

Schalenkeimreduktion auf Brut- und Konsumeiern mittels atmosphärischem Plasma

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Universität Leipzig Institut für Lebensmittelhygiene Prof. Dr. Peggy Braun
Forschungsstelle II:	Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. (IPN) Prof. Dr. Klaus-Dieter Weltmann/Dr. Jörg Ehlbeck
Forschungsstelle III:	Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) Prof. Dr. Reiner Brunsch/Dr. Oliver Schlüter
Industriegruppen:	Zentralverband Eier e. V, Bonn Bundesverband der Deutschen Eiprodukten-Industrie e. V., Bonn
	Projektkoordinator: Caspar von der Crone Zentralverband Eier e. V, Bonn/Bundesverband der Deutschen Eiprodukten-Industrie e. V., Bonn
Laufzeit:	2013 – 2015
Zuwendungssumme:	€ 566.450,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Rechtsbedingt wurden in den letzten Jahren einschneidende Strukturänderungen hinsichtlich der Haltungsformen von Legehennen vorgenommen. Ca. 30 Mio. Tiere wurden von Käfighaltung auf alternative Systeme umgestellt. Haltungsbedingt ist so mit einem höheren Infektionsdruck und einer stärkeren Keimbelastung der Eischale zu rechnen. Dennoch sollen die Eier mikrobiologisch sicher sein und eine Haltbarkeit von 28 Tagen aufweisen. Rechtliche Maßnahmen (EU-Zoonoseprogramm VO (EG) 2160/2003) zur Senkung der Prävalenzen, insbesondere von *Salmonella enteritidis*, greifen zwar, das Ziel einer salmonellenfreien Urproduktion konnte bisher allerdings nicht erreicht werden. Auch 2014 waren über 16.000 Salmonellosen des Menschen in Deutschland zu verzeichnen. Diese konnten hauptsächlich auf den Verzehr von Eiern bzw. roheihaltigen Eiprodukten zurückgeführt werden. Die Nachweisrate von *Salmonella enteritidis* auf der Schale mit ca. 0,06 % erscheint gering, bei einer jährlichen Eiproduktion von ca. 11,6 Mrd. sind davon aber

696 Mio. kontaminierte Eier betroffen. Konventionelle Entkeimungsverfahren und Alternativen, wie Waschen, Ozonierung, gepulstes Licht, zeigen trotz teilweise guter Keimreduktion deutliche Nachteile und sind bisher nicht praxisrelevant. Waschen ist beispielsweise nach den gesetzlichen Vorgaben für Eier der Klasse A (VO (EG) 589/2008) nicht zugelassen und nur für Klasse B-Eier vor dem Eiaufschlag zur Verarbeitung zu Eiprodukten erlaubt.

Es besteht Bedarf an neuartigen, trockenen Verfahren zur Reduktion des Schalenkeimgehaltes, welche die mikrobiologische Sicherheit und gleichzeitig den Qualitätserhalt von Eiern gewährleisten. Atmosphärisches Plasma könnte hierbei als nicht-thermische Technik etabliert werden. Bisher wird es zur Sterilisation von Geräten sowie Lebensmittelverpackungen (z. B. PET-Flaschen) untersucht und bereits zur Oberflächenbehandlung von Kunststoffen industriell eingesetzt. Besonders Atmosphärendruckplasma sind durch ihre milden Verfahrensbedingungen sowie wegen der niedrigen Geräte- und Betriebskosten interessant.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Anwendbarkeit von atmosphärischem Plasma, einem trockenen Dekontaminationsverfahren, auf Eier zu prüfen und Grundlagen für eine effektive Behandlung zu erarbeiten.

Forschungsergebnis:

In die Untersuchungen wurden drei unterschiedliche Plasmaverfahren (direkt, semi-direkt und indirekt) einbezogen. Mit dem Plasma-Jet kIN-Pen09®, einem direkten Plasmaverfahren, wurden Daten zum Einfluss verschiedener Prozessparameter, wie Gasarten, Behandlungszeiten, Gasdurchflussraten, Abständen zur Plasmaquelle und Kontaminationsdosen, erarbeitet. Die wichtigsten Erkenntnisse waren, dass sowohl Salmonellen als auch die ausgewählten Vertreter der nativen Schalenkeimflora signifikant durch atmosphärisches Plasma reduziert werden können. Argon erwies sich, im Vergleich zu Argon-Sauerstoff-Gemischen, als effizienteres Prozessgas, mit dem Salmonellenreduktionen von 2 log/cm² (99 %) erzielt werden konnten. Die untersuchten Gasdurchflussraten und Kontaminationsdosen (bis 10⁶ KbE/cm²) hatten keinen Einfluss auf die Keimreduktion. Der Abstand der Plasmaquelle zum Ei und die Zumischung von Sauerstoff beeinträchtigten die Kutikula der Eischale, was jedoch durch entsprechende Prozessanpassungen verhindert werden könnte.

Eine effektive Dekontamination mit dem Plasma-Jet ist nur punktuell möglich. Durch die Hinzunahme weiterer Jets kann die Behandlungsfläche zwar ausreichend vergrößert werden, da Argon allerdings einen großen Kostenpunkt beansprucht, wurde die Entwicklung eines Plasma-Jet-Arrays aber als impraktikabel verworfen.

Als Alternative wurde die Eignung einer indirekten Plasmabehandlung mit dem PLeXc®-Gassterilisationsverfahren untersucht. Aufgrund unerwünschter Verfärbungen am Produkt und dem geringen Reduktionsvermögen wurde auch dieses Verfahren für ungeeignet befunden.

Daher wurde, angepasst an die Eigeometrie, eine neue, semi-direkte Plasmaquelle entwickelt. Mit der FEPS-Plasmaanlage konnte mit Druckluft als Prozessgas die native Schalenkeimflora innerhalb von 5 min um 1 Log-Stufe und Salmonellen um mindestens 2 Log-Stufen (> 99 %) reduziert werden. Die Optimierung ist noch nicht vollständig abgeschlossen, die Eliminierung der beobachteten Beeinträchtigungen

(punktuelle Durchschläge), die zum Verzicht der Brutversuche führten, sollte Ziel weiterer Untersuchungen sein.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Anwendung plasmabasierter Technologien mit den Vorteilen kurze Expositionszeit, geringe Kosten, keine toxischen Nebenprodukte zur trockenen Behandlung von Brut- und Konsumeiern ist grundsätzlich neu. Eine erfolgreiche Umsetzung der Technologie würde zu einem innovativen Verfahren führen, welches Entkeimungsprozesse für Konsumeiern ermöglicht sowie Bruteibehandlungen mit gesundheitsbedenklichen Stoffen (Formalin) und ggf. nachteilige Nassverfahren für B-Eier ersetzen kann. Die Ergebnisse könnten einen wichtigen Beitrag gleichzeitig im Sinne des vorbeugenden Verbraucherschutzes wie zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der betroffenen Unternehmen liefern.

Von den Ergebnissen werden in Deutschland ca. 1.500 Erzeugerbetriebe (Produktionsvolumen: ca. 11,6 Mrd. Eier), die Ei-verarbeitenden Betriebe (Produktionsvolumen: ca. 6 Mrd. Eier), Packstellen und 67 Brütereien (Produktionsvolumen: ca. 1 Mrd. Eier) profitieren. Das Einsatzpotenzial dieser Technologie erstreckt sich auf die gesamte Produktionskette der Eiproduktion und Eiverarbeitung und ist zudem für den Anlagenbau, d. h. für Plasmahersteller sowie für Produktionsanlagenbauer, interessant.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2015.
2. Moritz, M., Wiacek, C., Köthe, M. und Braun, P. G.: Atmospheric pressure plasma jet treatment of *Salmonella Enteritidis* inoculated eggshells. Int. J. Food Microbio. 245, 22-28 (2017).
3. Wiacek, C., Moritz, M., Scholz, N., Stachowiak, J., Ehlbeck, J. Fröhling, A., Schlüter, O. und Braun, P. G.: Kaltes Plasma für die Schalenbehandlung von Konsumeiern. RFL 68, 137-138 (2016).
4. Stolz, N., Weihe, T., Stachowiak, J., Braun, B., Schlüter, O. und Ehlbeck, J.: Decontamination of Shell Eggs by Using Non-Thermal Atmospheric Pressure Plasma. 5th Intern. Conf. Biomed. Eng. Technol. 2015, IACSIT Press, Singapore DOI: 10.7763/IPCBE. 2015.V81.14 (2015).

Weiteres Informationsmaterial:

Universität Leipzig
Institut für Lebensmittelhygiene
An den Tierkliniken 1, 04103 Leipzig
Tel.: +49 341 9738-220
Fax: +49 341 9738-249
E-Mail: pbraun@vetmed.uni-leipzig.de

Leibniz-Institut für Plasmaforschung und
Technologie e.V. (IPN)
Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald
Tel.: +49 3834 554-310
Fax: +49 3834 554-301
E-Mail: weltmann@inp-greifswald.de

Leibniz-Institut für Agrartechnik
Potsdam-Bornim e.V. (ATB)
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam
Tel.: +49 331 5699-100
Fax: +49 331 5699-849
E-Mail: rbrunsch@atb-potsdam.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



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