

**Untersuchungen zur Produktionsqualität traditionell-handwerklich
hergestellter Rohwürste unter besonderer Berücksichtigung von
*Listeria monocytogenes***

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Dr. med. vet.

beim Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Lutz Große Lembeck

Aus dem Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Betreuer: Univ.- Prof. Dr. med. vet. Michael Bülte

**Untersuchungen zur Produktionsqualität traditionell-handwerklich
hergestellter Rohwürste unter besonderer Berücksichtigung von
*Listeria monocytogenes***

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines Dr. med. vet.
beim Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Lutz Große Lembeck
Tierarzt aus Bochum
Gießen 2009

Mit Genehmigung des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Dekan: Prof. Dr. Dr. habil. G. Baljer

Gutachter: Univ.- Prof. Dr. med. vet. Michael Bülte
Prof. Dr. Dr. h. c. Hartwig Bostedt

Tag der Disputation: 30.06.2009

Meiner Familie und meiner Freundin Viktoria Haentjes

	Seite
1. Einleitung	1
2. Schrifttum	3
2.1 Rohwurst	3
2.1.1 Definition	3
2.1.2 Leitsatz des Deutschen Lebensmittelbuches für schnittfeste Rohwurst	3
2.1.3 Leitsatz des Deutschen Lebensmittelbuches für streichfähige Rohwurst	5
2.1.4 Hürdenkonzept	5
2.1.5 Technologie der Rohwurstherstellung	8
2.1.6 Mikrobiologische Vorgänge während der Rohwurstreifung	11
2.2 Das neue EU-Lebensmittel- und Hygienerecht	13
2.3 <i>Listeria (L.) monocytogenes</i>	15
2.3.1 Charakteristik	15
2.3.2 Listeriose Pathogenese und Erkrankungsformen	16
2.3.3 Vorkommen	17
2.3.3.1 Nachweis von <i>L. monocytogenes</i> bei landwirtschaftlichen Nutztieren	17
2.3.3.2 Nachweis von <i>L. monocytogenes</i> in Fleisch- und Fleischerzeugnissen	18
2.3.4 Tenazität	23
2.3.4.1 Einfluss der Temperatur	23
2.3.4.2 Einfluss von pH-Wert und a_w -Wert	23
2.3.4.3 Überlebens- und Vermehrungsfähigkeit in Roh- und Hackfleisch	24
2.3.4.4 Überlebens- und Vermehrungsfähigkeit in Rohwürsten	25
2.3.5 Empfehlungen zu Untersuchungen, Maßnahmen und Beurteilung für die amtliche Lebensmittelüberwachung (BgVV, Juli 2000)	30
2.3.6 EU Recht	33

3. Eigene Untersuchungen	35
3.1 Material und Methodik	35
3.1.1 Betriebs- und Produktauswahl	35
3.1.2 Untersuchungszeitpunkte und Untersuchungsumfang	40
3.1.3 Untersuchungsparameter	41
3.1.3.1 Physikalische Untersuchungen	43
3.1.3.2 Mikrobiologische Untersuchungen	43
3.1.3.2.1 Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl	44
3.1.3.2.2 Bestimmung der Enterobacteriaceae	45
3.1.3.2.3 Bestimmung der aerob wachsenden Milchsäurebakterien	45
3.1.3.2.4 Nachweis von <i>L. monocytogenes</i>	46
3.1.3.3 Sensorische Untersuchung	47
4. Ergebnisse	48
4.1 Darstellung der Ergebnisse	48
4.2 Ergebnisse Teil A	49
4.2.1 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für luftgetrocknete Rohwurst in Betrieb A	49
4.2.2 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für luftgetrocknete Rohwurst in Betrieb B	53
4.2.3 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für Salami in Betrieb B	57
4.2.4 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für luftgetrocknete Rohwurst in Betrieb C	61
4.2.5 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für luftgetrocknete Rohwurst in Betrieb D	65
4.2.6 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für luftgetrocknete Rohwurst in Betrieb E	69
4.2.7 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für Teewurst in Betrieb B	73

4.2.8	Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für Teewurst in Betrieb C	77
4.2.9	Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für Teewurst in Betrieb D	81
4.2.10	Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für Teewurst in Betrieb E	84
4.3	Ergebnisse Teil B	87
4.3.1	Hygienestatus der schnittfesten Rohwürste	87
4.3.2	Hygienestatus der streichfähigen Rohwürste	95
4.3.3	Nachweis und Verhalten von <i>L.monocytogenes</i>	101
4.3.4	Genusswert	102
5. Diskussion		104
5.1	Auswahl von Qualitätsmerkmalen	104
5.2	Untersuchungszeitpunkte	105
5.3	Betriebs- und Produktauswahl, Probenaufkommen	106
5.4	Produktionsqualität in den einzelnen Geschäften	107
5.5	Vorkommen und Verhalten von <i>L. monocytogenes</i> in Rohwürsten	109
6. Zusammenfassung		112
7. Summary		115
8. Literaturverzeichnis		117
9. Anhangstabellen		130

Übersicht relevanter Abkürzungen, Einheiten und Symbole

ALOA-Agar	= Agar Listeria nach Ottaviani und Agosti
Art.-Nr.	= Artikelnummer
a_w -Wert	= Wert für Wasserbindungsvermögen
BEFFE	= bindegewebeisweißfreies Fleischeiweiß
BgVV	= Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
BfR	= Bundesinstitut für Risikobewertung
BRD	= Bundesrepublik Deutschland
ca.	= circa
cm	= Zentimeter
CO ₂	= Kohlenstoffdioxid
DFD	= dark, firm and dry
d. h.	= das heißt
DLG	= Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
EG	= Europäische Gemeinschaft
E_h -Wert	= Wert für das Redoxpotential
et al.	= und andere
evt.	= eventuell
g	= Gramm
GdL	= Glucono-delta-Lakton
h	= Stunde
IfSG	= Infektionsschutzgesetz
KbE	= Kolonie-bildende Einheiten
kg	= Kilogramm
KNO ₃	= Kaliumnitrat
LFGB	= Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch
<i>L. grayi</i>	= <i>Listeria grayi</i>
<i>L. innocua</i>	= <i>Listeria innocua</i>
<i>L. ivanovii</i>	= <i>Listeria ivanovii</i>
LMBG	= Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz
<i>L. monocytogenes</i>	= <i>Listeria monocytogenes</i>
log	= dekadischer Logarithmus
LS.	= Leitsatz
<i>L. seeligeri</i>	= <i>Listeria seeligeri</i>
min	= Minute
MPN-Technik	= Most Probable Number
n	= Anzahl
N ₂	= Stickstoff
NPS	= Nitritpökelsalz
PAI	= Pathogenitätsinseln
ppm	= parts per million
PrfA	= Protein regulating factor A
RGT-Regel	= van't Hoff'sche Regel
r. L.	= relative Luftfeuchtigkeit
RKI	= Robert Koch Institut
ssp.	= Subspezies
u. a.	= unter anderem
UT.	= Untersuchungszeitpunkt

v. a.	= vor allem
VO	= Verordnung
Vol.	= Volumen
z. B.	= zum Beispiel
z. T.	= zum Teil
μ	= mikro
°C	= Grad Celsius
§	= Paragraph

1. Einleitung

Rohwürste gehören mit einem Durchschnittsverzehr von ca 5,0 kg pro Kopf und Jahr der Bevölkerung zu den am häufigsten konsumierten Fleischerzeugnissen in Deutschland (ZMP, 2004). Unter diesen gelten vor allem die kurzgereiften, streichfähigen Rohwürste aufgrund fehlender Wärmebehandlung bzw. anderweitiger stabilisierender Maßnahmen als mikrobiologische Risikoprodukte. Daher kann die Gruppe der Rohwürste ein Indikator für die Produktionsqualität und -sicherheit eines fleischverarbeitenden Betriebes sein, wobei die Ergebnisse dieser Produkte problemlos auf weniger kritische Produkte übertragen werden können.

Im Gegensatz zur Produktionsqualität der industriellen, standardisierten Herstellung, die schon Gegenstand vieler Untersuchungen war und in den meisten Fällen als überdurchschnittlich gut bewertet wurde, ist es schwierig, einen Überblick über die Produktionsqualität der handwerklichen Herstellung zu erlangen (HILDEBRAND, 2003; HILDEBRAND und HILDEBRANDT, 2004).

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es daher, einen möglichst repräsentativen Überblick zur Produktionsqualität in handwerklich strukturierten Betrieben zu erlangen. Dazu wurden 5 Betriebe ausgewählt, die sich hinsichtlich ihrer Größe, Struktur und Ausstattung zum Teil deutlich unterschieden. Um die Produktionsqualität der Betriebe besser beurteilen zu können, wurden von jedem Betrieb je eine streichfähige und eine schnittfeste Rohwurst vor der Reifung, nach der Reifung und am Ende der festgelegten Haltbarkeit untersucht. Es wurden pro Produkt je zwei Chargen mit $n=5$ Teilproben untersucht; das bedeutet, dass pro Charge und Erzeugnis 15 Würste einbezogen wurden. Der gesamte Untersuchungsumfang belief sich somit auf 300 Beprobungen. Neben der Bestimmung der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl, der Lactobacillen, der Enterobacteriaceen, des pH- und a_w -Wertes, lag ein weiterer Schwerpunkt auf dem Nachweis und der Überlebensfähigkeit von *Listeria monocytogenes* in den untersuchten Chargen.

L. monocytogenes verursacht die Listeriose des Menschen. Als Infektionsquelle gelten u. a. Lebensmittel pflanzlichen und tierischen Ursprungs. Der Zusammenhang wurde in den achtziger Jahren bei mehreren Listerioseerkrankungen belegt (FARBER und PETERKIN, 1991).

Nach derzeitigem Wissensstand gelten v. a. kurzgereifte streichfähige Rohwürste in dieser Hinsicht als Risikoprodukte, da sie aufgrund ihrer Eigenschaften bei einer

Kontamination mit *L. monocytogenes* eine Vermehrung zulassen können (ANONYM, 2000). Der Lebensmittelunternehmer hat sicherzustellen, dass innerhalb definierter Verbrauchs- und Haltbarkeitsfristen ein Beurteilungswert von 100 Kolonie-bildende-Einheiten von *L. monocytogenes* pro g Lebensmittel nicht erreicht oder überschritten wird (ANONYM, 2000).

Im Zusammenhang mit dieser Problematik und einer Risikoabschätzung war es ein Teil dieser Arbeit, die Überlebensfähigkeit von *L. monocytogenes* in Rohwürsten bei handwerklich-traditioneller Herstellung und Lagerung zu prüfen.

2. Schrifttum

2.1 Rohwurst

2.1.1 Definition

Rohwürste werden gemäß den Leitsätzen für Fleisch und Fleischerzeugnisse des Deutschen Lebensmittelbuches (2003) folgendermaßen definiert:

„Wurstgemenge sind bestimmte, unter Verwendung von geschmacksgebenden und/oder technologisch begründeten Zutaten zubereitete, schnittfeste oder streichfähige Gemenge aus zerkleinertem Fleisch, Fettgewebe und sortenbezogen, teilweise auch mit Innereien oder sonstigen Tierkörperteilen. Das Produkt Rohwurst wird durch folgende Eigenschaften von anderen Wurstwaren abgegrenzt: Umgerötet, ungekühlt lagerfähig (über +10 °C), meist roh verzehrt, streichfähig oder nach einer mit Austrocknung verbundenen Reifung schnittfest geworden.“

Die Unterteilung der Rohwurstzeugnisse kann nach Konsistenz und Haltbarkeitsdauer vorgenommen werden (SIELAFF 1996). Die Gruppe der streichfähigen Rohwürste umfasst z.B. die Teewurst und die frische Mettwurst, während die Gruppe der kaltgeräucherten schnittfesten Rohwürste z.B. die Landjäger und die Gruppe der luftgetrockneten schnittfesten Rohwürste z.B. die Salami und die Salsiz umfasst.

2.1.2 Leitsätze des Deutschen Lebensmittelbuches für schnittfeste Rohwürste (LS 2.211)

Schnittfeste Rohwürste sind gereifte Produkte, die unangeschnitten ohne Kühlung lagerfähig sind. Die Rohwürste werden im Verlauf der Reifung dadurch schnittfest, dass das an die Oberfläche der Fleischteilchen austretende Muskeleiweiß die Fleisch- und Fettgewebeteilchen miteinander verbindet. Wenn die Körnung grob ist, bleibt das Fettgewebe erkennbar. Bei luftgetrockneten und schwach geräucherten Erzeugnissen befinden sich auf dem Darm zuweilen weißliche Beläge von Mikroorganismen.

Bei schnittfesten Rohwürsten (ausgenommen Salami Ia, Salami fein, Katensalami Ia, Mettwurst Ia) mit Belägen von Mikroorganismen, in weißer Tauchmasse oder in Hüllen

mit weißen Pigmentanteilen, liegen die absoluten Gehalte für das Bindegewebsseiweißfreie Fleischeiweiß um ein Zehntel, bei solchen mit Hinweisen auf besonders hohen Reifegrad (z.B. „dauergereift“, „ausgereift“ oder „hart gereift“) um zwei Zehntel höher als bei den einzelnen Sorten angegeben. Die Verwendung von weißer Tauchmasse oder weißpigmentierter Hülle wird kenntlich gemacht.

Als „bindegewebsseiweißfreies Fleischeweiß“ (BEFFE) gilt die Differenz zwischen Gesamteiweiß und der Summe aus Fremdeiweiß, fremden Nicht-Stickstoffverbindungen und Bindegewebsseiweiß. Damit gilt BEFFE als Maß für den schieren Muskelfleischanteil und ist somit ein Qualitätsparameter für Fleischprodukte. Aus diesem Grund werden in den Leitsätzen des Deutschen Lebensmittelbuches Mindestwerte für BEFFE für die verschiedenen Fleischprodukte angegeben. Die Stickstoff-Erfassung kann entweder chemisch-analytisch oder histometrisch erfolgen.

Als Ausgangsmaterialien für die Herstellung von Salami (LS 2.211.05) steht grob entfettetes Schweinefleisch (LS1.122), grob entsehntes Rindfleisch (LS1.112), sehnen- und fettgewebsarmes Rindfleisch (LS 1.111) und Speck (LS1.212) zur Verfügung. Rindersalami darf nur aus grob entsehntem Rindfleisch und Speck hergestellt werden. Ein besonderes Merkmal dieser Untergruppe ist die Mittelkörnigkeit.

Der BEFFE-Wert darf nicht unter 12%, bei Kaliber über 70mm nicht unter 11,5% liegen. Das Bindegewebsseiweißfreie Fleischeiweiß im Fleischeiweiß darf histometrisch nicht unter 75 Vol.-% und chemisch nicht unter 85% liegen.

Als Ausgangsmaterialien stehen für die Herstellung von luftgetrockneter Mettwurst (LS 2.211.11) grob entfettetes Schweinefleisch (LS 1.122), grob entsehntes Rindfleisch (LS 1.112), fettgewebsreiches Schweinefleisch (LS 1.123) und Speck (LS 1.212) zur Verfügung. Die luftgetrocknete Mettwurst sollte grob-mittelkörnig sein, und sie wird in der Regel in Schweinedünndärme abgefüllt. Das Bindegewebsseiweißfreie Fleischeiweiß darf nicht unter 12% liegen. Das Bindegewebsseiweißfreie Fleischeiweiß im Fleischeiweiß darf histometrisch nicht unter 65 Vol.-% und chemisch nicht unter 75% liegen.

2.1.3 Leitsätze des Deutschen Lebensmittelbuches für streichfähige Rohwurst

Die streichfähige Rohwurst ist sortenabhängig gereift, umgerötet, jedoch nur gering getrocknet und nicht zur längeren Lagerung bestimmt. Aus zerkleinertem Fettgewebe freigesetztes Fett umhüllt Fleischteilchen und bewirkt Streichfähigkeit, die bei fein zerkleinerter Ware am ausgeprägtesten ist.

Als Ausgangsmaterialien für Teewurst (LS 2.212.1) steht grob entfettetes Schweinefleisch (LS 1.122), fettgewebs- und sehnenarmes Schweinefleisch (LS 1.121), sehnen- und fettgewebsarmes Rindfleisch (LS 1.121) und Fettgewebe (LS 1.21) zur Verfügung. Rindswurst besteht nur aus sehnen- und fettgewebsarmen Rindfleisch und Fettgewebe.

Die Produkte dieser Untergruppe können fein zerkleinert, aber auch grobkörnig sein. Das bindegewebsseiweißfreie Fleischeiweiß darf bei den fein zerkleinerten Produkten nicht unter 10% und bei grobkörnigen Produkten nicht unter 11% liegen. Das bindegewebsseiweißfreie Fleischeiweiß im Fleischeiweiß darf histometrisch nicht unter 75 Vol.-% und chemisch nicht unter 85% liegen.

2.1.4 Hürdenkonzept

Für die Stabilität von Lebensmitteln sind verschiedene intrinsische und extrinsische Parameter entscheidend. Zu diesen Parametern gehören das zugesetzte Nitritpökelsalz (NPS), das Redoxpotential (E_h -Wert), die Konkurrenzflora, der pH-Wert und der a_w -Wert. Ziel ist eine sinnvolle und intelligente Kombination von Hürden zur Verbesserung der Stabilität sowie der sensorischen, ernährungsphysiologischen, toxikologischen und ökonomischen Eigenschaften der Lebensmittel. Daraus hat sich der Begriff „Hürden-Technologie“ bzw. „Hurdle Technology“ entwickelt (LEISTNER, 1985a, 1986a).

Durch die in einer bestimmten Reihenfolge wirksam werdenden einzelnen Hürdenparameter wird Rohwurst zu einem stabilisierten und damit länger haltbaren und sicheren Produkt. Dabei wird nicht nur die Verderbnisflora zurückgedrängt, sondern es werden auch gesundheitlich bedenkliche Mikroorganismen wie z.B. Salmonellen, *Clostridium botulinum* und *Staphylococcus aureus* gehemmt (KATSARAS et al., 1985). Andererseits wird die erwünschte Rohwurstmikroflora,

insbesondere die Milchsäurebakterien, gefördert, da diese durch die Reifungsprozesse Selektionsvorteile erhält.

Das dem Rohwurstbrät zugesetzte Nitritpökelsalz (NPS) ist insbesondere zu Beginn der Reifung für die mikrobiologische Stabilität des Produktes wichtig, da die anderen Hürden noch nicht ausgeprägt sind. Die positiven Wirkungen von Nitrit (bzw. von Nitrat, welches dann in Nitrit umgewandelt wird), sind die Bildung der Pökelfarbe, die Bildung des Pökelaromas, die Verzögerung oxidativer Vorgänge und die Hemmung bestimmter unerwünschter oder gefährlicher Mikroorganismen (LÜCKE, 2003). Dabei ist das Nitrit in Form von Nitritpökelsalz zum Reifungsbeginn vor allem für die Hemmung von möglicherweise im Rohwurstbrät enthaltenen gramnegativen Bakterien, insbesondere Salmonellen wichtig, wobei mindestens 125 ppm Nitrit der Rohwurst zugesetzt werden sollten (LEISTNER, 1981). Da Nitrat erst durch die Nitrat-Reduktase bestimmter Bakterien noch zu Nitrit umgewandelt werden muss, bildet es direkt zum Beginn der Reifung noch keine Hürde; so kann der Zusatz von Nitrat (Salpeter) sogar das Salmonellen-Wachstum begünstigen (HECHELMANN, BEM und LEISTNER, 1974). Der Nitratabbau kann durch den Einsatz von Starterkulturen beschleunigt werden. Da aber auch das Nitrit von im Rohwurstbrät vorkommenden Bakterien weiter abgebaut werden kann, und das dabei entstehende Ammonium nicht mehr keimhemmend wirkt, ist die Nitrit-Hürde nur vorübergehend und nur zu Beginn der Reifung in Rohwurst wirksam.

Als weiterer Hürdenfaktor für die Rohwurstreifung ist das Redoxpotential (E_h -Wert) anzuführen. Beim Zerkleinern wird dem Rohwurstbrät mehr oder weniger Luftsauerstoff untergemischt, der zu einem relativ hohen E_h -Wert führt. Deshalb ist das Abfüllen des Rohwurstbrätes in die Wursthüllen unter Vakuum zur Erniedrigung des E_h -Wertes wichtig. Vor allem aufgrund der zu Beginn der Rohwurstreifung einsetzenden Keimvermehrung wird der E_h -Wert erniedrigt, denn viele Keimarten verbrauchen Sauerstoff. Durch den Zusatz von Ascorbinsäure bzw. Ascorbat und Zucker kann der E_h -Wert ebenfalls gesenkt werden. Die Folge ist ein Absterben von Mikroorganismen, die auf Sauerstoff angewiesen sind. Zu ihnen gehören vornehmlich gramnegative Bakterien aus der Familie der Pseudomonadaceae sowie Schimmelpilze und auch einige Hefen. Besonders wichtig ist, dass bei vermindertem Redoxpotential die erwünschten Milchsäurebakterien einen Selektionsvorteil erhalten,

sich also gegenüber anderen Mikroorganismen durchsetzen können. In Rohwürsten mit langer Reifezeit steigt der E_h -Wert. Das ist jedoch nicht nachteilig, da sich inzwischen andere Hürden in der Rohwurst aufgebaut haben (Leistner, 1990).

Nach dem Redoxpotential wird die Konkurrenzflora während der Reifung zur wichtigsten Hürde in einer Rohwurst. Dabei handelt es sich um Milchsäurebakterien, durch die unerwünschte Mikroorganismen in der Rohwurst auf Grund der pH-Wert-Senkung und möglicherweise auch durch antibiotische Einwirkungen (Bakterizine) unterdrückt werden (LÜCKE, 1985). Durch umfangreiche Arbeiten von KAS-BOHM (1954) erkannte man bereits sehr frühzeitig die von Milchsäurebakterien ausgehende Bedeutung für die Rohwurstreifung. Eine Vielzahl entsprechender Starterkulturen wurde seitdem auf den Markt gebracht. Damit kommt den Milchsäurebakterien eine maßgebliche Bedeutung bei der Stabilisierung von Rohwurst zu; aber sie können nur im Zusammenspiel mit den anderen Hürden zu stabilen und sicheren Produkten führen. Da die Höhe der Milchsäurebakterien bei langreifenden Rohwürsten wieder abnimmt, ist auch die Konkurrenzflora nur vorübergehend wichtig für die Stabilität.

Der pH-Wert ist zweifellos eine wichtige Hürde für die Stabilität einer Rohwurst. Dabei kann schon der pH-Wert des Ausgangsmaterials (z.B. bei der Verarbeitung von DFD-Fleisch) das Wachstum der Milchsäurebakterien erschweren. Schon Lerche (1951) wies darauf hin, dass der pH-Wert des Fleisches für die Rohwurstherstellung nicht über 6,2 liegen sollte; als normal ist ein pH-Wert von 5,7-5,9 für Rohwurstbrät anzusehen. Mit der Entwicklung der Milchsäurebakterien sinkt der pH-Wert der Rohwurst. Besonders bei kurzgereiften Produkten, die noch viel Wasser enthalten und dadurch einen relativ hohen a_w -Wert aufweisen, ist der pH-Wert eine wichtige Hürde. Wie schnell und stark der pH-Wert in einer Rohwurst abfällt, kann durch die zugesetzte Zuckermenge und die Höhe der Reifetemperatur beeinflusst werden. Die pH-Wert-Hürde lässt sich auch durch den Zusatz von Glucono-delta-Lacton (GdL) verstärken. Im weiteren Verlauf der Rohwurstreifung steigt der pH-Wert wieder an, und damit verliert auch diese Hürde an Bedeutung. Bei niedriger Temperatur und gleichzeitig langer Reifung, wie bei der „Italienischen Salami“, erreicht der pH-Wert zu keinem Zeitpunkt einen Wert von unter 5,4. Der End-pH-Wert der „Mailänder Salami“ liegt sogar bei 5,9 - 6,0 (WIRTH und LEISTNER, 1982). Bei derartigen Produkten ist für die Stabilisierung der a_w -Wert ausschlaggebend.

Der a_w -Wert einer Rohwurst fällt mit zunehmender Reifung immer weiter ab (RÖDEL, 1985), somit ist der a_w -Wert die einzige Hürde, die sich nicht ständig verringert, sondern ständig zunimmt. Wie schnell und wie weit der a_w -Wert in einer Rohwurst abfällt, wird durch die Rohwurst-Rezeptur und die Reifetemperatur, vor allem aber durch die relative Luftfeuchtigkeit in der Reifekammer beeinflusst. Für die a_w -Wert-Hürde ist letztendlich die mikrobiologische Stabilität langgereifter Rohwurst ausschlaggebend, da sich der pH-Wert wieder erhöht, der Restnitritgehalt gering ist sowie der Anteil der Konkurrenzflora abgenommen hat.

2.1.5 Technologie der Rohwurstherstellung

Das Fleischerzeugnis „Rohwurst“ besteht aus zerkleinertem Schweine- und/oder Rindfleisch, zerkleinertem Fett, Salz, Nitrit oder Nitrat, Zuckerstoffen, Gewürzen und verschiedenen Zusatzstoffen. In aller Regel werden Bakterienkulturen (Starterkulturen) zugesetzt (STAHNKE 1995). Das für die Herstellung der Rohwurst vorgesehene Rohmaterial muss in jeder Beziehung einwandfrei sein. Voraussetzung für die Herstellung einer Rohwurst ist die Verwendung eines gut gereiften und gesäuerten Fleisches mit einem niedrigen pH-Wert und niedrigem Ausgangskeimgehalt. Ebenso ist die Qualität des Speckes, insbesondere sein Frischezustand, sehr wichtig. Der verwendete Speck sollte kernig und nicht ölig oder weich sein.

Als Zusätze und Zusatzstoffe werden bei der Rohwurst Nitritpökelsalz (NPS) oder Nitrat (Salpeter), Kohlenhydrate oder Glucono-delta-Lacton (GdL), Gewürze und Ascorbinsäure oder Ascorbat eingesetzt (Tabelle 1). Der Keimgehalt dieser Zusätze hat für die Rohwurst geringe Bedeutung, wichtig ist aber deren zweckmäßige Dosierung, denn die Art und Menge der Zusätze beeinflusst sowohl die unerwünschten als auch die erwünschten Mikroorganismen während der Reifung. Der Zusatz von Kochsalz dient der Geschmacksgebung, ist jedoch auch wesentlich für die während der Reifung der Rohwürste ablaufenden mikrobiologischen und chemisch-physikalischen Vorgänge. Kochsalz bindet das frei verfügbare Wasser und beeinflusst dadurch den a_w -Wert der Produkte. Die Rolle des NPS und Salpeter wurde bereits beschrieben. Die zugegebenen Zuckerstoffe dienen weniger der Geschmacksabrundung, sondern sind vor allem Energiequellen für die in der

Rohwurst enthaltenden nützlichen, aber auch schädlichen Mikroorganismen. Diese bauen die Zucker hauptsächlich zu Säuren, mitunter auch zu Alkohol und zuweilen zu Gas ab. Folglich sollte man beim Einsatz von Kohlenhydraten auf die Art und Menge achten und eine Überdosierung vermeiden. Der Zusatz von Ascorbinsäure oder Natriumascorbat verbessert die Farbe und Farbhaltung bei Rohwurst, kann aber ebenfalls das Wachstum sowohl erwünschter als unerwünschter Bakterien begünstigen. Die Herstellung von Rohwürsten erfolgt heute überwiegend unter Zuhilfenahme von Starterkulturen. Üblicherweise enthalten diese Kulturen einen milchsäurebildenden Bakterienstamm zur Säuerung des Brätes sowie Staphylokokken und/oder Mikrokokken für die Umrötung bei gleichzeitiger Aromabildung (BUCKENHÜSKES, 1991).

Bei der Herstellung wird das Fleisch nach grober Zerkleinerung vor der weiteren Verarbeitung 24 h bei 0 °C gekühlt oder sogar mit dem Fettgewebe zusammen für 24 h eingefroren, um einer Erwärmung des Brätes im Kutter entgegen zu wirken (FEHLHABER und Janetschke 1992). Der Austrieb von eingebrachtem Sauerstoff aus dem Produkt durch Vermengung und Abfüllen unter Vakuum ist ein wichtiger Vorgang hinsichtlich der erstrebten guten Haltbarkeit. Die frischen Würste werden in den Klimakammern während der Reifung getrocknet und eventuell geräuchert. Auch bezüglich der Reifebedingungen zeigt sich die große Vielfalt der Technologien, die bei der Rohwurstherstellung angewendet werden. Die sortenabhängigen Fermentationsprozesse werden durch extern eingestellte Klimabedingungen (relative Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Luftgeschwindigkeit) gesteuert. Allgemein gilt, dass die Temperatur umso höher ist, je kürzer gereift wird.

Bei den schnittfesten Rohwürsten wird zwischen einer Langsamreifung (Naturreifung), einer mittleren Reifung und einer Schnellreifung unterschieden. Bei der Naturreifung wird die Wurst in einem dunklen, kühlen, gut belüfteten Raum aufgehängt. Die betriebliche Langsamreifung, die häufig 4 bis 8, gelegentlich noch mehr Wochen betragen kann, wird unter entsprechenden Bedingungen in einer Klimakammer gesteuert. Die Temperaturen liegen in den ersten Tagen bei hoher Luftfeuchtigkeit (90 bis 95 % r. L.) in der Regel bei 18 bis 20 °C und werden dann ab dem 4. bis 10. Reifetag bei 80 bis 90% r.L. auf 18°C gesenkt. Die Nachreifung kann bei Temperaturen von 13 bis 15°C bei relativ trockener Atmosphäre von 75% r. L. ablaufen. Die Umrötung dauert bei Verwendung von Nitritpökelsalz 2 bis 3 Tage, und die Schnittfestigkeit wird nach 6 bis 8 Tagen erreicht.

Bei den heute überwiegend durchgeführten Verfahren der mittleren und der Schnellreifung wird ausschließlich mit Nitritpökelsalz, schnell vergärenden Zuckern, z.B. GdL, und erhöhten Temperaturen (25°C) gearbeitet. Die Ware ist in der Regel bereits nach 20 Tagen (normale Reifung) bzw. nach 3 bis 10 Tagen (Schnellreifung) verkaufsfähig. Die kurze Räucherung in der Anfangsphase der Wurstreifung soll vor allem die Farbe und das Aroma günstig beeinflussen und das Wachstum der Schimmelpilze auf der Oberfläche hemmen. Schimmelpilzgereifte Rohwürste werden nicht („Mailänder Salami“) oder nur leicht geräuchert („Ungarische Salami“). Dauerwurst wird vornehmlich kalt (bis 20°C), frische Rohwurst warm (bis 28°C) geräuchert.

Streichfähige Rohwurst erhält ihre weiche Konsistenz durch den erhöhten Fettanteil und durch Verfahren, die eine Eiweißbindung des Magerfleisches weitgehend verhindern (Zerkleinerung, schwache Säuerung u.a.). Als Starterkulturen werden in der Regel nur Micrococcaceae, aber keine Milchsäurebakterien eingesetzt. Nach einer nur wenige Stunden dauernden Umrötung und Reifung wird die Wurst kalt geräuchert und ist häufig bereits nach kurzer Lagerung (4 bis 5 Tage; 12°C), verkaufsfertig.

Tabelle1: Zur Herstellung von Rohwurst verwendete Zusatzstoffe

Zusatzstoff (E-Nummer)	Bedeutung	Höchstmengen (Quelle: ZZuIV, 1998) ¹⁾
Natriumnitrit NaNO ₂ (E250)	Umrötung	nur in Nitritpökelsalz 150mg/kg (Richtwert) 50 mg/kg (bei Abgabe an den Verbraucher)
Natriumnitrat NaNO ₃ (E 251)	Umrötung	300 mg/kg (Richtwert) 50 mg/kg (bei Abgabe an den Verbraucher)
Glucono- delta-Lacton GdL (E 575)	Senkung des pH- Wertes, Pökelformstoff	q.s. ²⁾
Na-L- Ascorbat (E 301)	Pökelformstoff Antioxidationsmittel	q.s. ²⁾
Na-Glutamat (E 621)	Geschmacksverstärker	10g/kg
Guarkernmehl (E 412)	Emulgator	q.s. ²⁾

1) Zusatzstoff-Zulassungsverordnung

2) q.s.: quantum satis

2.1.6 Mikrobiologische Vorgänge während der Rohwurstreifung

Unter den sowohl für die Haltbarmachung als auch für die Entwicklung der Rohwurstsorten-Spezifität verantwortlichen Mikroorganismen befinden sich überwiegend grampositive Bakterien. Die für die Rohwurstreifung wichtigsten Mikroorganismen gehören zu den Gattungen *Lactobacillus* sowie *Staphylococcus* und *Micrococcus*. Weiterhin können Hefen und Schimmelpilze von Bedeutung sein.

Die Laktobazillen vermehren sich in den ersten Reifestunden und Reifetagen bis auf 10⁸/g und sind auch in den ausgereiften Produkten noch vorherrschend nachweisbar, obwohl ihr Anteil im Verlauf der Reifung zurückgeht. Ohne Milchsäurebakterien ist eine Rohwurstreifung nicht möglich, denn sie tragen nicht nur zur Konservierung, sondern auch zur Aromatisierung maßgeblich bei. Allerdings können Laktobazillen unter bestimmten Bedingungen auch Fehlfabrikate verursachen (CORETTI, 1971).

Ähnlich können sich Vertreter der Gattung *Pediococcus*, aber auch andere Milchsäurebakterien, wie bestimmte *Streptococcus* spp., *Enterococcus* spp. und *Leuconostoc* spp. verhalten. Sie kommen häufig, wenn auch in geringeren Anteilen, als Laktobazillen vor (HECHELMANN, 1985).

Vertreter der Familie Micrococcaceae, insbesondere der Gattung *Staphylococcus*, aber auch der Gattung *Micrococcus*, sind für die Aromatisierung der Rohwurst wichtig. Diese Bakterien verfügen über das Enzym Katalase und können daher dem Ranzigwerden der Rohwurst entgegenwirken. Durch ihre Eigenschaft der Nitratreduktion tragen sie positiv zur Farbbildung und Farbhaltung von Rohwurst bei. Hohe Gehalte an Sporenbildnern, also Vertreter der Gattung *Bacillus* und *Clostridium*, sind für die Qualität und Haltbarkeit von Rohwürsten als ungünstig einzuschätzen; Sporenbildner beeinflussen jedoch normalerweise die Rohwurstreifung kaum (NEUMAYR, 1983) und kommen auch nur in relativ geringen Keimzahlen in einwandfreier Rohwurst vor.

Auch gramnegative Bakterien gehören zu den unerwünschten und schädlichen Mikroorganismen in Rohwürsten. Ihr Vorkommen darf nur zu Beginn der Reifung toleriert werden. Pseudomonaden und Enterobakteriaceen sind zu Beginn der Reifung regelmäßig im Rohwurstbrät nachzuweisen. Im Verlauf der Rohwurstreifung nehmen sie jedoch innerhalb von Stunden oder Tagen stark ab, während Milchsäurebakterien deutlich zunehmen. Solche gramnegativen Mikroorganismen prägen die Verderbnisflora von frischem Fleisch. Wenn dieses mikrobiell vorbelastete Material weiterverarbeitet wird, können sich diese Mikroorganismen vermehren und es besteht, besonders bei niedriger Fermentationsflora, die Gefahr einer Fehlreifung. Hefen sind zu Beginn der Rohwurstreifung regelmäßig nachweisbar. In ausgereiften Rohwürsten können sie jedoch nur noch in Randpartien nachgewiesen werden, da sie zur Vermehrung auf Sauerstoff angewiesen sind (HECHELMANN, 1985).

2.2 Das neue EU-Lebensmittel- und Hygienerecht

Seit dem 01.01.2006 gilt in der Europäischen Gemeinschaft ein neues Lebensmittelrecht. Die europäischen Vorgaben berücksichtigend, ist in der Bundesrepublik Deutschland seit dem 01.01.2006 das Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (LMBG) durch das neue Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) abgelöst worden.

Neu ist der ganzheitliche Ansatz des gemeinschaftlichen Lebensmittelrechtes („from the stable to the table“) und die zielorientierte Ausrichtung, die anstelle der sehr detaillierten, produktbezogenen Bestimmungen tritt. Wesentliche Elemente des neuen Rechtes sind die Basisverordnung VO (EG) Nr. 178/2002 und die Verordnungen des Hygienepakets, VO (EG) Nr. 852/2004, VO (EG) 853/2004, VO (EG) 854/2004 und VO (EG) 882/2004.

In Zusammenhang mit der eigenen Arbeit sind die Änderungen hinsichtlich der Registrierung und Zulassung von Betrieben von besonderem Interesse. Während nach „altem“ Recht die Zulassung für den innergemeinschaftlichen Handel, gegebenenfalls bei Überschreitung eines bestimmten Produktionsumfangs notwendig war, bildet die Zulassung nach dem neuen Gemeinschaftsrecht die grundsätzliche Voraussetzung für das Inverkehrbringen von Lebensmitteln. Das bedeutet, dass zahlreiche Betriebe unter die Zulassungspflicht fallen, die bisher keine Zulassung benötigten und dass, nur unter genau definierten Umständen, diese Zulassungspflicht entfällt. Weiterhin kann es innerhalb eines Betriebes ein nebeneinander von zugelassenen und nicht zugelassenen Bereichen geben.

Detaillierte Vorschriften bezüglich der Zulassung sind in der VO (EG) Nr. 852/2004 und VO (EG) Nr. 853/2004 zu finden. Betriebe benötigen eine Zulassung nach Kapitel II Artikel 6 VO (EG) Nr. 852/2004, wenn einzelstaatliche Vorschriften dieses vorschreiben, aufgrund eines Beschlusses der EU oder wenn die VO (EG) Nr. 853/2004 dieses vorschreibt. Nach Kapitel II Artikel 4 VO (EG) Nr. 853/2004 ist dieses vorgeschrieben, wenn Betriebe mit Lebensmitteln tierischen Ursprungs arbeiten und/oder Anforderungen im Anhang III formuliert wurden. Eine Zulassung entfällt für die Primärproduktion, ausschließliche Transporttätigkeiten, Lagerung ohne Temperaturregelung und den Einzelhandel (Läden, Supermärkte, Gastronomiebetriebe und Kantinen).

Das bedeutet nach Artikel 1 Absatz 5 VO (EG) Nr. 853/2004 ,dass, sofern nicht ausdrücklich angegeben, diese Verordnung nicht für den Einzelhandel gilt. Nach Artikel 3 Ziffer 7 VO (EG) Nr. 178/2002 ist der Einzelhandel als „Handhabung und/oder Be- oder Verarbeitung von Lebensmitteln und ihre Lagerung am Ort des Verkaufs oder der Abgabe an den Endverbraucher“ definiert. Somit gilt diese Verordnung für Einzelhandelstätigkeiten, die zur Deckung des Bedarfs eines anderen Betriebes an Lebensmitteln tierischen Ursprungs ausgeübt werden, es sei denn, es

handelt sich um eine nebensächliche Tätigkeit auf lokaler Ebene von beschränktem Umfang. Als nebensächliche Tätigkeit auf lokaler Ebene von beschränktem Umfang gehören z.B. einzelne Erzeugnisse, nahe gelegene Filialen oder 1/3 der Produktionsmenge an Lebensmitteln tierischen Ursprungs des Betriebes.

Nach dem neuen Lebensmittelrecht (VO (EG) Nr. 852/2004) ist es Pflicht des Unternehmers, der zuständigen Behörde seine Betriebe zu melden (Art. 6 Abs. 2) und die Zulassung seiner Betriebe durchführen zu lassen. Das Zulassungsverfahren besteht aus dem schriftlichen Antragsverfahren und aus der Überprüfung gemäß VO EG Nr. 882/2004 Art. 31 Abs. 2.

In der Übergangsphase werden 2 Betriebskategorien unterschieden. Betriebe, die vor dem 01. Januar 2006 bereits registriert waren, bleiben zunächst tätig wie bisher, benötigen aber die Zulassung ab der 1. Besichtigung der Behörde. Betriebe, die ab dem 01.01.2006 beginnen, benötigen direkt ein Zulassungsverfahren.

2.3 *Listeria (L.) monocytogenes*

2.3.1 Charakteristik

L. monocytogenes ist ein grampositives, fakultativ anaerobes, nicht sporenbildendes und kapselloses, kokkoides Stäbchenbakterium (0,5-2,0 µm x 0,4-0,5 µm), welches zur Gattung *Listeria* (HOLT et al., 1994) gehört. Bis heute konnten der Gattung weitere Spezies zugeordnet werden: *L. grayi* (LARSEN und SEELIGER, 1996; ROCOURT et al., 1992), *L. innocua* (SELLIGER, 1981), *L. welshimeri* und *L. seeligeri* (ROCOURT und GRIMONT, 1983) sowie *L. ivanovii* (SEELIGER et al., 1984).

Variationen der Zuckermoleküle in den Teichonsäuren bedingen das Vorkommen mehrerer Serovarietäten (FIELDER et al., 1984 und TABOURET et al., 1992). Nach SEELIGER und DONKER-VOET (1979) werden vier Serogruppen in 19 Serovaren, basierend auf vier H-Antigenen und 14 O-Antigenen, unterteilt. Mit *L. monocytogenes* sind die Serovaren 1/2a, 1/2b, 1/2c, 3a, 3b, 3c, 4a, 4b, 4c, 4d, 4e und 7 assoziiert.

L. monocytogenes und *L. ivanovii* sind pathogene Vertreter der Gattung *Listeria*, *L. seeligeri* wird als potentiell pathogen angesehen. Die übrigen Spezies gelten als apathogen (HOF und HEFNER, 1988). *L. ivanovii* wird überwiegend bei Tieren gefunden (SCHÖNBERG, 1988). Seit der Anwendung von Maus-Modell-Systemen (MACKANESS, 1962), Zellkulturen und molekularbiologischen Methoden wurde eine Analyse der Genomstruktur von *L. monocytogenes* möglich. Dadurch konnten Virulenzfaktoren detektiert und charakterisiert werden. Eine große Rolle spielt dabei das Listeriolysin, das als erster Virulenzfaktor bei diesem Erreger gefunden wurde (MENGAUD et al., 1988). Stämme ohne Listeriolysin O-Synthese konnten in Tierversuchen keine Infektion auslösen und scheinen avirulent zu sein (GAILLARD et al., 1986; ROLL und CZUPRYNSKI, 1990; TABOURET et al., 1991; ERDLENIA et al., 2000). Weiterführende Studien zeigten, dass noch andere Faktoren existieren und dass die entsprechenden Gene auf Pathogenitätsinseln (PAI) zu finden sind. Diese sind nur bei *L. monocytogenes* und *L. ivanovii* vorhanden (CHAKRABOTY et al., 1994). Die Gene *plcA*, *mpl*, *hly*, *actA* und *plcB* werden durch den Transkriptionsfaktor PrfA (protein regulating factor) gesteuert.

2.3.2 Listeriose-Pathogenese und Erkrankungsformen

Die Listeriose ist eine weitverbreitete, übertragbare bakterielle Erkrankung der Tiere und des Menschen (HIEPE, 1991). Durch umfangreiche Nachuntersuchungen bei den Anfang der achtziger Jahre in Nordamerika aufgetretenen Listerioseausbrüchen wurde der ursächliche Zusammenhang zwischen mit *L. monocytogenes* kontaminierten Lebensmitteln und der Erkrankung bewiesen (FARBER und PETERKIN, 1991). Weiterhin wurde von Erkrankung exponierter Berufsgruppen (Tierärzte, Landwirte) durch den direkten Kontakt mit infizierten Tieren berichtet (FELSENFELD, 1951; KALKHOFF und SCHIFF, 1960; OWEN et al., 1960; CAIN und MCCANN, 1986). *L. monocytogenes* kann aktiv in Darmepithelzellen eindringen (BERCHE et al., 1988) und ist weiterhin fähig, sich in Phagozyten zu vermehren (MACKANESS, 1962). Diese Abwehrzellen tragen so zur Ausbreitung des pathogenen Agens im Organismus bei (SHELEF, 1989; FARBER und PETERKIN; 1991). Für die Entstehung einer Infektion ist sowohl die Virulenz des Keimes, die tatsächlich vorkommende Zahl an Erregern (GELLIN und BROOME, 1989) als auch der Immunstatus des befallenen Organismus von Bedeutung. Häufig erkranken Föten, Neugeborene sowie Personen mit geschwächtem Immunsystem (SLUTSKER und SCHUCHAT, 1999).

Die Listeriose kann in unterschiedlichen Verlaufsformen auftreten und damit auch unterschiedliche Krankheitsbilder verursachen (SEELIGER und POTEL, 1969):

Akut-septische Form (Neugeborenenlisteriose, „Granulomatosis infantiseptica“), Listeriose des Zentralnervensystems (Meningitis, Enzephalitis, Meningoenzephalitis), glanduläre Form („Monozytenangina“, Lymphadenitis), lokale Form (Hautlisteriose, Konjunktivitis) und die chronische-septische Form mit isoliertem Organbefall (Endokarditis, Abszess usw.). Bei der Auswertung von 782 Fällen aus 20 Ländern zeigte sich, dass die perinatalen Erkrankungen (43%) neben septikämischen (29%) und zentralnervösen (24%) am häufigsten vorkommen (ROCOURT, 1991). Neben schweren Krankheitsverläufen wurden auch Erkrankungen mit milden Symptomen wie Gastroenteritiden beschrieben.

Verglichen mit anderen bakteriellen Infektionserkrankungen ist die Listeriose in Deutschland sowie auch weltweit eine relativ seltene Erkrankung. Die tatsächliche Anzahl ist aber aufgrund des Vorkommens nicht dokumentierter fieberhafter Gastroenteritiden schwer festzustellen.

Es besteht in verschiedenen Ländern Meldepflicht des Labornachweises von *L. monocytogenes*. In Deutschland ist nach Inkrafttreten des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) ab Januar 2001 jeder Nachweis von *L. monocytogenes* im Blut, Liquor oder anderen, normalerweise sterilen Substanzen sowie aus Abstrichen von Neugeborenen zu melden.

Seither sind dem Robert Koch Institut bis Dezember 2005 insgesamt 1519 Fälle gemeldet worden, wobei es zu einer deutlichen Zunahme bis zum Jahre 2005 gekommen ist: 2001 wurden 217 Fälle gemeldet, 2005 bereits 512 Fälle (ROBERT KOCH INSTITUT, 2006). Dabei ist der Anteil der Schwangerschaft assoziierten Listeriosen weitgehend konstant geblieben (80 Fälle bei Schwangeren und 145 bei Neugeborenen) und die Zahl von 30-40 gemeldeten Fällen/Jahr mit den Zahlen aus Zeiten des Bundesseuchengesetzes vergleichbar. Die Zunahme ist nicht durch Ausbrüche erklärbar, da die Listeriose sporadisch auftritt. Die Erkrankung scheint insbesondere in der Gruppe der älteren Patienten (>60 Jahre) zuzunehmen.

Bei 85 % der gemeldeten Fälle lagen nicht-Schwangerschafts-assoziierte Listeriosen zugrunde, 76% hiervon betrafen Patienten, die älter als 60 Jahre waren. Als Ursache kann eine nicht ausreichende Lebensmittelhygiene älterer Menschen, der zunehmende Verzehr von Fertiggerichten und ein Anstieg abwehrgeschwächter Personen vermutet werden.

Bemerkenswert ist, dass im Jahre 2006 mit 513 gemeldeten Fällen eine Stagnation, bzw. im Jahr 2007 mit 357 gemeldeten Fällen sogar eine Rückläufigkeit zu verzeichnen.

2.3.3 Vorkommen

2.3.3.1 Nachweis von *L. monocytogenes* bei landwirtschaftlichen Nutztieren

L. monocytogenes ist weltweit verbreitet und kommt in der Umwelt ubiquitär vor. Nachdem bekannt wurde, dass *L. monocytogenes* bei Mensch und Tier zu Erkrankung führen kann, wurden gezielt Studien zum Nachweis dieses Erregers durchgeführt. *L. monocytogenes* konnte sowohl in der belebten als auch in der unbelebten Umwelt nachgewiesen werden. Der Erdboden wird als eigentliches Keimreservoir angesehen (LEHNERT, 1987). Das zeigte auch eine Studie, bei der in 51,4% der Erdbodenproben von un bebauten Feldern und 43,2% der Proben von

Feldern mit wildlebenden Futterpflanzen *L. monocytogenes* nachgewiesen werden konnte (WEIS und SEELIGER, 1975).

Sowohl aus Kot von Haustieren (Rind, Schaf, Pferd, Schwein, Huhn) als auch von Heimtieren (Schlange, Schildkröte, Katze, Hund) wurden *L. monocytogenes*-Stämme isoliert (WEBER et al., 1995). Weiterhin wird über die Detektion von *L. monocytogenes* aus Stuhlproben klinisch gesunder Personen berichtet (BOJSEN-MOLLER, 1972; KAMPELMACHER und VAN NOORLE JANSEN, 1972; BfR, 2004).

Angaben über Herdenuntersuchungen in Deutschland im Jahre 2006 wurde nur von einigen der Bundesländer gemacht.

Dabei sind die Nachweisraten für *L. monocytogenes* in den Rinderherden auf 6,93% zurückgegangen (2005: 10,30%). Von den Einzeltieruntersuchungen bei Milchrindern wurden Belastungen wie im Vorjahr mit 1,08% positiven Proben mitgeteilt (2005: 0,25%)

Schweineherden wurden in ähnlichen Mengen wie im Vorjahr untersucht. Dabei wurde *L. monocytogenes* nur bei drei Herden gefunden (0,78%, 2005: 0,25%). Auch in Einzeltieruntersuchungen wurde *L. monocytogenes* nur in wenigen Fällen isoliert (0,27%, 2005: 0,14%).

Schafsherden wiesen einen wenig veränderten Anteil von mit *L. monocytogenes* infizierten Herden auf (9,63%, 2005: 9,89%). Bei den Einzeltieruntersuchungen lag der Anteil positiver Proben niedriger (1,51% ,2005:6,3%) (BfR, 2006).

Systematische Untersuchungen haben gezeigt, dass *L. monocytogenes* in einer Vielzahl von Lebensmitteln tierischen und pflanzlichen Ursprungs vorkommen kann. Diese sind oft die Kontaminationsquelle bei der Entstehung der Listeriose des Menschen. Die Studien konzentrierten sich vor allem auf nicht hitzebehandelte und nicht anderweitig stabilisierte Lebensmittel. Bei dieser Produktkategorie kann nicht sicher ausgeschlossen werden, dass eine Vermehrung von *L. monocytogenes* im Produkt stattfindet.

2.3.3.2 Nachweis von *L. monocytogenes* in Fleisch- und Fleischerzeugnissen

In der Tabelle 2 sind Daten zum Vorkommen von *L. monocytogenes* in Fleisch und Fleischerzeugnissen dargestellt. *L. monocytogenes* wurde weltweit aus Fleisch von verschiedenen Tierarten isoliert. In Hackfleisch und Rohwurstprodukten war die Nachweisrate zum Teil sehr hoch. LOWRY et al. (1988) konnten in 23 (92%) von 25

Rinderhackfleischproben und FARBER et al. (1989) in 18 (94,7%) von 19 untersuchten Schweinehackproben *L. monocytogenes* nachweisen. Neben dem qualitativen Nachweis von *L. monocytogenes* wurden auch quantitative Untersuchungen mittels Most Propable Number (MPN)-Technik durchgeführt (Tabelle 3). Wenige der Proben wiesen einen Keimgehalt von mehr als 100 MPN an *L. monocytogenes* pro g auf, und selten wurde ein Wert von über 1000 MPN pro g bei Schweinehackfleisch überschritten (LEISTNER et al., 1989; Schmidt et al., 1988). Dieses konnte auch bei einer längerfristig durchgeführten Untersuchung von Rohwurstproben aus drei fleischverarbeitenden Betrieben bestätigt werden. Bei keiner der dabei in einem Zeitraum von einem Jahr untersuchten 3250 Rohbrät- und 1180 Fertigproduktproben wurde der Wert von $1,0 \times 10^2$ KbE pro g erreicht oder überschritten (HECHELMANN 2002).

Bei den untersuchten Planproben in Deutschland im Jahre 2006 wies Fleisch ohne Geflügel gegenüber dem Vorjahr einen erhöhten Anteil positiver Proben mit 3,73% (2005: 3,11%) auf. Auch zerkleinertes Rohfleisch (nach der Hackfleischverordnung) zeigte einen Anstieg auf 15,96% (2005: 10,39%). Rohfleischerzeugnisse (nach der Hackfleischverordnung) erwiesen sich ebenfalls deutlich häufiger mit *L. monocytogenes* belastet als im Vorjahr (18,36%, 2005: 10,05). Aus dem Konfidenzbereich von Rohfleischerzeugnissen aus 2006 und dem des Vorjahres (HARTUNG 2007) ergab sich eine signifikante Zunahme gegenüber dem Vorjahr.

Stabilisierte Fleischprodukte wiesen nur einen geringen Rückgang der *L. monocytogenes*-Kontamination mit 9,43% der Proben auf (2005: 10,43%). In hitzebehandelten Fleischerzeugnissen wurde gegenüber dem Vorjahr nur ein wenig veränderter Anteil von 2,00% (2005: 1,88%) isoliert. In stabilisierten Produkten gelang somit der Nachweis von *L. monocytogenes* ca. vierfach häufiger als in hitzebehandelten Fleischerzeugnissen (RKI).

Tabelle2: Vorkommen von *L. monocytogenes* in Fleisch und Fleischerzeugnissen

Lebensmittel	Anlaß	Land	Anzahl Proben unters. pos. (%)		Referenz
Rohes Fleisch					
Rindfleisch	Planproben	D	217	12 (5,3)	BgVV,2001
	Zerlegebetrieb	NZ	25	5 (20)	LOWRY und TIONG, 1988
	Zerlegebetrieb	D	10	5 (59)	WENDLANDT und BERGANN, 1994
Schweinefleisch	Planproben	D	467	31 (6,6)	BgVV, 2001
	Markt/Metzger	NZ	25	17 (68)	WANG und QIAO, 1994
	Einzelhandel	CHN	30	3 (10)	LOWRY und TIONG, 1988
	Zerlegebetrieb	D	10	4 (40)	WENDLANDT et al., 1994
Schafffleisch	k.A.	D	7	1 (14,3)	OZARI und STOLLE, 1990
Lammfleisch	Zerlegebetrieb	NZ	15	9 (60)	LOWRY und TIONG, 1988
Geflügelfleisch	Planproben	D	470	48 (10,2)	BgVV, 2001
	Markt, Metzger	NZ	25	12 (48)	LOWRY und TIONG, 1988
	k.A.	D	30	6 (20)	OZARI und STOLE, 1990
	Einzelhandel	CHN	16	2 (13)	WANG und QIAO, 1994

Fortsetzung Tabelle 2: Vorkommen von *L. monocytogenes* in Fleisch und Fleischerzeugnissen

Lebensmittel	Anlaß	Land	Anzahl Proben Unters. pos. (%)		Referenz
Hackfleisch					
Rinderhack	Einzelhandel	CAN	22	17 (77,3)	FARBER et al., 1989
	Einzelhandel	D	59	27 (46)	KARCHES und TEUFEL, 1988
	Markt, Metzger	NZ	25	23 (92)	LOWRY und TIONG, 1988
	Einzelhandel	DK	67	19 (28)	SKOVGAARD und MORGEN, 1988
Schweinehack	Einzelhandel	CAN	19	18 (94,7)	FARBER et al., 1989
	Einzelhandel	D	58	23 (40)	KARCHES und TEUFEL, 1988
	Metzgereien	CH	90	15 (16,7)	KLEINLEIN et al., 1989
	Handel	D	30	24 (80)	SCHMIDT et al., 1988
Schwein + Rind	Einzelhandel	AUT	100	36 (36)	BREUEL und PRÄNDEL, 1988
	Metzgereien	CH	48	10 (20,8)	KLEINLEIN et al., 1989
		D	125	19 (15,2)	OZARI und STOLLE, 1990
		D	50	15 (30)	SCHOEN und TERPLAN, 1987
Streichfähige Rohwurst					
Mettwurst	Einzelhandel	AUT	100	23 (23)	BREUER und PRÄNDL, 1988
Zwiebelmettwurst	Einzelhandel	D	11	1 (9)	KARCHES und TEUFEL, 1988
Grobe Mettwurst	Handel	D	30	6 (20)	LEISTNER et al., 1989
Frische Mettwurst	k.A.	D	126	22 (16,7)	OZARI und STOLLE, 1990
Frische Mettwurst	Handel	D	30	17 (59)	SCHMIDT et al., 1988
Mettwurst	k.A.	D	50	6 (12)	SCHOEN und TERPLAN, 1987

Tabelle 3: Quantitativer Nachweis von *L. monocytogenes* in Fleisch und Fleischerzeugnissen

Lebensmittel	Nachweismethode	Keimzahlwerte	Referenz
Hackfleisch (Schwein + Rind)	MPN- Technik ¹⁾	n=13: 1-1,1 MPN/g n=17: 1,1-12 MPN/g n=23: 12-110 MPN/g n=12: > 110 MPN/g	BREUER und PRÄNDEL, 1988
Rinder und Schweinehack- fleisch	MPN- Technik	n=7: <1 MPN/g n=6: 1-10 MPN/g n=8: 10-100 MPN/g n=1: 100-1000 MPN/g	KARCHES und TEUFEL, 1988
Teewurst, Mettwurst	EN ISO 11290-2:1998	n=20: 10-60 KbE/g	HECHELMANN et al., 2002
Schweinehack- fleisch	MPN- Technik	n=8: < 10 MPN/g n=7: 10-100 MPN/g n=1: > 1000 MPN/g	Schmidt et al., 1988
Schweinehack- Fleisch	MPN- Technik	n=11: < 10 MPN/g n=6: 100-1000 MPN/g n=1: > 1000 MPN/g	LEISTNER et al., 1989
Rinderhack- fleisch		n=22: < 10 MPN/g n=3: >100 MPN/g n=3: 00-1000 MPN/g	
Frische Mettwurst		n=12: < 10 MPN/g n=12: 10-100 MPN/g n=5: 100-1000 MPN/g	
Grobe Mettwurst		n=15: > 10 MPN/g n=2: 10-100 MPN/g n=1: 100-1000 MPN/g	
Salami		n=16: <10 MPN/g n=1: 10-100 MPN/g	

¹⁾ MPN: Most Probable Number; n: Anzahl positiver Proben; KbE: Kolonie- bildende Einheiten

2.3.4 Tenazität

2.3.4.1 Einfluss der Temperatur

Jeder Mikro- und Makroorganismus hat für das Wachstum und die Vermehrung einen optimalen Temperaturbereich. Nach der van't Hoff'schen Regel (RGT-Regel) laufen Stoffwechselprozesse bei einer Temperaturerhöhung um 10°C doppelt bis dreimal so schnell ab. Dies gilt nur für den Bereich des Temperaturoptimums der jeweiligen Art. *L. monocytogenes* kann sich von 1°C bis 45°C vermehren (SEELIGER und JONES, 1986). Das Temperaturoptimum liegt bei 30°C bis 37°C (GRAY und KILLINGER, 1966). Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Vermehrung von *L. monocytogenes* auch unter Kühlschranktemperaturen von -0,3 °C bis 4 °C stattfinden kann (SEELIGER, 1987; JUNTILA et al., 1988; GEORGE et al., 1988; WALKER et al., 1990).

Das Verhalten von *L. monocytogenes* bei Erhitzung kann durch den D-Wert charakterisiert werden. Er gibt an, wie lange eine konstante Temperatur einwirken muss, um die vorgegebene Keimzahl um 90% zu reduzieren. *L. monocytogenes* ist offensichtlich nicht wesentlich hitzeresistenter als andere pathogene Bakterienarten. Der *L. monocytogenes*-Stamm Brie-1 war zwar bei einer Temperatur von 60°C nach 30 min aus einer Tryptose-Phosphat-Bouillon noch nachweisbar (GOLDEN et al., 1988); andere Stämme waren hingegen bereits nach 10 min nicht mehr detektierbar. Weitere Studien dieser Autoren belegen, dass die Vorerhitzung Einfluss auf die Thermotoleranz von *L. monocytogenes* ausübt. Demnach war der ermittelte $D_{52^{\circ}\text{C}}$ -Wert nach einer Vorerhitzung auf 48°C höher als bei 35°C. WALSH et al. (2001) machten ähnliche Beobachtungen. Bei künstlich kontaminierten Kartoffelscheiben erhöhte sich der $D_{55^{\circ}\text{C}}$ -Wert nach einer zusätzlich durchgeführten Vorerhitzung für 10 min 48°C.

2.3.4.2 Einfluss von pH-Wert und a_w -Wert

Eine Vermehrung von *L. monocytogenes* kann bei pH-Werten von 4,4 bis 9,4 stattfinden (MILLER, 1992). Beim Überleben von *L. monocytogenes* unter niedrigem pH-Wert ist ein Glutamat-Decarboxylase-System beteiligt (COTTER et al., 2001). Durch stärkere Säuerung (< pH 3,5) werden die Erreger abgetötet. Für den Ablauf mikrobiologischer Prozesse ist der verfügbare aktive Teil des Wassers, bezogen auf

den absoluten Feuchtigkeitsanteil in einem Medium, entscheidend. Als Messgröße für die Wasseraktivität dient der a_w -Wert, der das Verhältnis zwischen Dampfdruck einer wässrigen Lösung und dem Dampfdruck des Lösungsmittels wiedergibt (PLASCHKE, 1991). Zur Haltbarmachung verschiedener Lebensmittel, wie z.B. Rohwürsten, spielt die Reduktion des a_w -Wertes durch die Zugabe von Kochsalz eine Rolle.

L. monocytogenes toleriert vergleichsweise niedrige a_w -Werte. Wie längerfristige Untersuchungen zeigten, ist *L. monocytogenes* in einer 16%-igen NaCl-Lösung sogar noch nach einem Jahr lebensfähig (WILSON und MILES, 1974). In mit unterschiedlichen NaCl-Mengen versetzter Tryptose-Soja-Bouillon wurde mit zunehmender Bebrütungstemperatur ein forciertes Absterben inokulierter Zellen nachgewiesen (SHAMAT et al., 1980).

2.3.4.3 Überlebens- und Vermehrungsfähigkeit in Roh- und Hackfleisch

Bei vakuumverpacktem Rindfleisch mit einem vergleichsweise hohem pH-Wert ($>6,0$) kommt es erst bei Temperaturen unter 0°C zu einer Hemmung der Keimvermehrung (GILL und REICHEL, 1989). Ähnliche Ergebnisse konnten KAYA und SCHMIDT (1990) erzielen. Danach vermehren sich inokulierte Listerien in vakuumverpacktem Rindfleisch mit einem hohem pH-Wert ($>6,0$) bei 2°C , 4°C und 7°C um bis zu eine Zehnerpotenz. Ähnliche Ergebnisse konnten auch bei unter aerober sowie modifizierter Atmosphäre (30% CO_2 + Luft; 30% CO_2 + N_2) verpacktem Hühnerfleisch erzielt werden (HART et al., 1991). Im Vergleich dazu konnten die Autoren bei Verpackungen unter 100% CO_2 die Keimvermehrung schon bei 6°C hemmen. Mit dem Zusatz von Milchsäure, niedermolekularer Poly-Milchsäure sowie Nisin ist eine Reduktion der Listerienzahl möglich, wobei die kombinierte Anwendung von Nisin mit beiden Milchsäureformen die größte Wirkung zeigte (ARIYA-PITIPUN, 2000). In Versuchen mit bei 4°C gelagertem Rindfleisch konnte mit Verwendung von Listeriophagen keine zusätzliche Keimreduktion beobachtet werden (DYKES und MOORHEAD, 2002). In künstlich mit *L. monocytogenes* kontaminiertem vakuumverpacktem Rinderhackfleisch trat bei Temperaturen von 0°C , 4°C und 10°C keine Keimvermehrung auf (JOHNSON et al., 1988a; DUFFY et al., 2000). In Hackfleisch mit einer vergleichsweise hohen Begleitflordichte war bei Temperaturen bis 25°C keine Vermehrung von *L. monocytogenes* feststellbar (KAYA und SCHMIDT,

1989). Bei fehlender Begleitflora stellten die Autoren jedoch eine Keimvermehrung schon ab 4 °C fest.

2.3.4.4 Überlebens- und Vermehrungsfähigkeit in Rohwürsten

Studien zum Verhalten von *L. monocytogenes* wurden sowohl bei streichfähiger als auch bei schnittfester Rohwurst durchgeführt. Eine Zusammenfassung ist in Tabelle 4 dargestellt.

In Challengeversuchen wurde das Verhalten von *L. monocytogenes* in frischer Zwiebelmettwurst untersucht. Bei Chargen mit 2,0 bis 3,0 % Nitritpökelsalz in Kombination mit Glucono-delta-Lacton (GdL) oder Starterkulturen war keine Vermehrung von *L. monocytogenes* festzustellen (KARCHES und TEUFEL, 1988). Bei der Verwendung von 3,0% Nitritpökelsalz und GdL stellten die Autoren eine Reduktion der Listerienzahl um ca. eine Zehnerpotenz fest. OZARI (1991) erzielte ähnliche Ergebnisse, beobachtete aber bei Lagertemperaturen von 18 °C bis 22°C eine Vermehrung von *L. monocytogenes*, obwohl Starterkulturen eingesetzt wurden und sowohl der pH- (5,2), als auch der a_w -Wert (0,922) reduziert waren. In Teewürsten ist bei einem pH-Wert von 5,0, sowie mit 2,6% Natriumchlorid und einer Nitritmenge von 70 ppm nicht mit einer signifikanten Reduktion der *L. monocytogenes*-Keimdichte zu rechnen (TRÜSSEL und JEMMI, 1989). Im Vergleich dazu nahm die *L. monocytogenes* -Keimdichte in Teewürsten mit einem pH-Wert von 4,6 sowie einem a_w -Wert vom 0,9333 nach 15 Tagen um fast drei Zehnerpotenzen ab (BUNCIC et al., 1991). Dabei konnte kein Unterschied zwischen den Inokulationsmengen von 10^5 und 10^9 KbE pro g festgestellt werden. Bei einer nach finnischer Art hergestellten, schnittfesten Rohwurst beobachteten JUNTILA et al. (1989) eine Hemmung des Listerienwachstums bei allen Rezepturchargen. Bei der Verwendung von 3% Natriumchlorid und 120 ppm Natriumnitrit verringerte sich die Ausgangskeimzahl nach 21 Tagen um etwa eine Zehnerpotenz. Mit erhöhter Nitritmenge (200 ppm) oder dem Zusatz von 300 ppm KNO_3 wurde die Keimdichte im gleichen Zeitraum um ca. zwei log-Stufen reduziert, während bei der Wurst mit 300 ppm KNO_3 die Abnahme drei log-Stufen betrug. LATHI et al. (2001) prüften das Verhalten von *L. monocytogenes* bei der Reifung und Lagerung von Salami mit üblicher Rezeptur und setzten zwei Starterkulturpräparate ein. Die Listerienzahl wurde durch den Zusatz von

Staphylococcus xylosus, *Pediococcus acidilactici* und *Lactobacillus* sp. stärker reduziert als mit *Staphylococcus carnosus* und *Lactobacillus curvatus*.

Bei einer mit Starterkulturen hergestellten Rindersalami konnte die Listerienzahl um 1,16 log-Stufen (Versuch 1) bzw. 2,85 log-Stufen (Versuch 2) nach zehn Tagen reduziert werden (JOHNSON et al., 1988b). Im Vergleich dazu wurde bei künstlich kontaminierter Salami nach italienischer Art ohne Starterkulturen Keimzahlzunahmen innerhalb der ersten Reifewoche beobachtet (FARBER et al., 1993). Der pH-Wert war im gesamten Untersuchungszeitraum nie tiefer als 5,5. Ab dem neunten Reifetag stellten die Autoren eine Reduktion der Zahl eingepfletter Listerien fest, die bis zum 70. Tag 1,2 log- (Versuch 1) bzw. 1,6 log-Stufen (Versuch 2) betrug.

Tabelle 4: Übersicht von Studien zum Verhalten von *L. monocytogenes* in Rohwürsten

Rohwurstart und Rezeptur	Zusatzstoffe ¹⁾		Reifung ²⁾					Inokulum	Verhalten	Referenz
			Tag	Temp.	r.F.	pH- Wert	aw-Wert			
Rindersalami	NaCl	3,3%	1	40°C	85%	5,8	k.A.	1 Stamm	Keimzahlreduktion:	JOHNSON et al., 1988b
	NaNO ₂	156ppm	2-10	13°C	67%	4,3-4,5		Versuch (1) log=3,96 KbE/g	Versuch (1) 1,16 log-Stufen nach 10 Tagen	
	Glucose		11-95	4°C (Vakuum)				Versuch (2) log=4,15 KbE/g	1,38 log-Stufen nach 21 Tagen	
	Reife- mittel								Versuch (2) 2,85 log-Stufen nach 10 Tagen	
	Starter- kulturen (Lactocel 115)								> log 4-Stufen nach 21 Tagen	
Gewürz- mischung										
Frische Zwiebel- mettwurst (fett- und sehenarmes Schweine- fleisch)	NaCl	0 u. 2,0 %	1	20°C	k.A.	Anstieg ohne GdL (5,6-5,8)	k.A.	1 Stamm ca. 104 KbE/g	Keimzahlvermehrung:	KARCHES und TEUFEL, 1988
	NPS	0,12 u. 3,0%	2-3	10°C					bis 2 log-Stufen mit 2,0% NaCl (ohne Zusätze)	
	GdL	0 u. 0,3%	4-25	7°C		Abnahme mit GdL (<5,3)			bis 1 log-Stufe mit Starterkulturen + 2% NaCL (ohne Zusätze)	
	Gewürze	0,3%				Abnahme mit Starterkult- uren (<5,4)			Hemmung der Keimvermehrung: mit 0,3% GdL + 2% NaCL mit 0,3% GdL + 1% oder 2% NPS	
Starterkult- uren	10 ⁷ KbE/g oder ohne								Keimzahlreduktion: bis 1log-Stufe mit 0,3% GdL + 3% NPS	

¹⁾ NaCl: Natriumchlorid; NaNO₂: Natriumnitrit; GdL: Glucunodeltalacton

²⁾ Temp.: Temperatur; r.F.: relative Luftfeuchte; a_w- Wert: Wasserbindungsvermögen

Fortsetzung Tabelle 4: Übersicht von Studien zum Verhalten von *L. monocytogenes* in Rohwürsten

Rohwurstart und Rezeptur	Zusatzstoffe ¹⁾	Reifung ²⁾					Inokulum	Verhalten	Referenz
		Tag	Temp.	r.F.	pH- Wert	aw-Wert			
Finnische Rohwurst Schweinefleisch, Rindfleisch	NaCl 3,0 u. 3,5% NaNO ₂ 50, 120 u. 200 ppm KNO ₃ 300 u. 1000 Ppm Glucose 0,6% Gewürze 0,2% Starterkulturen	1-2 3-7 8-14 15-21	23°C 20-22°C 18°C 10°C	95% 80% 75-80% 50%	5,7- 4,6	 0,88	1 Stamm 10 ³ u. 10 ⁵ KbE/g	Keimzahlreduktion: ca. 1 log-Stufe nach 21 Tagen mit 120 ppm NaNO ₂ ; 3% NaCl ca. 2 log-Stufe mit 200 ppm NaNO ₂ ; u. 300ppm KNO ₃ ca. 3 log-Stufen mit 1000 ppm KNO ₃ (für beide Keimdichten)	JUNTILLA et al., 1989
Mettwurst 50% Schweinefleisch 50% Speck	NPS: 2,5% Reifemittel Gewürze, Flüssigrauch	1 2-7 7-35	18°C 14°C 4°C	75% 75% k.A.	4,97-5,0	 1,9x10 ³ KbE/g	1 Stamm 1,2x10 ⁷ KbE/g und 1,9x10 ³ KbE/g	Hemmung der Keimvermehrung bei beiden Keimdichten Keimzahlreduktion: nach 7 Tagen	TRÜSSEL und JEMMI, 1989
Teewurst 40% Rindfleisch 40% Schweinefleisch 20% Fettgewebe	NaCl 2,5% GdL 0,3% Dextrose 0,2% Ascorbin- 0,03% säure NaNO ₂ 100pppm Räuchern je 1h (Tag 2,3,4)	1 2 3 4 5-15 16-35	18°C 18-20°C 18-20°C 18-20°C 18°C 20°C	95% 92% 88% 85% 75 k.A.	5,4 7 4,80- 4,62- 4,60	0,974 0,965- 0,963- 0,861	1 Stamm 10 ⁵ u. 10 ⁹ KbE/g	Keimzahlreduktion: 1,36 log-Stufen nach 4d 2,86 log-Stufen nach 15d (für beide Keimdichten ähnlich)	BUNCIC et al., 1991

¹⁾ NaCl: Natriumchlorid; NaNO₂: Natriumnitrit; GdL: Glucunodeltalacton; KNO₃: Kaliumnitrat; NPS: Nitritpökelsalz

²⁾ Temp.: Temperatur; r.F.: relative Luftfeuchte; a_w- Wert: Wasserbindungsvermögen

Fortsetzung Tabelle 4: Übersicht von Studien zum Verhalten von *L. monocytogenes* in Rohwürsten

Rohwurstart und Rezeptur	Zusatzstoffe ¹⁾	Reifung ²⁾					Inokulum	Verhalten	Referenz
		Tag	Temp.	r.F.	pH- Wert	aw-Wert			
Frische Mettwurst 33% Schweinefleisch 33% Schweinebauchfleisch 33% Unterhautfettgewebe	NPS 2,8% Pfeffer 0,5% Rosenpaprika 0,25% Starterkukulturen 0,25%	1-2 3-31	15°C 5°C	k.A. 5,8-5,4	5,8-5,4	0,9555-0,9210 (14. Tag)	3 Stämme 7,9x10 ⁷ KbE/g	Hemmung der Keimvermehrung: mit und ohne Starterkulturen	OZARI, 1991
Italienische Salami (Schweinefleisch)	NaCl Trockenmilch (fettfreie) Dextrose Pfeffer Na- Erythrobat NaNO ₂	1 1-2 2-3 3-4 4-5 6-41 42-70	24°C 22°C 20°C 18°C 16°C 14°C 4°C	90% 90% 90% 90% 90% 70% k.A.	6,3 k.A. k.A. k.A. 5,5 5,5 5,9	0,97 k.A. k.A. k.A. 0,96 0,88 0,86	5 Stämme 8,0x10 ⁵ KbE/g	Keimvermehrung: 0,6-0,8 log-Stufen (Tag 0-8) Keimzahlreduktion: 1,2-1,6 log-Stufen (Tag 9-70)	FABER et al., 1993

¹⁾ NaCl: Natriumchlorid; NaNO₂: Natriumnitrit; NPS: Nitritpökelsalz

²⁾ Temp.: Temperatur; r.F.: relative Luftfeuchte; a_w- Wert: Wasserbindungsvermögen; k.A.: keine Angabe

2.3.5 Empfehlungen zu Untersuchungen, Maßnahmen und Beurteilung für die amtliche Lebensmittelüberwachung (BgVV, Juli 2000)

Das BgVV hat einen Grenzwert für *L. monocytogenes* von 1×10^2 KbE/g bzw. ml Lebensmittel dem in der Tabelle 5 wiedergegebenen Bewertungsschema zugrunde gelegt.

Für diese Entscheidung spricht, dass bei einigen der in jüngerer Zeit festgestellten Listerioseausbrüchen Lebensmittel unterschiedlicher Art als Infektionsquellen ermittelt oder vermutet wurden, in denen die Konzentration von *L. monocytogenes* bei 1×10^2 KbE/g bzw. ml oder nur geringfügig höher lagen. Die Lebensmittel wurden in vier Kategorien aufgeteilt. Von diesen umfassen drei Kategorien (I, II und III) verzehrfähige Lebensmittel und eine weitere (IV) solche, die bestimmungsgemäß unmittelbar vor dem Verzehr einem Listerien abtötenden Erhitzungsverfahren unterzogen werden. Während für eine Kategorie (Kategorie I) wegen der besonders gefährdeten Zielgruppe (Säuglinge, Kleinkinder, Kranke, Schwangere, Immungeschwächte) eine Nulltoleranz für *L. monocytogenes* zu fordern ist und im anderen Extremfall (Kategorie IV) i.d.R. weder Untersuchungen noch Beanstandungen erfolgen, ist für die in den Kategorien II und III aufgeführten Lebensmitteln ein quantitativer Ansatz gewählt worden. Der Unterschied zwischen diesen beiden Kategorien liegt in der Vermehrungsmöglichkeit für *L. monocytogenes*. Die Notwendigkeit einer Entscheidung über die Zuordnung eines bestimmten verzehrfähigen Lebensmittels zu einer der beiden Kategorien kann die Überwachungsbehörde im Einzelfall vor schwer lösbare Probleme stellen. In diesen Zweifelsfällen ist aus Gründen der gesundheitlichen Vorsorge eine Beanstandung vorzunehmen, wenn zu befürchten ist, dass der Gehalt an *L. monocytogenes* innerhalb der festgelegten Verkehrsfrist den Grenzwert von 1×10^2 KbE/g bzw. ml übersteigen wird.

Tabelle 5: L. m.: Empfehlungen zu Untersuchungen, Maßnahmen und Beurteilung für die amtliche Lebensmittelüberwachung (BgVV, Juli 2000)

Lebensmittel-Kategorie	Probennahme°	Untersuchung qualitativ/quantitativ	Beurteilung (B)		Maßnahmen (M)
			positiv in 25g bzw. ml oder in 1g bzw. ml	qualitativ positiv, aber 1×10^2 KbE/g bzw. ml	>1x102 KbE/g bzw. ml
I Verzehrsfertige Lebensmittel, deren Herstellung eine Abtötung von L. m. gewährleistet und bei denen keine Rekontamination möglich sein darf	am Ende der Herstellung	qualitativ ¹⁾ (25 g bzw. ml)	B: nicht verkehrsfähig M: ggf. 2,3	entfällt	entfällt
	im Handel	qualitativ ¹⁾ (25 g bzw. ml)	B: nicht verkehrsfähig M: 1,2 ggf.3	entfällt	entfällt
II Verzehrsfähige Lebensmittel, die mit L.m. kontaminiert sein können und eine Vermehrung von L.m. zulassen - Wärmebehandelte, aber nicht anderweitig stabilisierte°° Lebensmittel - nicht wärmebehandelte, nicht stabilisierte Lebensmittel	am Ende der Herstellung	qualitativ (25 g bzw. ml) und quantitativ	B: - abhängig vom quant. Ergebnis	B: Verkehrsfähigkeit prüfen ³⁾ M: ggf. 1,2,3,	B: nicht verkehrsfähig M: ggf. 1,2,3,
	im Handel	qualitativ (1 g bzw. ml) und quantitativ	B: - abhängig vom quant. Ergebnis	B: Verkehrsfähigkeit prüfen ³⁾ M:1 ggf. 2,3,	B: nicht verkehrsfähig M:1 ggf. 2,3,
III Verzehrsfähige Lebensmittel, die mit L.m. kontaminiert sein können und keine Vermehrung von L.m. zulassen - Wärmebehandelte, stabilisierte°° Lebensmittel - nicht wärmebehandelte, aber anderweitig stabilisierte°° Lebensmittel	am Ende der Herstellung	qualitativ (25 g bzw. ml) und quantitativ	B: - abhängig vom quant. Ergebnis	B: nicht zu beanstanden M: ggf. 1	B: nicht verkehrsfähig M: ggf. 1,2,3,
	im Handel	qualitativ (1 g bzw. ml) und quantitativ	B: - abhängig vom quant. Ergebnis	B: nicht zu beanstanden M: ggf. 1	B: nicht verkehrsfähig M:1 ggf. 2,3,
IV Nicht verzehrsfähige Lebensmittel, die bestimmungsgemäß vor dem Verzehr erhitzt werden	am Ende der Herstellung	qualitativ (25 g bzw. ml) und quantitativ ²⁾	B: - abhängig vom quant. Ergebnis	B: nicht zu beanstanden M: ggf. 1	B: i.d.R. nicht zu beanstanden M:ggf. 1,2,3
	im Handel	qualitativ (1 g bzw. ml) und quantitativ ²⁾	B: - abhängig vom quant. Ergebnis	B: nicht zu beanstanden M: ggf. 1	B: i.d.R. nicht zu beanstanden M:ggf. 1,2,3

Fußnoten:

° Soweit für Milch und Erzeugnisse auf Milchbasis die Regelungen der Verordnung über mikrobielle Kriterien (VO 2073/2005) gelten, ist das dort vorgeschriebene Untersuchungs- und Bewertungsschema anzuwenden.

°° Als „stabilisiert“ sind Produkte anzusehen, in denen bei festgestelltem niedrigen Keimgehalt (*L. m.*) keine Vermehrung innerhalb der vom Hersteller festgesetzten Verbrauchs- oder Mindesthaltbarkeitsfrist auf Werte von $<1 \times 10^2$ KbE/g bzw. ml erfolgt.

1) Lebensmittel gemäß § 1 Diätverordnung; bei anderen Lebensmitteln entfällt in der Regel eine Untersuchung auf *L. m.*

2) Bei rohen, unbehandelten Lebensmitteln entfällt in der Regel eine Untersuchung auf *L. m.*; sie kann jedoch im Rahmen bestimmter Hygienekontrollen und Rückverfolgungsmaßnahmen bei Beanstandungen im Handel erforderlich sein. Die Vorschriften der Verordnung über mikrobielle Kriterien (VO 2073/2005) und die produktspezifischen Rechtsnormen sind in jedem Falle einzuhalten.

3) Eine Verkehrsfähigkeit kommt nur bei negativem quantitativen Listerien-Befund ($<1 \times 10^2$ KbE/g bzw. ml) in Betracht. Aus Befund, Herstellerangaben und Zeitpunkt der Probennahme in Verbindung mit der absehbaren Verkehrsfähigkeit muss sich zudem ergeben, dass der Keimgehalt (*L. m.*) des Lebensmittels bis zum Ende der Verbrauchs- oder Mindesthaltbarkeitsfrist der Beurteilungswert von 1×10^2 KbE/g bzw. ml nicht überschritten wird; andernfalls ist davon auszugehen, dass es sich nicht um ein unmittelbar zum Verzehr geeignetes Lebensmittel handelt und dass Maßnahmen im Betrieb erforderlich sind. Im Einzelfall ist darüber hinaus zu prüfen, ob bereits der Tatbestand „geeignet, die Gesundheit zu schädigen“ gegeben ist.

Maßnahmen:

1: Rückverfolgung einschließlich der Anordnung betrieblicher Maßnahmen

2: Interne Information aller für die Lebensmittelüberwachung zuständigen obersten Landesbehörden, bei zugelassenen Herstellerbetrieben ggf. auch der anderen Mitgliedstaaten und betroffenen Drittländer, zur weiteren Veranlassung

3: Rückruf der Produktcharge, ggf. Warnung der Öffentlichkeit

2.3.6 EU Recht

Im Rahmen der Einführung des neuen EU-Rechts ist auch die Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 über Mikrobiologische Kriterien Anfang 2006 in Kraft getreten. In Artikel 2 wird der Begriff „ Mikrobiologisches Kriterium“ als ein Kriterium, das die Akzeptabilität eines Erzeugnisses anhand des Nichtvorhandenseins, des Vorhandenseins oder der Anzahl der Mikroorganismen (MO) je Einheit Masse festgestellt, definiert. Gemäß Anhang I dieser Verordnung sind folgende drei Lebensmittel-Kategorien in Bezug auf das Vorkommen von *L. monocytogenes* beschrieben:

- I. Verzehrsfähige Lebensmittel, die für Säuglinge oder für besondere medizinische Zwecke bestimmt sind
- II. Andere als für Säuglinge oder für besondere medizinische Zwecke bestimmte, verzehrsfähige Lebensmittel, die die Vermehrung von *L.m. begünstigen* können.
- III. Andere als für Säuglinge oder für besondere medizinische Zwecke bestimmte, verzehrsfähige Lebensmittel, die die Vermehrung nicht begünstigen können.

Tabelle 6 gibt den Auszug der Lebensmittelsicherheitskriterien für *L. monocytogenes* in den o.g. Lebensmittelkategorien wieder. Die Tabelle enthält für das Kriterium *L. monocytogenes* Angaben über Probenplan, Grenzwerte, analytische Referenzmethode und die Stufe, für das Kriterium gilt.

Tabelle 6: Auszug der Lebensmittelkriterien gemäß Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 über Mikrobiologische Kriterien für *L. monocytogenes*

LM-Kategorie	Probenahme		Grenzwerte		Analytische Referenzmethode	Stufe, für die das Kriterium gilt
	n	c	m	M		
I	10	0	in 25g nicht nachweisbar		EN/ISO 11290-1	In Verkehr gebrachte Erzeugnisse, während der Haltbarkeitsdauer
II	5	0	100 KbE/g		EN/ISO 11290-2	In Verkehr gebrachte Erzeugnisse, während der Haltbarkeitsdauer
	5	0	in 25g nicht nachweisbar		EN/ISO 11290-1	vor Verlassen der Kontrolle des LM-Herstellers
III	5	0	100 KbE/g		EN/ISO 11290-2	In Verkehr gebrachte Erzeugnisse, während der Haltbarkeitsdauer

n-Anzahl der Probeneinheiten der Stichprobe

c- Anzahl der Probeneinheiten, deren Wert zwischen *m* und *M* liegt
hier m-M

3. Eigene Untersuchungen

3.1 Material und Methodik

3.1.1 Betriebs- und Produktauswahl

Diese Arbeit soll einen Überblick über die Qualität der Rohwürste aus handwerklicher Produktion verschaffen. Damit dieser Überblick möglichst repräsentativ ist, wurden fünf handwerkliche Betriebe ausgewählt, die sich hinsichtlich ihrer Größe, Struktur, Arbeitsweise und Ausstattung zum Teil deutlich unterscheiden.

Betrieb A

Betrieb A ist ein kleiner Familienbetrieb, der für seinen eigenen Verkauf produziert. Der Produktionsraum ist vom Verkaufsraum klar getrennt. Es werden in der Woche ungefähr 100 kg Wurst hergestellt, wobei sich der Anteil von Rohwurst auf ungefähr 50 kg beläuft.

Betrieb B

Betrieb B ist ein modern ausgestatteter Betrieb mit einem exklusiven Verkaufsraum. Es ist auffällig, dass die Produktions-, Sozial- und Verkaufsräume nicht deutlich voneinander getrennt sind. Pro Woche werden ungefähr 2,5 Tonnen Wurst hergestellt, wobei sich der Anteil der Rohwurst auf ungefähr 500 kg beläuft.

Betrieb C

Betrieb C ist ein modern ausgestatteter Betrieb, der für seine 4 Verkaufsfilialen produziert, wobei sich eine am Produktionsort befindet. Es ist sowohl eine klare Trennung von Produktion und Verkauf vorzufinden, als auch sind die Produktionswege durchdacht und klar definiert. Es werden in der Woche ungefähr 3,5 Tonnen Wurst hergestellt, wobei sich der Anteil von Rohwurst auf ungefähr 1 Tonne beläuft. Erwähnenswert ist, dass das Rindfleisch von Rindern aus einer eigenen Herde bezogen wird.

Betrieb D

Betrieb D ist ein modern ausgestatteter Betrieb, der seine Produkte auf Märkten verkauft. Die Produktionswege sind durchdacht und klar definiert. Die Produktion beinhaltet einige Merkmale einer industriellen Herstellung. Es werden in der Woche ungefähr 3,5 Tonnen Wurst hergestellt, wobei sich der Anteil von Rohwurst auf ungefähr 1 Tonne beläuft.

Betrieb E

Betrieb E ist von den 5 ausgewählten Betrieben mit Abstand der größte. Es wird für 12 Verkaufsfilialen produziert, die alle von der eigentlichen Herstellung räumlich getrennt sind. Der Betrieb zeichnet sich durch die sehr moderne Ausstattung und die klar definierten Produktionswege aus. Die Produktion beinhaltet viele Merkmale einer industriellen Herstellung. Es werden in der Woche ungefähr 8 Tonnen Wurst hergestellt, wobei sich der Anteil von Rohwurst auf ungefähr 1,8 Tonnen beläuft.

Da Rohwürste aufgrund der anspruchsvollen Herstellungstechnologie eine sensible, sehr anfällige Produktkategorie darstellen, können sie gewissermaßen indikativ einen Überblick über die Gesamtqualität der Produktion leisten. Stellvertretend für die Produktion sollten pro Betrieb je eine streichfähige und eine schnittfeste Rohwurst untersucht werden. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Betrieben zu gewährleisten, wurden in den Betrieben gleichartige Erzeugnisse ausgewählt. Es wurden aus der Gruppe der streichfähigen Rohwürste „Teewurst“ und aus der Gruppe der schnittfesten Rohwürste „Luftgetrocknete“ und „Salami“ untersucht.

Die Zusammensetzung und die produktspezifischen Parameter sind für die schnittfesten Rohwürste in der Tabelle 7, sowie für die streichfähigen Rohwürste in der Tabelle 8 für jeden einzelnen Betrieb aufgelistet.

Tabelle 7: Zusammensetzung und technologische Parameter von schnittfesten Rohwürsten

	Betrieb A Luftrockene	Betrieb B Luftrockene	Betrieb B Salami
Hüllen	Naturschweinedarm Kaliber 46	Hukki-Därme, künstlich, luftdurchlässig Kaliber 45	Hukki-Därme, künstlich, luftdurchlässig Kaliber 45
Rohmaterial	Schwein	Schwein	2/3 Schwein, 1/3 Rind
Teilstücke	Bauch, Schulter, Schinken	Bauch, Schulter	Bauch, Schulter, Schinken
Zusätze			
NPS¹⁾	22g/kg	24g/kg	24g/kg
Nitrat	/	/	/
Zucker	in Gm. ³⁾ u.a. Dextrose	in Gm. ³⁾ u. a. Dextrose, Maltodextrin	in Gm. ³⁾ u. a. Dextrose Maltodextrin
GdL²⁾	ja, in Gm.	/	/
Starterkulturen	/	ja	ja
sonstige Zusatzstoffe	in Gewürzmischung u.a. Natriumascorbat	/	/
Räucherung	/	/	/
Reifung	I. eine Nacht bei 15-20°C und 60-80% r.L. ⁴⁾ II. danach ein paar Tage in den Kühlraum bei 5-10°C , dann Verkauf	I. eine Nacht bei 24°C und 95% r.L. ⁴⁾ II. 2-4 h Lufttrocknung bei 25°C III. eine Woche hängend im Gang, dann Verkauf	I. eine Nacht bei 24°C und 95% r.L. ⁴⁾ II. 2-4 h Lufttrocknung bei 25°C III. eine Woche hängend im Gang, dann Verkauf

¹⁾ Nitritpökelsalz ²⁾ Glucono-delta-lacton ³⁾ Gewürzmischung ⁴⁾ relative Luftfeuchtigkeit

Fortsetzung Tabelle 7:

	Betrieb C Lufttrockene	Betrieb D Lufttrockene	Betrieb E Lufttrockene
Hüllen	Naturschweinedarm Kaliber 45 +	Naturschweinedarm Kaliber 36 +	Naturschweinedarm Kaliber 32-34
Rohmaterial	Schwein	nur Schwein	nur Schwein
Teilstücke	Bauch, "S2" Sauenfleisch	70% "S2" Schweinefleisch 30% Kutterbäuche	Sauenschinken u. Schweinerückenspeck
Zusätze:			
NPS ¹⁾	28g/kg	30g/kg	28g/kg
Nitrat	/	/	/
Zucker	in Gm. ³⁾ u.a. Dextrose	in Gm. u.a. Dextrose, Maltodextrin	in Gm. u.a. Dextrose, Lactose
GdL ²⁾	ja, in Gm.	/	ja
Starterkulturen	ja	ja	ja
sonstige Zusatzstoffe	/	/	in Gm. u.a. Natriumascorbat
Räucherung	/	/	/
Reifung	I. 24h bei Raumtemperatur II. 3-4d im Kühlraum bei 3-4°C III. 7-8h Trocknen IV. Im Reiferaum bei 8-12°C bis zum Verkauf	I. 48h bei 22°C u. 97% r.L. ⁴⁾ (Anfang) (mit abnehmender r.L. und zunehmender Luftgeschwindigkeit) II. Für ein paar Tage Lagerung bei 15°C, dann Verkauf	I. 1 Nacht bei Raumtemperatur II. 1 Woche im Pökelraum bei 5-7°C III. 1 Woche bei Raumtemperatur bei 18-22°C, dann Verkauf

1) Nitritpökelsalz 2) Glucono-delta-lacton 3) Gewürzmischung 4) relative Luftfeuchtigkeit

Tabelle 8: Zusammensetzung und technologische Parameter von streichfähigen Rohwürsten

	Betrieb B Teewurst	Betrieb C Teewurst	Betrieb D Teewurst	Betrieb E Teewurst
Hüllen	Celofan-Kunstdarm, luftundurchlässig Kaliber 45 +	Naturindarm (1/2 Kunst-, 1/2 Naturdarm) luftdurchlässig Kaliber 435	Nalokranz (Kunstdarm), rauchdurchlässig Kaliber 43	Nalokranz (Kunstdarm), luftdurchlässig Kaliber 40
Rohmaterial	Schwein	Schwein und Rind	nur Schwein	nur Schwein
Teilstücke	Bauchfleisch und Schulter		Bauchfleisch	Bauchfleisch
Zusätze				
NPS¹⁾	20g/kg	24g/kg	28g/kg	24 g/kg
Nitrat	/	/	/	/
Zucker	in Gm. ³⁾ u.a. Dextrose, Lactose	in Gm. u.a. Dextrose,Maltodextrin	in Gm. u.a. Dextrose	in Gm. u.a. Dextrose
GdL²⁾	ja, in Gm.	ja	/	ja
Starterkulturen	/	/	/	/
sonstige Zusatzstoffe	in Gm. u.a. Natriumascorbat	in Gm. u.a. Natriumascorbat	/	in Gm. u.a. Natriumascorbat
Räucherung	ja	ja	/	ja
Reifung	I. 7h bei 25°C u. 50% r.L. ⁴⁾ II.eine Nacht bei Raumtemperatur, dann Verkauf	I. 12-18h in Räucheranlage bei 27°C, dann Verkauf	I. 3h bei 22°C räuchern II. 24h bei 22°C u.75-79% r.L. ⁴⁾ III. 24h bei 16°C, dann Verkauf	I. 12h bei Raumtemperatur II. 3h Räucherung bei 26°C, dann Verkauf

¹⁾ Nitritpökelsalz ²⁾ Glucono-delta-lacton ³⁾ Gewürzmischung ⁴⁾ relative Luftfeuchtigkeit

3.1.2 Untersuchungszeitpunkte und -umfang

Zur Beurteilung der Reifungsverläufe aller Erzeugnisse wurden 3 Untersuchungszeitpunkte ausgewählt. Somit wurden die Produkte nach dem Befüllen der Därme, d.h. noch nicht gereift, nach der Reifung zum verkaufsfertigen Zeitpunkt, sowie am Ende des produktspezifischen Mindesthaltbarkeitsdatums untersucht. Da die Betriebe ihre Produkte normalerweise "lose" im Direktvertrieb vermarkten, ist die Angabe des Mindesthaltbarkeitsdatums nicht unbedingt erforderlich; aus diesem Grunde wurde einheitlich für die Teewürste zehn Tage und für die Luftgetrocknete Salami fünf Wochen als Mindesthaltbarkeitsdatum festgelegt.

Es wurden pro Produkt je zwei Chargen mit $n=5$ Teilproben untersucht; das bedeutet, dass pro Charge und Erzeugnis 15 Würste einbezogen wurden, wovon jeweils 5 nach Befüllen der Därme, 5 nach abgeschlossener Reifung und 5 am Ende des festgelegten Mindesthaltbarkeitsdatums beprobt wurden. Der gesamte Untersuchungsumfang belief sich somit auf 300 Beprobungen.

Aus logistischen Gründen war es nicht immer möglich, die erste Untersuchung noch am Tage der Herstellung zu gewährleisten; in diesen Fällen wurden die Produkte in den Betrieben bei $+2^{\circ}\text{C}$ kühl gelagert und spätestens am nächsten Tag untersucht. Der Transport der Produkte erfolgte grundsätzlich in einer Kühlkiste mit Kühllakkus.

Für die Untersuchungen standen sowohl das Labor des Institutes für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde der Justus-Liebig-Universität in Gießen als auch das Labor des Dezernates 34/35 des Staatlichen Untersuchungsamtes in Krefeld zur Verfügung. Mit Ausnahme der a_w -Wert Bestimmung fanden alle Untersuchungen des 1. Zeitpunkts in Gießen statt; dort wurden grundsätzlich auch die Listeriennachweise durchgeführt. Mit Ausnahme der a_w -Wert Bestimmung, der Sensorik und des Listeriennachweises fanden die restlichen Untersuchungen des 2. und 3. Untersuchungszeitpunktes in Krefeld statt. Die einfach beschreibende Sensorik und die a_w -Wert Bestimmung wurde im Veterinäramt der Stadt Bochum durchgeführt.

3.1.3. Untersuchungsparameter

Als chemisch-physikalische Parameter wurden der pH-Wert und der a_w -Wert bestimmt, wobei der pH-Wert zu allen drei, der a_w -Wert nur bei den letzten beiden Untersuchungszeitpunkten erfasst wurde.

Als mikrobiologische Parameter wurden die aerobe mesophile Keimzahl, die Enterobacteriaceae, Laktobazillen und *L. monocytogenes* einbezogen. Bis auf *L. monocytogenes* wurden die anderen Mikroorganismen grundsätzlich zu allen 3 Untersuchungszeitpunkten bestimmt. Der Nachweis von *Listeria monocytogenes* am 2. und 3. Untersuchungszeitpunkt wurde nur vorgenommen, wenn am 1. Untersuchungszeitpunkt ein positiver Nachweis geführt werden konnte.

Eine Ausnahme bildete die Beprobung der beiden schnittfesten Rohwürste des Betriebes B, da diese nur zwei Tage gereift wurden. Da ein positiver Nachweis von *L. monocytogenes* bis zu acht Tage dauern kann, wurde gleichzeitig zusätzlich zum Ansatz für den 1. Untersuchungszeitpunkt der Ansatz für den 2. Untersuchungszeitpunkt angelegt. Die einfach beschreibende Sensorik wurde zum 2. und 3. Untersuchungszeitpunkt durchgeführt. In Tabelle 9 ist der Versuchsablauf und -umfang noch einmal schematisch dargestellt.

Tabelle 9 : Untersuchungszeitpunkte und –umfang des Versuchsablaufes

<u>Untersuchungszeitpunkte</u>			
Parameter	I.	II.	III.
Aerobe mesophile Keimzahl	X	X	X
Enterobacteriaceae	X	X	X
Lactobacillen	X	X	X
<i>Listeria monocytogenes</i>	X	X ¹⁾	X ¹⁾
pH-Wert	X	X	X
a_w-Wert	---	X	X
Sensorik	---	X	X

I. Untersuchungszeitpunkt: nach Befüllen der Därme, nicht gereift

II. Untersuchungszeitpunkt: nach Ende der betrieblichen Reifung, verkaufsfertig

III. Untersuchungszeitpunkt: zum Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums

1) falls beim I. Untersuchungszeitpunkt positiv

3.1.3.1 Physikalische Untersuchungen

Die Bestimmung des pH- und a_w -Wertes erfolgte gemäß der Vorgaben der amtlichen Sammlung von Untersuchungsmethoden nach § 64 LFGB, Nummer L06.00-2.

Für jedes Produkt wurde der pH-Wert an 2 verschiedenen Stellen bestimmt und daraus der Mittelwert errechnet. Es wurde von allen Produkten zu allen 3 Untersuchungszeitpunkten der pH-Wert gemessen.

Für die Messung des a_w -Wertes wurde das Gerät CX- 2 von der Firma Aqua Lab benutzt. Vor jedem Messdurchlauf wurde die Messgenauigkeit des Gerätes mit destilliertem Wasser überprüft, wobei sie nicht mehr als 0,003 Einheiten vom a_w -Sollwert abweichen durfte.

Die für das Messgerät vorgesehenen zylindrischen Behälter, mit einem Durchmesser von 4 cm und einer Höhe von 1 cm wurden, wie in der Bedienungsanleitung beschrieben, halbhoch mit dem entsprechenden Wurstgut gefüllt, danach wurde der Deckel des Aqua Lab geöffnet, die Probe eingestellt und die Messkammer geschlossen. Nach etwa 5 min war die Messung beendet und der a_w -Wert wurde mit der Proben temperatur angezeigt.

Für jedes Produkt wurde der a_w -Wert an 2 verschiedenen Stellen bestimmt und dann daraus der Mittelwert errechnet. Der a_w -Wert wurde von jedem Produkt bei dem 2. und 3. Untersuchungszeitpunkt bestimmt.

3.1.3.2 Mikrobiologische Untersuchungen

Die Probenaufbereitung erfolgte gemäß der Vorgaben der amtlichen Sammlung von Untersuchungsmethoden nach § 64 LFGB, Nummer L06.00-2, die Herstellung der dekadischen Verdünnungsreihe erfolgte gemäß den Vorgaben der amtlichen Sammlung der Untersuchungsmethoden nach § 64 LFGB, L00.00-54.

Nachdem die Hüllen des Untersuchungsgutes entfernt worden waren, wurde von verschiedenen Stellen eine Poolprobe von 10 g angelegt, mit 90 ml Verdünnungsflüssigkeit (bestehend aus 1 g verdautem Casein, 8,5 g Natriumchlorid und 1000 ml Wasser) versetzt und 2 min im Stomacher homogenisiert. Für die Verdünnungsreihe wurde 1 ml aus dieser Erstverdünnung, in ein Reagenzglas mit 9

ml Verdünnungsflüssigkeit pipettiert und anschließend weitere Dezimalverdünnungen angelegt.

3.1.3.2.1 Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl

Die Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl bei 30°C im Tropfplattenverfahren erfolgte gemäß den Angaben der amtlichen Sammlung für Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB, L 06.00-19. Die Anzucht der Mikroorganismen erfolgte auf dem Casein-Glucose-Hefeextrakt-Agar (Merck, Art. – Nr. 1.05463.0500.).

Jede Verdünnungsstufe wurde im Doppelansatz untersucht. Die Agarplatten mit den nicht selektiven Nährboden, wurden jeweils in 4 Sektoren aufgeteilt, die mit Teilmengen von 0,1 ml der jeweiligen Verdünnungsstufe tropfenweise beimpft und dann mäanderförmig mit der Pipettenspitze im betreffenden Sektor ausgestrichen wurden. Bei einer Temperatur von 30°C wurden die Proben unter aeroben Bedingungen für 72 h bebrütet.

Die Kolonien je Plattenausschnitt wurden gezählt (aerobe Koloniezahl), wobei nur diejenigen Sektoren der Platten herangezogen wurden, die 1-50 klar voneinander trennbare Kolonien aufwiesen. Dabei musste mindestens eine Verdünnungsstufe vorhanden sein, bei der zwischen 5 und 50 Kolonien vorlagen. Waren die Kolonien klein und gut auszählbar, wurden zum Teil auch Sektoren mit bis zu 100 Kolonien berücksichtigt. Die Kolonie-bildenden Einheiten der niedrigsten und der nächsthöheren auswertbaren Verdünnungsstufe wurden für die Berechnung des gerichtete Mittelwert c unter Zuhilfenahme folgender Gleichung herangezogen:

$$c = \frac{\sum c}{n1 * 1 + n2 * 0,1}$$

c = gewichteter Mittelwert der Koloniezahlen

$\sum c$ = Summe der Kolonien beider Verdünnungsreihen, die zur Berechnung

herangezogen wurden (niedrigste und nächsthöhere auswertbare Verdünnungsstufe)

$n1$ = Anzahl der Platten der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe

$n2$ = Anzahl der Platten der nächsthöheren Verdünnungsstufe

3.1.3.2.2 Bestimmung der Enterobacteriaceae

Die Bestimmung der Enterobacteriaceae im Tropfplattenverfahren erfolgte gemäß den Angaben der amtlichen Sammlung für Untersuchungsverfahren nach § 64 LFVG, L 06.00-25. Die Anzucht der Mikroorganismen erfolgte auf dem Kristallviolett-Neutral-Galle-Glucose-Agar (Oxoid, Art.-Nr. M 485).

Es wurden rote Kolonien mit Präzipitationshöfen und rosa Kolonien mit/ohne Präzipitationshöfen je Plattenausschnitt gezählt, wobei nur diejenigen Sektoren herangezogen wurden, die 1-150 klar voneinander trennbare Kolonien aufwiesen. Dabei musste mindestens eine Verdünnungsstufe vorhanden sein, bei der zwischen 15 und 150 zählbare Kolonien vorlagen. Wenn weniger als 15 Kolonien auf den Sektoren mit der niedrigsten Verdünnung gewachsen waren, wurden diese Sektoren zur Schätzung der Enterobakteriaseenzahl herangezogen.

3.1.3.2.3 Bestimmung der aerob wachsenden Milchsäurebakterien

Die Bestimmung der aerob wachsenden Milchsäurebakterien erfolgte in Anlehnung an die amtliche Sammlung für Untersuchungsverfahren nach § 64 LFVG, L 06.00-35. Allerdings wurde nicht das Spatelverfahren (Referenzverfahren), sondern das Tropfplattenverfahren eingesetzt. Die Inkubation erfolgte aerob bei 30 °C über 48 Stunden. Außerdem wurde die oben beschriebene Verdünnungslösung und nicht die speziell für das Tropfplattenverfahren vorgesehene Peptonsalz-Verdünnungslösung mit einem Agarzusatz verwendet.

Unter aerob wachsenden Milchsäurebakterien wird eine heterogene Gruppe grampositiver, katalasenegativer Mikroorganismen verstanden, die folgende Genera umfasst: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* und *Leuconostoc* sowie atypische Laktobazillen, die nach dem in dieser Norm festgelegten Verfahren auf dem MRS-Nährboden Kolonien bilden. Laktobazillen sind nichtsporenbildende Stäbchen; Streptokokken, Enterokokken und Laktokokken sind Diplo- oder Kettenkokken, Pediokokken kleine Paketkokken, und *Leuconostoc*-Spezies kokkoide Zellen. Atypische Laktobazillen, die zu dem Genus *Carnobacterium* gehören, kommen nicht zur Entwicklung.

Die Anzucht der Mikroorganismen erfolgte auf dem Lactobacillus-Agar nach De MAN, ROGOSA und SHARPE (Merck, Art.-Nr. 1.10660.0500).

Jede Verdünnungsstufe wurde im Doppelansatz angelegt. Die Agarplatten mit den selektiven Nährböden wurden jeweils in 4 Sektoren aufgeteilt, die mit Teilmengen von 0,1 ml der jeweiligen Verdünnungsstufe tropfenweise beimpft und dann „tannenbaumartig“ mit der Pipettenspitze im betreffenden Sektor ausgestrichen wurde.

Die Kolonie bildenden Einheiten wurden wie in Kapitel 3.1.3.2.1 beschrieben, als arithmetisches Mittel, berechnet.

3.1.3.2.4 Nachweis von *Listeria (L.) monocytogenes*

Die Bestimmung von *L. monocytogenes* erfolgte gemäß den Angaben der amtlichen Sammlung für Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB, Nummer L 00.00-22, L 00.00 -32 (entspricht der DIN EN ISO 11290, Teil1 bzw. Teil 2).

Als erstes selektives Anreicherungsmedium wurde die Halb-Fraser-Bouillon der Firma Merck (Art.-Nr. 1.10398.0500) verwendet.

Als zweites und nachgestaltetes selektives Anreicherungsmedium wurde die 1 - Fraser-Bouillon mit vollständigen Konzentrationen an selektiven Agentien und dem Zusatz von Fraser-Listeria-Supplement (Merck Art.Nr.1.10399.0001) eingesetzt.

Als erstes festes Selektivmedium wurde der Listeria-Agar nach Ottaviana und Agosti (AES, Art.-Nr. AEB520080) eingesetzt.

Als zweites festes Selektivmedium wurde der *Listeria-monocytogenes*-Blut-Agar nach Johansson eingesetzt. Dieser ist eine Eigenherstellung des Institutes für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde Gießen mit folgender Zusammensetzung:

Caso-Agar (Merck, Art.-Nr. 1.05458.0500)

Lithiumchlorid (Merck, Art.-Nr. 1.05679.0100)

Schafblut (Oxoid, Art.-Nr. SR0051C)

Ceftazidimepentahydrat (Glaxo Smith Kline, Art.-Nr. SKF 89463)

Polymyxin B (Merck, Art.-Nr. 1.06994.0005)

Aus den jeweiligen 5 Untersuchungsprodukten eines Betriebes und einer Charge wurde eine repräsentative Poolprobe von 25 g entnommen. Diese wurde mit 225 ml Halb-Fraser-Bouillon homogenisiert und anschließend für 24 h bei 30°C bebrütet.

Anschließend wurden 0,1ml Bouillon dieser Voranreicherung in 10ml Anreicherungsbouillon pipettiert und für 24h bei 30°C bebrütet. Parallel wurde aus der Voranreicherung ein weiterer Ausstrich auf eine ALOA-, sowie eine LMBA-Nährbodenplatte durchgeführt. Nach Inkubation der Anreicherungsbouillon wurde ein weiterer Ausstrich von dieser auf den beiden Selektivnährböden durchgeführt. Der ALOA- und der LMBA-Nährboden wurden jeweils für 48h bei 37°C bebrütet. Verdächtige Kolonien, das heißt Kolonien mit einem Hämolysehof auf LMBA bzw. positiver Lecithinase-Reaktion (Trübung) auf dem ALOA-Medium, wurden gemäß amtlicher Vorschrift bestätigt.

3.1.3.3 Sensorische Untersuchung

Die einfach beschreibende Prüfung erfolgte in Anlehnung an die amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach §64 LFBG, Nummer L 00.90-6. In diesem Zusammenhang orientierte sich die sensorische Untersuchung an dem DLG-Prüfschema für Schinken und Wurst (DLG-Prüfbestimmungen für Fleischerzeugnisse, 48. Auflage/2005). Die sensorische Untersuchung wurde allerdings nur von zwei Personen, Herrn Dr. Heinz Jürgen Kaminski und mir, im Veterinäramt der Stadt Bochum durchgeführt.

Die sensorische Untersuchung nach diesen Richtlinien besteht in der Beurteilung der äußeren Beschaffenheit der Wurstwaren sowie, nach Anlegen eines frischen Schnittes, in der Bewertung von Aussehen, Farbe, Farbhaltung und Zusammensetzung. Die Prüfung der Konsistenz sowie des Geruches und Geschmackes schließen die Untersuchung ab.

Im Einzelnen wurden folgende Daten festgehalten:

- Wurstsorte und Verkehrsbezeichnung
- Geräuchert oder ungeräuchert
- Länge in cm, Kaliber in mm
- Art der Hülle: Naturdarm, Kunstdarm
- äußere Färbung
- Konsistenz
- Beschreibung eines frischen Anschnittes
- Geruch und Geschmack

4. Ergebnisse

4.1 Darstellung der Ergebnisse

In Teil A werden zuerst die Ergebnisse, die bei den schnittfesten Rohwürsten und danach die Ergebnisse, die bei den streichfähigen Rohwürsten erhoben werden konnten, dargestellt. Es werden die beiden untersuchten Chargen des jeweiligen Produktes vergleichend betrachtet. Das jeweils erste Diagramm stellt die Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl (sogenannte Gesamtkeimzahl), der Milchsäurebildner und der Enterobakteriäzen dar. Das jeweils 2. Diagramm stellt die pH-Wert- und das 3. Diagramm die a_w -Wert-Verläufe dar. Danach werden die Ergebnisse der Untersuchungen zum Nachweis von Listerien aufgeführt. Abschließend werden die sensorischen Ergebnisse als Qualitätszahlen nach dem DLG-Prüfschema für Rohwurst wiedergegeben. In Teil B werden die Ergebnisse betriebsvergleichend dargestellt.

Grundsätzlich entsprechen die in den Diagrammen dargestellten Werte den aus den fünf Einheiten gebildeten Mittelwerten, bzw. bei den Listerien dem Ergebnis der Poolprobe aus den fünf Einheiten. Hinsichtlich der Enterobakteriäzen wurden zur Vereinfachung, wenn alle 5 Untersuchungseinheiten eines Produktes unterhalb der Nachweisgrenze von $\log 2$ lagen, diese in den Diagrammen mit einem Wert von 1 und wenn mindestens eine von den fünf Einheiten unterhalb der Nachweisgrenze lag, mit einem Wert von 1,5 wiedergegeben.

Alle Ergebnisse sind detailliert in den Anhangstabellen 1-10 aufgeführt.

4.2 Ergebnisse Teil A

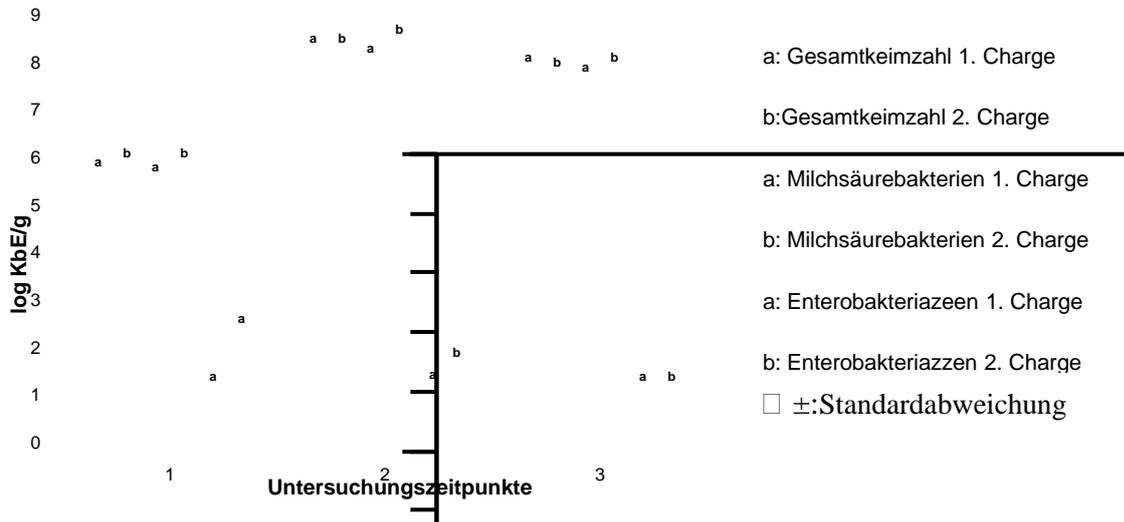
4.2.1 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für luftgetrocknete Rohwurst in Betrieb A

4.2.1.1 Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen luftgetrockneter Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge 5,5 log KbE/g und bei der zweiten Charge 5,7 log KbE/g. Sie stieg im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Charge auf 8,1 log KbE/g. Bei dem dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte bei beiden Chargen auf 7,7 log KbE/g. Die Anzahl der Milchsäurebakterien betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge 5,4 log KbE/g und bei der zweiten Charge 5,7 log KbE/g. Sie stieg im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 7,9 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 8,3 an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte bei der ersten Charge auf 7,5 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,7 log KbE/g. Enterobakteriazeen lagen bei der ersten Charge jeweils unterhalb der Nachweisgrenze. Bei der zweiten Charge lagen sie im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei 2,2 log KbE/g, während zum zweiten Untersuchungszeitpunkt drei von fünf Teilproben unterhalb der Nachweisgrenze lagen; zum dritten Untersuchungszeitpunkt lagen alle fünf Teilproben unterhalb der Nachweisgrenze.

Die Keimzahlentwicklung ist als Säulendiagramm in der Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen luftgetrockneter Rohwurst zu drei Untersuchungszeitpunkten

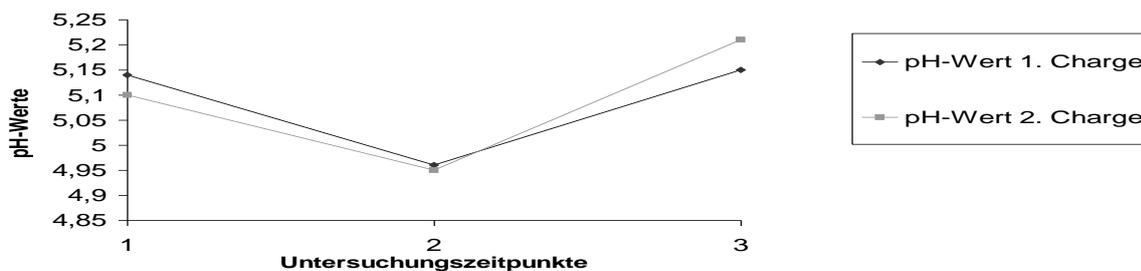


4.2.1.2 Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen luftgetrockneter Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die pH-Werte lagen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt der ersten Charge bei 5,14 und bei der zweiten Charge bei 5,1, fielen im Mittel beim zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 4,96 und bei der zweiten Charge auf 4,95 zurück und stiegen im Mittel beim dritten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,15 und bei der zweiten Charge auf 5,21 an.

Die pH-Wert-Verläufe sind in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2: Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen luftgetrockneter Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten



4.2.1.3 Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen luftgetrockneter Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten

Der a_w -Wert betrug im Mittel nach der Reifung bei der ersten Charge 0,945 und bei der zweiten Charge 0,937. Er fiel im Mittel zum Ende des festgesetzten Haltbarkeitsdatums auf 0,826 bei der ersten und auf 0,818 bei der zweiten Charge ab. Die a_w -Wert-Verläufe sind in der Abbildung 3 dargestellt.

Abbildung 3: Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen luftgetrockneter Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten



4.2.1.4 Nachweis von *Listeria monocytogenes* in zwei Chargen luftgetrockneter Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Tabelle 10 : Nachweis von *L. monocytogenes*

Charge	Zeitpunkt	qualitativ	quantitativ
1	1	+	< log2
	2	-	-
	3	-	-
2	1	+	< log2
	2	-	-
	3	-	-

(-) nicht nachweisbar

Wie aus der Tabelle 8 ersichtlich, waren bei beiden Chargen nur jeweils zu dem ersten Untersuchungszeitpunkt *L. monocytogenes* in einer Konzentration unterhalb

von log 2 KbE/g nachweisbar. Zu den anderen Untersuchungszeitpunkten konnten keine Listerien nachgewiesen werden.

4.2.1.5 DLG-Qualitätszahl

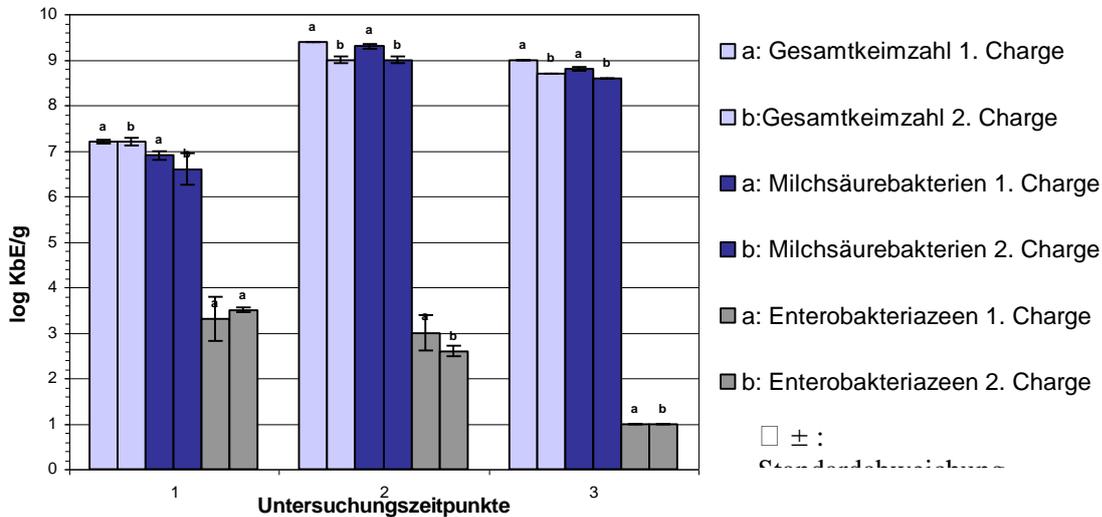
Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt betrug die DLG-Qualitätszahl 4,5, zum dritten Untersuchungszeitpunkt 4,6.

4.2.2 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für schnittfeste Rohwurst in Betrieb B

4.2.2.1 Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen schnittfeste Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten und bei der zweiten Charge 7,2 log KbE/g. Wie aus der Abbildung 4 ersichtlich, stieg sie im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten auf 9,4 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 9,0 log KbE/g an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte der ersten Charge auf 9,0 log KbE/g und die der zweiten Charge auf 8,7 log KbE/g ab. Die Anzahl der Milchsäurebakterien betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten 6,9 log KbE/g und bei der zweiten Charge 6,7 log KbE/g. Sie stieg zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel auf 9,3 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 9,0 an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte bei der ersten auf 8,8 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 8,6 log KbE/g ab. Die Anzahl der Enterobakteriazeen betrug zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel 3,3 log KbE/g und bei der zweiten Charge 3,5 log KbE/g. Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte bei der ersten auf 3,0 KbE/g und bei der zweiten Charge auf 2,6 log KbE/g. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt lagen alle fünf Teilproben der beiden Chargen unterhalb der Nachweisgrenze.

Abbildung 4: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriäzen bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu drei Untersuchungszeitpunkten

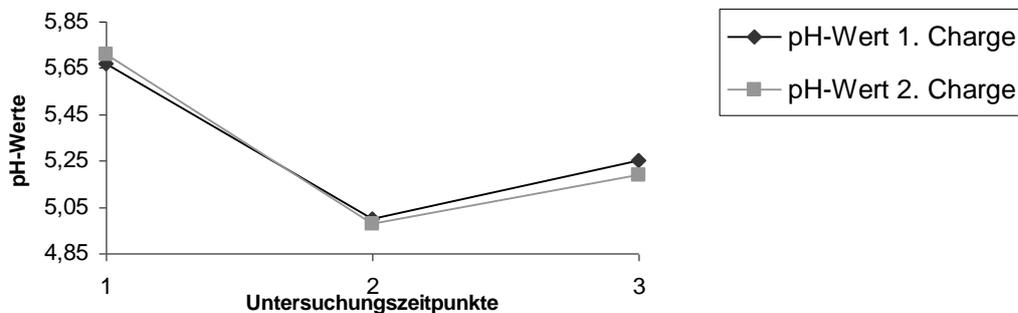


4.2.2.2 Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die pH-Werte lagen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt der ersten Charge bei 5,67 und bei der zweiten Charge bei 5,71, fielen im Mittel beim zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,0 und bei der zweiten Charge auf 4,98 zurück und stiegen im Mittel beim dritten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,25 und bei der zweiten Charge auf 5,19.

Die pH-Wert-Verläufe sind in Abbildung 5 dargestellt.

Abbildung 5: Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten



4.2.2.3 Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten

Der a_w -Wert betrug im Mittel nach der Reifung bei der ersten Charge 0,964 und bei der zweiten Charge 0,969. Er fiel im Mittel zum Ende des festgesetzten Haltbarkeitsdatums auf 0,830 bei der ersten Charge und auf 0,834 bei der zweiten Charge ab.

Die a_w -Wert-Verläufe sind in der Abbildung 6 dargestellt.

Abbildung 6: Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten



4.2.2.4 Nachweis von *Listeria monocytogenes* in zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Tabelle 11: Nachweis von *Listeria monocytogenes*

Charge	Zeitpunkt	qualitativ	quantitativ
1	1	+	< log2
	2	+	< log2
	3	+	< log2
1	1	+	< log2
	2	+	< log2
	3	+	< log2

(-) nicht nachweisbar

Wie aus der Tabelle 11 ersichtlich, waren bei beiden Chargen zu allen drei Untersuchungszeitpunkten *L. monocytogenes* in einer Konzentration von weniger als log 2 KbE/g nachweisbar.

4.2.2.5 DLG-Qualitätszahl

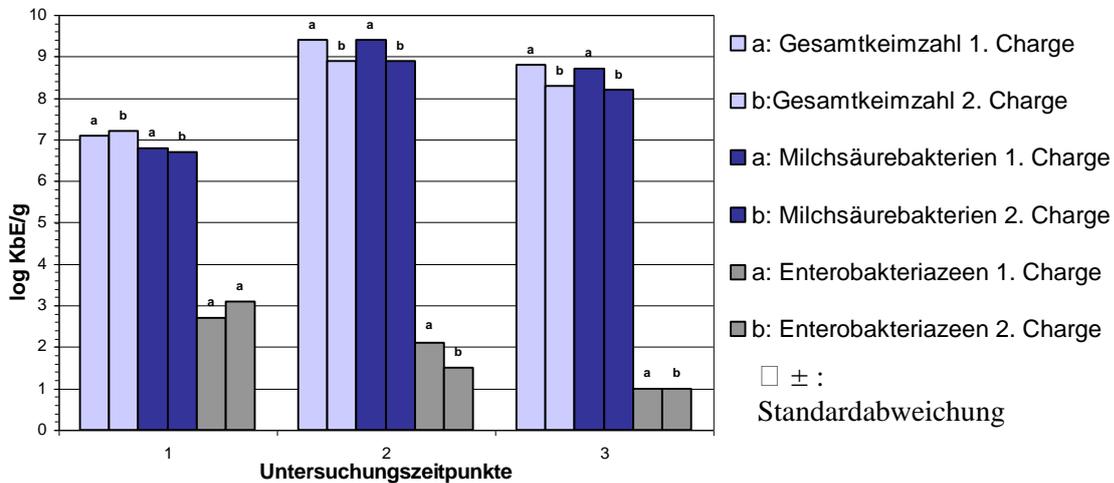
Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt betrug die DLG-Quallitätszahl 4,1, zum dritten Untersuchungszeitpunkt 3,9.

4.2.3 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für Salami in Betrieb B

4.2.3.1 Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge 7,1 log KbE/g und bei der zweiten 7,2 log KbE/g. Sie stieg im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten auf 9,4 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 8,9 log KbE/g an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte der ersten auf 8,8 log KbE/g und die der zweiten Charge auf 8,3 log KbE/g ab. Die Anzahl der Milchsäurebakterien betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten 6,8 log KbE/g und bei der zweiten Charge 6,7 log KbE/g. Sie stieg zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel auf 9,4 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 8,9 an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte bei der ersten auf 8,7 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 8,2 log KbE/g ab. Die Anzahl der Enterobakteriazeen betrug zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel 2,7 log KbE/g und bei der zweiten Charge 3,1 log KbE/g. Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte bei der ersten auf 2,1 KbE/g und bei der zweiten Charge auf 2,0 log KbE/g ab. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt lagen alle fünf Teilproben der beiden Chargen unterhalb der Nachweisgrenze.

Abbildung 7: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriäzen bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

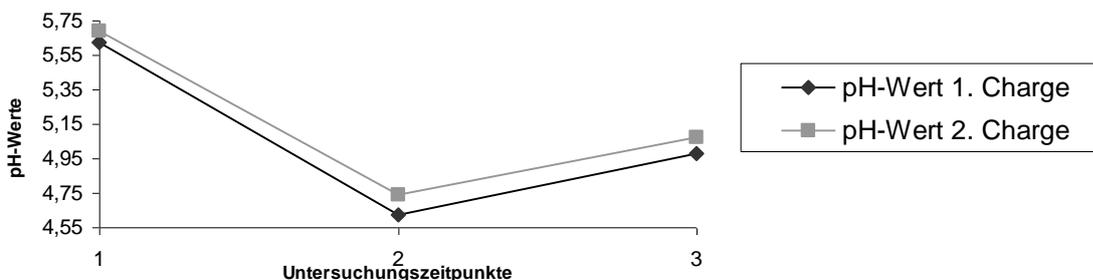


4.2.3.2 Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen Salami zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die pH-Werte lagen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt der ersten Charge bei 5,62 und bei der zweiten Charge bei 5,69, fielen im Mittel beim zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 4,62 und bei der zweiten Charge auf 4,74 zurück und stiegen im Mittel beim dritten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 4,98 und bei der zweiten Charge auf 5,07 an.

Die pH-Wert-Verläufe sind in Abbildung 8 dargestellt.

Abbildung 8: Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen Salami zu den drei Untersuchungszeitpunkten

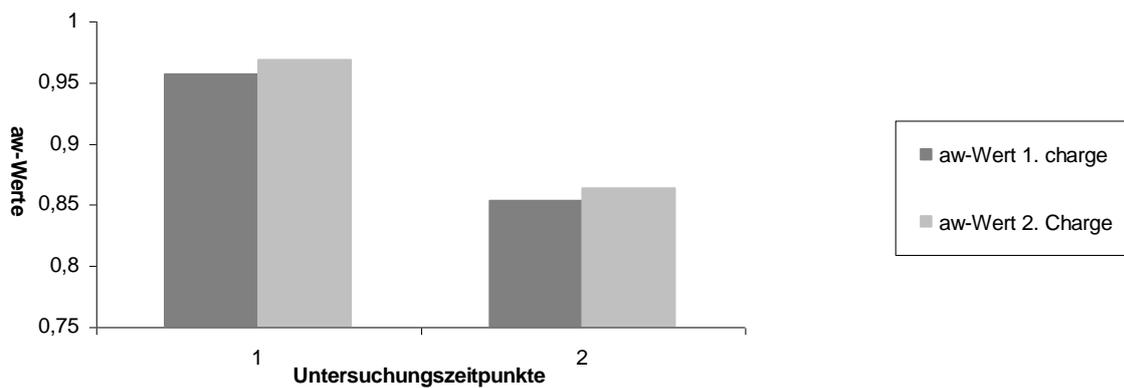


4.2.3.3 Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen Salami zu den zwei Untersuchungszeitpunkten

Der a_w -Wert betrug im Mittel nach der Reifung bei der ersten Charge 0,964 und bei der zweiten Charge 0,969. Er fiel im Mittel zum Ende des festgesetzten Haltbarkeitsdatums auf 0,830 bei der ersten Charge und auf 0,834 bei der zweiten Charge.

Die a_w -Wert-Verläufe sind in der Abbildung 9 dargestellt.

Abbildung 9: Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen Salami zu den zwei Untersuchungszeitpunkten



4.2.3.4 Nachweis von *Listeria monocytogenes* in zwei Chargen luftgetrockneter Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Tabelle11: Nachweis von *L. monocytogenes*

Charge	Zeitpunkt	<i>Listeria monocytogenes</i>	
		qualitativ	quantitativ
1	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
2	1	+	< log2
	2	-	-
	3	-	-

(-) nicht nachweisbar

Wie aus der Tabelle 11 ersichtlich, konnte lediglich bei der zweiten Charge zu dem erstem Untersuchungszeitpunkt *L. monocytogenes* in einer Konzentration unterhalb $\log 2$ KbE/g nachgewiesen werden.

4.2.3.5 DLG-Qualitätszahl

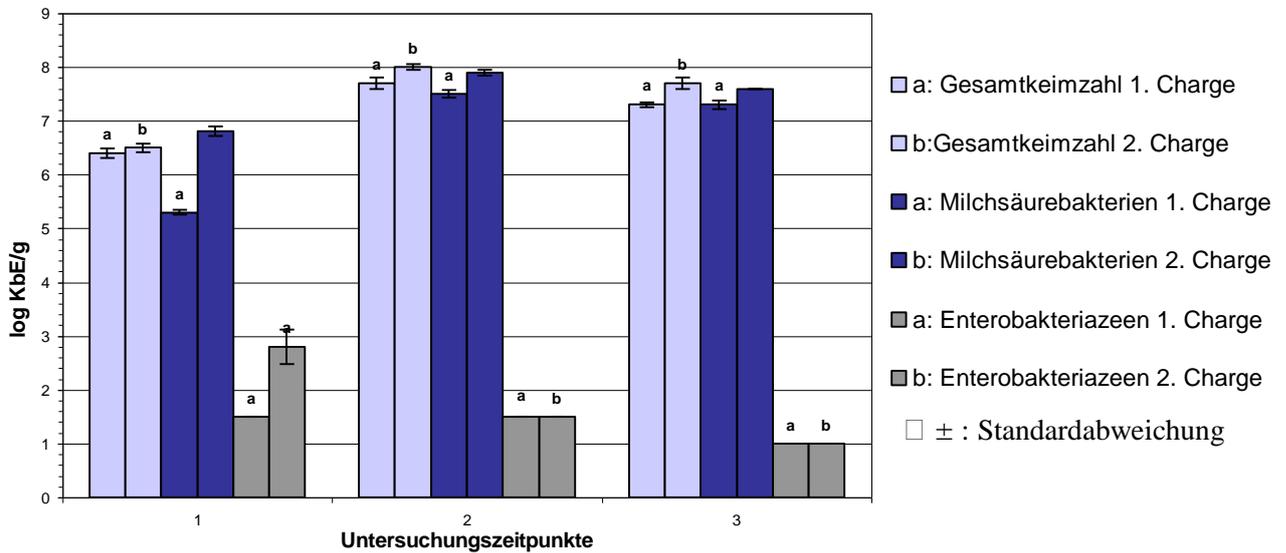
Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt betrug die DLG-Quallitätszahl 3,7, zum dritten Untersuchungszeitpunkt 3,5.

4.2.4 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für schnittfeste Rohwurst in Betrieb C

4.2.4.1 Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge 6,4 log KbE/g und bei der zweiten Charge 6,5 log KbE/g. Sie stieg im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten auf 7,7 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 8,0 log KbE/g an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte der ersten auf 7,3 log KbE/g und die der zweiten Charge auf 7,7 log KbE/g ab. Die Anzahl der Milchsäurebakterien betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten 5,3 log KbE/g und bei der zweiten Charge 6,8 log KbE/g. Sie stieg zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel auf 7,5 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,9 an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte bei der ersten auf 7,3 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,6 log KbE/g ab. Während die Anzahl der Enterobakteriazeen zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der zweiten Charge im Mittel 2,8 log KbE/g, lagen bei der ersten Charge zwei der fünf Einheiten unterhalb der Nachweisgrenze. Beim zweiten Untersuchungszeitpunkt lagen bei der ersten Charge zwei und bei der zweiten Charge eine der fünf Einheiten unterhalb der Nachweisgrenze. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt lagen alle fünf Teilproben der beiden Chargen unterhalb der Nachweisgrenze.

Abbildung 10: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriäzen bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

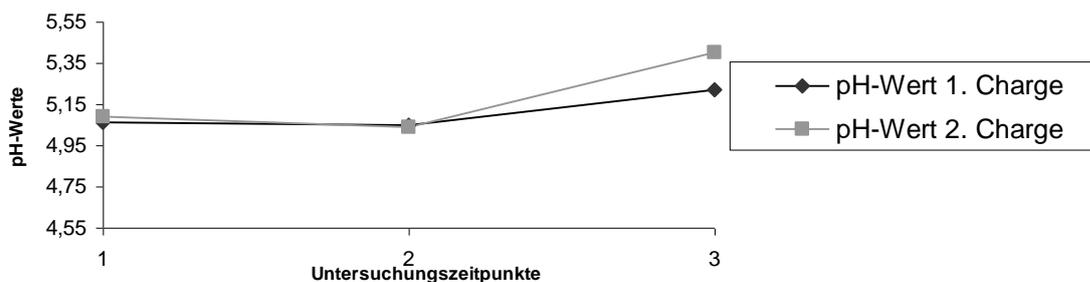


4.2.4.2 Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die pH-Werte lagen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt der ersten Charge bei 5,06 und bei der zweiten Charge bei 5,09, fielen im Mittel beim zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,05 und bei der zweiten Charge auf 5,04 zurück und stiegen im Mittel beim dritten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,22 und bei der zweiten Charge auf 5,4 an.

Die pH-Wert-Verläufe sind in Abbildung 11 dargestellt.

Abbildung 11: Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

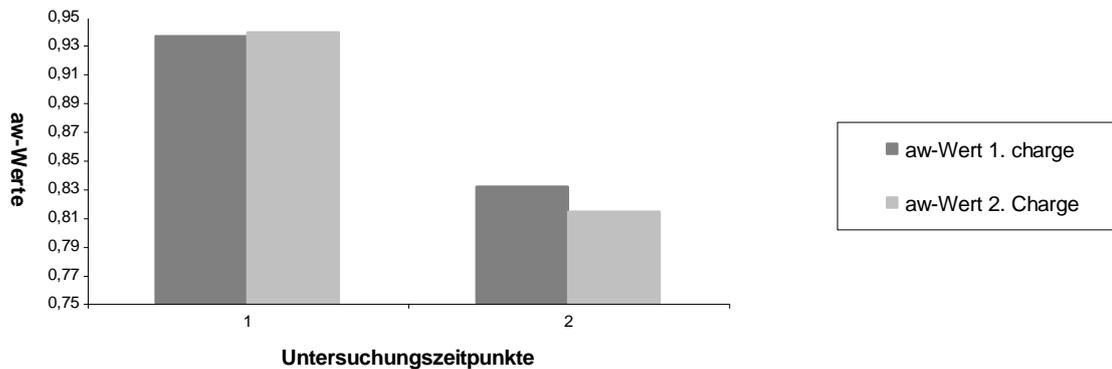


4.2.4.3 Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten

Der a_w -Wert betrug im Mittel nach der Reifung bei der ersten Charge 0,938 und bei der zweiten Charge 0,939. Er fiel im Mittel zum Ende des festgesetzten Haltbarkeitsdatums auf 0,831 bei der ersten Charge und auf 0,814 bei der zweiten Charge ab.

Die a_w -Wert-Verläufe sind in der Abbildung 12 dargestellt.

Abbildung 12: Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten



4.2.4.4 Nachweis von *Listeria monocytogenes* in zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Tabelle 12 : Nachweis von *L. monocytogenes*

Charge	Zeitpunkt	qualitativ	quantitativ
1	1	+	< log2
	2	-	-
	3	-	-
2	1	+	< log2
	2	-	-
	3	-	-

(-) nicht nachweisbar

Wie aus der Tabelle 12 ersichtlich, konnte bei beiden Chargen jeweils nur zu dem ersten Untersuchungszeitpunkt *L. monocytogenes* in einer Konzentration unterhalb von \log_2 KbE/g nachgewiesen werden

4.2.4.5 DLG-Qualitätszahl

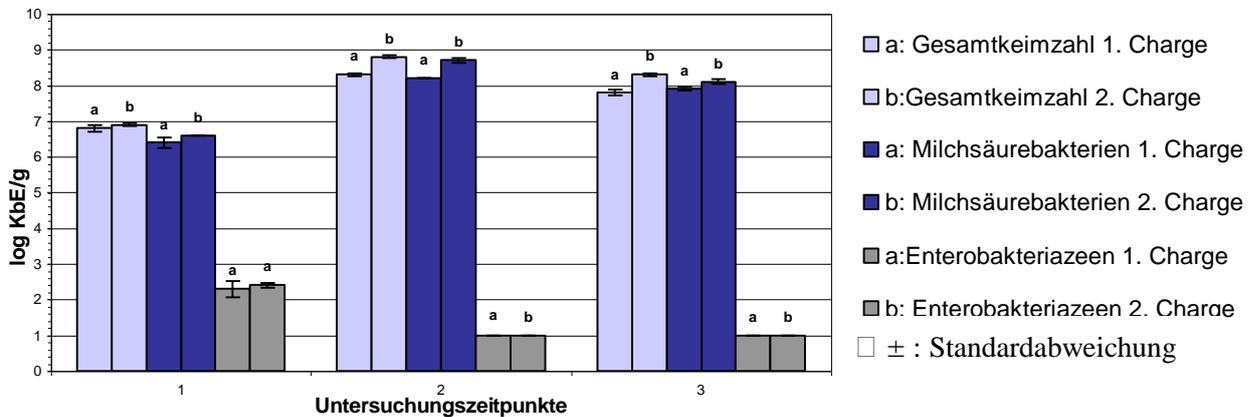
Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt betrug die DLG-Quallitätszahl 4,6, zum dritten Untersuchungszeitpunkt 4,6.

4.2.5 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für schnittfeste Rohwurst in Betrieb D

4.2.5.1 Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten 6,8 log KbE/g und bei der zweiten Charge 6,9 log KbE/g. Sie stieg im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten auf 8,3 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 8,8 log KbE/g an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte der ersten auf 7,8 log KbE/g und die der zweiten Charge auf 8,3 log KbE/g ab. Die Anzahl der Milchsäurebakterien betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten 6,4 log KbE/g und bei der zweiten Charge 6,6 log KbE/g. Sie stieg zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel auf 8,2 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 8,7 an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte bei der ersten auf 7,9 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 8,1 log KbE/g ab. Der Gehalt der Enterobakteriazeen zum ersten Untersuchungszeitpunkt betrug bei der ersten im Mittel 2,3 log KbE/g und bei der zweiten Charge bei 2,4 KbE/g. Zum zweiten und dritten Untersuchungszeitpunkt lagen alle fünf Teilproben beider Chargen unterhalb der Nachweisgrenze.

Abbildung 13: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriäzen bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

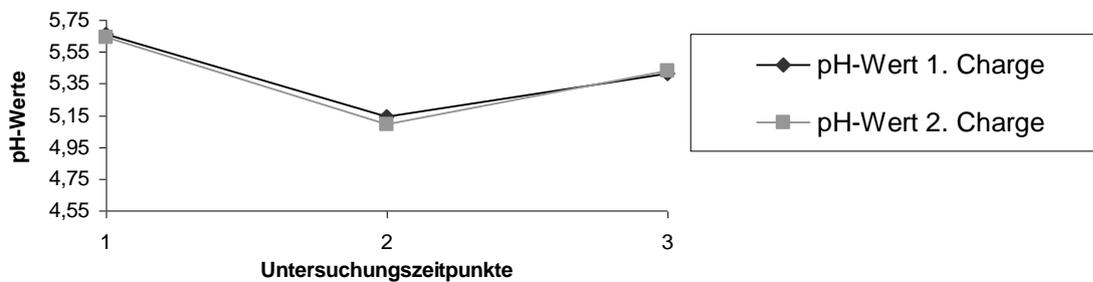


4.2.5.2 Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die pH-Werte lagen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt der ersten Charge bei 5,66 und bei der zweiten Charge bei 5,64, fielen im Mittel beim zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,14 und bei der zweiten Charge auf 5,09 zurück und stiegen im Mittel beim dritten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,41 und bei der zweiten Charge auf 5,43 an.

Die pH-Wert-Verläufe sind in Abbildung 14 dargestellt.

Abbildung 14: Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

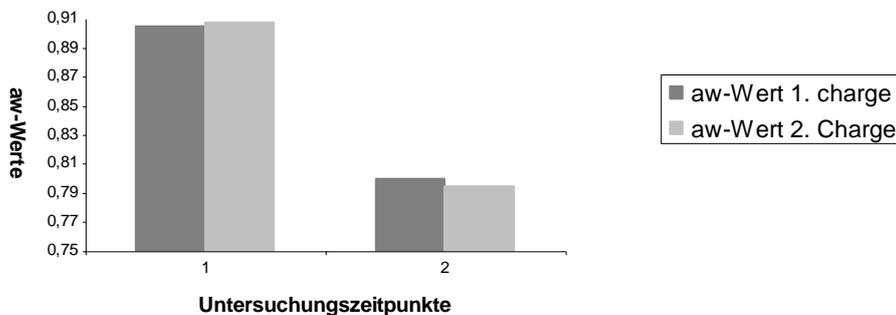


4.2.5.3 Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten

Der a_w -Wert betrug im Mittel nach der Reifung bei der ersten Charge 0,904 und bei der zweiten Charge 0,907. Er fiel im Mittel zum Ende des festgesetzten Haltbarkeitsdatums auf 0,799 bei der ersten Charge und auf 0,794 bei der zweiten Charge ab.

Die a_w -Wert-Verläufe sind in der Abbildung 15 dargestellt.

Abbildung 15: Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten



4.2.5.4 Nachweis von *Listeria monocytogenes* in zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Tabelle 13 : Nachweis von *L. monocytogenes*

Charge	Zeitpunkt	qualitativ	quantitativ
1	1	+	< log2
	2	+	< log2
	3	-	-
2	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-

(-) nicht nachweisbar

Wie aus der Tabelle 13 ersichtlich, konnte nur bei der ersten Charge zu den ersten beiden Untersuchungszeitpunkten *L. monocytogenes* in einer Konzentration unterhalb von log 2 KbE/g nachgewiesen werden. Bei der zweiten Charge konnte kein positiver Nachweis erbracht werden.

4.2.5.5 DLG-Qualitätszahl

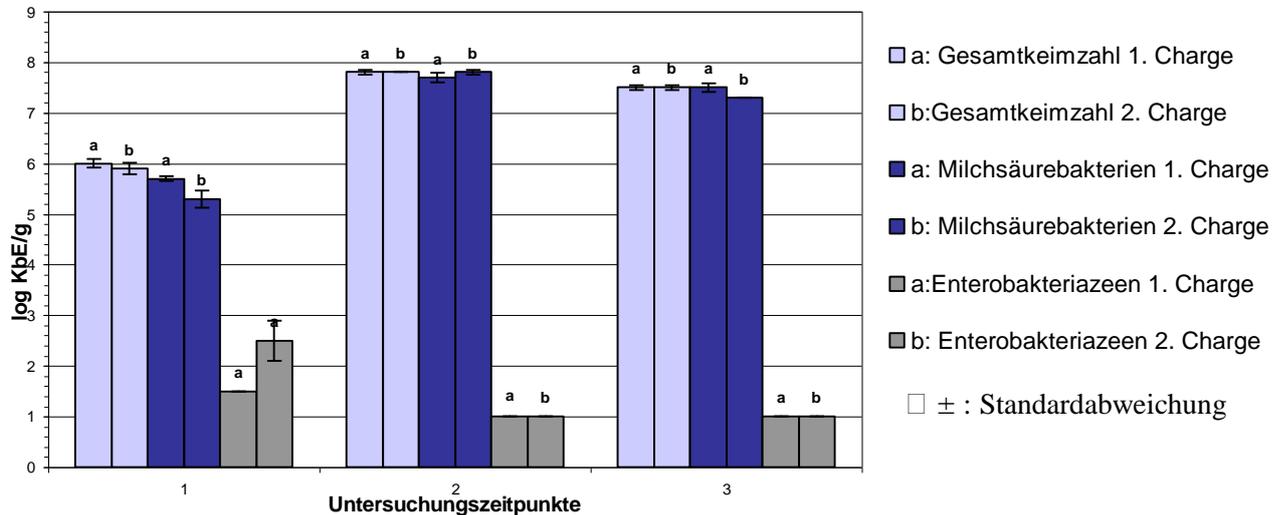
Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt betrug die DLG-Quallitätszahl 4,2, zum dritten Untersuchungszeitpunkt 4,2.

4.2 6 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für schnittfeste Rohwurst in Betrieb E

4.2.6.1 Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge 6,0 log KbE/g und bei der zweiten Charge 5,9 log KbE/g. Sie stieg im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten und zweiten Charge auf 7,8 log KbE/g an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte beider Chargen auf 7,3 log KbE/g ab. Die Anzahl der Milchsäurebakterien betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten 5,7 log KbE/g und bei der zweiten Charge 5,3 log KbE/g. Sie stieg zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel auf 7,7 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,8 an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt fielen die Werte bei der ersten auf 7,5 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,3 log KbE/g ab. Während die Gehalt der Enterobakteriazeen zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der zweiten Charge im Mittel 2,5 log KbE/g, lagen bei der ersten Charge zwei von den fünf Einheiten unterhalb der Nachweisgrenze. Zum zweiten und dritten Untersuchungszeitpunkt lagen alle fünf Teilproben beider Chargen unterhalb der Nachweisgrenze.

Abbildung 16: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriäzen bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

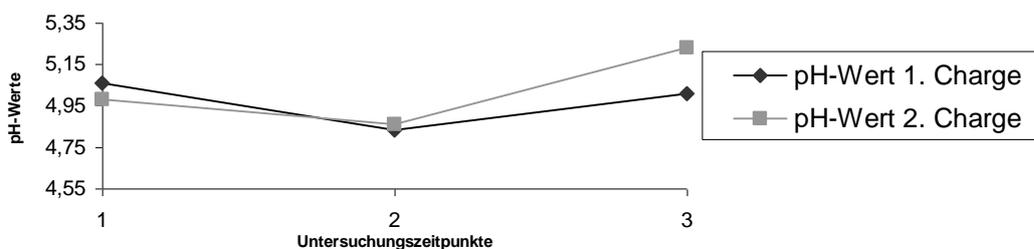


4.2.6.2 Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die pH-Werte lagen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt der ersten Charge bei 5,06 und bei der zweiten Charge bei 4,99 fielen im Mittel beim zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 4,83 und bei der zweiten Charge auf 4,86 zurück und stiegen im Mittel beim dritten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,01 und bei der zweiten Charge auf 5,24 an.

Die pH-Wert-Verläufe sind in Abbildung 17 dargestellt.

Abbildung 17: Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

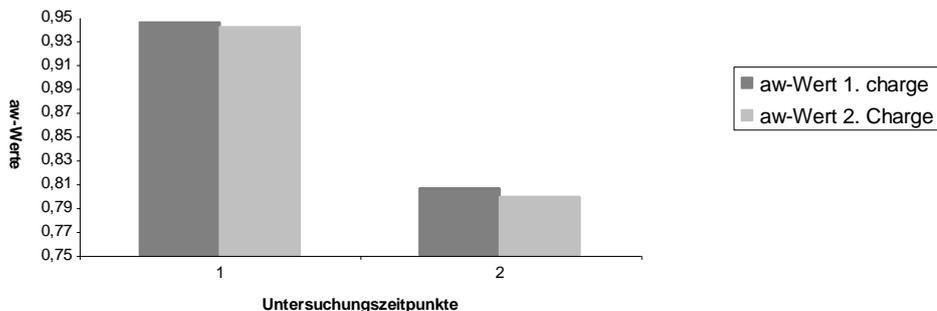


4.2.6.3 Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Der a_w -Wert betrug im Mittel nach der Reifung bei der ersten Charge 0,945 und bei der zweiten Charge 0,941. Er fiel im Mittel zum Ende des festgesetzten Haltbarkeitsdatums auf 0,806 bei der ersten Charge und auf 0,799 bei der zweiten Charge ab.

Die a_w -Wert-Verläufe sind in der Abbildung 18 dargestellt.

Abbildung 18: Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen schnittfester Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten



4.2.6.4 Nachweis von *Listeria monocytogenes* in zwei Chargen luftgetrockneter Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Tabelle 14: Nachweis von *L. monocytogenes*

Charge	Zeitpunkt	qualitativ	quantitativ
1	1	+	< log2
	2	-	
	3	-	-
1	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-

(-) nicht nachweisbar

Wie aus der Tabelle 14 ersichtlich, konnte lediglich bei der ersten Charge zu dem ersten Untersuchungszeitpunkt *L. monocytogenes* in einer Konzentration unterhalb von log 2 .KbE/g nachgewiesen werden

4.2.6.5 DLG-Qualitätszahl

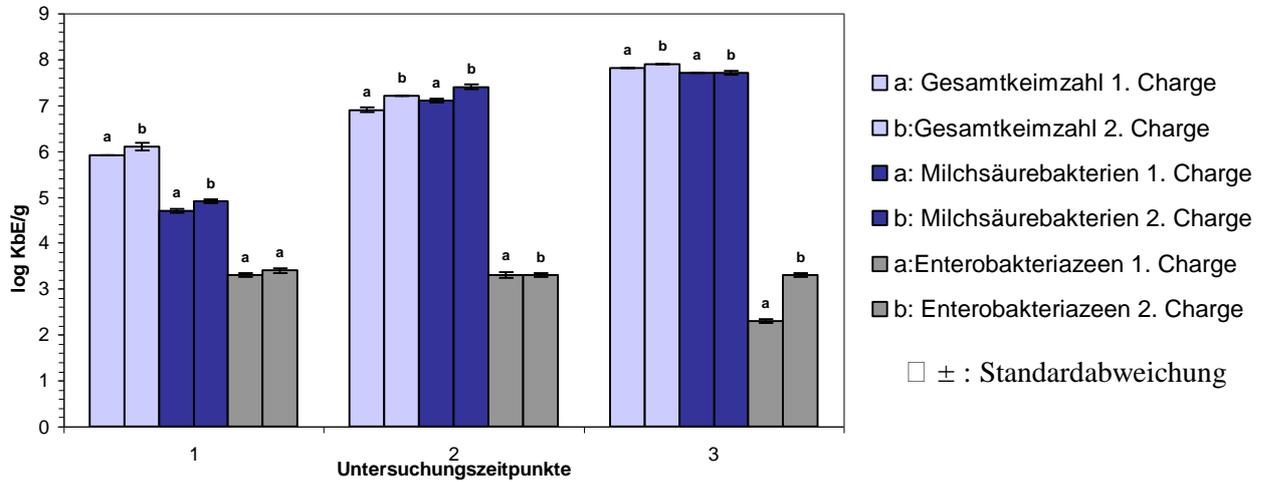
Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt betrug die DLG-Qualitätszahl 5,0 zum dritten Untersuchungszeitpunkt 4,6.

4.2.7 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für streichfähige Rohwurst in Betrieb B

4.2.7.1 Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge 5,9 log KbE/g und bei der zweiten Charge 6,1 log KbE/g. Sie stieg im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten auf 6,9 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,2 log KbE/g an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt stiegen die Werte der ersten mit 7,8 log KbE/g und der zweiten Charge mit 7,9 log KbE/g weiter an. Die Anzahl der Milchsäurebakterien betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten 4,7 log KbE/g und bei der zweiten Charge 4,9 log KbE/g. Sie stieg zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei beiden Chargen im Mittel auf 7,4 log KbE/g. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt stiegen die Werte weiter an und zwar bei der ersten auf 7,5 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,3 log KbE/g. Der Gehalt an Enterobakteriazeen betrug zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel 3,3 log KbE/g und bei der zweiten Charge 3,4 log KbE/g. Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt blieben sie mit Gehalten von 3,3 log bei beiden Chargen nahezu unverändert. Während bei der ersten Charge der Gehalt zum dritten Untersuchungszeitpunkt im Mittel auf 2,3 log KbE/g fiel, blieben die Werte für die zweite Charge zu diesem Untersuchungszeitpunkt unverändert.

Abbildung 19: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriäzen bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

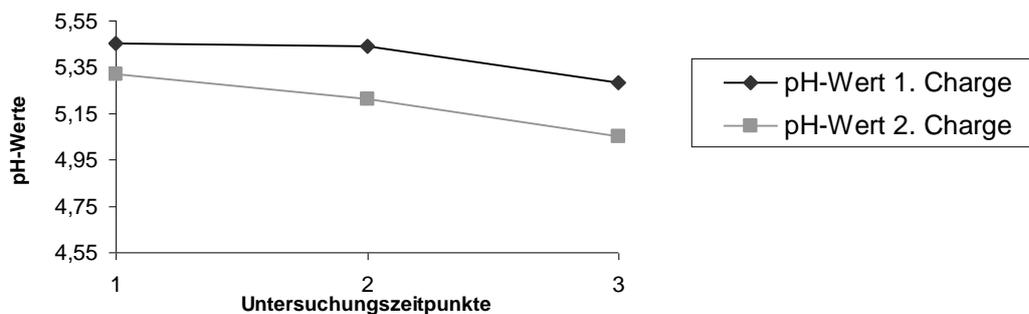


4.2.7.2 Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die pH-Werte lagen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt der ersten Charge bei 5,45 und bei der zweiten Charge bei 5,32, fielen im Mittel beim zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge geringfügig auf 5,44 und bei der zweiten Charge auf 5,21. Sie fielen zum dritten Untersuchungszeitpunkt bei beiden Chargen weiter ab, und zwar bei der ersten Charge auf 5,28 und bei der zweiten Charge auf 5,05.

Die pH-Wert-Verläufe sind in Abbildung 20 dargestellt.

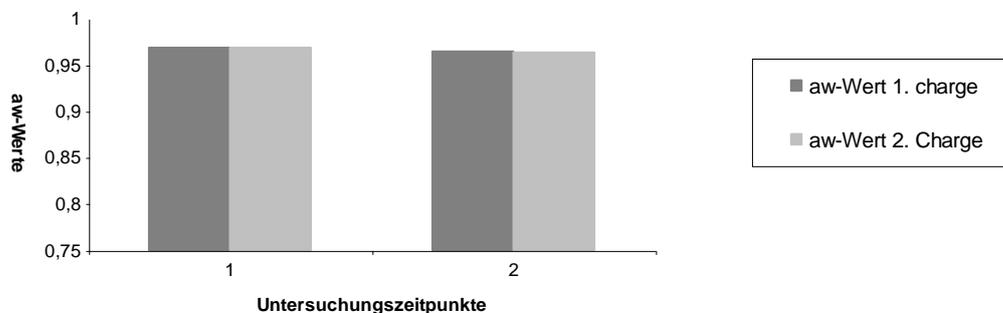
Abbildung 20: Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten



4.2.7.3 Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten

Der a_w -Wert betrug im Mittel nach der Reifung bei beiden Chargen 0,968. Er blieb im Mittel zum Ende des festgesetzten Haltbarkeitsdatums mit Werten von 0,964 bei der ersten Charge und von 0,963 bei der zweiten Charge nahezu unverändert. Die a_w -Wert-Verläufe sind in der Abbildung 21 dargestellt.

Abbildung 21: Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten



4.2.7.4 Nachweis von *Listeria monocytogenes* in zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Tabelle 15: Nachweis von *L. monocytogenes*

Charge	Zeitpunkt	qualitativ	quantitativ
1	1	+	< log2
1	2	+	< log2
2	1	+	< log2
2	2	-	-

(-) nicht nachweisbar

Wie aus der Tabelle 15 ersichtlich, konnte bei beiden Chargen zu dem ersten Untersuchungszeitpunkt und bei der ersten Charge zusätzlich am Ende der festgesetzten Haltbarkeit *L. monocytogenes* in einer Konzentration unterhalb von log 2 KbE/g nachgewiesen werden.

4.2.7.5 DLG-Qualitätszahl

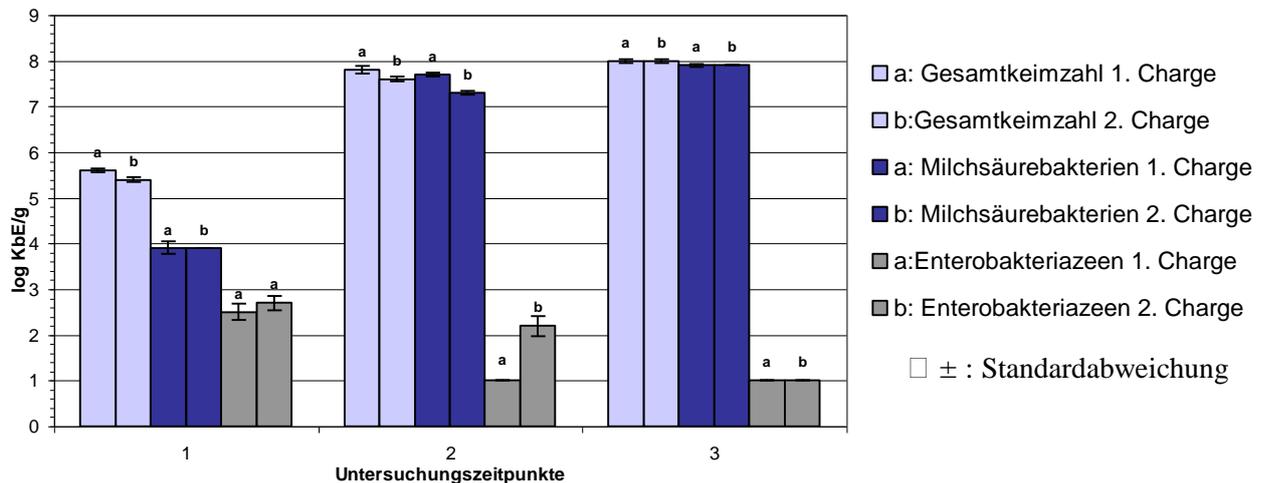
Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt betrug die DLG-Qualitätszahl 3,8 zum dritten Untersuchungszeitpunkt 3,8.

4.2.8 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für streichfähige Rohwurst in Betrieb C

4.2.8.1 Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten 5,6 log KbE/g und bei der zweiten Charge 5,4 log KbE/g. Sie stieg im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten auf 7,8 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,6 log KbE/g an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt stiegen die Werte der beiden Chargen mit 8,0 log KbE/g weiter an. Die Anzahl der Milchsäurebakterien betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei beiden Chargen 3,9 log KbE/g. Der Gehalt stieg zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel auf 7,7 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,3 log KbE/g. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt stiegen die Werte weiter an und zwar bei beiden Chargen auf 7,9 log KbE/g. Der Gehalt an Enterobakteriazeen betrug zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel 2,5 log KbE/g und bei der zweiten Charge 2,7 log KbE/g. Während zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der zweiten Charge im Mittel noch 2,2 log KbE/G nachzuweisen waren, lagen zu diesem Zeitpunkt bei der ersten Charge alle Werte unterhalb der Nachweisgrenze. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt lagen eingezogenen Würste beider Chargen unterhalb der Nachweisgrenze.

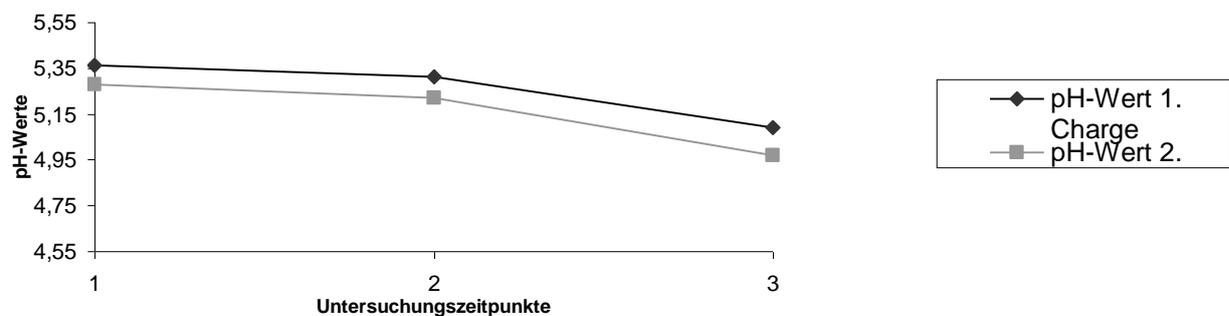
Abbildung 22: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriäzen bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten



4.2.8.2 Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die pH-Werte lagen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt der ersten Charge bei 5,36 und bei der zweiten Charge bei 5,28. Sie fielen im Mittel beim zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,31 und bei der zweiten Charge auf 5,22. Sie fielen zum dritten Untersuchungszeitpunkt bei beiden Chargen weiter ab, und zwar bei der ersten Charge auf 5,09 und bei der zweiten Charge auf 4,97. Die pH-Wert-Verläufe sind in Abbildung 23 dargestellt.

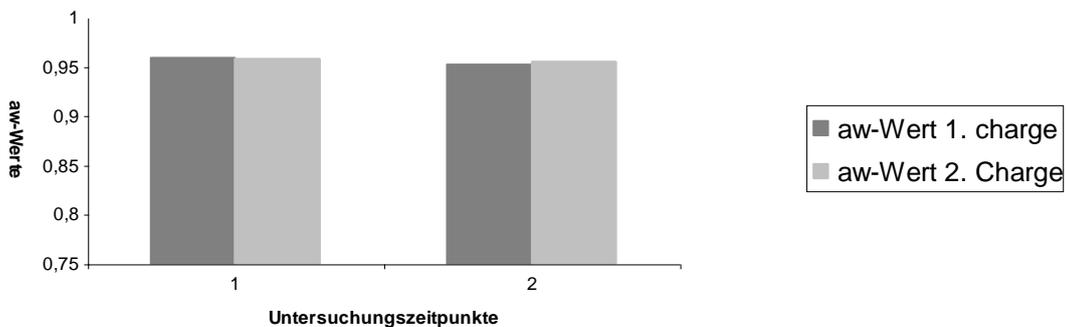
Abbildung 23: Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten



4.2.8.3 Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten

Der a_w -Wert nach der Reifung im Mittel bei beiden Chargen mit Werten von 0,958 und 0,957 nahezu gleich. Er blieb im Mittel zum Ende des festgesetzten Haltbarkeitsdatums mit Werten von 0,952 bei der ersten Charge und von 0,954 bei der zweiten Charge nahezu unverändert. Die a_w -Wert-Verläufe sind in der Abbildung 24 dargestellt.

Abbildung 24: Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten



4.2.8.4 Nachweis von *Listeria monocytogenes* in zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Tabelle 16: Nachweis von *L. monocytogenes*

Charge	Zeitpunkt	qualitativ	quantitativ
1	1	-	-
1	2	-	-
2	1	-	-
2	2	-	-

(-) nicht nachweisbar

Wie aus der Tabelle 16 ersichtlich, konnte bei beiden Chargen kein positiver Nachweis von *L. monocytogenes* erbracht werden.

4.1.8.5 DLG-Qualitätszahl

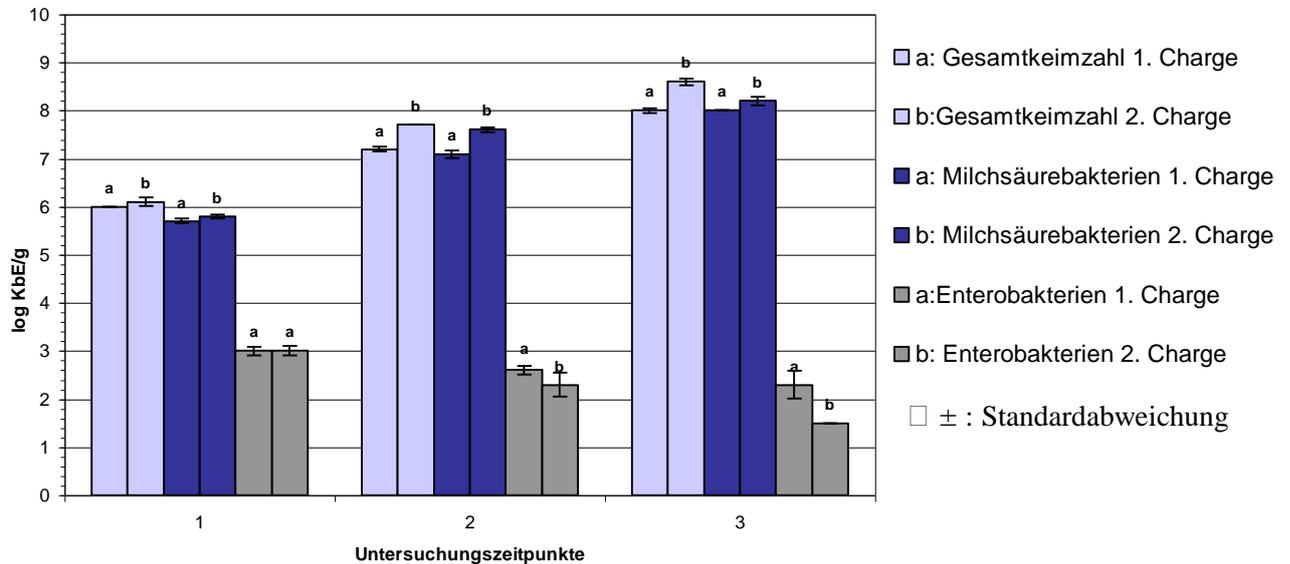
Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt betrug die DLG-Quallitätszahl 4,6 und zum dritten Untersuchungszeitpunkt ebenfalls 4,6.

4.2.9 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für streichfähige Rohwurst in Betrieb D

4.2.9.1 Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu drei Untersuchungszeitpunkten

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge 6,0 log KbE/g und bei der zweiten Charge 6,1 log KbE/g. Sie stieg im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten auf 7,2 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,7 log KbE/g an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt stiegen die Werte beider Chargen mit 8,0 log KbE/g bei der ersten und 8,6 log KbE/g bei der zweiten Charge weiter an. Die Anzahl der Milchsäurebakterien betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten 5,7 KbE/g. und bei der zweiten Charge 5,8 log KbE/g. Der Gehalt stieg zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel auf 7,1 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,6 log KbE/g. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt stiegen die Werte weiter an und zwar bei der ersten auf 8,0 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 8,2 log KbE/g. Der Gehalt an Enterobakteriazeen betrug zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei beiden Chargen im Mittel 3,0 log KbE/g. Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt waren bei der ersten 2,6 log KbE/g und bei der zweiten Charge 2,3 log KbE/g festzustellen. Während zum dritten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge im Mittel noch 2,3 log KbE/g nachzuweisen waren, lag zu diesem Zeitpunkt bei der zweiten Charge eine von den fünf Einheiten unterhalb der Nachweisgrenze.

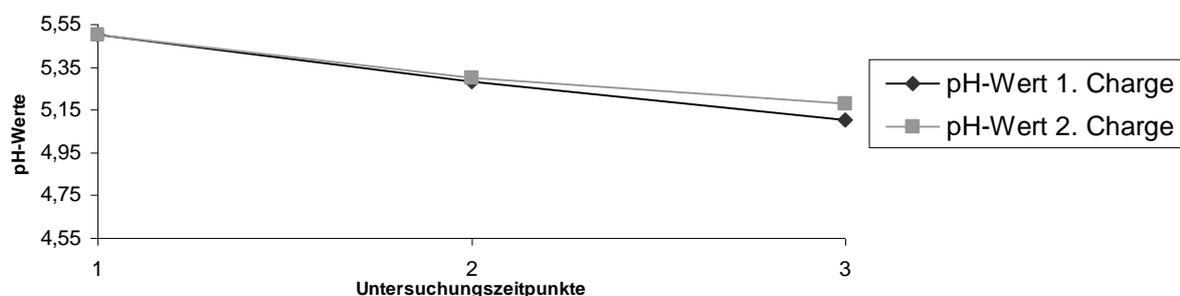
Abbildung 25: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu drei Untersuchungszeitpunkten



4.2.9.2 Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die pH-Werte lagen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt der ersten Charge bei 5,6 und bei der zweiten Charge bei 5,5. Sie fielen im Mittel beim zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,28 und bei der zweiten Charge auf 5,3. Sie fielen zum dritten Untersuchungszeitpunkt bei beiden Chargen weiter ab, und zwar bei der ersten Charge auf 5,1 und bei der zweiten Charge auf 5,18. Die pH-Wert-Verläufe sind in Abbildung 26 dargestellt.

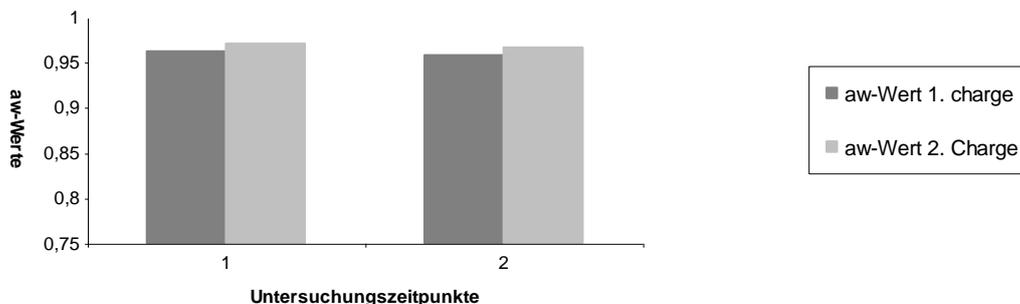
Abbildung 26: Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten



4.2.9.3 Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten

Der a_w -Wert nach der Reifung im Mittel bei beiden Chargen mit Werten von 0,962 und 0,97 nahezu gleich. Er blieb im Mittel zum Ende des festgesetzten Haltbarkeitsdatums mit Werten von 0,958 bei der ersten Charge und von 0,966 bei der zweiten Charge nahezu unverändert. Die a_w -Wert-Verläufe sind in der Abbildung 27 dargestellt.

Abbildung 27: Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen luftgetrockneter Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten



4.2.9.4 Nachweis von *Listeria monocytogenes* in zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Tabelle 17 : Nachweis von *L. monocytogenes*

Charge	Zeitpunkt	qualitativ	quantitativ
1	1	-	-
1	2	-	-
2	1	-	-
2	2	-	-

(-) nicht nachweisbar

Wie aus der Tabelle 17 ersichtlich, konnte bei beiden Chargen zu keinem Untersuchungszeitpunkt *L. monocytogenes* nachgewiesen werden.

4.2.9.5 DLG-Qualitätszahl

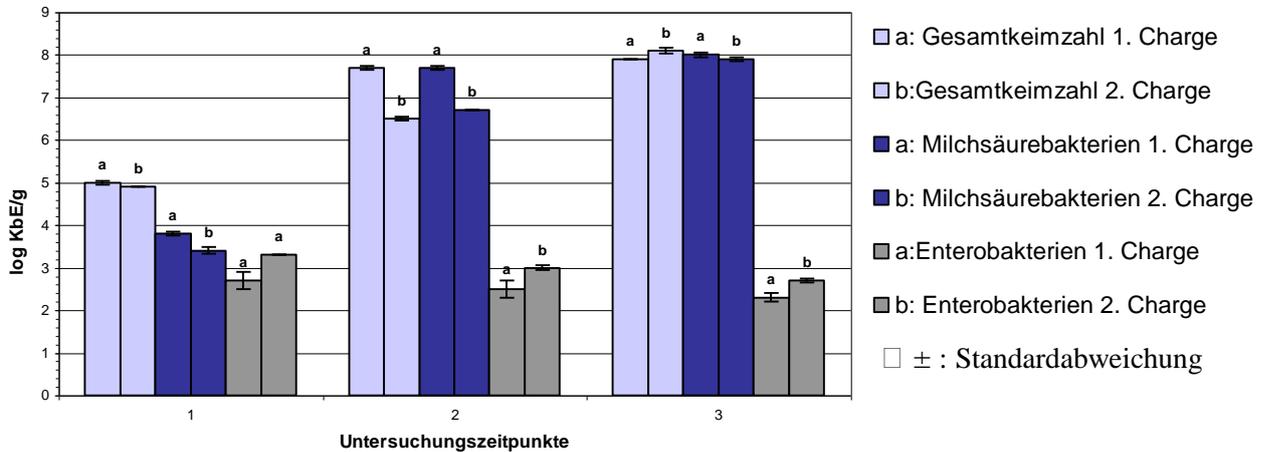
Zum zweiten und dritten Untersuchungszeitpunkt betrug die DLG-Quallitätszahl 5,0.

4.2.10 Mikrobiologische Ergebnisse und intrinsische Parameter für streichfähige Rohwurst in Betrieb E

4.2.10.1 Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge 5,0 log KbE/g und bei der zweiten Charge 4,9 log KbE/g. Sie stieg im Mittel zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten auf 7,7 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 6,5 log KbE/g an. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt stiegen die Werte beider Chargen mit 7,9 log KbE/g bei der ersten Charge und 8,1 log KbE/g bei der zweiten Charge weiter an. Die Anzahl der Milchsäurebakterien betrug im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten 3,8 KbE/g. und bei der zweiten Charge 3,4 log KbE/g. Der Gehalt stieg zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel auf 7,7 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 6,7 log KbE/g. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt stiegen die Werte weiter an und zwar bei der ersten auf 8,0 log KbE/g und bei der zweiten Charge auf 7,9 log KbE/g. Der Gehalt an Enterobakteriazeen betrug zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten im Mittel 2,7 log KbE/g und bei der zweiten Charge 3,3 log KbE/g. Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt waren bei der ersten Charge 2,5 log KbE/g und bei der zweiten Charge 3,0 log KbE/g. Während zum dritten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge im Mittel 2,3 log KbE/g nachzuweisen waren, lag der Gehalt zu diesem Zeitpunkt bei der zweiten Charge bei 2,7 log KbE/g.

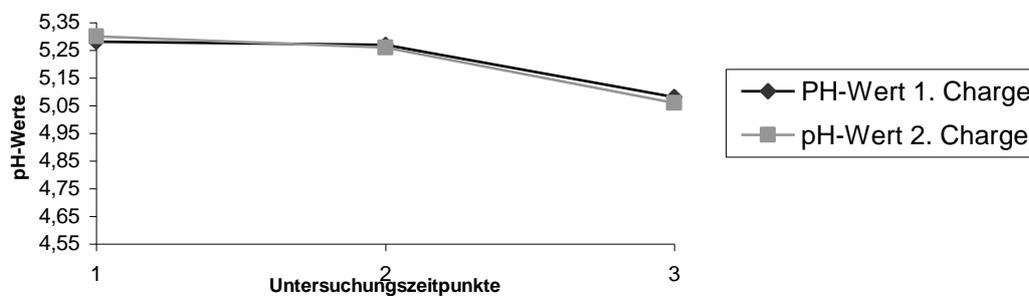
Abbildung 28: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl, der Milchsäurebakterien und der Enterobakteriazeen bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten



4.2.10.2 Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die pH-Werte lagen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt der ersten Charge bei 5,28 und bei der zweiten Charge bei 5,3. Sie fielen im Mittel beim zweiten Untersuchungszeitpunkt bei der ersten Charge auf 5,27 und bei der zweiten Charge auf 5,26. Sie fielen zum dritten Untersuchungszeitpunkt bei beiden Chargen weiter ab, und zwar bei der ersten Charge auf 5,08 und bei der zweiten Charge auf 5,06. Die pH-Wert-Verläufe sind in Abbildung 29 dargestellt.

Abbildung 29: Verlauf des pH-Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

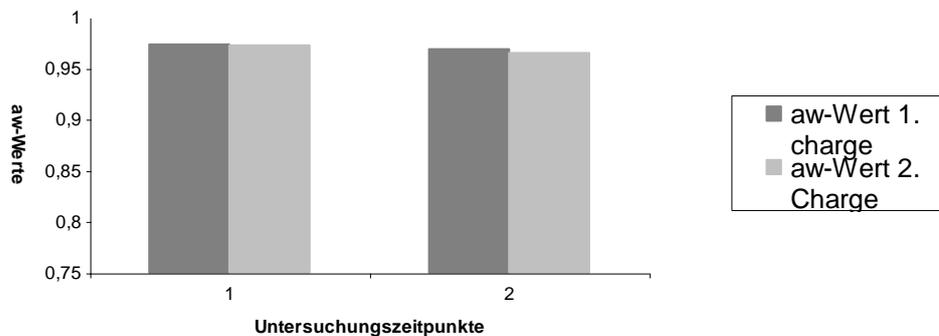


4.2.10.3 Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten

Der a_w -Wert nach der Reifung im Mittel bei beiden Chargen mit Werten von 0,973 und 0,972 nahezu gleich. Er blieb im Mittel zum Ende des festgesetzten Haltbarkeitsdatums mit Werten von 0,969 bei der ersten Charge und von 0,965 bei der zweiten Charge nahezu unverändert.

Die a_w -Wert-Verläufe sind in der Abbildung 30 dargestellt.

Abbildung 30: Verlauf des a_w -Wertes bei zwei Chargen streichfähiger Rohwurst zu den zwei Untersuchungszeitpunkten



4.2.10.4 Tabelle 18 : Nachweis von *L. monocytogenes*

Charge	Zeitpunkt	qualitativ	quantitativ
1	1	-	-
1	2	-	-
2	1	-	-
2	2	-	-

(-) nicht nachweisbar

Wie aus der Tabelle 18 ersichtlich, konnte bei beiden Chargen zu keinem Untersuchungszeitpunkt *L. monocytogenes* nachgewiesen werden.

4.2.10.5 DLG-Qualitätszahl

Zum zweiten und dritten Untersuchungszeitpunkt betrug die DLG-Quallitätszahl 4,5.

4.3.1 Hygienestatus der schnittfesten Rohwürste

Die Zu- und Abnahme der aeroben mesophilen Keimzahl und der Milchsäurebakterien waren, unabhängig vom Betrieb, innerhalb einer Produktgruppe sehr ähnlich. Dieses wird beispielhaft für die 1. Charge in der [Abbildung 31](#) anhand der Gesamtkeimzahl und in [Abbildung 32](#) für die Milchsäurebildner verdeutlicht.

Während in dieser Produktgruppe die Gesamtkeimzahl um 1,3 bis 2,6 log KbE/g und die Milchsäurebildner um 1,8 bis 2,6 log KbE/g zwischen dem 1. und 2. Untersuchungszeitpunkt zunahm, fielen die aerobe mesophile Keimzahl um 0,3 bis 0,6 log KbE/g und die Milchsäurebildner um 0,2 bis 0,7 log KbE/g zwischen dem 2. und 3. Untersuchungszeitpunkt. Diese Mikrofloraentwicklung ist mit denjenigen der 2. Charge vergleichbar. Sie belegen insgesamt die kontrollierten Reifungsvorgänge der einbezogenen Rohwürste.

Abbildung 31: Zu- bzw. Abnahme der aeroben mesophilen Keimzahl (log KbE/g) bei schnittfesten Rohwürsten (n=6) zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

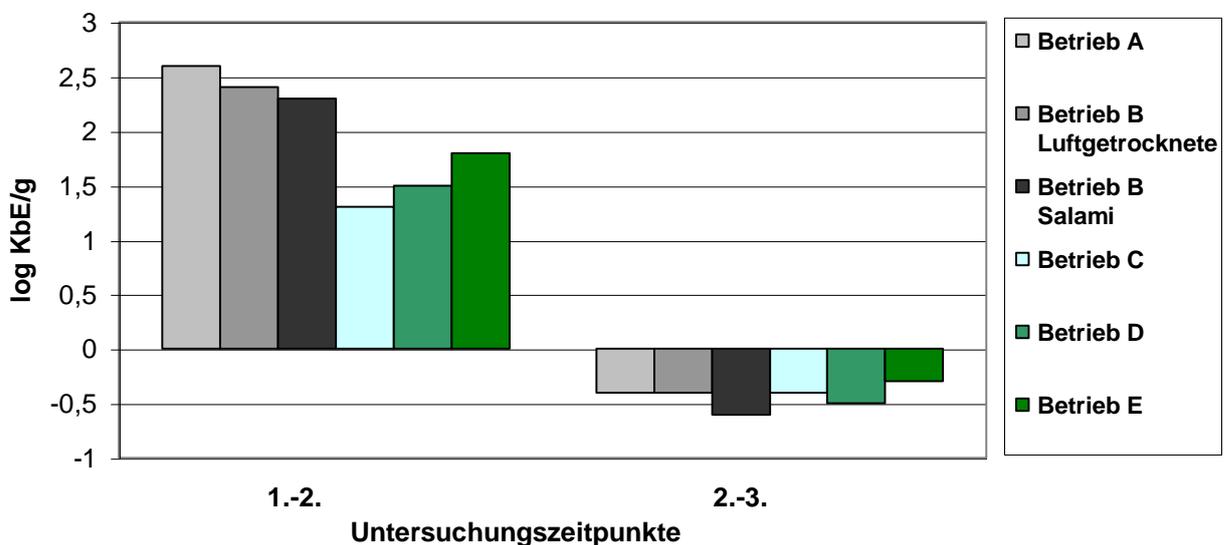
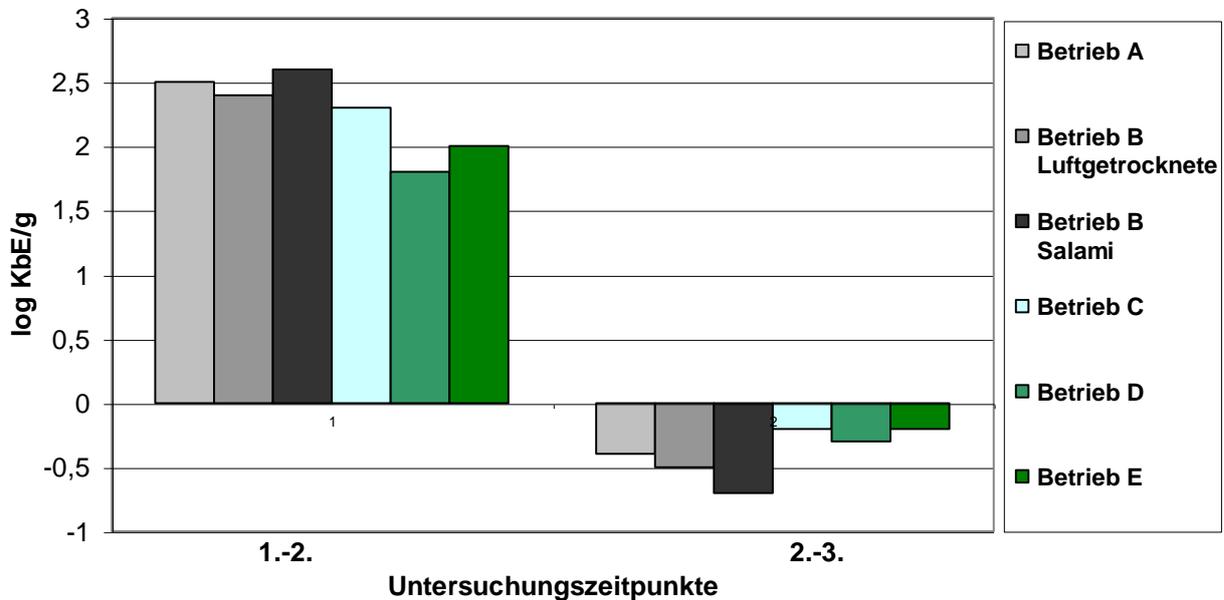


Abbildung 32: Zu- bzw. Abnahme der Milchsäurebakterien (log KbE/g) bei schnittfesten Rohwürsten (n=6) zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten



Im Laufe der Lagerung nahm der aerobe mesophile Keimgehalt ebenso wie die Anzahl der Milchsäurebildner gegenüber dem 2. Untersuchungszeitpunkt geringfügig ab. Obwohl sich die Dynamik der Floraentwicklung nicht wesentlich unterschied, sind bezüglich der eigentlichen Anzahl der aeroben mesophilen Keimzahl und der Milchsäurebakterien zum Teil deutliche Unterschiede zwischen den Betrieben zu erkennen. Exemplarisch für die 1. Charge wird dieses in [Abbildung 33](#) für die Gesamtkeimzahl in [Abbildung 34](#) für die Milchsäurebakterien dargestellt.

Abbildung 33: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl (log KbE/g) bei schnittfesten Rohwurst (n=6) zu den drei verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

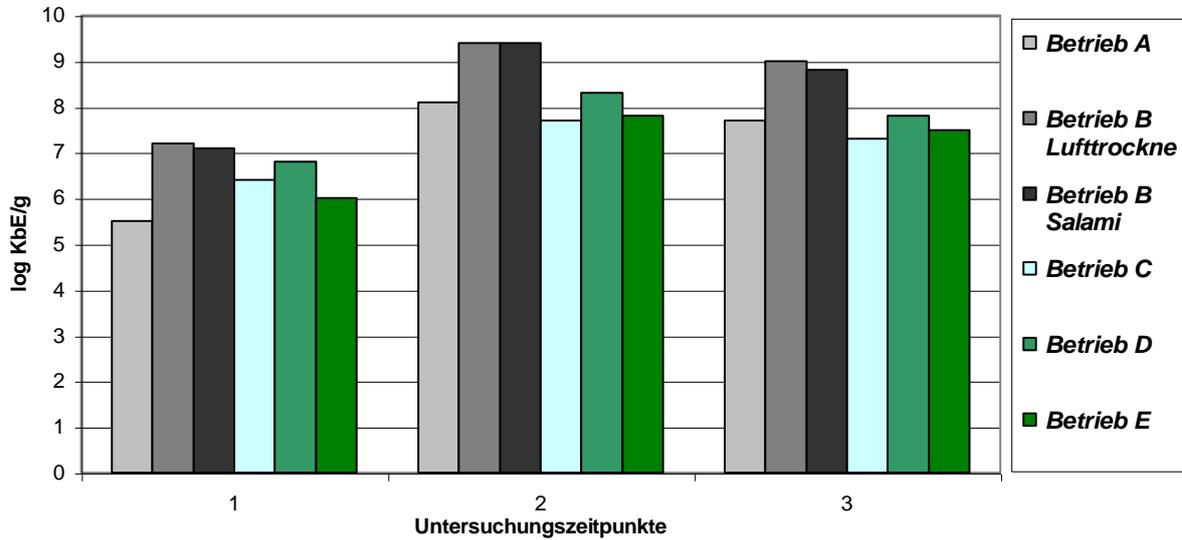
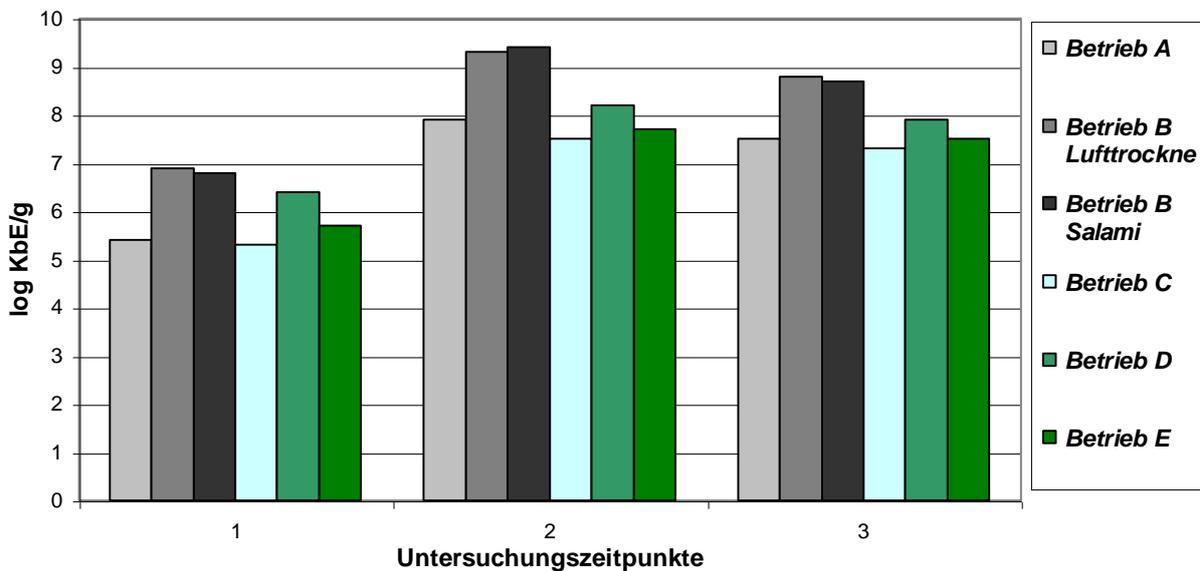


Abbildung 34: Entwicklung der Milchsäurebakterien (log KbE/g) bei schnittfester Rohwurst (n=6) zu den drei verschiedenen Untersuchungszeitpunkten



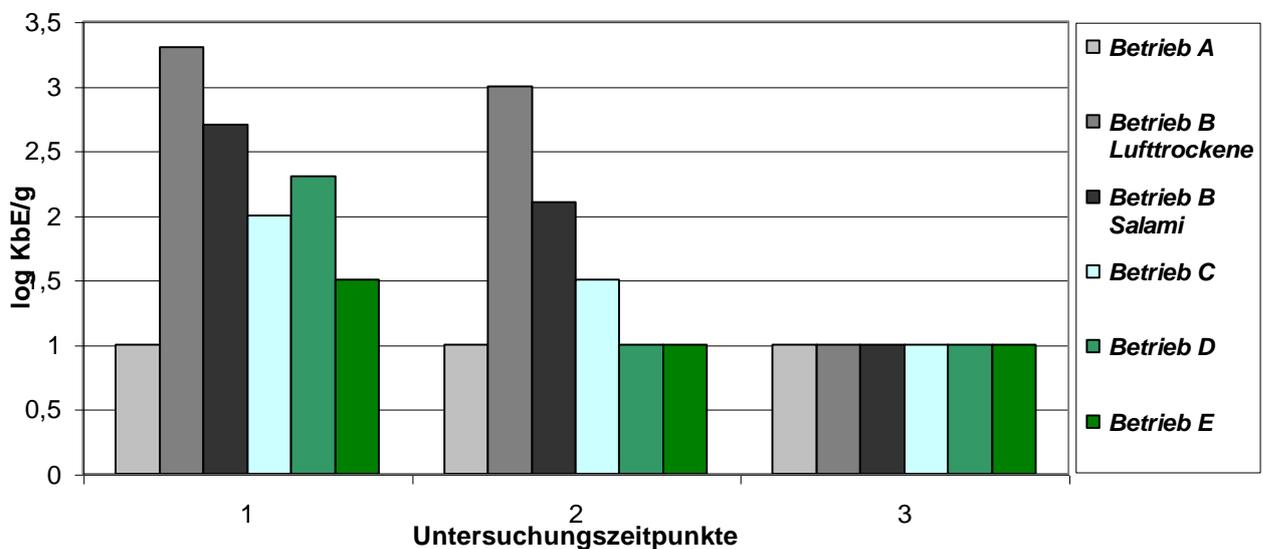
Es kann für beide Chargen festgestellt werden, dass die aerobe mesophile Keimzahl in den Betrieben A, C und E zu allen Untersuchungszeitpunkten vergleichbar war und insgesamt am niedrigsten lag. Sie lag zu dem 1. Untersuchungszeitpunkt zwischen 5,5 und 6,5 log KbE/g, zu dem 2. Untersuchungszeitpunkt zwischen 7,7 und 8,1 log KbE/g und zu dem 3. Untersuchungszeitpunkt zwischen 7,3 und 7,7 log KbE/g. Auffallend war, dass die beiden Produkte des Betriebes B zu allen Untersuchungszeitpunkten um fast 1 log-Stufe höhere aerobe mesophile Keimzahlen als die Waren im Betrieb A, C und E aufwiesen. Sie bewegten sich bei dem 1. Untersuchungszeitpunkt zwischen 7,1 und 7,2, bei dem 2. Untersuchungszeitpunkt zwischen 9,0 und 9,4 und bei dem 3. Untersuchungszeitpunkt zwischen 8,3 und 9,0. Der Betrieb D bewegte sich mit seinen Gesamtkeimzahlen etwas über dem Niveau der Betriebe A, C und E.

Der Anteil der Milchsäurebildner lag in allen schnittfesten Rohwürsten im Bereich der aeroben mesophilen Keimzahl, meistens lagen sie geringfügig darunter. Daher wiesen die Ergebnisse beider Chargen in den Betrieben A, C und E einen niedrigen Gehalt an Milchsäurebakterien auf. Die Werte lagen nach der betrieblichen Reifung zwischen 7,5 und 8,3 log KbE/g, während sich die Anzahl der Milchsäurebakterien in den beiden Produkten des Betriebes B zu diesem Zeitpunkt zwischen 8,9 und 9,4 bewegte. Die Werte aus dem Betrieb D lagen wiederum leicht über dem Niveau der Betriebe A, C und E. Die Anzahl der Milchsäurebildner der Betriebe A und C waren zum 3. Untersuchungszeitpunkt sehr ähnlich und wiesen insgesamt die niedrigsten Werte auf. Für den Betrieb A ist es dadurch erklärlich, dass er als einziger Betrieb bei der Produktion der schnittfesten Rohwürste keine Starterkulturen verwendete. Wie die Reifungsvorgänge zeigen, ist es auch ohne den Zusatz von Starterkulturen möglich, ein gut gereiftes Produkt mit einer genügend hohen Anzahl an Milchsäurebildnern herzustellen. Es kann für alle schnittfesten Produkte festgestellt werden, dass die Anzahl der Milchsäurebildner für die Reifung ausreicht.

Enterobakteriaceen gehören zu den unerwünschten und schädlichen Mikroorganismen in der Rohwurst, so dass niedrige Keimzahlen aus hygienischen Gründen erforderlich sind. Während sie zu Beginn der Reifung noch regelmäßig im Rohwurstbrät nachzuweisen sind, sollte ihr Anteil im Verlauf der Rohwurstreifung

innerhalb weniger Tagen deutlich abnehmen. Sie stellen in entsprechend höheren Konzentrationen den wesentlichen Anteil der Verderbnisflora von frischem Fleisch dar. Die Höhe der Enterobakteriäzen wird für exemplarisch für die erste Charge der schnittfesten Rohwürste in Abbildung 35 dargestellt.

Abbildung 35: Typische Entwicklung der Enterobakteriäzen (log KbE/g) am Beispiel einer schnittfesten Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten



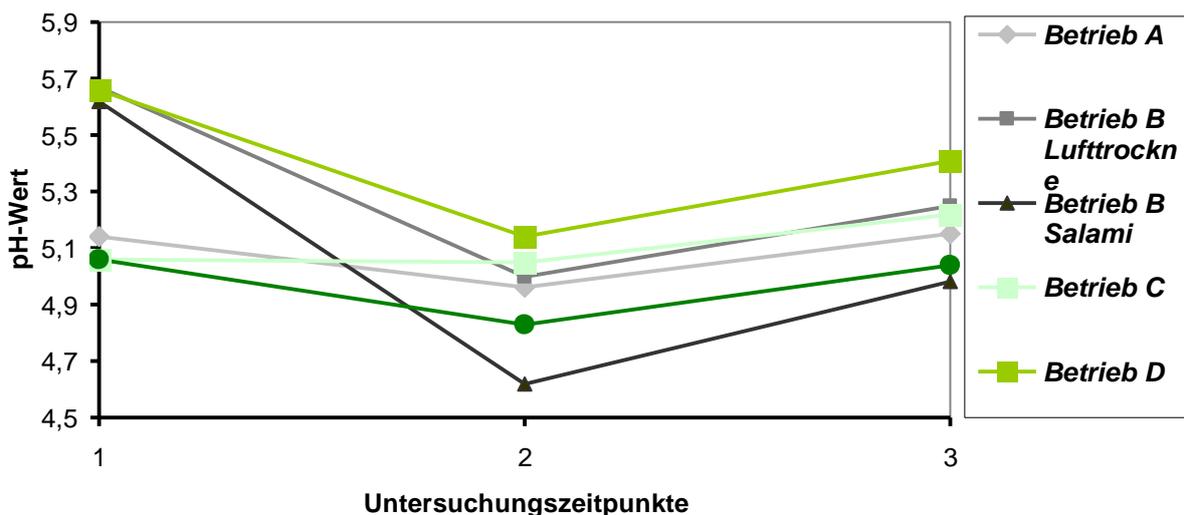
Anmerkung: Lagen alle 5 Untersuchungseinheiten eines Produktes unterhalb der Nachweisgrenze von log 2 KbE/g, wurde dieses hier mit einem Wert von 1 dargestellt

Mit Ausnahme der schnittfesten Rohwurst der 1.Charge des Betriebes A, waren zum 1. Untersuchungszeitpunkt bei allen anderen schnittfesten Rohwürsten Enterobakteriäzen nachweisbar. Während sie zum 1. Untersuchungszeitpunkt bei den Betrieben A, C, D und E zwischen der Nachweisgrenze (log 2 KbE/g) bis zu einer Höhe von 2,5 log KbE/g lagen, erwies sich der Enterobakteriäzen-Gehalt der Produkte des Betriebes B zu diesem Zeitpunkt mit Werten von 2,7-3,5 log KbE/g um fast 1 log-Stufe höher. Zum 2. Untersuchungszeitpunkt waren bei allen Produkten, wenn überhaupt, nur noch vereinzelt Enterobakteriäzen nachweisbar. Bei den Produkten des Betriebes B konnten sie hingegen regelmäßig bis zu einer Anzahl von 3 log KbE/g nachgewiesen werden. Zum 3. Untersuchungszeitpunkt waren

Enterobakteriazeen in keinem Produkt mehr nachweisbar. Die vermehrt und ausschließlich in den Produkten des Betriebes B nachgewiesenen höheren Enterobakteriazeen-Gehalte sind als Hinweis auf mangelnde Produktionshygiene zu deuten. Besonders positiv fiel die 1. Charge des Betriebes A mit all seinen unterhalb der Nachweisgrenze liegenden Werten auf.

Der pH-Wert lässt einerseits Rückschlüsse auf die Reifungsvorgänge zu, andererseits gibt er Hinweise auf die Haltbarkeit der Produkte. Die pH-Werte der Produkte sind in Abhängigkeit der einzelnen Betriebe in Abbildung 36 dargestellt. Der pH-Wert liegt bei den Produkten der Betriebe B und D zum 1. Untersuchungszeitpunkt zwischen 5,62 und 5,71, bei den anderen Betrieben aufgrund des Einsatzes von GdL zwischen 4,99 und 5,14. Nach der Reifung wies die Salami des Betriebes B mit pH-Werten von 4,62 und 4,74 für beide Chargen die deutlich niedrigsten, die Lufttrockene des Betriebes hingegen mit 5,09 und 5,14 die höchsten Werte auf. Die Werte der Erzeugnisse von den anderen Betrieben bewegten sich dazwischen. Der als übermäßig niedrig zu bewertende pH-Wert der Salami aus dem Betrieb B spiegelt sich im etwas zu säuerlichen Geschmack des Produktes wieder.

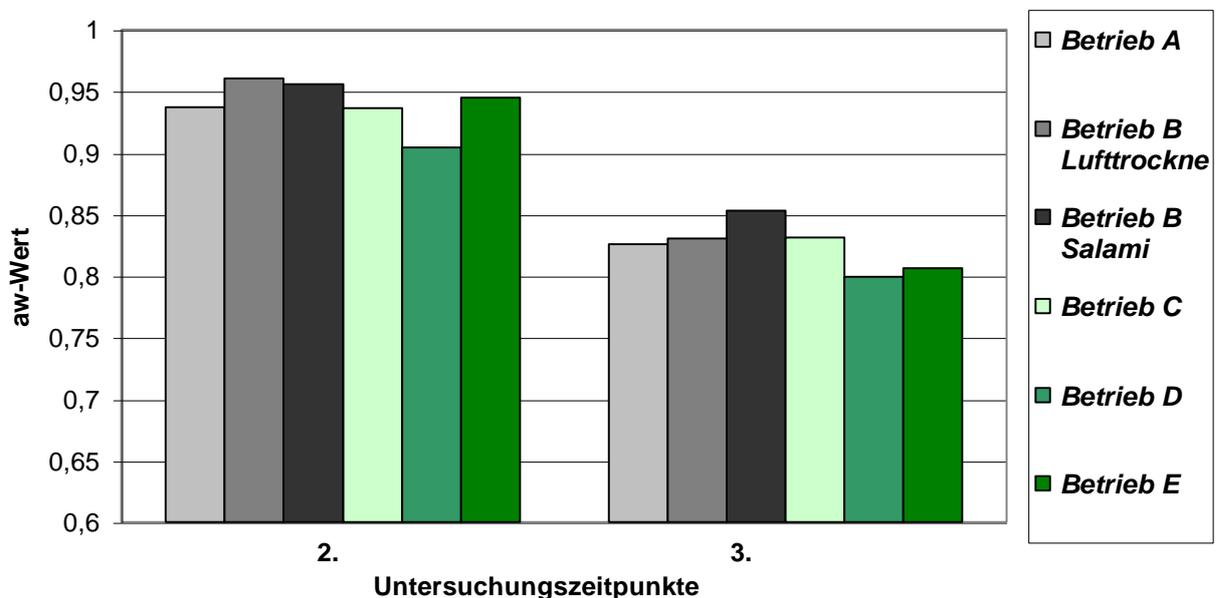
Abbildung 36: pH-Wert-Verläufe bei schnittfesterter Rohwurst zu den drei verschiedenen Untersuchungszeitpunkten



Die pH-Werte der anderen untersuchten Produkte wiesen auf eine ausreichende Säuerung hin. Der pH-Wert aller schnittfesten Rohwürste stieg im Laufe der Zeit aufgrund der Abnahme der Milchsäurebildner wieder geringfügig an.

Die a_w -Werte sind ein Maß für das nicht gebundene Wasser in der Rohwurst; exemplarisch sind sie für die 1. Charge in Abbildung 37 dargestellt. Während sie bei Betrieb D zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung mit Werten von 0,904-0,907 am deutlich niedrigsten lagen, konnten bei Betrieb B mit 0,956-0,968 die höchsten Werte nachgewiesen werden. Die Betriebe A und E lagen mit 0,937-0,945 dazwischen. Bis zum Ende der Haltbarkeit fielen die a_w -Werte gleichmäßig um etwa 0,1 Einheiten, bei Betrieb E sogar um etwa 0,15 Einheiten. Laut Informationen der herstellenden Betriebe hat sich der Verbrauchergeschmack insofern geändert, dass weniger die lange gereiften und damit durch den niedrigen a_w -Wert sehr bissfesten schnittfesten Rohwürste, sondern eher die kürzer und damit etwas weicheren gereiften Schnittfesten bevorzugt werden.

Abbildung 37: a_w -Wert-Verläufe bei schnittfester Rohwurst zu den drei verschiedenen Untersuchungszeitpunkten



Die Zeitdauer der Reifung spiegelt sich in den entsprechenden a_w -Werten wider. Besonders deutlich wird dieses bei der nur 3-4 Tagen dauernden Reifung der Produkte des Betriebes B, während die Reifung der Rohwürste der anderen Betriebe im Schnitt 8-10 Tage dauert. Als auffällig erwies sich der hohe a_w -Wert der Produkte des Betriebes B zum Verkaufszeitpunkt. Die damit verbundene Bedeutung für den Hürdeneffekt wird erst zum Ende der Haltbarkeit wieder ausgeglichen. Um das Produkt schnell reifen zu lassen, arbeitete der Betrieb B mit relativ hohen Reifetemperaturen von bis zu 25°C, die z.T. deutlich über den Reifetemperaturen der anderen Betriebe liegen. Die relativ hohen Keimzahlen, das vermehrte Vorhandensein von Enterobakteriaceen und der auffällige Listerienbefund in Betriebes B könnten, möglicherweise neben grundsätzlichen Hygieneproblemen, auch aufgrund der Reifungsbedingungen verursacht sein.

4.3.2 Hygienestatus der streichfähigen Rohwürste

Vergleichbar den schnittfesten Rohwürsten wiesen auch die streichfähigen Rohwürste eine für diese Produktgruppe charakteristische Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl und der Milchsäurebildner auf. Diese sind zur Verdeutlichung beispielhaft wiederum für die 1. Charge in [Abbildung 38](#) für die aerobe mesophile Keimzahl und in [Abbildung 39](#) für die Milchsäurebildner dargestellt.

Abbildung 38: Zu- bzw. Abnahme der aeroben mesophilen Keimzahl (log KbE/g) bei streichfähigen Rohwürsten (n=4) zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

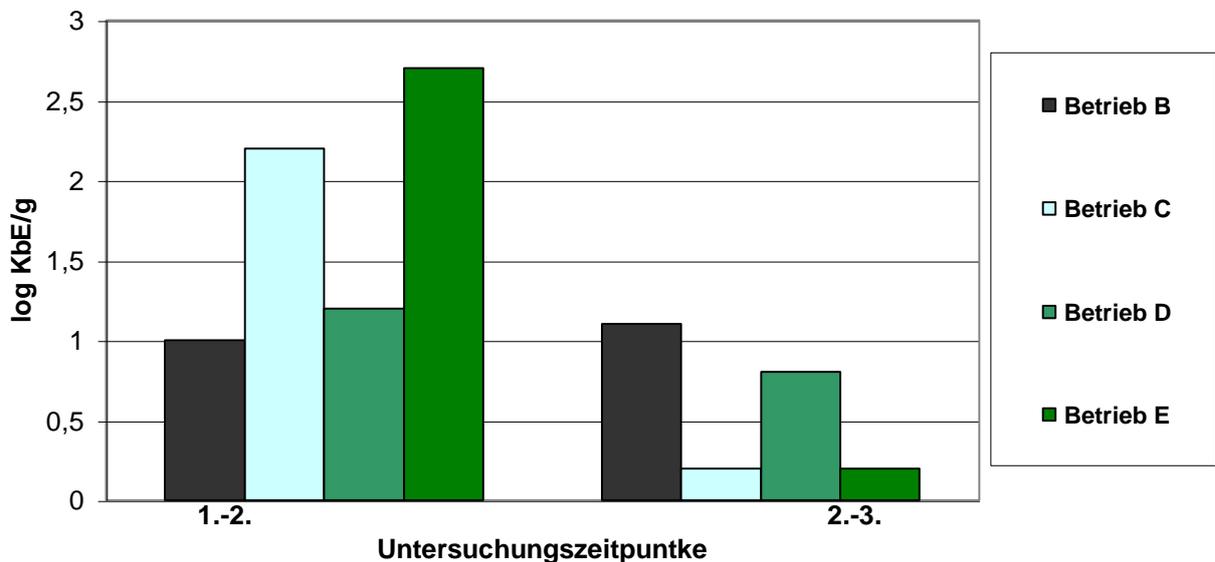
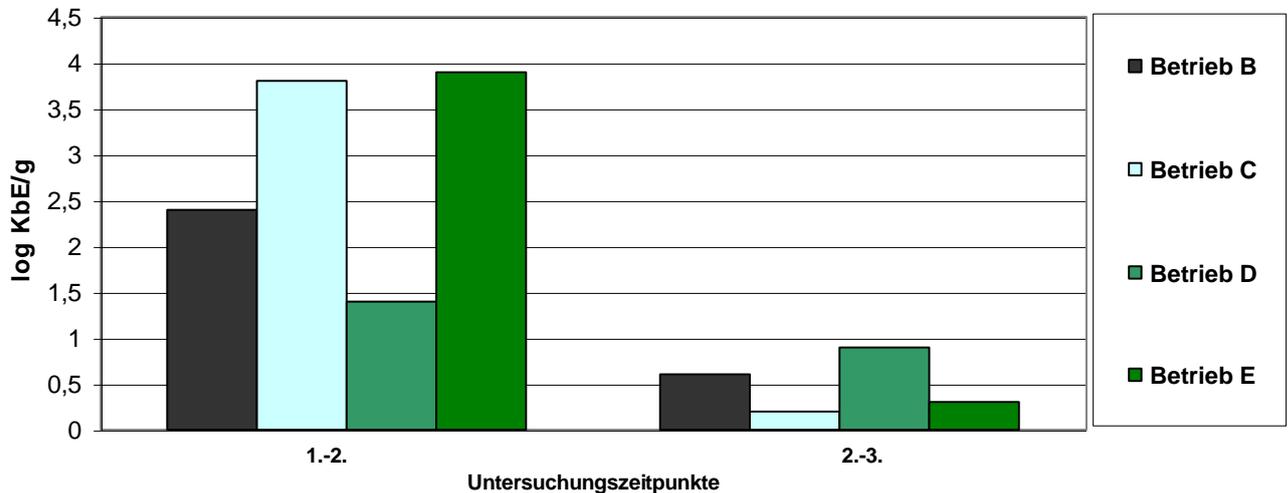


Abbildung 39: Zu- bzw. Abnahme der Milchsäurebakterien (log KbE/g) bei streichfähigen Rohwürsten (n=4) zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten



Während die Gesamtkeimzahl zwischen dem 1. und 2. Untersuchungszeitpunkt um 1,3 - 2,7 log KbE/g stieg, war bei den Milchsäurebildnern sogar ein Anstieg von 1,4 - 3,9 log KbE/g zu verzeichnen. Im Unterschied zu den schnittfesten Rohwürsten stieg die Gesamtkeimzahl um 0,2-1,5 log KbE/g und die Anzahl der Milchsäurebildner um 0,2-1,2 log KbE/g zwischen dem 2. und 3. Untersuchungszeitpunkt weiter an. Dieses ist aufgrund der kurzen Reifung und des kurzen Abstandes zwischen diesen beiden Untersuchungszeitpunkten zu erklären. Im Gegensatz zu den schnittfesten Rohwürsten, bei denen der Anstieg relativ unabhängig vom Anfangskeimgehalt war und sich die Unterschiede für das jeweilige Produkt bei den späteren Untersuchungszeitpunkten weiter fortsetzten, scheint der Anstieg der Keimzahlen bei den streichfähigen Rohwürste mehr vom Anfangskeimgehalt abzuhängen. Wie aus dem Diagramm ersichtlich, nähern sich sowohl die Gesamtkeimzahl als auch die Milchsäurebakterien der streichfähigen Rohwürste, unabhängig vom jeweiligen Betrieb, im Laufe des Untersuchungszeitraumes immer mehr an. Am deutlichsten ist dieses bei den Milchsäurebakterien zu sehen, denn während sie zum 1. Untersuchungszeitpunkt noch zwischen 3,4 bis 5,8 log KbE/g lagen, näherten sie sich beim 2. Untersuchungszeitpunkt mit Werten zwischen 6,7 und 7,7 log KbE/g

weiter an. Am 3. Untersuchungszeitpunkt lagen alle Werte sogar zwischen 7,7 und 8,2 log KbE/g.

Der Gehalt an aeroben mesophilen Mikroorganismen und der Milchsäurebildner bei den streichfähigen Rohwürsten ist denen der schnittfesten Rohwürste, bis auf den alleinigen Unterschied, dass die Werte für die Betriebe sehr gleichmäßig lagen und Betrieb B sich hinsichtlich dieser nicht von den anderen Betrieben unterschied, vergleichbar. Exemplarisch für die 1. Charge wird dieses in [Abbildung 40](#) für die aerobe mesophile Keimzahl und in [Abbildung 41](#) für die Milchsäurebakterien dargestellt.

Eine Ausnahme stellt der anfängliche Gehalt an Milchsäurebildnern dar, denn diese lagen beim 1. Untersuchungszeitpunkt mit 3,4-5,8 log KbE/g deutlich unter dem Gehalt der schnittfesten Rohwürste, die zu diesem Zeitpunkt Werte zwischen 5,3-6,9 log KbE/g aufwiesen. Zum 2. Untersuchungszeitpunkt lagen die Werte für die streichfähigen Rohwürste nur noch geringfügig unter denen bei den schnittfesten Rohwürsten. Dieses kann durch den Einsatz von Starterkulturen bei den Schnittfesten erklärt werden. Bis auf die Lufttrockne des Betriebes A, der deswegen beim 1. Untersuchungszeitpunkt auch mit die niedrigste Anzahl an Milchsäurebildner aufwies, wurden allen anderen schnittfesten Erzeugnisse Starterkulturen zugesetzt.

Abbildung 40: Entwicklung der aeroben mesophilen Keimzahl (log KbE/g) bei streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten

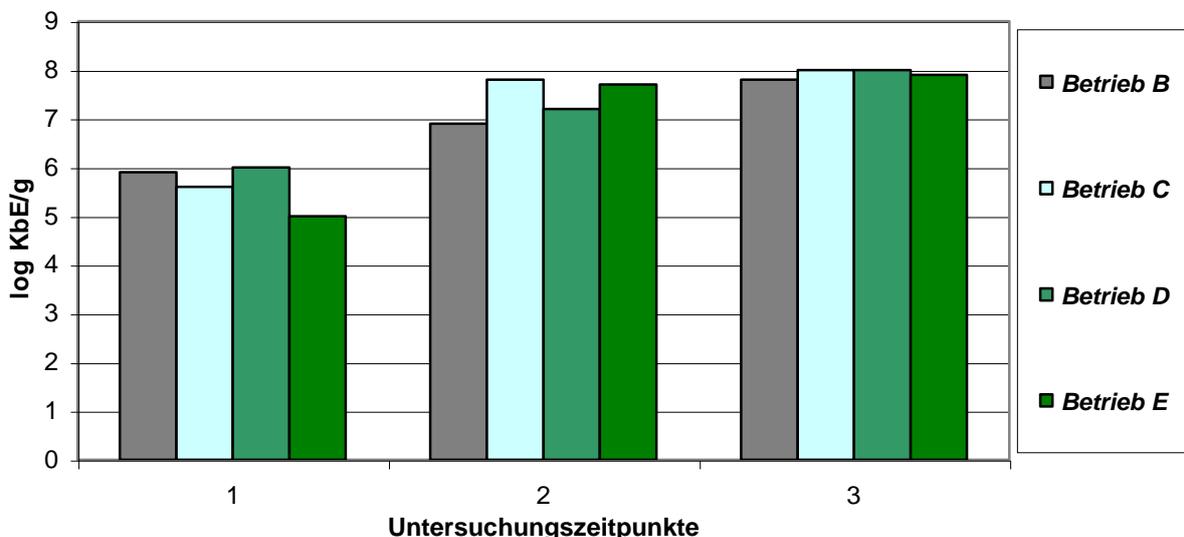
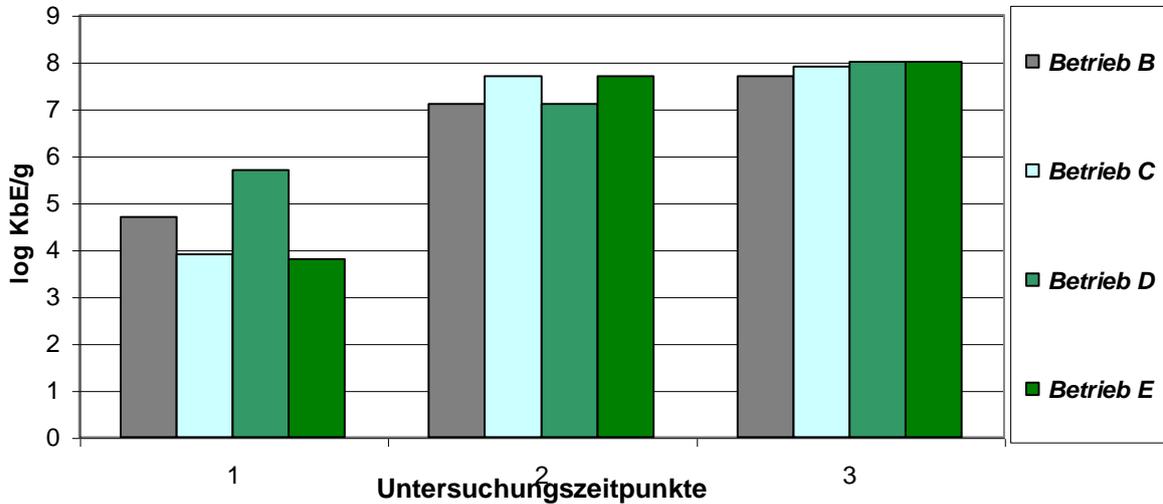
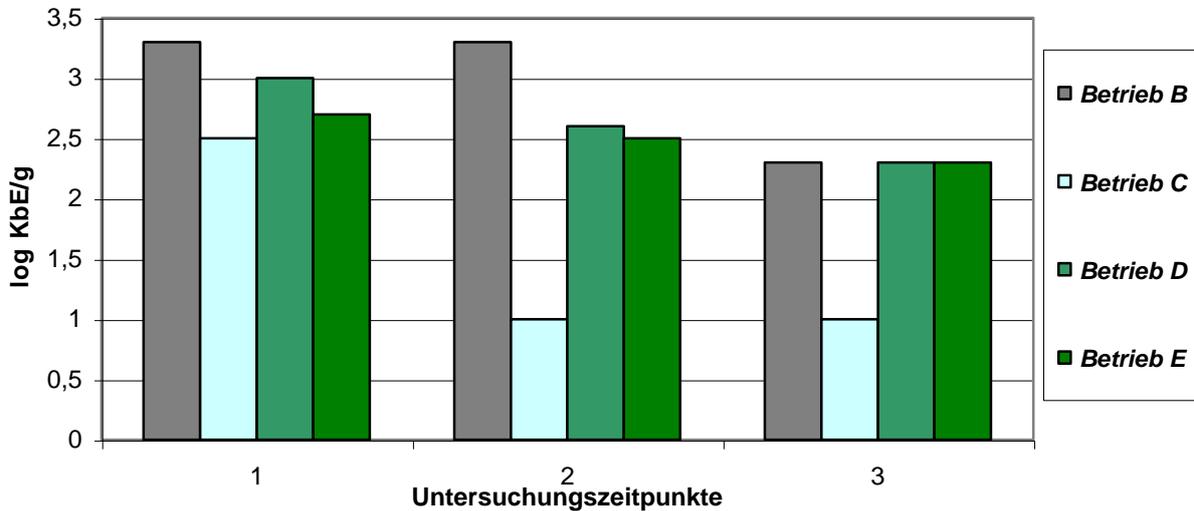


Abbildung 41: Entwicklung der Milchsäurebakterien (log KbE/g) bei streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten



Streichfähige Rohwürste stellen aufgrund ihrer kurzen Reifungszeit bei relativ hohen Temperaturen, ihres hohen a_w -Wertes und hohen Zerkleinerungsgrades hinsichtlich der Hygiene im Vergleich zu den Schnittfesten das sensiblere Produkt dar. Da sie den Enterobakteriazeen grundsätzlich im Vergleich zu den Schnittfesten die günstigeren Lebensbedingungen bieten, stellen sie an die Produktionshygiene besonders hohe Anforderungen. Exemplarisch für die Enterobakteriazeen der 1. Charge wird dieses in [Abbildung 42](#) dargestellt. Es konnten bei allen Streichfähigen zu allen 3 Untersuchungszeitpunkten beider Chargen, bis auf Teewurst des Betriebes C, Enterobakteriazeen bis zu 3,5 log KbE/g nachgewiesen werden. Bei der Teewurst des Betriebes C lagen die 1. Charge zum 3. Untersuchungszeitpunkt und die 2. Charge zum 2. und 3. Untersuchungszeitpunkt unterhalb der Nachweisgrenze. Dieses kennzeichnet den wünschenswerten produktspezifischen Reifungsverlauf.

Abbildung 42: Entwicklung der Enterobakteriazeen bei der 1. Charge streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten in allen Betrieben



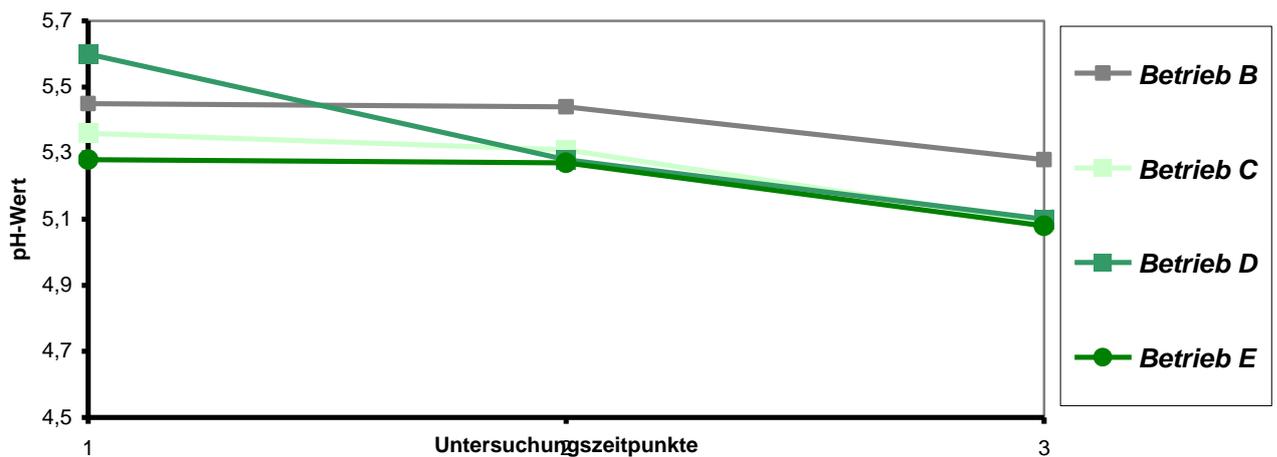
Anmerkung: Lagen alle 5 Untersuchungseinheiten eines Produktes unterhalb der Nachweisgrenze von log 2 KbE/g, wurde dieses hier mit einem Wert von 1 dargestellt

Während sich der Gehalt der aeroben mesophilen Mikroorganismen und der Milchsäurebildner der Teewurst des Betriebes B sich nicht wesentlich von den anderen Betrieben unterschieden, fällt dieser, wie auch schon bei den Schnitffesten durch den höchsten Gehalt an Enterobakteriazeen auf. Die Betriebe D und E liegen betriebsvergleichend hinsichtlich des Gehaltes an Enterobakteriazeen zwischen Betrieb B und C. Während der Gehalt an Enterobakteriazeen in Betrieb C, D und E geringgradig, aber kontinuierlich während der drei Untersuchungszeitpunkte abnahm, blieben die Werte des Betriebes B fast konstant.

Die pH-Werte der Teewürste aus den Betrieben B, C und E, die alle mit GdL einsetzten, lagen beim 1. Untersuchungszeitpunkt zwischen 5,28 und 5,45 und fielen bis zum 3. Untersuchungszeitpnt nur geringgradig ab, während die Teewurst des Betriebes D, ohne GDL-Zusatz, pH-Werte zwischen 5,7 und 5,8 aufwies. Die pH-Werte der Erzeugnisse der erstgenannten Betriebe fielen bis zum 3. Untersuchungszeitpunkt nur geringgradig. Der pH-Wert der Streichfähigen des Betriebes D glich sich zum 2. Untersuchungszeitpunkt an die Werte aus den erstgenannten anderen Betrieben an und fiel dann ebenfalls nur geringfügig ab.

Dieses wird zur Verdeutlichung in Abbildung 43 dargestellt. Im Vergleich zu den schnittfesten Rohwürsten wiesen die streichfähigen Rohwürste höhere pH-Werte auf. Dieses ist auch gewollt, denn ein zu starkes Absinken der pH-Werte führt zum Abbinden der Wurst, was einem Verlust der Streichfähigkeit gleichzusetzen ist. Neben dem Verzicht des Zusatzes von Starterkulturen, können auch andere Faktoren, wie die zugesetzten Säuerungsmittel (Zuckerstoffe) für die im Vergleich etwas höheren pH-Werte der Streichfähigen verantwortlich sein. Die im Schnitt etwas höheren pH-Werte sind zwar für diese Produktgruppe typisch und reichen anscheinend aus, um die Produkte zu stabilisieren, stellen doch im Vergleich zu den Schnittfesten eine niedrige Hürde dar.

Abbildung 43: pH-Wert-Verläufe bei der 1. Charge streichfähiger Rohwurst zu den drei Untersuchungszeitpunkten in allen Betrieben



Ähnlich wie bei den pH-Werten weisen die Streichfähigen im Schnitt mit Werten von 0,952 bis 0,973 während der beiden Untersuchungszeitpunkte im Vergleich zu den Schnittfesten höhere a_w -Werte auf, die sich zwischen den Untersuchungszeitpunkten auch nicht wesentlich änderten. Diese sind zwar für die Produktgruppe typisch und hinsichtlich ihrer Eigenschaften auch erwünscht, sind aber in Verbindung mit den pH-Werten für eine im Vergleich relativ kurze Haltbarkeit der Produktgruppe verantwortlich.

4.3.3 Nachweis und Verhalten von *L.monocytogenes*

Der sich für den Hygienestatus der schnittfesten Rohwürste abzeichnende Trend setzt sich hinsichtlich der Nachweisraten für *L. monocytogenes* weiter fort. Während bei allen Produkten beider Chargen der schnittfesten Rohwürste, bis auf zwei Ausnahmen, der Betriebe A, C, D und E bei dem 1. Untersuchungszeitpunkt qualitativ, aber unterhalb der laborüblichen Nachweisgrenze von 10^2 KBE/g, *L. monocytogenes* nachgewiesen werden konnte und bei den weiter untersuchten Produkten zu den folgenden Untersuchungszeitpunkten nur für das Produkt der 2. Charge des Betriebes D ein qualitativer Nachweis erbracht werden konnte, fiel besonders die Lufttrockene des Betriebes B auf. Im Gegensatz zu der als unauffällig zu bewertenden Salami des Betriebes B konnte bei beiden Chargen der Lufttrockenen bei allen drei Untersuchungszeitpunkten der qualitative Nachweis für *L. monocytogenes* erbracht werden. Bei der 2. Charge konnten bei einer Verdünnungsstufe von 10^{-2} sogar Keimzahlen von 1/0 zum 1. Untersuchungszeitpunkt und 2/2 zum 2. Untersuchungszeitpunkt im Doppelansatz ausgezählt werden. Es ist zu diskutieren, ob der niedrige pH-Wert der Salami im Gegensatz zum in der Norm liegenden Wert der Lufttrockenen des Betriebes B hemmend auf *L. monocytogenes* wirkte, denn die beiden Produkte wurden direkt nacheinander aus demselben Ausgangsmaterial mit Hilfe derselben Verarbeitungsmaschinen hergestellt.

Bei den Teewürsten konnte zum 1. Untersuchungszeitpunkt weitaus weniger häufig als bei den Schnittfesten der qualitative Nachweis von *L. monocytogenes* erbracht werden. Quantitativ liegt *L. monocytogenes* bei allen schnittfesten Rohwürsten zwar immer unterhalb des Richtwertes von 100 KBE/g für Lebensmittel, unterstreicht aber zusammen mit dem vermehrten Auftreten an Enterobakteriaceen bei Betrieb B den schon bei den Schnittfesten festgestellten Trend. Auch hier fällt der Betrieb B im Vergleich zu den anderen Betrieben hinsichtlich des Hygienestatus ab.

4.3.4 Genusswert

Der sich für den Hygienewert betriebsvergleichend abzeichnende Trend setzt sich hinsichtlich des Genusswertes weiter fort. Der Genusswert der einzelnen Produkte steht in enger Verbindung zu ihrem Hygienewert. Als Leitwert für den Genusswert wird die nach dem DLG-Prüfschema für Rohwurst erzielte Qualitätszahl der jeweiligen Produkte angegeben. Die Qualitätszahlen der beiden Chargen eines Produktes waren jeweils identisch. Alle Qualitätszahlen beider Produktgruppen der Betriebe A, C, D und E, bis auf die Lufttrockene des Betriebes E, lagen über 4,5 und könnten damit mindestens einen DLG-Preis in Silber erzielen. Für die Lufttrockene des Betriebes E könnte mit 4,2 bei beiden Untersuchungszeitpunkten noch Bronze vergeben werden. Die Optimalpunktzahl von 5,0, was dem DLG-Preis in Gold entspräche, ergab sich für die streichfähigen Rohwürste des Betriebes E zu beiden Untersuchungszeitpunkten und für die schnittfeste Rohwurst des Betriebes D bei der ersten sensorischen Untersuchung. Während die Produkte der Betriebe A, C, D und E insgesamt einen besonders hohen Genusswert besaßen, fällt der Betrieb B mit Qualitätszahlen von 3,5-4,1 für seine Erzeugnisse deutlich ab. Diese niedrigen Qualitätszahlen des Betriebes B stehen in enger Verbindung mit dem Hygienestatus der Produkte und sind hauptsächlich Folge von Problemen bei der Reifung. Bei beiden schnittfesten Produkten des Betriebes B bildete sich ein Trockenrand, der wiederum auf Probleme mit der sehr kurzen, aber bei relativ hohen Temperaturen durchgeführten Reifung schließen lässt. Durch die Trockenrandbildung wird die Wasserabgabe aus dem inneren Wurstgut unterbunden. Daher kann das Erzeugnis nicht mehr gleichmäßig reifen. Eine durch die Trockenrandbildung begünstigte Kernfäulnis war aber nicht zu beobachten. Auch führte der sehr niedrige pH-Wert, der sich in einem säuerlichen Geschmack ausdrückte, bei der Salami des Betriebes B zu Abzügen. Außerdem bildete sich bei beiden schnittfesten Produkten ein nicht erwünschter, weißlicher-gelber, pudrig-mehliger, die Oberfläche komplett überziehender Belag aus. Es ist davon auszugehen, dass es sich hierbei um Hefen handelt. Obwohl auf eine weitere Differenzierung verzichtet wurde, ist es sehr unwahrscheinlich, dass diese gesundheitlich bedenklich sind. Während bei den

Streichfähigen zwischen der 1. und 2. sensorischen Untersuchungszeitpunkt kein Unterschied festzustellen war, erhöhte sich bei den Schnitffesten durch die Abtrocknung die Bissfestigkeit und es war bei den Schnitffesten der Betriebe A, C, D und E eine geringgradig feucht und gräulich werdende Oberfläche zu beobachten, was als normal zu bewerten ist.

5. Diskussion

5.1 Auswahl von Qualitätsmerkmalen

Ziel dieser Arbeit war es, einen Überblick über die Produktionsqualität in handwerklich strukturierten Betrieben zu erlangen. Die Beurteilung der Produktionsqualität erfolgte unter besonderer Beachtung des Hygiene- und Genusswertes der untersuchten Ware. Zur Beurteilung des Hygienewertes wurden Keimgehalte, a_w - und pH-Wert für die entsprechenden Untersuchungszeitpunkte bestimmt und deren Verlauf beobachtet. Neben der aeroben mesophilen Keimzahl und den Milchsäurebildnern, die Rückschlüsse auf die Reifungsverläufe zulassen, haben Enterobakteriaceen als Prozeßhygienekriterium eine besondere Bedeutung. Ein besonderes Augenmerk lag weiterhin auf Vorkommen und Vermehrungsmöglichkeit von *L. monocytogenes* in den Produkten. Der a_w - und der pH-Wert sind weitere bedeutsame Parameter zur Beurteilung des Reifungsverlaufes und damit auch der Haltbarkeit.

Die Beurteilung des Genusswertes erfolgte in Anlehnung an das DLG-Prüfschema für Schinken und Wurst (DLG-Prüfbestimmungen für Fleischerzeugnisse, 48. Auflage/2005); im Einzelnen wurden Äußeres, Aussehen, Farbe, Farbhaltung, Zusammensetzung, Konsistenz, Geruch und Geschmack beurteilt.

Die Bestimmung sämtlicher Qualitätsmerkmale erfolgte gemäß der Vorgaben, z.T. mit geringfügigen Abänderungen, der amtlichen Sammlung von Untersuchungsmethoden nach § 64 LFGB.

Eine besondere Berücksichtigung zusätzlicher Faktoren für die Qualität von Fleischerzeugnissen, wie dem Nährwert (ernährungsphysiologischer Wert) oder dem Nutzwert (Eignung) war für die ausgangliche Fragestellung bezüglich der Produktionsqualität der Betriebe nicht ausschlaggebend und konnte daher unberücksichtigt bleiben.

5.2 Untersuchungszeitpunkte

Die Untersuchung eines jeden Produktes zu drei unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten war zur Beurteilung der Entwicklung, Stabilität und Haltbarkeit der Produkte sinnvoll. Um die Vergleichbarkeit der Betriebe und Produkte zu gewährleisten, wurde als Mindesthaltbarkeitsdatum für die streichfähigen einheitlich zehn Tage und für die schnittfesten Rohwürste fünf Wochen festgelegt. Nach Definition sind Rohwürste zwar ohne Kühlung lagerfähig, aber aufgrund der z.T. hohen Temperaturen im Untersuchungszeitraum erfolgte die Lagerung der Produkte im Kühlschrank bei ca. 7 °C. Grundsätzlich wurden alle Parameter zu allen drei Untersuchungszeitpunkten bestimmt, Ausnahmen bildeten die a_w -Wert-Bestimmungen, die sensorische Untersuchung und der Nachweis von *L. monocytogenes*.

Die sensorische Untersuchung wurde beim 1. Untersuchungszeitpunkt nicht durchgeführt, weil das Produkt noch nicht verzehrfertig war. Der a_w -Wert wurde beim 1. Untersuchungszeitpunkt ebenfalls nicht durchgeführt, weil dieser Parameter zu diesem Zeitpunkt noch keine Hinweise zur Haltbarkeit gibt und erst im Laufe der Reifung an Bedeutung für das Produkt gewinnt und dann aussagekräftig ist. Auf einen Nachweis von *L. monocytogenes* zu den beiden späteren Untersuchungszeitpunkten wurde verzichtet, wenn diese beim 1. Untersuchungszeitpunkt nicht nachgewiesen werden konnten. Auf einen Nachweis konnte in solchen Fällen verzichtet werden, weil davon ausgegangen werden konnte, dass die jeweilige Poolprobe für das Produkt repräsentativ ist und deshalb die Wahrscheinlichkeit, bei den späteren Untersuchungszeitpunkten *L. monocytogenes* nachweisen zu können, sehr gering ist. Es ist aber grundsätzlich nicht auszuschließen, dass *L. monocytogenes* in Nestern vorkommt, die bei der Probenentnahme gelegentlich nicht erfasst werden. Bei einem positiven Nachweis von *L. monocytogenes* bei dem 1. Untersuchungszeitpunkt wurden die schnittfesten Rohwürste zum 2. und 3., die streichfähigen Rohwürste, aufgrund ihrer relativ kurzen Reifungsdauer und Haltbarkeit aber nur beim 3. Untersuchungszeitpunkt auf *L. monocytogenes* untersucht. Hintergrund für diese Untersuchungen sind in der neuen

Verordnung über mikrobiologische Kriterien (VO (EG) 2073/2005) rechtsförmlich vorgegebenen Lebensmittelsicherheitskriterien für *L. monocytogenes*. Dabei existieren unterschiedliche Kategorien für einzelne Lebensmittelgruppen in Abhängigkeit von der Stabilität der jeweiligen Erzeugnisse. Bei der Gruppe der Rohwürste interessiert zum einem der Nachweis von *L. monocytogenes* bei Abgabe aus dem Herstellungsbetrieb nach abgeschlossener Reifung sowie zum Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums bzw. des Verbrauchsdatums. Nicht unerwähnenswert bleiben sollte der Hinweis, dass es bisher kaum Untersuchungen zur Überlebensfähigkeit von *L. monocytogenes* in natürlich kontaminierten, sondern nahezu ausschließlich in künstlich kontaminierten Rohwürsten gibt.

5.3 Betriebs- und Produktauswahl; Probenaufkommen

Es wurden fünf handwerkliche Betriebe unterschiedlicher Struktur und Größe ausgewählt. Die Anzahl von fünf Betrieben scheint aufgrund der zwar z.T. unterschiedlichen, aber doch insgesamt in eine Richtung weisende Ergebnisse der Betriebe einen Überblick über die Produktionsqualität handwerklicher Betriebe geben zu können.

Zur Beurteilung der Produktionsqualität wurde die Gruppe der Rohwürste ausgewählt, da sie innerhalb der Wurstwaren aufgrund ihrer Eigenschaften und Produktionsbedingungen die sensibelste Gruppe darstellen. Repräsentativ für die Gruppe der Rohwürste wurden aus jedem Betrieb, bis auf eine Ausnahme, jeweils eine streichfähige und eine schnittfeste Rohwurst untersucht, wobei die Untergruppe der streichfähigen Rohwürste hinsichtlich der Hygiene das sensiblere Produkt darstellt. Um die Vergleichbarkeit der von den Betrieben produzierten Waren zu gewährleisten, wurden einheitlich als ein Beispiel für streichfähige Rohwurst eine Teewurst und als Beispiel für schnittfeste Rohwurst eine Lufttrockne, bzw. eine Salami untersucht.

Von jedem Produkt wurden zwei Chargen mit jeweils fünf Teilproben pro Untersuchungszeitpunkt und Untersuchungsparameter untersucht. Dies bedeutet,

dass sich das gesamte Probenaufkommen bei zehn Produkten, zwei Chargen und drei Untersuchungszeitpunkten mit auf $n=300$ belief.

Es wurde, mit Ausnahme für die Listerien, von allen Parametern Mittelwerte für das entsprechende Produkt gebildet. Diese scheinen repräsentativ zu sein, denn 83% der Standardabweichungen aller gebildeten Mittelwerte der Keimzahlen lagen unter oder gleich 1, weitere 10% zwischen 1 und 2 und nur 7% der Standardabweichungen erwiesen sich größer als 2. Bei pH-Wert und a_w -Wert sind für die Mittelwerte keine Standardabweichungen berechnet worden, aber auch sie können als repräsentativ gelten, da die maximale Differenz zwischen Minimal- und Höchstwert der einzelnen Einheiten liegt bei 0,05 für die pH-Werte und bei 0,007 für die a_w -Werte.

Der Zeitraum zwischen dem jeweiligen Produktionsstart der beiden Chargen lag für die schnittfesten Rohwürste bei vier Wochen und für die streichfähigen Rohwürste bei fünf Wochen. Wie aus der vergleichenden Darstellung der beiden Chargen für ein Produkt aus dem Ergebnisteil ersichtlich ist, unterscheiden sich bei allen zehn untersuchten Produkten die Ergebnisse der beiden Chargen nicht wesentlich, und weisen vielmehr jeweils deutlich dieselbe Tendenz für das jeweilige Produkt auf. Daher ist bei der Bewertung der Ergebnisse der Chargen davon auszugehen, dass diese repräsentativ für das jeweilige Produkt sind und eine Tendenz für die jeweilige Produktionsqualität des Betriebes aufzeigen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass dieser Probenumfang zur Beurteilung der Produktionsqualität der Betriebe als ausreichend betrachtet werden kann, denn einerseits sind die Standardabweichungen der Mittelwerte aus den fünf Einheiten innerhalb einer Charge relativ gering, andererseits sind auch die Ergebnisse der beiden Chargen für ein Produkt vergleichbar.

5.4 Produktionsqualität in den einzelnen Geschäften

Bis auf den Betrieb B, gelang es den übrigen Betrieben hinsichtlich des Hygiene- und Genusswertes, trotz unterschiedlicher Größe, Struktur und Ausstattung, Rohwürste mit guter bis sehr guter Qualität herzustellen. Betrieb B fiel sowohl bei den Streichfähigen, als auch bei den Schnittfesten mit niedrigeren Hygiene- und

Genusswerten auf. Diese Ergebnisse widersprechen dem ersten Eindruck von diesem Betrieb, da dieser modern ausgestattet ist und einen sehr exklusiven Verkaufsraum besitzt. Die Gesamtkeimzahl wies bei den schnittfesten Rohwürsten des Betriebes B überdurchschnittlich hohe Werte auf; bei den Streichfähigen und den Schnittfesten dieses Betriebes waren zudem vermehrt Enterobakteriaceen und *L. monocytogenes* nachzuweisen. Hinsichtlich des Genusswertes fielen besonders die Schnittfesten des Betriebes B durch Trockenrandbildung und durch ein übermäßiges Wachstum von wahrscheinlich nicht pathogenen Hefen auf der Oberfläche auf. Die Rohwürste des Betriebes B sind zwar nicht als gesundheitlich bedenklich einzustufen, dennoch sind sie hinsichtlich der Produktionsqualität als kritisch zu beurteilen. Insbesondere bei den Schnittfesten ist im Vergleich zu den anderen Betrieben die sehr kurze, bei relativ hohen Temperaturen von bis zu bis 25°C durchgeführte Reifung zu erwähnen. Durch eine etwas längere Reifung bei etwas niedrigen Temperaturen wäre die Bildung des Trockenrandes und damit die Gefahr einer auftretenden Kernfäulnis zu vermeiden gewesen. Bei einer niedrigen Temperaturführung wäre erfahrungsgemäß auch mit einer geringeren Anzahl von Enterobakteriaceen zum 2. und 3. Untersuchungszeitpunkt zu rechnen. Es ist weiterhin zu diskutieren, ob es sich grundsätzlich um ein betriebliches Problem handelt oder ob das zu verarbeitende Rohmaterial des Betriebes B vorbelastet ist. Da die Gesamtkeimzahl der Schnittfesten des Betriebes B beim 1. Untersuchungszeitpunkt knapp über den der anderen Betriebe und bei den Streichfähigen zwischen den anderen Betrieben lag, ist davon auszugehen, dass es sich eher um ein betriebliches Hygieneproblem handelt. Auffallend bei diesem Betrieb ist, dass sich durch eine fehlende klare Trennung des Produktions-, Sozial- und des Verkaufsraumes die Arbeitswege kreuzen. Dieses kann, trotz Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen, zu vermehrten Vorkommen von Enterobakteriaceen und *L. monocytogenes* in den Produkten führen. Bei den anderen Betrieben sind die Arbeitswege und die Wege des Produktes während der Herstellung klarer strukturiert und abgegrenzt. Außer bei Betrieb B besitzen auch die Betriebe A und C am Produktionsort einen Verkaufsraum, der im Gegensatz zu Betrieb B deutlicher von der Produktionsstätte abgegrenzt ist.

In Betrieb A wurde zwar nur die schnittfeste Rohwurst untersucht, aber für diese kann festgestellt werden, dass er in der Lage ist, obwohl er der kleinste und nicht besonders modern ausgestattet ist, ein qualitativ hochwertiges Produkt herzustellen. Betrieb C, der für seine 4 Filialen produziert, schafft es ebenfalls, qualitativ sehr hochwertige Produkte herzustellen. Besonders erwähnenswert ist, dass der Betrieb das Rindfleisch aus der ihm zugehörigen Rinderherde, die auf Dauerweiden gehalten werden, bezieht.

Die Betriebe D und E produzieren ebenfalls auf qualitativ sehr hohem Standard. Sie haben mit Abstand die größte Produktion, Betrieb D hauptsächlich für den Vertrieb auf dem Markt und Betrieb E für 12 Filialen. Diese beiden Betriebe weisen hinsichtlich ihrer Produktionsabläufe viele Merkmale einer industriellen Herstellung auf.

Zusammenfassend kann bezüglich der Produktionsqualität handwerklicher Betriebe für 4 der einbezogenen 5 Betriebe ein sehr hoher Standard festgestellt werden. Die Produktionsqualität des Betriebes B ist trotz seiner modernen Ausstattung und des exklusiven Verkaufsraumes eher im guten bis mittleren Bereich anzusiedeln. Es wird ebenfalls ersichtlich, dass auch kleine Betriebe, wie Betrieb A, mit einer soliden Ausstattung in der Lage sind, eine hohe Produktionsqualität zu bieten.

Hinsichtlich der Zulassung ist davon auszugehen, dass die Betriebe C, D, und E unter die Zulassungspflicht fallen, während Betrieb A und B aufgrund ihrer Größe und Produktionsmenge wahrscheinlich nicht der Zulassungspflicht unterliegen werden.

5.5 Vorkommen und Verhalten von *L. monocytogenes* in Rohwürsten

Während bei knapp 42 % aller untersuchten Rohwürste vor der Reifung *L. monocytogenes* qualitativ nachgewiesen werden konnte, waren nach der Reifung noch knapp 17% und am Ende der Haltbarkeit nur noch knapp 13% positiv. Quantitativ lagen alle Produkte unterhalb der Nachweisgrenze von log 2 und damit auch unterhalb des Grenzwertes von 100 KbE/g für Rohwürste.

Die qualitativen Gesamtnachweisraten von 17% bzw. 13% beim 2. und 3. Untersuchungszeitpunkt liegen höher als die Nachweisraten von 7,52% für stabilisierte Produkte der in Deutschland untersuchten Planproben im Jahre 2003 (RKI 2004). Für diese etwas überdurchschnittlichen Nachweisraten ist maßgeblich Betrieb B verantwortlich. Betrieb A, C, D und E lagen somit deutlich unter dem Durchschnitt.

Das häufige Vorkommen von *L. monocytogenes* in Fleisch und rohen Fleischerzeugnissen ist durch zahlreiche Untersuchungen belegt (SCHOEN und TERPLAN, 1987; SCHMIDT et al., 1988; TRUSCOTT und McNAB, 1988; BERGANN; 1990). Demnach ist eine Nachweisrate von 42% für *L. monocytogenes* beim 1. Untersuchungszeitpunkt als unauffällig einzustufen. Auffällig ist, dass im Rohwurstbrät der Schnitffesten im Vergleich zu den streichfähigen Rohwürsten vermehrt *L. monocytogenes* nachgewiesen werden konnte. Während beim 1. Untersuchungszeitpunkt bei allen schnitffesten Produkten beider Chargen, bis auf zwei Ausnahmen, *L. monocytogenes* qualitativ nachgewiesen werden konnte, gelang dieses zu diesem Zeitpunkt innerhalb der Gruppe der streichfähigen Rohwürste nur bei den beiden Chargen des Betriebes B. Dieses ist erstaunlich, denn die Streichfähigen wurden zum größten Teil aus dem gleichen Rohmaterial, mit Hilfe der gleichen Maschinen in den gleichen Räumlichkeiten von denselben Personen hergestellt. Eventuell spielen der Zerkleinerungsgrad und/oder auch die Zusätze eine Rolle. Während NPS zwischen 20-30 g/kg bei allen und GdL bei den meisten Rohwürsten zugesetzt wird, werden nur bei den schnitffesten Starterkulturen zugesetzt. Nur Betrieb A verzichtet bei den Schnitffesten auf den Zusatz von Starterkulturen. Ob und inwiefern der Zusatz von Starterkulturen schon zu diesem Zeitpunkt Einfluss auf *L. monocytogenes* im Rohwurstbrät hat, ist zu diskutieren, denn zwischen Abfüllen und der eigentlichen Untersuchung vergingen nur 6-24 Stunden, wobei die Produkte bei 2°C gekühlt wurden. In verschiedenen Versuchsansätzen wurde bereits der Einfluss von Starterkulturen, alleine und in Verbindung mit anderen Parametern wie NPS, GdL, Kochsalz und Reifetemperaturen auf das Verhalten von *L. monocytogenes* untersucht (KARCHES und TEUFEL, 1988). Dabei wurde festgestellt, dass insbesondere die Kombination

von Starterkulturen und NPS im Vergleich zum ausschließlichen Zusatz von NPS die Vermehrung in den ersten Tagen stark reduziert oder sogar hemmt.

Während der Reifung nahmen die Nachweisraten von *L. monocytogenes* um 25% und bis zum Ende der Haltbarkeit um weitere 5% ab. Dieses deutet auf eine Keimzahlreduktion besonders während der Reifung, aber auch während der Lagerung hin. Diese Entwicklung bestätigt die in den oben aufgeführten Challengeversuchen erzielten Ergebnisse. Diese stützen die Aussage, dass die Art der Reifung und somit der Milieufaktor pH-Wert von entscheidendem Einfluss auf *L. monocytogenes* ist. Dabei ist weniger die Zeit, in der die pH-Absenkung erfolgt, als vielmehr der tatsächlich erreichte End-pH-Wert und die Art der Säuerung (GdL und/oder Starterkulturen) für die Hemmung des Erregers verantwortlich. Erst pH-Werte um pH-5,3 führten zu einer Hemmung der Vermehrung von Listerien. So spielt für die Listerien eine synergistische Wirkung von Faktoren wie Nitrit, a_w -Wert, Reifehilfsmittel und Mikroflora in Zusammenhang mit den pH-Werten eine offensichtlich entscheidene Rolle.

Wie zuvor schon angeführt, stammten alle beim 2. und 3. Untersuchungszeitpunkt *L. monocytogenes*-positiven Produkte, bis auf eine Ausnahme, von Rohwürsten des Betriebes B. Das einzig unauffällige Produkt des Betriebes B war die Salami, bei der wahrscheinlich der überdurchschnittlich niedrige pH-Wert die Listerien beeinflusst hat. In den anderen Produkten dieses Betriebes konnten somit keine deutliche Reduktion während der Untersuchungszeitpunkte festgestellt werden. Da diese Werte alle unterhalb des Grenzwertes von 100 KbE/g für Rohwürste lagen, sind diese Ergebnisse zwar nicht besorgniserregend, aber dennoch im Betriebsvergleich auffällig.

6. Zusammenfassung

Untersuchungen zur Produktionsqualität traditionell-handwerklich hergestellter Rohwürste unter besonderer Berücksichtigung von *Listeria monocytogenes*

Seit dem 01.01.2006 gilt in der Europäischen Gemeinschaft ein neues Lebensmittelrecht. Die europäischen Vorgaben berücksichtigend, ist in der Bundesrepublik Deutschland seit dem 01.01.2006 das Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (LMBG) durch das neue Lebensmittel- und Futtermittelgesetz (LFBG) abgelöst worden. Nach dem neuen Gemeinschaftsrecht bildet die Zulassung eines Betriebes die grundsätzliche Voraussetzung für das Inverkehrbringen von Lebensmitteln. Das bedeutet, dass zahlreiche Betriebe unter die Zulassungspflicht fallen, die bisher keine Zulassung benötigten. Unter genau definierten Umständen kann diese Zulassungspflicht entfallen.

In diesem Zusammenhang war es die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit, einen möglichst repräsentativen Eindruck über die Produktionsqualität fleischverarbeitender, handwerklicher Betriebe zu erlangen, da ein Großteil von diesen Betrieben bis jetzt nur registriert war und in Zukunft unter die Zulassungspflicht fällt. Ein weiterer Schwerpunkt dieser Arbeit lag, vor dem Hintergrund der ebenfalls neuen VO (EG) 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien, auf der Untersuchung des Vorkommens und Überlebensfähigkeit von *L. monocytogenes* in den Produkten

Es wurden fünf handwerkliche Betriebe ausgewählt, die sich hinsichtlich ihrer Größe, Struktur, Arbeitsweise und Ausstattung zum Teil deutlich unterscheiden. Zur Beurteilung der Produktionsqualität wurde die Gruppe der Rohwürste ausgewählt. Repräsentativ für die Gruppe der Rohwürste wurden aus jedem Betrieb, bis auf eine Ausnahme, jeweils eine streichfähige und eine schnittfeste Rohwurst untersucht.

Von jedem Produkt wurden zwei Chargen einbezogen. Dies bedeutet, dass sich unter Berücksichtigung der drei festgelegten Untersuchungszeitpunkte, nach Produktion, nach Reifung, zum Ende des MHD`s auf n=300 belief.

Zur Beurteilung der Produkte wurden jeweils die aerobe mesophile Keimzahl, die Milchsäurebildner, die Enterobakteriazeen, *L. monocytogenes*, der pH-Wert und der a_w -Wert bestimmt. Der Genusswert wurde mit Hilfe der einfach beschreibenden Sensorik, in Anlehnung an das DLG-Prüfschema für Rohwürste beurteilt.

Wie die Ergebnisse zeigen, erwiesen sich jeweils beide Chargen eines Produktes in einem Betrieb, unabhängig, ob es sich um streichfähige oder schnittfeste Rohwürste handelte, hinsichtlich der Produktionsqualität als nahezu gleichwertig. Die Reifeparameter dokumentierten sowohl für die streichfähigen, als auch für die schnittfesten Rohwürste charakteristische und kontrollierte Reifungsverläufe. Der Hygienewert der Produkte spiegelte sich in den Genusswerten wider.

Zusammenfassend kann hinsichtlich der Produktionsqualität handwerklicher Betriebe ebenfalls für 4 von 5 Betrieben ein sehr hoher Standard festgestellt werden. Allein die Produktionsqualität in Betrieb B, fiel trotz seiner moderneren Ausstattung und des exklusiven Verkaufsraumes gegenüber den weiteren Metzgereibetrieben ab. Die Ergebnisse des Betriebes B könnten in der betrieblichen Reifung und den baulichen Voraussetzungen begründet sein. Denn im Gegensatz zu den anderen Betrieben war hier keine deutliche Trennung zwischen den Produktions-, Sozial- und Verkaufsräumen erkennbar, so dass sich Arbeitswege unkontrolliert kreuzten. Die eigenen Ergebnisse zeigen, dass auch kleine Betriebe, wie im vorliegenden Fall der Betrieb A mit einer soliden Ausstattung in der Lage sind, eine hohe Produktionsqualität zu bieten. Hinsichtlich der Zulassungspflicht ist davon auszugehen, dass die Betriebe C, D und E zugelassen werden müssen, während bei Betrieb A und B die Zulassungspflicht entfällt.

Während bei knapp 42 % aller untersuchten Rohwürste vor der Reifung *L. monocytogenes* qualitativ nachgewiesen werden konnte, waren nach der Reifung nur noch knapp 17% und am Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums lediglich knapp 13% positiv. Bei allen Produkten lag *L. monocytogenes* unterhalb der laborüblichen Nachweisgrenze von $\log 2$ und damit auch unterhalb des Beanstandungswertes von 100KbE/g für Rohwürste. Dieses ist als sehr positiv zu bezeichnen, da der Erreger offensichtlich durch den ordnungsgemäßen Reifungsverlauf zurückgedrängt wird. Es handelte sich bei sämtlichen im 2. und 3. Untersuchungszeitpunkt qualitativ positiven

Produkten, bis auf eine Ausnahme um Rohwürste aus dem Betrieb B. Im Gegensatz zu den Rohwurstzeugnissen der anderen Betriebe konnte somit keine deutliche Reduktion während der Reifungs- und Lagerungsphase festgestellt werden. Da diese Werte alle unterhalb des Grenzwertes von 100 KbE/g für Rohwürste lagen, sind diese Ergebnisse zwar nicht besorgniserregend, aber dennoch betriebsvergleichend auffällig.

7. Summary

Examination of production quality of traditional handicraft produced raw sausages in special consideration of *Listeria monocytogenes*

Since 01.01.2006 a new law has been applied regarding edibles in the European Union. The considering European guidelines have replaced the “Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz” (LMBG) in Germany since 01.01.2006 with “Lebensmittel- und Futtermittelgesetz” (LFBG). Since this new European Union law is in use the fundamental conditions of edibles marketing need the licence of a company. That means that a large number of companies that needed no licence until now fall in the licence duty. Under special definite circumstances this licence duty is not applicable.

This paper focused on achieving a general idea on production of meat processing in handicraft plants. Emphasis was also put on examination of occurrence and survivability of *L. monocytogenes* in the products.

Five craftsman businesses were selected which differed in size, structure, procedure and equipment. Although the results showed differences, they pointed in the same direction and so the number of 5 plants seemed to give a general idea on production quality of handicraft producers. Cold-smoked raw sausages were selected for assessment of production quality. To represent the group of raw sausages one spreadable and a raw sausage batter were chosen of each plant with one exception. Spreadable raw sausage present higher hygienic risks compared to firm raw sausages

From each product 2 charges were taken. That means, under consideration of three given examination points, after production, after maturation and at the end of expiration date it all added up to n= 300.

The hygiene factors were assessed by total bacterial count, lactobacillus, enterobacteriaceae, *L. monocytogenes*, pH-value and water activity. The consumption factors were evaluated by appearance, colour, taste, and other external characteristics as well as with the help of DLG-scheme for raw sausages.

The results demonstrate, that both charges of a product as well as different products from the same production showed equal quality levels. Monitoring of the ripeness parameter for spreadable and firm raw sausages showed a characteristic development and pointed at controlled ripening process. The hygiene value was reflected in the consumption factor.

Over all in 4 of 5 craftsman ship plants a very high standard could be testified. Production quality of plant B, besides its modern equipment and exclusive sales room, was more on an acceptable to a good level. This could be the result of an internal processes during maturation and structural/architectural conditions. In contrast to the other plants there was no clear separation between production, social and sales facilities (employees and products cross at several points). The own results show clearly that even in small plants, such as plant A, with a solid equipment a high production quality can be achieved. Concerning the license duty it is to be expected that company C, D, and E will need a licence, while company A and B will not need it. Whereas before maturation in 42% of the tested raw sausages *L.monocytogenes* were detectable during maturation 17% and at the end of the expiration date just under 13% tested positive by means of qualitative measurement. All products showed levels of *L. monocytogenes* below detection level of log 2 and therefore below the critical level of 100 colonie forming units/g. This shows a high hygienic level.

At the second and third time of testing for *L. monocytogenes* with one exception, all products of plant B were estimated to be positiv . The sausages produced by plant B showed in contrast to the products of the other plants no significant reduction during the period of analysis. All data showed lower levels than the evaluation rate of 100 colonie forming units/g in raw sausages. The results are not alarming but still noticeable.

8. Literaturverzeichnis

ARIYAPITIPUN, T., A. MUSTAPHA, A.D. CLARKE (2000)

Survival of *Listeria monocytogenes* Scott A on Vacuum- Packaged Raw Beef Treated with Polyactic Acid and Nisin

J. Food Prot. 63, 131-136

BERCHE, P., J.L. GAILLARD, S. RICHARD (1988)

Invasiveness and intracellular growth of *L. monocytogenes*

Infection 16 (Suppl.2), 145-148

BERGANN, T. (1990)

Untersuchungen zum Vorkommen von *L. monocytogenes* in Lebensmitteln

Mh. Vet.-Med. 45, 801

BGB Teil 1, G5702 (2000)

Gesetz zur Neuordnung seuchenrechtlicher Vorschriften

Seuchenrechtsneuordnungsgesetz- SeuchRNeuG vom 20. Juli 2000

Infektionsschutzgesetz (IfSG), Artikel 1, 3. Abschnitt, §7, (1), 1049

BGVV (2000)

L. monocytogenes: Empfehlungen zu Untersuchungen, Maßnahmen und Beurteilung für die amtliche Lebensmittelüberwachung

Bundesinstitut für Gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin

BgVV (2001)

Deutscher Trendbericht über den Verlauf und die Quellen von Zoonose-Infektionen nach der Zoonosen- Richtlinie (92/117/EWG) für das Jahr 2000

Bundesinstitut für Gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin

BOJSEN-MOLLER, J. (1972)

Human Listeriosis: diagnostic, epidemiologic and clinical studies

Acta Pathol. Microbiol. Scand. Sect. B Suppl. 229, 72-92

BREUER, J., O. PRÄNDEL (1988)

Nachweis von Listerien und deren Vorkommen in Hackfleisch und Mettwürsten in Österreich

Arch. Lebensmittelhyg. 39, 28-30

BROCKHAUS VERLAG (1986)

Biologie

7. Auflage, Band 2, 744

BUCKENHÜSKES, H. J., 1991:

Starterkulturen für die Rohwurstproduktion- eine Standortbestimmung.

Fleisch 45 (3), 163-172

BUNCIC, S., L. PAUNOVIV, D. RADISIC (1991):

The Fate of *Listeria monocytogenes* in Fermented Sausages and in Vacuum- Packaged Frankfurters

J. Food Prot. 54, 413-417

CAIN, D.B., V.L. MCCANN (1986):

A unusual case of cutaneous listeriosis

J. Clin. Microbio. 23, 976-977

CHAKRABOTRY, T., F. EBEL, J. WEHLAND, J. DUFRENNE, S. NOTERMANS (1994):

Naturally occurring virulence- attenuated isolates of *Listeria monocytogenes* capable of inducing long term protection against infection by virulent strains of homologous and heterologous serotypes FEMS

Immunol. Med. Microbiol. 10, 1-9

COTTER, P.D., C.G.M. GAHAN, C. HILL (2001):

A Glutamate Decarboxylase System protects *Listeria monocytogenes* at low ph, and in gastric fluid

Proceedings, ISOPOL XIV, 21

CORETTI, K. (1971):

Rohwurstreifung und Fehlerzeugnisse bei der Rohwurstherstellung

Verlag der Rhein Hessischen Druckwerkstätte. Dietel u. Co., Alzey

DUFFY, G., D. WALSH, J.J. SHERIDAN, C.M. LOGUE, D. HARRINGTON, I.S. BLAIR, D.A.

MCDOWELL (2000):

Behaviour of *Listeria monocytogenes* in the presence of *Listeria innocua* during storage of minced beef under vacuum or in air at 0°C and 10°C

Food Microbiol. 17, 571-578

DYKES, G.A., S.M. MOORHEAD (2002):

Combined antimicrobial effect of nisin and a listeriophage against *Listeria monocytogenes* in broth but in buffer or on raw beef

Int. J. Food Microbiol. 73, 71-81

ERDLÉNIA, S., A.J. AINSWORTH, F.W. AUSTIN (2000):

Pathogenicity and production of virulence factors by *Listeria monocytogenes* isolates from channel catfish

J. Food. Microbiol. 73, 71-81

FARBER, J.M., G.W. SANDERS, M.A. JOHNSTON (1989):

A Survey of various Foods for Presence of *Listeria* Species

J. Food Prot. 52, 476-511

FARBER, J.M., E. DALEY, R. HOLLEY, W.R. USBORNE (1993):

Survival of *Listeria monocytogenes* during the production of uncooked German, American, and Italian-style fermented sausages

Food Microbiol. 10, 123- 132

FARBER, J.M., P.I. PETERKIN (1991):

Listeria monocytogenes: A foodborne pathogen

Microbiol. Rev. 55, 476-511

FEHLHABER, K., P. JANETSCHKE, (1992):

Veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene.

Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

FELSENFELD, O. (1951):

Diseases of poultry transmission to man

Iowa State Coll. Vet. 13, 89-92

FIELDER, F., J. SEGER, A. SCHRETTENBRUNNER, H.P.R. SEELIGER (1984):

The biochemistry of murein and cell wall teichoic acids in the genus *Listeria*

System. Appl. Microbiol. 5, 360-376

GAILLARD, J.L., C.V. BROOME, P. SANSONETTI (1986):

Transposon mutagenesis as a tool to study the role of hemolysin in the virulence of *Listeria monocytogenes*

Infect. Immun. 52, 50-55

GEORGE, S.M., B.M. LUND, T.F. BROCKLEHURST (1988):

The effect of pH and temperature on inhibition of growth of *Listeria monocytogenes*

Lett. Appl. Microbiol. 6, 153-156

GELLIN, B.G., C.V. BROOME (1989):

Listeriosis

JAMA 261, 1313-1320

GILL, C.O., M.P. REICHEL (1989):

Growth of the cold-tolerant pathogens *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* on high-ph beef packaged under vacuum or carbon dioxide

Food Microbiol. 6, 223-230

GOLDEN, D.A., L.R. BEUCHAT, R.E. BRACKET (1988):

Inactivation and injury of *Listeria monocytogenes* as affected by heating and freezing

Food Microbiol. 4, 1091- 1099

GRAY, M.L., A.H. KILLINGER (1966):

Listeria monocytogenes and listeric infections

Bact. Rev. 30, 309-382

HART, C.D., G.C. MEAD, A.P. NORRIS (2002):

Effects of gaseous environment and temperature on storage behaviour of *Listeria monocytogenes* on chicken breast meat

J. Appl. Bacteriol. 70, 40-46

HARTUNG, M. (2001):

Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 2000

BgVV- Hefte 06/2001

HARTUNG, M. (2002):

Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 2001

BgVV- Hefte 06/2002

HARTUNG, M. (2003):

Epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland im Jahre 2002

BgVV- Hefte 02/2004

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), (2004):

Herausgeber: HARTUNG, M.

Epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland im Jahre 2003

BfR- Wissenschaft 5/2004

HECHELMANN, H., Z. BEM und L. LEISTNER, (1974):

Mikrobiologie der Nitrat/ Nitritminderung bei Rohwurst.

Mitteilungsblatt der BAFF, Nr. 46, 2282-2286

HECHELMANN, H. (1985):

Mikrobiell verursachte Fehlfabrikate bei Rohwurst und Rohschinken

Herausgegeben vom Institut für Mikrobiologie, Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt für
Fleischforschung, Kulmbach, 103-127

HECHELMANN, H., T.ALBERT, M.GAREIS (2002):

Listeria monocytogenes in streichfähiger Rohwurst und Rohwurstbrät- Vorkommen und quantitativer
Nachweis

Fleischwirtsch. 82, Nr. 8, 92-94

HIEPE, T. (1991):

In: WIESNER, E., R. RIBBECK

Wörterbuch der Veterinärmedizin

Gustav Fischer Verlag, Jena- Stuttgart, 3. Auflage, 880

HILDEBRAND, A. (2003):

Mikrobiologischer von industriell und handwerklichen hergestelltem Schweinehackfleisch und Frischer
Zwiebelmettwurst

Berlin, Freie Universität, Diss., S.143

HILDEBRAND, A., G. HILDEBRANDT (2004):

Mikrobiologischer Status und Reifungszustand „Frisher Zwiebelmettwurst“

Fleischwirtsch. 8/2004, 99-102

HOF, H., P. HEFNER (1988):

Pathogenicity of *Listeria monocytogenes* in comparison to other *Listeria* species

Infection 16, Suppl. 2, 141-145

JOHNSON, J.L., M.P. DOYLER, R.G. CASSENS(1988a):

Survival of *Listeria monocytogenes* in ground beef

Intern. J. Food. Microbiol. 6, 243-247

JOHNSON, J.L., M.P. DOYLER, R.G. CASSENS, J.L. SCHOENI (1988b):

Fate of *Listeria monocytogenes* in Tissues of Experimentally Infected Cattle and in Hard Salami

Appl. Environ. Microbiol. 54, 497-501

JUNTILLA, J.R., S.I. Niemelä, J.HIRN (1988):

Minimum growth temperatures of *Listeria monocytogenes* and non haemolytic listeria

J. Appl. Bact. 65, 321-327

JUNTILLA, J., J. HIRN, P. HILL, E. NURMI (1998):

Effect of Different Levels of Nitrite and Nitrate on the Survival of *Listeria monocytogenes* During the Manufacture of Fermented Sausage

J. Food Prot. 52, 158-161

KALKHOFF, K.W., W. SCHIFF (1960):

Listeriose der Haut durch Kontaktinfektion

Hautarzt 11, 201

KAMPELMACHER, E.H., L.M. VAN NOORLE JANSEN (1972):

Further studies on the isolation of *Listeria monocytogenes* in clinically healthy individuals

Zbl. Baktl. Microbiol. Hyg. Abt. 1 Orig Reihe A 221, 70-77

KARCHES, H., P. TEUFEL (1988):

Listeria monocytogenes. Vorkommen in Hackfleisch und Verhalten in frischer Zwiebelmettwurst

Fleischwirtsch. 68, 1388-1392

KASBOHM, H., (1954):

Bakteriologische Untersuchungen von Salami und Cervelatwurst

Vet. Med. Diss. Fu Berlin

KATSARAS, K., H. HECHELMANN, und F.-K. LÜCKE, (1985):

Staphylococcus aureus und *Clostridium botulinum*- Bedeutung bei Rohwurst und Rohschinken

In: Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst. Broschüre, herausgegeben vom Institut für Mikrobiologie,

Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt für Fleischforschung

Kulmbach, S. 152-172

KAYA, M., U. SCHMIDT (1989):

Verhalten von *Listeria monocytogenes* im Hackfleisch bei Kühl- und Gefrierlagerung

Fleischwirtsch. 69, 617-620

KAYA, M., U. SCHMIDT (1990):

Verhalten von *Listeria monocytogenes* auf vakuumverpacktem Rindfleisch

Fleischwirtsch. 70, 546-550

KLEINLEIN, N., F. UNTERMANN, H. BEISSNER (1989):

Zum Vorkommen von Salmonella und Yersinia- Spezies sowie Listeria monocytogenes in Hackfleisch
Fleischwirtsch. 69, 1474- 1476

KRÖCKEL, L. (2000):

Listeria monocytogenes und Milchsäurebakterien- aktuelle Untersuchungen zum Vorkommen in
vorverpackten und kühl gelagerten Fleischerzeugnissen
Fleischwirtsch. 80, 111-114

LARSEN, H.E., H.P.R. SEELIGER (1966):

A mannitol fermenting Listeria: *Listeria grayi* sp.

3rd International Symposium of Listeriosis, Bilthoven, Proc., pp. 35-39

LATHI, E., T. JOHANSSON, T. HONKANEN- BUZALSKI, P. HILLE, E. NURMI (2001):

Survival and detection of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* during the
manufacture of dry sausage using different starter cultures

Food Microbiol. 18, 75-85

LEHNERT, C.H. (1987):

Listeriose

In: BEER, J. (1987)

Infektionskrankheiten der Haustiere

Gustav Fischer Verlag Jena, 498-503

LEISTNER, L. (1981):

Neue Nitritverordnung der Bundesrepublik Deutschland

Fleischwirtsch. 61, 338, 341-342, 344, 346

LEISTNER, L. (1985):

Hurdle Technology applied to meat products of the Shelf Stable Products and Intermediate
Moisture Food types

Properties of Water in Foods, Martin Nijhoff Publisher, Dordrecht, pp. 309-329

LEISTNER, L. (1986):

Allgemeines über Rohwurst

Fleischwirtsch.. 66: 290-300

LEISTNER, L. (1996):

Hürden-Technologie für die Herstellung stabiler Fleischerzeugnisse
Fleischwirtsch. 66, 10-15

LEISTNER, L., U.SCHMIDT, M.KAYA (1998):

Listerien bei Fleisch und Fleischerzeugnissen
Mittbl. BAFF, Kulmbach 28, 192-199

LEISTNER, L. (1990):

Stabilität und Sicherheit von Rohwurst
Die Fleischerei 40, 570-582

LERCHE, M. (1951):

Grunderfordernisse für die Herstellung guter und haltbarer Rohwurst
Fleischwirtsch. 3, 130

LOWRY, P.D., I. TIONG (1988):

The incidence of *Listeria monocytogenes* in meat and meat products factors affecting distribution
Proceedings 34th International Congress of Meat Science and Technology, held Aug. 29- Sep. 2 at
Brisbane, Australia, Part B, 528-530

LÜCKE, F.-K. (1985):

Mikrobiologische Vorgänge bei der Herstellung von Rohwurst und Rohschinken
In: Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken. Broschüre herausgegeben vom Institut
für Mikrobiologie, Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, S.
85- 102

LÜCKE, F.-K. (2003):

Einsatz von Nitrat in ökologischer Fleischverarbeitung. Vor- und Nachteile.
Fleischwirtschaft. 83; 183-142

MACKANESS, G.B. (1962):

Cellular resistance to infection
J. Exp. Med. 116, 381-406

MENGAUD, J., M.F. VICENTE, J. CHENEVERT, P.M. PEREIRA, C. GEOFFROY, B. GICQUELSANZEY, F. BAQUERO, J.C. PEREZDIAZ, P. COSSART (1988):
Expression in *Escherichia-coli* and sequence-analysis of the Listeriolysin-O determinant of *Listeria monocytogenes*
Infect. Immun. 56, 766-772

NEUMAYR, L. (1983):
Untersuchung zur Entkeimung von Gewürzen und zur Notwendigkeit der Verwendung entkeimter Gewürze für die Rohwurstherstellung
Dissertation, Technische Universität München, Fakultät für Chemie, Biologie und Geowissenschaften

OWEN, C.R., A. MEIS, J.W. JACKSON (1960):
A case of primary cutaneous listeriosis
N. Eng. J. Med. 262, 1026-1028

OZARI, R., F.A. STOLLE (1990):
Zum Vorkommen von *Listeria monocytogenes* in Fleisch und Fleischerzeugnissen einschließlich Geflügelfleisch des Handels
Arch. Lebensmittelhyg. 41, 47-50

OZARI, R. (1991):
Untersuchung zur Wirkung von Starterkulturen des Handels auf das Wachstum von *Listeria monocytogenes* in frischen Mettwürsten
Fleischwirtsch. 71, 1450-1454

PLASCHE, W. (1991):
In: WIESNER, E., R. RIBBECK
Wörterbuch der Veterinärmedizin
Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart, 3. Auflage, 157

ROCOURT, J. (1991):
Human Listeriosis: 1989
WHO/HPP/FOS 91,3

ROCOURT, J., P. BOERLIN, F. GRIMONT, C. JACQUET, J.C. PIFFARETTI (1992):
Assignment of *Listeria grayi* and *Listeria murrayi* to a single species, *Listeria grayi*, with a revised description of *Listeria grayi*
Int. J. Syst. Bacteriol. 42, 171-174

RÖDEL, W. (1985):

Rohwurstreifung- Klima und andere Einflußgrößen. In: Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken. Broschüre herausgegeben vom Institut für Mikrobiologie Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, S. 60- 84

ROLL, J.T., C.J. CZUPRYNSKI (1990):

Hemolysin is required for extraintestinal dissemination of *Listeria monocytogenes* in intragastrically inoculated mice

Infect. Immun. 58, 3147-3150

SCHMIDT, U., H.P.R. SEELIGER, E. GLENN, B. LANGER, L.LEISTNER (1988):

Listerienfunde in rohen Fleischerzeugnissen

Fleischwirtsch. 68, 1313-1316

SCHOEN, R., G. TERPLAN (1987):

Weitere Untersuchungen zum Vorkommen von Listerien in Milch, Milchprodukten und anderen Lebensmitteln

28. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „ Lebensmittelhygiene“ der DVG 1987 in Garmisch-Partenkirchen, 242-247

SCHÖNBERGER, A. (1988):

Zur aktuellen Situation der Listeriose- eine Übersicht

Ber. Münch. Tierärztl. Wschr. 101, 1516- 1522

SEELIGER, H.P. (1979):

Serotyping of *Listeria monocytogenes* and related species

In: BERGANN, T., and J. NORRIS, ed.

Methods in Microbiology

Academic Press, New York

SEELIGER, H.P.R., J. POTEL (1969):

Listeriose

In: GRUMBACH, A., O. BONIN (Hrsg)

Die Infektion des Menschen und ihre Erreger, 2. Auflage

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1023- 1032

SEELIGER, H.P.R. (1981):

Apathogene Listerien: *L. innocua* sp. N.

Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. A 249, 478-493

SEELIGER, H.P.R., J. ROCOURT, A. SCHRETTENBRUNNER, P.A.D. GRIMONT, D. JONES (1984):

Listeria ivanovii sp. Nov.

Int. J. Syst: Bacteriol. 34, 336-337

SEELIGER, H.P.R., D. JONES (1986):

Genus Listeria

In: SNEATH, P.H.A., N.S.MAIER, M.E.SHARPE, J.G.HOLT (ed.)

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 2, 1235-1245

Williams & Wilkins, Baltimore

SEELIGER, H.P.R. (1987):

Classification and Pathogenicity of Listeria

In: Listeriosis Joint WHO/ROI Consulting on Prevention and Control

Vet. Med. Hefte, Bundesgesundheitsamt Berlin (West) 5, 134

SHAMAT, M., A. SEAMANN, M. WOODBINE (1980):

Survival of *Listeria monocytogenes* in High Salt Concentrations

Zbl. Bakt. Hyg., I Abt. Orig. A 246, 506-511

SHELEF, L.A. (1989):

Listeriosis and its transmission by food

Prog. Food Nutr. Sci. 13, 363-382

SIELAFF, H. (Hrsg.) (1996):

Fleischtechnologie. Behr's Verlag, Hamburg.

SKOVGAARD, N., C.-A. MORGEN (1988):

Detection of *Listeria* spp. in faeces from animals, in feeds, and in raw foods of animal origin

Int. J. Food Microbiol. 6, 229-242

SLUTSKER, L., A. SCHUCHAT (1999):

Listeriosis in humans

In: RYSER, E.T., E.H. MARTH

Listeria, Listeriosis and Food Safety

Food Science and Technology, 75-95

New York, Marcel Dekker, inc

STAHNKE, L. H. (1995):

Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosum* at different temperatures and with different ingredient level. 1. chemical and bacteriological data

Meat Sci., 41. (2), 179-191

TABOUTRET, M., J. DEREYCKE, A. AUDURIER, B.POURTEL (1991) :

Pathogenicity of *Listeria monocytogenes* isolates in immunocompromised mice in relation to listeriolysin production

J. Med. Microbiol. 34, 13-18

TABOURET, M., J. Dereycke, G. DUBRAY (1992):

Analysis of surface proteins of Listeria in relation to species, serovar and pathogenicity

J.Gen. Microbiol. 138, 743-753

TRÜSSEL, M. (1989):

Zum Vorkommen von Listerien bei der Produktion von Bündnerfleisch, Salami und Mettwurst

Schweiz. Arch. Tierheilk. 131, 409-421

TRÜSSEL, M., T. JEMMI (1989):

Das Verhalten von *Listeria monocytogenes* während der Reifung und Lagerung von künstlich kontaminierter Salami und Mettwurst

Fleischwirtsch. 89, 1586-1592

TRUSCOTT, R.B., W.B. Mc NAB (1988):

Comparison of media and procedures for the isolation of *L. monocytogenes* from ground beef

J. Food Prot. 51,626

WALKER, S.J., P.ARCHER, J.G. BANKS (1990):

Growth of *Listeria monocytogenes* at refrigerated temperatures

J. Appl. Bact.. 68, 299-316

WALSH, D., J.J. SHERIDAN, G. DUFFY, I.S. BLAIR, D.A. MCDOWELL (2001):
Thermal resistance of wild- type and antibiotic-resistant *Listeria monocytogenes* in meat and potato substrates
J. Appl. Microbiol. 90, 157-162

WANG, G.-H., X.-L. QIAO (1994):
Fleisch und Fleischprodukte aus dem Einzelhandel in Beijing
Fleischwirtsch. 74, 326-328

WEBER, A., J. POTEL, R. SCHÄFER-SCHMIDT, A. PRELL, C. DATZMANN (1995):
Untersuchungen zum Vorkommen von *Listeria monocytogenes* in Kotproben von Haus- und Heimtieren
Zbl. Hyg. 198, 117-123

WEBER, H. (2003):
Mikrobiologie der Lebensmittel- Fleisch- Fischfeinkost.
Behr`s Verlag, Hamburg

WENDLANDT, A., T. BERGANN (1994):
Listeria monocytogenes. Zum Vorkommen in einem Schlacht-, Zerlege- und Verarbeitungsbetrieb
Fleischwirtsch. 74, 1329-1331

WEIS, J., H.P.R. SEELIGER (1975):
Incidence of *L. monocytogenes* in nature
Appl. Microbiol. 30, 29-32

WILSON, G., A.A. MILLES (1974):
Topley and Wilson's Principles of Bacteriology, Virology and Immunology
Virol. Immunol. (Arnold London), 6th ed., Vol. I, 559-563

WIRTH, F. und LEISTNER, L. (1982):
Informationsreise zum Studium der Herstellung und Stabilität traditioneller italienischer Fleischerzeugnisse. Italienische Mortadella, Mailänder Salami.
Mitteilungsblatt der BAFF Nr. 78, 5306- 5310

Anhangstabelle 1: Ergebnisse der Untersuchungen von zwei Chargen „Luftgetrockneter“ in Betrieb A zu drei Untersuchungszeitpunkten

		Betrieb A						
		Lufttrockne/ 1. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	±s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	5,5	5,7	5,4	5,3	5,5	5,5	0,15
	2.Ut.	8	8,1	8	8	8,1	8,1	0,05
	3.Ut.	7,8	7,7	7,7	7,8	7,7	7,7	0,05
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
	2.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	5,4	5,4	5,2	5,3	5,5	5,4	0,11
	2.Ut.	8	7,8	7,9	7,9	7,9	7,9	0,07
	3.Ut.	7,6	7,5	7,6	7,4	7,6	7,5	0,08
pH -Wert	1.Ut.	5,12	5,13	5,14	5,14	5,15	5,14	
	2.Ut.	4,96	4,96	4,97	4,97	4,96	4,96	
	3.Ut.	5,14	5,17	5,14	5,15	5,15	5,15	
a_w- Wert	2.Ut.	0,938	0,935	0,94	0,937	0,935	0,937	
	3.Ut.	0,823	0,829	0,824	0,828	0,827	0,826	
<i>L. monocytogenes</i> KbE/g	1.Ut.							positiv /< log2
	2.Ut.							negativ/ -
	3.Ut.							negativ/ -
		Betrieb A						
		Lufttrockne / 2. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	±s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	5,6	5,7	5,9	5,7	5,7	5,7	0,1
	2.Ut.	8,1	8,1	8	8,2	8,1	8,1	0,07
	3.Ut.	7,7	7,6	7,7	7,5	7,7	7,6	0,08
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	2,5	2,3	2	2	2	2,2	0,23
	2.Ut.	2	0	0	2	0		0
	3.Ut.	0	0	0	0	0		0
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	5,7	5,7	5,9	5,7	5,7	5,7	0,09
	2.Ut.	8,2	8,3	8,2	8,3	8,2	8,3	0,05
	3.Ut.	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	0
pH -Wert	1.Ut.	5,11	5,11	5,1	5,1	5,11	5,1	
	2.Ut.	4,96	4,96	4,95	4,94	4,95	4,95	
	3.Ut.	5,19	5,21	5,21	5,2	5,21	5,21	
a_w- Wert	2.Ut.	0,948	0,944	0,945	0,943	0,944	0,945	
	3.Ut.	0,819	0,821	0,815	0,821	0,817	0,818	
<i>L. monocytogenes</i>	1.Ut.							positiv /< log2
	2.Ut.							negativ/ -
	3.Ut.							negativ/ -
1. Ut: 1. Untersuchungszeitpunkt		x: Mittelwert		± s: Standardabweichung				

Anhangstabelle 2: Ergebnisse der Untersuchungen von zwei Chargen „Luftgetrockneter“ in Betrieb B zu drei Untersuchungszeitpunkten

Betrieb B								
Lufttrockne/ 1. Charge								
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	±s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	7,3	7,2	7,2	7,2	7,3	7,2	0,05
	2.Ut.	9,3	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	0
	3.Ut.	9	9	9	9	9	9	0
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1. Ut.	3,2	2,9	2,9	3,8	3,9	3,3	0,48
	2.Ut.	2,2	2,9	2	2	2	3	0,38
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	6,9	6,9	6,7	6,9	7	6,9	0,1
	2.Ut.	9,3	9,4	9,4	9,3	9,3	9,3	0,05
	3.Ut.	8,8	8,8	8,9	8,8	8,8	8,8	0,04
pH -Wert	1.Ut.	5,69	5,65	5,67	5,68	5,67	5,67	
	2.Ut.	5	4,99	5,01	4,99	4,99	5	
	3.Ut.	5,25	5,25	5,26	5,26	5,25	5,25	
a _w - Wert	2.Ut.	0,968	0,961	0,966	0,965	0,960	0,964	
	3.Ut.	0,831	0,83	0,825	0,83	0,832	0,830	
<i>L. monocytogenes</i> KbE/g	1.Ut.							positiv/< log2
	2.Ut.							positiv/ <log2
	3.Ut.							positiv/ <log2
Betrieb B								
Lufttrockne/ 2. Charge								
		Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	±s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	7,1	7,3	7,1	7,2	7,1	7,2	0,09
	2.Ut.	9,1	9	9	8,9	9	9	0,07
	3.Ut.	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	0
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1. Ut.	3,5	3,4	3,5	3,5	3,4	3,5	0,05
	2.Ut.	2,6	2,7	2,6	2,4	2,5	2,6	0,11
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	6,7	6,9	6,7	6	6,8	6,6	0,35
	2.Ut.	9,1	9	9	8,9	9	9	0,07
	3.Ut.	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	0
pH -Wert	1.Ut.	5,71	5,7	5,72	5,7	5,71	5,71	
	2.Ut.	4,98	4,98	4,98	4,99	4,98	4,98	
	3.Ut.	5,19	5,19	5,2	5,1	5,2	5,19	
a _w - Wert	2.Ut.	0,968	0,971	0,967	0,969	0,97	0,969	
	3.Ut.	0,837	0,834	0,832	0,832	0,834	0,834	
<i>L. monocytogenes</i>	1.Ut.							positiv /< log2 „
	2.Ut.							positiv//< log2
	3.Ut.							positiv/ <log2

1. Ut: 1. Untersuchungszeitpunkt

x: Mittelwert

± s: Standardabweichung

Anhangstabelle 3: Ergebnisse der Untersuchungen von zwei Chargen „Salami“ in Betrieb B zu drei Untersuchungszeitpunkten

		Betrieb B						
		Salami / 1. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	±s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	7,1	7,1	7,1	7	7,2	7,1	0,07
	2.Ut.	9,4	9,4	9,4	9,5	9,4	9,4	0,04
	3.Ut.	8,7	8,8	8,8	8,7	8,8	8,8	0,05
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	2,9	2,7	2,6	2,6	2,8	2,7	0,13
	2.Ut.	2	2	2	2,3	2,2	2,1	0,14
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	6,7	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	0,04
	2.Ut.	9,4	9,4	9,4	9,5	9,4	9,4	0,04
	3.Ut.	8,7	8,6	8,6	8,7	8,7	8,7	0,05
pH -Wert	1.Ut.	5,62	5,64	5,61	5,62	5,6	5,62	
	2.Ut.	4,63	4,61	4,61	4,63	4,62	4,62	
	3.Ut.	4,98	4,98	4,98	4,97	4,97	4,98	
a _w - Wert	2.Ut.	0,953	0,959	0,957	0,955	0,958	0,956	
	3.Ut.	0,853	0,851	0,854	0,854	0,852	0,853	
<i>L. monocytogenes</i> KbE/g	1.Ut.	negativ /< log2						
	2.Ut.	nicht weiter untersucht						
	3.Ut.	nicht weiter untersucht						
		Betrieb B						
		Salami / 2. Charge						
		Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	±s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	7,1	7,1	7,2	7,3	7,2	7,2	0,08
	2.Ut.	9	8,9	9	8,9	9	8,9	0,05
	3.Ut.	8,4	8,4	8,3	8,3	8,3	8,3	0,05
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	3,1	2,9	3,1	3,5	3,3	3,1	0,22
	2.Ut.	2	2	2,2	2,3	2,2	2,2	0,2
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	6,6	6,4	6,6	6,8	6,8	6,7	0,16
	2.Ut.	8,9	8,9	8,9	8,8	8,9	8,9	0,04
	3.Ut.	8,3	8,2	8,2	8,1	8,2	8,2	0,07
pH -Wert	1.Ut.	5,68	5,68	5,71	5,7	5,69	5,69	
	2.Ut.	4,75	4,75	4,74	4,74	4,74	4,74	
	3.Ut.	5,08	5,07	5,07	5,06	5,07	5,07	
a _w - Wert	2.Ut.	0,965	0,971	0,966	0,969	0,968	0,968	
	3.Ut.	0,866	0,861	0,865	0,864	0,862	0,863	
<i>L. monocytogenes</i> KbE/g	1.Ut.	positiv /< log2						
	2.Ut.	negativ / -						
	3.Ut.	negativ / -						
1. Ut: 1. Untersuchungszeitpunkt		x: Mittelwert		± s: Standardabweichung				

Anhangstabelle 4: Ergebnisse der Untersuchungen von zwei Chargen „Luftgetrockneter“ in Betrieb C“ zu drei Untersuchungszeitpunkten

		Betrieb C						
		Lufttrockne / 1. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	6,4	6,3	6,5	6,5	6,5	6,4	0,09
	2.Ut.	7,5	7,7	7,6	7,5	7,7	7,7	0,1
	3.Ut.	7,4	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	0,04
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1. Ut.	0	2	0	2,2	2,4		
	2.Ut.	0	2	0	2	2,3		
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	5,2	5,3	5,3	5,2	5,3	5,3	0,05
	2.Ut.	7,4	7,5	7,5	7,6	7,5	7,5	0,07
	3.Ut.	7,2	7,4	7,3	7,4	7,4	7,3	0,08
pH -Wert	1.Ut.	5,06	5,07	5,07	5,05	5,05	5,06	
	2.Ut.	5,06	5,07	5,04	5,04	5,06	5,05	
	3.Ut.	5,22	5,23	5,23	5,21	5,23	5,22	
a _w - Wert	2.Ut.	0,942	0,94	0,935	0,938	0,936	0,938	
	3.Ut.	0,834	0,829	0,828	0,833	0,829	0,831	
<i>L. monocytogenes</i> KbE/g	1.Ut.							positiv /< log2
	2.Ut.							negativ/ -
	3.Ut.							negativ/ -
		Betrieb C						
		Lufttrockne / 2. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	6,4	6,5	6,5	6,6	6,4	6,5	0,08
	2.Ut.	8	8	8	7,9	7,9	8	0,05
	3.Ut.	7,7	7,8	7,9	7,6	7,8	7,7	0,11
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	2,8	3,1	3,2	2,7	2,4	2,8	0,32
	2.Ut.	2	2	2,2	2	0		
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	6,6	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	0,09
	2.Ut.	7,9	7,9	7,8	7,9	7,8	7,9	0,05
	3.Ut.	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	0
pH -Wert	1.Ut.	5,1	5,1	5,08	5,09	5,09	5,09	
	2.Ut.	5,04	5,04	5,05	5,05	5,04	5,04	
	3.Ut.	5,25	5,25	5,23	5,24	5,24	5,4	
a _w - Wert	2.Ut.	0,941	0,936	0,939	0,938	0,94	0,939	
	3.Ut.	0,81	0,815	0,816	0,814	0,817	0,814	
<i>L. monocytogenes</i> KbE/g	1.Ut.							positiv /< log2
	2.Ut.							negativ/ -
	3.Ut.							negativ/ -
1. Ut:	1. Untersuchungszeitpunkt	x: Mittelwert		± s: Standardabweichung				

Anhangstabelle 5: Ergebnisse der Untersuchungen von zwei Chargen „Luftgetrockneter“ in Betrieb D“ zu drei Untersuchungszeitpunkten

		Betrieb D						
		Lufttrockne / 1. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	6,8	6,8	6,8	6,8	6,6	6,8	0,09
	2.Ut.	8,3	8,2	8,2	8,3	8,3	8,3	0,05
	3.Ut.	7,8	7,9	7,9	7,7	7,9	7,8	0,08
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	2,5	2,5	2,5	2	2,2	2,3	0,23
	2.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	6,4	6,6	6,2	6,3	6,3	6,4	0,15
	2.Ut.	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	0
	3.Ut.	7,9	7,9	8	7,9	8	7,9	0,05
pH -Wert	1.Ut.	5,67	5,66	5,64	5,69	5,66	5,66	
	2.Ut.	5,15	5,12	5,13	5,16	5,13	5,14	
	3.Ut.	5,44	5,4	5,41	5,4	5,4	5,41	
a _w - Wert	2.Ut.	0,901	0,905	0,903	0,902	0,908	0,904	
	3.Ut.	0,8	0,801	0,798	0,799	0,798	0,799	
<i>L. monocytogenes</i>	1.Ut.							positiv / < log2
	2.Ut.							positiv/ <log2
	3.Ut.							negativ/ -
		Betrieb D						
		Lufttrockne / 2. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	6,9	7	7	6,9	6,9	6,9	0,05
	2.Ut.	8,9	8,9	8,9	8,9	8,8	8,8	0,04
	3.Ut.	8,4	8,3	8,3	8,4	8,3	8,3	0,05
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1. Ut.	2,4	2,3	2,4	2,5	2,4	2,4	0,07
	2.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	0
	2.Ut.	8,8	8,7	8,8	8,6	8,7	8,7	0,08
	3.Ut.	8,1	8,1	8	8,2	8,1	8,1	0,07
pH -Wert	1.Ut.	5,65	5,63	5,63	5,65	5,64	5,64	
	2.Ut.	5,1	5,08	5,09	5,11	5,09	5,09	
	3.Ut.	5,44	5,42	5,43	5,42	5,42	5,43	
a _w - Wert	2.Ut.	0,911	0,905	0,908	0,907	0,906	0,907	
	3.Ut.	0,798	0,792	0,793	0,795	0,793	0,794	
<i>L. monocytogenes</i>	1.Ut.							negativ / -
	2.Ut.							nicht weiter untersucht
	3.Ut.							nicht weiter untersucht
1. Ut: 1. Untersuchungszeitpunkt		x: Mittelwert		± s: Standardabweichung				

Anhangstabelle 6: Ergebnisse der Untersuchungen von zwei Chargen „Luftgetrockneter“ in Betrieb E“ zu drei Untersuchungszeitpunkten

		Betrieb E						
		Lufttrockne / 1. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	5,9	6	6	5,9	6,1	6	0,08
	2.Ut.	7,9	7,9	7,8	7,8	7,9	7,8	0,05
	3.Ut.	7,6	7,5	7,5	7,6	7,5	7,5	0,05
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1. Ut.	2	0	0	2,6	2		
	2.Ut.	0	0	0	0	0	0	
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	5,6	5,7	5,7	5,6	5,7	5,7	0,05
	2.Ut.	7,7	7,5	7,7	7,7	7,7	7,7	0,09
	3.Ut.	7,5	7,6	7,6	7,4	7,6	7,5	0,09
pH -Wert	1.Ut.	5,02	5,03	5,09	5,08	5,06	5,06	
	2.Ut.	4,85	4,8	4,82	4,84	4,83	4,83	
	3.Ut.	5,08	5,04	5	5,04	5,06	5,04	
a_w- Wert	2.Ut.	0,947	0,944	0,946	0,945	0,945	0,945	
	3.Ut.	0,809	0,804	0,806	0,808	0,806	0,806	
L. monocytogenes	1.Ut.						positiv / < log2	
	2.Ut.						negativ/ -	
	3.Ut.						negativ/ -	
		Betrieb E						
		Lufttrockne / 2. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	6	5,9	5,7	5,9	5,8	5,9	0,11
	2.Ut.	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	0
	3.Ut.	7,4	7,5	7,4	7,5	7,5	7,5	0,05
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1. Ut.	3,1	2,6	2,4	2,3	2	2,5	0,4
	2.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	5,5	5,5	5,3	5,2	5,1	5,3	0,17
	2.Ut.	7,8	7,7	7,8	7,8	7,8	7,8	0,04
	3.Ut.	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	0
pH -Wert	1.Ut.	4,98	5	4,99	5,01	4,98	4,99	
	2.Ut.	4,87	4,86	4,85	4,86	4,86	4,86	
	3.Ut.	5,23	5,25	5,25	5,24	5,23	5,24	
a_w- Wert	2.Ut.	0,94	0,938	0,941	0,943	0,941	0,941	
	3.Ut.	0,799	0,796	0,798	0,802	0,803	0,799	
L. monocytogenes	1.Ut.						negativ/ -	
	2.Ut.						nicht weiter untersucht	
	3.Ut.						nicht weiter untersucht	
. Ut: 1. Untersuchungszeitpunkt		x: Mittelwert			± s: Standardabweichung			

Anhangstabelle 7: Ergebnisse der Untersuchungen von zwei Chargen „Teewurst“
in Betrieb B“ zu drei Untersuchungszeitpunkten

		Betrieb B Teewurst / 1. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	0
	2.Ut.	6,8	6,9	6,8	6,9	6,9	6,9	0,05
	3.Ut.	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	0
Entero- bacteriaceae (log KbE/g)	1. Ut.	3,3	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	0,04
	2.Ut.	3,4	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	0,07
	3.Ut.	2,3	2,3	2,3	2,2	2,3	2,3	0,04
Milchsäure- bakterien (log KbE/g)	1.Ut.	4,7	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	0,04
	2.Ut.	7	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	0,04
	3.Ut.	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	0
pH -Wert	1.Ut.	5,45	5,45	5,44	5,45	5,43	5,45	
	2.Ut.	5,44	5,43	5,45	5,43	5,44	5,44	
	3.Ut.	5,25	5,3	5,29	5,28	5,3	5,28	
a _w - Wert	2.Ut.	0,971	0,969	0,970	0,968	0,967	0,968	
	3.Ut.	0,963	0,964	0,965	0,965	0,964	0,964	
<i>L.</i> <i>monocytogenes</i>	1.Ut.						positiv /< log2	
	2.Ut.						positiv/ <log2	
		Betrieb B Teewurst / 2. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	6,2	6	6	6,1	6,1	6,1	0,08
	2.Ut.	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	0
	3.Ut.	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0
Entero- bacteriaceae (log KbE/g)	1. Ut.	3,4	3,3	3,4	3,4	3,3	3,4	0,05
	2.Ut.	3,3	3,3	3,3	3,4	3,3	3,3	0,04
	3.Ut.	3,2	3,2	3,3	3,2	3,3	3,3	0,05
Milchsäure- bakterien (log KbE/g)	1.Ut.	4,9	5	4,9	4,9	4,9	4,9	0,04
	2.Ut.	7,4	7,4	7,3	7,3	7,4	7,4	0,05
	3.Ut.	7,7	7,7	7,8	7,7	7,7	7,7	0,04
pH -Wert	1.Ut.	5,31	5,32	5,33	5,32	5,32	5,32	
	2.Ut.	5,23	5,19	5,21	5,23	5,18	5,21	
	3.Ut.	5,04	5,05	5,07	5,06	5,05	5,05	
a _w - Wert	2.Ut.	0,972	0,968	0,969	0,968	0,966	0,968	
	3.Ut.	0,965	0,966	0,963	0,96	0,962	0,963	
<i>L.</i> <i>monocytogenes</i>	1.Ut.						positiv /< log2	
	2.Ut.						negativ/ -	
. Ut: 1. Untersuchungszeitpunkt		x: Mittelwert		± s: Standardabweichung				

Anhangstabelle 8: Ergebnisse der Untersuchungen von zwei Chargen „Teewurst“
in Betrieb C“ zu drei Untersuchungszeitpunkten

		Betrieb C						
		Teewurst / 1. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	5,7	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	0,04
	2.Ut.	7,9	7,7	7,8	7,8	7,9	7,8	0,08
	3.Ut.	8	8,1	8	8	8	8	0,04
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	2,3	2,7	2,5	2,7	2,4	2,5	0,18
	2.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	0,13
	2.Ut.	7,6	7,7	7,6	7,7	7,7	7,7	0,05
	3.Ut.	7,9	7,9	7,9	7,8	7,9	7,9	0,04
pH -Wert	1.Ut.	5,35	5,36	5,35	5,38	5,37	5,36	
	2.Ut.	5,31	5,3	5,32	5,31	5,3	5,31	
	3.Ut.	5,08	5,1	5,09	5,08	5,09	5,09	
a _w - Wert	2.Ut.	0,959	0,958	0,957	0,956	0,958	0,958	
	3.Ut.	0,951	0,953	0,952	0,951	0,953	0,952	
<i>L. monocytogenes</i>	1.Ut.	negativ / -						
	2.Ut.	nicht weiter untersucht						
		Betrieb C						
		Teewurst / 2. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,4	0,05
	2.Ut.	7,6	7,7	7,6	7,7	7,6	7,6	0,05
	3.Ut.	8	8	8	7,9	8	8	0,04
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	2,7	2,8	2,7	2,4	2,8	2,7	0,16
	2.Ut.	2,4	2	2,4	2,4	2	2,2	0,22
	3.Ut.	0	0	0	0	0	0	0
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	0
	2.Ut.	7,3	7,4	7,3	7,4	7,3	7,3	0,05
	3.Ut.	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0
pH -Wert	1.Ut.	5,3	5,26	5,31	5,27	5,27	5,28	
	2.Ut.	5,2	5,24	5,22	5,24	5,19	5,22	
	3.Ut.	4,98	4,98	4,97	4,95	4,97	4,97	
a _w - Wert	2.Ut.	0,958	0,956	0,957	0,958	0,955	0,957	
	3.Ut.	0,952	0,954	0,955	0,951	0,956	0,954	
<i>L. monocytogenes</i>	1.Ut.	negativ / -						
	2.Ut.	nicht weiter untersucht						

. Ut: 1. Untersuchungszeitpunkt

x: Mittelwert

± s: Standardabweichung

Anhangstabelle 9: Ergebnisse der Untersuchungen von zwei Chargen „Teewurst“
in Betrieb D“ zu drei Untersuchungszeitpunkten

		Betrieb D						
		Teewurst / 1. Charge					x	± s
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5		
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	6	6	6	6	6	6	0
	2.Ut.	7,2	7,2	7,2	7,2	7,3	7,2	0,05
	3.Ut.	8	8	8	8,1	8	8	0,05
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	3,1	2,9	2,9	2,9	3	3	0,09
	2.Ut.	2,6	2,6	2,6	2,6	2,4	2,6	0,09
	3.Ut.	2	2,3	2	2,7	2,3	2,3	0,29
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	5,7	5,7	5,8	5,7	5,8	5,7	0,05
	2.Ut.	7,2	7	7,1	7,1	7,2	7,1	0,08
	3.Ut.	8	8	8	8	8	8	0
pH -Wert	1.Ut.	5,6	5,61	5,6	5,59	5,58	5,6	
	2.Ut.	5,29	5,29	5,28	5,27	5,28	5,28	
	3.Ut.	5,11	5,1	5,1	5,11	5,12	5,1	
a_w- Wert	2.Ut.	0,963	0,962	0,962	0,961	0,961	0,962	
	3.Ut.	0,959	0,958	0,959	0,959	0,957	0,958	
L. monocytogenes	1.Ut.	negativ / -						
	2.Ut.	nicht weiter untersucht						
		Betrieb D						
		Teewurst / 2. Charge					x	± s
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5		
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	6	6,2	6	6,1	6	6,1	0,09
	2.Ut.	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	0
	3.Ut.	8,6	8,5	8,6	8,6	8,7	8,6	0,07
Enterobacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	3	2,8	2,8	2,9	3	3	0,1
	2.Ut.	2,7	2,3	2,3	2	2,2	2,3	0,25
	3.Ut.	2	2	2	2	0		
Milchsäurebakterien (log KbE/g)	1.Ut.	5,8	5,8	5,8	5,7	5,8	5,8	0,04
	2.Ut.	7,5	7,5	7,5	7,6	7,6	7,6	0,05
	3.Ut.	8,2	8,3	8,3	8,1	8,3	8,2	0,09
pH -Wert	1.Ut.	5,48	5,5	5,53	5,51	5,5	5,5	
	2.Ut.	5,28	5,3	5,3	5,31	5,3	5,3	
	3.Ut.	5,19	5,16	5,17	5,20	5,17	5,18	
a_w- Wert	2.Ut.	0,968	0,972	0,971	0,969	0,969	0,97	
	3.Ut.	0,965	0,968	0,965	0,967	0,964	0,966	
L. monocytogenes	1.Ut.	negativ / -						
	2.Ut.	nicht weiter untersucht						
. Ut: 1. Untersuchungszeitpunkt		x: Mittelwert					± s: Standardabweichung	

Anhangstabelle 10: Ergebnisse der Untersuchungen von zwei Chargen „Teewurst“
in Betrieb E“ zu drei Untersuchungszeitpunkten

		Betrieb E						
		Teewurst / 1. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	4,9	4,9	5	5	5	5	0,05
	2.Ut.	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,7	0,05
	3.Ut.	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	0
Entero- bacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	2,4	2,9	2,6	2,7	2,8	2,7	0,2
	2.Ut.	2,7	2,6	2,4	2,6	2,2	2,5	0,2
	3.Ut.	2,5	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	0,1
Milchsäure- bakterien (log KbE/g)	1.Ut.	3,8	3,8	3,8	3,7	3,8	3,8	0,04
	2.Ut.	7,7	7,7	7,7	7,8	7,8	7,7	0,05
	3.Ut.	7,9	7,9	8	8	8	8	0,05
pH -Wert	1.Ut.	5,29	5,28	5,29	5,27	5,28	5,28	
	2.Ut.	5,27	5,26	5,27	5,28	5,25	5,27	
	3.Ut.	5,07	5,07	5,1	5,1	5,08	5,08	
a _w - Wert	2.Ut.	0,972	0,973	0,975	0,971	0,973	0,973	
	3.Ut.	0,969	0,971	0,967	0,968	0,968	0,969	
L. monocytogenes	1.Ut.	negativ / -						
	2.Ut.	nicht weiter untersucht						
		Betrieb E						
		Teewurst / 2. Charge						
		Nr.1	Nr. 2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	x	± s
aerobe mesophile Keimzahl (logKbE/g)	1.Ut.	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	0
	2.Ut.	6,5	6,6	6,5	6,6	6,6	6,5	0,05
	3.Ut.	8,1	8,1	8	8,2	8,1	8,1	0,07
Entero- bacteriaceae (log KbE/g)	1.Ut.	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	0
	2.Ut.	3	3,1	3	3,1	3	3	0,05
	3.Ut.	2,7	2,8	2,7	2,7	2,8	2,7	0,05
Milchsäure- bakterien (log KbE/g)	1.Ut.	3,4	3,4	3,5	3,3	3,5	3,4	0,08
	2.Ut.	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	0
	3.Ut.	7,9	8	8	7,9	7,9	7,9	0,05
pH -Wert	1.Ut.	5,29	5,3	5,32	5,3	5,31	5,3	
	2.Ut.	5,27	5,26	5,27	5,23	5,25	5,26	
	3.Ut.	5,07	5,07	5,04	5,06	5,05	5,06	
a _w - Wert	2.Ut.	0,969	0,973	0,974	0,973	0,969	0,972	
	3.Ut.	0,967	0,965	0,968	0,964	0,963	0,965	
L. monocytogenes	1.Ut.	negativ / -						
	2.Ut.	nicht weiter untersucht						

. Ut: 1. Untersuchungszeitpunkt

x: Mittelwert

± s: Standardabweichung