

Anwendung elektrohydraulischer Stoßwellen zur Desintegration biologischer Gewebe am Beispiel der Zartmachung von Rindfleisch

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück Dr. V. Heinz/Prof. Dr. S. Töpfl
Forschungsstelle II:	Max-Rubner-Institut (MRI) Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel Arbeitsgruppe Analytik, Kulmbach Prof. Dr. F. Schwägele
Industriegruppen:	Verband der Fleischwirtschaft e.V. (VDF), Bonn Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. (FKM), Frankfurt VDMA Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen, Frankfurt
	Projektkoordinator: Dipl.-Ing. D. Stachetzki Verband der Fleischwirtschaft e.V. (VDF), Bonn
Laufzeit:	2008 – 2011
Zuwendungssumme:	€ 450.000,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Die Qualität von Fleisch definiert sich durch die sensorischen, ernährungsphysiologischen, hygienisch/toxikologischen und verarbeitungstechnologischen Eigenschaften. Aus der Sicht der Konsumenten sind Aussehen, Farbe, Geruch und Geschmack sowie insbesondere bei Rindfleisch die Konsistenz (Zartheit) ausschlaggebende Qualitätsmerkmale. Zunehmend ist eine Verschiebung des Marktes hin zu küchenfertigen, schnell zuzubereitenden Produkten zu beobachten, hieraus resultiert ein steigender Bedarf an Teilstücken, die sich als Steaks oder Kurzgebratenes eignen. Der hierfür nutzbare Anteil liegt bei den weitaus häufiger eingesetzten Doppelnutzungsrassen merklich niedriger als bei Fleischrassen. Durch eine postmortale Reifung kann die Ausbeute an Teilstücken mit der gewünschten Qualität erhöht werden, je nach Schlachtagter und Anteil des Bindegewebes ist für die Reifung ein Zeitraum von 7 Tagen bei Kalb bzw. ca. 14 Tagen bei Rind erforderlich. Vor allem aus wirtschaftlicher Sicht ist eine Verkürzung der Reifungszeit und das Erzielen einer verbesserten Fleischqualität vor allem bei Nichtedelteilstücken wünschenswert.

Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung eines mechanischen Verfahrens zur Beschleunigung der Reifung, das durch den Einsatz elektrohydraulisch erzeugter Stoßwellen eine Desintegration des Gewebes erreicht.

Forschungsergebnis:

Im Rahmen des Projekts wurde ein Funktionsmuster zur Erzeugung elektrohydraulischer Stoßwellen entwickelt und realisiert. Durch Nutzung einer Unterwasserentladung zwischen zwei Elektroden bzw. eines explodierenden Drahtes kann in einer Kondensatorbank gespeicherte elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt werden. Die Behandlung verpackter Fleischwaren erfolgt in einem wassergefüllten Kessel mit einem Durchmesser von 80 cm. Eine Verpackung des Behandlungsgutes ist zur Vermeidung des Kontakts zu Wasser und eventueller Kontaminationen erforderlich. Die Intensität der Stoßwelle kann durch Variation der Ladespannung sowie durch die Auswahl des Drahtmaterials und der Drahtlänge gewählt werden.

Anhand des Funktionsmusters wurden die Auswirkungen des Verfahrens auf die Qualitätseigenschaften von Rindfleisch bewertet. Hierzu wurden v. a. Roastbeefstränge (Longissimus dorsi) verwendet und in Scheiben à 2,5 cm Stärke geschnitten. Nach dem Verpacken der Proben wurden diese einer Behandlung bei unterschiedlicher Stoßintensität und Stoßanzahl unterzogen. Zusätzlich wurde der Einfluss einer Vor- bzw. Nachreifung bei 2° C über 7 Tage untersucht. Durch Zartheitsmessungen mittels Instron wurde die Produktqualität an gegarten Proben bewertet. Es erfolgte ein Vergleich zu konventionell über 14 Tage bei 2 °C gereiften Proben.

Durch eine alleinige Stoßwellenbehandlung konnte nur eine geringfügige Verbesserung der Zartmachung festgestellt werden. Durch eine zusätzliche Vor- bzw. Nachreifung von 7 Tagen konnte jedoch die Zartheit konventionell 14 Tage lang gereifter Proben erreicht oder sogar verbessert werden. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen einer ein- oder mehrfachen Stoßwellenanwendung festgestellt werden. Die Untersuchungen der Auswirkungen auf die Fleischqualität zeigten einen starken Einfluss der biologischen Rohware und hohe Schwankungsbreiten. Mittels elektrophoretischer Analysen konnte nach einer Stoßwellenbehandlung kein verändertes Proteinmuster gezeigt werden. Die Notwendigkeit einer Nach- bzw. Vorreifung zeigte, dass neben der direkten mechanischen Wirkung Sekundärreaktionen offenbar eine wichtige Rolle spielen.

Eine wesentliche Herausforderung stellen stoßwelleninduzierte Schäden an der Verpackung des zu behandelnden Materials sowie an der Versuchsanlage dar. Im Rahmen des Vorhabens wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Packstoffe auf ihre Eignung gegenüber einer Stoßwellenbehandlung untersucht. Eine ausreichende Stabilität konnte nur bei TPU-Packstoffen festgestellt werden, die derzeit jedoch nicht für Lebensmittel zugelassen sind. Die hohe Energiedichte einer elektrothermischen bzw. elektrodetonativen Stoßwellenerzeugung führte darüber hinaus zu starken Abnutzungserscheinungen an der Versuchsanlage, die auch durch mehrfache Modifikationen nicht ausgeschlossen werden konnten. Zukünftig ist daher die Nutzbarkeit alternativer Mechanismen zur Energieumwandlung (piezoelektrisch, elektromagnetisch) und eine Aufteilung der benötigten Energiedosis in kleinere Einheiten bei höherer Wiederholungsrate zu untersuchen.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die im Projekt realisierte Versuchsanlage sowie die erarbeiteten Prozessbedingungen zeigen die prinzipielle Möglichkeit zur Beschleunigung der Reifung von Rindfleisch mittels einer Stoßwellenbehandlung auf. Dies kann zu einer deutlichen Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit von kleinen und mittelständischen Unternehmen beitragen. Die erarbeiteten Erkenntnisse zeigen, dass die Behandlung mit geringen Energiekosten verbunden ist, jedoch sind für eine erfolgreiche industrielle Nutzung des Verfahrens noch weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, insbesondere in Hinblick auf die Anlagentechnik, erforderlich.

In Deutschland werden jährlich etwa 7,5 Mio. t Fleisch, davon ca. 1,25 Mio. t Rind- und Kalbfleisch, in 170 Betrieben der Fleischwarenindustrie erzeugt. Der fleischverarbeitende Sektor in Deutschland (1.014 Betriebe) ist mittelständisch strukturiert; ca. 94 % der Firmen erwirtschaften einen Umsatz von < 50 Mio. €.

Sollte sich das Verfahren nutzbar machen lassen, würde dies auch dem Maschinen- und Anlagenbau neue Geschäftsfelder eröffnen. Die 270 Betriebe des Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinenbaus erwirtschaften mit etwa 57.200 Beschäftigten einen Umsatz von ca. 8 Mrd. € jährlich.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2011.
2. Münch, S., Töpfl, S. und Schwägele, F.: Anwendung elektrischer Stoßwellen zur Desintegration biologischer Gewebe am Beispiel der Zartmachung von Rindfleisch. *Mitteilungsbl. Fleischforsch. Kulmbach* 51 (197), 139 (2012).
3. Töpfl, S. und Heinz, V.: Haltbarmachung und Strukturbeeinflussung von Fleischwaren. *Runds. Fleischhyg. Lebensmittelüberwach.* 1, 14-18 (2012).
4. Töpfl, S. und Heinz, V.: Reduktion der Reifungszeit erreicht Zartmachung von Rindfleisch mittels elektrohydraulischer Stoßwellen. *Fleischwirt.* 2, 46 (2011).
5. Töpfl, S.: Physikalische Technologien zur Haltbarmachung und Strukturbeeinflussung von Fleischwaren. *Tagungsband FEI-Jahrestagung 2011*, 31-46 (2011).
6. Töpfl, S. und Heinz, V.: New Technologies – preservation and structural modification of

food products by innovative processes.
Fleischwirt. Intern. Russia. 3, 1, 32-37
(2010).

7. Heinz, V.: Nicht-thermische Verfahren zur
Entkeimung und zur Strukturbeeinflussung
von Lebensmitteln. Tagungsband 66. FEI-
Jahrestagung 2008, 89-96 (2009).

Weiteres Informationsmaterial:

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V.
(DIL))
Prof.-von-Klitzing-Str. 7, 49610 Quakenbrück
Tel.: +49 5431 183-228
Fax: +49 5431 183-200
E-Mail: v.heinz@dil-ev.de

Max-Rubner-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ernährung und
Lebensmittel, Arbeitsgruppe Analytik
E.-C.-Baumannstr. 20, 95326 Kulmbach
Tel.: +49 9221 803-200
Fax: +49 9221 803-303
E-Mail: fredt.schwaegele@mri.bund.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 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:

