

## Entwicklung von Exopolysaccharid-funktionalisierter Sauermolke zum Einsatz in Milchprodukten



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Technische Universität Dresden Institut für Naturstofftechnik Professur für Lebensmitteltechnik Prof. Dr. Anja Maria Wagemans/PD Dr. Doris Jaros
Industriegruppe(n):	Milchindustrie-Verband e.V (MIV), Berlin
Projektkoordinator:	Dr. Bernd Hammelehle Ehrmann AG, Oberschöneegg
Laufzeit:	2019 – 2024
Zuwendungssumme:	€ 269.567

### Ausgangssituation

Sauermolke ist ein Nebenprodukt der Quark- und Frischkäseherstellung und fällt in Deutschland jährlich mit einer Menge von ca. 4 Mio. t an. Sauermolke wird derzeit überwiegend in der Tierfütterung genutzt, es gibt jedoch schon seit einiger Zeit Bestrebungen, Sauermolke einer wertsteigernden Verwertung zuzuführen.

Milchmischerzeugnisse und -getränke gehören mit einer Produktionsmenge von aktuell 3,2 Mio. t zu den wichtigsten Produkten der Milchindustrie. Einen hohen Anteil stellen Milchmischerzeugnisse mit Fruchtzusätzen dar (1,0 Mio. t in 2022); für Frischkäse beträgt der Anteil von Erzeugnissen mit Früchten oder Kräutern 0,9 Mio. t in 2022. Die Stabilität von Milcherzeugnissen wird vom Anteil und den Eigenschaften der Frucht- bzw. Kräutertzubereitung, aber auch durch die mechanische und thermische Beanspruchung bei der Einarbeitung in die weiße Grundmasse beeinflusst. Dabei wirken sich Heißhaltetemperatur und -zeit, Scherintensität und Abkühlgeschwindigkeit auf Molkenlässigkeit und Partikelgröße aus, weshalb zur Erhaltung der Produktqualität zu meist Stabilisatoren eingesetzt werden. Als natürliche Alternative zu konventionellen Hydrokolloiden werden seit einiger Zeit Milchsäurebakterien eingesetzt, die während der Säuerung extrazelluläre Polysaccharide (EPS) mit ähnlicher Wirkung quasi als Nebenprodukte bilden. Die enge Kopplung von Säuerung und EPS-Bildung lässt allerdings wenig Spielraum für eine gezielte Beeinflussung der EPS-Menge und Technofunktionalität. Bestrebungen zur Erhöhung der EPS-Produktivität durch beispielsweise Genmodifikation und zur Entwicklung vereinfachter Strategien zur EPS-Gewinnung waren bisher nicht erfolgreich. EPS-funktionalisierte Konzentrate aus Sauermolke könnten eine innovative und flexible Alternative zur gezielten Texturverbesserung von Milcherzeugnissen darstellen.

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Exopolysaccharid-funktionalisierten Konzentrates (EPS-fK) aus Sauermolke, das anstelle milchfremder Hydrokolloide zur Textur- und Stabilitätsverbesserung von fermentierten Milcherzeugnissen eingesetzt werden kann.

## **Forschungsergebnisse**

---

Elf Sauermolkenprodukte (bereitgestellt von den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses) wurden auf Basis von Asche-, Gesamtstickstoff-, Lactose- und Lactatgehalt in 4 Cluster mit jeweils ähnlicher Zusammensetzung eingeteilt, von denen die Thermoquarkmolken und UF-Permeat-Konzentrate als Substrate für die weiteren Versuche ausgewählt wurden. Zur Entwicklung eines Exopolysaccharid-funktionalisierten Konzentrates zur Texturverbesserung erfolgten Fermentationen mit definierten Einzelstämmen und industriellen Starterkulturen, die in der Lage sind, Lactat und viskositätserhöhende Exopolysaccharide (EPS) zu produzieren. In Bioreaktorversuchen bei pH 6,0 im 1 kg Maßstab zeigte *Streptococcus thermophilus* DGCC7710 das beste Wachstum und die höchste Produktion von hochmolekularen EPS in mit Stickstoff angereicherten Sauermolkenpermeaten nach Neutralisierung mit Magnesiumhydroxid. Als einwertige Base kann auch Natriumhydroxid dienen. Mit diesen Kombinationen wurden im 20 kg und 70 kg Maßstab über 400 kg sauermolkenbasiertes Medium mit EPS funktionalisiert.

Während der anschließenden Konzentrierung mittels Ultrafiltration zeigte sich eine starke Fluxabnahme mit dem Massenreduktionsfaktor, die vermutlich auf einer Membranverblockung durch EPS beruhte. Eine höhere Konzentrierung konnte im Rotationsverdampfer und Fallfilmverdampfer realisiert werden. Allerdings wiesen Konzentrate, die im Technikumsmaßstab mittels Fallfilmverdampfer oder Ultrafiltrationsanlage hergestellt wurden, eine stark verminderte EPS-Funktionalität auf, die mit definierten Scherversuchen im Labormaßstab auf eine Verringerung der Molekülmasse der EPS zurückgeführt wurde. Die Abnahme der EPS-Molekülmasse steht im direkten Zusammenhang mit ihrer viskositätserhöhenden Wirkung und war bei Einsatz eines Homogenisators oder Ultraschalldesintegrators stärker ausgeprägt als für eine Rotor-Stator-Maschine.

Zur Überprüfung der Technofunktionalität von EPS-haltigen süß- und sauermolkenbasierten Konzentraten in verschiedenen Modellsystemen wurden diese in Joghurt, Magerquark oder einer Joghurtalternative auf Haferbasis eingearbeitet. Die EPS-Funktionalität in diesen Zubereitungen war von der absoluten zugesetzten EPS-Menge abhängig, wobei bereits ab 100 mg EPS pro kg Zubereitung die rheologischen Eigenschaften positiv verändert waren. Die stark verminderte Funktionalität der EPS-Konzentrate aus dem Technikumsmaßstab auf Grund der hohen Scherbelastung in diesen Anlagen spiegelte sich auch in den damit hergestellten Milcherzeugnissen wider. Ein Dialyseschritt nach der Fermentation zur Entsäuerung und Entsalzung trug zum Erhalt des produkttypischen Geschmacks der Zubereitungen bei und ermöglichte die Zugabe einer höheren EPS-Menge.

## **Wirtschaftliche Bedeutung**

---

Die deutsche Milchindustrie ist eine der wichtigsten Branchen der Lebensmittelindustrie und erwirtschaftet einen jährlichen Umsatz in Höhe von ca. 30 Mrd. €. Die Entwicklung eines Exopolysaccharid-funktionalisierten Konzentrates (EPS-fk) auf Basis von Sauermolke könnte ein innovativer Weg zur Einsparung milchfremder Hydrokolloide sein. Da die EPS im Rahmen des normalen Stoffwechsels von Milchsäurebakterien gebildet werden, ist davon auszugehen, dass EPS-fk nicht als Zusatzstoff zu deklarieren ist. Dies erhöht die Attraktivität im Sinne einer Clean-Label-Strategie für fermentierte Milchprodukte. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) werden von der Entwicklung eines EPS-fk profitieren, weil sein Einsatz zu neuen Produkten führt, die auch auf dem ausländischen Markt bestehen können, da manche Hydrokolloide international stark diskutiert werden. Gleichzeitig wird ein weiterer Weg zur Erhöhung des Wertschöpfungspotentials von Sauermolke generiert, da viele KMU Sauermolke entweder direkt oder nach Konzentrierung bisher nur als Futtermittel abgeben.

EPS-fK können je nach Bestimmungszweck als „Molkenerzeugnisse“ eingesetzt werden und sind für eine breite Palette an Milcherzeugnissen mit geringen bis hohen Proteingehalten geeignet. EPS-fK können zum einen in der Produktion der Herstellerbetriebe für Milcherzeugnisse eingesetzt, zum anderen als mikrobiologisch stabiles Halbfabrikat wertschöpfend vermarktet werden. Bei der industriellen Umsetzung können EPS-fK auch mit der Fruchtzubereitung in die weiße Grundmasse oder vor Fermentation in die Joghurtbasismilch eingearbeitet werden.

Eine erste Kostenabschätzung zur Stabilisierung mit EPS-fK im Vergleich zur Nutzung herkömmlicher Hydrokolloide (ca. 5–15 €/100 kg Produkt) lässt - trotz der Kosten für Konzentrieren, Fermentation und Reinigung - zusätzlich eine Kostensenkung erwarten. Die Deklaration für fermentierte Milchprodukte könnte bei niedrigen Zusatzmengen ggf. auch komplett entfallen, da Molke in diesen Produkten immer vorhanden ist. Die pH-Korrektur der Sauermolke vor Fermentation erfolgt entweder mit Foodgrade-Laugen, die als technischer Hilfsstoff nicht mehr im Endprodukt vorhanden und somit voraussichtlich auch nicht kennzeichnungspflichtig sind oder mit Süßmolken- bzw. Milchfraktionen. Da im molkereitypischen Umfeld die notwendige Infrastruktur zumeist schon vorhanden ist, sind für die Umsetzung der Ergebnisse keine größeren technischen Investitionen erforderlich. Speziell für KMU, die fermentierte Produkte produzieren und die Möglichkeit zur Konzentrierung haben, wird eine zeitnahe Implementierung mit entsprechendem Return-of-Investment möglich sein.

### **Publikationen (Auswahl)**

---

1. FEI-Schlussbericht 2024.
2. Surber G., Rohm H., Jaros D.: The role of exopolysaccharide-producing *Streptococcus thermophilus* on physical properties of stirred skim milk gel. Dairy 3, 761-775 (2022).
3. Surber, G., Rohm, H., Jaros, D.: Understanding the contribution of milk constituents to the texture of dairy products: fermented products. In: Huppertz, T., Vasiljevic, T. (Eds.): Understanding and Improving the Functional and Nutritional Properties of Milk. BDS Publishing, Cambridge, UK, S. 673-704 (2022).

### **Weiteres Informationsmaterial**

---

Technische Universität Dresden  
 Institut für Naturstofftechnik  
 Professur für Lebensmitteltechnik  
 Bergstraße 120, 01069 Dresden  
 Tel.: +49 351 463-39283  
 Fax: +49 351 463-37761  
 E-Mail: doris.jaros@tu-dresden.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



## Förderhinweis

---

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

Gefördert durch:



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © Dr. Georg Fröhlich, TU Dresden

Stand: 7. Januar 2025