

Entwicklung und Anwendung eines neuen regelbaren Räucherprozesses und Auswirkung auf die Qualität von Fleischwaren



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Lebensmittelmaterialwissenschaften Prof. Dr. Jochen Weiss/Prof. Dr. Monika Gibis Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Aromachemie Prof. Dr. Yanyan Zhang
Industriegruppe(n):	Bundesverband Deutscher Wurst- & Schinkenproduzenten e.V. (BVWS), Bonn
Projektkoordinator:	Dr. Ulrich Leutz Reich Thermoprozesstechnik GmbH
Laufzeit:	2020 - 2024
Zuwendungssumme:	€ 472.205--

Ausgangssituation

Bei rund 60 % aller deutschen Fleischerzeugnissen wird während des Herstellungsprozesses eine Behandlung mit Rauch durchgeführt. Dabei werden entscheidende sensorische Qualitätsattribute, wie Farbe, Geruch, Geschmack und Textur, aber auch technofunktionelle Eigenschaften, wie Festigkeit und Haftung der Wursthülle, durch das Räuchern erzielt. Räuchern trägt zur Haltbarkeit der behandelten Fleischerzeugnisse bei, da sowohl Protein- und Lipidoxidationen als auch mikrobielles Wachstum gehemmt werden. Räuchern ist daher ein unverzichtbares Verfahren, um eine Vielfalt an qualitativ hochwertigen Fleischerzeugnissen herzustellen. In Deutschland wird Rauch technisch meist über speziell dafür konstruierte Apparate, den sog. Raucherzeugern, bereitgestellt. Vorwiegend kommen dabei drei Raucherzeugungsverfahren zum Einsatz: das Glimmrauch-, Reiberauch- und letztlich das Dampfrauchverfahren. In industriellen Prozessen werden alle drei Raucherzeugungsverfahren verwendet, wobei das Glimmrauchverfahren aufgrund seines breiten Einsatzspektrums vor allem von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) präferiert wird.

Trotz der großen Bedeutung des Räucherprozesses ist eine zielgerichtete Erzeugung von Rauch derzeit nicht möglich, da der Rauch in den derzeit verwendeten Glimmraucherzeugern unter konstanten Anlageparametern ohne Regelung erzeugt wird. Ein regelbares Glimmrauchsystem könnte Rauch erzeugen, der flexibel mit Erhitzungs- und Trocknungsschritten in Kochräucherkamern kombiniert werden könnte, um eine Vielfalt an Fleischerzeugnissen mit unterschiedlichen technofunktionellen und spezifischen Qualitätsattributen (beispielsweise Farbe, Aroma, Textur, Hüllenfestigkeit) herzustellen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, unter Verwendung eines neukonstruierten Forschungsraucherzeugers auf Basis eines Glimmraucherzeugers, der eine gezielte Variation der Pyrolysebedingungen ermöglicht, Untersuchungen zur Zusammensetzung und zu den physikochemischen Eigenschaften des erzeugten Rauchs durchzuführen. Dessen sensorische Wirkung wurde in Bezug auf Geschmack, Geruch, Aussehen und Textur am Beispiel von Wiener Würstchen bestimmt. Des Weiteren wurden krebserregende Kontaminanten untersucht, um eine Reduzierung ohne Einschränkungen der Qualität und Sicherheit zu ermöglichen.

Forschungsergebnis

Im Bereich der Regelung des Glimmrauchsystems konnten erheblich Fortschritte erzielt werden. Es kann durch eine einfache Steuerung das Glutbett und dessen Temperatur eingestellt werden, um somit bestimmte Pyrolysetemperaturen und Rauchzusammensetzungen zu erzielen. Weiterhin zeigte sich, dass die Holzart Einfluss auf das Verhalten der Pyrolyse besaß und die Zusammensetzung des Rauchs sich zwischen den Holzarten deutlich unterschied sowie durch die gewählte Pyrolysetemperatur konnte diese beeinflusst werden.

Es konnte gezeigt werden, dass das Aussehen und die Textur dem gleichen Trend folgten, was die Einflussfaktoren auf die Wiener Würstchen betrifft. Gleich in der Farbe aussehende Würstchen, die unter unterschiedlichen Pyrolysebedingungen hergestellt wurden, hatten somit eine sehr ähnliche Textur. Dabei war der Einfluss des individuellen Naturdarms auf die Textur größer als bisher angenommen. Die untersuchten Aromastoffe zeigten sich temperaturabhängig, wobei höhere Pyrolysetemperaturen auch zu einer höheren Konzentration an Aromastoffen im Rauchkondensat und in den Würstchen führte. Die Untersuchungen des Diffusionsverhaltens der Aromastoffe in die Wurstmatrix zeigte Unterschiede bezüglich der analysierten Aromastoffe, jedoch war das Verhalten kaum von dem Hüllenmaterial bzw. Darm, der Dicke und der Verpackung abhängig. Für die Lagerbeständigkeit hat sich gezeigt, dass eventuelle Sekundärreaktionen zwischen Rauchbestandteilen und dem Produkt zu einer wahrgenommenen Verschlechterung führte. Ein aktives Ausgasen von Aromastoffen während der Lagerung konnte allerdings nicht beobachtet werden. Bezüglich der in Verdacht stehenden krebserregenden Kontaminanten konnten Minimierungsstrategien erstellt und Bildungsbedingungen erfasst werden. Generell konnte festgestellt werden, dass mit einer höheren Pyrolysetemperatur und einer längeren Räucherdauer steigende Gehalte an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), heterozyklischen Aminen (HAA) und Monochlorpropandiolen (MCPD) quantifiziert wurden. Zur Minimierung dieser Prozesskontaminanten sollten die Pyrolysetemperaturen zwischen 300 und 600 °C mit daran angepassten Räucherzeiten verwendet werden, da dann nur geringe Gehalte an den Prozesskontaminanten beim Heißräuchern von Wiener Würstchen gebildet werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

Mit einem Jahresumsatz von rund 25,2 Mrd. € (2023) gehört die fleischverarbeitende Industrie zu den wichtigsten Teilbranchen der deutschen Lebensmittelindustrie und erwirtschaftete zusammen mit Schlachten ca. 22 % des Gesamtumsatzes. Da rund 60 % aller deutschen Fleischwaren derzeit mit Rauch behandelt werden, ist die Möglichkeit eines zielgerichteten Glimmrauchverfahrens ein wichtiger Schritt in der Qualitätssicherung. Vor allem für KMU ist eine einfache Anwendung essentiell. Die untersuchte Regelung des Rauchprozesses ermöglicht Anwendern den Verlauf und das Ergebnis genauer zu steuern. Somit können Fehlprodukte vermieden werden. Weiterhin können berechnete mathematische Modelle zur Minimierung unerwünschter Kontaminanten genutzt werden. Somit kann diese ohne Einbußen qualitätsgebender Parameter umgesetzt werden. Die gewonnenen Daten führen dazu, dass sowohl eine effizientere Behandlung als auch eine breitere Art an Produkten mittels des Glimmrauchverfahrens geräuchert werden kann.

Ferner werden auch andere Segmente der Lebensmittelindustrie von den Ergebnissen profitieren, da auch verschiedene Käse, Fische oder Tofu mit Rauch behandelt werden; im Segment der Fleischwarenalternativen auf pflanzlicher oder mikrobieller Basis wird der Einsatz von Räucherverfahren bereits erprobt bzw. praktiziert. Die hier untersuchte Regelung könnte Einfluss auf die zukünftige Bauweise von Rauchgeneratoren haben und steigert somit die Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit von kleinen und mittelständigen Unternehmen.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2024.
2. Leible, M., Woern, C., Herrmann, K., Gibis, M., & Weiss, J.: Effect of air volume flow rates on pyrolysis temperatures and flue gas compositions to control smoldering smoke generation. *J. Food Eng.* 387, 112213 (2025).
3. Leible, M., Herrmann, K., Gibis, M., & Weiss, J.: Effect of smoldering air volume flow rates and smoking time on quality attributes of Frankfurter-type sausages. *Eur. Food. Res. Technol.* 251, 2915–2926 (2025).
4. Albert, C., Leible, M., Döring, M., Jira, W., & Gibis, M.: Smoldering Smoke Conditions Affect Contents of Monochloropropanediols in Frankfurter-Type Sausages. *AC Food Sci. Technol.* 5, 1328-1337 (2025).
5. Rigling, M., Höckmeier, L., Leible, M., Gibis, M., Weiss, J. & Zhang, Y.: Investigations on the Diffusion Behavior of Smoke-Associated Aroma Compounds into the Sausage Matrix as Affected by Casing, Caliber, and Packaging. *J. Agric. Food Chem.* 72, 11597–11605 (2024).
6. Cheng, Y. Q., Leible, M., Rigling, M., Weiss, J., Zhang, Y. Y., & Gibis, M.: Effects of potential key substances in woodchips smoldering smoke on the formation of heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in Frankfurter sausages. *Food Res. Int.* 190, 114633 (2024).
7. Rigling, M., Höckmeier, L., Leible, M., Herrmann, K., Gibis, M., Weiss, J. & Zhang, Y.: Characterization of the Aroma Profile of Food Smoke at Controllable Pyrolysis Temperatures. *Sep.* 10(3), 176 (2023).
8. Cheng, Y., Leible, M., Weiss, J. & Gibis, M.: The impact of temperature-controlled smoldering smoking on polycyclic aromatic hydrocarbons and heterocyclic amines contents in Frankfurter-type sausages. *Food Chem.* 423, 136258 (2023).

Weiteres Informationsmaterial

Universität Hohenheim
 Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
 FG Lebensmittelmaterialwissenschaften
 Garbenstraße 25, 70599 Stuttgart
 Tel.: +49 711 459-24415
 Fax: +49 711 459-24446
 E-Mail: j.weiss@uni-hohenheim.de

Universität Hohenheim
 Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
 FG Aromachemie
 Fruwirthstraße 12, 70599 Stuttgart
 Tel.: +49 711 459-24871
 Fax: +49 711 459-24873
 E-Mail: yanyan.zhang@uni-hohenheim.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:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde 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: © 2012 Oliver Hoffmann

Stand: 18. März 2026