

## Enzymatischer Abbau von Ebergeruch-Substanzen während der Herstellung von Fleischprodukten



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Max-Rubner-Institut (MRI) Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch, Kulmbach Prof. Dr. Dagmar Brüggemann/Dr. Manuela Peukert  Universität Gießen Institut für Lebensmittelchemie und Lebensmittelbiotechnologie Prof. Dr. Holger Zorn/Dr. Martin Gand  Universität Göttingen Department für Nutztierwissenschaften Professur Produktqualität tierischer Erzeugnisse Prof. Dr. Daniel Mörlein
Industriegruppe(n):	Bundesverband Deutscher Wurst- & Schinkenproduzenten e.V. (BVWS), Bonn Deutscher Bauernverband e. V., Berlin Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (DLG), Frankfurt
Projektkoordinator:	Dr. Alexander Stephan VAN HEES GmbH, Walluf
Laufzeit:	2019 – 2023
Zuwendungssumme:	€ 650.330,--

### Ausgangssituation

Die fleischverarbeitende Industrie gehört mit einem Umsatz von 41 Mrd. € zu den umsatzstärksten und wichtigsten Wirtschaftsbereichen der deutschen Lebensmittelindustrie; Schweinefleisch ist einer der wichtigsten Rohstoffe der Branche. Das Inkrafttreten des Verbots der betäubungslosen Ferkelkastration aus Tierschutzgründen stellt einen erheblichen Teil der Produzenten vor die Problematik, wie mit geruchsabweichendem Fleisch umgegangen werden kann. Das Auftreten von ebergeruchbelastetem Schweinefleisch stellt ein erhebliches wirtschaftliches Problem dar, von dem insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) betroffen sind. Darüber hinaus ist auch aus ethischen Gründen eine vollständige und wertschöpfende Verwendung aller geschlachteten Tiere erstrebenswert. Als Schlüsselsubstanzen des Ebergeruchs wurden Skatol und Androstenon identifiziert, die insbesondere im Fett von nicht kastrierten Ebern angereichert sind. Der Geruch dieser Substanzen wird als stall-/fäkalartig bzw. urin-/schweißartig oder blumig-süßlich beschrieben.

Aktuell werden in Deutschland drei Alternativverfahren angewandt: Die (Jung-)Ebermast, die Immunokastration und die Kastration unter allgemeiner Betäubung. Studien gehen davon aus, dass alle drei Verfahren mit unterschiedlicher Häufigkeit je nach Region in Deutschland angewandt werden. Dies führt aber mit hoher

Wahrscheinlichkeit zu einem erhöhten Auftreten von ebergeruchbelastetem Fleisch aus der (Jung-)Ebermast; ferner wird sich auch durch Impfversager bei der Immunokastration dieser Anteil erhöhen.

Vor diesem Hintergrund war es Ziel des Forschungsvorhabens, einen neuen Ansatz zu verfolgen: Durch den Einsatz geeigneter Enzymmischungen während der Herstellung von Fleischprodukten sollte es möglich werden, ebergeruchbelastetes Schweinefleisch zur Herstellung von sensorisch akzeptablen Brühwürsten zu verwenden. Es sollen Enzymmischungen aus Speisepilzen (Ständerpilze, Basidiomyceten) gewonnen werden, die die Ebergeruch-Substanzen abbauen.

### Forschungsergebnis

Im Projekt wurden erste Erfolge in der Anwendung von Enzymen aus Pilzen zur Reduzierung der Gehalte an Ebergeruchsubstanzen (EGS) in wässrigen Lösungen sowie in Emulsionssystemen, wie Fleischbrät, erzielt. Die Bewertung der Enzymwirkung aus Pilzen konnte nur mit Hilfe adäquater, sensitiver Nachweise erfolgen. Hierfür wurde zunächst eine Methode optimiert, mit der Androstenon und Skatol mittels Aromaanalytik im Rahmen der Versuche mit reinen Pilzkulturen in wässrigen Lösungen erfasst und quantifiziert werden konnten. Eine weitere Methode (GC-MS) für den Nachweis von sechs EGS aus hitzebehandelten, fettreichen Fleischwaren wurde optimiert – hierbei können neben Skatol und Androstenon auch deren Stoffwechselprodukte Indol, 2-Aminoacetophenon,  $\alpha$ - und  $\beta$ -Androstenol quantifiziert werden. Für einen enzymatischen Abbau der EGS wurden 29 Pilze kultiviert und überprüft. Aufbauend auf analytischen und sensorischen Ergebnissen im wässrigen System wurden vier Pilze (*Irpex consors* (ICO), *I. lacteus* (ILA), *Marasmius cohortalis* (MCO) und *Trametes hirsuta* (THI)) als Produktionsorganismen ausgewählt. Daneben wurden vier kommerzielle Enzympräparate von Laccasen und Peroxidasen untersucht und Ergebnisse für den Abbau von Skatol mit Laccasen im flüssigen Medium gefunden.

Im Rahmen der Verarbeitungsversuche mit Pilzen wurden aktive und inaktivierte Pilzmyzelien sowie deren Kulturüberstände sowohl in wässriger Lösung als auch in fetthaltigem Brät getestet. Im Brät konnten mit MCO und ICO keine signifikanten Reduktionen der EGS beobachtet werden. Zwar wurde für ILA eine vergleichsweise geringere Aktivität zum Abbau von Skatol in wässriger Umgebung ermittelt, jedoch zeigte ILA wiederholt einen signifikanten Abbau von 20-25 % von Skatol in Brät, weshalb Maßstabsvergrößerungen für diese Pilzart durchgeführt wurden. Auch kommerzielle Laccasen und Peroxidasen wurden im Brät getestet, diese zeigten jedoch keinerlei Wirkung. Funktionelle Untersuchungen dieser Enzyme bestätigten die Hypothese, dass das Phasenverhalten – die Enzymaktivität in wässriger Umgebung im Gegensatz zur Aktivität in fettreicher Umgebung – entscheidend für die Wirkungsweise ist. Da die EGS fettlösliche Substanzen sind und sich vorwiegend (> 90 %) im Fettanteil befinden, ist die positive Wirkung von ILA nach wie vor Bestandteil von Untersuchungen. Weiterführende Versuche sind notwendig, um einerseits die Enzyme und die Ebergeruchsubstanzen über die Phasengrenzen einer Emulsion hinweg besser in räumlichen Kontakt zu bringen und um andererseits die enzymatische Aktivität von hydrophilen Enzymen in einer fetthaltigen Matrix zu stabilisieren. Darüber hinaus ist die Identifizierung und Reinigung der aktiven Enzyme aus dem ILA-Pilzmyzel erstrebenswert. Im Erfolgsfall erlaubt dieses innovative Verfahren die uneingeschränkte Verwendung von vormals geruchsabweichendem Schweinefleisch und damit dessen nachhaltige Verwendung in der Lebensmittelproduktion.

Für die Durchführung sensorischer Untersuchungen wurde ein Prüferpanel auf alle sechs EGS geschult und begleitete die Studien zur EGS-Reduktion mit Hilfe von Pilzen im wässrigen System. Darüber hinaus wurden mit diesem Prüferpanel Interaktionen der EGS untersucht, welche sowohl anhand von Riechstreifen als auch mit Hilfe dotierter Brühwürste durchgeführt wurden. Es zeigte sich, dass neben Skatol auch dessen Abbauprodukt 2'-Aminoacetophenon wesentlich zur Geruchsbelastung und zur Geschmacksbeeinträchtigung von Fleischprodukten beiträgt. Dieser Effekt konnte in einer umfangreichen Verbraucherstudie bestätigt werden. Dementsprechend sollte in weiteren Untersuchungen auch die Reduzierung der Stoffwechselprodukte von Androstenon und Skatol stärker in den Fokus rücken.

## **Wirtschaftliche Bedeutung**

---

Die negativen wirtschaftlichen Auswirkungen durch ebergeruchbelastetes Schweinefleisch sind für die gesamte, mittelständisch geprägte fleischproduzierende und fleischverarbeitende Produktionskette relevant. Diese beginnt bei den Ferkelerzeugern und verläuft über die Schweinemäster und die Schlachtunternehmen bis hin zu den verarbeitenden Unternehmen. Über den Lebensmitteleinzelhandel und die Gastronomie erreichen die verarbeiteten Produkte den Verbraucher. Jedes Kettenglied ist bestrebt, ebergeruchbelastetes Schweinefleisch zu vermeiden, z. B. durch Spezifikationen für die vorherige Stufe. Somit tragen diese Produktionsstufen entweder den Schaden (wenn Genussuntauglichkeit der Produkte festgestellt wird) oder müssen Wege finden, dieses Schweinefleisch entsprechend zu verarbeiten (z. B. durch Maskieren). Gelangt geruchsabweichendes Schweinefleisch bis zum Verbraucher, entstehen neben möglichen Entschädigungsforderungen auch wirtschaftliche Schäden durch den nachhaltigen Imageverlust. Fleischverarbeitende Betriebe in Deutschland sind vielfach kleine oder mittlere Unternehmen (KMU), für die der finanzielle Schaden relativ gesehen höher ist als für Großunternehmen; damit sind diese Unternehmen besonders betroffen. Ein enzymatischer Abbau der Ebergeruch-Substanzen während der Produktion würde KMU eine flexible Behandlung von ebergeruchbelastetem Schweinefleisch erlauben und ihnen die Möglichkeit eröffnen, sensorisch unbedenkliche Produkte herzustellen.

Das Projekt leistete einen wesentlichen Beitrag zum besseren Verständnis der enzymatischen Reduktion der Ebergeruchsubstanzen während der Herstellung von Fleischprodukten. Hierbei wurden neue Erkenntnisse zur Wirkungsweise von Enzymen in Emulsionssystemen, wie Brät, erzielt, welche sich von Enzymwirkungen in wässrigen Lösungen deutlich unterscheiden. Es wurde ein Kandidaten-Pilzstamm identifiziert, welcher sowohl in Lösung als auch in Brät eine Wirkung zur Reduktion von Skatol zeigte. Diese Ergebnisse sind für künftige Forschungsansätze essenziell, welche einerseits die Reinigung der Enzyme aus den Pilzkulturen und andererseits die Modifikation der Enzyme thematisieren sollten, um die Enzym-Substrat-Interaktion über Phasengrenzen hinweg zu verbessern. Im Erfolgsfall erlaubt dieses innovative Verfahren die uneingeschränkte Verwendung von vormals geruchsabweichendem Schweinefleisch und damit dessen wertschöpfende Verwendung in der Lebensmittelproduktion. Dies wird dem Tierwohl-Anspruch gerecht, da dafür intakte Eber verwendet werden können, bei denen kein Eingriff zur Kastration notwendig ist.

## **Publikationen (Auswahl)**

---

1. FEI-Schlussbericht 2023.
2. Omarini, A. B., Eloke, J. E., Fraatz, M. A., Mörlein, D., Zorn, H. & Gand, M.: Screening of fungi from the phylum Basidiomycota for degradation of boar taint aroma compounds. Eur. Food Res. Technol., DOI:10.1007/s00217-022-04045-4 (2022).
3. Xia, H., Peukert, M. & Brüggemann, D. A.: A comprehensive method for simultaneous quantification of six boar taint compounds in meat products. 68th Intern. Congr. Meat Sci. Technol. (ICoMST). Poster/Abstract in: Japan. J. Meat Sci. Technol. 63, Spec. Iss., 253, ISSN 0916-7366 (2022).

## **Weiteres Informationsmaterial**

---

Max-Rubner-Institut (MRI)  
Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel  
Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch  
E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach  
Tel.: +49 9221 803-248  
Fax: +49 9221 803-332  
E-Mail: dagmar.brueggemann@mri.bund.de

Universität Gießen  
Institut für Lebensmittelchemie und Lebensmittelbiotechnologie  
Heinrich-Buff-Ring 17-19, 35392 Gießen  
Tel.: +49 641 99-34900  
Fax: +49 641 99-34909  
E-Mail: holger.zorn@lcb.chemie.uni-giessen.de

Universität Göttingen  
Department für Nutztierwissenschaften  
Professur Produktqualität tierischer Erzeugnisse  
Kellnerweg 6, 37075 Göttingen  
Tel.: +49 551 39-25601  
Fax: +49 551 39-5587  
E-Mail: daniel.moerlein@uni-goettingen.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 für Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © VAN HEES GmbH

Stand: 16. Mai 2023