**Versuchs- und Lehranstalt**
**für Brauerei in Berlin e.V.**

*Forschungsthema*

# Scherkraftquantifizierung II

*Förderkennzeichen*
MF170021

*Forschungsstelle(n)*

Forschungsinstitut für Bier- und Getränkeproduktion (FIBGP)

*Kontakt*

forschung@vlb-berlin.org

*Bewilligungszeitraum*

01.09.2017 bis 31.12.2019

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## Projektzusammenfassung

Version 1.1 ©VLB

**Impressum**

**Herausgeber:**

Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin (VLB) e.V.
Forschungskoordination - Gerhard Andreas Schreiber
Seestraße 13, 13353 Berlin, Deutschland

Vereinsregister-Nr.: 24043 NZ, Amtsgericht Berlin-Charlottenburg

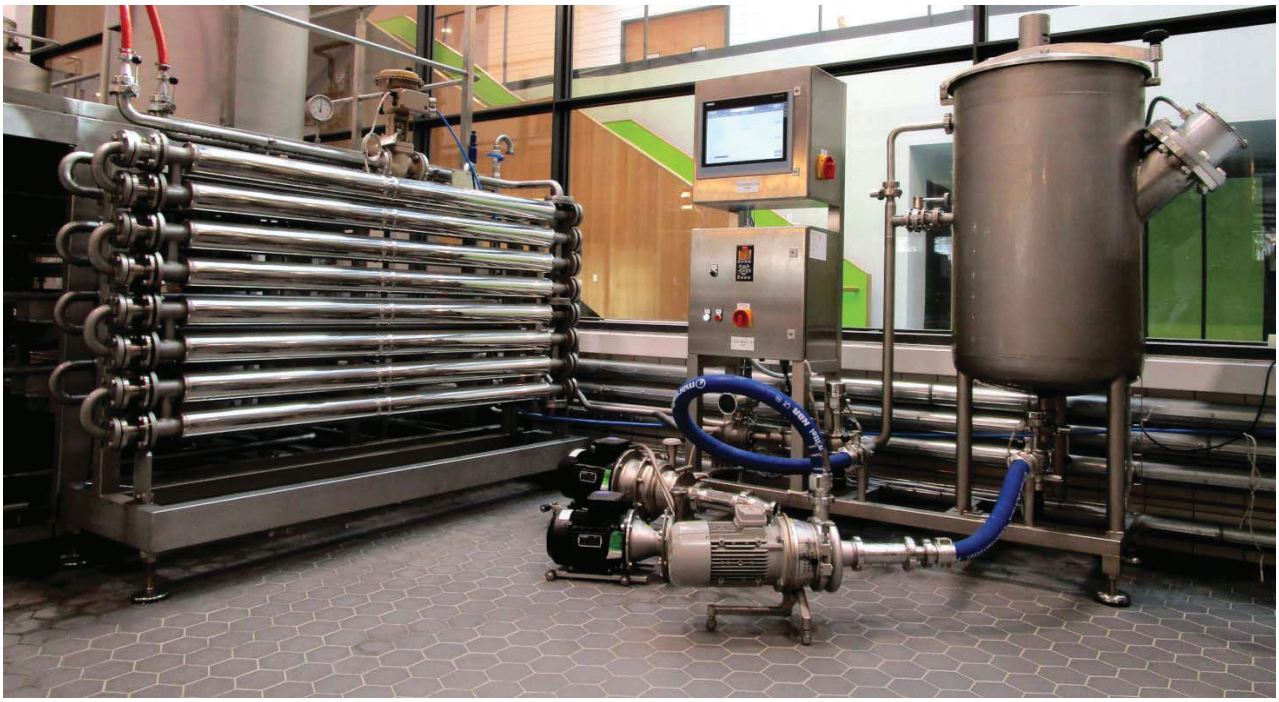
www.vlb-berlin.org

Alle Rechte vorbehalten, sofern im Text nicht anders angegeben.
Kein Teil des Berichts darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form reproduziert werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen in Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

All rights reserved (including those of translation into other languages).
No part of this report may be reproduced in any form.

| | | |
|---|---|---|
| Projekttitel | Scherkraftquantifizierung II | |
| Förderkennzeichen | MF170021 | |
| Projektlaufzeit | Ende 31.12.2019 | Start 01.09.2017 |



## Hintergrund

Die Filtration bildet einen elementaren Prozessschritt bei der Bierherstellung. Dabei auftretende Probleme, häufig der Filtrierbarkeit des Bieres geschuldet, sind so alt wie die Bierfiltration selbst. Folgen einer mangelhaften Filtrierbarkeit können verkürzte Filterstandzeiten und damit erhöhter Bierschwand, erhöhter Verbrauch an Filterhilfsmitteln sowie ein höherer spezifischer Wasser- und Energieverbrauch sein. Es ist somit nicht verwunderlich, dass sich die Brauereiwissenschaft bereits viele Jahrzehnte mit Parametern beschäftigt, welche die Bierfiltrierbarkeit beeinflussen. Einer der Hauptfaktoren bildet das aus der Gerste stammende hochmolekulare β-Glucan, welches insbesondere in seiner Gelform dazu in der Lage ist, Filterporen regelrecht zu verblocken.

## Problemstellung

β-Glucane sind Polysaccharide, deren Grundbausteine, die D-Glucose-Monomere, in β-Stellung glykosidisch verknüpft sind. Die β-Glucane, die in Gerste vorkommen, sind zu ca. 70 % durch β-1,4- und ca. 30 % durch β-1,3-Bindungen verknüpft. Hochmolekulare β-Glucane, die sich größtenteils in den Zellwänden des Endosperms der Gerstenkörner befinden, werden beim Mälzen und Maischen nicht vollständig abgebaut. Durch die Einwirkung von Scherkräften in das entsprechende Medium Würze oder Bier wird durch eine lokaltemporäre Verkleinerung des Lösungsraumes das Zusammentreffen der β-Glucan-Molekülstränge gefördert, was die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den

regelmäßig auftretenden Cellotriose- und Cellutetraoseabschnitten begünstigt. Folglich bilden sich größere Molekülagglomerate, die sich zu dreidimensionalen Strukturen zusammenfügen und im Extremfall ein Hydrogel bilden können.

Neben Rührwerken sind als Verursacher der in den relevanten β-Glucan-Konzentrationen für eine Gelierung notwendigen Scherkräfte Kreiselpumpen zu nennen. Diese sind in der Brauerei und Getränkeindustrie allgegenwärtige, notwendige Strömungsmaschinen und bilden damit einen elementaren Anlagenteil. Sie fördern im Sudhaus die Maische und die Würze, im Gärkeller das Jungbier, übergeben das fertig gereifte Bier von den Lagertanks in den Filterkeller und fördern es schließlich über die Filtration und den Drucktankkeller zur Abfüllung. Je nach Bauart bringen Pumpen naturgemäß mehr oder weniger Scherkräfte in das geförderte Medium ein. Dies gilt insbesondere für Kreiselpumpen.

Es ist aus den genannten Gründen nicht verwunderlich, dass eine schonende Produktförderung einen hohen Stellenwert in dem Portfolio von Pumpenherstellern hat und diese vielfach angepriesen wird. Um eine scherkraftarme Pumpenarbeit zu realisieren, existieren dementsprechend bereits eine Vielzahl an Herangehensweisen und Philosophien. Objektiv quantifizieren und bewerten ließ sich der durch die Pumpen verursachte Scherkrafteintrag in das geförderte Medium bislang jedoch nicht. An dieser Stelle setzt das Forschungsprojekt an.

## Problemlösung

Es sollte ein Verfahren entwickelt werden, mit dem anhand eines brauereirelevanten Mediums die negativen Effekte der Pumpenarbeit, nämlich die eingetragenen Scherkräfte, beziffert werden können.

Das entwickelte Verfahren bedient sich zwei die Gersten-β-Glucane betreffenden Tatsachen. Zunächst ist die Konzentration der gelösten hochmolekularen β-Glucane aber auch der β-Glucan-Gele in Würze und Bier vergleichsweise einfach im Labor bestimmbar. Die Methoden gehören zur Standardanalytik. Damit bildet der Anteil der Gelfraktion im jeweiligen Medium eine fassbare, direkt durch die Scherkrafteinwirkung beeinflusste Messgröße, solange andere Einflussfaktoren wie beispielsweise Temperatur und pH-Wert standardisiert werden. Um diesen Zusammenhang nutzen zu können, wird in einem eigens für das Projekt entwickelten Pumpenteststand ein β-Glucan-haltiges Fluid mit der zu untersuchenden Pumpe im Kreislauf gefördert. Während eines Testlaufs, also während das β-Glucan-Medium in der Teststrecke zirkuliert, können Proben gezogen und diese hinsichtlich ihres Gelanteils analysiert werden. Anhand der über die Zeit ansteigenden Proportion der β-Glucan-Gele können dann Rückschlüsse auf das Schonförderverhalten der Pumpe gezogen werden.

Man bedient sich in dem entwickelten Verfahren der Tatsache, dass eine β-Glucan-Lösung ein newtonsches Fluid darstellt, β-Glucan-Gel jedoch thixotrope Fließeigenschaften zeigt. Mit einem steigenden Quervernetzungsgrad der β-Glucan-Moleküle durch zunehmenden Scherkrafteintrag – in diesem Fall die zunehmende Anzahl an Umwälzungen des Mediums in der Teststrecke – nimmt der Anteil der sich in Lösung befindlichen β-Glucane ab und der Anteil der β-Glucan-Gele zu. Ab einem feststellbaren Zeitpunkt haben sich genügend β-Glucan-Gele gebildet, um die thixotropen Fließeigenschaften überwiegen zu lassen. Ab diesem Punkt sinkt die Viskosität des β-Glucan-Mediums in der Teststrecke, was wiederum bei unveränderter Pumpenarbeit und gleichbleibender Temperatur den Volumenstrom ansteigen lässt. Als Vergleichspunkt der verschiedenen Pumpen dient schlussendlich die Anzahl an Umwälzungen des Versuchsmediums in der Teststrecke, an dem der Volumenstrom über ein vorher festgelegtes Maß ansteigt.

Um dem Einfluss wechselnder Rohstoffqualitäten des aus der Gerste stammenden β-Glucans Rechnung zu tragen, wurden die getesteten Pumpen anhand einer vorher festgelegten Referenzpumpe miteinander ins Verhältnis gesetzt. Dies generiert über mehrere Berechnungsschritte die von der hydraulischen Leistung der Pumpe abhängigen Schonförderkennzahl φ und die von der hydraulischen Leistung unabhängigen Schonförderkennzahl Φ. Beide sind schlussendlich von Bedeutung, um die Schonfördereigenschaften der getesteten Pumpen bewerten zu können. Anhand der ermittelten Schonförderkennzahlen bei verschiedenen Betriebspunkten konnten exemplarisch scherkraftbezogene Pumpenkennlinien erstellt werden.

## Vorteil

Das innovative Verfahren erlaubt es, Kreiselpumpen objektiv anhand eines brauereirelevanten Mediums hinsichtlich ihrer Schonfördereigenschaften zu beurteilen. Eine Schonförderkennzahl wurde eingeführt, welche auch die Erstellung zusätzlicher die Schonförderung betreffende Pumpenkennlinien erlaubt.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass es unabhängig von Probenahmeintervallen durch die in der Teststrecke verbaute Messtechnik funktioniert.

## Vorgängerprojekt(e)

INNO-KOM-Ost VF130017 - Scherkranftquantifizierung

## Veröffentlichungen

Zeuschner, P; Fischer, J; Holewa M; Pahl R (2021): Conveying beer gently in a brewery. Brauwelt International; 39; 368-372.

Zeuschner, P; Fischer, J; Holewa, M; Pahl, R (2021) Der Schonförderung auf der Spur. Brauwelt; 161(24); 595-599.

Zeuschner, P; Fischer, J; Holewa, M; Pahl, R (2021) A new method for a simplified comparison of gentle conveyance properties of centrifugal pumps for breweries. BrewingScience – Monatsschrift für Brauwissenschaft; 74(1/2); 1-9.

Zeuschner, P. (2020) Evaluation of Gentle Conveyance Properties of Centrifugal Pumps. [Vortrag] 1st VLB International Brewing Web Conference; 01.-03.12.2020, Online.

Zeuschner, P (2019) Quantifizierung der Schonfördereigenschaften von Kreiselpumpen. [Vortrag] 106. Oktobertagung der VLB; 15.10.2019; Berlin (DEU).