

Energieeffiziente Sprühtrocknung von Lebensmitteln mit Heißdampf: Charakterisierung und Optimierung limitierender Einflussfaktoren



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Lebensmittelverfahrenstechnik und Pulvertechnologie Prof. Dr. Reinhard Kohlus/M. Sc. Tobias Balke
Industriegruppe(n):	Milchindustrie-Verband e. v. (MIV), Berlin
Projektkoordinator:	Jan Hesse frischli Milchwerke GmbH, Rehburg-Loccum
Laufzeit:	2019 – 2021
Zuwendungssumme:	€ 201.010,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI im Rahmen der AiF-Forschungsallianz Energiewende)

Forschungsziel

Die Sprühtrocknung gehört zu den wichtigsten industriellen Trocknungstechniken. Bei dieser werden große Volumina mit hohem Energiebedarf verarbeitet. Etwa zwei Drittel dieser Energie ist in der Verdampfungsenthalpie des verdunstenden Wassers gebunden. Der Einsatz von überhitztem Dampf ermöglicht die „Rückgewinnung“ der Verdampfungsenthalpie durch Dampfkondensation und erzielt eine für den Prozess spezifische Produktqualität durch die Zerstäubung in Dampfatmosfera. Die Kondensation von Dampf unter atmosphärischen Bedingungen (1 bar abs.) setzt die Verdampfungsenthalpie bei mindestens 100°C frei. Dies ist in der Regel eine gut verwertbare Energie, stellt aber gegenüber dem Ausgangsheizdampf mit 240°C einen deutlichen Energieverlust dar. Für stückige, wenig thermolabile Produkte ist dies Stand der Technik. Für die Sprühtrocknung von Lebensmitteln müssen aber sowohl die Temperaturführung als auch eine Methode zur zuverlässigen Pulverabscheidung aus der Dampfatmosfera unter Produktionsbedingungen erst noch entwickelt werden. Die Temperaturbelastung entspricht annähernd UHT-Bedingungen und erfordert eine kurze und möglichst enge Verweilzeitverteilung, um Produktschädigungen zu vermeiden.

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Optimierung des Energiebedarfes bei der Sprühtrocknung von Lebensmitteln durch Nutzung der Kondensationswärme bei der Sprühtrocknung mit überhitztem Dampf. Dazu ist die Gasführung im Sprühturm so zu gestalten, dass sich eine möglichst enge Verweilzeitverteilung ergibt und ein schneller Austrag des Pulvers aus der Hochtemperaturzone erfolgt.

Neben der Energieeinsparung ergeben sich zwei produktspezifische Fragestellungen, die untersucht werden sollen: die Temperaturbelastung und die Partikelstruktureffekte. So soll die Auswirkung der gegenüber der Standard-Sprühtrocknung erhöhten Temperatur und Trocknungsgeschwindigkeit auf die verzögerte Krustenbildung und ein mögliches „Ballooning“ (Partikelstruktur) erarbeitet und beschrieben werden. Aufgrund der

Wasserdampfatmosfera ist zudem eine hydrophile Partikeloberfläche zu erwarten, was belegt und quantifiziert werden soll. Es wird unter Luftausschluss gearbeitet, der Feedstrom liegt bereits entgast vor (Vakuumkessel mit Ausheizmöglichkeit und Deaerator).

Die Rückgewinnung der Verdampfungsenthalpie erlaubt die kosteneffiziente Trocknung von Produkten, die nur mit geringer Konzentration zerstäubbar sind, z. B. von Caseinaten oder Biopolymeren. Zur Abschätzung von möglichen Produktinnovationen muss der Effekt der hohen Produkttemperaturen bekannt sein. Die Produkttemperatur steigt direkt mit der Verdüsung auf mindestens 100 °C und steigt dann bis zur Austrittstemperatur an. Bei einer Verweilzeit von einigen Sekunden und einem aw-Wertverlauf, der die Reaktionsgeschwindigkeit wesentlich beeinflusst, liegen Bedingungen nicht unähnlich einer HTST-Sterilisation vor. Dem steht die Frage der Proteinreaktion bzw. einer thermischen Schädigung gegenüber (Abbau, Aggregat- und Flockenbildung). Ebenfalls ist mit Geschmacksveränderungen (Maillard-Reaktionen, Karamellisierung) zu rechnen. Da die Produkttemperatur deutlich oberhalb der Glasübergangstemperatur von Laktose liegt, muss ebenfalls betrachtet werden, wie sich dies auf die Produkte und die Prozessstabilität auswirkt. Durch eine Prozessführung im Kreisgas(N₂)-Sprühtrockner können vergleichend auch Bedingungen im Zwischenbereich zwischen überhitztem Dampf und konventioneller Sprühtrocknung eingestellt werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

Im Rahmen Forschungsprojekts sollen die Praxistauglichkeit, die Grenzen und die besonderen Möglichkeiten einer Rückgewinnung der Verdampfungsenthalpie belegt sowie das konkrete Energieeinsparpotential quantifiziert werden. Letzteres dürfte bei Produkten mit geringer maximal zerstäubarer Konzentration besonders ausgeprägt sein. Die Technologie ist besonders für Produkte mit großen Produktionsmengen geeignet, insbesondere für milchbasierte Pulver. Technologisch scheinen Produktdurchsätze (Pulvermenge) von 3-5 t/h mit vertretbarem Aufwand möglich zu sein. Eine entsprechende Anlage wurde für Waschmittel bereits erfolgreich realisiert.

Das Energieeinsparpotential bei der Sprühtrocknung ist erheblich und beträgt je nach Produkt etwa 1 kWh/kg Trockenprodukt. Dies ist der Anteil der Verdampfungsenthalpie bei einer Feststoffkonzentration der Sprühlösung von 38 %. Die betrachtete Technologie ist in ihrer Anwendung nicht nur auf Milchprodukte begrenzt, sondern ist potentiell bei allen zerstäubbaren Produkten anwendbar. Die Limitierung in der Anwendung und damit in der wirtschaftlichen Bedeutung liegt in der Produktschädigung durch die Temperaturbelastung. Diese Anwendungsgrenze soll im Projekt ausgelotet und minimiert werden.

Weiteres Informationsmaterial

Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
FG Lebensmittelverfahrenstechnik und Pulvertechnologie
Garbenstraße 25, 70599 Stuttgart
Tel.: +49 711 459-23258
Fax: +49 711 459-22298
E-Mail: r.kohlus@uni-hohenheim.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/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.

Bildnachweis - Seite 1: © Universität Hohenheim

Stand: 25. Februar 2019