

6 - 28 | AUSGEWÄHLTE ASPEKTE DES VORGARENS VON FLEISCH FÜR DIE  
HERSTELLUNG VON KOCHWURST

BAIER, A., Dr.-Ing., VEB WTÖZ der Fleischindustrie der DDR Magdeburg  
ZÖHRER, P., Dr.-Ing., VEB WTÖZ der Fleischindustrie der DDR Magdeburg  
BOESE, F., Dipl.-Ing., VEB WTÖZ der Fleischindustrie der DDR Magdeburg

**Zusammenfassung:**

Ausgehend von den allgemein gültigen Forderungen nach effektivstem Einsatz von Rohmaterial und Energie, erfolgt die Darstellung der Randbedingungen für das Vorgaren ausgewählter Rohstoffe zur Kochwurstproduktion.

Im Ergebnis von vergleichenden theoretischen und praktischen Untersuchungen zu den Verfahren

- im Wasserbad bzw. Kochschrank
- der Anwendung verkürzter Vorgarzeiten
- der Nutzung des HF-Garens
- und der thermischen Behandlung mit direkter Dampfeinleitung

werden als Schlußfolgerung ein neues Arbeitsprinzip "das Garen mit direkter elektrischer Widerstandserwärmung" als Vorzugsvariante nachgewiesen.

Bei der Verarbeitung von Fleisch zu Fleisch- und Wurstwaren erfolgt eine Veredelung von hochwertigem Ausgangsmaterial. Deshalb sind die Senkung des Material- und Energieaufwandes Schwerpunkte technisch-technologischer Untersuchungen. Bei Wertung einzelner Prozeßabschnitte in der Fleischverarbeitung wurde das Vorgaren von Fleisch und Fettgewebe für die Kochwurstproduktion, als ein Schwerpunkt ermittelt, da

- die Kosten für die Rohstoffe über 90 % und
- der spezifische Energieverbrauch durchschnittlich 0,3 ... 1,8 GJ/t betragen.

Die Untersuchungen erfolgten mit dem Ziel, ein effektiveres Verfahren zu entwickeln, mit dem die Garverluste verringert und der spezifische Energiebedarf gesenkt werden können.

Kochwurst ist die Sortimentshauptgruppe der Wurstproduktion, bei der fast alle Rohstoffe (bis auf Leber und Blut) vor der Brätherstellung vorgegart werden.

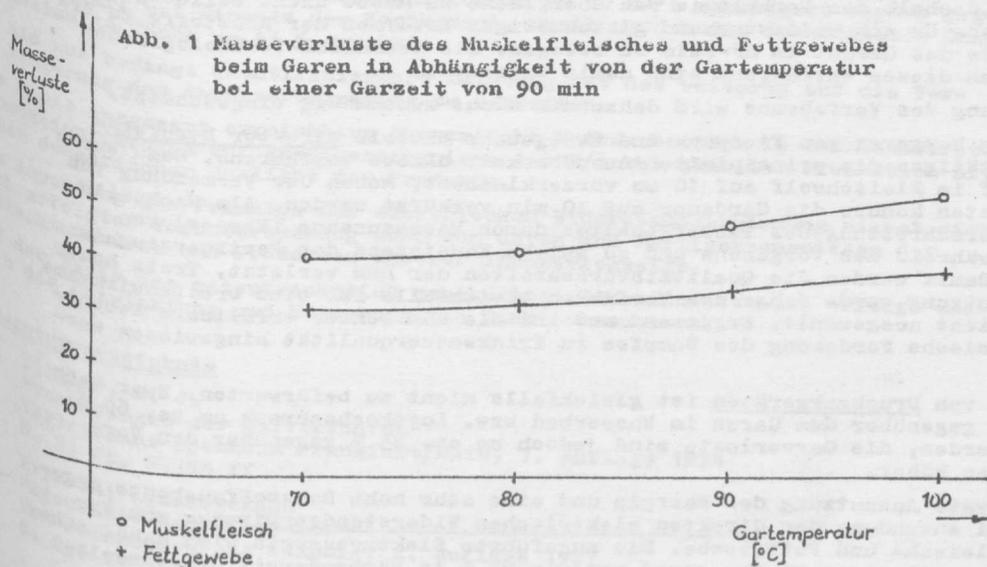
Die beim Vorgaren eintretende Denaturierung des Fleisches und Fettgewebes ist im wesentlichen gekennzeichnet durch eine fortschreitende Eiweißkoagulation, Abnahme des Wasserbindungsvermögens, Zunahme des Saftaustrittes und damit verbundene Strukturveränderungen, Schrumpfung der Muskelfasern, Hydrolyse des Bindegewebes sowie Veränderungen des Aromas und Geschmacks /1, 2, 3, 4, 5/. Der Wärmeeinfluß ruft aber auch physikalische Veränderungen hervor, wie das Anwachsen der Dichte bei steigender Temperatur infolge der Wasserabgabe und Schrumpfung der Muskelfasern sowie die Erhöhung der spezifischen Wärmekapazität und der elektrischen Leitfähigkeit /6/.

Beeinflußt werden diese Faktoren je Tierart durch Zucht, Haltung, Rasse, Alter und Geschlecht der Schlachttiere sowie den Verlauf der Glycolyse und Rigor mortis, die sich auf den pH-Wert, die Struktur und Saftflüssigkeit signifikant auswirken /1/.

Die im folgenden dargestellten Untersuchungen zum Vorgaren von Fleisch- und Fettgewebe in der Kochwurstproduktion beziehen sich jedoch nicht auf die Einflußfaktoren des Rohstoffes, sondern auf die Garverfahren und die Verfahrensparameter.

International üblich und bekannt ist das Garen im Wasserbad und in feuchter Luft, wobei das letztgenannte Verfahren für stark bindegewebshaltiges Material nicht geeignet ist.

Betrachtet man die Prozeßparameter Temperatur und Zeit beim Garen im Wasserbad, so ist festzustellen, daß bereits eine geringfügige Erhöhung der Temperatur und Verlängerung der Gardauer zu einer starken Verringerung des Wasserbindungsvermögens und damit zu einer Zunahme der Garverluste führen /6, 7, 8/. Abb. 1 zeigt die Abhängigkeit des Muskelfleisches und Fettgewebes von der Gartemperatur bei konstanter Garzeit von 90 min.



Ein allgemein gültiges Vorgarregime bestand bisher nicht. Die bereits genannten vielfältigen rohstoffbedingten Einflußfaktoren erschweren eine exakte Bestimmung des Garezustandes.

Im Ergebnis durchgeführter Analysen wurden Schwankungen bei der Garzeit zwischen 10 und 90 min, in der Gartemperatur von 100 bis 85° C festgestellt.

Untersuchungen zur Begrenzung der Vorgarzeit auf 10 min haben ergeben, daß zwar

- eine Senkung der Vorgarverluste bei gleichzeitiger Erhöhung der versorgungswirksamen Ausbeute, aber gleichzeitig
- eine Überschreitung der zulässigen Höchstwerte für den Wassergehalt und
- eine Verschlechterung der sensorischen Qualität der Fertigerzeugnisse eintraten.

Diese geringe Garzeit ist daher nicht anwendbar.

Der Grundgedanke zur Verkürzung der Vorgarzeit wurde jedoch als ein Weg zur Energieeinsparung sowie Verringerung der Garverluste und Abwasserbelastung untersucht. Experimentelle Überprüfungen führten zur Sicherung der Qualität der Fertigerzeugnisse bei Anwendung folgender Verfahrensparameter beim Vorgaren im Kochkessel:

- Wassertemperatur 95° C
- Garzeit 30 bis 40 min
- Endtemperatur des Gargutes im Kern 40 bis 45° C /9/.

Damit werden gegenüber dem derzeitigen Durchschnittsniveau Einsparungen in der Bearbeitungsdauer der Rohstoffe um ca. 22 % erreicht.

Diese sofort ohne zusätzlichen Aufwand anwendbare Lösung stellt deshalb eine Verbesserung der Effektivität der herkömmlichen Garverfahren dar.

Ein Schwerpunkt der Untersuchungen für ein effektives Verfahren zum Vorgaren der Rohstoffe für die Kochwurstproduktion waren jedoch

- die Überprüfung bekannter, teilweise auch in anderen Industriezweigen angewendeter Wirkprinzipien zur Nutzung für den erläuterten Verwendungszweck

sowie

- die Entwicklung eines neuen Garverfahrens.

Bei den theoretischen und experimentellen Untersuchungen hat sich gezeigt, daß beim Vorgaren mittels HF-Energie bezüglich der Erzeugnisqualität sowie Senkung der Vorgarverluste gute Ergebnisse erzielt werden. Die durchschnittlichen Verluste variieren zwischen 5 und 15 %. Da jedoch durch die notwendige Umwandlung von Elektroenergie in elektromagnetische Wellen ein beträchtlicher Energieverlust auftritt, kann der Wirkungsgrad derartiger Anlagen unter Beachtung weiterer Energieverluste, wie die durch Abstrahlung, max. 50 bis 55 % betragen. Zum anderen haben Mikrowellen nur eine begrenzte Eindringtiefe (30 bis 50 mm je nach Gargut) und es kann deshalb das Verhältnis von Oberfläche zu Masse nicht beliebig verändert werden. Um ein weitestgehend gleichmäßiges Erwärmen der Rohstoffe zu erreichen, wäre das Gargut im HF-Feld zu bewegen. Die technisch-technologischen Möglichkeiten dieses Verfahrens sind damit begrenzt.

Eine Anwendung des Verfahrens wird daher als nicht zweckmäßig eingeschätzt.

Versuche zum Vorgaren von Fleisch- und Fettgewebe mittels direkter Dampfleitung bestätigen die prinzipielle Anwendbarkeit dieses Verfahrens. Dazu wurde der Rohstoff im Fleischwolf auf 10 mm vorzerkleinert. Neben der Vermeidung von Vorgarverlusten konnte die Gardauer auf 10 min verkürzt werden. Als Nachteile sind die Überschreitung des Wassergehaltes durch Massezunahme (Wasser) von 8 bis 10 % während des Vorgarens und zu weiche Konsistenz der Fertigerzeugnisse zu nennen. Damit werden die Qualitätsvorschriften der DDR verletzt. Trotz hoher Energieausnutzung wurde daher das Verfahren gleichfalls für eine breitenwirksame Anwendung nicht ausgewählt. Ergänzend muß auf die nur schwer erfüllbare lebensmittelhygienische Forderung des Dampfes in Trinkwasserqualität hingewiesen werden.

Der Einsatz von Druckgargeräten ist gleichfalls nicht zu befürworten. Zwar kann die Garzeit gegenüber dem Garen im Wasserbad bzw. Luftkochschrank um ca. 60 % reduziert werden, die Garverluste sind jedoch um ca. 25 % gegenüber den Vergleichswerten höher.

Die effektivste Ausnutzung der Energie und eine sehr hohe Rohstoffausbeute ergeben sich bei Anwendung der direkten elektrischen Widerstandserwärmung zum Vorgaren von Fleisch- und Fettgewebe. Die zugeführte Elektroenergie wird dabei nahezu verlustlos mit einem Wirkungsgrad von  $\eta = 95\%$  in Wärmeenergie umgewandelt.

Grundlage für die Anwendung der genannten Lösung bildet die physikalische Gesetzmäßigkeit, daß sich ein schlechter Leiter bei Stromdurchfluß erwärmt.

Die Garanlage soll aus einem Behälter von nicht leitendem Material, in dem zwischen 2 parallel angeordneten Metallplatten der auf ca. 10 mm vorzerkleinerte Rohstoff eingebracht wird, bestehen. An die Metallplatten ist die elektrische Spannung direkt anzulegen. Ausgehend von der technologischen Forderung, eine bestimmte Masse an Rohstoffen in einer Zeiteinheit um eine geforderte Temperaturdifferenz zu erwärmen, gilt die Beziehung

$$Q = m \cdot c \cdot \frac{\Delta \sigma}{\Delta t} \quad (1)$$

Zur Dimensionierung der Plattenfläche wird die mathematische Abhängigkeit

$$A = \frac{m}{U} \sqrt{\frac{x \cdot c \cdot \Delta \sigma}{\rho}} \quad (2)$$

berücksichtigt.

Der Plattenabstand und das Behältervolumen ergeben sich aus den Gleichungen

$$V = A \cdot l \quad (3)$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4)$$

Es bedeuten:

Q	Heizleistung	(KJ/h)
m	Masse	(kg)
c	spezifische Wärmekapazität	(kJ/kg · K)
$\frac{\Delta \sigma}{\Delta t}$	Temperaturgradient	( $\frac{K}{h}$ )
A	Plattenfläche	( $m^2$ )
U	Spannung	(V)
x	spezifischer elektrischer Widerstand des Rohstoffes	( $\frac{\Omega \cdot m}{m^2}$ )
$\rho$	Dichte des Rohstoffes	( $\frac{kg}{m^3}$ )
V	Volumen der Anlage	( $m^3$ )
l	Plattenabstand	(m)

Mit einem Versuchsgerät durchgeführte experimentelle Untersuchungen brachten positive Ergebnisse:

- Die Verluste beim Vorgaren von Fleisch- und Fettgewebe betragen max. 1%. Im Fertigerzeugnis (Wurstwaren) wurde eine um 4% höhere Verkaufsausbeute erzielt. Infolge der geringen Garverluste verbleiben alle Inhaltsstoffe im Rohstoff und es werden im Fertigerzeugnis sehr gute chemisch-analytische Werte erreicht.
- Der spezifische Energieverbrauch konnte um 80 MJ/t verringert werden gegenüber dem Bedarf bei Einsatz der Kochkessel. Damit werden die spezifischen Energiekosten je Tonne um 45% gesenkt.
- Als nur bedingt quantifizierbare Leistung ist des weiteren auf die Verringerung der Abwasserbelastung zu verweisen.

Der damit insgesamt erreichbare ökonomische Nutzen beträgt in der Kochwurstproduktion bezogen auf Fertigerzeugnisse 110 M/t bei stabiler Produktion mit hoher sensorischer Qualität der Produkte.

Die Anwendung des Prinzips der elektrischen Widerstandserwärmung eignet sich nach erfolgter Voruntersuchung auch zum Garen von Fertigerzeugnissen der Fleischindustrie und Produkten anderer Industriezweige.

Auf der Basis des patentrechtlich geschützten Erkenntnisstandes erfolgt deshalb die Entwicklung und Erprobung von Funktionsmustern.

#### Literaturverzeichnis

- 1/1 Tilgner, D. J.  
"Technologie der Garverfahren"  
Verlagshaus Sponholz Frankfurt/Main, 1. Auflage 1974  
S. 21 ff, S. 75 ff
- 1/2 Krylowa; Ljaskowskaja  
"Biochemie des Fleisches"  
VEB Fachbuchverlag Leipzig, 2. Auflage 1977  
S. 236 ff

Hamm, R.  
"Kolloidchemie des Fleisches"  
Paul-Paray-Verlag Berlin/Hamburg 1972, S. 211 ff

Hamm, R.  
"Veränderungen von Muskelproteinen beim Erhitzen von Fleisch"  
Die Fleischwirtschaft 57 (1977) 10, S. 1846 - 1855

Wierbicki, E.  
"Eine einfache Zentrifugalmethode zur Beobachtung des Saftverlustes von Fleisch zur Beobachtung von Veränderungen in der Wasserbindfähigkeit beim Erhitzen, Einfrieren und Auftauen, in Verbindung mit Verschiebungen im Kationengehalt"  
Food Technology 1967, S. 69 - 73

Dietlein  
"Veränderung von Fleischinhaltsstoffen beim Garen"  
DA TU Dresden 1980

Hausmann, M., Wildgrube, E.  
"Garverluste in der Kochwurstproduktion"  
DA TU Dresden 1981

Mestchen, E.  
"Minimierung der Vorgarverluste"  
DA TU Dresden 1980