

Optimierung von Rohwurst-Reifungs-Anlagen über die Analyse der Strömungs- und Transportvorgänge

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Universität Hohenheim Institut für Lebensmitteltechnologie FG Lebensmittelverfahrenstechnik Prof. Dr. Dr. V. Kottke/Prof. Dr. A. Fischer
Industriegruppe:	Deutscher Fleischerverband e.V., Frankfurt
	Projektkoordinator: Dr. K. Högg, Hans Adler oHG, Bonndorf
Laufzeit:	2000 - 2003
Zuwendungssumme:	€ 193.500,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Bei der apparativen Seite der Rohwurstreifung in Klima-Reifekammern zur Trocknung und Räucherung dieser Fleischwaren treten zwei Probleme auf. Das eine Problem ist die Strömungsführung in der Kammer, durch deren optimale Führung eine gleichmäßige und konstante Produktqualität in der Kammer erreicht werden soll, das zweite Problem ist die Trocknungsführung, durch welche die optimalen Klimabedingungen für die Rohwurst - aufbauend auf den Ergebnissen des vorangegangenen AiF/FEI-Forschungsvorhaben 11246 N - vorgegeben werden kann.

Die Trocknungsergebnisse weichen bei einer Kammerfüllung von mehreren Tonnen Rohwurst nach einer Woche um über 10 % voneinander ab, was für die Hersteller unterschiedlich lange Nachreifungszeiten und aufwändige Gewichtskontrollen nach sich zieht. Ein weiterer entscheidender wirtschaftlicher Aspekt ist der Energieeintrag in die Reifekammern. Ein großer Teil des in die Kammern eingeblasenen Luftstroms strömt nicht um das Produkt, sondern im Bypass über, unter und neben dem Produkt vorbei. Diese Bypass-Strömungen sind zugleich wesentliche Ursache für die inhomogene Produktqualität.

Aktuelle Untersuchungen haben gezeigt, dass es notwendig ist, die Dauer und damit die Effektivität des derzeitigen Gebläseeinsatzes zu modifizieren, da der Trocknungsvorgang in erster Linie

durch den Wassertransport in der Ware und nicht durch die Abführung der Feuchtigkeit in der Kammer limitiert ist. Die hohen Strömungsgeschwindigkeiten werden aber nur eingesetzt, um eine Vermischung von Feuchtigkeitshomogenitäten zu erreichen. Da der Vorgang durch die Feuchtigkeitsdiffusion in der Wurst limitiert ist, wäre für den äußeren Stofftransport in der Gasphase gar keine Konvektion notwendig, da schon die Diffusion der Feuchtigkeit in der Luft viel schneller abläuft als die in der Wurst.

Forschungsergebnis:

Um die Strömungs- und Transportvorgänge bei der Rohwurstreifung besser zu verstehen und bezüglich der Strömungsführung zu optimieren, wurde eine Simulationskammer gebaut, in der die Situation in unterschiedlichen industriellen Anlagen eingestellt werden kann. Weiterhin wurden in zwei Kammertypen verschiedener Hersteller während der regulären Produktion die Strömungsgeschwindigkeit, die relative Luftfeuchtigkeit und die Temperatur gemessen. Kammertyp I besitzt eine vertikale Eindüsung, Kammertyp II sowohl eine vertikale wie horizontale Eindüsung der Luft. Die Ergebnisse der Strömungsanalyse wurden mit den Ergebnissen aus Messungen in der Simulationsklimakammer verglichen und ergänzt.

Bei den industriellen Kammern wird eine Gleichmäßigkeit der Düsenströmung über die Länge der Kammer in beiden Fällen durch die Einfügung von Drosselementen in die Einströmkanäle erreicht. Dies verbraucht erhebliche Energie und ruft örtlich selbst wieder ungleichmäßige Strömungen hervor. Deswegen wurde alternativ ein sich verengender Kanal untersucht, der vom Gesichtspunkt des Energieeintrags und der Gleichmäßigkeit der Strömungsgeschwindigkeit eine positive Alternative darstellt. Bei den Absaugkanälen wird ebenfalls durch eine Drosselung die Absaugmenge durch die einzelnen Öffnungen in den Kanälen kontrolliert.

Ein Vergleich zwischen horizontaler und vertikaler Strömungsführung (Kammertyp 2) zeigt, dass bei horizontaler Einströmung höhere Geschwindigkeiten am Produkt auftraten. Allerdings traten dabei auch größere Unterschiede zwischen den einzelnen Ebenen unterschiedlicher Höhe auf. Durch die horizontale Strömungsführung lässt sich nachweisbar das obere Drittel der Wagen besser und gleichmäßiger erreichen. Wie die Ergebnisse zeigen, lässt sich dieses Ziel bei Kammertyp 1 durch Variation der Lüfterdrehzahl nicht erreichen.

Durch den einseitigen Einbau der Bodenabsaugung bei Kammertyp 2 ergab sich eine asymmetrische Strömungsverteilung, die durch die Steuerung der Wechselklappe teilweise ausgeglichen wird. Die Messungen in der Simulationskammer bestätigten dieses Ergebnis eindeutig. Eine zu kurze Wechselklappenfrequenz ist kontraproduktiv und ermöglicht keine ausgebildete Strömung.

Ein Vergleich der beiden Kammertypen bezüglich der Feuchteverteilung ergibt, dass Kammertyp 2 eine geringere Feuchtedifferenz längs der Wagenhöhe aufweist. Der Wechsel zwischen vertikaler und horizontaler Einblasung bei Kammertyp 2 wirkt sich auf den Trocknungs- und Reifungsvorgang positiv aus, da er zu einer Vergleichmäßigung der Feuchteverteilung über die Wagenhöhe führt. Kammertyp 2 weist eine gleichmäßigere Feuchteverteilung längs der Kammer auf und beinhaltet damit auch weniger Probleme mit sog. „Feuchte- bzw. Trockenestern“.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich ungleichmäßige Geschwindigkeits- und Feuchteverteilungen vermeiden lassen. Die Forschungsarbeiten fließen bereits in die Entwicklung neuer Reifekammern ein.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Eine wirtschaftliche Bedeutung besteht sowohl für die Hersteller als auch für die Betreiber von Klima-Reifekammern. Zum einen erhält der Hersteller solcher Anlagen gesicherte Informationen für die Auslegung und den Betrieb dieser Anlagen. Zum anderen wird durch die Umsetzung von technologischen Maßnahmen zur Prozessführung eine Verbesserung der Produktqualität der Rohwurstwaren möglich. Zugleich wird dabei das Risiko wirtschaftlicher Einbußen durch die Vermeidung von Fehlprodukten minimiert. Andererseits ist durch die gleichmäßige Abtrocknung der Produkte bei kontinuierlichem Betrieb eine optimale Nutzung der Klimaanlage durch die Betreiber möglich, da sich keine unterschiedlichen Nachreifezeiten mehr ergeben und somit das Produkt chargenweise wesentlich früher verkaufsfertig wird. Nicht zu vernachlässigen sind auch eventuell zu erzielende Energieeinsparungen durch eine verbesserte Betriebsführung der Reifeanlagen.

Wirtschaftliche Vorteile bieten die Ergebnisse sowohl bei der industriellen als auch bei der handwerklichen Herstellung von Rohwürsten.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2003.
2. Hermle, M., Jesinger, T., Gschwind, P., Leutz, U., Kottke, V. und Fischer, A.: Strömungs- und Transportvorgänge in Rohwurst-Reifungs-Anlagen. 1. Auswirkungen der Strömungsführung auf den Trocknungsvorgang. Fleischwirt. 11, 74-81 (2003).
3. Hermle, M., Jesinger, T., Gschwind, P., Leutz, U., Kottke, V. und Fischer, A.: Strömungs- und Transportvorgänge in Rohwurst-Reifungs-Anlagen. 2. Verteilung der relativen Luftfeuchtigkeit während des Trocknungsverlaufs. Fleischwirt. 83 (12), 32-35 (2003).
4. Hermle, M., Jesinger, t., Gschwind, P., Kottke, V. und Fischer, A.: Distribution of relative humidity in dependence of the inlet airflow direction in dry sausages ripening chambers. Proc. 50th International Congress of Meat Science and Technology, Helsinki, Finland (2004).

Weiteres Informationsmaterial:

Universität Hohenheim
Institut für Lebensmitteltechnologie
FG Lebensmittelverfahrenstechnik
Garbenstr. 25, 70599 Stuttgart
Tel.: 0711/459-3258, Fax: 0711/459-3443
E-Mail: kottke@uni-hohenheim.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150
E-Mail: fei@fei-bonn.de