

Herstellung von Öko-Fleisch- und Öko-Wurstwaren ohne oder mit reduziertem Einsatz von Pökelsstoffen



**Alexander Beck, Renate Dylla, Markus Geißlinger,
Hermann Jakob, Boris Liebl, Friedrich-Karl Lücke**

Dieser Leitfaden ist im Rahmen des Projektes 06OE007 'Leitfaden zur angepassten Herstellung von Öko-Fleisch- und Wurstwaren ohne bzw. mit reduziertem Einsatz von Pökelfstoffen' entstanden. Er wurde im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) gefördert.

Alle in diesem Leitfaden enthaltenen Angaben wurden von den Autoren nach bestem Wissen erstellt und von ihnen mit größter Sorgfalt überprüft. Dennoch sind Fehler nicht völlig auszuschließen. Daher erfolgen alle Angaben ohne jegliche Verpflichtung oder Garantie des FiBL oder der Autoren. Beide übernehmen keinerlei Verantwortung und Haftung für etwa vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten.

© 2007

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Deutschland e.V.,
Galvanistr. 28, 60486 Frankfurt am Main,
Tel. +49 69 7137699-0, Fax +49 69 7137699-9,
E-Mail info.deutschland@fibl.org, Internet www.fibl.org

Titelbilder:

www.oekolandbau.de / Copyright BLE / Thomas Stephan, Dominic Menzler

Bezug/ Vertrieb: Die Veröffentlichung kann beim FiBL für 20 Euro (+ Versandkosten) bestellt werden; weiterhin steht sie im FiBL-Shop unter www.shop.fibl.org, FiBL Bestellnummer 1485, zum kostenlosen Download zur Verfügung.

Inhalt

Kapitel 1	
1.1	Rechtliche Situation 7
1.2	Problemstellung 7
1.2.1	Wirkung des Nitrits in Wurstwaren 7
1.3	Pökelfarbe 8
1.4	Pökelaroma 9
1.5	Oxidativer Fettverderb 9
1.6	Mikrobiologische Qualität 11
Kapitel 2	
2.1	Rohwurst 14
2.1.1	Besonderheiten der Rohwurst 14
2.1.2	Rohwaren 15
2.1.3	Herstellung 17
2.2	Brühwurst als Frischware 23
2.2.1	Besonderheiten der Brühwurst 23
2.2.2	Rohwaren 23
2.2.3	Produktion 24
2.3	Kochwurst 29
2.3.1	Besonderheiten der Kochwurst 29
2.3.2	Rohwaren 29
2.3.3	Herstellung 31
2.4	Rohpökelfwaren 37
2.4.1	Besonderheiten der Rohpökelfwaren 37
2.4.1	Rohwaren 37
2.4.2	Herstellung 38
2.5	Kochpökelfwaren 43
2.5.1	Besonderheiten der Pökelfwaren 43
2.5.2	Rohwaren 43
2.5.3	Herstellung 44
2.6	Konservenherstellung (Brühwurst und Kochwurst) 48
2.6.1	Besonderheiten der Konserven 48
2.6.2	Sterilisation 48
Kapitel 3	
3.1	Qualitätssicherung 50
3.1.1	Ziele eines HACCP-Systems 50
3.2	F-Wert 51
3.2.1	F-Wert für Brüh-, Kochwurst und Kochschinken 51
3.2.2	F-Wert für Konserven 54
3.3	Aufschneiden und Verpacken von Fleisch- und Wurstwaren 56
3.4	Lagerung von Fertigprodukten 57
3.4.1	Kühlung 57
3.5	Durchführung von Haltbarkeitstests 58
3.5.1	Versuchsaufbau 59

3.5.2	Versuchsdurchführung und -dokumentation	60
3.5.3	Auswertung der Ergebnisse	61
3.6	Messung der Lichtstärke	62
3.7	Messung des a_w -Wertes	63
3.8	Handhabung von Gewürzen	63
3.9	Antioxidative Wirkung von Gewürzen	63
3.10	Antioxidative Zusatzstoffe	65
Anhang		
	Weiterführende Links und Literaturverzeichnis	66
	Literaturverzeichnis	66

Einleitung

Eine Auswertung des Angebots von ökologischen Fleisch- und Wurstwaren im BÖL-Projekt „Pökelfstoffe in Öko-Fleischwaren“ ergab, dass Hersteller ökologischer Fleisch- und -Wurstwaren überwiegend mit reduziertem Einsatz von Pökelfstoffen oder vollständig pökelfstofffreie Produkte herstellen. Der Informationsstand der Hersteller zu den notwendigen Anpassungen für eine Verarbeitungsweise mit reduziertem Einsatz von Pökelfstoffen oder ganz ohne Pökelfstoffe ist jedoch oft unzureichend.

Die Herstellungstechnologie von Öko-Fleisch- und -Wurstwaren ohne bzw. mit reduziertem Einsatz von Pökelfstoffen verlangt bei den verschiedenen Produktarten Anpassungen der Herstellungstechnologie. Dies ist Inhalt des vorliegenden Leitfadens.

Auch andere Studien zeigen den Bedarf für eine verbesserte Herstellungspraxis.

Die CVUA Stuttgart (Öko-Monitoring-Programm Baden-Württemberg, 2005) beurteilte die Haltbarkeit von ökologisch (ohne Nitritpökelsalz) und konventionell hergestellten Brühwürsten anhand des mikrobiologischen Status und der sensorischen Abweichungen und kam zu dem Ergebnis, dass neun von 18 der ohne Nitrit hergestellten Brühwürste wegen Nichteinhaltung des MHD zu beanstanden waren. Aufgrund der geringen Probenzahl kann jedoch nicht von einer repräsentativen Untersuchung ausgegangen werden.

Das BÖL-Projekt „Mikrobiologische Qualität von Fleischerzeugnissen aus ökologischer Produktion“ kam in seinem Schlussbericht zu dem Ergebnis, dass streichfähige Öko-Rohwürste und vorverpackte Öko-Aufschnitte als mikrobiologisch ebenso sichere Produkte gelten wie vergleichbare konventionelle Produkte. Jedoch entsprachen die hygienischen Bedingungen in den beteiligten Unternehmen nicht durchgängig den Erwartungen.

Der Leitfaden dient all denjenigen Herstellern, die in die pökelfstofffreie Produktion bzw. in die Produktion mit reduziertem Einsatz einsteigen wollen. Er dient jedoch auch denjenigen, die ihre praktizierte Herstellungsweise optimieren möchten. In dem Leitfaden werden die entscheidenden Maßnahmen und entsprechende Lösungswege aufgezeigt. Viele der vorgestellten Werte sind dem Buch „Richtwerte der Fleischtechnologie“ von F. Wirth entnommen (siehe Literaturliste im Anhang). Die angegebenen Werte sind keinesfalls statisch zu behandeln, sondern den jeweiligen betrieblichen Bedingungen anzupassen.

Der Leitfaden zielt in erster Linie auf die Gewährleistung der Sicherheit und Haltbarkeit der Produkte ab. Die Umrötung und das Pökelaroma spielen bei dieser Betrachtung eine vergleichsweise untergeordnete Rolle.

Der Leitfaden gliedert sich in drei Kapitel.

Kapitel 1 erklärt die Problematik bei der Herstellung von Öko-Fleisch- und Wurstwaren ohne bzw. mit reduziertem Einsatz von Pökelfstoffen und legt dar, was aus mikrobiologischer und sensorischer Sicht zu beachten ist und welche Maßnahmen allgemein zu ergreifen sind.

In Kapitel 2 wird auf die Herstellung einzelner Produkte (Brüh-, Koch-, Rohwurst, Roh- und Kochpökelfware und Konserven) detailliert eingegangen. Hier finden sich konkrete Vorgaben, die z. T. in Fließschemata eingearbeitet sind.

In Kapitel 3 erhalten handwerkliche Hersteller und Verantwortliche in Betrieben weitergehende Ausführungen zu übergreifenden relevanten Themen: zur Qualitätssicherung, zur Berechnung des F-Wertes, zum Aufschneiden und Verpacken, zur Lagerung, zur Durchführung von Haltbarkeitstest, zur Handhabung von Gewürzen und zu antioxidativen Zusatzstoffen.

Im Anhang findet sich zudem eine weiterführende Literaturliste.

Kapitel 1

1.1 Rechtliche Situation

Die EG-Öko-Verordnung erlaubt nach Anhang VI den Gebrauch von Natriumnitrit (E 250) und Kaliumnitrat (E 252) in Höhe von 80 mg/kg (Richtwert) und in einer Rückstandshöchstmenge von 50 mg/kg, wenn „gegenüber der zuständigen Behörde zufrieden stellend nachgewiesen wurde, dass es keine technologische Alternative gibt, die in Bezug auf die Hygiene dieselbe Sicherheit bietet und/oder die Erhaltung der besonderen Merkmale des Erzeugnisses gestattet.“

Die Öko-Verbände in Deutschland geben unterschiedliche Vorgaben zur Herstellung von Fleisch- und Wurstwaren an. Demeter, Bioland und Gäa erlauben den Gebrauch von Pökelfstoffen nicht. Naturland und Biokreis lassen eine reduzierte Pökelfstoffzugabe (zwei Prozent Nitritpökelsalz bei Rohwurst und ein Prozent Nitritpökelsalz bei erhitzter Wurst bezogen auf die Gesamtmenge des Fleischbräts bzw. 150 mg/kg Kaliumnitrat bei Rohwürsten, die länger als vier Wochen unter 18°C gereift sind) zu.

Die Leitsätze für Fleisch und Fleischerzeugnisse regeln die Verkehrsauffassung von Fleisch- und Wurstwaren. Gemäß den Leitsätzen sind Kochpökelfwaren immer und Rohwürste „in der Regel“ umgerötet. Tritt, wie es bei vollständigem Verzicht auf Pökelfstoffe der Fall sein kann, bei Produkten keine Umrötung auf, so könnten Konflikte mit den Leitsätzen auftreten. Deshalb empfehlen wir z. B. bei Kochschinken ohne Pökelfstoffe entweder die Formulierung „Ohne Umrötemittel E 250“ oder „Gegartes Schweinefleisch nach Art von Kochschinken“ zu verwenden. Bitte klären Sie diese Fragen mit Ihrem zuständigen Veterinär ab.

1.2 Problemstellung

1.2.1 Wirkung des Nitrits in Wurstwaren

Nitrit wird in Fleisch- und Wurstwaren zur

- Bildung der Pökelfarbe,
- Bildung eines Pökelaromas,
- Verzögerung oxidativer Veränderungen (z. B. des Aufwärmgeschmacks) und
- Hemmung bestimmter unerwünschter oder gefährlicher Mikroorganismen eingesetzt.

Der Einsatz von Pökelfstoffen als Konservierungsstoffe zur Herstellung von ökologischen Fleisch- und Wurstwaren ist umstritten, da Nitrit toxikologisch nicht unbedenklich und eine chemisch-synthetische hergestellte Verbindung ist, die dem Grundsatz der Öko-Bewegung zur Minimierung des Einsatzes von Zusatzstoffen widerspricht.

Der Verzicht auf Pökelfstoffe führt jedoch zu Farbabweichungen in Richtung „grau“, die vom Verbraucher oft mit mangelnder Frische assoziiert werden.

Bei Produkten mit reduzierter Pökelfstoffzugabe können gute Ergebnisse bezüglich Aroma, Umrötung und Oxidationsschutz erzielt werden. Antimikrobielle Effekte sind bei einem reduzierten Einsatz jedoch generell nicht mehr zu erwarten. Die Ergebnisse des Öko-Monitoring 2005 aus Baden-Württemberg zeigten in Bezug auf Öko-Brühwürste, die ohne Nitritpökelsalz hergestellt wurden, dass von einer eingeschränkten Haltbarkeit ausgegangen werden muss. Diese muss bei der Festsetzung des MHD berücksichtigt werden.

Die antimikrobielle Wirkung des Nitrits kann durch die Verstärkung anderer „Hürden“ (Temperatur, pH-Wert, a_w -Wert usw.) und eine entsprechende Anpassung von Rezeptur und Herstellungsverfahren meist ausgeglichen werden.

Generell wirken sich Herstellungsfehler bei der Herstellung von Fleisch- und Wurstwaren ohne Pökelfstoffe stärker aus als bei der Produktion mit Pökelfstoffen.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Wirkungen des Nitrits in verschiedenen Fleisch- und Wurstwaren und die Verfügbarkeit von Alternativen.

Tabelle 1: Übersicht zu Wirkungen des Nitrits in verschiedenen Fleisch- und Wurstwaren

Warenart	Wirkung von Nitrit	Alternativen verfügbar
Rohwurst / Rohpökelfwaren	Pökelfarbe	ja (bei lange gereiften Produkten)
	Pökelaroma	nur bedingt relevant
	antioxidativ	bedingt, vor allem bei Rohwurst
	antimikrobiell	ja, mit Ausnahmen
Brühwurst	Pökelfarbe	nein
	Pökelaroma	nein
	antioxidativ	bedingt
	antimikrobiell	ja, offene Fragen
Kochwurst	Pökelfarbe	nein, bedingt relevant
	Pökelaroma	nein, geringe Relevanz
	antioxidativ	bedingt
	antimikrobiell	ja, offene Fragen

1.3 Pökelfarbe

Bei der Bildung der roten Pökelfarbe reagieren der Muskelfarbstoff Myoglobin und der Blutfarbstoff Hämoglobin mit Stickoxid (NO), das im sauren Milieu aus Nitrit entsteht. Das entstehende Stickoxid-Myoglobin bzw. -Hämoglobin, das 'Pökelrot', ist relativ licht-, sauerstoff- und hitzestabil.

Es gibt Möglichkeiten, Pökelfstoffe durch Farbstoffe (z. B. Rotschimmelreisextrakt AngkaK und chemisch modifiziertes Hämoglobin Dinitrosylferrohämochrom) zu ersetzen, jedoch fehlt eine lebensmittelrechtliche Zulassung. Zudem ist fraglich, ob diese Erzeugnisse den Grundsätzen der ökologischen Lebensmittelverarbeitung entsprechen und somit nach einer möglichen (aber

eher unwahrscheinlichen) lebensmittelrechtlichen Zulassung Einzug in die Vorgaben für die ökologischen Lebensmittelproduktion finden könnten.

Rohschinken und Rohwürsten mit einer ansprechenden roten Farbe können bei hochwertigen Rohstoffen, bester Verarbeitungstechnologie und langen Reifezeiten auch ohne Pökelstoffe hergestellt werden.

Generell ist die Bildung einer ausreichenden Pökelfarbe nicht nur vom Nitritzusatz, sondern auch vom Herstellungsverfahren abhängig. Die minimal notwendige Menge Natriumnitrit zur Ausbildung einer ausreichenden Pökelfarbe für alle Fleischerzeugnisse liegt etwa bei 30 bis 50 ppm (mg/kg).

1.4 Pökelaroma

Bei der Einwirkung von Nitrit auf Fleisch und Fleischerzeugnisse entstehen ein typischer Geruch und Geschmack, die sich eindeutig von denen der nur mit Kochsalz behandelten Fleischerzeugnisse unterscheiden und die man als 'Pökelaroma' bezeichnet. Dabei ist das Aroma erhitzter gepökelter Fleischerzeugnisse etwas anders als das roher gepökelter Fleischerzeugnisse; offensichtlich entstehen bei höheren Temperaturen andere oder zusätzliche aromatisierende Verbindungen. Eine wesentliche Rolle spielt dabei, dass Nitrit durch Bindung an Eisen im Fleisch Fettveränderungen teils hemmt, teils in eine andere Richtung lenkt. Aber auch die Reaktion von Nitrit mit anderen Fleischinhaltsstoffen spielt eine Rolle. Es ist kein Ersatz für Nitrit bekannt, durch den das typische Pökelaroma in einem Produkt erzeugt werden kann. Auch bei vermeintlich alternativen Verfahren, bei denen nitratreiche Gemüseextrakte und Starterkulturen genutzt werden, wird durch Nitratreduktasen Nitrit als Zwischenprodukt erzeugt und damit das Pökelaroma gefördert.

Zur Ausbildung des typischen Pökelaromas in Fleischerzeugnissen sind 20 bis 40 ppm Natriumnitrit ausreichend.

1.5 Oxidativer Fettverderb

Durch seine Bindung an Eisen im Fleisch hemmt Nitrit den oxidativen Fettverderb und die Bildung von Cholesteroloxyden, die noch weniger erwünscht sind als Cholesterol selbst. Die Fettoxydation ist ein wichtiger Mechanismus bei der Qualitätsabnahme eines Fleischerzeugnisses während der Lagerung. Begünstigt wird dieser Vorgang vor allem im Zeitraum der Lagerung durch

- Sauerstoff,
- Wärme,
- Licht,
- Feuchtigkeit,
- Metallspuren (Eisen und Kupfer).

Die Fettoxydation verläuft in mehreren Phasen. In der Start- oder Induktionsphase beginnt die Oxidation durch die Bildung von Radikalen bzw. von Peroxiden, jedoch ohne nennenswerte

Schädigung des Fettes. In den weiteren Phasen nimmt die Geschwindigkeit der Oxidationsreaktion rapide zu. Die ungesättigten Fettsäuren reagieren verstärkt mit dem im Produkt bzw. am Produkt vorhandenen Luftsauerstoff. Die Oxidation ist dann kaum noch zu beeinflussen und wird sehr schnell sensorisch bemerkbar. Maßnahmen zur Verhinderung der Fettoxidation müssen deshalb in der ersten Phase des Fettverderbs ansetzen.

Der oxidative Fettverderb lässt sich nicht vollständig verhindern, kann jedoch auf ein akzeptables Maß hinausgezögert werden.

Fette mit einem hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren (feste Fette) sind wesentlich resistenter gegen diese Verderbsform als Fette mit einem hohen Anteil ungesättigter Fettsäuren. Reife, ausgemästete und damit fetttere Tiere haben eine gleichmäßigere Fettverteilung der ungesättigten Fettsäuren auf eine größere Fettmenge und einen höheren Fettanteil im Speck als magere Schweine. Der Speck von reifen Tieren ist, bei entsprechender Fütterung, damit fester und weniger oxidationsanfällig.

Während der Reifung von Fleisch- und Wurstwaren (z. B. Rohwurst) ergeben sich erwünschte Veränderungen der Fette, die hydrolytischer und oxidativer Natur sind und an der Bildung des typischen Aromas beteiligt sind (auch Eiweißabbauprodukte sind am Aroma beteiligt!). Einige der entstehenden Verbindungen sind, so lange sie nicht einzeln wahrgenommen werden (off-flavour-Schwelle), wichtige Aromakomponenten. In höheren Konzentrationen können diese Verbindungen jedoch zu unterschiedlichen Geschmacksveränderungen des Produkts führen. Das Produkt schmeckt dann kratzig oder ranzig und ist für den menschlichen Verzehr unbrauchbar.

Die Eintragung von Sauerstoff bei der Produktion und der Kontakt des Produkts bei der anschließenden Lagerung mit Sauerstoff (Luft) sind zum Schutz vor Verderb zu minimieren. Vakuumkutterung, Vakuumfüller und Verpackungen mit Schutzgasatmosphäre (Stickstoff-CO₂-Gemisch) bzw. Vakuum bieten einen Schutz vor Sauerstoffeinwirkung. Bei Verwendung atmungsaktiver Kunstdärme bietet das Aufbringen einer Überzugsmasse nach der Trocknung neben dem Schutz gegen unerwünschte Schimmelpilze einen weiteren Schutz vor Sauerstoffeinwirkung.

Bereits bei der Rohstoffauswahl kann einer beschleunigten Fettoxidation vorgebeugt werden, indem fester Speck von reifen, ausgemästeten und entsprechend gefütterten Tieren eingesetzt wird.

Fett ist bei tiefen Temperaturen (kein Schmieren) und nicht stärker als technologisch notwendig zu zerkleinern, da ein hoher Zerkleinerungsgrad der Fettoxidation eine größere Angriffsfläche bietet.

Die Einwirkung von Licht auf die Produkte ist aufs Nötigste zu reduzieren. Eine Dunkellagerung bzw. lichtundurchlässige Verpackung wird empfohlen.

Die Geschwindigkeit der Fettoxidation ist temperaturabhängig, die Prozesse laufen bei niedrigeren Temperaturen langsamer ab als bei höheren.

Auch Schwermetalle tragen zum Start der Oxidation bei. Deshalb sollte jeder Kontakt des Fettes oder der Wurstwaren zum Beispiel mit Kupfer gemieden werden.

Fettlösliche Antioxidantien schützen das Fett vor dem Angriff von Radikalen. Zu diesen gehören stark tocopherolhaltige Produkte (E 306).

Ascorbinsäure (E 300) und Natriumascorbat (E 301) sind starke Reduktionsmittel und nicht fettlöslich. Sie haben daher eine antioxidative Wirkung besonders in wässrigen Systemen. In Fleischerzeugnissen mit Nitrit wirken sie zusätzlich Nitrit reduzierend.

1.6 Mikrobiologische Qualität

Das Lebensmittel Fleisch ist ein gutes Substrat für das Wachstum von Mikroorganismen. Zugewetztes Nitrit kann aufgrund seiner antimikrobiellen Wirkung zur Verbesserung der Haltbarkeit und Produktsicherheit bestimmter Fleisch- und Wurstwaren beitragen, allerdings andere Maßnahmen zur Haltbarmachung nur ergänzen, nicht ersetzen. Erst eine Kombination aus mehreren „Hürden“, wie beispielsweise

- Rohwarenqualität,
- Pökelfstoffzugabe,
- Erhitzung,
- Kühlung,
- Senkung des aw-Werts durch Salzen und/oder Trocknen,
- Senkung des pH-Werts durch Zugabe von Säuerungsmitteln oder Zuckern in Kombination mit Milchsäurebakterien,

gewährleistet eine ausreichende mikrobiologische Qualität und Sicherheit. Ein verringerter oder fehlender Zusatz von Pökelfstoffen muss daher grundsätzlich durch eine „Erhöhung“ anderer Hürden kompensiert werden, d. h. Rezeptur und/oder Herstellungsverfahren müssen angepasst werden.

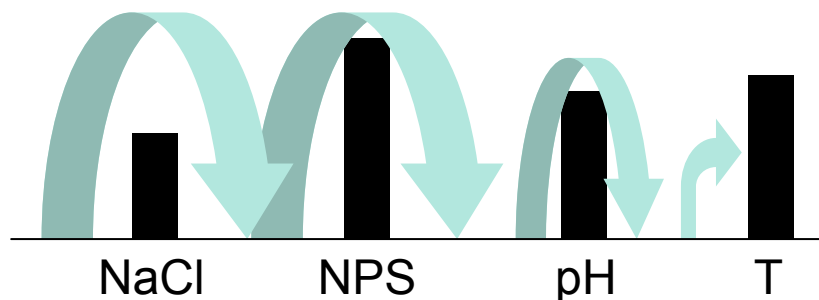


Abbildung 1: Beispiel für Hürden (Kochsalz, Pökelfstoffe, pH-Wert, Temperatur)

Erhitzung

Bei der sachgerechten Erhitzung von als „Frischware“ hergestellten Brüh- und Kochwürsten sowie Kochpökelfware werden unversport Mikroorganismen abgetötet, die sich sonst im Produkt vermehren könnten. Bakteriensporen hingegen werden nur bei einer sachgerechten Sterilisation abgetötet. Daher ist Frischware nach der Erhitzung schnell abzukühlen, so dass der Temperaturbereich zwischen 60°C und 10°C schnell durchlaufen wird. Überlebende Sporen können sich sonst in diesem Temperaturbereich entwickeln.

Kühlung

Die Temperatur ist der wichtigste Einflussfaktor auf das mikrobielle Wachstum. Kühlung auf unter 7°C verhindert die Vermehrung der meisten Krankheitserreger auf Fleisch und Fleischerzeugnissen. Allerdings können sich Listerien und verschiedene Verderbs-Mikroorganismen auch noch im Temperaturbereich von 2°C bis 7°C vermehren.

Kühl- und Gefrieranlagen müssen die für sie vorgeschriebenen Temperaturen zuverlässig einhalten. Die Kapazitäten müssen für die genutzten und geplanten Mengen geeignet sein. Die Einhaltung der Temperaturen auf einem stabilen Niveau ist wichtig, um eine Schädigung der Rohstoffe zu vermeiden. Besonders bei der Lagerung in der Nähe des Gefrierpunkts muss die Temperatur konstant gehalten werden, um eine Produktschädigung durch Anfrieren zu vermeiden.

Senkung des pH-Wertes

Der pH-Wert ist ein wichtiger Faktor für das mikrobielle Wachstum. Die Grenze der Vermehrungsfähigkeit der meisten Bakterien, die für Fleisch und Fleischerzeugnisse wichtig sind, liegt bei einem pH-Wert von unter 4,5. Milchsäurebakterien, Schimmelpilze und Hefen wachsen auch noch bei tieferen pH-Werten.

Der pH-Wert kann durch Zugaben von Zucker und Milchsäurebakterien gesenkt werden. Auch ist es möglich, pH-senkende Stoffe wie z. B. Milchsäure zuzusetzen.

Während der Erhitzung von Fleischerzeugnissen steigt der pH-Wert infolge der Denaturierung der Proteine leicht an.

a_w -Wert

Der a_w -Wert ist ein Maß für die Verfügbarkeit von freiem Wasser im Lebensmittel. Ein hoher a_w -Wert bedeutet somit, dass den Mikroorganismen viel Wasser zur Verfügung steht, was ihre Vermehrung begünstigt. Der a_w -Wert des Lebensmittels wird durch die Rohstoffauswahl eingestellt und durch Salzen und Trocknen gesenkt. Er ist die bedeutendste Hürde für Rohwurst und Rohpökelfleisch. Bei einem a_w -Wert unter 0,94 ist das Wachstum von *Clostridium botulinum* sicher ausgeschlossen.

Tabelle 2: Typische a_w -Werte

Produkt	a_w -Wert
Kochschinken	0,98 - 0,99
Brühwurst	0,97 - 0,98
Kochwurst (mager, nicht getrocknet)	0,97 - 0,98
Bierwurst und ähnliche Brühwurstprodukte mit geringer Schüttung und/oder abgetrocknet	0,96 - 0,97
Kochwurst, fettreich und/oder getrocknet	0,96 - 0,97
Frische Mettwurst	0,97 - 0,975
Gereifte, streichfähige Rohwurst	0,94 - 0,95

Produkt	a _w -Wert
Schnittfeste Rohwurst, Halbdauerware	0,91 - 0,94
Rohwurst, Halbdauerware	0,91 - 0,94
Dauerware (ungekühlt lagerfähige Rohwürste und Rohschinken)	unter 0,91

Redoxpotential

Das Redoxpotential, auch als Eh-Wert bezeichnet, ist ein Maß für das Gleichgewicht zwischen reduzierend und oxidierend wirkenden Stoffen im Lebensmittel und wird in Fleisch und Fleischerzeugnissen vorwiegend durch die Anwesenheit von Sauerstoff bestimmt. Mikroorganismen, die Luftsauerstoff zur Vermehrung benötigen (z. B. Schimmelpilze), können durch Verpackung unter Vakuum oder Stickstoff/ CO₂ gehemmt werden. Die meisten Bakterien, die als Erreger von Lebensmittelinfektionen und -vergiftungen oder als Verderbsflora für Fleisch von Bedeutung sind, lassen sich aber durch Sauerstoffentzug nicht sicher hemmen. Vakuumkutterung und Vakuumfüllen vermeiden jedoch den Eintrag von Luft in das Produkt und hemmen somit den oxidativen Fettverderb.

Kapitel 2

2.1 Rohwurst

2.1.1 Besonderheiten der Rohwurst

Trotz der fehlenden Erhitzung ist gereifte Rohwurst im Vergleich zu anderen Wurstsorten mikrobiologisch recht stabil. Sie ist hauptsächlich haltbar durch die Kombination der „Hürden“ pH-Wert und a_w -Wert. Insbesondere in der ersten Reifungsphase trägt auch Nitrit zur Produktsicherheit bei. Dies muss beim Weglassen oder beim Vermindern des Nitritzusatzes berücksichtigt werden.

Der Einsatz von Starterkulturen ermöglicht zudem, schnell ein mikrobiologisch stabiles Produkt zu erzeugen. Durch deren Einsatz wachsen erwünschte Organismen als dominierende Flora heran und unterdrücken unerwünschte Keime, hierdurch wird das Risiko der Bildung biogener Amine und das einer Fehlsäuerung vermindert. Um eine zügige Säuerung durch die Starterkultur zu gewährleisten, muss diese der vorhandenen Verderbsflora zahlenmäßig überlegen sein.

Der fehlende bzw. reduzierte Nitritzusatz muss durch andere qualitätssichernde Maßnahmen aufgefangen werden:

a) Schutz vor unerwünschten Mikroorganismen

- Rohstoffqualität (Frische, Sauberkeit, a_w -Wert)
- Schutz der Rohwaren vor Rekontamination
- Einsatz von Starterkulturen
- Reifesteuerung
- Einhaltung der Kühlkette
- Erhöhung der Salzzugabe auf 28 g/kg

b) Vermeidung der Fettoxidation

- Verwendung von festem Fett
- Einsatz antioxidativer Zutaten
- Vermeidung von Sauerstoffeintrag
- Vermeidung des „Schmierens“ von Fett beim Zerkleinern

Zu beachten ist, dass Nitrat als solches keinerlei antimikrobielle Wirkung hat. Rohwürste, die mit Nitrat statt Nitritpökelsalz hergestellt werden, sind aus mikrobiologischen Gründen so zu reifen wie pökelfreie Ware.

Die Parameter können sich bei anderen Rohwurstsorten von den angegebenen Prozesskennzahlen unterscheiden.

2.1.2 Rohwaren

Bei Rohwürsten erfolgt definitionsgemäß keine Reduktion der im Produkt vorhandenen Keime durch Erhitzung. Für die Qualität des Endproduktes ist daher die mikrobiologische Qualität des Rohmaterials, insbesondere des Magerfleisches, wichtig. Sachgerechte Lieferantenauswahl (mit Blick auf Tier rasse, Fütterung und Schlachtbedingungen) und Eingangskontrollen (Temperatur, Frische usw.) sind entscheidend.

Tabelle 3: Rohwaren zur Rohwurstherstellung

Rohware	Anforderungen
Magerfleisch	0° bis -30°C bei Gefrierfleisch gefrorene Zugabe ›gute mikrobiologische Qualität ›pH₂₄: bis 5,8*
Speck	›Nicht überaltert, keine Anzeichen von Ranzigkeit ›i.d.R. gefroren (-10° bis -30°C) ›fest (mit weniger als 12 % mehrfach ungesättigter Fettsäuren); günstig ist der Speck älterer Tiere ›Vermeidung unnötiger Vorzerkleinerung

* in Ausnahmefällen bis pH 6,0, dann sind zusätzliche Maßnahmen zur Gewährleistung einer schnellen und ausreichenden Säuerung erforderlich



Abbildung 2: Temperaturerfassung beim Wareneingang

Ein wichtiger Punkt der Qualitätskontrolle ist die Kontrolle der Kerntemperatur beim Wareneingang Bild: Chiemgauer Naturfleisch GmbH

Magerfleisch

Das Magerfleisch sollte keinerlei Anzeichen von Überlagerung und Verderb, eine geringe Anfangskeimzahl und eine Temperatur von 0°C bis -30°C aufweisen. Gefrorenes Fleisch ist im gefrorenen Zustand zu verarbeiten. Der pH-Wert sollte bei der Verarbeitung unter 5,8 und nie über 6,0 liegen. In der Zone zwischen 5,8 und 6,0 sind flankierende Maßnahmen wie z. B. erhöhter Zuckerzusatz erforderlich. Bei allen schimmelgereiften Rohwürsten sollte auf Backen- und Nackenfleisch verzichtet werden, da diese Teilstücke häufig *Staphylococcus aureus* enthalten.

Speck

Der für die Rohwurstherstellung eingesetzte Speck sollte frisch oder bei -10 bis -30°C nicht zu lange gelagert worden sein. Auch beim Speck sollte auf eine ununterbrochene Kühlkette und hygienische Lagerbedingungen geachtet werden.

Speck muss fest sein und darf nicht zu viel mehrfach ungesättigte Fettsäuren enthalten, sonst ist die Anfälligkeit gegenüber Sauerstoff zu hoch, was sich insbesondere bei pökelfstofffreier Ware sehr negativ auswirkt. Die Fütterung der Mastschweine muss daher entsprechend angepasst werden. Im Allgemeinen ist Speck von älteren Tieren besser geeignet als Speck von jüngeren Tieren.

Gewürze

Bestimmte Mikroorganismen (Schimmelpilze und Salmonellen), die die Qualität und Sicherheit von Rohwurst beeinträchtigen, können über Gewürze eingetragen werden. Ihre mikrobiologische Qualität sollte daher den Richt- und Warnwerten der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) entsprechen und der Lieferant sollte dies zusichern.

Bestimmte Inhaltsstoffe von Gewürzen wirken antioxidativ.

Mehr über Gewürze lesen Sie in Kapitel 3.8 und 3.9.

Starterkulturen und Zucker

Der Einsatz von Starterkulturen dient dazu, definierte erwünschte Mikroorganismen als dominierende Flora zu etablieren, die unerwünschte Mikroorganismen unterdrücken und hierdurch das Risiko des Wachstums lebensmittelvergiftender Mikroorganismen, der Bildung von biogenen Aminen und sensorischer Abweichungen zu senken.

Durch die Säuerung des Bräts über zugesetzte Milchsäurebakterien kann die Vermehrung der Verderbsflora effektiv eingedämmt und die Trocknung der Würste beschleunigt werden. Dies trägt wesentlich zur Sicherheit und zur Vermeidung von Fehlfabrikaten bei, vor allem, wenn die Produkte bei Temperaturen über 18°C fermentiert werden. Über die Menge des zugegebenen Zuckers kann der pH-Wert des Endprodukts gesteuert werden.

Die meisten Starterkulturen enthalten auch katalasepositive Kokken (nicht pathogene Stämme der Bakteriengattungen *Staphylococcus* und *Kocuria*), manchmal auch Hefen. Diese können sich günstig auf die sensorischen Eigenschaften der Rohwürste auswirken. Weiterhin sind Schimmel- und Hefekulturen zur Beimpfung der Oberfläche schimmelgereifter Produkte

erhältlich. Mit diesen kann das Risiko des Wachstums von unerwünschtem Schimmel vermindert werden.

Starterkulturen sollten nur von Lieferanten bezogen werden, die Folgendes zusichern:

- Der verwendete Bakterienstamm oder die verwendete Kombination bildet keine biogenen Amine.
- Die Kultur beginnt in der Wurst schnell mit ihrer Stoffwechselaktivität und setzt sich wirkungsvoll gegenüber Verderbskeimen durch.
- Bei der zugegebenen Starterkultur darf es sich nicht um gentechnisch veränderte Organismen handeln (derartige Kulturen sind allerdings derzeit noch nicht auf dem Markt). Auch dürfen bei deren Produktion keine gentechnischen Verfahren eingesetzt werden. Es wird zur Absicherung empfohlen, von dem Lieferanten eine GVO-frei-Erklärung einzufordern (<http://www.infoxgen.com> > Rechtliches > Zusicherungserklärungen).

Damit die Starterkultur möglichst schnell wirkt, sind die verwendete Kultur und die Art des zugegebenen Zuckerstoffs gemäß Herstellerangaben aufeinander abzustimmen. Die Kultur ist tiefgekühlt auf konstantem Niveau zu lagern, ein Auf- oder Antauen ist zu vermeiden.

Därme

Därme müssen für das jeweils herzustellende Produkt geeignet sein. Dies betrifft insbesondere die Wasserdampfdurchlässigkeit, Festigkeit, Schrumpf- und Schäleigenschaften. Naturdärme müssen einwandfrei gesäubert und entfettet sein.

2.1.3 Herstellung

Brätherstellung und Abfüllung

Der zugesetzte Speck sollte so wenig wie nötig zerkleinert werden und darf beim Zerkleinern nicht schmieren. Dadurch wird die Oberfläche des Fettes gering gehalten und der oxidative Fettverderb verläuft langsamer.

Der Eintrag von Luftsauerstoff sollte minimiert werden. Dabei ist das luft- und porenfreie Füllen besonders wichtig (Einsatz von Vakuumfüllern).

Bei der Herstellung des Rohwurstbräts ist die Bildung von Kondenswasser durch ein entsprechendes Raumklima (Temperatur unter 15°C, relative Feuchte unter 60 %) auszuschließen.

Die Brätendtemperatur sollte für schnittfeste Rohwurst nicht über 2°C, für streichfähige Rohwurst nicht über 15°C liegen. Bei sehr mageren Rezepturen sollte das Fett bis 20°C sahnig gekuttert werden.

Reifung

Vor dem Beschicken der Reiferäume ist die Temperatur der Würste der Temperatur der Reiferäume bei niedriger relativer Feuchte (unter 60 %) anzugleichen, um Kondensation von Wasserdampf auf der Oberfläche zu vermeiden.

Zu Beginn der Reifung muss der pH-Wert unter 5,8 liegen. Der a_w -Wert muss unter 0,965 liegen, sollte aber – insbesondere bei schimmelgereifter Ware – 0,955 auch nicht unterschreiten, um *Staphylococcus aureus* keinen Wachstumsvorteil zu bieten.

Die Beschickungsmenge ist an die Kapazität des Reiferaumes anzupassen, um eine sichere Reifung und Abtrocknung der Produkte zu gewährleisten.

Während der ersten Reifephase (Fermentation) sollte die Temperatur der Reifung nicht über 22°C und nie über 24°C liegen. Oberhalb einer Fermentationstemperatur von 18°C ist der Einsatz angepasster, Milchsäure bildender Starterkulturen unabdingbar, sodass in angemessener Zeit (bei 20 bis 22°C z. B. binnen höchstens drei Tagen) ein pH-Wert von 5,3 unterschritten wird. Eine Fermentation bei 24°C ist nur dann zu vertreten, wenn durch die Wahl von Zuckerstoffen und Kulturen nachweislich (!) gewährleistet ist, dass der pH-Wert binnen zwei Tagen auf 5,3 oder tiefer sinkt, sonst ist das mikrobiologische Risiko inakzeptabel.

Es gilt die Regel: Je kleiner das Kaliber und je gröber die Körnung, desto einfacher die Abreifung.



Abbildung 3: Qualitätskontrolle im Reiferaum für luftgetrocknete Rohwürste

Bild: www.oekolandbau.de / Copyright BLE / Dominic Menzler

Zur Herstellung schnittfester Rohwurstsorten werden die Würste nachgereift und dabei getrocknet. Dazu werden Temperatur und relative Feuchte in der Reifekammer allmählich gesenkt. Bei schimmelgereiften Rohwürsten ist es wichtig, ab der Beschimmelung (dritter oder

vierter Tag) die Reifungstemperatur unter 18°C zu halten, da sonst in deren Randzonen das Wachstum von *Staphylococcus aureus* möglich ist.

Die Trocknungsgeschwindigkeit kann durch das Kaliber, die relative Kammerfeuchte und die Luftgeschwindigkeit gesteuert werden.

Aufgrund der langen Verweilzeit der Würste in der Reifekammer ist eine unnötige Beleuchtung zu vermeiden. Ein dunkler Wandanstrich der Kammer wirkt sich hier vorteilhaft auf den Schutz vor Fettoxidation aus.

Besonderheiten bei streichfähiger Rohwurst

Bei der Herstellung streichfähiger Rohwurst wird das Rohmaterial so zerkleinert, dass keine intensive Bindung eintritt. Um die Streichfähigkeit zu erhalten, werden die Produkte auch nur wenig mikrobiell gesäuert und nur wenig getrocknet. Unter diesen Bedingungen ist die Hürde „Nitrit“ kaum zu ersetzen. Darum, wie auch aus sensorischen Gründen ist von der Herstellung streichfähiger Rohwurst ohne Pökelfstoffe abzuraten. Auf keinen Fall sollte man „frische Mettwurst“ ohne oder mit reduziertem Einsatz von Nitrit herstellen, da diese Produkte aufgrund des hohen Magerfleischanteils und des geringeren Salzzusatzes einen a_w -Wert von über 0,97 aufweisen. Die Vorgaben der Hackfleischverordnung sind einzuhalten.

Aufschneiden und Verpacken

Näheres finden Sie in Kapitel 3.3: Aufschneiden und Verpacken von Fleisch- und Wurstwaren.

Informationen zum Ermitteln und zur Festlegung der Haltbarkeit eines Produkts finden sich in Kapitel 3.5: Durchführung von Haltbarkeitstests.

Praktische Tipps:

Magerfleisch

- › sollte von älteren Tieren wie Muttersauen und Kühen stammen.
- › muss in hygienisch einwandfreiem Zustand sein (Kühlkette überprüfen).
- › darf zwei, höchstens fünf Tage nach der Schlachtung verwendet werden.
- › sollte einen pH-Wert zwischen 5,3 und 5,7 haben, d. h. darf weder blass, weich und wässrig, noch dunkel, fest und trocken sein, sondern muss Wasser langsam abgeben können.

Speck

- › muss weiß, frisch und kernig sein, Backen sollten wegen der stärkeren bakteriellen Belastung und der Speicheldrüsen nicht verarbeitet werden.
- › sollte am besten schlachtwarm abgezogen, abgeschwartet und frei aufgehängt werden, damit er viel Wasser abgibt und trocken und kernig wird (auskristallisiert).
- › muss möglichst bald nach der Schlachtung verarbeitet werden, Speck älterer Tiere ist besser geeignet.
- › sollte frisch nicht länger als vier Tage, auch tiefgefroren nicht länger als zwei Wochen gelagert werden.

Verarbeitung

- › Eintrag von Schimmelpilzen und Salmonellen über Gewürze vermeiden.
- › Bei Starterkulturen auf GVO-Freiheit achten.
- › Der Fülltrichter muss möglichst weit sein und sollte nur knapp unter dem Darmkaliber liegen. Im zu engen Trichter werden die Rohwurstmassen unnötig mechanisch belastet, sie setzen leichter Fett ab, das Anschnittbild verschmiert, die Wurst wird unansehnlich und es treten Reifefehler auf, weil ein Fettfilm die Austrocknung verhindert. Brättemperatur bei schnittfester Rohwurst nicht über 2°C.

Reifung

- › Bei Beschickung der Reiferäume Temperatur und relative Luftfeuchte einhalten.

Beispielrezeptur: Salami**Zutaten**

40 kg R II
40 kg S II
20 kg S VIII
2,8 kg Salz
0,2 kg Pfeffer
0,05 kg Paprika
0,3 kg Traubenzucker
0,3 kg Rübenzucker
Starterkulturen
0,1 kg Knoblauch

Zubereitung

- Fleisch und Speck leicht anfrieren, mit Salz, Gewürzen, Starterkulturen mischen und 3 mm wolfen.
- Kühlen und gut durchmengen.
- In durchlässige Kunstdärme füllen.

Reifung

1. Tag	20 °C	r.LF 95 %
2. Tag	20 °C	r.LF 93 %
3. Tag	18 °C	r.LF 93 %
4. Tag	18 °C	r.LF 90 %
5. Tag	18 °C	r.LF 90 %
6. Tag	18 °C	r.LF 88 %
7. Tag	18 °C	r.LF 88 %
8. Tag	18 °C	r.LF 85 %
9. Tag	18 °C	r.LF 85 %
10. Tag	18 °C	r.LF 80 %
11. Tag	18 °C	r.LF 80 %
12. Tag Lagerung	unter 15° C	r.LF 75 % Luftbewegung 0,05 - 0,1 m/s

Das Produkt wird üblicherweise mit Nitritpökelsalz hergestellt, eine Herstellung mit Kochsalz ist sowohl technologisch als auch rechtlich auf Grund der Formulierung in den Leitsätzen „in der Regel umgerötet“ möglich.

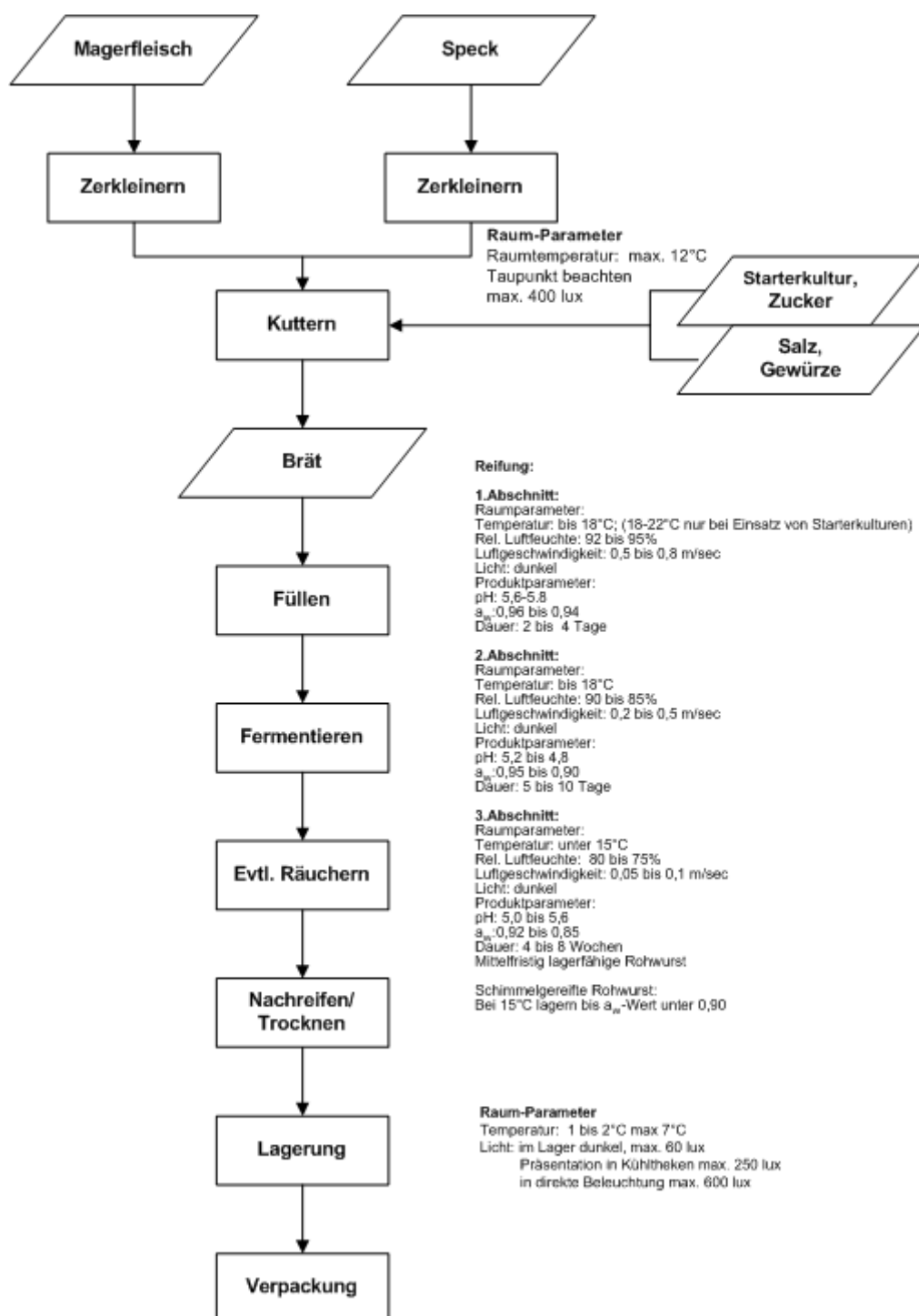


Abbildung 4: Fließdiagramm für die Rohwurstherstellung (eine im Kutter hergestellte schnittfeste Rohwurst ohne Schimmelbelag)

2.2 Brühwurst als Frischware

2.2.1 Besonderheiten der Brühwurst

Brühwurst als Frischware (d. h. nicht als Konserve oder in hermetisch verschlossenen Behältnissen erhitzt) verdirbt normalerweise durch Mikroorganismen und Fettoxidation.

Für die Sicherheit und Haltbarkeit wesentlich sind sauberes Ausgangsmaterial und eine saubere Arbeitsweise, eine ausreichende Erhitzung und die Vermeidung einer anschließenden Rekontamination. Zusammen mit den „Hürden“ pH-Wert und a_w -Wert kann Nitrit zur Hemmung unerwünschter Bakterien auf Brühwurst beitragen. Bei fehlendem bzw. reduziertem Nitriteinsatz müssen Rezepturen und Herstellungsprozesse angepasst werden.

a) Schutz vor unerwünschten Mikroorganismen

- Rohstoffqualität (Frische)
- saubere Arbeitsweise
- ausreichend intensive Erhitzung
- Schutz vor Rekontamination nach der Erhitzung
- Einhaltung der Kühlkette

b) Verzögerung der Fettoxidation

- Verwendung von festem Fett
- Einsatz antioxidativ wirkender Zutaten
- Vermeidung von Sauerstoffeintrag
- Vakuum- oder Schutzgasverpackung

2.2.2 Rohwaren

Bei der Erhitzung von Brühwurst werden Bakteriensporen nicht abgetötet. Um sicherzustellen, dass alle anderen Mikroorganismen abgetötet werden, ist nicht nur eine ausreichende Erhitzung, sondern auch eine geringe Anfangskeimzahl der Rohmaterialien von großer Bedeutung.

Magerfleisch

Das Magerfleisch sollte keinerlei Anzeichen von Überlagerung und Verderb aufweisen. Bei der Lagerung muss eine konsequente Kühlung bei einer Temperatur von unter 2°C eingehalten werden, um die Vermehrung von Verderbserregern zu verzögern.

Eine Alternative bei der Herstellung von Brühwurst ist die Warmfleischverarbeitung oder das Warmschroten. Warmfleisch hat bei sachgerechter Gewinnung einen niedrigen Keimgehalt. Wurde die Totenstarre noch nicht erreicht, hat das Fleisch ein sehr hohes Wasserbindungsvermögen. Dies ist vor allem bei Verzicht auf Kutterhilfsmitteln günstig, erfordert aber ein

Zerlegen, Wolfen und Salzen von Schweinefleisch innerhalb von ein bis zwei Stunden nach dem Schlachten. Die Verarbeitung von Schweinefleisch als Warmfleisch wird wegen der obligatorischen Untersuchung auf Trichinen in der Praxis kaum möglich sein. Die Warmfleischverarbeitung erfolgt traditionell mit Rindfleisch. Hier erfolgt keine Untersuchung auf Trichinen und der Warmfleißeffect bleibt länger – bis zu vier Stunden – erhalten. Weitere Informationen zur Warmfleischverarbeitung finden Sie im Internetportal Oekolandbau.de (www.oekolandbau.de) und bei Karl Ludwig Schweisfurth, „Ökologische Qualität im Fleischerhandwerk“ (siehe Literaturliste im Anhang).

Speck

Der für die Brühwurstherstellung eingesetzte Speck sollte frisch oder bei -10 bis -30°C nicht zu lange gelagert worden sein. Auch beim Speck sollte auf eine ununterbrochene Kühlkette und hygienische Lagerbedingungen geachtet werden.

Fester Speck (wenig mehrfach ungesättigte Fettsäuren) eignet sich besser, insbesondere für länger lagerfähige Brühdauerwürste.

Gewürze

Bakteriensporen, die – insbesondere bei mangelhafter Kühlung von Würsten ohne die „Nitrit-Hürde“ – die Qualität und Sicherheit von Brühwurst beeinträchtigen, können auch über Gewürze eingetragen werden. Deren mikrobiologische Qualität sollte daher den Richt- und Warnwerten der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) oder vergleichbarer Standards entsprechen, und der Lieferant sollte dies zusichern.

Inhaltsstoffe bestimmter Gewürze wirken antioxidativ.

Mehr über Gewürze lesen Sie in Kapitel 3.8 und 3.9.

Därme

Därme müssen für das jeweils herzustellende Produkt geeignet sein. Dies betrifft insbesondere die Wasserdampfdurchlässigkeit, Festigkeit, Schrumpf- und Schäleigenschaften. Naturdärme müssen einwandfrei gesäubert und entfettet sein. Für Brühwürste, die geräuchert werden, kommen nur Naturdärme und wasserdampfdurchlässige Kunstdärme überwiegend auf der Rohstoffbasis der Rinderspalthäute und Cellulosehydrat verstärkt durch Cellulosefasern in Frage. Brühwürste, die nicht geräuchert und sofort gebrüht werden sollen, werden zweckmäßigerweise in Kunstdärme abgefüllt, die weitestgehend wasserdampf- und sauerstoffundurchlässig sind.

2.2.3 Produktion

Kuttern und Füllen

Bei der Produktion und beim Füllen von Brühwurst in Därme sollte möglichst wenig Luft-sauerstoff eingetragen werden, um die Fettoxidation zu vermeiden und ggf. die geringen

zugesetzten Nitritmengen besser auszunutzen. Geeignete Maßnahmen sind das Kuttern mit Schutzgas oder im Unterdruck sowie der Einsatz von Vakuumfüllern.

Vorreifungsverfahren

Als Ersatz für herkömmliche Pökelsstoffe können auch nitrathaltige Gemüseextrakte und Starterkulturen dem Brät zugesetzt werden. In einem ein- bis zweistündigen Umröteverfahren wird das Nitrat zu Nitrit umgewandelt. Dieses Nitrit trägt ausschließlich zur Farb- und Aromabildung bei. Aufgrund der geringen Nitritmenge zeigt es weder antimikrobielle noch antioxidative Wirkung. Außerdem sind die Vorschriften zur Lebensmittelkennzeichnung zu beachten. Wir empfehlen Ihnen in Bezug auf die Kennzeichnung mit Ihrem Veterinär Rücksprache zu halten.

Brühen

Für pökelfstoffreduzierte bzw. -freie Ware sollte **der F_{70} -Wert über 40** liegen (F_{70} -Wert = 40, siehe Kapitel 3.2). Die Messung der Kerntemperatur ist im geometrischen Zentrum der Wurst vorzunehmen. Nach erfolgtem Brühen sind die Produkte durch Duschen oder Tauchen auf 20°C bis 30°C abzukühlen. Hieran anschließend müssen die Erzeugnisse umgehend auf unter 7°C Kerntemperatur gekühlt werden.

Eine Faustformel zum Erreichen der notwendigen F-Werte/Kerntemperaturen ist: Die Wurst mit Pökelsalz wird pro 1 mm Darmkaliber eine halbe Minute bei 45°C bis 50°C umgerötet und dann pro 1 mm Darmkaliber bei z. B. 78°C gebrüht. Nach dieser Zeit sollte eine Messung der Kerntemperatur erfolgen. Beispiel Jagdwurst, Kaliber 60 mm, 30 Minuten bei 45 oder 50°C und 60 Minuten bei 78°C. Bei heiß geräucherten Brühwürsten wird der Umröteschritt durch das Räuchern ersetzt. Bei Brühwürsten ohne NPS, wie z. B. Gelbwurst, entfällt die Umrötungszeit. Dafür ist die Brühzeit um 25 bis 30 % zu verlängern. Beispiel Gelbwurst: Kaliber 60 mm, 80 Minuten bei 78°C. Bei einer kontinuierlichen Temperaturmessung zur Ermittlung des F-Wertes ist ausschließlich der F-Wert der Steuerungsparameter. Ergibt die F-Wert-Messung jedoch kürzere Erhitzungszeiten als die Faustformel, besteht ein dringender Verdacht, dass der Temperaturfühler nicht im kältesten Punkt der Wurst platziert wurde.

Aufschneiden und Verpacken

Die Herstellung von verpacktem Brühwurstaufschnitt erfordert ein Höchstmaß an Hygiene. Näheres finden Sie in Kapitel 3.3: Aufschneiden und Verpacken von Fleisch- und Wurstwaren.

Lagerung und Haltbarkeit

Bei der Lagerung und beim Transport von Brühwurst ist die Kühlkette uneingeschränkt einzuhalten, die optimale Lagertemperatur beträgt 2°C bis 3°C, Temperaturen über 7°C sind zu vermeiden.

Brühwurst ohne bzw. mit verminderten Gehalten an Nitritpökelsalz (NPS) ist meist weniger lange haltbar als vergleichbare Erzeugnisse mit der zugelassenen Höchstmenge an NPS. Aus

diesem Grund sollte im Rahmen von Lagerungsversuchen das Mindesthaltbarkeitsdatum der Erzeugnisse ermittelt werden.

Informationen zum Ermitteln und zur Festlegung der Haltbarkeit eines Produkts finden sich in Kapitel 3.5: Durchführung von Haltbarkeitstests.

Praktische Tipps

Rohwaren

- › geringe Anfangskeimzahlen bei den Rohwaren

Verarbeitung

- › Frisches Material (kein Gefrierfleisch!) leicht angefroren verarbeiten, damit länger gekuttert werden kann
- › Warmfleischverarbeitung – bei Rindfleisch
- › Salz sofort zu Beginn des Kuttervorganges zusetzen, wobei das ganze Salz (auch die Menge für Fett und Einlagen) auf das Magerfleisch gegeben wird, damit bei dieser hohen Salzkonzentration mehr Eiweiß in Lösung geht.

Brühvorgang

- › Die sichere Methode, um eine ausreichende Brühzeit und somit Haltbarkeit zu erzielen, ist das Erreichen einer Kerntemperatur von 72° bis 75°C an der dicksten Stelle der Wurst, wobei die Einführung des Temperaturfühlers durch die Abbindung erfolgen sollte. Die Erhitzungstemperatur sollte zwischen 72 und 76°C liegen.
- › Noch schonender ist das Stufengaren, bei dem die Gartemperatur immer um 20°C über der Kerntemperatur des Garguts liegen soll.
- › Moderne Garanlagen haben ein Delta-T-Programm, das die Gartemperatur in einem ausgewogenen Abstand zu Kerntemperatur hält, auf Abruf.
- › In der Praxis hat sich hier folgende Methode bewährt:
 1. Stufe: Brühtemperatur mindestens 46°C bis zu einer Kerntemperatur von 32°C
 2. Stufe: Brühtemperatur 76°C bis zur erwünschten Kerntemperatur
 Das Verfahren ist aufwändiger, dafür wird das Gargut aber weniger strapaziert.

Auskühlen

- › Undurchlässige Kunstdärme und Weißwurst sowie weiße Fleischwurst werden nach dem Erhitzen in kaltem Wasser mindestens die Hälfte der Brühzeit abgekühlt.

Beispielrezeptur: Würstchen

Zutaten

40 kg S III

10 kg R III

7 kg Eis

7 kg Eis

30 kg S VII

6 kg Eis

2 kg Salz

0,5 kg Senfmehl

0,2 kg Pfeffer

0,1 kg Mazis

0,05 kg Koriander

0,1 kg Paprika

0,02 kg Ingwer

Zubereitung

- Fleisch fein wolfen und mit Salz und Senfmehl bis 0°C kuttern.
- 1. Eis dazu und bis höchstens 3°C kuttern.
- 2. Eis dazu und bis höchstens 6°C kuttern.
- Fett und Gewürze dazugeben und bis höchstens 9°C kuttern.
- Restliches Eis dazugeben und bis höchstens 12°C kuttern.
- In Saitlinge füllen.
- Bis zur gewünschten Farbe heißräuchern.
- Bei 75°C bis mindestens 70°C Kerntemperatur brühen. $F_{70/10}$ = mind. 40.

Wiener Würstchen werden in der Regel mit Nitritpökelsalz hergestellt, eine Herstellung mit Kochsalz ist möglich, jedoch ist die Wurst im Anschnitt grau.

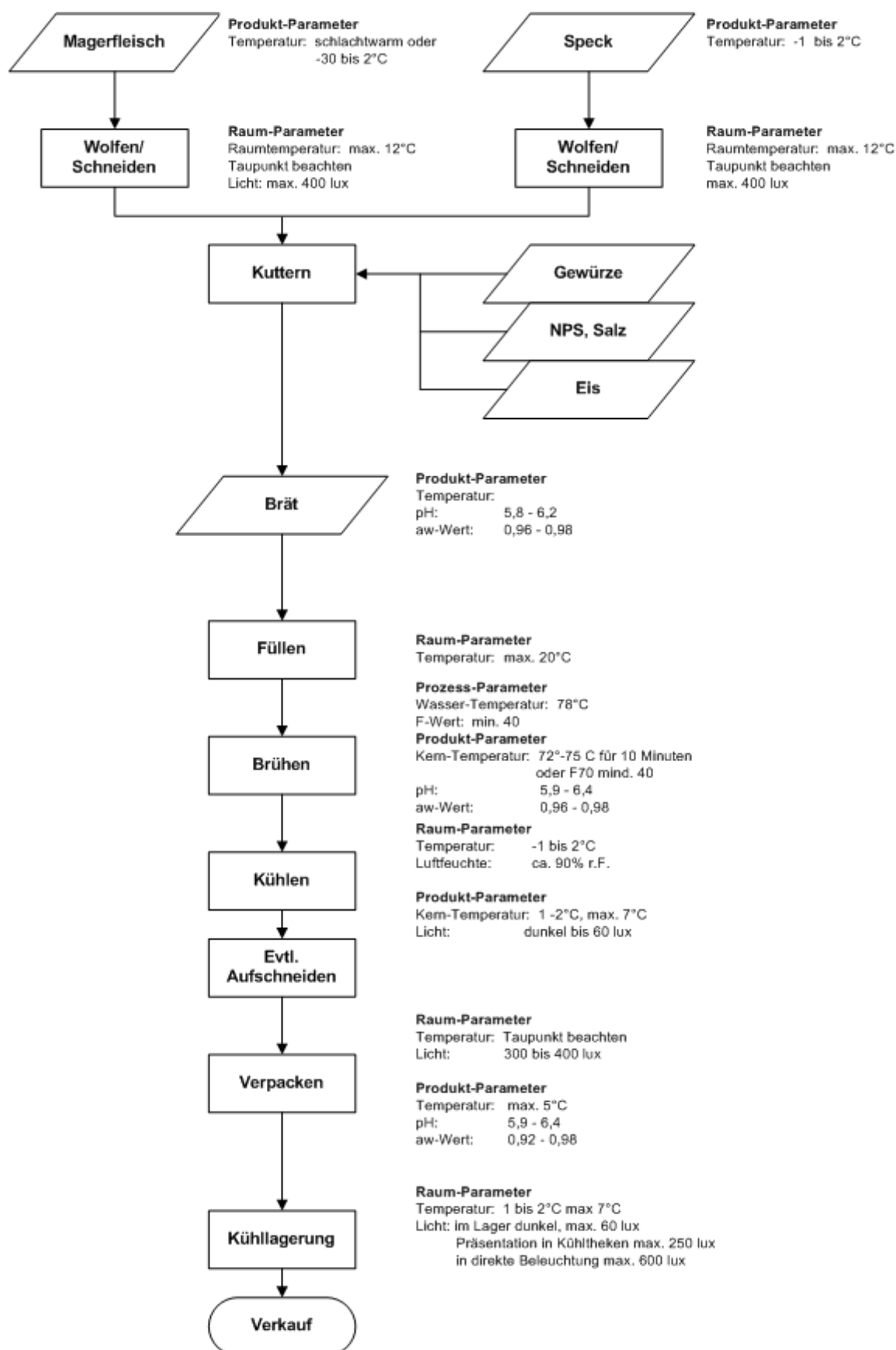


Abbildung 5: Herstellungsschema für Brühwürste

2.3 Kochwurst

2.3.1 Besonderheiten der Kochwurst

Kochwürste sind hitzebehandelte Wurstwaren, die überwiegend aus gekochtem Ausgangsmaterial hergestellt werden. Nur bei einem hohen Anteil von Blut, Leber und Fettgewebe kann der Anteil an rohem Ausgangsmaterial überwiegen. (siehe Leitsätze für Fleisch und Fleischzeugnisse)

Die hygienischen Anforderungen an Kochwürste sind aufgrund der Verderbsanfälligkeit von Innereien und Blut hoch.

Schlachtfrische Rohmaterialien ergeben bei Kochwürsten das beste Aroma.

Pökelstoffe beeinflussen die Farbe, haben eine merkliche Wirkung auf das Aroma, aber nur geringen Einfluss auf die Haltbarkeit und mikrobiologische Sicherheit. Dies hängt mit den erhöhten pH-Werten und dem hohen Eisengehalt von Leber- und Blutwürsten zusammen.

Die Vorerhitzung der Zutaten sollte bei Temperaturen von 80°C bis 90°C stattfinden. Bei der sachgerechten Erhitzung der Kochwürste wird eine Inaktivierung unversporter Bakterien (einschließlich Salmonellen, Listerien und Staphylokokken) erreicht.

Durch die zweifache Erhitzung des Fleischanteils wird die Fettoxidation begünstigt, da die erhöhte Hitzebelastung alle chemischen Reaktionen beschleunigt. Somit sind Maßnahmen zur Verhinderung der Fettoxidation zu ergreifen. Positiv ist, dass fleischeigene Lipasen durch die erhöhte Hitzebelastung weitestgehend inaktiviert werden.

a) Schutz vor unerwünschten Mikroorganismen

- Auswahl keimarmer Rohwaren
- saubere Arbeitsweise
- ausreichend starke Erhitzung
- Schutz vor Rekontamination nach der 1. und 2. Erhitzung
- Einhaltung der Kühlkette

b) Hemmung unerwünschter Fettoxidation

- Verwendung von festem Fett
- Einsatz antioxidativer Zutaten
- Verpackung unter Vakuum oder Schutzgas

2.3.2 Rohwaren

Bei der Erhitzung von Kochwurst werden Bakteriensporen nicht abgetötet. Um sicherzustellen, dass alle anderen Mikroorganismen abgetötet werden, ist nicht nur eine ausreichende Erhitzung, sondern auch eine geringe Anfangskeimzahl der Rohmaterialien von großer Bedeutung.

Folgende Tabelle gibt Aufschluss über wichtige Parameter der zu verwendenden Zutaten in der Herstellung von Kochwurst.

Tabelle 4: Kennwerte für Rohstoffe der Kochwurstherstellung

Rohware	Anforderungen
Fleisch	Schlachtfrisch oder -30° C bis 2°C Rind: pH 5,5 bis 6,2 Schwein: pH 5,7 bis 6,4
Speck	Schlachtfrisch oder -30°C bis 2°C
Leber	Schlachtfrisch oder -30°C bis 2°C
Blut	mit Hohlmesser gewonnen; Schlachtfrisch max. 2 Tage alt

Fleisch

Das Fleisch (kann auch fett- und bindegewebsreich sein) sollte keinerlei Anzeichen von Überlagerung und Verderb aufweisen. Bei der Lagerung muss eine konsequente Kühlung bei einer Temperatur von unter 2°C eingehalten werden.

Speck

Der für die Kochwurstherstellung eingesetzte Speck sollte frisch oder bei 2°C bis -30°C nicht zu lange gelagert worden sein. Auch beim Speck sollte auf eine ununterbrochene Kühlkette und hygienische Lagerbedingungen geachtet werden.

Leber

Die Leber sollte unter hygienischen Bedingungen (Schlachtung) gewonnen worden sein, frei von Gallengängen und möglichst frisch oder bei 2°C bis -30°C nicht zu lange gelagert worden sein.

Blut

Blut muss nach einer hygienischen Gewinnung (mit Hohlmesser) sofort auf 3°C gekühlt werden, dies ermöglicht ohne Salzen eine Haltbarkeit von bis zu drei Tagen. Blut sollte frisch, spätestens jedoch 48 Stunden nach der Schlachtung verarbeitet sein (gefrorenes Blut ist nicht geeignet). Frisches Blut hat einen pH-Wert von etwa 7,4. Bei Citratzugabe kann der pH-Wert etwas niedriger, beim Vorsalzen mit Kochsalz oder Nitritpökelsalz etwas höher liegen.

Die Verwendung von Pökelhilfsstoffen wie Ascorbinsäure/Ascorbat in Blut bringt gegenüber dem Salzen keine wesentlichen Verbesserungen in der Farbgebung.

Gewürze

Deren mikrobiologische Qualität sollte den Richt- und Warnwerten der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) oder vergleichbarer Standards entsprechen, und der Lieferant sollte dies zusichern.

Inhaltsstoffe bestimmter Gewürze wirken antioxidativ.

Mehr über Gewürze lesen Sie in Kapitel 3.8 und 3.9.

Därme

Därme müssen für das jeweils herzustellende Produkt geeignet sein. Dies betrifft insbesondere die Wasserdampfdurchlässigkeit, Festigkeit, Schrumpf- und Schäleigenschaften. Naturdärme müssen einwandfrei gesäubert und entfettet sein. Würste, die geräuchert werden sollen, sind analog zur Brühwurst in wasserdampf- und rauchdurchlässige Därme zu füllen. Würste, die nicht geräuchert werden sollen, sind grundsätzlich in weitestgehend wasserdampfundurchlässigen Kunstdärmen besser vor Austrocknung und Mikroorganismenwachstum geschützt.

Weitere Zutaten

Bei der Zugabe von weiteren Zutaten muss auf das Risiko der Kontamination geachtet werden. Zutaten, die als frische Zutaten zugesetzt werden, sind vor ihrer Verwendung zu erhitzen, um das Risiko der Kontamination mit Mikroorganismen durch die Rohwaren zu minimieren, oder sie können als pasteurisierte Konservenprodukte zugesetzt werden.

Bei der Einführung neuer Rezepturen ist durch Haltbarkeitstest zu ermitteln, ob die Erhitzungstemperatur zur Verbesserung der Haltbarkeit zu erhöhen ist.

2.3.3 Herstellung

Erhitzung

Die Erhitzung muss auf das Erreichen eines F_{70} -Wertes von mindestens 40 ausgerichtet werden.

Bei den gebräuchlichen Kalibern der Würste entspricht dies etwa einer Kerntemperatur von 75°C, die 10 Minuten gehalten werden sollte. Ziel ist die Abtötung von nichtversporteten Bakterien (einschließlich Salmonellen und Listerien). Die genauen Erhitzungsbedingungen sind von der Größe und Geometrie der Würste abhängig.

Die Messung der Kerntemperatur ist im geometrischen Zentrum der Wurst vorzunehmen. Nach erfolgtem Erhitzen sind die Produkte im Wasser oder an der Luft rasch abzukühlen, sodass binnen 12 Stunden eine Temperatur von 7°C in jedem Fall unterschritten wird. Nach Auskühlen werden die Erzeugnisse bei Temperaturen von unter 2°C gelagert.

Die „Heißkette“ sollte nicht unterbrochen werden. Dies wirkt sich ungünstig auf den Geschmack der Kochwurst aus, wenn die Wurstmasse vor dem Pasteurisieren kalt wird. Deshalb gilt:

- das Material erhitzen,
- danach alles schnellstmöglich zerkleinern,
- die Masse sofort heiß anmischen,
- die Wurstmasse so warm wie möglich füllen,
- die Wurst unverzüglich garen.

Aufschneiden und Verpacken

Bei der Herstellung von verpacktem Kochwurstaufschnitt sollten die Hygienevorgaben in Kapitel 3.3: Aufschneiden und Verpacken von Fleisch- und Wurstwaren präzise eingehalten werden.

Lagerung und Haltbarkeit

Bei Lagerung und Transport von Kochwurst ist die Kühlkette uneingeschränkt einzuhalten. Die optimale Lagertemperatur beträgt bis 2°C, eine Temperatur von 7°C darf nicht überschritten werden (Ausnahme: bestimmte, auf a_w -Werte unter 0,90 abgetrocknete Blutwurstsorten).

Obwohl sich ein Nitritzusatz nur wenig auf die Haltbarkeit von Kochwurst auswirkt, ist es notwendig, mittels Lagerungsversuchen ein Mindesthaltbarkeitsdatum für die eigenen Erzeugnisse zu ermitteln.

Informationen zum Ermitteln und zur Festlegung der Haltbarkeit eines Produkts finden sich in Kapitel 3.5: Durchführung von Haltbarkeitstests.

Praktische Tipps:

Verarbeitung

- Das Material sollte möglichst frisch, am besten noch am Schlachttag verarbeitet werden. Dies bewirkt den einmaligen „Hausmacher Geschmack“.
- Während der Produktion sollte das Material immer möglichst heiß bleiben, also nicht abgekühlt und wieder erwärmt werden, da gerade bei Schweinefleisch leicht ein unerwünschter „Aufwärmgeschmack“ auftreten kann.

Vorbereitungen

Folgende Arbeiten sollten dazu am Schlachttag erledigt werden, damit Leberwurst, Blutwurst und Sülzwurst optimal hergestellt werden können:

- Abtrennen der Köpfe, Enthaaren und Kochen für Presssack, Blutwurst
- Abschneiden und Entschwarten der Schweinebacken und Wammen und Garen für Leberstreichwurst
- Herrichten der schlachtfrischen Lebern
- Evtl. Abtrennen der Schultern zur Gewinnung von Warmfleisch für Brühwurst, nach Entseihen auch Blutwurstschinken sowie zur Fett- und Schwartengewinnung für Kochstreichwurst und Naturaspik
- Ablösen und Entschwarten des Rückenspecks zur Schwartengewinnung
- Eventuell Auslösen der Schinken für Kochschinken sowie zur Fett- und Schwartengewinnung für Kochwurst

Erhitzen und Abkühlen

- Bei gebräuchlichen Kalibern eine Kerntemperatur von etwa 75°C für 10 Minuten halten
- Undurchlässige Kunstdärme werden nach dem Erhitzen in kaltem Wasserbad oder in der Intervalldusche mindestens die Hälfte der Brühzeit abgekühlt, d. h. eine Wurst mit Darmkaliber 50 mindestens 25 Minuten. Danach erfolgt die weitere Abkühlung im Kühlhaus am besten unter 4°C.
- Naturdärme werden 20 Sekunden „abgeschreckt“, d. h. in kaltes Wasser getaucht, aufgehängt und warm bei 35°C bis 40°C geräuchert. Danach sollten sie möglichst schnell im Kühlraum auf unter 4 °C Kerntemperatur abgekühlt werden.

Haltbarkeit

- Durch die Eigenwärme trocknet die Oberfläche sowohl vor dem Räuchern als auch bei der Lagerung gut ab, so dass eine gute Haltbarkeit erreicht wird.

Beispielrezeptur: Pfälzer Leberwurst

Zutaten

20 kg Schweineleber

40 kg S V

40 kg S X

2,0 kg Kochsalz (Leber)

2,0 kg Salz (Rest)

0,1 kg Majoran

0,1 kg Muskat

0,05 kg Piment

2,0 kg Zwiebeln

Zubereitung

- Leber von Gallengängen befreien, 3 mm wolfen, mit Salz bindig mengen.
- S V und S X 15 min. blanchieren, möglichst heiß mit Salz, Gewürzen und den goldgelb gedünsteten Zwiebeln 3 mm wolfen, mit der Leber bindig mengen bis die Masse glänzt.
- Kochverlust durch Brühe ausgleichen, gut mengen und sofort in Kranzdärme füllen.
- Erhitzung: ($F_{70/10} = > 40$) Praxisanhaltswerte 75 °C bis mindestens 68°C Kerntemperatur brühen.
- Abschrecken und kurz abtrocknen lassen.
- Zwischen 40°C und 50°C bis zur gewünschten Farbe räuchern.

Pfälzer Leberwurst wird traditionell mit Kochsalz hergestellt.

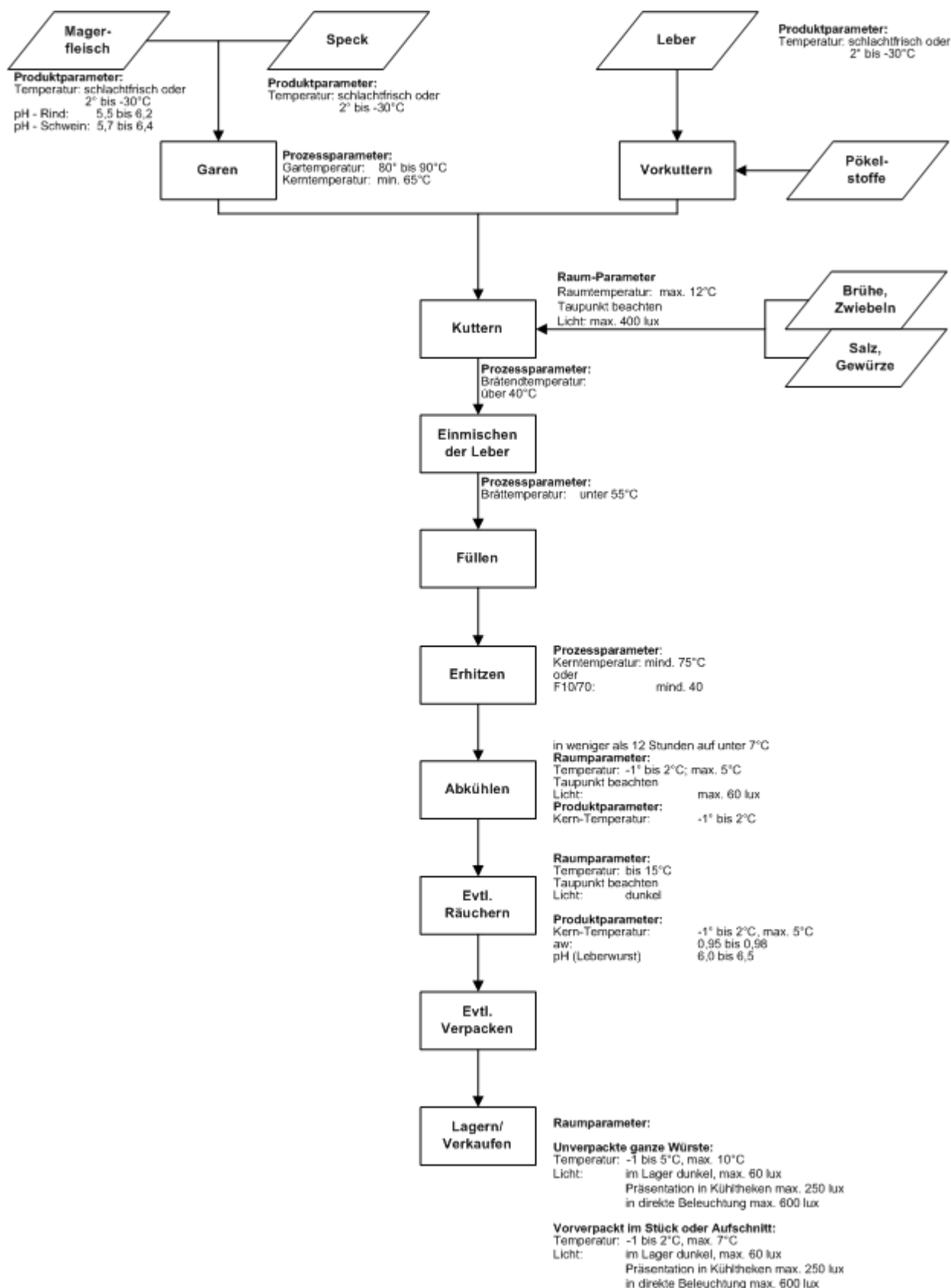


Abbildung 6: Herstellungsschema für Leberwurst

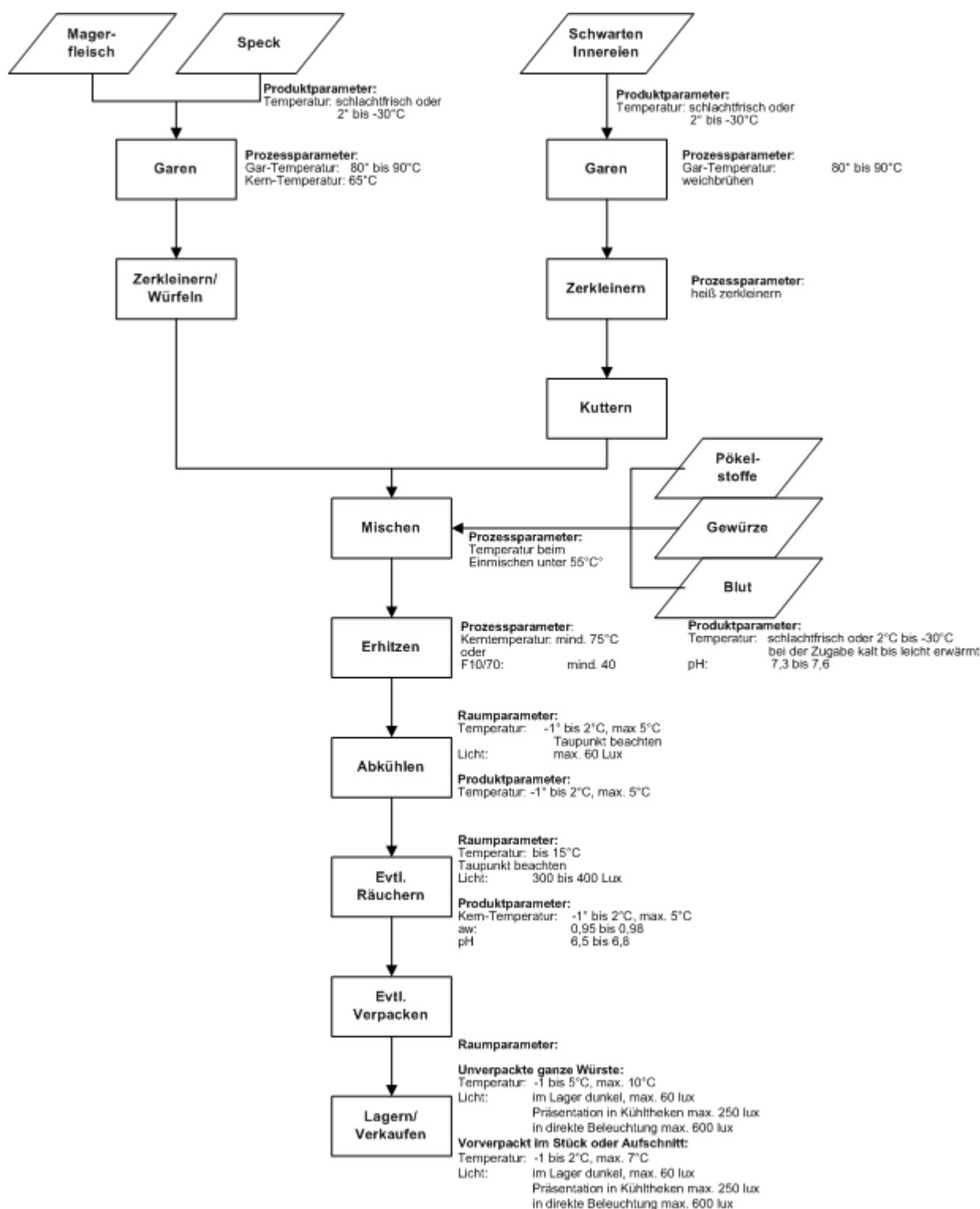


Abbildung 7: Herstellungsschema für Blutwurst

2.4 Rohpökelwaren

2.4.1 Besonderheiten der Rohpökelwaren

Rohpökelwaren werden in erster Linie durch die Absenkung des a_w -Wertes mittels Trocknen und Salzen haltbar gemacht. Die Absenkung des pH-Werts ist zu beachten. Die Zugabe von Nitritpökelsalz oder Nitrat dient der Umrötung und der Bildung von spezifischen Aromen.

Dass die Herstellung von Rohpökelwaren ohne Pökelfstoffe möglich ist, zeigen die Beispiele Parma- oder San Daniele-Schinken.

2.4.1 Rohwaren

Rohwaren

Zur Herstellung von Rohpökelwaren sollte möglichst frische, rasch durchgekühlte Ausgangsware, die unter Einhaltung der guten fachlichen Praxis gewonnen wurde, verwendet werden. Die Rohlinge sollten glatte, kantige Oberflächen aufweisen. Unnötige Beschädigungen der Oberfläche, wie Zerklüftungen oder Einstiche durch Messer oder Haken, müssen vermieden werden. Der Zuschnitt des Rohlings spielt eine entscheidende Rolle für das Diffusionsverhalten der Salze. Eine anhaftende subkutane Fettabdeckung mit Schwarte verzögert das Eindringen von Salz.

Fleisch von älteren Tieren ist für die Herstellung von Rohpökelwaren zu bevorzugen. Insbesondere für die Herstellung hochwertiger, lange gereifter Produkte sollten die Schweine ein Mindestalter von zwölf Monaten haben, da bei diesen das Fett oxidationsstabiler ist als bei jüngeren Tieren.

Der pH-Wert des eingesetzten Fleisches darf 5,8 nicht überschreiten. Allenfalls bei Schweinefleisch kann toleriert werden, dass der pH-Wert einzelner Muskeln im Bereich 5,8 bis 6,0 liegt. Keinesfalls darf DFD-Fleisch eingesetzt werden.

Die Herstellung von Schinken mit kleinem Durchmesser ist aufgrund des schnellen Eindringens der Pökelsalze sicherer als die Herstellung von z. B. Knochenschinken. Dicke Knochenschinken sind verderbsanfälliger, meist tritt der Verderb entlang des Knochens auf, da die Knochenhaut nicht bzw. nur bedingt salzdurchlässig ist.

Laken

Aufgusslaken haben einen Salzgehalt von 8 bis 20 %. Eigenlaken sind gesättigte Salzlösungen. Bei Injektionslaken sind bei Rohschinken Salzkonzentrationen von 18 bis 25 % zu empfehlen. Die Laken sind bei unter 5°C anzusetzen und können außer Kochsalz und ggf. Pökelfstoffen (Nitrit, Nitrat) Zucker, Gewürze und Pökelfhilfsstoffe enthalten.

Die pH-Werte von Aufguss- und Stammlaken liegen im Bereich von 5,4 bis 6,1. Höhere pH-Werte sowie sensorische Abweichungen (Fäulnis) deuten auf unerwünschte mikrobiologische Veränderungen hin.

Die Lake ist regelmäßig auf ihren Salzgehalt und Anzeichen unerwünschter Veränderungen zu prüfen und bei Bedarf zu erneuern.

Die Verwendung nitratreduzierender Starterkulturen kann beim Salzen der Produkte in einer nitrathaltigen Pökellake sinnvoll sein, sofern die Kulturen bei hohen Salzkonzentrationen und niedrigen Temperaturen ausreichend aktiv sind.

2.4.2 Herstellung

Salzen

Das Salzen und das anschließende „Durchbrennen“ ist bei kalten Temperaturen zwischen 0°C bis 5°C durchzuführen, um das Fleisch durch Kühlung solange zu konservieren, bis das Salz im Innern des Fleisches eine a_w -Wert-Absenkung auf ca. 0,96 erreicht hat. Anderenfalls besteht ein nicht akzeptables Risiko, dass sich *Clostridium botulinum* im Schinkeninneren vermehrt und Toxin bildet.

Wird trocken gesalzen, so ist darauf zu achten, dass an allen Stellen genügend Salz liegt. Nach einer Spritzpökellung sollten zur besseren Verteilung des Salzes und ggf. zur besseren Ausnutzung einer reduzierten Pökelfstoffmenge die Schinkenstücke schwach massiert oder gepoltert werden. Wird Fleisch mit etwas erhöhtem pH-Wert (5,8 bis 6,0) verwendet, kann auch ein Zusatz von angepassten Milchsäurebakterien und Zuckerstoffen sinnvoll sein. Spritzgepökelte, kurzgereifte Ware lässt sich jedoch nur schwer oder gar nicht in hoher sensorischer Qualität herstellen, erst recht nicht ohne den Einsatz von Pökelfstoffen.

Durchbrennen

Damit der a_w -Wert im gesamten Fleischstück sinkt, muss das Salz von außen ins Fleischinnere diffundieren. Da während dieses „Durchbrennens“ der niedere a_w -Wert noch nicht wirkt, muss dies bei Temperaturen unter 5°C erfolgen. Diese Temperatur ist strikt einzuhalten, bis ein a_w -Wert von unter 0,96 erreicht ist. Die relative Luftfeuchte im Raum sollte zwischen 80 und 60 % einstellbar sein.

Wird die Ware nach dem Salzen gewässert, um Salz aus den Randschichten zu vermindern, so muss eine anschließende Trocknung noch anhaftendes Wasser entfernen. Diese Trocknung muss rasch und bei Temperaturen unter 25°C erfolgen, um eine Vermehrung von *Staphylococcus aureus* auf der Oberfläche zu verhindern.

Hochwertige Produkte müssen nach dem Salzen, Durchbrennen und ggf. Räuchern weiter gereift werden, sodass sie weiter trocknen können, zart werden und auch ohne Zusatz von Pökelfstoffen eine akzeptable stabile rote Farbe entwickeln (überwiegend durch Zink-Protophyrin IX). Temperatur und relative Feuchte bei dieser „Nachreifung“ sowie bei der Lagerung sind so zu steuern, dass die Produkte nicht oder kaum schimmeln (Temperaturen 15°C bis 18°C, relative Feuchte unter 75 %).



Abbildung 8: Reiferaum für luftgetrocknete Schinken

Kontrolliertes Klima und hohe Hygiene sind wichtige Parameter bei der Herstellung von Rohpökelware ohne Nitritpökelsalz

Bild: www.oekolandbau.de / Copyright BLE / Dominic Menzler

Aufschneiden und Verpacken

Insbesondere bei nicht sehr stark getrockneten Produkten ist es wichtig, eine Kontamination mit Schimmel zu vermeiden bzw. Schimmel durch Verpackung unter Schutzgas zu hemmen. Näheres finden Sie in Kapitel 3.3: Aufschneiden und Verpacken von Fleisch- und Wurstwaren.

Informationen zum Ermitteln und zur Festlegung der Haltbarkeit eines Produkts finden sich in Kapitel 3.5: Durchführung von Haltbarkeitstests.

Praktische Tipps:**Rohwaren**

- Bei der Materialauswahl für Rohpökelwaren ist darauf zu achten, dass kein dunkles, leimiges Fleisch, aber auch kein weiches, wässriges Fleisch verwendet wird.
- Das Fleisch sollte frisch sein, am besten ein bis zwei Tage nach der Schlachtung, und so zugeschnitten werden, dass die Oberfläche möglichst glatt ist. Der pH-Wert sollte wie bei Rohwurst zwischen 5,3 und 5,8 liegen.

Salzen

- Das Fleisch mit 35 bis 40 g Salz pro kg, Zucker, Gewürzen und evtl. Starterkulturen einreiben.
- Mit der Speckseite nach oben eng in eine Kiste schichten.

Durchbrennen

- Je nach Größe des Teilstückes 20 bis 40 Tage bei 2°C bis 5°C lagern und dabei öfter wenden.
- Danach aufhängen, vier bis sieben Tage bei 2°C bis 5°C und ein bis zwei Tage bei 15°C bis 18°C bei einer relativen Luftfeuchte von 75 bis 80 % durchbrennen lassen.

Räuchern

- Bei 15°C bis 18°C bis zur gewünschten Farbe kalt räuchern.

Beispielrezeptur: Schinkenspeck, naturgereift

Zutaten

100 kg Schinkenspeck

3,5 kg Salz

0,2 kg Pfeffer

0,05 kg Koriander

0,05 kg Kümmel

0,05 kg Knoblauch

0,3 kg Zucker

Wacholderbeeren

Lorbeerblätter

Zubereitung

- Schinkenspeck in rechteckige Stücke schneiden und mit Salz und Gewürz einreiben.
- Mit der Speckseite nach oben eng in eine Kiste schichten.
- 20 bis 30 Tage gekühlt lagern.
- Aufhängen und 1 bis 2 Tage bei 15°C bis 18°C abtrocknen lassen.
- Bei 18°C bis 25°C bis zur gewünschten Farbe kalt räuchern.

Auszug aus den Leitsätzen für Fleischerzeugnisse

2.40.1 Die Angaben „naturgesalzen“ oder „naturgereift“ werden nur bei Trockensalzung (einschließlich der Salzung mit Eigenlake) unter ausschließlicher Verwendung von Kochsalz, Zuckerstoffen und Gewürzen verwendet.

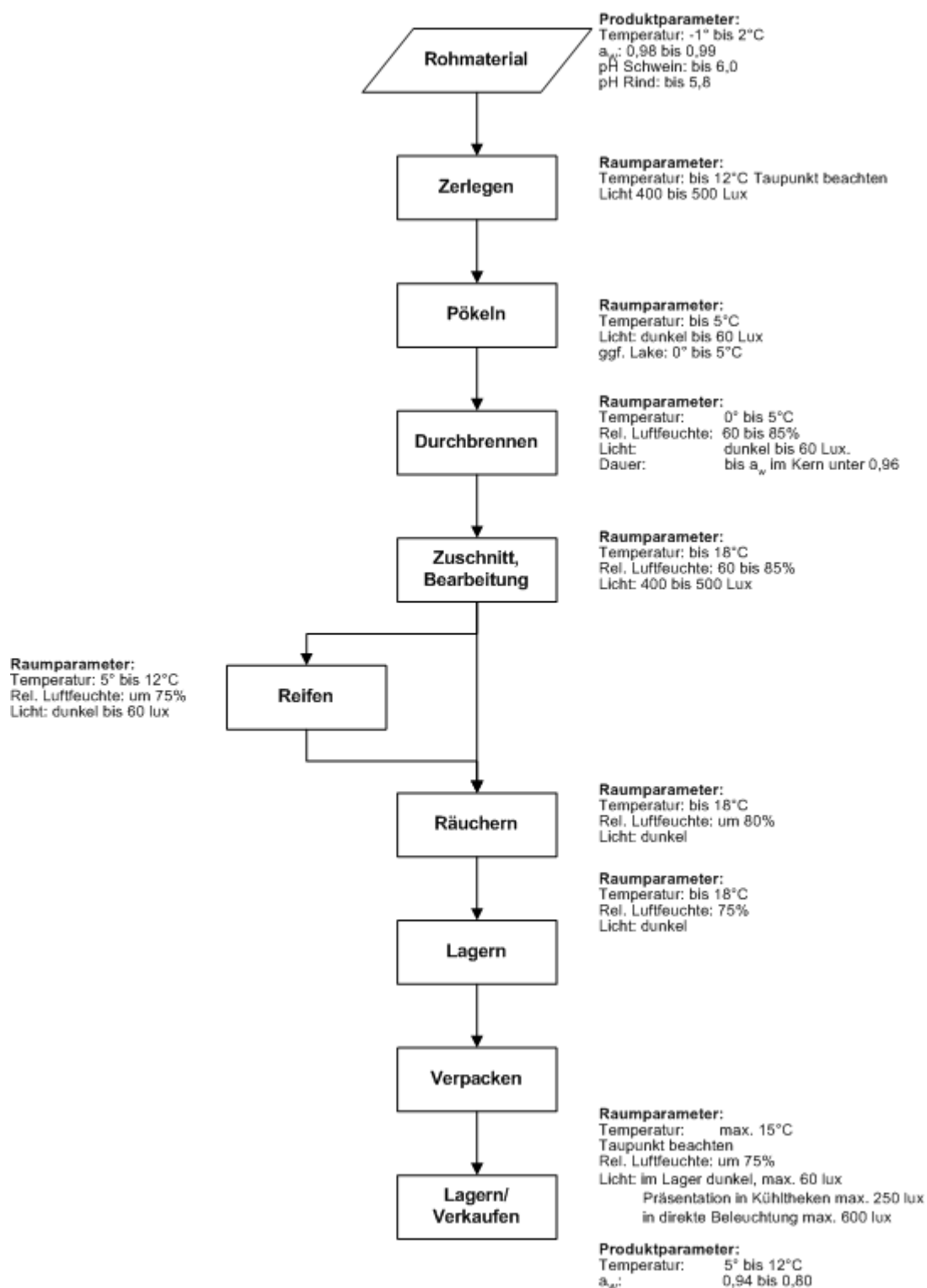


Abbildung 9: Herstellungsschema für Rohpökelwaren

2.5 Kochpökelwaren

2.5.1 Besonderheiten der Pökelwaren

Kochpökelwaren werden durch Zugabe von Salz, gegebenenfalls Rauch, Nitritpökelsalz, Zucker Pökelhilfsstoffen und durch die Erhitzung haltbar gemacht. Bei Kochpökelware handelt es sich nach den Leitsätzen um umgerötete und gegarte Ware. Dementsprechend beziehen sich die folgenden Angaben auf Ware, die mit reduziertem Nitritzusatz hergestellt wird, sodass keine antimikrobielle Wirkung des Nitrits zu erwarten ist.

2.5.2 Rohwaren

Fleisch

Zur Herstellung von Kochpökelware sollte (drei bis vier Tage) gereiftes Fleisch, das unter Einhaltung der guten fachlichen Praxis gewonnen wurde, verwendet werden. Auch die Verwendung von schlachtwarmem Fleisch zur Herstellung von Kochpökelwaren wird in der Praxis für den Geschmack positiv beschrieben. Da Kochpökelware nur mild erhitzt wird, ist eine gute mikrobiologische Qualität des Fleisches wichtig. Gefrierfleisch sollte wegen der erhöhten Garverluste nicht verwendet werden.

Der pH-Wert des eingesetzten Fleisches sollte bei pH 5,8 bis 6,2 liegen. PSE-Fleisch darf wegen seiner schlechten Wasserbindung keinesfalls verwendet werden. Fleisch mit pH-Wert über 6,2 hat zwar eine hohe Wasserbindung, weist aber eine mangelhafte „Pökelbereitschaft“ (d. h. Fähigkeit, Salze und Pökelfstoffe aufzunehmen), eine eingeschränkte Haltbarkeit und einen zu schwachen Geschmack auf.

Pökellake

Die Salzlake muss mindestens 6 % Kochsalz enthalten und – insbesondere wenn überschüssige Lake wieder verwendet wird – auf den Salzgehalt und auf Anzeichen mikrobieller Aktivitäten (Geruchsabweichungen, Säuerung) überprüft und ggf. verworfen werden. Dies ist wichtig, weil anderenfalls Mikroorganismen in größerer Zahl in das Fleischinnere gelangen können und dort bei einer milden Erhitzung nicht sicher abgetötet werden. Aus dem gleichen Grund muss das Injektionsgerät sauber sein.

Die Kochsalzkonzentration im Endprodukt sollte 1,8 bis 2,2 % betragen. Dementsprechend ergibt sich die Salzkonzentration in der Lake aus der eingespritzten Lakemenge. Die Pökelttemperatur sollte unter 5°C, die Laketemperatur unter 0°C liegen. D. h. ein Teil des Wassers wird als Eis zugegeben, wobei darauf geachtet werden muss, dass sich dieses restlos auflöst. In der Regel wird mit drei Teilen Wasser und einem Teil Scherbeneis gearbeitet. So wird die Vermehrung unerwünschter oder gar gefährlicher Mikroorganismen (z. B. Salmonellen) vermieden.

Der notwendige Salzgehalt der Spritzlake für die gewünschte Salzkonzentration im Schinken kann durch folgende Formel abgeschätzt werden:

$$KL = KF \times (100 + EM\%): EM\%$$

KF: gewünschter Salzgehalt im Fertigprodukt (%)

KL: Salzgehalt der Lake (%)

EM: Einspritzmenge (%)

Beispiel: Gewünschter Salzgehalt von 10,8 %: $KL = 1,8 \% \times (100 + 20 \%): 20 \% = 10,8 \%$

2.5.3 Herstellung

Bei reduzierten Nitritmengen kommt es besonders darauf an, die Lake gleichmäßig im Fleisch zu verteilen, d. h. Multinadelinjektoren einzusetzen und das Fleisch anschließend mechanisch zu behandeln („Poltern“ und/oder Massieren). Aus Gründen der mikrobiologischen Sicherheit darf die Kerntemperatur des Fleisches bei allen Prozessschritten vor dem Erhitzen 5°C nicht überschreiten.

Die Abtötung unversporter Mikroorganismen im Fleisch und somit die Haltbarkeit und Sicherheit des Produkts hängt ebenso wie die Farbbildung von der Temperatur und deren Einwirkungszeit beim Erhitzen ab. Ein F_{70} -Wert von 40 muss daher in allen Bereichen des Produkts überschritten werden. Bei den üblichen Zuschnitten entspricht dies etwa einer Kerntemperatur von 68°C. Die notwendigen Einstellungen am Gargerät hängen jedoch ebenso wie die zu erreichende Kerntemperatur von der Größe und Geometrie des Zuschnittes ab. Die Temperatur des Garmediums sollte so gesteuert werden, dass die äußeren Schichten des Produkts nicht übergart werden; vorteilhaft ist die so genannte Delta-T-Kochung. Gekühlt werden sollte zunächst in Raumluft, bis 55°C im Kern unterschritten wurden, dann sollte das Produkt möglichst schnell auf unter 5°C gekühlt werden.

Tabelle 5: Mängel von Kochpökelwaren und deren mögliche Ursachen

Mangel	Ursachen	Fehler
Grüne Stellen	Überlebende Milchsäurebakterien im Inneren	› Fehler beim Spritzen › Spritzen mit verkeimter Lake oder unsauberem Injektor › Garen zu kurz oder bei zu niedriger Temperatur
Trockene Beschaffenheit	Zu niedriger Wassergehalt	› Zu wenig Lake eingespritzt › Zu stark gewickelt oder gepresst › Zu hohe Temperatur im Rauch oder beim Garen
Schmieriger Belag	Bakterienwachstum auf Oberfläche	› Zu schwach geräuchert › Nach dem Garen zu lange gewässert › Zu warme Lagerung › Feuchtigkeit bei der Aufbewahrung › Temperaturwechsel (Beschlagen) › Mangelhafte Hygiene nach dem Erhitzen

Mangel	Ursachen	Fehler
Abweichender Geschmack und Geruch	Bakterieller Verderb	› Schlechte Auskühlung des Fleisches nach dem Schlachten › Spritzen mit verkeimter Lake oder unsauberem Injektor › Untererhitzung › Mangelhafte Kühlung › Temperaturwechsel, Kondensation › Zu lange Lagerung › Fremdgerüche bei der Lagerung

Aufschneiden und Verpacken

Die Kontamination der Waren beim Aufschneiden oder Verpacken begrenzt deren Haltbarkeit. Näheres finden Sie in Kapitel 3.3: Aufschneiden und Verpacken von Fleisch- und Wurstwaren.

Informationen zum Ermitteln und zur Festlegung der Haltbarkeit eines Produkts finden sich in Kapitel 3.5: Durchführung von Haltbarkeitstests.

Praktische Tipps:

Rohwaren

- › Fleisch unter 3°C gelagert, vier bis sieben Tage nach der Schlachtung, guter Hygienestatus,
- › pH-Wert 5,8 bis 6,2, kein blasses, weiches, wässriges Fleisch oder Gefrierfleisch verwenden.

Lake

- › Lakebestandteile wiegen.
- › Beim Anrühren der Lake folgende Reihenfolge beachten: Zuerst Wasser, dann Pökelhilfsstoffe (Zucker usw.), dann Salz, zuletzt Eis, mit dessen Hilfe die Laketemperatur unter 0°C gehalten wird. Alle Zutaten müssen sich vollständig auflösen.

Herstellung

- › Schinken in Formen oder Netzen Form geben, danach ist eine Ruhezeit von 12 bis 15 Stunden im Kühlhaus gut für Zusammenhalt, Farbe und Gewichtsausbeute
- › Garen bei 70°C bis 74°C, Gardauer bis mindestens 68°C Kerntemperatur. $F_{70/10} > 40$
- › Beste Möglichkeit Delta-T-Kochung, hier ist die Gewichtsausbeute besser
- › Kerntemperatur steigt nach dem Garen noch um 1°C bis 2°C an
- › Abkühlen anfangs durch eine Stunde Intervallduschen, danach weiter im Kühlraum auf 2°C bis 4°C.

Aufschneiden und Verpacken

- › Vor dem Anschneiden muss die Ware auf 2° bis 4°C abgekühlt sein.
- › Nach dem Verpacken Kühlkette unter 4°C einhalten.

Beispielrezeptur: Kasseler

Zutaten

100 kg Kotelett
9 kg Wasser
1 kg Kochsalz
1 kg Nitritpökelsalz
9 kg Eisschnee
0,3 kg Pfefferkörner
0,1 kg Pimentkörner
2 kg Zwiebeln
0,05 kg Kümmel
0,05 kg Koriander
0,05 kg Liebstöckelpaste
0,2 kg Honig
0,2 kg Wacholder

Zubereitung

- Kotelett auslösen, von dicken Sehnen und dickem Fett befreien.
- Wasser mit den Gewürzen aufsetzen und ca. 10 Min. kochen. Mit den Gewürzen abkühlen lassen und absieben.
- Wieder auf 9 kg auffüllen und das Salz darin auflösen.
- Eis in die Lake geben und auflösen.
- Lake in das Schinkenstück einspritzen und in Darm füllen oder vakuumverpacken.
- 12 h poltern, Poltertemperatur zwischen 0°C und 2°C.
- Arbeitszeit 25 Min., Ruhezeit 15 Min.
- Vakuum 60 bis 80 %
- 48 bis 72 h ruhen lassen.
- Bei 50°C antrocknen und goldgelb räuchern.
- In Darm oder Folie bei 75°C bis mind. 68°C Kerntemperatur brühen, $F_{70/10} > 40$.

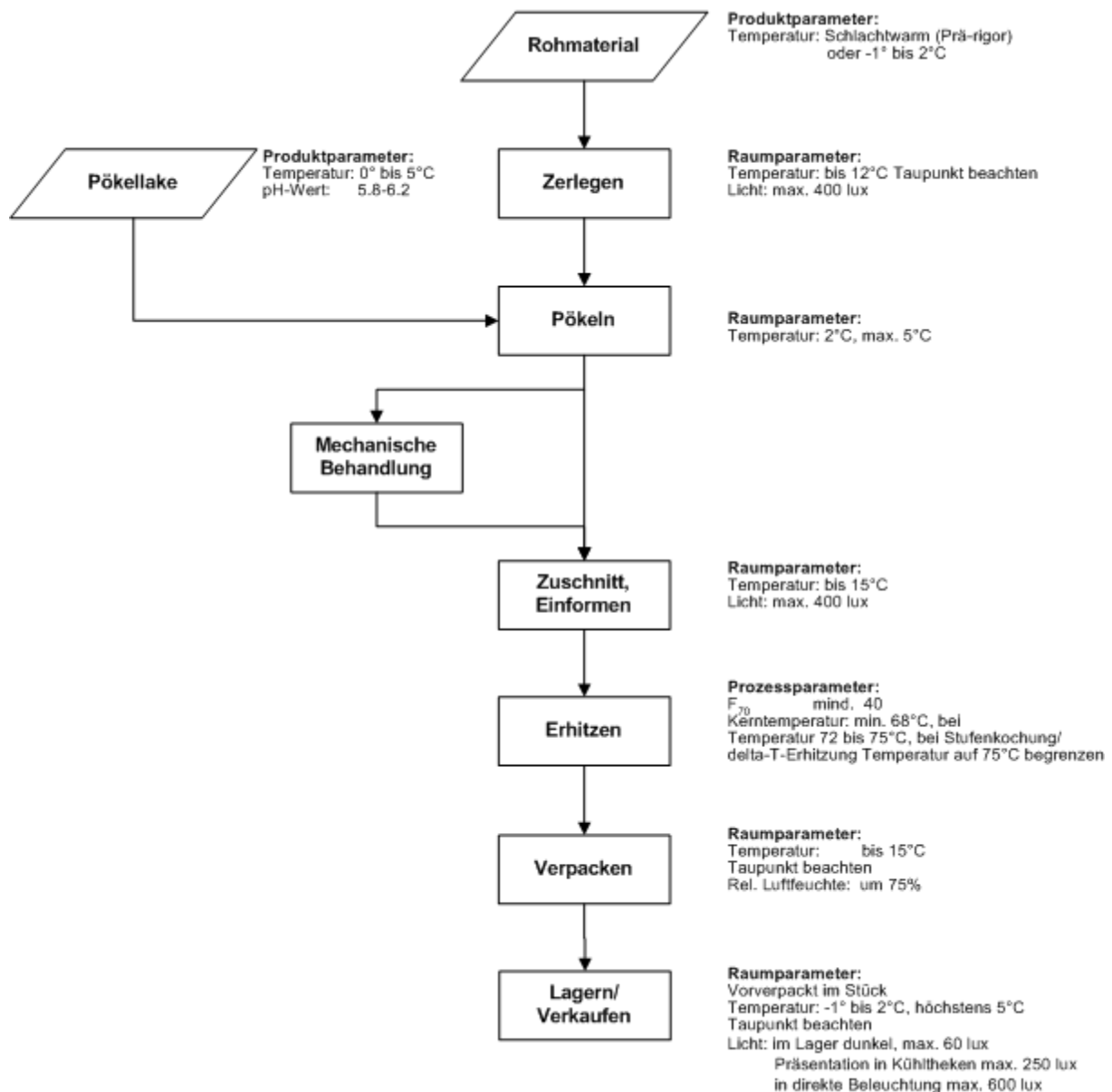


Abbildung 10: Fließdiagramm für die Kochschinkenherstellung

2.6 Konservenherstellung (Brühwurst und Kochwurst)

2.6.1 Besonderheiten der Konserven

Brühwurst und Kochwurst werden üblicherweise nicht nur in Därmen abgefüllt, sondern auch als Konservenware hergestellt. Konserven zeichnen sich bei korrektem Verschluss der Behältnisse, ausreichender Erhitzung, sachgerechter, hygienisch einwandfreier Kühlung und Einhaltung der Lagertemperaturen durch eine lange Haltbarkeit aus. Die Herstellung des Bräts für Konservenware erfolgt analog zur Herstellung von Koch- und Brühwürsten, wobei auch bei der Konservenherstellung nur mikrobiologisch einwandfreie Rohstoffe verwendet werden sollten.

Im „offenen Kessel“ lassen sich nur dann ungekühlt sicher lagerfähige Konserven herstellen, wenn die Kochzeiten unrealistisch lang oder die Rezepturen sehr fett- und salzhaltig sind. Beides verträgt sich nicht mit den Anforderungen an ökologische Fleischerzeugnisse. „Kesselkonserven“ oder andere Konserven, die kühlbedürftig sind, müssen so gestaltet und gekennzeichnet werden, dass auch der Verbraucher die erforderlichen Kühlbedingungen einhalten kann, sonst ist das mikrobiologische Risiko (Botulismus!) inakzeptabel hoch. Von der Herstellung von Ware mit fehlendem oder reduziertem Pökelfstoffzusatz, die in der Packung nachpasteurisiert wird, ist aus Gründen der Qualität und der mikrobiologischen Sicherheit abzuraten.

Informationen zum Ermitteln und zur Festlegung der Haltbarkeit eines Produkts finden sich in Kapitel 3.5: Durchführung von Haltbarkeitstests.

2.6.2 Sterilisation

Tabelle 6: Erforderliche Erhitzung von Konserven mit fehlendem oder auf weniger als die Hälfte der üblichen Menge reduziertem Nitritzusatz, die ohne Kühlung längerfristig haltbar sind

Füllgut	Wasseraktivität	mindestens erforderlicher $F_{121/10}$ -Wert
Brühwurst ohne/ reduziertes NPS	normal (0,97-0,98)	1,5
Brühwurst ohne/ reduziertes NPS	abgesenkt auf unter 0,97	0,4
Blut- oder Leberwurst ohne/ reduziertes NPS	normal (0,96-0,98)	1,5
Blut- oder Leberwurst ohne/ reduziertes NPS	abgesenkt auf unter 0,96	0,4
sonstige Vollkonserven ohne/ reduziertes NPS	unabhängig von Wasseraktivität	4,0

Quelle: „Mikrobiologie der Lebensmittel - Fleisch, Fisch, Feinkost“ (H. Weber, Hrsg.; Behr's, Hamburg 2003, S. 435-450)

Praktische Tipps:

Herstellung

- › bei Herstellung des Bräts Koch- und Brühwurstangaben beachten.
- › Wenn Brühwürste mit weniger als der Hälfte des üblichen Nitritzusatzes hergestellt werden, muss ein um mindestens 0,5 Einheiten höherer F121/10-Wert erreicht werden. Bei Leber- und Blutwurst-Konserven ist die erforderliche Hitzebehandlung unabhängig vom Nitritzusatz.

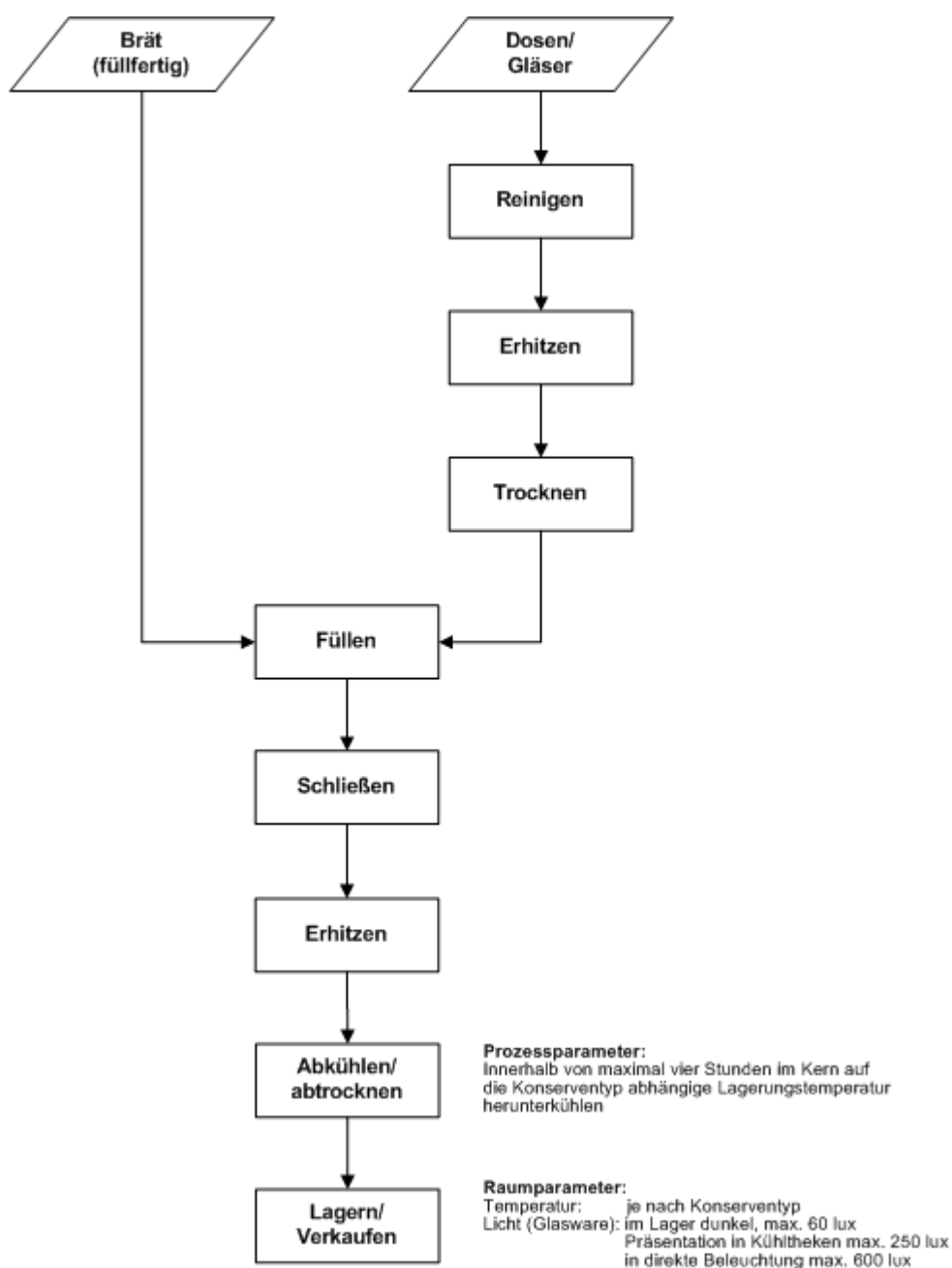


Abbildung 11: Fließdiagramm für Konservenherstellung

Kapitel 3

3.1 Qualitätssicherung

Die Produktion von Fleisch- und Wurstwaren ohne oder mit reduzierten Gehalten an Nitrit setzt, neben besten Rohstoffen, eine sichere Prozessführung voraus. In der üblichen zugesetzten Menge trägt Nitrit zur Sicherheit verschiedener Produkte bei. Beim Verzicht auf die Hürde Pökelfstoffe müssen daher bei diesen Produkten die Prozesse entsprechend angepasst werden, indem andere „Hürden“ erhöht werden.

Bei der Planung und Überwachung der Herstellungsprozesse sind die Methoden des HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) anzuwenden. Eine gute Prozesslenkung kann die Produktsicherheit gewährleisten und hilft Kosten einzusparen, u. a. durch Reduzierung des Aufwands für die Kontrolle der Endprodukte. Bei der Entwicklung muss jedoch unnötiger „Papierkrieg“ vermieden werden, der den Betrieb seiner Flexibilität und somit seiner Stärke beraubt und Kräfte von den Tätigkeiten abzieht, die für die Produktqualität und -sicherheit sowie für die Kundenzufriedenheit zentrale Bedeutung haben.

3.1.1 Ziele eines HACCP-Systems

Im HACCP-System werden zunächst diejenigen Gefahren (Hazards) erfasst und bewertet, welche die Gesundheit des Verbrauchers schädigen könnten, wenn der Herstellungsprozess nicht beherrscht wird. So sind z. B. bei der Rohwurstherstellung *Salmonellen* und *Staphylococcus aureus* als Hazards einzustufen, nicht aber *Clostridium botulinum*, da sich dieses Bakterium in Rohwurst auch bei groben Herstellungsfehlern nicht vermehren kann. Dann wird geprüft, welche Prozessschritte kritisch für die Beherrschung der jeweiligen Gefahr sind und ob und wie an diesen Stellen das Risiko auf ein akzeptables Maß reduziert werden kann. Ist bei einem Prozessschritt eine kontinuierliche Überwachung erforderlich und machbar, um Gesundheitsgefahren auszuschließen, handelt es sich um einen CCP (kritischer Lenkungspunkt). Ein Beispiel hierfür ist der Erhitzungsschritt bei Wurstkonserven: Er ist wichtig für die Inaktivierung von Bakteriosporen und er lässt sich durch Erfassung von Erhitzungstemperaturen und -zeiten lenken.

In einem weiteren Schritt wird festgelegt, wie die Parameter im Betriebsablauf überwacht werden und wie bei einer Abweichung von den als Standard festgelegten Werten aktiv in den Prozess einzugreifen ist (Korrekturmaßnahmen). Weiterhin muss regelmäßig sichergestellt („verifiziert“), werden, dass das System funktioniert, z. B. durch Prüfung von Dokumenten und von Zwischen- und Endprodukten.

Was bietet der vorliegende Leitfaden?

In Kapitel 2 wurden zu den jeweiligen Produktionsprozessen Kennzahlen angegeben. Diese kann der einzelne Betrieb in sein bestehendes Qualitäts- bzw. Hygienemanagementsystem übernehmen.

Es bleibt dem einzelnen Betrieb überlassen, in welcher Form er die Einhaltung dieser Prozessvorgaben gewährleistet. So kann die Erfassung der Kerntemperatur beispielsweise automatisch und kontinuierlich erfolgen, denkbar ist aber auch, in einem bestimmten Rhythmus die Temperatur manuell zu kontrollieren oder im Routinebetrieb die Einstellungen am Gargerät (Temperatur, Zeit) und die Geometrie der zu garenden Ware (Kaliber der Würste u. ä.) so einzustellen und zu überprüfen, dass immer der gleiche F-Wert erzielt wird.

3.2 F-Wert

Dieser Wert beschreibt den Erhitzungseffekt, ist also ein Maß der Keimabtötung. Der F-Wert wird aus dem zeitlichen Verlauf der Temperatur im Kern des Produktes ermittelt. Mithilfe des F-Wertes können, unabhängig von der tatsächlich erreichten Kerntemperatur, Aussagen über die Sicherheit und Haltbarkeit des Produktes gemacht werden.

Der F-Wert kann insbesondere auch für die Planung der Produktion von Erzeugnissen mit reduzierten Pökelfstoffgehalten genutzt werden. Durch die Verlängerung der Zeit im Temperaturbereich bis 75°C verbessert sich die Umrötung.

3.2.1 F-Wert für Brüh-, Kochwurst und Kochschinken

Da bei der Herstellung von Brüh-, Kochwurst und Kochschinken als Frischware üblicherweise nur die unversporteten Keime, nicht aber Sporen abgetötet werden, wurde der Bezugwert für den Abtötungseffekt für diese Würste wie folgt festgelegt:

$$F_{70} = 1 \text{ (1 Minute bei } 70^{\circ}\text{C)}$$

Soll der gleiche Abtötungseffekt erzielt werden, muss bei niederen Gartemperaturen die Garzeit erhöht werden. Es gilt die Regel, dass für den gleichen Abtötungseffekt bei 10°C Temperaturerhöhung die aufzuwendende Zeit um das zehnfache sinkt.

Die Erhebung des F-Wertes beginnt bei Brühwurst bei 55°C Kerntemperatur und wird über den gesamten Brühzeitraum fortgesetzt, bis wieder 55°C Kerntemperatur erreicht sind. Die Kerntemperatur ist ab 55°C jede Minute zu messen und zu notieren. Anschließend wird in der F-Wert-Tabelle für Brühwürste (siehe unten) der entsprechende Abtötungswert für jede aufgeschriebene Kerntemperatur gesucht. Die Summe dieser Werte ergibt den Gesamt-F-Wert des Produktes.

Alternativ kann nach der Temperaturerfassung zur Berechnung auch ein Schnellbestimmungsverfahren genutzt werden. Hierzu werden einzelne der ermittelten Werte in ein von Vukovic und Nitsch entwickeltes Tabellenblatt eingetragen, dieses berechnet den F-Wert automatisch. (Das Tabellenkalkulationsblatt mit Anleitung kann kostenlos geladen werden, unter: <http://www.fleischwirtschaft.de> > Service > Download F-Werte).

Moderne Geräte zur Temperaturerfassung und zum Garen von Wurstwaren verfügen über integrierte Prozessoren zur Berechnung der Teil-F-Werte und der Ermittlung des Gesamt-F-Wertes.

Tabelle 7: F70-Werte für Brüh- und Kochwurst

Kerntemperatur	F-Wert
55°C	0,03
56°C	0,04
57°C	0,05
58°C	0,06
59°C	0,08
60°C	0,10
61°C	0,13
62°C	0,16
63°C	0,20
64°C	0,25
65°C	0,32
66°C	0,40
67°C	0,50
68°C	0,63
69°C	0,79
70°C	1,00
71°C	1,26
72°C	1,58
73°C	1,99
74°C	2,51

Kerntemperatur	F-Wert
75°C	3,16
76°C	3,98
77°C	5,01
78°C	6,31
79°C	7,94
80°C	10,00
81°C	12,59
82°C	15,85
83°C	19,95
84°C	25,12
85°C	31,62
86°C	39,81
87°C	50,12
88°C	63,09
89°C	79,43
90°C	100,00
91°C	125,89
92°C	158,48
93°C	199,53
94°C	251,19

Quelle: u. a. Schweisfurth, Karl-Ludwig; Baumgartner, Walter; 1996, Ökologische Qualität im Fleischerhandwerk, S. 181

Tabelle 8: Beispiel F-Wert-Berechnung für Schwartenmagen (fiktiv)
Swartenmagen F70 > 40 (erreichte Kerntemperatur 75°C)

Minute	Grad Celsius	F-Wert ₇₀
0	55	0,03
1	57	0,05
2	59	0,08
3	61	0,13
4	63	0,20
5	65	0,32
6	67	0,50
7	69	0,79
8	71	1,26
9	73	1,99
10	75	3,16
11	75	3,16
12	75	3,16
13	75	3,16
14	75	3,16
15	75	3,16
16	75	3,16
17	75	3,16
18	75	3,16
19	75	3,16
20	73	1,99
21	71	1,26
22	69	0,79
23	67	0,50
24	65	0,32
25	63	0,20
26	61	0,13
27	59	0,08
28	57	0,05
29	55	0,03
F-Wert gesamt		42,3

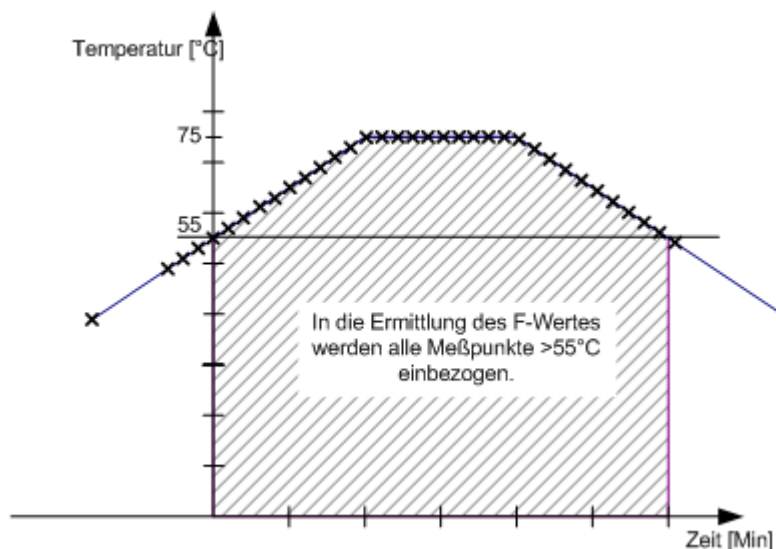


Abbildung 12: Beispiel F-Wert-Berechnung für Schwartenmagen (fiktiv)
 Schwartenmagen F70 > 40 (erreichte Kerntemperatur 75°C)

3.2.2 F-Wert für Konserven

Für Konserven wurde der Bezugswert für den Abtötungseffekt wie folgt festgelegt:

$$F_{121} = 1 \text{ (1 Minute bei } 121,1^{\circ}\text{C)}$$

Soll der gleiche Abtötungseffekt erzielt werden, muss bei niederen Gartemperaturen die Garzeit erhöht werden. Es gilt die Regel, dass für den gleichen Abtötungseffekt bei 10°C Temperaturerhöhung die aufzuwendende Zeit um das 10fache sinkt.

Die Erhebung des F-Wertes beginnt bei Konserven bei 90°C Kerntemperatur und wird über den gesamten Garvorgang fortgesetzt bis wieder 90°C Kerntemperatur erreicht sind. Die Kerntemperatur ist ab 90°C jede Minute zu messen und aufzuschreiben. Anschließend wird in der F-Wert-Tabelle für Konserven (siehe unten) der entsprechende Abtötungswert für jede aufgeschriebene Kerntemperatur gesucht. Die Summe dieser Werte ergibt den Gesamt-F-Wert des Produkts.

Tabelle 9: F121-Werte für Brühwurst

Kerntemperatur	F-Wert
90°C	0,0008
91°C	0,0010
92°C	0,0012
93°C	0,0015
94°C	0,0019
95°C	0,0024
96°C	0,0031
97°C	0,0039
98°C	0,0049
99°C	0,0062
100°C	0,0077
101°C	0,0097
102°C	0,0123
103°C	0,0154
104°C	0,0194
105°C	0,0245
106°C	0,0308
107°C	0,0388
108°C	0,0489
109°C	0,0618
110°C	0,0775
111°C	0,0975
112°C	0,1227

Kerntemperatur	F-Wert
113°C	0,1545
114°C	0,1945
115°C	0,2449
116°C	0,3083
117°C	0,3880
118°C	0,4885
119°C	0,6150
120°C	0,7746
121°C	0,9747
122°C	1,2270
123°C	1,5446
124°C	1,9444
125°C	2,4480
126°C	3,0817
127°C	3,8805
128°C	4,8852
129°C	6,1501
130°C	7,7459
131°C	9,7466
132°C	12,2699
133°C	15,4560
134°C	19,4553
135°C	24,5098

Quelle: u. a. Schweisfurth, Karl-Ludwig; Baumgartner, Walter; 1996, Ökologische Qualität im Fleischerhandwerk, S. 182

3.3 Aufschneiden und Verpacken von Fleisch- und Wurstwaren

Eine Rekontamination beim Aufschneiden und Verpacken kann die Haltbarkeit von Fleisch-erzeugnissen wesentlich verkürzen oder gar Krankheitserreger wie Salmonellen oder Listerien auf das Produkt bringen.

Zur Vermeidung von Kontaminationen fertiger Fleisch- und Wurstwaren mit Mikroorganismen muss die Betriebshygiene stimmen. Besonders wichtig sind folgende Punkte:

- Strikte Einhaltung der Personalhygiene: Die Ware darf so wenig wie möglich berührt werden und, wenn unvermeidbar, nur mit sauberen Handschuhen. Durch das Tragen von Mund-, Nasen- und Haarschutz und besonderer Arbeitskleidung kann das Kontaminationsrisiko weiter gesenkt werden. Durch regelmäßige Qualifizierung der Mitarbeiter und Kontrolle der Vorgaben ist die Personalhygiene sicherzustellen.
- Sämtliche Teile von Anlagen, Maschinen oder sonstigen Hilfsmitteln, die mit dem Produkt in Berührung kommen, sind in Abhängigkeit von den spezifischen Kontaminationsrisiken beim Aufschneiden in kurzen Intervallen zu reinigen.
- Fertigprodukte sind strikt von rohen Produkten zu trennen. Auch Rohwurst und Rohpökelware ist getrennt von gegarter Ware zu handhaben, aufzuschneiden und zu verpacken. Steht nur eine Anlage zur Verfügung, müssen gegarte Fleischerzeugnisse (Brühwurst, Kochwurst, Kochpökelware) vor Rohschinken und Rohwurst aufgeschnitten und verpackt werden. Nach Durchlauf dieser Produkte sind die Anlage und sämtliche Flächen, die Produktberührung hatten, sorgfältig zu reinigen und zu desinfizieren.

Durch Aufschneiden und Verpacken im keimarmen Reinraum kann die Haltbarkeit von geschnitten verpackten Wurstwaren deutlich gesteigert werden. Als Reinraum wird ein Raum bezeichnet, in dem die Konzentration luftgetragener Partikel geregelt bzw. minimiert wird. Ein Partikel ist ein festes oder flüssiges Teilchen mit Durchmesser zwischen 0,1 µm und 5 µm (0,005 mm). Es kann ein Mikroorganismus, ein Tröpfchen oder ein Staubteilchen sein. Als „Reinraum“ kann auch ein mobiles, in Produktionsanlagen installiertes Zelt ausgestattet werden. Das im Reinraum beschäftigte Personal muss durch Schulungen hierfür ausgebildet werden.

Aufgeschnittene Wurst hat eine wesentlich größere Oberfläche, die eine für den Luftsauerstoff vergrößerte Angriffsfläche bietet und die Fettoxidation beschleunigen kann. Aus diesem Grund ist für Aufschnitt eine Verpackung in Schutzgas oder eine Vakuumverpackung sinnvoll. Schutzgas-Verpackungen haben gegenüber Vakuumverpackungen den Vorteil, dass einzelne Wurstscheiben weniger zusammenkleben und sie für den Endverbraucher besser zu entnehmen sind. Bewährt haben sich Mischungen aus Stickstoff und Kohlenstoffdioxid im Verhältnis 7:3 oder 8:2.

In Vakuum- und Schutzgasverpackungen, die hermetisch verschlossen und ausreichend sauerstoffdicht sind, können sich sauerstoffbedürftige Mikroorganismen nicht mehr entwickeln. Der oxidative Fettverderb lässt sich durch Vakuum- oder Schutzgasverpackung ebenfalls hemmen. Hingegen können sich sauerstoffunabhängige Keime wie Milchsäurebakterien auf den meisten Produkten auch bei Kühlung noch vermehren.

Vakuum- und Schutzgasverpackungen eignen sich ebenfalls gut für die Verpackung von Fleisch- und Wurstwaren, die am Stück an den Endverbraucher abgegeben werden. Durch Verpacken

direkt nach dem Auskühlen kann eine Rekontamination mit Mikroorganismen insbesondere bei Produkten ohne Hülle (z. B. Kochschinken) oder mit semipermeablen Hüllen (z. B. Wienern) weitgehend vermieden werden.



Abbildung 13: Slicer zur Herstellung von SB-Verpackten Wurstwaren

Höchste Hygiene ist die Voraussetzung für die Herstellung von aufgeschnittener Ware mit langen MHD. Bild: Chiemgauer Naturfleisch GmbH

3.4 Lagerung von Fertigprodukten

3.4.1 Kühlung

Die Kühltette im Betrieb und bei der Auslieferung der Fertigprodukte ist einzuhalten und dies ist auch zu dokumentieren, insbesondere durch kontinuierliche Registrierung der Kühlraumtemperatur mit geeigneten Geräten, z. B. Datalogger. In Zukunft könnten auch Zeit-Temperatur-Indikatoren (TTI) zum Einsatz kommen, insbesondere in der Umverpackung von Großgebunden.

Methode mit Zukunft

Die Einhaltung der Kühltette ist ein wichtiger Parameter für viele der ohne bzw. mit reduziertem Nitritgehalt erzeugten Fleisch- und Wurstwaren. Ein geeignetes, in der Praxis leider noch nicht verbreitetes Verfahren ist der Einsatz von Time-Temperature-Indicators (TTI). Diese Hilfsmittel basieren auf chemischen, physikalischen oder mikrobiologischen Prinzipien und ermöglichen Rückschlüsse auf die Temperaturbedingungen, unter denen ein Produkt gelagert wurde. Mittels Farbveränderung zeigt der Indikator an, wenn für eine bestimmte Zeit die vorgegebene Temperatur überschritten wurde. Durch die Integration eines TTI in die

(Um-)Verpackung kann der Hersteller die korrekte Handhabung des gelieferten Erzeugnisses dokumentieren und garantieren.



Abbildung 14: Beispiel eines TTI: Solange das Herz dunkler als der umgebende Apfel erscheint, ist das Produkt frisch.

3.5 Durchführung von Haltbarkeitstests

Jeder Hersteller sollte die Haltbarkeit seiner Produkte festlegen, um die gesetzlichen Vorgaben einzuhalten und um seine Kunden nicht zu (ent-)täuschen oder gar zu gefährden.

Es gibt oft Schwierigkeiten bei der Festlegung der Haltbarkeiten für Waren, die ohne bzw. mit reduziertem Einsatz von Pökelfstoffen hergestellt wurden. Die Haltbarkeiten können sich je nach Produkt deutlich unterscheiden. Trotz der Forderung des Handels nach möglichst langen Haltbarkeiten empfehlen wir den Herstellern, insbesondere bei pökelfstofffreier Ware bzw. Ware mit reduziertem Pökelfstoffeinsatz Haltbarkeiten bei den Produkten zu ermitteln und konservativ festzulegen.

Mit Haltbarkeitstests kann außerdem die Funktionsfähigkeit qualitätssichernder Maßnahmen in der Produktion verifiziert werden. Produktveränderungen, die die Haltbarkeit begrenzen, können sein:

- Veränderung von Geruch und Geschmack
- Veränderung der Konsistenz, z. B. durch Austrocknung
- Veränderung im Aussehen, z. B. in der Farbe

Die Veränderungen können bedingt sein durch:

- Mikroorganismen (Säuerung, Fäulnis, Schmierigwerden, Schimmel)
- Fettveränderungen (z. B. Altgeschmack, Ranzigkeit)
- Austrocknung

Die Haltbarkeit verschiedener Produkte kann bei teilweisem oder völligem Verzicht auf den Einsatz von Nitrit vermindert sein. Häufig geht auch die Lebensmittelüberwachung davon aus. Daher ist es für Hersteller solcher Produkte wichtig, deren Haltbarkeit regelmäßig zu überprüfen.

Die Praxis zeigt, dass im Bereich der Fleisch- und Wurstwaren der mikrobiologische Verderb mit sensorischen, gut erfassbaren Veränderungen einhergeht. Unabhängig hiervon können bei Belieferung des Lebensmitteleinzelhandels regelmäßige mikrobiologische Untersuchungen ein Leistungskriterium sein.

3.5.1 Versuchsaufbau

Proben von Erzeugnissen, die einem Lagerversuch unterzogen werden, sollten repräsentativ für diese Produkte sein, das bezieht sich auf:

- die Qualität der eingesetzten Rohstoffe,
- die Produktionsprozesse und
- die Lagerung.

Die Proben sind eindeutig zu beschriften, von jeder zu prüfenden Charge sind acht Muster (Konserven: 30) zu entnehmen. Diese sind mindestens in folgendem Rhythmus zu untersuchen:

- Brühwurst: Zweimal wöchentlich, bei aufgeschnittener Ware alle zwei Tage
- Kochwürste: Einmal wöchentlich, bei aufgeschnittener Ware alle zwei Tage
- Konserven: Alle 14 Tage

Es empfiehlt sich, bei der Untersuchung folgende Parameter zu erfassen:

- pH-Wert
- Geruch
- Geschmack
- Aussehen, Farbe
- Konsistenz

Bei einer sorgfältigen sensorischen Beurteilung der Muster in Verbindung mit einer pH-Wert-Messung lässt sich ein mikrobieller Verderb gut erfassen. Dennoch können bei mikrobiell verderblicher Ware auch ergänzende mikrobiologische Untersuchungen sinnvoll sein, wobei die Richtwerte der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) (<http://www.lm-mibi.uni-bonn.de> > Übersicht DGHM Mikrobiologische Richt- und Warnwerte) am Ende der Haltbarkeitsfrist eingehalten werden sollten. Geeignete Parameter sind z. B. bei Brüh- und Kochwurst-Frischware die Keimdicke der Milchsäurebakterien, der Enterobakterien und von *Brochothrix thermosphacta*.

pH-Wert-Messung

Zur Ermittlung des pH-Wertes gibt es zwei geeignete Methoden:

› Mittels Indikatorstäbchen

Eine einfache und preiswerte Methode, mit der der pH-Wert auf 0,1 Einheiten genau bestimmt werden kann. Hierfür wird die Wurst 2 bis 3 cm tief eingeschnitten, das Teststäbchen in den Schnitt eingelegt und die Probe zehn Sekunden fest zusammengedrückt. Durch Vergleich der beiden Indikatorfarben auf dem Messstreifen mit der mitgelieferten Farbskala wird der pH-Wert abgelesen.

› Mittels elektrometrischer Messung

Diese Art der pH-Messung setzt ein pH-Messgerät voraus. Das Gerät ist vor der Messung mit Pufferlösungen zu kalibrieren. Zur Messung wird die Elektrode direkt in die Probe getaucht. Trockene Proben werden zuvor mit destilliertem Wasser und einer sauberen Moulinette zerkleinert und homogenisiert.

3.5.2 Versuchsdurchführung und -dokumentation

Haltbarkeitsversuche sollten regelmäßig durchgeführt werden, insbesondere jedoch nach Änderungen von Produktionsprozessen oder nach vermehrtem Auftreten von Reklamationen. Die Lagerbedingungen sollten der zu erwartenden Behandlung der Produkte während der Distribution und beim Verbraucher entsprechen. Es besteht auch die Möglichkeit von Markttests, d. h. der Hersteller zieht stichprobenartig Proben direkt aus dem Handel um die Haltbarkeit zu testen.

Die Probentemperatur sollte zum Zeitpunkt der Produktuntersuchung stets gleich sein. Die übliche Labortemperatur beträgt 20°C. Der Betrieb sollte prüfen, ob Räumlichkeiten genutzt werden können, in denen etwa diese Temperatur regelmäßig herrscht. Die Proben müssen im Raum die Raumtemperatur annehmen.

Der pH-Wert der Probe wird ermittelt und dokumentiert.

Die Probe wird in ca. 1 cm dicke Scheiben geschnitten und sollte von mindestens drei geschulten Personen sensorisch begutachtet werden. Die drei Personen sollten ihre Urteile unabhängig voneinander fällen. In der Praxis wird dies gut erreicht, wenn die Verkostungen nacheinander stattfinden und die einzelnen Verkoster das Ergebnis der anderen nicht kennen.¹

¹ Normen zu sensorischen Prüfungen gibt es einige:

DIN 10950-1 Norm , 1999-04

Sensorische Prüfung - Teil 1: Begriffe

DIN 10950-2 Norm , 2000-10

Sensorische Prüfung - Teil 2: Allgemeine Grundlagen

DIN 10961 Norm , 1996-08

Schulung von Prüfpersonen für sensorische Prüfungen

DIN 10964 Norm , 1996-02

Sensorische Prüfverfahren - Einfach beschreibende Prüfung

DIN 10954 Norm , 1997-10

Sensorische Prüfverfahren - Paarweise Vergleichsprüfung

Jeder Verkoster sollte eine Aussage zu den Parametern Geruch/Geschmack, Aussehen/Farbe, Konsistenz des Produktes sowie ein Gesamturteil treffen, möglichst im Vergleich mit einem gleichen frischen (nach der Herstellung) Produkt. Kritische sensorische Parameter bei Brüh- und Kochwurst sowie Kochschinken sind im Allgemeinen säuerliche, käsige oder ranzige Geruchs- und Geschmackseindrücke. Als Anhaltspunkte kann hierbei die 5-Punkte-Skala der DLG zur Orientierung dienen, die allerdings nur für geschultes Personal eingesetzt werden sollte.

Die Verkoster sollten ihre Beurteilung schriftlich dokumentieren und die exakte Uhrzeit der Verkostung notieren. Hierdurch werden z. B. längere Standzeiten einzelner Proben dokumentiert.

Zur Auswertung werden die Ergebnisse der einzelnen Verkoster zusammengeführt. Sollten „Ausreißer“ vorhanden sein, sind diese zu ergründen. Beispielsweise könnten durch Luft-einschlüsse Proben inhomogen werden, auch können sich einzelne Verkoster für bestimmte Geschmacksempfindungen als besonders sensibel zeigen.

Tabelle 10: DLG-Prüfschema, unspezifischer Teil (5-Punkte-Skala)

Punkte	Qualitätsbeschreibung	Qualitätserwartung
5	Sehr gut	Volle Erfüllung
4	Gut	Geringfügige Abweichung
3	Zufriedenstellend	Merkliche Abweichung
2	Weniger zufriedenstellend	Deutlicher Fehler
1	Nicht zufriedenstellend	Starker Fehler
0	Ungenügend	Nicht bewertbar

Der Lagerversuch sollte durchgeführt werden bis das Gesamturteil der Prüfung „nicht zufriedenstellend“ lautet.

Die Dokumentation der Haltbarkeitsversuche sollte fünf Jahre lang aufbewahrt werden. Mit ihnen kann der Betrieb der Lebensmittelüberwachung gegenüber nachweisen, dass die angegebenen Mindesthaltbarkeitsdaten auf Grundlage einer systematischen Erhebung ermittelt wurden.

3.5.3 Auswertung der Ergebnisse

Nach Abschluss der Untersuchung kennt der Hersteller den Verderbnisprozess seines Produktes. Mit diesem Erfahrungswissen kann er das Mindesthaltbarkeitsdatum festlegen. Es sollte der Zeitpunkt sein, bei dem er als Fachmann erstmalig eine merkliche Abweichung der Produktqualität feststellt (Übergang von gut auf zufriedenstellend). Dem Kunden als Laien wird diese Qualitätsabweichung zu diesem Zeitpunkt eventuell nur geringfügig auffallen, so dass dessen Qualitätserwartung bis zum angegebenen Mindesthaltbarkeitsdatum noch erfüllt wird.

Ergänzend kann der Betrieb von späteren Produktionschargen am ermittelten Mindesthaltbarkeitsdatum eine Probe zur mikrobiologischen Analyse einsenden. Hierdurch würde das sensorisch ermittelte Ergebnis durch mikrobiologische Prüfungen untermauert werden. Dies bietet sich insbesondere bei mikrobiologisch sensiblen Erzeugnissen an, bei denen ein hohes Gefährdungspotenzial einer Rekontamination besteht (z. B. verpackter Brühwurstaufschnitt) und die über mehrere Handelsstufen, externe Handelsstellen bzw. generell mit einer großen Markenwirkung vermarktet werden.

3.6 Messung der Lichtstärke

Licht begünstigt den Verderb von Fleisch- und Wurstwaren, insbesondere der oxidative Fettverderb ist stark lichtabhängig. Unnötige Lichteinwirkungen sollten vermieden werden; in der folgenden Übersicht sind empfohlene maximale Beleuchtungsstärken angegeben.

Tabelle 11: Maximale Beleuchtungsstärken

Lagerräume	dunkel bei Tätigkeiten im Lager max. 60 Lux
Verarbeitungsräume	max. 400 Lux
Präsentation in Kühltheken	max. 250 Lux
Kurzzeitig in direkter Beleuchtung	max. 600 Lux

Zur Ermittlung der Beleuchtungsstärke wird ein Luxmeter eingesetzt, dieses nutzt üblicherweise eine Silicium-Fotodiode als Messzelle. Das Gerät gibt das Maß des einfallenden Lichtstroms pro Flächeneinheit in Lux an. Für den im Leitfaden empfohlenen Einsatz sind die Messgenauigkeit und der Funktionsumfang eines einfachen Luxmeters vollkommen ausreichend. Diese Geräte sind für ca. 40,00 Euro in Elektronikgeschäften erhältlich.



Abbildung 15: Photometer zur Ermittlung der Beleuchtungsstärke
Bild: Conrad Electronic SE

Die Messung mit den Geräten ist schnell und einfach. Vor der Messung ist das Gerät einzuschalten, der gewünschte Messbereich zu wählen und die Schutzkappe vom Sensor zu entfernen. Das Gerät ist so auszurichten, dass das Licht senkrecht auf den Lichtsensor auftrifft. Das Beschatten des Lichtsensors durch den eigenen Körper ist zu vermeiden. Der im Display des

Gerätes angezeigte Wert ist die Beleuchtungsstärke in Lux. Nach Beendigung der Messungen ist das Messgerät auszuschalten und der Sensor mit der Schutzkappe zu bedecken.

3.7 Messung des a_w -Wertes

Die Wasseraktivität (a_w -Wert) ist einer der wichtigen inneren Faktoren, der die Vermehrungsfähigkeit von Mikroorganismen in und auf einem Lebensmittel bestimmt. Der a_w -Wert ist der Quotient aus Dampfdruck des Wassers im Lebensmittel und Dampfdruck des reinen Wassers bei derselben Temperatur. Der a_w -Wert von destilliertem Wasser liegt bei 1,0, der von wasserfreier Substanz bei 0. Die minimalen a_w -Werte für die Vermehrung von Bakterien liegen zwischen 0,95 und 0,86 und von Hefen sowie Schimmelpilzen zwischen 0,85 und 0,6. Der a_w -Wert dient zur Beurteilung der Lagerfähigkeit von Fleischerzeugnissen und kann zudem zur Steuerung der Rohwurstreifung herangezogen werden.

Zur Ermittlung des a_w -Wertes gibt es eine Vielzahl Messgeräte, die nach unterschiedlichen Prinzipien funktionieren. Generell sind diese Messgeräte teuer.

3.8 Handhabung von Gewürzen

Gewürze sollten stets trocken und kühl in geschlossenen lichtdichten Gebinden gelagert werden. Gewürzmengen müssen in einem geeigneten Raum unter hygienisch einwandfreien Bedingungen für einzelne Chargen der Tagesproduktion portioniert werden. Dies soll eine Kontamination mit Mikroorganismen vermeiden. Wie im nächsten Kapitel beschrieben, besitzen Gewürze eine zum Teil antioxidative Eigenschaft. Zur Vermeidung von Wirkungseinbußen sollte eine Überlagerung der Gewürze vermieden werden.

Gewürze können stark mit Mikroorganismen, insbesondere mit Sporenbildnern, die eine Erhitzung auf etwa 80°C überleben, belastet sein. Die Richt- und Warnwerte der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) für Gewürze (<http://www.lm-mibi.uni-bonn.de> > Übersicht DGHM Mikrobiologische Richt- und Warnwerte) sollten eingehalten werden.

3.9 Antioxidative Wirkung von Gewürzen

Verschiedene Pflanzen enthalten natürliche Inhaltsstoffe mit antioxidativer Wirkung. In einigen Pflanzengruppen kommen diese Antioxidantien sogar in beträchtlichen Mengen vor, so zum Beispiel in der Gruppe der

- Lippenblütler mit Rosmarin, Salbei, Oregano, Majoran, Thymian;
- Doldenblütler mit Petersilie, Kerbel, Fenchel, Sellerie.

Aber auch in Pflanzen anderer Gruppen wie beispielsweise Gewürznelken, Piment und Pfeffer gibt es hohe Gehalte an Antioxidantien.

Die folgende Tabelle fasst die in der Fachliteratur vorhandenen Angaben zur antioxidativen Wirkung von Gewürzen zusammen, eingeteilt in Wirkungsgrade.

Die Anwendung von Gewürzen ist durch ihren Eigengeschmack begrenzt.

Tabelle 12: Wirkungsgrad antioxidativer Gewürze (Gerhardt, 1990)

Optimal antioxidativ wirkend	Sehr gut antioxidativ wirkend	Gut antioxidativ wirkend	Neutral bis geringfügig antioxidativ wirkend
Muskatblüte	Muskatnuss	Bohnenkraut	Anis
Rosmarin	Oregano	Curcuma	Basilikum
Salbei	Pfefferminze	Ingwer	Bockshorn
Thymian		Majoran	Cardamom
		Nelken	Chillies
		Paprika	Cumin
		Pfeffer (schw.)	Knoblauch
		Piment	Koriander
		Zimt	Kümmel
			Lorbeerblätter
			Orangenschalen
			Pfeffer (weiß)
			Schnittlauch
			Selleriekraut
			Senfmehl
			Zitronenschalen
			Zwiebeln

Zunehmend bieten Zulieferer Gewürzextrakte an. Diese sind zum Teil auf die Verhinderung der Fettoxidation ausgelegt. Sie können es ermöglichen, höhere Mengen an antioxidativen Stoffen zum Produkt zuzugeben, da man sie bei der Herstellung teilweise entaromatisieren kann. Einschränkungen für Öko-Produkte sind jedoch zu beachten.

3.10 Antioxidative Zusatzstoffe

Die erlaubten konventionellen Zutaten sind in Anhang VI der EG-Öko-Verordnung geregelt. So auch die Zutaten mit antioxidativer Wirkung.

Tabelle 13: Nach Anhang VI der EG-Öko-Verordnung zulässige antioxidative Zusatzstoffe

E-Nummer	Name	Wirksamkeit	Kommentar
E 300	Ascorbinsäure	Wichtiges Umrötehilfsmittel bei Pökelfstoffgebrauch; starkes Reduktionsmittel und nicht fettlöslich. Sie hat daher eine antioxidative Wirkung besonders in wässrigen Systemen. In Fleischerzeugnissen mit Nitrit wirkt sie zusätzlich Nitrit reduzierend.	
E 301	Natriumascorbat		Nur in Verbindung mit Natriumnitrit oder Kaliumnitrat zugelassen
E 306	Stark tocopherolhaltige Extrakte	Bedingt wirksam	
E 331	Natriumcitrat	Kaum wirksam	
E 325	Natriumlactat	Kaum wirksam	

Anhang

Weiterführende Links und Literaturverzeichnis

Tabelle 14: Weiterführende Links

Thema	Literatur
Bio-Fleischwarenherstellung	http://www.oekolandbau.de/verarbeiter/herstellung-und-verpackung/fleischverarbeitung/
Warmfleischverarbeitung	http://www.oekolandbau.de/verarbeiter/herstellung-und-verpackung/fleischverarbeitung/warmfleischverarbeitung/
F-Wert-Rechner	http://www.fleischwirtschaft.de/service/downloadfwerte/
Leitsätze Fleisch und Fleischwaren	http://www.bmelv.de/cln_044/nn_854172/SharedDocs/downloads/02-Verbraucherschutz/Lebensmittelsicherheit/LeitsaetzeGesc-OrdnungLebensmittelbuch/LeitsaetzeFleisch.html__nnn=true
Infektionsschutzgesetz	http://www.gesetze-im-internet.de/ifsg/index.html
HACCP uvm.	http://www.bfr.bund.de/cm/234/fragen_und_antworten_zum_hazard_analysis_and_critical_control_point_haccp_konzept.pdf http://www.oekolandbau.de/verarbeiter/herstellung-und-verpackung/hygiene-und-schaedlingsmanagement/lebensmittelsicherheit-und-hygiene/
GVO-frei Zusicherungserklärung	http://www.infoxgen.de/dynamisch/datenbank/wartung/temp/dwnfiles/Zusicherungserkl.EU_D.pdf
Veröffentlichte Richt- und Warnwerte für Gewürze	http://www.lm-mibi.uni-bonn.de/DGHM.html#2
Veröffentlichte Richt- und Warnwerte für Naturdärme	http://www.lm-mibi.uni-bonn.de/DGHM.html#17
Veröffentlichte Richt- und Warnwerte für Fleischerzeugnisse	http://www.lm-mibi.uni-bonn.de/DGHM.html#25

Literaturverzeichnis

- ARNETH, W., HILSE, G., LINKE, H., NEUHÄUSER, S., SEUSS, I. und SINELL, H.-J. (1988): Fleischwaren-Handbuch, Behr's Verlag, Hamburg
- BECK, A. et al. (2006): Pökelfleischwaren, <http://orgprints.org/10466/>
- BRAUER, H. (1999): Brühwurst-Technologie: Technologischer Leitfaden für das Kuttern, Umröten und sensorische Bewerten der Brühwurst, Deutscher Fachverlag, Frankfurt a. M.
- CVUA - Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart, (2005): Bericht über das Öko-Monitoring-Programm Baden-Württemberg 2005, (http://www.xn--untersuchungsmter-bw-nzb.de/pub/beitrag_druck.asp?subid=1&ID=534)
- FRANZKE, C. (1996): Allgemeines Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Behr's Verlag, Hamburg

- GEHRING, U: Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Herstellung von Rohwurst
- HEIMANN, W. (1976): Grundzüge der Lebensmitteltechnologie. Steinkopff Verlag, Darmstadt
- HUMMER, JOHANN, J. (2004): Alp science 2004 Nr. 483, Reduktion oder Ersatz von Nitrit in fermentierten Fleischprodukten
- LEITSÄTZE für Fleisch und Fleischerzeugnisse, www.bmelv.de
- LEISTNER, L.; et. al, Institut für Mikrobiologie, Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach (Hrsg.) (1985): Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken, Kulmbacher Reihe, Band 5
- LÜCKE, F.-K., RAABE, C., HAMPSHIRE, J. (2007): Veränderungen des sensorischen Profils und der mikrobiologischen Qualität während der Kühllagerung von Brühwurstaufschnitt, hergestellt mit oder ohne Verwendung von Nitrit. Archiv f. Lebensmittelhygiene 58, 57-63
- LÜCKE, F.-K., EUEN, S. (2004): Fleisch und Fleischprodukte: Anforderungen an Rohstoffe, Produkte und Prozesse ([Organic] Meat and meat products: quality of raw material, products and processes). In: Praxishandbuch Bio-Lebensmittel (eds. C. LEITZMANN, A. BECK, U. HAMM, R. HERMANOWSKI); Behr's Verlag, Hamburg; Grundwerk, Abschnitt III-4.1, S 1-21
- LÜCKE, F.-K. (2003): Einsatz von Nitrit und Nitrat in der ökologischen Fleischverarbeitung: Vor- und Nachteile. Fleischwirtschaft 83 (11), 138-142
- LÜCKE, F.-K., TROEGER, K.: Fleischhygiene: Mikrobiologische Risiken (Meat hygiene: microbiological risks). In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Deutscher Fachverlag, Frankfurt/M.: 1. ed. 1998: G van Lengerken et al., eds.; pp. 441-506; 2. ed. 2007: W. BRANSCHIED et al., eds.: pp. 553-633
- SCHWEISFURTH, K.L., BAUMGARTNER, W.; Dialogpartner Agrar-Kultur (Hrsg.) (1996): Ökologische Qualität im Fleischerhandwerk, Deutscher Fachverlag, Frankfurt a. M.
- SIELAFF, H. (1995): Fleischtechnologie, Behr's Verlag, Hamburg
- TERNES, W. (1994): Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung, Behr's Verlag, Hamburg
- TIMM, F., HERRMANN, K. (1996): Tiefgefrorene Lebensmittel Lebensmitteltechnologie und Lebensmitteluntersuchungen Band 12, Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin
- WEBER, H. (Hrsg.) (1996): Mikrobiologie der Lebensmittel - Fleisch und Fleischerzeugnisse, Behr's Verlag, Hamburg
- WIRTH, F., LEISTNER, L., RÖDER, W. (1990): Richtwerte der Fleischtechnologie, 2. Auflage, Deutscher Fachverlag, Frankfurt a. M.