

Lebensmittelhygiene: UV-C-Behandlung ist zur Keimreduzierung auf Schaleneiern geeignet

Stellungnahme Nr. 019/2014 des BfR vom 16.11.2012

UV-Strahlen haben eine keimabtötende Wirkung und werden beispielsweise in Molkereien, fleischverarbeitenden Betrieben oder Kühlhäusern zur Desinfektion von Oberflächen oder zur Reduzierung von Keimen in der Umgebungsluft eingesetzt. Als UV-C-Strahlung werden elektromagnetische Strahlen im Wellenlängenbereich von 100 bis 250 Nanometer bezeichnet.

Aus Sicht des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) können mit UV-C-Strahlen Keime auf Eierschalen reduziert werden. Hinweise auf gesundheitliche Risiken für Verbraucher, die von UV-C-bestrahlten Lebensmitteln ausgehen könnten, liegen nicht vor.

Vor diesem Hintergrund könnten UVC-Verfahren zu Verbesserung des mikrobiologischen Status auf Schaleneiern genutzt werden. Der Einsatz des Verfahrens sollte aber an Voraussetzungen geknüpft werden, die die Lebensmittelunternehmer erfüllen müssen. Dazu gehören beispielsweise der Nachweis über die Wirksamkeit der eingesetzten Strahlung und die Dokumentation des Verfahrensablaufs.

1 Gegenstand der Bewertung

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) befasst sich im Folgenden mit den Fragen, ob UV-C-Verfahren zur Reduzierung von Keimen auf Schaleneiern geeignet sind und ob von den Verfahren Gesundheitsrisiken für Verbraucher ausgehen könnten.

2 Ergebnis

Nach derzeitigem Stand des Wissens kommt das BfR zu dem Ergebnis, dass die UV-C-Behandlung von Eiern in der Schale zur Verbesserung des mikrobiologischen Status der Oberfläche von Schaleneiern beitragen kann. Es liegen keine Erkenntnisse vor, dass von diesem Verfahren Gesundheitsrisiken für den Verbraucher ausgehen könnten.

Als Voraussetzung für die Anwendung von UV-C-Verfahren sollte der Lebensmittelunternehmer aus Sicht des BfR unter anderem die folgenden Bedingungen erfüllen:

- Nachweis über die Wirksamkeit der eingesetzten Strahlung,
- Dokumentation des Verfahrensablaufs der Dekontamination,
- Maßnahmen bereitstellen, die eine nachteilige Beeinflussung der Eier im Fall von technischen Störungen bei der UV-C-Behandlung verhindern.

Zu Risiken durch die UV-C-Behandlung von Eiern liegen derzeit keine Erkenntnisse vor. Im Sinne des gesundheitlichen Verbraucherschutzes überwiegt aus Sicht des BfR der Nutzen der Anwendung zur Verbesserung des mikrobiologischen Status der Oberfläche von Schaleneiern.

3 Begründung

3.1 Wirkungsweise von UV-C-Strahlung zur Behandlung von Eiern in der Schale

Das ultraviolette Spektrum ist in die Bereiche UV-A-, UV-B- und UV-C-Strahlung segmentiert. Die UV-C-Strahlung umfasst einen Wellenlängenbereich zwischen 100-280 nm (Paul, 2003). Die desinfizierende Wirkung der UV-C-Strahlung wurde in verschiedenen Studien nachgewiesen, bei denen 90 % der emittierten Strahlung eine Wellenlänge von 253,7 nm aufwies (Chun et al., 2010; Haughton et al., 2011).

Die Wirkung von UV-Strahlung beruht auf dem Gesetz von Grotthus-Draper. Danach sind nur solche Strahlenanteile wirksam, die vom bestrahlten Objekt absorbiert werden (Bolus, 2001). Dabei erfolgt die Absorption elektromagnetischer Schwingungen, welche zu Anregung und Ionisation von Molekülen führt. Durch die so zugeführte Energie werden diverse chemische Bindungen, wie z.B. Kohlenstoffeinfach- sowie –doppelbindungen, aufgebrochen. UV-Strahlung ist daher vor allem in Proteinen und Nukleinsäure wirksam. Aminosäuren und die aus ihnen aufgebauten Proteine weisen ein Absorptionsmaximum bei einer Wellenlänge von 280 nm auf. Bei den kettenartigen Nukleinsäuren finden relevante Absorptionsvorgänge vor allem an den Basen Adenin, Guanin, Cytosin und Thymin statt. Diese weisen im Mittel ein Absorptionsmaximum bei einer Wellenlänge von 260 nm auf.

Eine Bestrahlung mit UV-Licht wirkt somit auf den Zellkern sowie die Zellwand ein. Dies lässt den Schluss zu, dass UV-Strahlung im Spektrum um 260 nm prinzipiell in der Lage ist, Mikroorganismen zu schädigen oder abzutöten (Schmidt-Burbach, 1977).

3.2 Verwendung der UV-Bestrahlung in der lebensmittelverarbeitenden Industrie

Die UV-Bestrahlung hat Vorteile gegenüber anderen Verfahren zur Keimreduktion, die in der Lebensmittelindustrie üblich sind: Für das Verfahren werden weder Chemikalien benötigt, noch wirken während des Prozesses hohe Temperaturen auf das Lebensmittel ein. Dies macht die Methode zu einem Verfahren, das das Produkt schont (Devine et al., 2001).

Die UV-Bestrahlung findet Anwendung in Molkereien, Käsereien, Kühlhäusern und fleischverarbeitenden Betrieben, um den Keimgehalt der Umgebungsluft und auf Oberflächen zu reduzieren. Heutzutage wird i.d.R. auf ozonbildende UV-Lampen verzichtet, da es durch diese vor allem bei Fleischprodukten zu Ranzigkeit oder Geruchsveränderungen kommen kann (Lyon et al., 2007).

3.3 Nachteile der UV-C-Strahlung

Hinsichtlich der Behandlung von Eiern in der Schale zur Keimreduktion durch UV-C-Strahlung kann es durch Verschmutzungen der Eier zu einer Abnahme der Wirksamkeit kommen. Hervorgerufen wird dieser Effekt durch Abdeckung der Eioberfläche und Schattenbildung. Auf diese Problematik weist auch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit hin (EFSA, 2005; De Reu et al., 2006).

Am menschlichen und tierischen Körper können je nach Intensität und individueller Empfindlichkeit Schädigungen durch UV-C-Strahlung entstehen. Vor allem Entzündungen an den Bindehäuten der Augen und Verbrennungen der Haut sind zu nennen. Dieses Risiko kann allerdings durch geeignete Schutzkleidung minimiert werden. Eine Gefahr für innere Organe ist durch die geringe Eindringtiefe von UV-C-Strahlung nicht zu erwarten (Giessen, 1965).

3.4 Bedingungen bei der Anwendung von UV-C-Strahlung

Unter der Voraussetzung, dass sich in Folge der Anwendung von UV-C-Strahlung die Anforderungen an die Behandlung, Lagerung und das Inverkehrbringen von Eiern in der Schale gegenüber den derzeitigen rechtlichen Rahmenbedingungen nicht in wesentlichen Punkten ändern, ist bei der Zulassung entsprechender Verfahren Augenmerk auf die Einhaltung technischer Spezifikationen zu legen. Dies sind insbesondere die Gewährleistung konstanter Wellenlängen über den Anwendungszeitraum im Bereich von 253,7 nm sowie der angewendeten Strahlendosis als Funktion aus Behandlungsdauer und Bestrahlungsstärke in Joule pro Fläche. Auch sollte auf eine Behandlung der Eier von allen Seiten geachtet werden.

3.5 Verbesserung der Lebensmittelsicherheit hinsichtlich des Vorkommens pathogener Mikroorganismen auf der Eischale und im Verhältnis zum Vorkommen pathogener Mikroorganismen im Eiinneren

Pathogene Mikroorganismen können über zwei verschiedene Wege in das Ei gelangen. Zum einen kann das Eiinnere bereits vor der Eiablage während der Eibildung im Eileiter eines infizierten Huhnes kontaminiert werden (primäre oder vertikale Kontamination). Angaben aus der Literatur zufolge sind aber selten mehr als 100 Keime pro Ei bei einer primären Kontamination mit Salmonellen im Eiinhalt nachweisbar (Humphrey et al., 1991; Gast and Beard, 1992; Gast and Holt, 2000). Häufiger wird das Ei während oder nach der Eiablage, z.B. durch den Kot infizierter Tiere, äußerlich mit pathogenen Mikroorganismen kontaminiert (sekundäre oder horizontale Kontamination). Bei den im Jahr 2010 in Deutschland planmäßig durchgeführten amtlichen Untersuchungen von Konsumeiern wurden bei 0,17 % der Eier Salmonellen nachgewiesen. Hierbei wurden Salmonellen ausschließlich auf der Eischale, nicht aber im Eiklar und Dotter detektiert (Hartung und Käsbohrer, 2012).

Pathogene Erreger sind in der Lage, auf der Eischale zu überleben. Die Überlebensfähigkeit auf der Schale verlängert sich bei kälterer Umgebungstemperatur, während es bei ungekühlter Lagerung zu einer schnelleren Austrocknung der Schalenoberfläche und somit zum schnelleren Absterben dort befindlicher Salmonellen kommt (Radkowski, 2002; Messens et al., 2006). Ist das Ei bei der Lagerung Temperaturschwankungen ausgesetzt (z.B. durch Unterbrechung der Kühlkette), so kommt es auf der Schalenoberfläche zu Kondensationen, welche die Überlebensfähigkeit von Mikroorganismen auf der Schale erhöhen (Nasim et al., 1982). Wie auch andere Bakterien sind Salmonellen imstande, durch die Poren der Eischale und der Schalenmembranen in das Eiinnere zu penetrieren (Board, 1966; Baker et al., 1990; De Reu et al., 2006). Das Eiklar ist mit Substanzen ausgestattet, die das Wachstum von Bakterien hemmen. Als Folge des natürlichen Alterungsprozesses des Eis nimmt die Aktivität der Hemmsubstanzen im Eiklar ab. Darüber hinaus erhöht sich die Durchlässigkeit der Dottermembran, wodurch Bakterien leichter in das Dotter migrieren und auch Nährstoffe aus dem Dotter in das Eiklar diffundieren können. Die Nährstoffe aus dem Dotter begünstigen zusätzlich die Vermehrungsfähigkeit der Bakterien.

Untersuchungen zeigten, dass durch eine UV-C-Behandlung von sauberen Eiern, die keine sichtbaren Verschmutzungen aufweisen, die mikrobielle Belastung der Schale um mindestens eine Zehnerpotenz reduziert werden kann (Coufal et al., 2003; De Reu et al., 2006). Bei Eiern mit sichtbaren fäkalen Verschmutzungen hingegen konnte keine deutliche Verringerung der Keimzahl festgestellt werden (De Reu et al., 2006).

3.6 Schlussfolgerungen

Gegenüber unbehandelten Eiern ergibt sich für Eier, die mit UV-C-Strahlung behandelt wurden, insgesamt ein Vorteil durch eine Verbesserung des mikrobiellen Status. Im Vergleich zu anderen Verfahren zur Keimreduktion, wie z.B. Waschen der Eischalen, hat das Bestrahlungsverfahren den Vorteil, keine Verletzung der Kutikula hervorzurufen (EFSA, 2005).

Zu Risiken durch die UV-C-Behandlung von Eiern liegen derzeit keine Erkenntnisse vor. Im Sinne des gesundheitlichen Verbraucherschutzes überwiegt aus Sicht des BfR der Nutzen der Anwendung zur Verbesserung des mikrobiologischen Status der Oberfläche von Schalen-eiern.

3 Referenzen

Baker, R. C. (1990): Survival of *Salmonella Enteritidis* on and in shelled eggs, liquid eggs, and cooked egg products. *Dairy, Food and Environmental Sanitation* 10(5):273-275.

Board, R. G. (1966): Review article: the course of microbial infection of the hen's egg. *J Appl Bacteriol.* 29(2):319-341.

Bolus, N. E. (2001): Basic review of radiation biology and terminology. *J Nucl Med Technol.* Jun;29 (2), 67-73

Chun, H.H., Kim, J.Y., Lee, B.D. (2010): Effect of UV-C irradiation on the inactivation of inoculated pathogens and quality of chicken breasts during storage. *Food control*, 21, 276-280

Coufal, C., Chavez, C., Knape, K., Carey, J. (2003): Evaluation of a method of ultraviolet light sanitation of broiler hatching eggs. *Poult Sci* 82(5):754-9.

De Reu, K., Grijspeerdt, K., Herman, L., Heyndrickx, M., Uyttendaele, M.J., Debevere, J., Putirulan, F.F. and Bolder, N.M. (2006): The effect of a commercial UV disinfection system on the bacterial load of shell eggs. *Lett. in Appl. Microbiol.* 42 (2), 144-148

De Reu, K., Grijspeerdt, K., Messens, W. (2006): Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella enteritidis*. *Int J Food Microbiol* 112(3):253-260.

Devine, D. A., Keech, A. P., Wood, D. J., Kellington, R. A., Boyes, H., Doubleday, B., and P.D. Marsh (2001): Ultraviolet disinfection with a novel microwave-powered device. *Journal of Applied Microbiology*, 91 (5), 786-794

Gast, R. K. und Beard, C. W. (1992): Detection and enumeration of *Salmonella enteritidis* in fresh and stored eggs laid by experimentally infected hens. *J Food Prot* 55(3):152-156.

Gast, R. K. und Holt, P. S. (2000): Deposition of phage type 4 and 13a *Salmonella enteritidis* strains in the yolk and albumen of eggs laid by experimentally infected hens. *Avian Dis* 44(3):706-710.

Giessen, M. (1965): UV-Entkeimungslampen bei Fleisch. *Die Fleischwirtschaft*, 10

Hartung, M. und Käsbohrer, A. (2012): Erreger von Zoonosen in Deutschland im Jahr 2010. BfR-Wissenschaft 06/2012.

Haughton, P. N., Lying, J. G., Cronin, D. A., Morgan, D. J., Fanning, S., Whyte, P. (2011): Efficacy of UV Light Treatment for the Microbiological Decontamination of chicken, associated Packaging, and contact surfaces. *Journal of Food Protection*, 74, 565-572

Humphrey, T. J., Whitehead, A., Gawler, A. H. (1991): Numbers of *Salmonella enteritidis* in the contents of naturally contaminated hens' eggs. *Epidemiol. Infect.* 106(3): 489-496.

Lyon, S. A., Fletcher, D. L., Berrang, M. E. (2007): Germicidal ultraviolet light to lower numbers of *Listeria monocytogenes* on broiler breast fillets. *Poultry Science*, 86 (5), 965-967

Messens, W., Grijspeerdt, K., Herman, L. (2006): Eggshell penetration of hen's eggs by *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis* upon various storage conditions. *Br. Poult. Sci* 47(5):554-560.

Nasim, Z., Afzal, H., Ashfaq, M., Akhtar, F. und Hur, G. (1982): Isolation and survival of *Salmonella* Typhimurium from egg shells. *Pakistan vet. J.* Vol. 2, 3: 108-109.

EFSA (2005): Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the request from the Commission related to the Microbiological Risks on Washing of Table Eggs. *The EFSA Journal* (2005), 269, 1-39.

Paul, H. (2003): *Lexikon der Optik*, 373-379

Radkowski, M. (2002): Effect of moisture and temperature on survival of *Salmonella*. *Arch. Geflügelk.* 66(3):119-123.

Schmidt-Burbach, G. M. (1977): Die Ultraviolettstrahlung und ihre Anwendung zur Desinfektion und Sterilisation. *Biotechnische Umschau*, 11