

Beeinflussung der Produkteigenschaften von Instantkaffee durch gezielte Imprägnierung von Flüssigkaffee mit Inertgas vor der Sprühtrocknung

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Technische Universität Hamburg-Harburg Institut für Thermische Verfahrenstechnik AG Wärme- und Stofftransport Prof. Dr. R. Eggers
Industriegruppe:	Deutscher Kaffee-Verband e.V., Hamburg
	Projektkoordinator: Dr. R. Puhlmann, DEK Deutsche Extrakt Kaffee GmbH, Berlin
Laufzeit:	2008 – 2010
Zuwendungssumme:	€ 214.330,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Der Sprühtrocknungsprozess zur Herstellung von löslichem Kaffee umfasst die Versprühung einer flüssigen Phase mit eingelöster Trockensubstanz und die anschließende Wasserverdampfung über die Wärmezufuhr durch eine heiße Gasphase. Für die Kundenakzeptanz des Instantproduktes ist es notwendig, dass dieses beim Wiederauflösen in heißem Wasser Eigenschaften wie das frisch zubereitete Getränk aufweist. Daraus ergeben sich unterschiedliche Anforderungen: Wird das Produkt als lösliches Kaffeepulver vertrieben, so sollte wie bei frisch gebrühtem Kaffee wenig bis gar kein Schaum auf der Oberfläche entstehen. Bei der Rekonstitution von löslichem Espresso-Pulver hingegen soll ein gleichmäßiger stabiler Schaum entstehen, ähnlich der Crema auf einem frisch zubereiteten Espresso. Durch eine gezielte Beeinflussung der Schäumungsverhaltens des Produktes bei der Rekonstitution könnte eine bessere Annäherung an das frisch zubereitete Produkt erreicht werden. Daneben müssen aber auch andere Produkteigenschaften wie Farbe, Schüttgewicht oder sensorische Eigenschaften den Ansprüchen der Konsumenten genügen.

In der Industrie existieren bereits Verfahrensansätze, durch die Zudosierung von Inertgasen (CO₂ und N₂) vor der Versprühung Einfluss auf die Schäumungseigenschaften des Produktes

beim Wiederauflösen zu nehmen. Dieses Verfahren wird auch angewendet, um die Schüttdichte des Produktes zu verringern.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, durch die Imprägnierung mit Inertgasen die Schäumungseigenschaften unter Berücksichtigung anderer Produkteigenschaften zu steuern. Hierbei sollte der Zusammenhang zwischen Betriebsbedingungen bei der Sprühtrocknung von hochkonzentriertem Flüssigkaffee mit zudosierten Inertgasen und dem Gasrückhalt im Produkt aufgeklärt werden.

Forschungsergebnis:

Im Rahmen des Vorhabens sollte die Effizienz der Einlösung des CO₂ als lösliches Gas in den Flüssigkaffee untersucht und die Auslösekinetik von CO₂ aus Flüssigkaffee bei der Versprühung und Trocknung aufgeklärt und modelliert werden. Im Fokus der Arbeiten standen dabei Technikumsversuche zur Sprühtrocknung, mit denen der Einfluss der Zudosierung der Gase CO₂ und N₂ in Hinblick auf die Eigenschaften des Produktes geklärt werden sollte. Hierfür wurde durch den Projektbegleitenden Ausschuss der Industrie ein Sprühtrockner zur Verfügung gestellt.

Der freie Gasanteil wurde mittels eines Messgerätes bestimmt, das den örtlichen Volumengas-

gehalt ε über die Admittanz der Zweiphasenströmung in einem Ringspalt misst. In Versuchen sollte die Funktion des Gerätes überprüft werden. Hierfür wurde der Messaufnehmer in die Technikumsanlage eingebaut und der Messwert mit theoretisch berechneten Werten nach drei unterschiedlichen Modellen verglichen. Gleichzeitig wurde in einer Sichtzelle, die in unmittelbarer Nähe zum Messaufnehmer installiert wurde, die Strömungsform aufgenommen. Bei geringer Entfernung zwischen Gaszudosierung und Messstelle konnten gute Übereinstimmungen zwischen Messwert und theoretisch berechneten Werten festgestellt werden. Bei weiterer Entfernung wurden hingegen große Abweichungen festgestellt.

Für die Sprühtrocknungsversuche wurde eine neue Versprühanlage aufgebaut und erfolgreich eingesetzt. Diese erlaubte sowohl die Vorsättigung der Flüssigphase mit CO_2 in einem Hochdruck-Vorlagebehälter vor der anschließenden Versprühung als auch die kontinuierliche Zudosierung von Gas in den Feedstrom. Die Ergebnisse zeigen, dass die Imprägnierung mit Inertgas teilweise starken Einfluss auf die untersuchten Produkteigenschaften hat. Mit steigender gelöster CO_2 -Menge lässt sich kein fortschreitender Trend bei der Beeinflussung der Produkteigenschaften feststellen. Hinsichtlich der Partikelgröße zeigt sich beispielsweise, dass durch geringe eingelöste Mengen an CO_2 die Partikel zunächst deutlich größer werden (50 % größer im Vergleich zum nicht mit Gas behandeltem Produkt). Mikroskopische Aufnahmen haben ergeben, dass die erzeugten Partikel Hohlkugeln sind, deren Wand mit zahlreichen Gaseinschlüssen durchzogen ist. Durch eine weitere Erhöhung der Menge an gelöstem CO_2 nimmt die mittlere Partikelgröße des Pulvers erneut ab, da das erhaltene Pulver einen großen Anteil an aufgeplatzten Hohlpartikeln aufweist. Allgemein gesprochen führt die Einlösung von CO_2 zu größeren Partikeln, geringerer Schüttdichte (um 80 % geringer im Vergleich zum nicht mit Gas behandeltem Produkt), hellerer Farbe sowie zur Schaumbildung bei der Rekonstitution. Die Untersuchungen haben ergeben, dass sich eher niedrige Gehalte an gelösten Gasen positiv auf die Produkteigenschaften auswirken. Bei einer Überdosierung von CO_2 entsteht ebenfalls ein Pulver mit einem hohen Feinanteil durch Hohlpartikelbruchstücke. Im industriellen Prozess, bei dem kontinuierlich Gas in die Flüssigkaffeeströmung dosiert wird, sollte daher darauf geachtet werden, dass CO_2 vollständig in den Flüssigkaffee eingelöst vorliegt. Mit zunehmendem Verhältnis Stickstoff/Flüssigkaffee zeigt sich ein

eindeutiger Trend bei den untersuchten Produkteigenschaften: Mit steigendem Verhältnis Gas/Flüssigkeit werden die Partikel größer (46 % größer im Vergleich zum nicht mit Gas behandeltem Produkt), die Schüttdichte nimmt ab (um 75 % geringer im Vergleich zum nicht mit Gas behandeltem Produkt), das Produkt wird heller und bei der Rekonstitution wird deutlich mehr Schaum gebildet. Diese Effekte sind aber mit steigendem Verhältnis weniger stark ausgeprägt. Hinsichtlich der Morphologie zeigen sich beim mit N_2 behandelten Produkt Unterschiede zu dem mit CO_2 behandelten Produkt: Die Partikel sind in der Regel intakt, also nicht aufgeplatzt. Auch hier sind Gaseinschlüsse in der Partikelwand vorhanden, jedoch gleichmäßiger verteilt und weniger groß. Die Partikelgrößenverteilung der mit N_2 -behandelten Pulver ist im Vergleich zu den mit CO_2 -behandelten Pulvern enger.

Wirtschaftliche Bedeutung:

International ist die Herstellung von löslichem Kaffee weltweit im Wachstum begriffen. Ca. 400.000 t löslicher Kaffee werden zur Zeit weltweit produziert, wovon Deutschland etwa einen Anteil von 50.000 t hat. Ungefähr 40 % dieser Menge werden von kleinen und mittelständischen Unternehmen produziert. Die Herstellung in Deutschland bzw. generell in Westeuropa hat dabei starke Konkurrenz in den Rohkaffeeerzeugerländern, die ebenfalls Instantprodukte herstellen. Mittel- und langfristig ist die Herstellung derartiger Produkte in Deutschland nur über innovative Verfahren und hochwertige Produkte rentabel. Verfahrenstechnisch konkurriert die Sprühtrocknung außerdem mit der Gefriertrocknung, die zwar energieintensiver ist, deren Produkte aber in Verbraucherkreisen eine höhere Wertschätzung genießen als die durch den Wärmeeintrag beanspruchten sprühgetrockneten Löscaffees. Wirtschaftliches Ziel ist es daher, durch die Zudosierung und Einlösung von Inertgasen die Wirtschaftlichkeit und Qualität durch Anhebung des Trockensubstanzgehaltes des Kaffee-Extraktes zu steigern.

Mit den Projektergebnissen konnten die Zusammenhänge zwischen der Zudosierung unterschiedlicher Inertgase (Stickstoff oder Kohlendioxid) und den Produkteigenschaften aufgezeigt werden. Obwohl ein Scale-Up bei der Sprühtrocknung grundsätzlich schwierig ist, bieten die Erkenntnisse aus dem Forschungsvorhaben der Instantkaffee produzierenden Industrie Anhaltspunkte zum Vorgehen beim Produktdesign.

Die Innovation des Verfahrens liegt in der gezielten Steuerung der Produkteigenschaften mittels Inertgasbehandlung. Auch die Herstellung neuartiger Produkte, z.B. durch Beladung des Inertgases mit Aromen, ist denkbar.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2010.
2. Hassenklöver, E. und Eggers, R.: Atomisation of Solid Suspensions with Dissolved Inert Gases. Conf. Proc. ILASS, 22nd Eur. Conf. Liquid Atomization and Spray Systems, 8.-10.09.2008, Paper ID ILASS08-8-1. (2008).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität Hamburg-Harburg
Institut für Thermische Verfahrenstechnik
AG Wärme- und Stofftransport
Eißendorfer Straße 38, 21073 Hamburg
Tel.: 040/428 78-3191, Fax: 040/428 78-2859
E-Mail: r.eggers@tu-harburg.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150
E-Mail: fei@fei-bonn.de

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

gefördert durch/via:

