

Einsatz gepulster elektrischer Felder zur Verbesserung von Massentransportprozessen innerhalb fester biologischer Produkte am Beispiel der Behandlung von Rohpökkelwaren

Koordination:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück Dr. V. Heinz/Prof. Dr. S. Töpfl
Forschungsstelle II:	Hochschule Ostwestfalen-Lippe Fachbereich Life Science Technologies Labor Fleischtechnologie Prof. Dr. A. Stiebing/B.Sc. B. Schmidt
Industriegruppen:	Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie e.V. (BVDF), Bonn Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. (FKM), Frankfurt VDMA Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen, Frankfurt
	Projektkoordinator: Dipl.-Ing. E. Harms, Gebrüder Abraham Schinken GmbH, Edeweicht
Laufzeit:	2008 - 2010
Zuwendungssumme:	€ 544.750,-- (Förderung durch BMWI via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Massentransportprozesse stellen bei der Herstellung von Lebensmitteln oft einen geschwindigkeitsbestimmenden Schritt dar. Vielfach werden mechanische, enzymatische oder thermische Zellaufschlussverfahren eingesetzt. In den 1960er Jahren wurde erstmals die Anwendung gepulster elektrischer Felder (PEF) als alternatives Verfahren beschrieben. In den letzten Jahren wurden zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten dieses Verfahrens im Bereich der Lebensmitteltechnologie identifiziert, der überwiegende Teil befasst sich mit einer Behandlung von fluiden oder förderfähigen Medien zur Erzielung eines Zellaufschlusses und zur Verbesserung von Massentransportprozessen oder einer Inaktivierung von Mikroorganismen. Erste industrielle Umsetzungen konnten zur Behandlung von Fruchtmaischen und zur Haltbarmachung von Fruchtsäften erzielt werden. Eine Behandlung

fester Produkte wurde nur in kleinem Umfang innerhalb von Wasserbädern oder Schwemmkämen beschrieben, deren Verwendung jedoch verfahrenstechnische Nachteile aufweist. Hierzu sind das Auslaugen intrazellulärer Bestandteile, die Aufnahme von Feuchtigkeit und das Risiko einer mikrobiellen Kontamination zu rechnen.

Rohpökkelwaren werden durch Pökeln, Brennen, Trocknen/Reifen und ggf. Räuchern hergestellt. Je nach Pökelf Verfahren stellen die Diffusion des Pökelsalzgemisches in den Kern (Pökelfähigkeit) und des Wassers von innen nach außen (Wasserabgabefähigkeit) limitierende Schritte dar. Ziel des Pökeln ist neben der Ausbildung typischer Aromen eine Umrötung und schnelle Stabilisierung der Rohware. Die Pökelf- und Brennzeit kann je nach Oberflächenbeschaffenheit der Produkte bis zu 6 Wochen betragen. Die Trocknung bzw. Räucherung findet in Klimarauchanlagen

statt. Die maximale Trocknungsgeschwindigkeit muss die Wasserabgabebereitschaft des Produktes berücksichtigen, um die Bildung unerwünschter Beläge oder die Ausbildung eines Trockenrandes zu vermeiden, gleichzeitig wird eine Zartmachung des Produktes erreicht.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Anwendbarkeit gepulster elektrischer Felder (PEF) zur Behandlung fester Produkte am Beispiel der Beschleunigung der Verbesserung von Massentransportprozessen innerhalb von Rohschinken zu untersuchen.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Anwendbarkeit gepulster elektrischer Felder zur Behandlung von Rohschinken wurde untersucht. Der Prozess der Diffusion der Salze in das Fleisch sowie die Abtrocknung sollten beschleunigt und die Auswirkungen auf die Produktqualität und -sicherheit bewertet werden. Im Rahmen des Projektes wurde ein modularer Pulsgenerator für ein Funktionsmuster als Laborgerät zur Behandlung stückiger Produkte mittels gepulster elektrischer Felder realisiert, überarbeitet und erweitert. Dieser konnte erfolgreich in Betrieb genommen werden und für die Behandlung von Fleischwaren sowie weiterer biologischer Materialien eingesetzt werden. Gleichzeitig wurden Funktionsmuster für kontinuierliche Behandlungseinheiten konzipiert. Aufgrund der Ergebnisse wurde deren Realisation bisher allerdings nicht umgesetzt.

Mit diesem Gerät behandelte Fleischstücke zeigten keine signifikanten Unterschiede in der Leitfähigkeit zwischen behandelten und unbehandelten Fleischstücken, eine Tendenz zur Erhöhung mittels PEF-Behandlung war jedoch zu erkennen. Außerdem wurde mit steigendem Energieeintrag eine Erhöhung der Fleischtemperatur beobachtet. Sowohl bei der Bestimmung der Tropfsaftverluste während einer Kühlagerung als auch bei den Garverlusten konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen PEF-behandelten und unbehandelten Proben festgestellt werden, auch hier war eine Tendenz der Produktveränderung mittels PEF ersichtlich. Die Auswirkungen von Gefrieren und Auftauen auf den Tropfsaftverlust des Fleisches waren intensiver als die PEF-Behandlung. Die Auswirkungen auf den Tropfsaftverlust der PEF-Behandlung lagen zwischen denen durch Gefrieren und Auftau-

en und dem normalen Standardverfahren. Bei den eingesetzten Produkten und den spezifischen Behandlungsbedingungen konnte eine positive Tendenz auf das Diffusionsverhalten von Salzen innerhalb der behandelten Stücke in der Diffusionszelle aufgezeigt werden, ein signifikanter Unterschied konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Die Bewertung der uniaxialen Diffusion anhand in Salzlake eingetauchter Fleischzylinder zeigte eine leichte Beschleunigung der Diffusion nach einer PEF-Behandlung. Versuche zur Beschleunigung der Wasserabgabe bei der Trocknung von Rohpökelfleischwaren ergaben bedingt durch die große Schwankungsbreite der Einzelergebnisse keine signifikanten Unterschiede, es konnte aber durchaus eine positive Tendenz der Behandlung auf die Trocknungsbeschleunigung aufgezeigt werden. Bei der histologischen Betrachtung konnte eine Zerstörung der Muskelfaserproteine erkannt werden. PEF-behandeltes Fleisch lag hier zwischen der Kontrollprobe und durch Gefrieren und Auftauen behandeltem. Eine durchgeführte Hochfrequenzmessung zeigte bei der Betrachtung der Trendlinien einen merklichen Einfluss einer vorherigen PEF-Behandlung der Probenstücke. Des Weiteren wurde ein Rohschinken-Pilotversuch mit ganzen Spaltschinken durchgeführt, welcher ergab, dass der Trocknungsverlauf der PEF-behandelten Proben keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollprobe aufwies. Die sensorischen Prüfungen ergaben, dass eine PEF-Behandlung keinen signifikanten Einfluss auf die Konsistenz der Proben hatte.

Auch ein Kochschinken-Pilotversuch zeigte keine Tumblezeitverkürzung und keine sensorische Verbesserung der PEF-behandelten Chargen, jedoch lassen die Grafiken des erhöhten Geleeabsatzes bei PEF-behandelten Schinken die Schlussfolgerung zu, dass ein Zellaufschluss stattfand.

Es erfolgte die Konzeption und der Bau eines Funktionsmusters sowie die Durchführung von Versuchen und Analysen. Die durchgeführten Arbeiten konnten eine Beschleunigung von Massentransportprozessen, sowie der Abtrocknung und eine Tumblezeitverkürzung bei der Kochschinkenherstellung nicht signifikant nachweisen. Anhand der gesamten Analysen konnte jedoch eine Tendenz eines positiven Einflusses der PEF-Behandlung bei der Herstellung von Rohpökelfleischwaren aufgezeigt werden.

Im Mittel wurde eine Verkürzung der Abtrocknungsdauer um etwa 2 Tage erreicht.

Wirtschaftliche Bedeutung:

In Deutschland werden ca. 7 Mio. t Fleischwaren jährlich erzeugt, der Umsatz des Fleisch verarbeitenden Gewerbes beträgt ca. 15 Mrd. € bei etwa 80.000 Beschäftigten. Industrielle Anwendungen der Hochleistungspulstechnik sind vorwiegend auf die Laser-, Radar- und Medizintechnik sowie auf die magnetische Umformung, Funkenerosion und Sprengung durch Unterwasserentladung beschränkt. Eine Anwendung der Technologie im Bereich der Lebensmittelproduktion würde ein sehr viel breiteres Anwendungsspektrum erschließen.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsvorhabens wurde in der Nutzung eines Zellaufschlussverfahrens mittels PEF zur Behandlung fester Produkte zur Reduktion der Herstellungskosten von Rohpökelfleisch gesehen. Eine Übertragung des Verfahrens auf feste Produkte würde die Anwendung bei einer Vielzahl neuer Produkte, die nicht unter Nutzung eines Übertragungsmediums behandelt werden, erlauben. Im Mittel wurde eine Verkürzung der Abtrocknungsdauer um etwa 2 Tage erreicht. Durch einen geringeren Zeitaufwand und eine Verringerung der klimatisierten Lagerkapazitäten könnte eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit erreicht werden, jedoch scheint der für den Einsatz des Verfahrens notwendige Aufwand derzeit nicht ausreichend gerechtfertigt. Es konnte im Rahmen des Projektes keine ausreichend deutliche Beeinflussung des Abtrocknungsverhaltens erreicht werden. Jedoch erscheint zukünftig ein Einsatz im Bereich der Beschleunigung der Salzdifffusion innerhalb von Fleischwaren denkbar.

Es wurde eine Pilotanlage zur Anwendung der PEF-Technologie bei festen Produkten am Beispiel von Fleischwaren entwickelt, um die Anwendbarkeit der Technik zu demonstrieren und Feldversuche durchführen zu können. Die im Rahmen des Vorhabens entwickelten Puls-erzeuger konnten mittlerweile erfolgreich im Bereich pflanzlicher Produkte in eine industrielle Nutzung überführt werden.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2010.
2. Toepfl, S.: Pulsed Electric Field food treatment – scale up from lab to industrial scale. *Proc. Food Sci.*, 776-779 (2011).
3. Toepfl, S. and Heinz, V.: Role for pulsed electric fields. *Food Ingred.* 6, 65 (2010).
4. Heinz, V. und Toepfl, S.: Nicht-thermische Technologien – Verfahren zur Entkeimung und zur Strukturbeeinflussung von Lebensmitteln. *Rundsch. Fleischhyg. Lebensmittelüberwach.* 3, 104-106 (2009).
5. Toepfl, S. und Heinz, V.: New options for targeted product modification. *Fleischwirt. intern.* 3, 11-13 (2009).
6. Heinz, V.: Nicht-thermische Verfahren zur Entkeimung und zur Strukturbeeinflussung von Lebensmitteln. *Tagungsband 66. FEI-Jahrestagung 2008*, 89-96 (2009).
7. Töpfl, S., Schmidt, B. und Heinz, V.: Einsatz gepulster elektrischer Felder zur Verbesserung von Massentransportprozessen innerhalb fester biologischer Produkte am Beispiel der Behandlung von Rohpökelfleisch. (Posterabstract) *Tagungsband 66. FEI-Jahrestagung 2008*, 118-222 (2009).
8. Toepfl, S. und Heinz, V.: Einsatz gepulster elektrischer Felder (PEF) zur Beschleunigung von Massentransportvorgängen in Rohpökelfleisch. *Fleischwirt.* 10, 127-130 (2008).
9. Toepfl, S. und Heinz, V.: Application of Pulsed Electric Fields to improve mass transfer in dry cured meat products. *Fleischwirt. intern.* 1, 62-64 (2007).

Weiteres Informationsmaterial:

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)
Prof.-von-Klitzing-Str. 7, 49610 Quakenbrück
Tel.: 05431/183-228, Fax: 05431/183-200
E-Mail: info@dil-ev.de

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Fachbereich Life Science Technologies
Labor Fleischtechnologie
Liebigstr. 87, 32657 Lemgo
Tel.: 05261/702-241, Fax: 05261/702-197
E-Mail: achim.stiebing@hs-owl.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:



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.