

## Multifunktionale Mikrogelnetzwerke und eisstrukturierende Proteine zur Steigerung und Erhaltung der Speiseeisqualität

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle:</b>	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/Dr. Ute Bindrich/Dr. Dana Middendorf
<b>Industriegruppe(n):</b>	Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V. (BDSI), Bonn
	Projektkoordinator: Anja Mechelhoff, DMK Deutsches Milchkontor GmbH, Zeven
<b>Laufzeit:</b>	2014 - 2017
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 249.400,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Industriell gefertigtes Speiseeis stellt hohe Anforderungen an die Aufrechterhaltung der Produkteigenschaften während des Transports und der Lagerung. Die Speiseeisqualität wird dabei maßgeblich von der Größe der Eiskristalle im dispersen Mehrphasensystem bestimmt. Neben der durch das Saccharidspektrum bedingten Gefrierpunktniedrigung gibt es zwei Möglichkeiten, das Eiskristallwachstum in Speiseeis nach der Härtung zu beeinflussen: Zum einen durch Stabilisatornetzwerke und zum anderen durch eisstrukturierende Proteine (ESP) pflanzlicher oder tierischer Herkunft. Stabilisatornetzwerke beeinflussen die Diffusion von Wasser in der kontinuierlichen flüssigen Phase von Speiseeis durch Viskositätsbarrieren, während ESP die Einlagerung von Wassermolekülen in das Kristallgitter an der Kristalloberfläche verhindern.

Stabilisatoren sind Hydrokolloide, die Mikrogelnetzwerke bilden und zur Vermeidung einer Makrophasentrennung eingesetzt werden. Einige Stabilisatoren bewirken in Wechselwirkung mit Proteinen Strukturen in der Speiseeismatrix, die das Eiskristallwachstum bei Temperaturschwankungen u.a. durch die Behinderung des Stofftransportes verzögern. Obwohl der Einfluss von ausgewählten Rezepturbestandteilen auf das Wachstum von Eiskristallen grundsätzlich bekannt ist, ist

die Frage, inwiefern Zucker, Fett und Emulgatoren die Strukturbildungsprozesse von Mikrosperreschichten verändern, bislang weitgehend ungeklärt. Ein besseres Verständnis der Wechselwirkungen dieser Komponenten mit Hydrokolloiden würde es ermöglichen, künftig Produkte mit einem optimalen Mundgefühl bei gleichzeitig reduziertem Anteil an Fett und Zucker herzustellen.

ESP stellen demgegenüber eine relativ neue Option für die Speiseeisindustrie dar, um das Wachstum von Eiskristallen zu unterbinden. Der Mechanismus der Bindung von ESP an die Eiskristalloberfläche ist bisher allerdings ebenfalls nicht vollständig geklärt.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, das Eiskristallwachstum in gehärtetem Speiseeis unter den Bedingungen der Temperaturschwankung bei der Lagerung durch Mikrogelnetzwerke und/oder ESP weitgehend einzuschränken und dabei wesentliche Qualitätsmerkmale beizubehalten. Hierbei wurden rezepturtechnische Lösungen gesucht, um Qualitätsverluste bei Speiseeis während des Transports und der Lagerung zu verhindern.

### Forschungsergebnis:

Zu Beginn des Vorhabens wurde eine umfangreiche Charakterisierung der Hydrokolloide bezüglich ihres Potentials zur Verbesserung und Erhaltung der Speiseeis-

qualität vorgenommen. Dazu wurden zunächst bestehende Methoden zur Charakterisierung der Eigenschaften von hydrokolloid-implizierten Mikrogelnetzwerken zur Hemmung des Eiskristallwachstums angepasst und optimiert. Mit dessen Hilfe konnten dann die Zusammenhänge zwischen der Molekülstruktur und den funktionellen Eigenschaften von Hydrokolloiden sowie den entstehenden Mikrostrukturen in einfachen und komplexen Versuchsmodellen unter speiseeistypischen Milieubedingungen untersucht und aufgeklärt werden. Parallel dazu wurden ebenfalls ESP hinsichtlich ihrer funktionalitätsbestimmenden Eigenschaften charakterisiert. Dazu wurde neben einem ESP aus arktischem Tiefseefisch und einem ESP, welches mit Hilfe von Hefen gewonnen wurde, auch ein ESP aus dem Gras von Wintergetreide untersucht. Letzteres wurde mittels eines im Rahmen des Forschungsvorhabens optimierten Prozesses der aktivitätsgeleiteten Fraktionierung gewonnen und mit einem hierfür entwickelten Aktivitätstest in der Forschungsstelle beschrieben.

In weiterführenden Untersuchungen wurden die Hydrokolloide dann als binäre Mischungen in einfachen Modellsystemen auch in Kombination mit den ESP auf mögliche synergistische Wechselwirkungen getestet. An dieser Stelle wurde auch die Lagerstabilität bei Temperaturschwankungen getestet (Heat-shock-Test). Anhand der Ergebnisse aus den ersten drei Projektschritten konnte je ein Hydrokolloid-System für Speiseeis (Guarkernmehl und Xanthan) und für Sorbet (amidiertes Pektin) ausgewählt werden, welches sich als äußerst vielversprechend in Bezug auf die Erreichung des Projektziels erwies.

Nachfolgende Arbeiten lieferten dann Informationen zur Beeinflussung der Mikrogelnetzwerke durch die weiteren Bestandteile der Rezepturen (Milch/Molkenproteine, Saccharide, Fette) sowie über die Aktivität der ESP in Verbindung mit den Mikrogelnetzwerken. Es zeigte sich, dass die Aktivität der ESP nicht vermindert wurde, auch die gebildeten Netzwerke wiesen keinerlei nachteilige Eigenschaften auf. Auch nach einer Heat-shock-Behandlung wiesen sämtliche Modellsysteme mit dem aus Hefe gewonnenen ESP sehr gute Wirksamkeit zur Verringerung des Eiskristallwachstums auf,

insbesondere bei Einsatz von Glucosesirup. Weiterhin wurden bei den Systemen mit amidiertem Pektin und Roggen-ESP vielversprechende Ergebnisse in den Rezepturen mit Saccharose gefunden.

Die in den vorangegangenen Projektschritten erhaltenen Ergebnisse konnten abschließend in der Produktion von Speiseeis und Sorbet mit optimierter Qualität erfolgreich umgesetzt werden. Auch im Vergleich mit kommerziell erhältlichen Compounds und industriell hergestelltem Eis bzw. Sorbet waren die im Rahmen des Vorhabens ermittelten Systeme geeignet, die durch Transport und Lagerung bedingten Qualitätsverluste zu minimieren.

#### **Wirtschaftliche Bedeutung:**

Auf dem deutschen Speiseeismarkt agieren ca. 50 Hersteller von Grundstoffen und Compounds. Dabei befinden sich mittelständische Unternehmen (teilweise in Familienbesitz) im Wettbewerb mit multinationalen Konzernen, die um die Gunst potentieller Kunden in der Speiseeisindustrie werben. Die Hersteller von Speiseeis in Deutschland erwirtschafteten im Jahr 2016 mit einem Absatz von 529,3 Mio. Litern einen Umsatz von 2,07 Mrd. €, wobei das Exportvolumen ca. 370 Mio. € betrug.

Im Zuge der Erweiterung der Europäischen Union nach Osten wurden nicht nur die Absatzmärkte der Branche erweitert, sondern es wurde auch ein stetig zunehmender Wettbewerbsdruck durch neue Konkurrenten erzeugt. Der Preisanstieg bei Rohstoffen hat dabei wesentlich zum Wettbewerbsdruck beigetragen, sowohl durch ein geringeres Angebot (primär bedingt durch Umweltfaktoren, wie Trockenheit), als auch durch eine erhöhte Nachfrage (angetrieben durch Schwellenländer, wie China, Indien oder Brasilien). Hinzu kommt der Anstieg der Energiepreise in Deutschland, die zusätzlich zu einem Rückgang der Gewinnmargen im Lebensmittelbereich führten. Im Ergebnis der rasanten markt- und wirtschaftspolitischen Entwicklungen kam es deshalb in den vergangenen Jahren zu einer Reihe von Konsolidierungen von Unternehmen im Bereich der Zusatzstoffhersteller und Speiseeisindustrie.

Die Ergebnisse eröffnen den Produzenten die Chance, langfristig ihre Stellung im Wettbewerb zu verbessern und zwar zum einen durch die Steigerung der Produktinnovation und -qualität, insbesondere im höheren Preissegment, und zum anderen durch die Verbesserung der Produktionskosten (z.B. der Transport- und Lagerbedingungen sowie des Energieverbrauchs).

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2017.
2. Middendorf, D.: Kleine Kristalle mit großer Wirkung. *Lebensmitteltechn.* 12, 38–39 (2018).
3. Hajji, F. & Bindrich, U.: Möglichkeiten der Beeinflussung des Eiskristallwachstums. *Milchwirt.* 16, 752–754 (2014).
4. Middendorf, D. & Bindrich, U.: Eiskristallwachstum in Speiseeis. Teil 1. *Milchwirt.* 23, 801-803 (2017).
5. Middendorf, D. & Bindrich, U.: Eiskristallwachstum in Speiseeis. Teil 2. *Milchwirt.* 24, 837-839 (2017).

#### Weiteres Informationsmaterial:

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)  
Prof.-von-Klitzing-Straße 7  
49610 Quakenbrück  
Tel.: +49 5431 183-130  
Fax: +49 5431 183-200  
E-Mail: u.bindrich@dil-ev.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

... 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 über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.