auf die Relevanz bezüglich des Fouling möglich. Die Stoffe β -Glucan, Proteine und Polyphenole konnten als Hauptfouling-Verursacher identifiziert werden, wobei β -Glucan und Proteine vor allem internes Fouling verursachen. Neben den Einzelsubstanzen sind die Wechselwirkungen unter diesen Stoffen ausschlaggebend. Die Bildung von Komplexen aus β -Glucan, Proteinen und Polyphenolen führte zu einem erheblichen externen Fouling (Deckschichtbildung). Bereits geringste Konzentrationen an Polyphenole verstärken diese Komplexbildung drastisch. Ein großer Einfluss von Stärke auf das Fouling konnte nicht gefunden werden. Ein Zusammenhang zwischen der Konzentration der filtrationshemmenden Stoffe, dem auftretenden Fouling und der Filterleistung konnte festgestellt werden ($R^2 = 0,97$). In einer weiteren Versuchsreihe, bei der verschiedene Membrantypen untersucht wurden, konnte festgestellt werden, dass die verwendete Membran und deren Porenstruktur einen erheblichen Einfluss auf das Fouling hat.

Die entwickelte Methode eignet sich hervorragend zur Untersuchung des Membranfouling und kann vielfältig für die Optimierung des Membranmaterials eingesetzt werden. Es ist damit möglich die Einflüsse verschiedener Bierinhaltsstoffe und Membrantypen auf das Fouling zu untersuchen. In weiteren Forschungsvorhaben wurde die entwickelte Methode genutzt, um das Fouling (Substanzen und Mechanismen) bei der Membranfiltration aufzuschlüsseln.

Im Rahmen der Versuche wurde die Membranreinigung ausgehend von niedrig konzentrierter Natronlauge (1,5 % m/m) durch Zusatz von Additiven, Tensiden, oxidierenden Substanzen bzw. Enzymen untersucht. Die entwickelte und modifizierte Methode diente zur Charakterisierung des Membranfouling hinsichtlich der Belegung durch die sechs untersuchten Stoffgruppen nach erfolgter Reinigungsdurchführung. Die besten Reinigungserfolge konnten durch Einsatz von Natriumhypochlorit als oxidatives Reinigungsmittel erreicht werden. Au-



Berdem konnte bei enzymatischer Reinigung mittels eines Gemischs aus β -Glucanase, Pentosanase und Proteinase eine hohe Reinigungsleistung festgestellt werden.



Membranfouling Mechanismen und Filtrationshemmende Stoffe im Bier und ihre Partikelgrößenverteilung

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Ergebnisse dieses Projektes stellen den Brauereien, Filter- und Reinigungsmittelherstellern eine Methodik zur Verfügung, mit welcher die Zusammensetzung des Bier-Membranfoulings stoffgruppenspezifisch zuverlässig charakterisiert werden kann. Ebenso können davon spezifische Reinigungsschemata abgeleitet werden. Die im Rahmen des Forschungsprojektes erarbeiteten analytischen und technologischen Kenntnisse stehen sofort zur Verfügung und können in verbesserte Verfahrensabläufe umgesetzt werden.

Durch effizientere Reinigungszyklen und damit einhergehende Minimierung des Foulings wird eine Steigerung der Rentabilität durch verlängerte Standzeiten und geringere Verbrauchskosten erwirkt, was letztlich die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen steigert. Weiterhin erlaubt der höhere Automatisierungsgrad eine schnelle Orientierung an den jeweiligen saisonalen Gegebenheiten, was eine flexible Bereitstellung der benötigten Biermengen gestattet. Diese Technologie zeichnet sich insbesondere auch im Hinblick auf Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte aus.

Veröffentlichungen

Publikationen:

1. Kupetz, M., Gastl, M., Becker, T.: A new test for assessing crossflow membrane filtration. Brauwelt International 39 (2021), 152-155.

Konferenzbeiträge:

1. Rott, M.; Kupetz, M.; Gastl, M.; Becker, T. (2020). Eine Frage der Deckschicht? Bier-Membranfouling näher differenziert. (53. Technologisches Seminar Weihenstephan, Freising, D; 11.02. – 13.02.2020)



Weitere Informationen:

Technische Universität München
School of Life Sciences
Forschungsdepartment Life Science Engineering
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie
Weihenstephaner Steig 20, 85354 Freising
Telefon: +49 8161 71-3528
Fax: +4908161 71-3900
E-Mail: tb@tum.de
Web: <https://www.lbgt.wzw.tum.de/home/>

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>

Gefördert durch:



Dieses Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung der Forschungsvereinigung Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V. (Wifö) 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.