

## Bestimmung des Reifegrades von Rindfleisch mittels $^1\text{H}$ -NMR-Spektroskopie



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/Dr. Andreas Juadjur
Industriegruppe(n):	Bundesverband Deutscher Wurst- & Schinkenproduzenten e.V. (BVWS), Bonn
Projektkoordinator:	Ralf Engelhardt EDEKA Südwest Fleisch GmbH, Rheinstetten
Laufzeit:	2019 - 2023
Zuwendungssumme:	€ 291.313,--

### Ausgangssituation

Der Pro-Kopf-Verzehr von Rindfleisch lag in Deutschland in 2021 bei 9,4 kg, während dieser in 2014 noch 8,9 kg betrug. Insbesondere Premiumprodukte, wie die Produktkategorie „Dry Aged Beef“ (über mehrere Wochen trocken gereiftes Rindfleisch), erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Die Reifedauer dieser Produkte, genauso wie die Auswahl der hierfür verwendeten Rasse und Teilstücke, variieren dabei stark, da die Bezeichnung „Dry Aged Beef“ derzeit weder gesetzlich verankert noch durch einen Leitsatz definiert ist. In der Industrie wird hierunter überwiegend 21 Tage lang gereiftes Rindfleisch verstanden. Die Ergebnisse des CORNET-Projektes AiF 162 EN, in dem die Parameter der Trockenreifung (Reifedauer, Temperatur, Luftfeuchte usw.) untersucht wurden, zeigten, dass diese Reifedauer einen guten Kompromiss zwischen Reifeverlust und Qualitätssteigerung darstellt. Allerdings zeigte sich, dass einige Fleischstücke selbst nach 63 Tagen Reifung nicht signifikant zarter wurden. Es fehlt in der Praxis derzeit ein Kontrollinstrument zur Bestimmung des Reifegrades. Derzeit ist weder für Hersteller und Lieferanten noch für den Einzelhandel oder die Lebensmittelüberwachung feststellbar, ob die angewandte Reifeart und -dauer ausgereicht haben, um in einem spezifischen Stück Rindfleisch die Verbrauchererwartungen in Bezug auf Zartheit und Geschmack zu erzielen. Derzeit werden indirekte Methoden, wie Texturbestimmungen und sensorische Analysen, kombiniert, um Unterschiede zwischen der Reifedauer und den Reifearten, d.h. der Vakuum- und der Trockenreifung, festzustellen, allerdings gibt es zu diesen kombinierten Untersuchungen in der Literatur widersprüchliche Befunde. Diese Variation der Fleischqualität liegt primär an den intrinsischen Einflüssen (Rasse, Geschlecht und Alter) und den extrinsischen Einflüssen (Haltung und Fütterung). Es wird vermutet, dass unterschiedliche Tiere unterschiedliche Reifezeiten benötigen, bis eine entsprechende Zartheit und ein entsprechender Geschmack erreicht werden.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, eine auf der  $^1\text{H}$ -NMR-Spektroskopie basierende Methode zur Beurteilung des Reifegrades von Rindfleisch in Bezug auf Zartheit und Geschmack zu entwickeln.

## **Forschungsergebnis**

Die Analytik mittels NMR-Spektroskopie als Non-targeted-Ansatz ermöglicht die Erfassung korrelierender reifeabhängiger Parameter im Metabolom und liefert somit Erkenntnisse zur Reifekinetik im Rindfleisch. Dabei wurde im Rahmen des Vorhabens der Einfluss von Parametern, wie Rasse (Fleckvieh, Schwarzbunt) und Geschlecht-Alter-Kombination (Jungbulle, Färse, Kuh), untersucht. Dass sich charakteristische Metabolite durch die Trockenreifung über die Reifedauer erhöhen (Tryptophan, Phenylalanin, Valin, Tyrosin, Glutamat, Isoleucin, Leucin) oder reduzieren (Inosinmonophosphat, Milchsäure, Kreatin, Carnitin), konnte bereits gezeigt werden. Die zentrale Hypothese des Vorhabens war, dass sich charakteristische Metabolite über den Verlauf der Reifung verändern und hierüber Informationen über Reifekinetiken gewonnen werden können. Um diese Hypothese zu testen, wurde Rindfleisch spezifizierter Herkunft unter kontrollierten Bedingungen gereift, mittels NMR analysiert, statistisch ausgewertet und verifiziert sowie Zartheit und Geschmack des Fleisches mittels Texturanalyse und Sensorik bestimmt und auf Korrelationen untersucht. Um diesen Zusammenhang zu prüfen, wurde eine ausreichend große Probenanzahl gemessen, untereinander verglichen und abschließend statistisch ausgewertet.

Die Forschungsergebnisse zeigen, dass ein Authentifizierungsmodell basierend auf den gemessenen  $^1\text{H}$ -NMR-Spektren für die Bestimmung der Reifezeit und Reifeart mit einer hohen statistischen Sicherheit entwickelt werden konnte. Die Reifezeit kann mit einer Genauigkeit von 2,28 Tagen vorhergesagt werden. Die Bestimmung der Reifeart nach 28 Tagen Reifung kann mit einer Sicherheit von > 99 % vorhergesagt werden. Zusätzlich ist es möglich, die Rasse und das Geschlecht der Tiere, von denen das Rindfleisch stammt, statistisch sicher (> 99 %) zu bestimmen. Dies bedeutet, dass sich sowohl die Reifung mit Reifezeit und Reifeart als auch die Rasse und das Geschlecht des Tieres auf das Metabolom des Rindfleisches auswirken und Veränderungen und Unterschiede mittels  $^1\text{H}$ -NMR-Spektroskopie erfassbar sind. Somit ist es möglich, dass anhand eines  $^1\text{H}$ -NMR-Spektrums die Authentizität des Rindfleisches hinsichtlich seiner Reifung untersucht werden kann.

Direkte Korrelationen zwischen dem mittels  $^1\text{H}$ -NMR-Spektroskopie gemessenen Metabolom und den sensorischen Befunden und den Texturanalyseergebnissen waren bisher nicht möglich.

## **Wirtschaftliche Bedeutung**

Mit einem Umsatzanteil von ca. 24 % gehört die fleischverarbeitende Industrie zwar zu den größten und wichtigsten Teilbranchen der deutschen Lebensmittelindustrie, der Wirtschaftsbereich ist aber ein nach wie vor mittelständisch geprägter Industriezweig. 400 der rd. 700 fleischverarbeitenden Betriebe sind kleine und mittelständische Unternehmen (KMU).

Die Ergebnisse tragen wesentlich zum Erkenntnisgewinn bei der Herstellung und Verarbeitung von trocken gereiftem und in Vakuum gereiftem Rindfleisch bei. Es wurde gezeigt, dass sich das Metabolom in Abhängigkeit der Reifearten, Spezifizierungen und insbesondere der Reifedauern unterscheidet. Auf der Basis der gemessenen  $^1\text{H}$ -NMR-Spektren konnten statistisch sichere Modelle entwickelt werden, mit denen sowohl die Reifezeit und die Reifeart als auch die Rasse und das Geschlecht der Tiere mit einer hohen statistischen Sicherheit bestimmt werden können. Die Reifezeit kann mit einer Genauigkeit von 2,28 Tagen vorhergesagt werden. Somit ist es möglich, dass die Reifung des Rindfleisches anhand eines einzelnen  $^1\text{H}$ -NMR-Spektrums statistisch bestimmt werden kann. Die Methode kann somit zur Authentizitätsüberprüfung des gereiften Rindfleisches genutzt werden. Basierend auf den sensorischen Ergebnissen wurde festgestellt, dass für in Vakuum gereiftes Rindfleisch nur 21 Tage lang gereift werden müsste, um ein verbessertes Geschmacksprofil zu erreichen, während trocken gereiftes Fleisch von 21 zu 28 Tagen Reifung noch Unterschiede im Geschmacksprofil aufzeigt.

Die Ergebnisse unterstützen Unternehmen der Fleischwarenindustrie bei der Auswahl der Reifedauer in Abhängigkeit der Reifeart, wobei stets die Rahmenbedingungen, wie Reifetemperatur und Fleischauswahl, mit berücksichtigt werden müssen. Die Bereitschaft von Verbrauchern, höhere Preise für qualitativ hochwertiges Fleisch zu akzeptieren und damit wirtschaftliche Chancen für KMU zu schaffen, wird durch dieses Projekt gestärkt.

Die Ergebnisse des Projektes zeigen Stellschrauben auf für eine ressourcenschonendere, aber auch ökonomischere und ökologischere Verarbeitung von Rindfleisch. Spezifische Nutzungsmöglichkeiten sind für Unternehmen gegeben, die Rindfleisch reifen und im Ganzen oder als Steakware vertreiben sowie für Hersteller von Anlagen zur Herstellung von dry-aged beef. Das Projekt trägt damit zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit einer Vielzahl von KMU bei.

Durch die Möglichkeit, das Metabolom des gereiften Rindfleisches durch eine annähernd verlustfreie Beprobung (0,2 g), z. B. während der Reifung, mittels NMR zu überprüfen, bekommen die Hersteller die Chance, durch eine verlängerte oder eine andere Reifung sicherzustellen, dass schmackhaftes Fleisch erzeugt wird.

### **Publikationen (Auswahl)**

---

1. FEI-Schlussbericht 2023.
2. Bischof, G., Witte, F., Sieksmeyer, T., Januschewski, E., Terjung, N., Hertel, C., Heinz, V., Juadjur, A. & Gibis, M.: Metabolic and microbial analyses of the surface and inner part of wet-aged and dry-aged beef. *J. Food Sci.* 1-13. DOI: 10.1111/1750-3841.16761 (2023).
3. Bischof, G., Witte, F., Januschewski, E., Schilling, F., Terjung, N., Heinz, V., Juadjur, A. & Gibis, M.: Authentication of aged beef in terms of aging time and aging type by <sup>1</sup>H NMR spectroscopy. *Food Chem.* 435. 1-13. doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137531 (2023).
4. Bischof, G., Witte, F., Januschewski, E., Schilling, F., Terjung, N., Heinz, V., Juadjur, A. & Gibis, M.: NMR-based comparison of the metabolome of beef from Simmental and black-and-white young bulls during wet-and dry-aging. *Eur. Food Res. Technol.* 1-12, 2113–2124 (2023).
5. Bischof, G., Januschewski, E., Witte, F., Terjung, N., Heinz, V., Juadjur, A. & Gibis, M.: Variations in the Metabolome of Unaged and Aged Beef from Black-and-White Cows and Heifers by <sup>1</sup>H NMR Spectroscopy. *Foods* 12 (4), 785 (2023).

### **Weiteres Informationsmaterial**

---

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)  
Prof.-von-Klitzing-Straße 7, 49610 Quakenbrück  
Tel.: +49 5431 183-319  
Fax: +49 5431 183-114  
E-Mail: n.terjung@dil-ev.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: © Jörg Sarbach, Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück

Stand: 19. Oktober 2023