

Prof. Dr. habil. Heinz Sielaff, Dr. sc. Frank Thiemig und  
Dr. Hartmut Peters Humboldt-Universität zu Berlin

#### Zusammenfassung

Auf der Basis eigener Versuche wird für die Herstellung von Bockwurst im Naturdarm in 900 ml-Universal-Glasdosen mit verlängerter Haltbarkeit die Einhaltung folgender Bedingungen gefordert:

- Durchführung des Räucherprozesses ohne anschließendes Garen,
- Erzielung eines Abtrocknungsgrades von 5 bis 10 %,
- Verwendung von Salzlake mit einem pH-Wert um 6,0,
- Einsatz einer Vakuumverschließmaschine,
- Verkürzung der Standzeiten im Produktionsprozeß auf = 2 h,
- Einhaltung eines Sterilisationsregimes unter besonderer Berücksichtigung der Gegendruckführung.

Von 8 Sterilisationsprogrammen wurde ein optimales Programm ausgewählt, jeweils F-, E- und C-Werte berechnet und die Konserven einer mikrobiologischen und sensorischen Untersuchung unterzogen. Als geeignet zur Herstellung von Brühwurstdreiviertelkonserven erwies sich die Sterilisation bei 110 °C für 40 Minuten mit einem Gegendruck von 0,25 bis 0,28 MPa. Bei guter mikrobiologischer und sensorischer Qualität wurde ein durchschnittlicher F-Wert von 0,76 min erzielt. Unter Einhaltung der festgelegten Bedingungen ist mit dem ermittelten Sterilisationsprogramm die Herstellung von Bockwurstdreiviertelkonserven in Glasdosen möglich.

In Auswertung der Literatur sowie vorliegender Erfahrungen wurden in einem Konservenbetrieb Versuche unter Berücksichtigung folgender Schwerpunkte durchgeführt: Verwendung von Brät nach üblichem Standard; Durchführung des Räucherprozesses ohne anschließendes Garen; Erzielung eines Wasserverlustes von etwa 10 % bezogen auf das Ausgangsgewicht der Würste; Variation des pH-Wertes der Lake; Verschluß der Glasdosen mit einer Vakuumverschließmaschine zur Erzielung eines Vakuums; Einhaltung der Standzeiten auf  $\approx 2$  h; Ermittlung eines geeigneten Temperatur-Zeit-Regimes, das die Herstellung von Dreiviertelkonserven mit einem F-Wert von  $\approx 0,5$  ermöglicht; Steuerung des Gegendruckes mit dem Ziel, das Platzen der Darmhüllen durch Druckschwankungen zu vermeiden; mikrobiologische und sensorische Untersuchung der hergestellten Konserven, mehrfache Wiederholung der Sterilisation bei gleichen Bedingungen ( $n \approx 10$ ); Berechnung der C-, E- und F-Werte.

#### Material und Methoden

Es wurde Brät entsprechend Standard mit folgender Zusammensetzung verwendet: Schweinefleisch S 2 28,00 kg; Rindfleisch R 2 38,00 kg; Fettbacke 10,00 kg; Fettabschnitte 22,00 kg; Schwarten 2,00 kg; Schüttwasser 42,00 kg; Nitritsalz 2,20 kg; Bockwurstgewürz 0,80 kg; Naquellat (Polyphosphat) 0,25 kg; Ascorbinsäure 0,03 kg; Knoblauchpulver 0,05 kg.  
Als Würsthüllen fanden Schweinedärme Kaliber 32 bis 36 mm Verwendung. Zur Einstellung des gewünschten pH-Wertes wurden der 2 %igen Kochsalzlake entsprechende Mengen 80 %iger Essigsäure zugesetzt. Als Verpackungsmittel dienten Glasdosen mit Universalmundstück und 900 ml Nenninhalt sowie Deckel mit eingespritztem PVC-Dichtungsring. In der folgenden Tabelle 1 werden Prozeßstufen dargestellt, die für den Versuchsablauf von Wichtigkeit sind.

Tabelle 1: Ausgewählte Prozeßstufen zur Herstellung von Bockwurstkonserven

Lfd. Nr.	ausgewählte Prozeßstufen	Maschinen u. Ausrüstungen	Bemerkungen/Parameter
1	Vorbenandlung des Darmmaterials	Kühlraum	Schweinedarm Kaliber 32 bis 36 mm, 30 d Salzlage- rung
2	Mischen und Feinzerkleinern	Schneidmischer Typ SM 500	Brätrezeptur nach Standard z.T. unter Verwendung von 2 % Casein oder 5 bis 10 % Blutplasma und je- weils 0,3 % Diphosphat, keine Vakuumanwendung möglich Brätendtemp. 16 bis 18 °C
3	Lakedosierung		Salzkonzentration der La- ke: 0 bis 3,5 %, pH-Werte der Lake: 4,5 bis 6,5 (mit bzw. ohne Essigsäurezusatz)
4	Füllen, Formen Portionieren	Füllmaschine Typ U 159	lt. Fertigungstechnologie, Universal-Glasdosen mit Aluminiumdeckel 900 ml Nenninhalt, angelegtes Va- kuum 0,04 bis 0,08 MPa
5	Vortrocknen	Trockenkammern	gemessene Kammertemperatur 40 bis 65 °C für 30 min, gemessene Kerntemperatur d. Wurst 40 bis 50 °C
6	Räuchern	Räucherammern	gemessene Kammertemperatur 50 bis 80 °C für 25 bis 30 min, gemessene Endtem- peratur im Wurstkern 55 bis 68 °C, Feuchte und Rauchdichte nicht steuer- bar
7	Abtrocknen		bis zu einem Wasserverlust von etwa 10 %
8	Vakuumverschluß der Dosen	Vakuumverschließmaschi- ne Typ 74197/39	angelegtes Vakuum 0,07 MPa Standzeiten der verschlos- senen Dosen bis zur Wärme- behandlung $\approx 2$ h

Fortsetzung Tabelle 1

nach festgelegten Sterilisationsprogrammen, Temp.: 100 und 115 °C, Autoklavendruck 0,2 bis 0,3 MPa (Überdruck)

Für Laborversuche wurde der Autoklav "Rotorzweig" (Firma Stock, Neumünster) und für Untersuchungen unter Produktionsbedingungen der Dampfautoklav LW 3003 (Firma LUBECA, Lübeck) verwendet. Die vorgegebenen Sterilisationsparameter wurden während der Autoklavierung (mit Ausnahme der Kühlphase beim Autoklaven "Rotorzweig") automatisch geregelt und registriert. Während der Haltezeit betrug die Schwankungsbreite der Temperatur  $\pm 1,5$  °C und die des Druckes  $\pm 0,01$  MPa.

Zur Ermittlung des Temperaturverlaufes im Wurstkern und in der Lake wurde eine thermoelektrische Meßanordnung, bestehend aus 3 Thermoelementen der Metallpaarung Kupfer/Konstantan und dem Temperaturmeßgerät Typ TEC (Firma Ellab, Kopenhagen) verwendet; die erzielten C-, E- und F-Werte wurden nach Addition der im Minutenabstand angefallenen Einzelraten während der Halte- und Kühlzeit erfaßt.

Es wurden 8 Sterilisationsprogramme getestet, die in folgenden Parametern variierten: unterschiedliche Steig- und Haltezeiten zwischen 5 und 40 min, unterschiedliche Temperaturführung in der Steig- und Haltezeit mit Temperaturen zwischen 100 und 115 °C, Gegendrücke zwischen 0,25 MPa und 0,28 MPa (Überdruck).

Die Kühlzeit betrug jeweils 25 bis 30 min, wobei Temperaturen im Wurstkern von 20 °C erreicht wurden. Der Druckaufbau erfolgte innerhalb von 10 min in der Steig- und Haltezeit; er wurde konstant gehalten auf dem gewünschten Wert bis in die Kühlzeit hinein. Während der Kühlzeit erfolgte nach 20 bis 25 min der Druckabbau innerhalb von 10 bis 15 min.

Es wurden mikrobiologische und sensorische Untersuchungen nach Standard durchgeführt. Die Untersuchung der Lake erfolgte nach der Stickstoffbestimmungsmethode von KJELDAHL, wobei der Eiweißgehalt mit dem Faktor 6,25 berechnet wurde. Die Fettbestimmung erfolgte nach WEIBULL/STOLDT.

Zur Auswertung der Untersuchungsergebnisse wurden für alle Meßreihen arithmetisches Mittel, Varianz, Standardabweichung und Variationskoeffizient berechnet. Die Varianzen entsprechender Meßreihen wurden mittels F-Test verglichen.

In Abhängigkeit vom Ergebnis des F-Tests wurde der t-Test oder der WELCH-Test zum Vergleich der Mittelwerte herangezogen.

#### Versuchsergebnisse

Als optimal erwies sich das folgende Sterilisationsprogramm (Programm 5) mit einem pH-Wert der Lake um 6,0 und einer Salzkonzentration in der Lake von 2,0 %: Steigzeit 5 min auf 110 °C im Arbeitskessel, Haltezeit 40 min bei 110 °C im Arbeitskessel und 0,28 MPa Gegendruck. Kühlzeit 30 min, 20 °C im Wurstkern bei sinkendem Gegendruck.

Nach den vorliegenden Ergebnissen haben der pH-Wert und der Räucherprozeß, insbesondere die Höhe der erreichten Kerntemperatur einen wesentlichen Einfluß auf die Stabilität des Naturdarmes und das Auftreten von Laketrübung. Während bei pH-Werten der Lake zwischen 4,5 und 5,5 (Zusatz von Essigsäure) keine Laketrübungen zu beobachten waren, traten geplatzte Wursthüllen zwischen 28 und 86 % auf. Bei einem pH-Wert der Lake um 6,0 zeigten 1 % der Glasdosen Laketrübung und bis zu 11 % geplatzte Wursthüllen. Bei mehreren Konserven wurden keine geplatzten Därme beobachtet, zum Teil war von 5 Würsten nur eine Darmhülle geplatzt.

Während des Räucherprozesses wurden in der Wurst lediglich Kerntemperaturen zwischen 55 °C und 68 °C erreicht. Durch Optimierung des Räucherprozesses und Erreichen von Kerntemperaturen  $\approx 75$  °C konnten Laketrübungen und das Platzen von Wursthüllen vermieden werden.

#### Berechnete C-, E- und F-Werte

Zur Berechnung des C-Wertes wurden entsprechende Empfehlungen von SCHLEUSENER und SIELAFF (1930) sowie MISNER (1975) die Werte  $z = 33$  °C und  $z = 40$  °C eingesetzt. Für die Ermittlung des E-Wertes wurde nach LUND (1977) unter Berücksichtigung der Ergebnisse von KAS und RAUCH (1982)  $z = 50$  °C und für die Ermittlung des F-Wertes  $z = 10$  °C zu Grunde gelegt.

Die im Wurstkern ermittelten C-Werte schwanken zwischen 46,40 und 47,53 min im Wurstkern bzw. 62,63 und 67,04 min in der Lake (Tabelle 2). Setzt man den Temperaturverlauf in der Lake dem Temperaturverlauf an der Wurstoberfläche gleich, so kann man die Differenz der C-Werte zwischen Rand und Wurstkern ermitteln. Diese Differenz steht jedoch nicht in Zusammenhang mit einer Zunahme an geplatzten Würsten bei verschiedenen Temperatur-Zeit-Regimen. Die bei Programm 5 ermittelten E-Werte von 45,91 im Wurstkern und 59,36 min in der Lake sind als ausreichend anzusehen.

Die gemessenen F-Werte liegen zwischen 1,62 min in der Lake und 0,76 min im Wurstkern. Aus den errechneten Variationskoeffizienten kann auf die Genauigkeit geschlossen werden, mit der ein angestrebter F-, E- oder C-Wert erreicht wurde. (Bemerkenswert ist die Feststellung, daß bei Sterilisationsregimen mit 115 °C bis 130 °C die Anwendung von Metall Dosen der Abmessungen 73/180 mm mit relativ großer spezifischer Oberfläche und guter Wärmeleitung einen mehrfach höheren F-Wert gegenüber Glasdosen ergab.)

Tabelle 2: Berechnete C-, E- und F-Werte für Programm 5 (n = 40)

Lfd. Nr.	Programm Nr.	statistische Größe	C <sub>100</sub> <sup>33</sup>		C <sub>100</sub> <sup>40</sup>		E <sub>100</sub> <sup>50</sup>		F <sub>121</sub> <sup>10</sup>	
			L	K	L	K	L	K	L	K
1	1		3		4		5		6	
2		$\bar{x}$ (min)	67,04	47,53	62,68	46,40	59,36	45,91	1,62	0,76
3		s	3,42	3,89	2,83	3,65	2,40	3,66	0,20	0,10
4	5	v (%)	5,10	8,18	4,51	7,86	4,04	7,96	12,07	13,42
		F <sub>T</sub>	1,29		1,66		2,32		3,70	

L - Lake, K - Wurstkern

#### Mikrobiologische und Haltbarkeitsprüfung

Stufenkontrollen der einzelnen Prozeßstufen ergaben, daß erstmals eine Keimreduzierung nach dem Räucherprozeß auftrat. Durch die Sterilisation wurden die vegetativen Keime sicher und die Sporenbildner ebenfalls abgetötet oder stark reduziert (s. Tab. 3). Eine deutliche Reduzierung des Anfangs- und Endekeimgehaltes konnte durch Einsatz bestrahlter Gewürze (10 kGy) erreicht werden, wie orientierende Versuche ergeben. Die Tabelle 3 weist auch aus, daß die Konserven 7 Monate (zwischenzeitlich mehr als 11 Monate) bei Aufbewahrungstemperaturen um 10 °C haltbar bzw. lagerfähig sind. Die sensorische Bewertung ergab durchschnittlich eine gute Quali-

tät.

Tabelle 3: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung von 60 nach Programm 5 sterilisierten Konserven (F = 0,76 min, gelagert bei 10 °C)

Lfd. Nr.	Proben-Nr.	Lagerzeit (d)	Keimgehalt		Keimart
			Lake	Wurst	
1					
2	1 bis 7	3	-	-	-
3	8	3	+	-	aerobe Sporenbildner
4	9	3	-	-	-
5	10	3	-	-	-
6	11	40	++	+	aerobe Sporenbildner
7	12	40	-	-	-
8	13	40	+	+++	aerobe Sporenbildner
9	14	40	-	-	-
10	15 bis	40	-	-	-
11	20 bis	70	-	-	-
12	30 bis	100	-	-	-
13	39 bis	100	-	+	Bac. panthotenticus
14	41 bis	180	-	-	-
	50 bis				
	51 bis	210	-	-	-
	60				

### Diskussion und Schlußfolgerungen

Beim Sterilisationsprozeß konnten die besten Ergebnisse hinsichtlich F-Wert und Qualität mit Programm 5 erzielt werden. Der erreichte F-Wert von durchschnittlich 0,76 min stimmt mit den Ergebnissen von HEIDTMANN und REICHERT (1969) überein, die für die Herstellung von haltbaren Würstchenkonserven einen F-Wert von 0,6 bis 0,8 min fordern. Mangelhafte Haltbarkeit konnten die genannten Autoren bei Chargen mit  $F \approx 0,5$  min feststellen.

Wie die mikrobiologischen Untersuchungen zeigen, waren in den sterilisierten Konserven nur noch vereinzelt aerobe Sporenbildner nachweisbar. Bei einer Stabilitätsprüfung nach 7tägiger Bebrütung bei 37 °C (gültig für Vollkonserven) wurden keine Keime nachgewiesen. Damit wird eine hohe Sicherheit in bezug auf die Haltbarkeit des Produkts erreicht. Unterstützend würde sich die Einhaltung von Lager- und Transporttemperaturen möglichst unter 15 °C auf die Haltbarkeit auswirken, da aerobe Sporenbildner sich bei Temperaturen über 15 °C vermehren können und der Grad ihrer proteolytischen Aktivität u.a. von der Temperatur abhängig ist (SCHEIBNER, 1967; POHJA u. NIINIVAARA, 1960).

Die im Labormaßstab bzw. halbtechnischem Maßstab erzielten Ergebnisse sind als erfolgreich einzuschätzen. Das zur Zeit existente Risiko des Platzens der Naturdärme bei höheren Temperaturen stellt ein Haupthindernis für das Erreichen eines hohen Sterilisationsgrades dar. Die Forderung nach Verwendung einer guten Darmqualität läßt sich vom Konservenhersteller nur bedingt realisieren. Eine sorgfältige Beachtung der genannten Parameter beim Räucherprozeß, Wegfall des Garens nach dem Räuchern, Verwendung einer funktionstüchtigen Vakuumverschließmaschine, die ein Vorvakuum von 0,07 bis 0,05 MPa gestattet, Einstellen des pH-Wertes der Lake und -inhalten eines entsprechenden Sterilisationsregimes ermöglichen die Produktion von Bockwürsten in Gläsern als Dreiviertelkonserven. Selbst wenn man nur einen F-Wert von ca. 0,5 min erreichen sollte, würde dies die Haltbarkeit von momentan einigen Wochen auf etwa 6 Monate erhöhen und zu einer spürbaren Senkung der im Sommer durch mikrobiellen Verderb eintretenden Verluste führen. Aufbauend auf die Ergebnisse der vorgestellten Basisuntersuchungen sollten weitere Versuche unter folgender Zielstellung durchgeführt werden: Erarbeitung eines Regimes, das unter betrieblichen Bedingungen in Großversuchen den Anteil an Bockwürstconserven mit geplatzten Wursthüllen auf weniger als 0,3 % gewährleistet, Verhinderung der Laketrübung unter Beachtung einer Kerntemperatur von 75 °C während des Räucherprozesses, Erzielung eines Wasserverlustes von 5 bis 10 % (bezogen auf das Ausgangsgewicht der Würste) innerhalb von ca. 3 h.

### Literatur

- Peters, H.: Beitrag zur Verbesserung der Qualität und Haltbarkeit von Konserven, Diss. Humboldt-Univ. Berlin 1985
- Schleusener, H. und Sielaff, H.: Lebensmittelindustrie 27 (1980), 297
- Lund, D.B.: Food Technol. 2 (1977), 71
- Kas, J. und Rauch, P.: Z. Lebensmittel. Untersuchung. Forsch. 174 (1982), 290
- Heidtmann, R.H. und Reichert, J.E.: Arch. f. Lebensmittelhyg. 20 (1969), 159
- Scheibner, G.: MhefteVet. med. 22 (1967), 628
- Pohja, M.S. und Niinivaara, F.P.: Fleischwirtschaft 12 (1960), 932