

## Mikrowellen-Vakuumtrocknung von Fruchtschäumen und Gewinnung von natürlichen Fruchtaromen

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle(n):</b>	<p>Technische Universität München Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung (ZIEL) Abt. Technologie Prof. Dr. Ulrich Kulozik</p> <p>Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie (LSB) an der Technischen Universität München, Freising Prof. Dr. Thomas Hofmann/PD Dr. Martin Steinhaus</p>
<b>Industriegruppe(n):</b>	<p>VDMA-Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen e.V., Frankfurt Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V. (BDSI), Bonn Verband der deutschen Fruchtsaft-Industrie e.V. (VdF), Bonn Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der Technischen Universität München e.V., Freising</p> <p>Projektkoordinator: Dr. Jörg Klinkmann August Storck KG, Halle (Westfalen)</p>
<b>Laufzeit:</b>	2016 – 2018
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 496.650,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Aufgrund des steigenden Gesundheitsbewusstseins der Konsumenten steigt seit Jahren der Verbrauch von Snackprodukten, die diesem Trend genügen. Die Erzeugnisse sollen qualitativ hochwertig, den Ausgangsprodukten gegenüber sensorisch möglichst unverändert, naturbelassen und zugleich von innovativem Charakter sein. Als Basis solcher Snacks bieten sich getrocknete Früchte an. Beeren und exotische Früchte werden oft als Zusatz zu Frühstückscerealien oder als Zutaten für Süßwaren, wie Schokoladen, oder für Backwaren eingesetzt. Mit den derzeit industriell gängigen Trocknungsverfahren, wie Heißluft- oder Gefriertrocknung, ist es allerdings nicht möglich, Produkte herzustellen, die die vom Verbraucher geforderten Eigenschaften vollständig erfüllen.

Die Heißlufttrocknung ist zwar ein relativ kostengünstiges Verfahren, allerdings kann

es bei diesem zu einem starken Qualitätsverlust im Vergleich zur frischen Frucht, wie Schrumpfung und ein unangenehmes Mundgefühl aufgrund einer sehr festen Struktur, kommen. Auch Fehl- bzw. Kocharoma sowie Farbveränderungen können bei hohen Trocknungstemperaturen auftreten. Durch eine Oxidation während der Heißlufttrocknung nimmt außerdem der nutritive Wert von Früchten stark ab. Das Bemühen, den natürlichen Charakter der frischen Frucht möglichst zu erhalten, ist oft nur in Bezug auf die äußere Form erfüllt, z.B. bei gefriergetrockneten Himbeeren in Müsli-Mischungen. Die Geschmackswahrnehmung der Beere entspricht kaum den Eigenschaften einer aufwändig, langwierig und teuer gefriergetrockneten Frucht, diese hat nur die Funktion einer „Schauf Frucht“. Langes Trocknen von bis zu fünf Tagen und ein sehr hoher Energiebedarf führen außerdem zu einem teuren Produktionsprozess. Der Farbeindruck wirkt bei gefrierge-

trockneten Produkten häufig blasser und damit weniger attraktiv als bei frischen Früchten.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, ein innovatives Produktkonzept in Verbindung mit einem schnellen und energieeffizienten Trocknungsprozess zu entwickeln, der zu neuartigen, sensorisch ansprechenden Produkten führt. Es sollten Schäume aus Frucht-pürees hergestellt werden, die anschließend getrocknet und als solche verzehrt werden können. Zur Trocknung sollte die Mikrowellen-Vakuumtechnologie eingesetzt werden, die aufgrund ihres volumetrischen Energieeintrags zu einer wesentlichen Beschleunigung des Trocknungsprozesses führt. Es sollte untersucht werden, ob es durch die Gestaltung des Trocknungsprozesses von Fruchtpulpen unterschiedlichen Zellaufschlussgrades mit oder ohne Zusatz schaumstabilisierender Substanzen möglich ist, trotz bewusst erzeugter Aromaverluste Schaumstrukturen mit intensiver sensorischer Wirkung zu erhalten sowie Trocknungskondensate mit einem erhöhten Gehalt an aromawirksamen Stoffen zu gewinnen. Als Modellfrucht wurde die Himbeere eingesetzt, die sich durch einen hohen Vitamin C- und Anthocyanengehalt auszeichnet.

#### Forschungsergebnis:

Nach der Charakterisierung der ungetrockneten Fruchtschäume hinsichtlich wertgebender Inhaltsstoffe (Ascorbinsäure und Anthocyane) und Schaumcharakteristika (Overrun, Schaumstabilität, Blasengrößenverteilung, rheologische Eigenschaften) konnten Schaumrezepturen, die sich als stabil im ungetrockneten Zustand gezeigt hatten, für die Trocknung ausgewählt werden. Des Weiteren wurden aus 20 aromaaktiven Verbindungen fünf Schlüsselaromastoffe ( $\beta$ -Ionon,  $\beta$ -Damascenon, Methyl-3-methylbutanoat, Himbeerketon und  $\alpha$ -Ionon) mit einem FD-Faktor  $\geq 8$  identifiziert und mittels Stabilisotopenverdünnungsanalyse (SIVA) quantifiziert, die zur Beurteilung des Aromastoffgehalts und -profils in allen folgenden Arbeitspaketen eine zentrale Rolle spielten.

Die Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Protein- und Polysaccharidkonzentrationen auf die Schaumeigenschaften

zeigten, dass die für eine hohe Trocknungsstabilität erforderlichen Schaumeigenschaften der aufgeschäumten Frucht-pürees durch eine definierte Zugabe an Schaumstabilisatoren sowie Wahl der entsprechenden Proteinkonzentration verbessert werden können. Der Einfluss einer Homogenisierung des Himbeerpürees stellte sich dabei als ein geringer Einflussfaktor heraus. Eine vorangehende Pasteurisierung, die aus Gründen der Lebensmittelsicherheit häufig unerlässlich ist, beeinflusste die Schaumcharakteristika kaum und führte nur zu geringen Abweichungen beim Aromaprofil bzw. des Aromastoffgehalts. Die Untersuchung des Einflusses der unterschiedlichen Schaumzusätze sowie Prozessparameter auf die Produkteigenschaften der Fruchtschäume nach der Mikrowellen-Gefriertrocknung (MWGT) und der konventionellen Gefriertrocknung (GT) ergab, dass Maltodextrin den größten Einfluss auf die Trocknungsgeschwindigkeit und die Intensität der Aromawahrnehmung hatte. MWGT und GT führten insgesamt zu vergleichbar guten Schaumqualitäten, wobei die MWGT nur etwa 20 - 40 % der Trocknungszeit der GT benötigt und damit wesentlich effizienter ist. Während des Trocknungsprozesses kam es dabei zu keiner wesentlichen Veränderung der wertgebenden Inhaltsstoffe. Die Konzentration an Aromaverbindungen nahm während der Trocknung in Schäumen stärker ab als in ganzen Früchten, mit der größten Abnahme zu Beginn der Trocknung. Ein kleiner Teil der Aromaverbindungen ging ins Kondensat über, ein wesentlich größerer ging verloren. Die Untersuchung der Lagerung der getrockneten Schäume ergab eine nur geringe Abnahme an wertgebenden Inhaltsstoffen und Aromastoffen nach 12 Wochen im Gegensatz zu getrockneten ganzen Himbeeren, hauptsächlich aufgrund der Maltodextrinzugabe. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Mikrowellen-Gefriertrocknung und der konventionellen Gefriertrocknung konnte nicht festgestellt werden.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Ergebnisse schaffen die Grundlage für die Entwicklung neuer, qualitativ hochwertiger Snackprodukte, die eine innovative Alternative zu hochkalorischen Produkten darstellen.

Sie zeigen, dass zur Herstellung von Fruchtschäumen künftig die im Vergleich zur konventionellen Gefriertrocknung energetisch günstigere mikrowellenunterstützte Vakuumtrocknung zum Einsatz kommen sollte. Der spezifische Energiebedarf dieses Verfahrens liegt durchschnittlich bei 1,5 kWh/kg Wasser im Vergleich zum Energiebedarf der Gefriertrocknung mit 2,0 kWh/kg. Durch die Kombination aus offener, geschäumter Produktstruktur und Mikrowellentrocknung kann ein sehr hoher Stofftransport erzielt werden; eine Verringerung der Trocknungszeit im Vergleich zur Vakuum- und Gefriertrocknung um ca. 90 % ist dadurch möglich. Für die Hersteller und Nutzer von Trockenprodukten eröffnet sich die Möglichkeit, einen höheren Produktdurchsatz bei gleichem Investitions- und Materialaufwand zu erwirtschaften und attraktivere, qualitativ hochwertigere Produkte herzustellen.

Auf Grundlage der erarbeiteten Verfahrenskonzepte ergeben sich auch neue Entwicklungsmöglichkeiten für den mittelständisch geprägten Maschinen- und Anlagenbau.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2018.
2. Ozcelik, M. & Kulozik, U.: Ein Geschmacks- und Aromaschub im Mund, Mit mikrowellenunterstützter Gefriertrocknung hergestellter Himbeerschaum-Snack: Eigenschaften, Trocknung und Lagerstabilität. chemie.de article (2020). <https://q-more.chemie.de/q-more-artikel/311/ein-geschmacks-und-aromaschub-im-mund.html>
3. Ozcelik, M. & Kulozik, U.: A taste and aroma boost in the mouth, Raspberry foam snack made with microwave-assisted freeze-drying: properties, drying and storage stability. chemie.de article (2020). <https://q-more.chemie.de/q-more-artikel/311/taste-and-aroma-boost-in-the-mouth.html>
4. Ozcelik, M., Ambros, S., Freitas Morais, S.I., & Kulozik, U.: Storage stability of dried raspberry foam as a snack product: Effect of foam structure and microwave-assisted freeze drying on the stability of plant bioactives and ascorbic acid. J. Food Engin. 270 (2020).
5. Lang, S., Ozcelik, M., Kulozik, U. & Steinhaus, M.: Processing of raspberries to dried fruit foam: impact on major odorants. Eur. Food Res. Technol., DOI: 10.1007/s00217-020-03595-9 (2020).
6. Ozcelik, M. & Hengst, C.: Method for determining ascorbic acid content by using reversed phase high performance liquid chromatography in raspberry fruit preparations consisting protein. Jahrb. 2018 Milchwiss. Forsch. ZIEL, ISBN 978-3-947492-16-9, 71-73 (2019).
7. Ozcelik, M., Heigl, A., Kulozik, U. & Ambros, S.: Effect of hydrocolloid addition and microwave-assisted freeze drying on the characteristics of foamed raspberry puree. Innov. Food Sci. Emerg. Technol, 102183, 56 (2019 b)
8. Ozcelik, M., Ambros, S., Heigl, A., Dachmann, E. & Kulozik, U.: Impact of hydrocolloid addition and microwave processing condition on drying behavior of foamed raspberry puree. J. Food Engin. 240, 83-98 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.07.001>.
9. Ozcelik, M. & Ambros, S.: Application of texture analysis method to foamed fruit snacks. Jahrb. 2017 Milchwiss. Forsch. ZIEL, ISBN 978-3-947492-00-8, 63-65 (2018).
10. Dachmann, E., Hengst, C., Ozcelik, M., Kulozik, U. & Dombrowski, J.: Impact of hydrocolloids and homogenization treatment on the foaming properties of raspberry fruit puree. Food Bioproc. Technol. 11, 2253-2264 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2179-1>
11. Dachmann, E. & Kulozik, U.: Änderung der Schäumungseigenschaften von Fruchtpüree durch die bei der Homogenisierung in einer Kolloidmühle einhergehende Strukturzerstörung des Fruchtgewebes. Jahrb. 2017 Milchwiss. Forsch. ZIEL, ISBN 978-3-947492-00-8, 61-63 (2018).
12. Dachmann, E. & Kulozik, U.: Einfluss von Maltodextrin auf die Schäumungseigenschaften von mit Kartoffelproteinisolat aufgeschäumtem Fruchtpüree. Jahrb. 2016 Milchwiss. Forsch. ZIEL, ISBN 978-3-939182-93-1, 45-47 (2017).

**Weiteres Informationsmaterial:**

Technische Universität München  
Zentralinstitut für Ernährungs- und  
Lebensmittelforschung (ZIEL)  
Abt. Technologie  
Weihenstephaner Berg 1  
85354 Freising  
Tel.: +49 8161 71-3535  
Fax: +49 8161 71-4384  
E-Mail: ulrich.kulozik@tum.de

Leibniz-Institut für Lebensmittel-  
Systembiologie (LSB) an der  
Technischen Universität München  
Lise-Meitner-Straße 34  
85354 Freising  
Tel.: +49 8161 71-2991  
Fax: +49 8161 71-2970  
E-Mail: martin.steinhaus@lrz.tum.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/via



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.