

## Optimierung der Fermentation von Bierwürze in den Phasen der Gärung und Reifung durch adaptive Strömungsgestaltung

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Universität Erlangen-Nürnberg Department für Chemie- und Bioingenieurwesen, Lehrstuhl für Strömungsmechanik Prof. Dr. A. Delgado/Dr. R. Benning
<b>Forschungsstelle II:</b>	Fachhochschule Stralsund Fachbereich Maschinenbau FG Strömungslehre und Strömungsmaschinen Prof. Dr. J Szymczyk/Dr. H. Meironke
<b>Forschungsstelle III:</b>	Technische Universität Berlin Institut für Biotechnologie FG Brauwesen Prof. Dr. G.-J. Methner
<b>Industriegruppe:</b>	Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e. V., Berlin  Projektkoordinator: Dr. E. Hinzmann Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e. V., Berlin
<b>Laufzeit:</b>	2010 - 2012
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 642.000,-- (Förderung durch BMWi via AiF)

### Forschungsziel:

Die Fermentation von Bierwürze ist ein Schlüsselprozess der Bierproduktion. Sie hat essentielle Bedeutung für die Produkt- und Prozessqualität, die innere Logistik und die Wirtschaftlichkeit. Dieser komplexe Verfahrensschritt zeichnet sich durch stark ineinander greifende physikalische, (bio-)chemische und mikrobiologische Wechselwirkungen aus. Zunehmend setzt sich sowohl in der wissenschaftlichen Literatur als auch in der Braupraxis die Erkenntnis durch, dass die Interaktionen von Hefestoffwechsel, Stoff- und Wärmetransport mit dem strömungsbedingten Transport innerhalb des Gärtanks eng verbunden sind. Dies betrifft nicht nur die Gärung, sondern auch die Reifungs- und Lagerungsphase. Bisher gibt es nur eine unzureichende Wissensbasis, um adaptiv die Strömung in den Fermentations-tanks zu gestalten. Die Schließung dieser Wis-

senlücke würde erhebliche ökonomische Optimierungsmöglichkeiten bezüglich einer auf die vorhandenen Kapazitäten und Personalressourcen adaptierten Innenlogistik inkl. der Tankbelegungszeiten eröffnen.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, eine für den Einsatz in KMU geeignete, robuste, wissensbasierte Optimierungsstrategie zu erarbeiten, welche die Optimierung der Bierwürzefermentation mittels gezielter thermischer Beeinflussung der Konvektionsvorgänge im Fermentationstank und/oder struktureller Maßnahmen ermöglicht.

Folgende Teilziele werden hierbei angestrebt:

- Systematische experimentelle Beschreibung der Wechselwirkungen zwischen Hefestoffwechsel und konvektivem Impuls-, Stoff- und Energietransport in Abhängigkeit von praxis-

relevanten Randbedingungen (Gestaltung und Einstellung der Temperierzonen, Tankgeometrie, usw.) und Anfangsbedingungen (Eigenschaften von Würze und Hefe vor Beginn der Gärung, mikrobiologische und rohstoffbedingte Variabilitäten etc.).

- Hieraus ergibt sich eine Datenbasis bestehend aus physiko-chemischen und mikrobiologischen Daten der offline-Analytik und online-Messungen der lokalen Temperaturen und Geschwindigkeiten in Laborfermentern und größeren Fermentern sowie aus numerischen Simulationen des konvektiven Impuls- und Energietransports.
- Anhand der Datenbasis lassen sich Maßnahmen zur regelungstechnischen Beeinflussung des konvektiven Transports mittels thermischer Aktoren und/oder struktureller Optimierung entwerfen, um gezielt auf die Homogenität der Hefeverteilung einzuwirken.
- Aus den gewonnenen Erkenntnissen über die Beeinflussung der Hefeverteilung und des Hefemetabolismus durch konvektive Prozesse und aus dem entworfenen Maßnahmenkatalog (UZ 1-3) folgt einerseits die Bereitstellung eines adaptiven Strömungsführungssystems (= künstliches neuronales Netz) auf der Grundlage hybrider Verfahren. Dieses adaptive Strömungsführungssystem wird sich im Anschluss an das Vorhaben mit angemessenem Aufwand softwaremäßig in die Produktionssysteme von KMU integrieren lassen. Andererseits stehen erprobte strukturelle Optimierungsmaßnahmen zur Verfügung, welche durch apparative Nachrüstung den Eingang in die Produktionssysteme der KMU finden.

Die Bearbeitung des Vorhabens erfolgt branchenübergreifend und interdisziplinär an drei Instituten mit brauwissenschaftlicher/prozesstechnischer, thermofluidynamischer und regelungstechnischer Kompetenz.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Ergebnisse werden für alle Wirtschaftszweige von Interesse sein, die sich mit Fermentationsprozessen beschäftigen. Hierbei spielt sowohl die durch Temperiereinheiten vermittelte bzw. unterstützte adaptive Strömungsführung eine Rolle (z.B. Abwasserreinigung) als auch die erzielbare Beeinflussung des Mikroorganismenmetabolismus, z. B. bei der Produktion sekundärer Metaboliten wie dies in der Herstellung von

Pharmazeutika genutzt wird (z. B. bei der Antibiotikaproduktion). Ebenso können Unternehmen der Verfahrenstechnik, der Produktions- und Mess-, Regel- und Automatisierungstechnik von der Entwicklung der Optimierungs- und Prozessführungsstrategien profitieren. Die Übertragbarkeit der Methoden auf andere Produktionsprozesse außerhalb der Lebensmittelindustrie ist hierbei prinzipiell gegeben. Primärer Nutznießer der Ergebnisse wird die Brauwirtschaft sein.

In Deutschland erwirtschafteten im Jahre 2008 1.300 Braustätten mit rund 30.000 Beschäftigten (hiervon 93 % kleine und mittelständische Unternehmen) einen Umsatz von 8,2 Mrd. €. Die Ergebnisse werden diese Zielgruppe in die Lage versetzen, ihre Produkt- und Prozessqualität zu steigern, die Produktionskosten zu reduzieren sowie die Umwelt zu schonen. Ein Prozessführungssystem für die Fermentation mit dem Ziel einer technologiegerechten Konvektion im Tank führt zu einer verbesserten Produktqualität bei kürzeren Fermentationszeiten, besserem Hefemanagement und gleichzeitiger Erhöhung der Filterstandzeiten. Dies führt zu einer Reduzierung der Betriebskosten; gleichzeitig wird die Reproduzierbarkeit des Herstellungsprozesses verbessert.

Bei der geplanten Entwicklung nimmt die Nachrüstbarkeit eine zentrale Stellung ein. Der zu erwartende minimale konstruktive Aufwand ermöglicht die Nachrüstung bereits bestehender Systeme bei geringen Investitionskosten.

#### Weiteres Informationsmaterial:

Universität Erlangen-Nürnberg  
Department für Chemie- und Bioingenieurswesen,  
Lehrstuhl für Strömungsmechanik  
Cauerstrasse 4, 91058 Erlangen  
Tel.: 09131/85-29501, Fax: 09131/85-3  
E-Mail: [sekretariat@lstm.uni-erlangen.de](mailto:sekretariat@lstm.uni-erlangen.de)

Fachhochschule Stralsund  
Fachbereich Maschinenbau,  
FG Strömungslehre und Strömungsmaschinen  
Zur Schwedenschanze 15, 18435 Stralsund  
Tel.: 03831/456-541, Fax: 03831/456-567  
E-Mail: [info@fh-stralsund.de](mailto:info@fh-stralsund.de)

Technische Universität Berlin  
Institut für Biotechnologie  
FG Brauwesen  
Seestraße 13, 13353 Berlin  
Tel.: 030/314-27504, Fax: 030/314-27503  
E-Mail: [frank-juergen.methner@tu-berlin.de](mailto:frank-juergen.methner@tu-berlin.de)

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn  
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150  
E-Mail: [fei@fei-bonn.de](mailto:fei@fei-bonn.de)

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

gefördert durch/via:

