

Einsatz neuartiger CO₂-Sprühverfahren für die Herstellung innovativer Produkte aus Malzextrakt

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW Lehrstuhl für Maschinen- und Apparatekunde Prof. Dr. K. Sommer/Dr. S. Grüner/Dr. J. Voigt
Forschungsstelle II:	Universität Bochum Lehrstuhl Verfahrenstechnische Transportprozesse Prof. Dr. E. Weidner/Dr. A. Kilzer
Industriegruppe:	Fachverband der Gewürzindustrie e.V., Bonn Projektkoordinator: A. Richter, Weyermann Malz
Laufzeit:	2007 – 2009
Zuwendungssumme:	€ 388.450,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Malzextrakte sind wässrige Auszüge aus gemälztem Getreide. Für die Herstellung wird das geschrotete Malz mit Wasser gemischt, diese Mischung wird anschließend durch einen Läutervorgang (Filtration) in unlösliche und lösliche Stoffe getrennt. Die lösliche Fraktion, die sogenannte Maischwürze, wird durch eine nachgeschaltete Vakuumverdampfung soweit eingedickt, bis der gewünschte Trockenmassegehalt, in der Regel 60 - 80%, erreicht wird. Der Einsatz von Malzextrakten in der Lebensmittelindustrie basiert auf ihren färbenden und würzenden Eigenschaften. Da die Herstellung ohne jegliche Zusatzstoffe erfolgt, sind Malzextrakte reine Lebensmittel, deklarationsfrei und bevorzugter Ersatz für Zuckerkulör bzw. Zuckersirup. Malzextrakte sind aufgrund ihres hohen Trockenmassegehaltes sehr viskos und in der Regel schwer zu verarbeiten. Es existiert daher eine Reihe von Verfahren, mit denen zähflüssige Malzextrakte in die trockene Pulverform überführt werden können. Malzextraktpulver lassen sich leichter und genauer dosieren als die flüssige Ausgangssubstanz. Bei der Einarbeitung in streufähige Mischungen sind zudem eine bessere Mischbarkeit sowie eine verbesserte homogene Verteilung gegeben. Wird außerdem die Partikelgröße des

Malzextraktpulvers an die der Mischung angepasst, kann einer Entmischung bei der Weiterverarbeitung entgegengewirkt werden.

In jüngster Zeit wurden zwei weitere Verfahren entwickelt, die der Pulverisierung von Flüssigkeiten dienen, bisher aber noch nicht auf die Verarbeitung von Malzextrakten angewendet wurden. Es handelt sich dabei um die CPF-Technologie (Concentrated Powder Form) und die PGSS-Trocknung (Particles from Gas Saturated Solutions). Beide Prozesse machen sich die günstigen Eigenschaften von überkritischem Kohlendioxid zunutze, so dass sehr schonende Prozessbedingungen vorherrschen.

Ziel des Forschungsvorhabens war die Untersuchung dieser beiden Sprühverfahren zur Pulverisierung von flüssigen, viskosen Rohstoffen am Beispiel Malzextrakt. Als Ergebnis wurde angestrebt, streu- und rieselfähige Produkte aus Malzextrakt zu erhalten, die gegenüber den auf den Markt erhältlichen Produkten eine verringerte Hygroskopizität sowie eine verbesserte Lagerstabilität und sensorische Vorteile mit sich bringen.

Forschungsergebnis:

Zur Pulverisierung von Malzextrakt mit Hilfe von Trägerstoffen wurden drei Verfahren untersucht. Je nach Applikation oder finanziellem Aspekt kann zwischen den Verfahren gewählt werden. Als Trägerstoffe zum Einsatz kamen ein Maltodextrin, eine Stärke (Weizenmehl Typ 550) und eine mikrokristalline Cellulose (Vivapur Typ 105). Das Düse-Mischer-System, das einfachste und auch günstigste Verfahren, kann nur in großen Maßstäben (ab 130 l) eingesetzt werden. Der Malzextrakt muss für dieses Verfahren verdünnt werden, daher werden die Pulver sehr feucht, vor allem im Labormaßstab. Das Verfahren wird ohne Temperierung eingesetzt, demzufolge kommt es hier nicht zu Maillard-Reaktionen und damit zu einer Verdunklung des Malzextraktes. Dieses Verfahren eignet sich nicht für alle Trägerstoffe. Mit dem verwendeten Maltodextrin war keine Pulverisierung möglich. Die Pulverisierung mit dem Weizenmehl Typ 550 ergab inhomogene Pulver. Als geeignet hat sich dieses Verfahren nur mit Cellulose herausgestellt.

Mit dem CPF-Verfahren kann u.a. mit niedrigen Temperaturen gearbeitet werden, hier ist allerdings eine Verdünnung des Malzextraktes notwendig. Bei der Pulverisierung mit höheren Temperaturen (70-80 °C) kann es zu thermischen Schädigungen des Malzextraktes kommen. Da bei diesem Verfahren unter CO₂-Atmosphäre gearbeitet wird, kommt es hier nicht zu Wechselwirkungen mit Sauerstoff. Mit dem CPF-Verfahren sind höhere Beladungen als bei dem Düse-Mischer-Verfahren möglich.

Das dritte Verfahren, das im Rahmen dieses Projektes untersucht wurde, ist die Wirbelschichtagglomeration. Hier kann mit niedrigen Temperaturen gearbeitet werden, was zum einen eine Verdünnung des Malzextraktes nötig macht, zum anderen allerdings einen produktschonenden Prozess möglich macht. Durch einen Nach Trocknungsschritt sind hier höhere Beladungen als bei den beiden anderen Verfahren möglich. Für einen Kostenvergleich der drei Verfahren wurden neben den Anschaffungskosten, Sprühzeit, Temperatur und Druck, CO₂-Verbrauch und Leistung berücksichtigt.

Zur Pulverisierung von reinem Malzextrakt wurden vier Verfahren untersucht. Ein Hochdrucksprühverfahren (PGSS-Drying, Particles from Gas Saturated Solutions) sowie die Verfahren der Sprühtrocknung, Gefriertrocknung und Vakuumtrocknung. Mittels des PGSS-Verfahrens

kann unverdünnter Malzextrakt (Ausgangsstoffgehalt 75 Gew.-%) bis zu einem Restwassergehalt von 3 Gew.-% schonend getrocknet werden. Die thermische Beanspruchung und darüber die Farbvertiefung sind über die Verweilzeit im Verfahren und die Vorexpanstempertemperatur einstellbar. Mit einem DPPH-Test konnte auch eine Steigerung der antioxidativen Kapazität durch die thermische Behandlung nachgewiesen werden. Die erzeugten Pulver zeichnen sich durch hohe Porosität, niedrige Dichte, gutes Auflösungsvermögen, kohäsive Eigenschaften und rasche Wasseraufnahme in feuchter Atmosphäre aus. Die Partikelgröße und deren Verteilung ist über die Verfahrensparameter ($d_{50,3}$: 10 bis 300 μm) einstellbar. Die Form der hergestellten Partikel variiert von kugelig bis fadenartig. Es wurden Pulver ohne sowie mit starker Kompaktierungsneigung hergestellt. Diese hängt stark von Wassergehalt und Porosität ab.

Die sprühtrockneten Malzextraktpulver zeichnen sich durch eine kompakte und kugelige Morphologie, niedrige Porosität, höhere Dichte, kohäsive Eigenschaften, keine Kompaktierungsneigung und schlechtes Auflösungsvermögen aus. Die Pulver absorbieren Feuchtigkeit aus der umgebenden Atmosphäre langsamer als die Pulver der Gefriertrocknung und des PGSS-Verfahrens. Die thermische Beanspruchung der Partikel sowie die Partikelgrößenverteilung sind nur schwer zu beeinflussen. Es wurden monomodale und enge Partikelgrößenverteilungen hergestellt. ($d_{50,3}$ ca. 25 μm). Mittels Gefriertrocknung wurden sehr poröse Partikel mit der geringsten Dichte erzeugt. Die Pulver sind kohäsiv und zeigen kompaktierendes Verhalten. Unter Anwendung der Kombination aus Gefrier- und Vakuumtrocknung wurden kompakte Partikel mit den im Verfahrensvergleich besten Fließ-eigenschaften hergestellt. Sie besitzen keine Kompaktierungsneigung, eine vergleichsweise langsame Wasseraufnahme und sind thermisch nicht beansprucht. Für die Kostenschätzung wurden neben den Anschaffungskosten, die elektrische Leistung und der CO₂-Verbrauch berücksichtigt.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Ergebnisse können zum einen für die Entwicklung innovativer Produkte, vor allem im Bereich der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, genutzt werden. Da die untersuchten Prozesse in der Verfahrenstechnik branchenübergreifend

genutzt werden können, profitieren hiervon auch andere Wirtschaftszweige. Zum anderen kann der Maschinen- und Anlagenbau die neu entwickelten Technologien in sein Produktportfolio mit aufnehmen. Die Hersteller bieten bislang nur Anlagen für konventionelle Trocknungsmethoden an.

Die Ergebnisse aus dem Verfahrensvergleich der neu entwickelten Verfahren mit denen, die dem Stand der Technik entsprechen, sind auf andere eingedickte Extrakte übertragbar, so dass die Erkenntnisse zur Herstellung rieselfähiger Erzeugnisse auch in anderen Branchen außerhalb der Lebensmittelindustrie herangezogen werden können.

Nach Informationen des Verbandes European Malt Product Manufacturers (EMMA) werden in Europa mindestens 80.000 Tonnen Malzextrakt pro Jahr produziert. Ein Teil dieser Produktion wird pulverisiert. Die in diesem Bereich produzierende Industrie ist in Deutschland mittelständisch strukturiert. Konventionell hergestellte Produkte haben aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften nur begrenzte Anwendungsfelder.

Die Ergebnisse erschließen durch verbesserte Produkteigenschaften neue Anwendungsgebiete, insbesondere im Bereich der Instantprodukte bei Suppen, Saucen und Getränken sowie bei Backmitteln, Cerealprodukten, Snacks und Süßprodukten, aber auch bei Baby- und Kindernahrung bis hin zu Nahrungsergänzungsmitteln und pharmazeutischen Produkten. Die vorhandene Kapazität zur Herstellung von Malzextrakt kann durch die Eröffnung neuer Absatzmärkte intensiver genutzt werden. Der Einsatz der neu entwickelten Technologien hat in der Praxis in der Lebensmittelindustrie, z.B. der CPF-Technologie, bereits zu einer breiten Nutzung schwer dosierbarer und mit herkömmlichen Verfahren nicht in rieselfähige Pulver überführbarer Extrakte aus Naturstoffen geführt.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2009.
2. Haensel, M., Voigt, J., Grüner-Richter, S., Sommer, K., Gallegos-López, S., Kilzer, A. und Weidner, E.: Pulverisierung hochviskoser Flüssigkeiten. Chemie-Ingenieur-Technik 10, 1679-1684 (2010).
3. Gallegos-López, S.: Pulverisierung, Trocknung und Bräunung von Malzextrakt durch Sprühverfahren. Dissertation Universität Bochum (2010).
4. Gallegos-López, S., Kilzer, A. und Weidner, E.: Comparison of PGSS-Drying process with classical techniques for drying and pulverization of viscous barley malt extract. In: New perspectives in supercritical fluids: nanoscience, materials and processing (ed. T. Gamse) Abstracts 1-10, 12th Eur. Meet. Supercritical Fluids 9.-12.5.2010, Graz, Austria (2010).
5. Haensel, M., Vogt, J., Grüner-Richter, S., Sommer, K., Kilzer, A., Weidner, E. und Gallegos-López, S.: Pulverisierung von Malzextrakt mit Hilfe von Trägerstoffen. Chemie-Ingenieur-Technik 9, 1358 (2008).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität München
Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW
Lehrstuhl für Maschinen- und Apparatekunde
Am Forum 2, 85350 Freising-Weihenstephan
Tel.: 08161/71-3289, Fax: 08161/71-4242
E-Mail: k.sommer@bl.tum.de

Universität Bochum
Lehrstuhl Verfahrenstechnische Transportprozesse
Universitätsstraße 150, 44780 Bochum
Tel.: 0234/32 23083, Fax: 0234/3214277
E-Mail: info@vtp.ruhr-uni-bochum.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:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

