

## Entwicklung eines Plasma-basierten Verfahrens zur automatischen "Off- line"-Dekontamination von Slicermessern in der Lebensmittelindustrie



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Universität Leipzig Zentrum für Veterinary Public Health Institut für Lebensmittelhygiene Prof. Dr. Peggy Braun/Dr. Thiemo Albert  Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e.V. (IOM), Leipzig Prof. Dr. André Anders/Prof. Dr. Thomas Arnold
Industriegruppe(n):	Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie e.V. (BVDF), Bonn VDMA-Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen e. V., Frankfurt
Projektkoordinator:	Ines Nagelschmidt H. Kemper GmbH & Co. KG Fleischwarenfabrik, Nortrup
Laufzeit:	2017 – 2020
Zuwendungssumme:	€ 427.950,--

### **Ausgangssituation**

Vorverpackte aufgeschnittene Lebensmittel gehören zu den Convenienceprodukten und haben im Einzelhandel eine sehr große Bedeutung erlangt. Bei ihrer Herstellung ist ein hohes Maß an Prozesshygiene erforderlich, da beim industriellen Hochdurchsatzschneiden ein erhebliches Kontaminationspotential für Mikroorganismen bestehen kann. Unter den derzeitigen hygienischen und technischen Voraussetzungen in vielen kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) besteht oftmals eine Diskrepanz zwischen tatsächlicher und vom Betrieb angestrebter mikrobiologischer Produktqualität. Ursächlich sind vor allem Rekontaminationen beim Schneiden und Verpacken, welche zum frühzeitigen Verderb der Produkte führen können. Im Falle des Eintrags von Infektionserregern, z. B. von *Listeria monocytogenes*, kann zudem ein Gesundheitsrisiko resultieren. Die herkömmliche Dekontamination von Slicermessern durch eine nasschemische Reinigung und Desinfektion ist arbeits- und zeitaufwändig und kann zu möglichen Rückständen in Produkten führen oder zur mikrobiellen Resistenzbildung beitragen. Insbesondere für KMU sind geeignete und im „Small-scale“-Bereich finanzierbare Alternativen erforderlich, die möglichst automatisiert sind und sich ohne größeren Aufwand in die vorhandenen Prozessketten integrieren lassen. Zudem sollten die Verfahren produkt-, material- sowie ressourcenschonend sein. Hierbei bieten sich innovative physikalische Dekontaminationsverfahren, wie Plasma-basierte Technologien, an. Diese werden bereits in vielen Bereichen zur Oberflächendekontamination, beispielsweise im Verpackungssegment, eingesetzt. Vor diesem Hintergrund war es Ziel des Forschungsvorhabens, die Eignung von kaltem Atmosphärendruckplasma (KAP) zur Dekontamination von Slicermessern in der Lebensmittelindustrie zu prüfen. Hierbei sollte erstmals ein „off-line“-basiertes automatisches plasmatechnisches Verfahren entwickelt werden, das in der Lage ist, im Vergleich zur herkömmlichen nasschemischen Desinfektion eine mindestens gleichwertige bzw. bessere bakterizide Wirkung zu erreichen.

## Forschungsergebnis

Im Rahmen des Vorhabens wurde die antimikrobielle Wirkung von KAP vorab mittels eines im Labormaßstab skalierten Teststandes auf kreisförmigen Modell-Slicermesseroberflächen aus korrosionsbeständigem Stahl untersucht. Als Testkeime wurden je drei Feldisolate der Bakterienspezies *Listeria monocytogenes*, *Lactobacillus sakei* und *Serratia liquefaciens* verwendet. Diese wurden als Stationäre-Phase-Kulturen in unterschiedlichen Keimdichten ( $10^3$ - $10^8$  KbE) auf die Oberflächen ( $\varnothing$  2 oder 16 cm) aufgebracht und mit KAP exponiert. Die Ergebnisse zeigten, dass KAP auf Basis eines gepulst mikrowellenangeregten Plasmajets zur Reduktion der Keimdichte auf Slicermesseroberflächen führt. Die Wirkung der Plasmabehandlung war sowohl von mikrobiellen Faktoren (Bakterienspezies, -isolat und -keimdichte) als auch von plasmatechnischen Parametern (Prozessgas, Behandlungszeit, Leistung, Arbeitsabstand, Relativbewegung der Plasmaquelle zur Messeroberfläche) abhängig. Vergleichsweise höhere Reduktionsfaktoren mit Maximalwerten von  $4,1 \log_{10}$  (*Serratia liquefaciens*),  $3,1 \log_{10}$  (*Listeria monocytogenes*) und  $1,9 \log_{10}$  (*Lactobacillus sakei*) konnten bei niedriger Keimdichte unter Verwendung von Helium als Prozessgas erzielt werden. In Oberflächen- und Werkstoffanalysen zeigte sich, dass die Plasmabehandlung keinen praxisrelevanten negativen Einfluss auf die Materialeigenschaften des getesteten Messerstahls hat. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurde ein Funktionsdemonstrator konstruiert, mit dem eine „Off-line“-Dekontamination praxisüblicher kreisförmiger Slicermesser ( $\varnothing$  bis 46 cm) durchgeführt werden kann. Anschließend wurden mit dem Funktionsdemonstrator Untersuchungen zur antimikrobiellen Wirkung von KAP auf Modell-Messeroberflächen unter kreis- und mäanderförmiger Bewegung durchgeführt. Zusammenfassend zeigten hierbei die Ergebnisse, dass eine flächenhafte Dekontamination von bakteriell kontaminierten Messeroberflächen prinzipiell möglich ist. Auch hier konnten die bereits beschriebenen Einflüsse von mikrobiologischen und plasmatechnischen Parametern auf die Reduktionsfaktoren verifiziert werden. Insgesamt lässt sich auch schlussfolgern, dass KAP nur nach Vorreinigung der Messeroberfläche zur finalen flächenhaften Dekontamination eingesetzt werden sollte, da hier nur noch eine geringe Keimdichte zu erwarten ist und der inhibierende Einfluss von Matrixbestandteilen, wie Protein oder Fett, minimiert ist. Bevor ein Scale up in KMU erfolgen kann, ist in weiterführenden Studien, unter Einbeziehung modifizierter Plasmatechnologien und -parameter noch zu prüfen, ob die Flächenbehandlungsrate zur effektiven Keiminaktivierung gesteigert werden kann.

## Wirtschaftliche Bedeutung

Durch das Vorhaben konnte erstmals gezeigt werden, dass kaltes atmosphärisches Plasma unter Verwendung eines sich bewegenden Plasmajets zur flächenhaften Inaktivierung bakterieller Kontaminationen auf Slicermesseroberflächen aus korrosionsbeständigem Edelstahl führt. Die Ergebnisse können daher Ausgangspunkt für verschiedene innovative maschinenbauliche Umsetzungen in die Praxis sein. Die im Projekt vorgenommene Entwicklung, Inbetriebnahme und Testung eines Funktionsdemonstrators hat zudem gezeigt, dass ein Transfer (Prototyp) des Verfahrens vor dem wirtschaftlichen und anwenderfreundlichen Hintergrund insbesondere im Bereich der KMU als realistisch anzusehen ist. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine weitere Verbesserung der Technologie in Bezug auf eine Steigerung der Flächenbehandlungsrate. Gelingt dies, steht den fleischverarbeitenden Betrieben künftig eine Technologie zur Verfügung, die zur weiteren Verbesserung der mikrobiologischen Qualität und Sicherheit der Produkte beiträgt. Lebensmittelverluste durch frühzeitigen Verderb oder Rückrufaktionen infolge von Kontaminationen mit Pathogenen, wie *Listeria monocytogenes*, ließen sich vermeiden oder reduzieren. Dies würde den Unternehmen dieses überwiegend mittelständisch geprägten Wirtschaftszweiges helfen, ihre Erzeugnisse im Einzelhandel stabil zu platzieren. Zudem ließe sich der Verbrauch nasschemischer Desinfektionsmittel sowie der mit der Dekontamination derzeit verbundene Zeit- und Personalaufwand in den betreffenden Betrieben reduzieren. Im Jahre 2018 existierten in Deutschland 402 fleischverarbeitende Betriebe mit einem Nettoumsatz von rund 19 Mrd. € sowie einer Beschäftigtenzahl von 64.490. Das Segment Aufschnittware ist dabei für viele Betriebe ein wichtiger Absatzmarkt. Der potenzielle Nutzerkreis der Forschungsergebnisse ist daher groß. Denkbar wäre auch eine breite Anwendung im Bereich der Dekontamination vielfältiger Schneidwerkzeuge, die zur Herstellung verschiedener tierischer und pflanzlicher Aufschnittwaren eingesetzt werden

### **Publikationen (Auswahl)**

1. FEI-Schlussbericht 2020.
2. Albert, T., Braun, P. G., Saffaf, J. & Wiacek, C.: Physical Methods for the Decontamination of Meat Surfaces. *Curr. Clin. Microbiol. Rep.* 8, 9-20 (2021).

### **Weiteres Informationsmaterial**

Universität Leipzig  
Zentrum für Veterinary Public Health  
Institut für Lebensmittelhygiene  
An den Tierkliniken 1, 04103 Leipzig  
Tel.: +49 341 97-38221  
Fax: +49 341 97-38249  
E-Mail: pbraun@vetmed.uni-leipzig.de

Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e.V. (IOM)  
Permoserstrasse 15, 04318 Leipzig  
Tel.: +49 341 235-2308  
Fax: +49 341 235-2313  
E-Mail: info@iom-leipzig.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:



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 Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © Uni Leipzig

Stand: 15. August 2023