

Aus dem Institut
für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl: Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. A. Stolle

**– *Lactobacillaceae* in einem Fleischwarenbetrieb –
Ursache für den Verderb von Brühwürsten im
Herstellungsprozess**

Inaugural-Dissertation
Zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Cordula Susanne Schwarzmüller
aus Altötting

München 2007

**Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer
Referent: Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. Stolle
Korreferent/en: Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Liebich

Tag der Promotion: 20. Juli 2007

Meinen Eltern und meinem Mann Gerhard

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	1
2. LITERATURÜBERBLICK	3
2.1. STRUKTURELLE VERÄNDERUNGEN IN DER DEUTSCHEN FLEISCHWARENINDUSTRIE	3
2.2. VERZEHRSENTWICKLUNG INNERHALB DES FLEISCHWARENANGEBOTS	6
2.3. DIE BRÜHWURST	7
2.3.1. DIE DEUTSCHE LEBENSMITTELBUCHKOMMISSION	7
2.3.2. DEFINITION DER BRÜHWURST	8
2.3.3. TECHNOLOGIE DER BRÜHWURSTHERSTELLUNG UNTER EINBEZIEHUNG MIKROBIOLOGISCHER ASPEKTE	10
2.4. LEBENSMITTELHYGIENISCH RELEVANTE BAKTERIEN	12
2.4.1. ALLGEMEINES	12
2.4.2. THERMOPHILE <i>CAMPYLOBACTER</i>	15
2.4.2.1. Mikrobiologische Eigenschaften von <i>Campylobacter</i> spp.	15
2.4.2.2. Erkrankungen durch <i>Campylobacter</i>	16
ANGABEN ZUR SPEZIES	17
2.4.2.3. Vorkommen von <i>Campylobacter</i> spp. in Lebensmitteln	17
2.4.3. LISTERIEN	20
2.4.3.1. Vorkommen von <i>Listeria</i> spp.	20
2.4.3.2. Mikrobiologische Eigenschaften von <i>Listeria monocytogenes</i>	22
2.4.3.3. Bedeutung von <i>Listeria monocytogenes</i>	23
2.4.4. <i>ENTEROBACTERIACEAE</i>	24
2.4.4.1. Mikrobiologische Eigenschaften der <i>Enterobacteriaceae</i>	24
2.4.4.2. Vorkommen der <i>Enterobacteriaceae</i>	24
2.4.5. MILCHSÄUREBAKTERIEN	26
2.4.5.1. Mikrobiologische Eigenschaften der Milchsäurebakterien	26
2.4.5.2. Vorkommen von Milchsäurebakterien	28
2.4.5.3. Verderb von Brühwürsten durch Milchsäurebakterien	29

3. MATERIAL UND METHODEN	32
3.1. BETRIEBSSPIEGEL	32
3.2. TÄTIGKEITEN IM BETRIEB	33
3.2.1. ABLAUF DER PROBENNAHME	33
3.2.2. VORGEHEN BEI DER BEPROBUNG DER PRODUKTE	33
PROBENMATERIAL	34
3.2.3. VORGEHEN BEI DER BEPROBUNG VON BEDARFSGEGENSTÄNDEN UND DER UMGEBUNG	36
GESAMT	38
3.2.4. ARBEITSSCHRITTE BEI DER BEPROBUNG ZUM NACHWEIS VON <i>LISTERIA MONOCYTOGENES</i> UND <i>CAMPYLOBACTER SPP.</i>	39
3.2.5. WEITERE PROBENNAHMEN	39
3.2.6. BETRIEBSBEGEHUNGEN	40
3.3. MATERIALIEN UND GERÄTE FÜR DIE LABORUNTERSUCHUNGEN	41
3.3.1. SPIRAL-PLATER ZUR UNTERSUCHUNG DER PRODUKT- UND TUPFERPROBEN	41
3.3.2. SCHABLONEN ZUM AUSZÄHLEN DER MITTELS SPIRAL-PLATER ANGEFERTIGTEN PLATTEN	41
3.3.3. NACHWEIS THERMOPHILER <i>CAMPYLOBACTER SPP.</i>	42
3.3.4. API-CAMPY (BUNTE REIHE) ZUR SPEZIESBESTIMMUNG	42
3.3.5. VERWENDETE NÄHRMEDIEN	43
3.3.6. ABKLATSCHPLATTEN UND TUPFER ZUR BEPROBUNG DER GERÄTE	43
3.4. METHODEN	45
3.4.1. PROBENVORBEREITUNG ZUR UNTERSUCHUNG AUF DIE VERSCHIEDENEN KEIMGRUPPEN IN DEN BRÜHWÜRSTCHEN	45
3.4.2. METHODE ZUM NACHWEIS DER GESAMTKEIMZAHL AUS BRÜHWÜRSTCHEN	45
3.4.3. METHODE ZUM NACHWEIS DER <i>ENTEROBACTERIACEAE</i> AUS BRÜHWÜRSTCHEN	46
3.4.4. METHODE ZUM NACHWEIS DER <i>LACTOBACILLACEAE</i> AUS BRÜHWÜRSTCHEN	46
3.4.5. METHODE ZUM NACHWEIS DER GESAMTKEIMZAHL <i>ENTEROBACTERIACEAE</i> - UND <i>LACTOBACILLACEAE</i> -ZAHL MITTELS ABKLATSCHPLATTEN UND TUPFERN	48
3.4.6. QUALITATIVER NACHWEIS VON <i>LISTERIA MONOCYTOGENES</i>	49
3.4.7. NACHWEIS VON <i>CAMPYLOBACTER SPP.</i> NACH ISO 10272	51
3.5. METHODE ZUR BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE	54
3.5.1. BEURTEILUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE DER BRÜHWÜRSTE	54

3.5.2. BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG DER GERÄTE _____ 55

4. ERGEBNISSE _____ 57

**4.1. GRUNDRISS UND BEURTEILUNG DER BAULICHEN GEGEBENHEITEN IM
PRODUKTIONSBETRIEB _____ 58**

4.2. ERGEBNISSE DER BETRIEBSBEGEGHUNGEN _____ 59

4.3. KONTAMINATION DER WIENERWÜRSTE _____ 63

4.3.1. VERTEILUNG DER ENTNOMMENEN PRODUKTPROBEN AUF DIE VERSCHIEDENEN
WOCHENTAGE UND ARBEITSSCHRITTE _____ 63

4.3.2. KONTAMINATION DER PRODUKTPROBEN MIT *ENTEROBACTERIACEAE* _____ 64

4.3.3. GESAMTKEIMZAHLGEHALTE DER PRODUKTPROBEN _____ 64

4.3.3.1. Keimgehalte bezogen auf die Wochentage _____ 64

4.3.3.2. Kontaminationsrate der Produktproben mit Gesamtkeimzahl verteilt auf die
Arbeitsschritte _____ 66

4.3.4. UNTERSUCHUNG DER PRODUKTPROBEN AUF *LACTOBACILLACEAE* _____ 67

4.3.4.1. Keimgehalte an *Lactobacillaceae* bezogen auf die Wochentage _____ 67

4.3.4.2. Kontamination der Proben mit *Lactobacillaceae* bezogen auf die
Arbeitsschritte _____ 68

4.3.4.3. Untersuchung auf *Lactobacillaceae* im Tagesprofil _____ 69

4.4. KONTAMINATION DER ABKLATSCHPLATTEN UND TUPFER DER GERÄTE _____ 71

4.4.1. ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG DER ABKLATSCHPLATTEN AUF GESAMTKEIMZAHL
IN BEZUG ZUR PROBENSTELLE _____ 71

4.4.2. KONTAMINATION DER GERÄTE AN GESAMTKEIMZAHL BEZOGEN AUF DEN
PROBENZEITPUNKT _____ 72

4.4.3. VERTEILUNG DER BELASTUNG DER ABKLATSCHPLATTEN MIT *ENTEROBACTERIACEAE*
ENTSPRECHEND DER PROBENSTELLE _____ 74

4.4.4. KONTAMINATION DER ABKLATSCHPLATTEN MIT *LACTOBACILLACEAE* ENTNOMMEN VOM
„WÜRSTELTRENNER“, DER „VERPACKUNG“ UND DEN „KISTEN“ _____ 75

4.4.5. KEIMBELASTUNG DER MESSER DES WÜRSTELTRENNERS MIT DER GESAMTKEIMZAHL
_____ 76

4.4.6. KONTAMINATION DER MESSER DES WÜRSTELTRENNERS MIT *ENTEROBACTERIACEAE*
_____ 77

4.4.7. NACHWEISRATE AN *LACTOBACILLACEAE* VON DEN MESSERN BEZOGEN AUF DEN
WOCHENTAG UND DEN REINIGUNGSZUSTAND DES GERÄTES _____ 78

4.4.8. KONTAMINATION DER GESTELLE SOWIE DER HANDSCHUHE DER MITARBEITER, ÜBERPRÜFUNG DES GASGEMISCHES BEIM VERPACKEN DER WÜRSTCHEN _____	79
4.5. UNTERSUCHUNG AUF <i>LISTERIA MONOCYTOGENES</i> UND <i>CAMPYLOBACTER SPP.</i> _____	80
5. DISKUSSION _____	81
5.1. MIKROBIELLE AUSGANGSSITUATION VON FLEISCHPRODUKTEN _____	81
5.2. LOKALISATION DER KONTAMINATION IM UNTERSUCHTEN BETRIEB _____	82
5.3. EINFLUSS DER BETRIEBSORGANISATION, DES ARBEITSVERHALTENS DER MITARBEITER UND DER REINIGUNG AUF DIE KONTAMINATION _____	84
5.4. ALLGEMEINE ABSCHLIEßENDE BEWERTUNG DES BETRIEBES _____	85
6. SCHLUSSFOLGERUNGEN _____	87
7. ZUSAMMENFASSUNG _____	89
8. SUMMARY _____	90
9. LITERATURVERZEICHNIS _____	91
10. ANHANG _____	120
10.1. ERGEBNISSE DER MIKROBIOLOGISCHEN UNTERSUCHUNG DER BRÜHWÜRSTE IN KBE/G _____	120
10.2. MIKROBIOLOGISCHE ERGEBNISSE DER UMGEBUNGSPROBEN IN KBE/20CM², KBE/MESSER BZW. KBE/GESTELL _____	123
10.3. MIKROBIOLOGISCHE ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG DER HANDSCHUHE DER MITARBEITER (KBE/20CM²) SOWIE DES GASGEMISCHES (KBE/20CM²) UND DER EINSCHALTKNÖPFE DER VERPACKUNGSMASCHINE (KBE/KNOPF) _____	125
LEBENS LAUF _____	128

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Betriebszahlen des Fleischerhandwerks 2005 nach Bundesländern	3
Tabelle 2.2:	Einteilung der Brühwurstsorten entsprechend dem Feinheitsgrad des Brätes und der Farbe des fertigen Produktes.	9
Tabelle 2.3:	Ursachen und Beispiele für die zunehmende Bedeutung lebensmittelbedingter Erkrankungen	12
Tabelle 2.4:	Zahl der Salmonellosen, <i>Campylobacter</i> - Erkrankungen und Listeriosen 2005 und 2006	13
Tabelle 2.5:	Verteilung der deutschlandweit gemeldeten Erkrankungsfälle 2005 auf die verschiedenen Spezies von <i>Campylobacter</i>	17
Tabelle 2.6:	Mikrobiologische Eigenschaften von Milchsäurebakterien die zum vorzeitigen Verderb der Brühwürste führen können	27
Tabelle 2.7:	Anzeichen und Ursachen für den Verderb von Brühwürstchen unter Angabe der Quelle.	30/31
Tabelle 3.1:	Verteilung der Produktproben entsprechend den Probennahmestellen	34
Tabelle 3.2:	Anzahl und Verteilung der Beprobung mittels Abklatschplatten entsprechend dem Gerät und seinem Reinigungszustand	38
Tabelle 3.3:	Nährböden und ihre Verwendung für die kulturelle Keimzahlbestimmung	53
Tabelle 3.4:	Verwendete Geräte zur Untersuchung der Lebensmittel- und Umgebungsproben sowie der Überprüfung auf <i>Campylobacter</i> spp.	54
Tabelle 3.5:	Mikrobiologische Richtwerte	55
Tabelle 3.6:	Werte zur Beurteilung der Effektivität der Desinfektion in Lebensmittelbetrieben	55
Tabelle 4.1:	Häufige Beobachtungen während der Betriebsbegehungen	62
Tabelle 4.2:	Verteilung der Gesamtkeimzahl der Freitagproben auf die Arbeitsschritte	66
Tabelle 4.3:	Verteilung der Gesamtkeimzahl der Freitagproben auf die Arbeitsschritte	68
Tabelle 4.4:	Verteilung der Abklatschproben die von frischen Geräten genommen wurden auf die Probennahmestellen	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Pro-Kopf-Verzehr an Fleischerzeugnissen für das Jahr 2005	6
Abbildung 2.2:	Aufbau der Deutschen Lebensmittelbuch-Kommission	7
Abbildung 2.3:	Brühwurstherstellung entsprechend dem Magerbrätverfahren (1), Fettbrätverfahren (2) und Gesamtbrätverfahren (3)	11
Abbildung 2.4:	Ergebnisse der Planprobenuntersuchung von Lebensmitteln auf thermophile <i>Campylobacter</i> von 2001-2004	18
Abbildung 2.5:	Verteilung von <i>L. monocytogenes</i> deutschlandweit in verschiedenen Lebensmitteln zwischen 2001 und 2004	21
Abbildung 3.1:	Produktionsweg der gebrühten Wienerwürstchen	35
Abbildung 3.2:	Gestell für den Transport der Brühwürstchen innerhalb des Produktionszyklus	36
Abbildung 3.3:	Hakenmesser zur Vereinzelung der Brühwürstchen im Würsteltrenner	37
Abbildung 3.4:	Euro-Kasten zum Transport der Würstchen vom Würsteltrenner in die Kühlung bzw. zur Verpackung	38
Abbildung 3.5:	Untersuchungsverfahren zum Nachweis der Gesamtkeimzahl, <i>Enterobacteriaceae</i> - und <i>Lactobacillaceae</i> -Zahl aus Brühwürstchen	47
Abbildung 3.6:	Vorgehensweise für den qualitativen Nachweis von <i>Listeria monocytogenes</i>	50
Abbildung 3.7:	Anleitung zum Nachweis von <i>Campylobacter</i> spp. nach ISO 10272	52
Abbildung 4.1:	Schematische Darstellung der Betriebsräume im Produktionsbereich.	58
Abbildung 4.2:	Darstellung des Zustandes der Lüftung im Kühlraum	60
Abbildung 4.3:	Zustand des Würsteltrenners vor Produktionsbeginn nach erfolgter Reinigung.	61
Abbildung 4.4:	Verteilung der gesamten Brühwürstchenproben während des Untersuchungszeitraumes auf die Wochentage	63
Abbildung 4.5:	Kontaminationsrate mit Gesamtkeimzahl von 161 untersuchten Produktproben in Bezug zu den Wochentagen.	65
Abbildung 4.6:	Kontamination von 161 Brühwürstchen mit Gesamtkeimzahl in Bezug zu den Arbeitsschritten.	66
Abbildung 4.7:	Verteilung der Kontamination der Brühwürstchen mit <i>Lactobacillaceae</i> bezogen auf die Wochentage.	67
Abbildung 4.8:	Kontamination der Brühwürstchen mit <i>Lactobacillaceae</i> bezogen auf die Arbeitsschritte	69

- Abbildung 4.9:** Kontamination der Brühwürstchen mit *Lactobacillaceae* bezogen auf das Tagesprofil **70**
- Abbildung 4.10:** Darstellung der Gesamtkeimzahlergebnisse die mittels Abklatschplatten gewonnen wurden entsprechend der Verteilung auf die einzelnen Probenstellen **72**
- Abbildung 4.11:** Darstellung der Ergebnisse der Überprüfung des Reinigungszustandes vor Benutzung des Gerätes („frisch“) sowie während des Betriebes („benutzt“). **73**
- Abbildung 4.12:** Verteilung der Untersuchungsergebnisse mittels Abklatschplatten entsprechend der Probennahmestelle. **74**
- Abbildung 4.13:** Darstellung der Kontamination der Abklatschplatten vom „Würsteltrenner“, der „Verpackung“ und den „Kisten“ mit *Lactobacillaceae*. **75**
- Abbildung 4.14:** Darstellung der Ergebnisse der Messeruntersuchung auf die Gesamtkeimzahl. **76**
- Abbildung 4.15:** Verteilung der Ergebnisse entsprechend dem Reinigungszustand der Geräte. **77**
- Abbildung 4.16:** Verteilung der Untersuchungsergebnisse auf *Lactobacillaceae* entsprechend den Probennahmetagen. **78**
- Abbildung 4.17:** Verteilung der Ergebnisse entsprechend dem Reinigungszustand der Geräte. **79**

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ALTS	Arbeitskreis lebensmittelhygienischer tierärztlicher Sachverständiger
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BVDF	Bundesverband der deutschen Fleischwarenindustrie e.V.
CCD-Agar	Charcoal Cefoperazone Desoxycholate Agar
DIN	Deutsche Industrienorm
DVG	Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft
EG	Europäische Gemeinschaft
<i>Enterob.</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>
Gesamtk.	Gesamtkeimzahl
ISO	International Standardisation Organisation
KbE/g	Kolonie bildende Einheit pro Gramm Probenmaterial
<i>Lactob.</i>	<i>Lactobacillaceae</i>
LFGB	Lebensmittel Futtermittel Gesetzbuch
LMHV	Lebensmittelhygiene-Verordnung
<i>L.</i>	<i>Listeria</i>
Max.	Maximum
Min.	Minimum
MRS-Agar	deMan-Rogosa-Sharpe-Agar
n	Anzahl
Probennr.	Probennummer
Probenst.	Probenstelle
RKI	Robert Koch Institut
s.	siehe
ssp.	Spezies
Tab.	Tabelle
TSYEA-Agar	Trypton-Soja-Hefe-Extrakt-Agar
VRBG-Agar	Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Glucose-Agar
WHO	World Health Organization

1. Einleitung

Die Lebensmittelbranche und im Speziellen die Fleischindustrie geriet auf Grund einer Vielzahl von Skandalen, wie zum Beispiel dem Gammelfleischskandal im Sommer 2005 oder dem Wildfleischskandal im Sommer 2006, in Verruf. Ursachen für Polizeiaufgebote und Anklagen gegen Lebensmittelproduzenten waren meist Ekel erregende Zustände in den betroffenen Betrieben. Besonders in Erinnerung geblieben sind die verdorbenen, unansehnlichen Lebensmittel, die in der Lage waren, Erkrankungen bei Menschen auszulösen. Dementsprechend ist die Verunsicherung in der Bevölkerung in Bezug auf Qualität von vom Tier stammenden Lebensmitteln groß.

Es wird immer deutlicher wie wichtig eine optimale Qualitätssicherung besonders im Bereich der mikrobiologischen Sicherheit und der Hygiene bei der Herstellung von Lebensmitteln ist. Dies ist schon seit jeher ein wichtiger Gesichtspunkt. Um die steigende Verbrauchererwartung zu erfüllen sah sich der Staat gezwungen, auch rechtliche Schritte einzuleiten. Dies geschah 1974 mit dem Inkrafttreten des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (LMBG). Hier wurden neben Lebensmitteln auch Tabakerzeugnisse und kosmetische Erzeugnisse rechtlich geregelt. 1998 trat die Lebensmittelhygiene-Verordnung (LMHV) in Kraft die als Basisverordnung alle hygienischen Aspekte im Zusammenhang mit dem gewerbsmäßigen Herstellen, Behandeln und Inverkehrbringen von Lebensmitteln beinhaltet. Auf Grund der Globalisierung und um ein hohes Verbraucherschutzniveau zu erreichen, trat 2006 das EU weit gültige Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) in Kraft. Die wesentliche Neuerung des LFGB ist die Einbeziehung des Futtermittelrechts in das Lebensmittelrecht. Die neuen Rechtsvorschriften, basierend auf der EG-Verordnung 178/2002, betreffen die EG-Verordnung 852/2004 die die allgemeine Hygiene regelt, die EG-Verordnung 853/2004 über spezifische Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischer Herkunft und die EG-Verordnung 854/2004 mit der amtlichen Überwachung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs. Sie sollen die Lebensmittelsicherheit über alle Stufen der Lebensmittelherstellungskette von der Futtermittelproduktion über die Primärproduktion bis hin zur Lebensmittelgewinnung, -herstellung und Abgabe an

den Verbraucher sichern und folgen damit dem integrierten Ansatz „from stable to table“. Der Lebensmittelunternehmer trägt dabei ausdrücklich die volle Verantwortung für die gesundheitliche Unbedenklichkeit seiner Produkte und ist zu Eigenkontrollen verpflichtet.

Ziel dieser Studie war es, die Prozess-, Betriebs- und Personalhygiene bei der Herstellung einer Brühwurst aus Geflügelfleisch in einem Betrieb im Rahmen der Eigenkontrollmaßnahmen zu überprüfen und falls notwendig, Empfehlungen zur Verbesserung der mikrobiologischen Sicherheit und Hygiene bei der Herstellung zur Optimierung des Verbraucherschutzes zu geben.

2. Literaturüberblick

2.1. Strukturelle Veränderungen in der deutschen Fleischwarenindustrie

Das deutsche Fleischerhandwerk erlebte in den letzten Jahrzehnten tief greifende, strukturelle Veränderungen. Das wird durch die Zahlen des DEUTSCHEN FLEISCHER-VERBANDES (2005a) belegt. Während es 1995 deutschlandweit noch 22.117 selbständige Metzgereibetriebe gab, waren es, wie in Tabelle 2.1 dargestellt, 2005 nur noch 17.605 Fachgeschäfte. Im ersten Halbjahr 2006 ging die Zahl der Betriebe nochmals um 297 zurück. Der Trend zur Filialisierung ist dagegen im Vergleich zu 2004 leicht rückläufig. Die Zahl der Filialen reduzierte sich um 93 von 11.206 auf 11.113 (BALZ, 2007).

Bundesland	Betriebe	Filialen →	je 100 Betriebe	Verkaufs- stellen →	je 100.000 Einwohner
Schleswig-Holstein	404	132	33	536	19
Hamburg	123	29	24	152	9
Niedersachsen	1.452	898	62	2.350	29
Bremen	58	37	64	95	14
Nordrhein-Westfalen	2.582	1.330	52	3.912	22
Hessen	1.704	785	46	2.489	41
Rheinland-Pfalz	1.162	646	56	1.808	45
Baden-Württemberg	2.896	1.522	53	4.418	41
Bayern	4.450	2.264	51	6.714	54
Saarland	221	160	72	381	36
Berlin	132	125	95	257	8
Brandenburg	390	440	113	830	32
Mecklenburg-Vorpommern	164	216	132	380	22
Sachsen	844	1.167	138	2.011	47
Sachsen-Anhalt	481	711	148	1.192	48
Thüringen	542	651	120	1.193	51
Deutschland	17.605	11.113	63	28.718	35

Tabelle 2.1: Betriebszahlen des Fleischerhandwerks 2005 nach Bundesländern (DEUTSCHER FLEISCHER-VERBAND, 2005a; BALZ, 2007)

Weitere Veränderungen betreffen die Absatzwege und Serviceleistungen. Der Verkauf frischer Bedienungsware, im weiteren als „lose Ware“ bezeichnet, ging, bedingt durch die immer stärker werdende Konkurrenz durch Discountmärkte, zurück (GESELLSCHAFT FÜR KONSUMFORSCHUNG, 2003 und 2006; BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN FLEISCHWARENINDUSTRIE e.V., 2004 und 2005b; N.N., 2005; DEUTSCHER FLEISCHER VERBAND, 2005a; KÖHNE und HÄRTL, 2005; N.N., 2006a; N.N., 2006c; BALZ, 2007).

Dieser Trend ist bereits seit den 90er Jahren zu beobachten. Während 1990 nur 30,4 % der Fleischerzeugnisse in vorverpackter Form bezogen wurden, verdoppelten sich die Einkaufszahlen bis 2004 auf 60,2 %. Gleichzeitig sank der Verkauf loser Waren von 61,0 % 1990 auf 34,4 % im Jahr 2004. Als Ursache wird laut der GESELLSCHAFT FÜR KONSUMFORSCHUNG (2003) und dem DEUTSCHEN FLEISCHER-VERBAND (2005a) die Konzentration der Einkäufe auf standardisierte Massenware, welche zu niedrigen Preisen angeboten wird, genannt. Aber auch Convenience-Aspekte in Bezug auf Packungsgröße, Bevorratung, Packungsentnahme und Aufbewahrung im Kühlschrank spielen eine wesentliche Rolle (BEHRENDTS, 1997; LÜCKE, 1998; N.N., 2004a; ABBRAHAM, 2005; MICHELS, 2005). Auch die Veränderungen in der Familienstruktur trugen dazu bei. So gibt es immer mehr Ein- oder Zweipersonenhaushalte in denen jedes Mitglied berufstätig ist (BEHRENDTS, 1997; HILSE, 1997).

Der Fleischwarenindustrie kommt daher eine große Bedeutung zu. Die vorverpackte Ware muss mikrobiologisch einwandfrei hergestellt werden und über längere Zeit lagerungsfähig und verzehrfähig bleiben. Auf Grund der zahlreichen Lebensmittelskandale der letzten Jahre wie beispielsweise dem „Gammelfleischskandal“ Ende Oktober 2005 in Gelsenkirchen oder dem Putenfleischskandal in Lastrup ebenfalls 2005 versuchen immer mehr Fleischwarenhersteller mit der Durchführung von Qualitätsstandards und der Veröffentlichung eigener Kontrollen ihre Produktion für den Verbraucher transparenter zu gestalten und so neben der Qualitätssicherung des Produkts auch eine Kundenbindung zu erzielen. Zur Durchführung betriebseigener Kontrollen sind die Produzenten laut VERORDNUNG (EG) Nr. 852/2004, die Teil des neuen EU weit gültigen Hygienepaketes ist, verpflichtet (N.N. 2005).

Wie stark sich die Skandale in der Fleischbranche auf das Kaufverhalten der Kunden auswirken zeigt eine Internetumfrage unter 1000 Bundesbürgern. Danach hat sich

die Zahl derjenigen die ihre Nahrungsmittel sehr bewusst auswählen von 25 %, 2002, auf 38 %, 2006 erhöht. Gleichzeitig stieg die Zahl der Verbraucher, die ihr Fleisch mit einer wesentlich größeren Sorgfalt auswählen um 8 Prozentpunkte von 30 % auf 38 % (N.N., 2006b; BALZ, 2007).

Die Ursache für das immer häufigere Auftreten solcher Fehlverhalten von Lebensmittelproduzenten ist die steigende Tendenz zu Billigprodukten und mangelnde Kontrollen bei der Herstellung (PETER, 2006; BMELV, 2006).

2.2. Verzehrentwicklung innerhalb des Fleischwarenangebots

Entsprechend den Verkaufszahlen für das Jahr 2006 bilden die Brühwürste mit 23,4 % die Spitze der verkauften Produkte. Am zweithäufigsten wurden Rohwürste mit 17,5 % gefolgt von den Kochwürsten mit 9,4 % an private Haushalte abgegeben. (DEUTSCHER FLEISCHER-VERBAND, 2005a; BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN FLEISCHWARENINDUSTRIE e.V., 2005a).

Der Pro-Kopf-Verzehr von Fleischerzeugnissen für das Jahr 2005 geht aus Abbildung 2.1. hervor. Insgesamt nahm jeder Bundesbürger im Schnitt 30,3 kg Fleischerzeugnisse zu sich. Davon entfielen alleine 7,3 kg auf die Brühwurst die zusammen mit den Würstchen (4,1 kg) die größte Produktgruppe darstellt. Auf die Rohwurst entfielen 5,4 kg und auf die Kochwurst 2,9 kg. Ein weiterer interessanter Aspekt ist, dass der Verzehrsschwerpunkt für Brühwürste deutlich südlich der Mainlinie liegt. Umgekehrt ist der Schwerpunkt der Rohwurstproduktion in Norddeutschland angesiedelt (DEUTSCHER FLEISCHER-VERBAND, 2005a; N.N., 2004b).

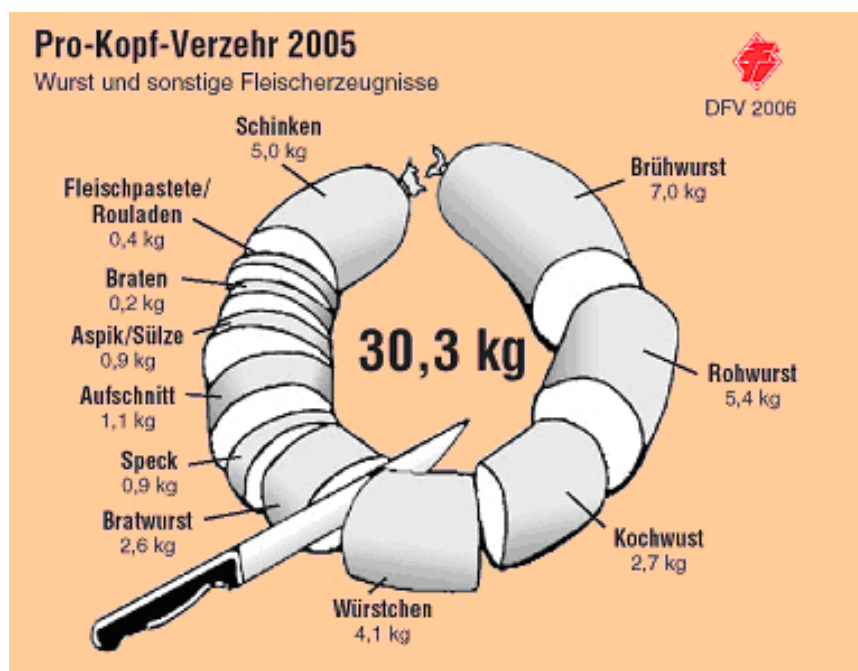


Abbildung 2.1: Pro-Kopf-Verzehr an Fleischerzeugnissen für das Jahr 2005 (DEUTSCHER FLEISCHER-VERBAND, 2005a)

2.3. Die Brühwurst

2.3.1. Die deutsche Lebensmittelbuchkommission

Die Definition der Bezeichnung „Brühwurst“ ist in den LEITSÄTZEN FÜR FLEISCH UND FLEISCHERZEUGNISSE (1974) aufgeführt.

Diese gutachterliche Äußerung wird von der Deutschen Lebensmittelbuch-Kommission erstellt. Die Mitglieder dieser Kommission werden vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft für 5 Jahre berufen. In Abbildung 2.2. ist der Aufbau der Deutschen Lebensmittelbuch-Kommission schematisch dargestellt.

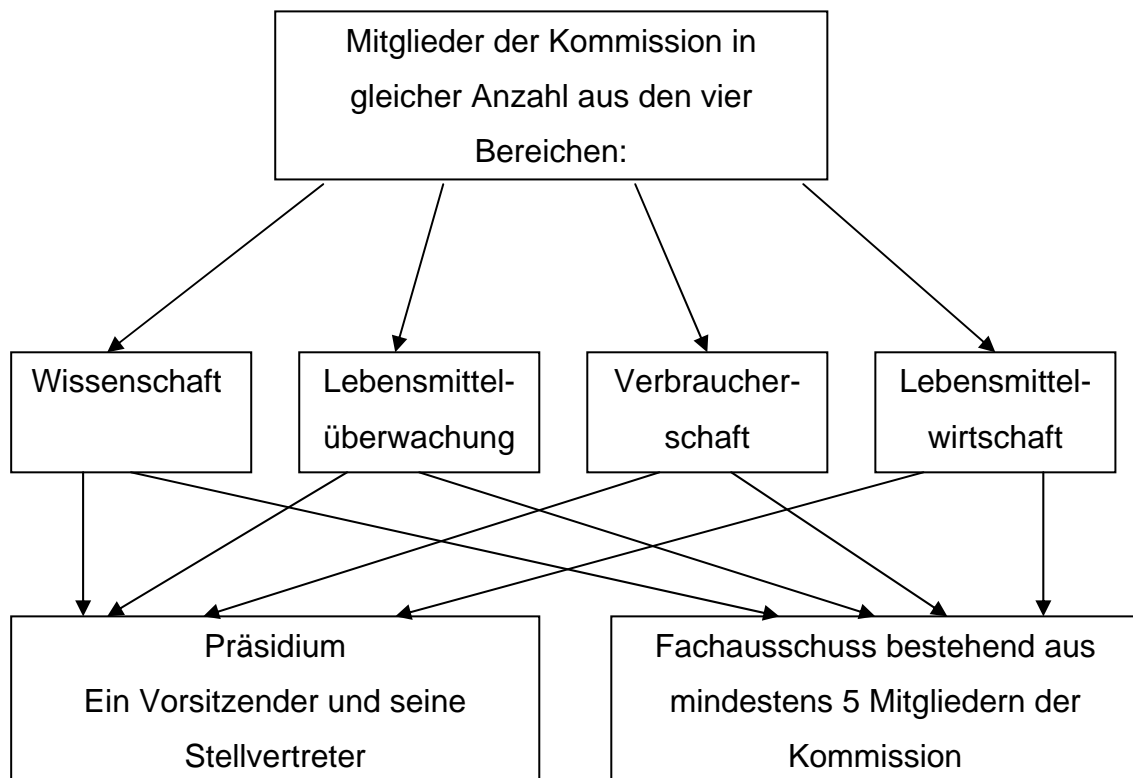


Abbildung 2.2: Aufbau der Deutschen Lebensmittelbuch-Kommission

2.3.2. Definition der Brühwurst

Die Brühwurst wird entsprechend den Leitsätzen für Fleisch und Fleischerzeugnisse des DEUTSCHEN LEBENSMITTELBUCHES (2000) wie folgt definiert:

„Brühwürste“ sind durch Brühen, Backen, Braten oder auf andere Weise hitzebehandelte Wurstwaren, bei denen zerkleinertes rohes Fleisch mit Kochsalz und ggf. anderen technologisch notwendigen Salzen meist unter Zusatz von Trinkwasser (oder Eis) ganz oder teilweise aufgeschlossen wurde und deren Muskeleiweiß bei der Hitzebehandlung mehr oder weniger zusammenhängend koaguliert ist, so dass die Erzeugnisse bei etwaigem erneuten Erhitzen schnittfest bleiben. Die Menge des verwendeten Trinkwassers ist bei den einzelnen Wurstsorten verschieden. Bezogen auf Fleisch und Fett wird anstelle von Trinkwasser teilweise bis zu 10 % Blutplasma oder Blutserum zugesetzt; der Ersatz von Trinkwasser durch 5 % Milch ist auf zum Braten bestimmte ungeräucherte Würste, deren Brät fein zerkleinert ist, beschränkt (s. Kap. 2, Nr. 2.3.3.; PRÄNDL et al., 1988).

Innerhalb der Gruppe der Brühwürste unterscheidet man so genannte „weiße Ware“, die mit Kochsalz hergestellt und unter Umständen nicht geräuchert wird und Brühwürsten mit blass- bis dunkelrosafarbenem oder dunkelrotem Anschnitt, bei denen Nitritpökelsalz zugesetzt wurde. Diese wird im Weiteren als „umgerötete Ware“ bezeichnet.

Außerdem unterscheidet man je nach Zerkleinerungsgrad von Fleisch und Fettgewebe im Kutter Brühwürstchen, Brühwürste, fein zerkleinert, grobe Brühwurst sowie Brühwurst mit Einlagen.

Tabelle 2.2 stellt Beispiele der vier Gruppen von Brühwürsten dar.

Bezeichnung	Umgerötet	Weißer Ware
Brühwürstchen	Wiener, Regensburger	Münchner Weißwurst, Geschwollene, Schweinsbratwürstchen
Brühwurst, fein	Lyoner, Leberkäse, schnittfeste Leberpastete	Gelbwurst, Kalbskäse, weiße Lyoner
Grobe Brühwurst	Krakauer, Bierkugel, grober Fleischkäse	weißer Schweinskäse
Brühwurst mit Einlagen	Bierschinken, Filetpastete, Zungenwurst	Milzwurst

Tabelle 2.2: Einteilung der Brühwurstsorten entsprechend dem Feinheitsgrad des Brätes und der Farbe des fertigen Produktes.

2.3.3. Technologie der Brühwurstherstellung unter Einbeziehung mikrobiologischer Aspekte

Auf Grund der Art und Weise der Verfahrenstechnik bei der Herstellung kommt der Brühwurst in Bezug auf die Haltbarkeit eine große Bedeutung zu (s. Kap. 2, Nummer 2.4.5.1).

Wie bereits in der Definition für Brühwurst beschrieben, wird für ihre Herstellung rohes Fleisch mit Fettgewebe, Trinkwasser, meist in Form von Eis, und Salz zerkleinert, so dass die für die Brühwurstherstellung notwendige Rohmasse, das so genannte „Brät“, entsteht (HAMMER et al., 2005).

Je nach dem gewünschten Feinheitsgrad und der Sorte der Wurst, wie unter 2.3.2. beschrieben, unterscheidet man folgende drei Verfahren:

Das Magerbrät-, das Fettbrät- und das Gesamtbrätverfahren. Die Unterscheidung der drei Produktionswege liegt in der Reihenfolge der Zugabe der Zutaten.

Während beim Magerbrätverfahren sowohl das Fleisch als auch das Fettgewebe zunächst einzeln gewolft und dann zusammen gekuttert werden, wird beim Fettbrätverfahren nach dem Wolfen der einzelnen Zutaten zunächst nur das Fleisch mit dem Nitritpökelsalz, falls die Ware umgerötet werden soll, den Kutterhilfsmitteln und dem Eis gekuttert. Erst nach der Feinzerkleinerung des Fleisches wird dieses zusammen mit dem Fettgewebe vermengt. Beim Gesamtbrätverfahren schließlich, wird auf das Wolfen gänzlich verzichtet und Fleisch und Fettgewebe sofort zusammen gekuttert. Dieses Verfahren stellt die schnellste Methode zur Herstellung von Brühwurst dar. Nach dem Kuttern wird das Brät in Kunst- oder Naturdärme abgefüllt, gebrüht und geräuchert und nach dem Abkühlen kühl gelagert (PRÄNDL, et al. 1988). Abbildung 2.3. stellt schematisch die Brühwurstherstellung nach den oben genannten Verfahren dar.

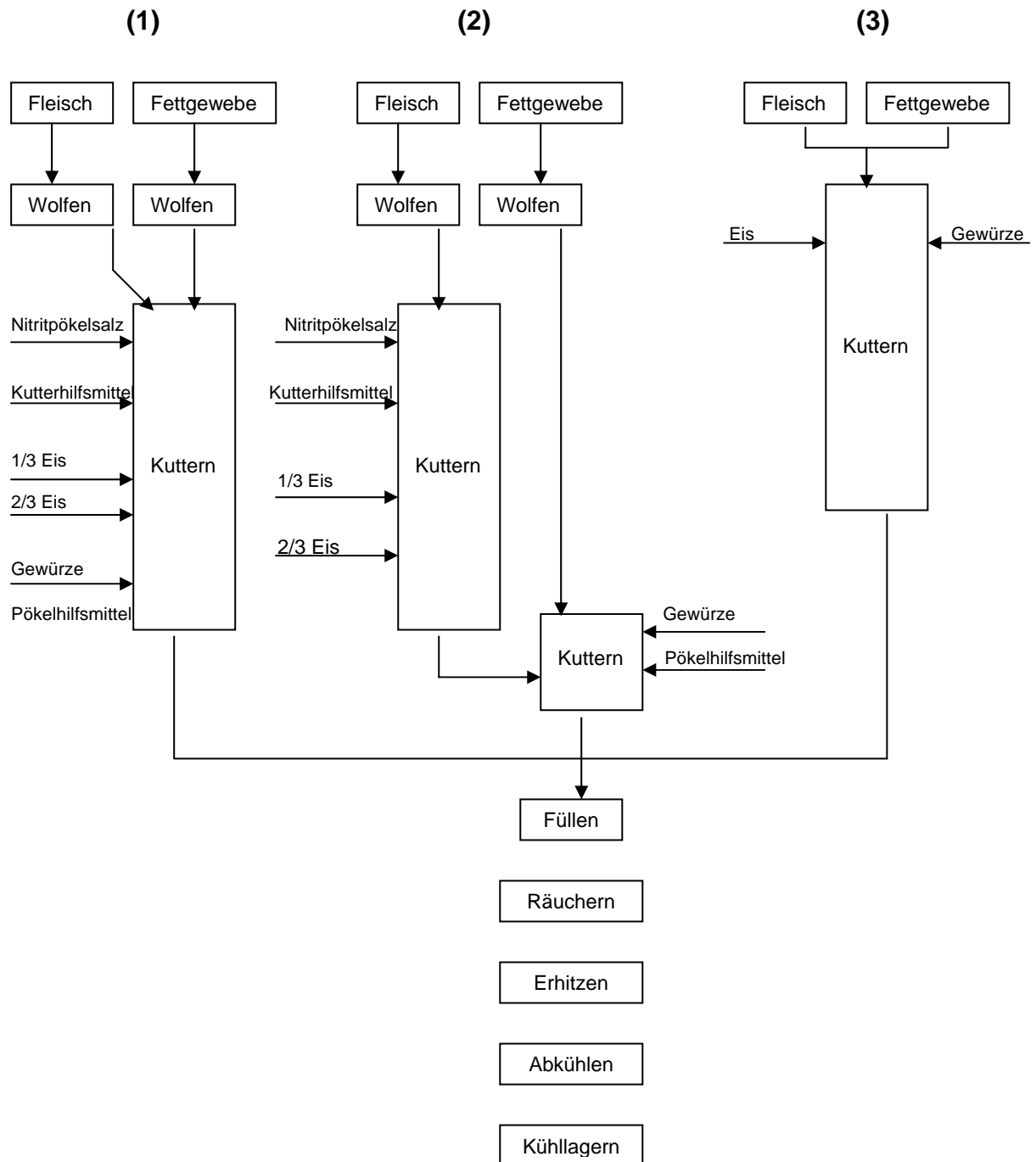


Abbildung 2.3: Brühwurstherstellung entsprechend dem Magerbrätverfahren (1), Fettbrätverfahren (2) und Gesamtbrätverfahren (3) (PRÄNDL et al., 1988)

2.4. Lebensmittelhygienisch relevante Bakterien

2.4.1. Allgemeines

Laut WHO (2002a) werden durch Lebensmittel verursachte Erkrankungen als Krankheiten definiert, die gewöhnlich entweder durch infektiöse oder toxische Agentien verursacht werden. Der Erreger gelangt dabei durch die Nahrungsaufnahme in den Körper. Jede Person ist durch lebensmittelbedingte Erkrankungen gefährdet. Ihre Bedeutung hat in den letzten 25 Jahren erheblich zugenommen. Besonders die Veränderungen in der Bevölkerungsstruktur, im Konsumverhalten der Verbraucher, aber auch in den Erregereigenschaften, sowie die Veränderungen in Produktion, Handel und der Nachfrage trugen dazu bei, wie in Tabelle 2.3. dargestellt (AMMON et al., 2000; AMMON und BRÄUNIG, 2002; WHO, 2002b).

Ursachen	Beispiele
Veränderung der Bevölkerungsstruktur	Steigende Lebenserwartung Mangelernährung
Veränderung des Konsumverhaltens und der Verbrauchererwartung	Häufiger Außerhausverzehr Ganzjähriges Angebot von Waren durch Import aus aller Welt
Veränderung der Erregereigenschaften	Antibiotikaresistenz Entwicklung neuer, pathogener Stämme
Veränderungen in Produktion, Handel und Nachfrage	Längere Transportwege Produktion ohne Konservierungsstoffe Wandel in der Produkttechnologie
Globalisierung	Vermehrte Auslandsreisen

Tabelle 2.3: Ursachen und Beispiele für die zunehmende Bedeutung lebensmittelbedingter Erkrankungen (AMMON et al., 2000; AMMON und BRÄUNIG, 2002; WHO, 2002b)

Darum wird der konstruktiver Dialog zwischen den Lebensmittelunternehmen, der Wissenschaft und dem Staat zum Schutz der Verbraucherinteressen immer notwendiger (s. Kap. 2, Nummer 2.1.; WHO, 2002b; BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2006; RKI, 2006b).

Laut ROBERT-KOCH-INSTITUT (2004) zählen die bakteriellen Gastroenteritiden in Deutschland zu den am häufigsten gemeldeten Infektionskrankheiten. Deutschlandweit treten demnach besonders oft *Campylobacter*-Erkrankungen, gefolgt von Salmonellosen auf.

In Tabelle 2.4 ist die Zahl der *Campylobacter*-Erkrankungen, der Salmonellosen sowie der Listeriosefälle Deutschland- und Bayernweit für die Jahre 2005 und 2006 dargestellt. Dabei wird deutlich, dass die Erkrankungen an *Campylobacter*-Enteritis im Jahr 2005 deutlich über den Salmonellosen lagen, während sie sich im Jahr 2006 um 1.596 Fälle unterschieden. Im Bundesland Bayern lagen die Salmonellosen 2006 weit über den Erkrankungszahlen mit *Campylobacter*-Enteritis. Auch Listeriosefälle traten 2005 deutschlandweit häufiger auf als 2006 (RKI, 2006b). Gleichzeitig konnte ein signifikanter Inzidenzanstieg zwischen 2001 und 2005 von 0,26 auf 0,62 je 100.000 Einwohner beobachtet werden (BECKER und SCHULER, 2006)

	Deutschland 2005	Deutschland 2006	Bayern 2005	Bayern 2006
<i>Campylobacter</i> - Enteritis	56.293	44.652	6.241	4.864
Salmonellose	46.642	46.248	7.610	7.195
Listeriose	510	376		

Tabelle 2.4: Zahl der Salmonellosen, *Campylobacter*- Erkrankungen und Listeriosen 2005 und 2006 (RKI, 2006b)

Auf Grund der oben dargestellten Sachverhalte wurden einleitende Untersuchungen auf die angegebenen Keime hin durchgeführt. Das Hauptaugenmerk lag jedoch auf einer Stuserhebung zur Überprüfung der Prozess- und Produkthygiene. Die klassischen Keime zur Kontrolle dieser Bereiche sind die Gesamtkeimzahl und die *Enterobacteriaceae*zahl. Durch die zusätzliche Problematik der Belastung von Wienerwürsten mit Milchsäurebakterien wurde auch gezielt auf diese Keime hin untersucht.

2.4.2. Thermophile *Campylobacter*

2.4.2.1. Mikrobiologische Eigenschaften von *Campylobacter* spp.

Campylobacter wurde erstmals 1886 von Theodor Escherich aus dem Darm von Kindern isoliert, die an, wie er es nannte, „Cholera infantum“ starben (SNELLING et al., 2005). *Campylobacter* wird mit *Arcobacter* in der Familie der *Campylobacteriaceae* zusammengefasst. Die Gattung *Campylobacter* setzt sich aus rund 16 Spezies zusammen.

Bei *Campylobacter* handelt es sich um gramnegative, schlanke, spiralgig gekrümmte Stäbchen, die an einem oder auch an beiden Polen je eine Geißel tragen. *Campylobacter* kann unter mikroaerophilen Bedingungen in einer Atmosphäre mit 5 % O₂ und 10 % CO₂ auf Blutagarplatten kultiviert werden. Zur Gruppe der thermophilen und Katalase-positiven Spezies sind *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli* zu zählen. Sie können bei Temperaturen zwischen 37 °C und 42 °C wachsen (SELBITZ, 1992; ON, 1999; KAYSER et al., 2001a; MAYR et al., 2002; PARK, 2001; OTTOSSON und STRENSTROM, 2003; BÜLTE, 2004b). Allerdings ist das Wachstum bei 37 °C weitaus besser als dies bei 42 °C der Fall ist, so dass sich der Erreger im menschlichen Körper weitaus besser vermehren kann als im Körper von Geflügel, das eine physiologisch Körpertemperatur von 42 °C hat (KHANNA et al., 2006). Dies ist entscheidend, da Geflügel und damit auch Geflügelfleisch eines der Hauptreservoirs des Erregers bildet (ATANASSOVA und RING, 2001; HARTUNG, 2006; RENZ et al., 2006). Unter + 30 °C ist kein Wachstum mehr möglich und auch die Kultivierung einer Suspension, die 6 Wochen bei + 4 °C in Wasser gelagert wurde, fiel negativ aus. Dennoch führte *Campylobacter jejuni* in Mäusen an welche diese Suspension verfüttert wurde zu einer Erkrankung (JONES et al., 1991; PEARSON et al., 1993; CHAN et al., 2001; PARK, 2001).

Auch andere Untersuchungen belegen, dass *Campylobacter* spp. bei niedrigen Temperaturen vier Monate in Wasser überleben kann. Aber auch auf Schneidbrettern ist ein Überleben bei kühler Umgebung möglich (ROLLINS und COWELL, 1986; BUSWELL et al., 1998; HAZELEGER et al., 1998; PARK, 2001, COOLS et al., 2005).

Bei Betrachtungen unter dem Elektronenmikroskop wurden jedoch bei Proben aus der Umwelt, statt der spiralig gekrümmten Stäbchen, Bakterien in kokkoider Form entdeckt, die noch infektiös, wie in der Studie mit den Mäusen beschrieben, aber nicht kultivierbar waren (ROLLINS und COLWELL, 1986; JONES et al., 1991; BEUMER et al., 1992; THOLOZAN et al., 1999; CHAVEERACH et al., 2003; HÄNEL et al., 2004; MURPHY et al., 2006). Dies wird als die „Viable but not culturable“-Form (VBNC) von *Campylobacter* bezeichnet. Man nimmt an, dass im Lebewesen wieder eine Umwandlung von der kokkoiden in die spiralige Form und damit eine erneute Infektion möglich ist (CAPPELIER et al., 1999; THOLOZAN et al., 1999). Eine Möglichkeit, das Überleben zu sichern, ist das so genannte Up- bzw. Down-Regulieren von Genen. Dies bedeutet, dass *Campylobacter* in der Lage ist, je nach Umweltbedingungen diejenigen Gene vermehrt zu exprimieren, die für das Überleben notwendig sind (BLASER, 1980; ALTER et al., 2003; BORI et al., 2005; MOEN, 2005).

2.4.2.2. Erkrankungen durch *Campylobacter*

Campylobacteriose ist eine weltweit verbreitete Zoonose, die eine Darminfektion mit Bauchschmerzen und wässrigem Durchfall verursacht. Hauptreservoir sind Wild- und Nutztiere, besonders jedoch Geflügel (s. Kap. 2, Nr. 2.4.2.1.). Die Übertragung erfolgt in erster Linie über tierische Lebensmittel und Haustiere (FEHLHABER und JANETSCHKE, 1992; LOEWENHERZ-LÜNING et al. 1996; KAYSER et al., 2001a; NEWELL, 2001; PARK, 2001; PICHNER, 2001; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000; BÜLTE, 2004b; BARTELT et al., 2004; KOCH und SCHRAUDER, 2005; SCHERER et al., 2005; BFR, 2006; HARTUNG, 2006; ROBERT KOCH INSTITUT, 2006a).

Im Jahr 2005 wurden in Deutschland erstmals deutlich mehr *Campylobacter*-Erkrankungen als Salmonellosen festgestellt. Besonders gefährlich ist die Campylobacteriose für Menschen mit geschwächtem Immunsystem, ältere Personen oder Kinder. Hier können die Symptome länger andauern und die Erkrankung schwerer verlaufen. Zudem treten bei *Campylobacter* spp. typische Langzeitfolgen wie eine reaktive Arthritis oder das Guillain-Barré-Syndrom, bei welchem es zu einer Lähmung der Beine kommt auf (AMMON und BRÄUNIG, 2002; BÜLTE, 2004b).

Sowohl 2005 wie auch 2006 zeigte sich eine saisonale Häufung von Campylobacteriosen von Anfang Juni bis Mitte September. Häufig wurden die Erkrankungen besonders stark bei Kleinkindern bis zum Alter von 4 Jahren und bei Erwachsenen zwischen 20 bis 29 Jahren beobachtet (LUBER und BARTELT, 2005; RKI, 2006a).

Hauptverursacher der Erkrankungen sind die Spezies *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli* wie eine Veröffentlichung des ROBERT-KOCH-INSTITUTS (2006a) zeigt. Sie ist in Tabelle 2.5 dargestellt. Es wird deutlich, dass bei 74,8 % der deutschlandweit gemeldeten Campylobacteriosen *Campylobacter jejuni* nachgewiesen wurden. Auf *Campylobacter coli* entfielen 5,8 % und auf beide Spezies zusammen ohne Differenzierung 14,6 %.

Angaben zur Spezies	Prozentualer Anteil
<i>Campylobacter jejuni</i>	74,8 %
<i>Campylobacter coli</i>	5,8 %
<i>Campylobacter jejuni</i> / <i>coli</i> (nicht differenziert)	14,6 %
<i>Campylobacter lari</i>	0,8 %

Tabelle 2.5: Verteilung der deutschlandweit gemeldeten Erkrankungsfälle 2005 auf die verschiedenen Spezies von *Campylobacter* (RKI, 2006a)

2.4.2.3. Vorkommen von *Campylobacter* spp. in Lebensmitteln

In einer Untersuchung von ATANASSOVA und RING (2001), bei der 640 gekühlte Geflügelfleischproben aus verschiedenen europäischen Ländern auf *Campylobacter* untersucht wurden, trat *Campylobacter jejuni* mit 37 % gefolgt von *Campylobacter coli* mit 10,7 % am häufigsten auf. Insgesamt waren 21 % der Proben mit *Campylobacter* kontaminiert.

Ebenso bestätigen Ergebnisse von Planproben-Untersuchungen auf *Campylobacter* diesen Sachverhalt. Die Untersuchungen wurde vom NATIONALEN REFERENZLABOR FÜR DIE EPIDEMIOLOGIE DER ZONNOSEN und dem INSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG veröffentlicht (HARTUNG, 2006). Abbildung 2.4. stellt die Zahlen für Lebensmittel dar, deren Proben positive Ergebnisse erbrachten.

Untersucht wurden neben den in der Abbildung aufgeführten Fleischsorten, wie Schweine-, Rind- und Geflügelfleisch auch Rohfleischerzeugnissen, Roh-Milch ab Hof und andere Produkte wie beispielsweise hitzebehandelte Fleischerzeugnisse, Fische, Meerestiere und deren Erzeugnisse sowie Milchprodukte ohne Rohmilch. Hier zeigt sich eine deutliche Zunahme der *Campylobacter*-positiven Proben beim Geflügel und in erster Linie bei den Masthähnchen, welche allgemein mit rund 40 % 2004 deutlich über den Ergebnissen von Puten und Geflügelfleisch lagen. Es wird deutlich, dass Geflügelfleisch als bedeutender Vektor bei der Verbreitung von *Campylobacter* spp. angesehen werden muss. Insgesamt kann eine Zunahme der positiven Proben in den Jahren von 2001 bis 2004 verzeichnet werden.

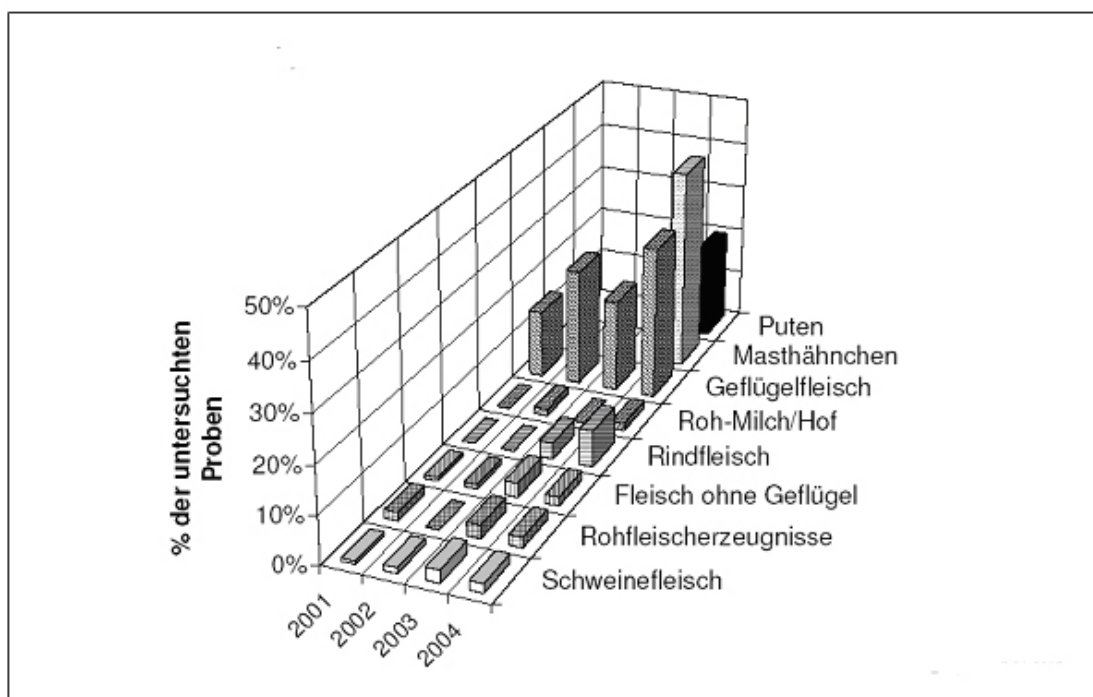


Abbildung 2.4: Ergebnisse der Planprobenuntersuchung von Lebensmitteln auf thermophile *Campylobacter* von 2001-2004 (HARTUNG, 2006)

Die am häufigsten aus den betroffenen Lebensmitteln isolierten *Campylobacter*-Spezies waren auch hier *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli*.

Auch in zahlreichen anderen Untersuchungen konnte Geflügelfleisch als Quelle für die Kontamination mit *Campylobacter* spp. ausfindig gemacht werden. Eine noch größere Gefahr geht von Kreuzkontaminationen aus, also dem Verbreiten der Erreger über Bedarfsgegenstände wie Messer oder Schneidbretter (BARTELT et al., 2004; SCHERER et al., 2005; HARTUNG, 2006; RENZ et al., 2006).

2.4.3. Listerien

2.4.3.1. Vorkommen von *Listeria* spp.

Listerien sind in der Umwelt weit verbreitet. Sie vermehren sich gut auf feuchten, abgestorbenen aber auch auf lebenden Pflanzen die mit Erde kontaminiert sind. Tiere nehmen Listerien ebenso auf und beherbergen sie in ihrem Darm, von wo sie wieder in die Umwelt und durch unsauberes Arbeiten infolge kontaminierter Messer oder anderer Geräte beim Schlachtvorgang weitergegeben werden und beispielsweise in das Fleisch gelangen (BOERLIN und PIFFARETTI, 1991; GILL und JONES; 1995; NESBAKKEN et al., 1996; AUTIO et al., 1999; PECCIO et al., 2003). Produkte die eine besonders häufige Kontamination mit Listerien aufweisen, sind Fleisch, Rohmilch, Weichkäse, Wurst, abgepackter Lachs und Räucherfisch, Fertigsalate, gekühlte Fertiggerichte, abgepacktes Gemüse und Rohkost (GRAY und KILLINGER, 1966; WEIS und SEELINGER, 1975; ENGEL et al., 1990; FABER und PETERKIN, 1991; RKI, 1998; BECKER und HOLZAPFEL et al., 2000).

Abbildung 2.5. zeigt die Verteilung von *L. monocytogenes* für die Jahre 2001 und 2004 in verschiedenen Lebensmitteln. Die Ergebnisse entstanden im Rahmen von Lebensmittelplanproben (HARTUNG, 2006). Untersucht wurden neben Rohfleischerzeugnissen und Rohmilch ab Hof auch Fische und deren Erzeugnis, Geflügelfleisch, Schweine- und Rindfleisch, Fleisch ohne Geflügel und Rohmilch-Weichkäse. Insgesamt kann, außer bei Roh-Milch-Weichkäse eine Zunahme bis 2004 verzeichnet werden. Besonders stark mit *L. monocytogenes* waren dabei Rohfleischerzeugnisse und Geflügelfleisch kontaminiert. Die Untersuchung von Rindfleisch erbrachte hingegen für das Jahr 2004 nur bei 1 % der Proben positive Ergebnisse.

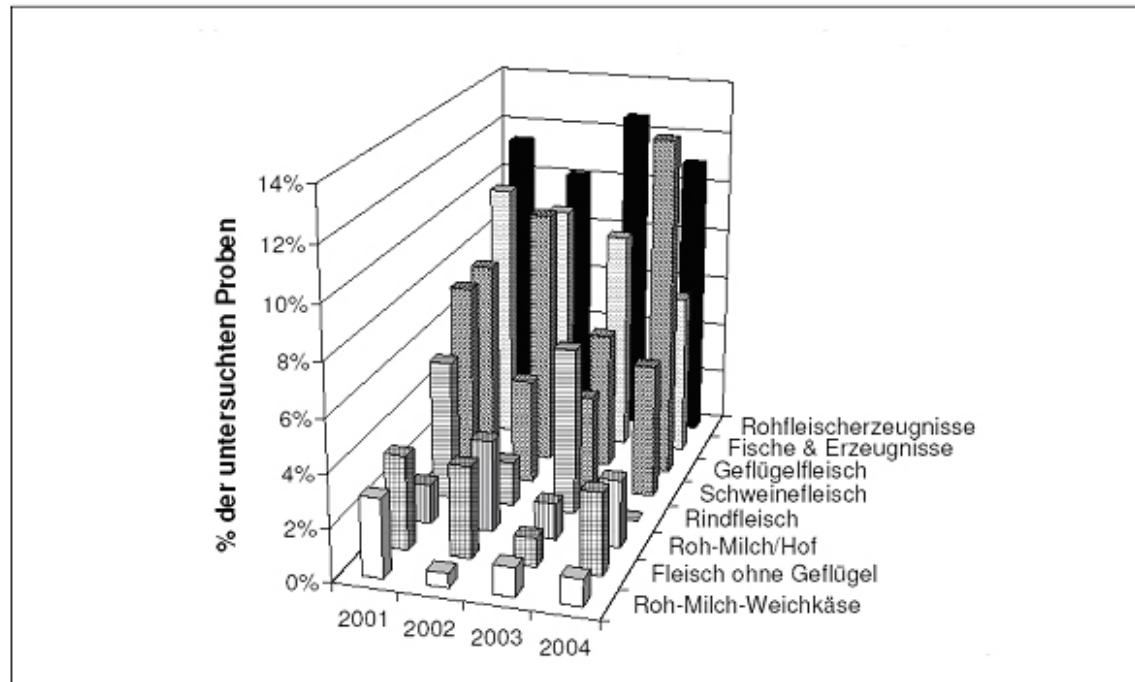


Abbildung 2.5: Verteilung von *L. monocytogenes* deutschlandweit in verschiedenen Lebensmitteln zwischen 2001 und 2004 (HARTUNG, 2006)

In einer Untersuchung von BECKER und HOLZAPFEL (2000) wurden 287 Brühwurstproben und 282 Feinkostsalatproben auf *L. monocytogenes* untersucht. Von den Wurstproben sind 10,5%, von den Feinkostsalaten 8,5% positiv auf *L. monocytogenes* getestet worden. Da in einer Metzgerei eine Häufung von über 22% auftrat, wurde dort nochmals der gesamte Produktionsweg von der Schlachtung bis zur fertigen Brühwurst beprobt. Dabei wurden Listerien im Schweine- und Rindfleisch, in der Schwarte und im Fell sowie im Wurstbrät und in der fertigen Brühwurst nachgewiesen. Da der Brühvorgang jedoch ordnungsgemäß erfolgte und die Listerien dabei abgetötet werden, vermuteten die Untersucher eine Schmierinfektion während des Aufschneidens. Das Auftreten von *Listeria* spp. nach Kochen, Braten, Sterilisieren und Pasteurisieren lässt somit auf bedenkliche Hygieneverhältnisse schließen, da diese Arbeitsschritte zur Abtötung von Listerien führen (CASADEI et al., 1998; BECKER und HOLZAPFEL, 2000; MARGOLLES et al., 2000; LÖW, 2001).

Die Vermehrung der Listerien wird besonders von den Herstellungsverfahren, den Lagerungsbedingungen und den Lebensmitteleigenschaften beeinflusst. So vermehren sich Listerien langsamer in Lebensmitteln mit Salzgehalten über 10 %. Ab

einem pH-Wert von unter 4,4 ist die Vermehrung ebenfalls vermindert (CHEROUTRE-VIALETTE et al., 1998; MARGOLLES et al., 2000). Besonders gute Wachstumsbedingungen finden die Erreger jedoch bei reduziertem Sauerstoffgehalt, wie beispielsweise in Vakuumverpackungen und bei kühlen Temperaturen von 4-7 °C (BECKER und HOLZAPFEL, 2000; BÜLTE, 2004a).

Besonders negativ wirken sich organische Säuren, in erster Linie Essigsäure, gefolgt von Milch- und Zitronensäure, auf das Wachstum von *L. monocytogenes* aus. Je kühler die Temperatur um so stärker ist jedoch die Toleranz gegenüber der Säure (MARGOLLES et al., 2000; GEORNARAS et al., 2006).

2.4.3.2. Mikrobiologische Eigenschaften von *Listeria monocytogenes*

L. monocytogenes ist ein grampositives Stäbchenbakterium das bei den üblichen Außentemperaturen Geißeln bilden, nicht jedoch bei 37°C im menschlichen bzw. tierischen Körper (MICHEL et al., 1998). Erstmals wurden grampositive Stäbchen 1924 von Murray aus dem Blut von Labortieren isoliert und als *Bacterium monocytogenes* bezeichnet (FARBER und PETERKIN, 1991; HOF, 2003). Nur *L. monocytogenes* verursacht bei Mensch und Tier Erkrankungen. Innerhalb dieser Spezies sind es vorwiegend die Serovare 1, 2 und 4b die Krankheiten verursachen. Die Unterscheidung der Serovare erfolgt an Hand von Variationen in den Zuckermolekülen der Teichonsäure der Oberfläche, die vom Immunsystem als Antigene erkannt werden. Der Hauptvirulenzfaktor ist jedoch das Listeriolysin O, ein Hämolysin. Dieses ermöglicht es den Listerien, T-Zellen zu erkennen, in sie durch Endozytose einzudringen und sich darin zu vermehren (BERCHE et al., 1987; GEOFFROY et al., 1987; McGEE et al., 1988; BEATTIE et al., 1990; HOF, 1999; BONAZZI und COSSART, 2006). Besonders stark wird das Listeriolysin bei niedrigen Temperaturen gebildet (CONTE et al., 1994).

2.4.3.3. Bedeutung von *Listeria monocytogenes*

L. monocytogenes ist der Verursacher der Listeriose bei Mensch und Tier. Rund 30 % der Listerioseerkrankungen verlaufen tödlich (RKI, 1998; BECKER und HOLZAPFEL, 2000).

Deutschlandweit nahm die Zahl der Fälle zwischen 2005 und 2006 von 510 auf 376 ab (RKI, 2006c).

Dem Erreger kommt gerade auf Grund seiner weiten Verbreitung in der Umwelt und seiner Überlebensmechanismen große Bedeutung zu. So wird *L. monocytogenes*, wenn es in den menschlichen oder tierischen Körper eindringt, von den Zellen des Immunsystems, den so genannten Makrophagen aufgenommen. Statt *L. monocytogenes* jedoch zu zerstören, wird der Erreger in der Zelle mittransportiert, so dass keine Elimination mehr möglich ist. Dies führt dazu, dass infizierte Personen keine Krankheitszeichen zeigen, den Erreger aber permanent ausscheiden (RKI, 1998; BECKER und HOLZAPFEL, 2000; BÜLTE, 2004a).

Typischen Krankheitsbilder der Listeriose sind Sepsis, Meningitis und grippeähnliche Symptome wie Fieber, Muskelschmerzen und Erbrechen (BfR, 1999).

Besonders Schwangere und ihre un- oder neugeborenen Kinder, hier spricht man von der angeborenen Listeriose sowie immungeschwächte Personen wie Krebs- und AIDS-Kranke und häufig auch alte Menschen sind betroffen (ENGEL et al., 1990; FREDERIKSEN und SAMUELSSON, 1992; RKI, 1998; BfR, 1999; HOF, 1999; BECKER und HOLZAPFEL, 2000; ROCOURTE et al., 2000; HOF, 2003; KOCH, 2005; WALLS und BUCHANAN, 2005).

2.4.4. *Enterobacteriaceae*

2.4.4.1. Mikrobiologische Eigenschaften der *Enterobacteriaceae*

Enterobacteriaceae sind gram-negative, fakultativ anaerobe Stäbchen die durch peritriche Begeißelung meist beweglich sind und Glucose und andere Kohlenhydrate unter Säurebildung vergären. Weitere mikrobiologische Eigenschaften innerhalb dieser Familie sind die Fähigkeit zur Nitratreduktion und eine negative Oxydasereaktion. Die Unterscheidung zu anderen gram-negativen, fakultativ anaeroben Stäbchenbakterien erfolgt durch das „enterobacterial common antigen“, die Oxydaseproduktion und die Anordnung der Flagellen.

Zur Familie der *Enterobacteriaceae* zählen die Gattungen *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Hafnia*, *Proteus*, *Providencia*, *Morganella* und *Erwinia* (FRANCINO et al., 2006).

2.4.4.2. Vorkommen der *Enterobacteriaceae*

Enterobacteriaceae sind in der Umwelt, beispielsweise im Erdboden und in Gewässern, weit verbreitet und gehören auch zur natürlichen Mund- und Darmflora von Mensch und Tier (BRENNER, 1991; FEHLHABER und JANETSCHKE 1992; SELBITZ, 1992; SEDGLEY und SAMARANAYAKE, 1994; KAYSER et al. 2001b; MAYR et al. 2002).

Auf Grund ihres Habitates ist das Auftreten in Lebensmitteln auf mangelnde Hygiene bei der Behandlung der Produkte zurückzuführen. Erhitzung, wie sie bei der Herstellung von Brühwurst erfolgt, tötet die Keime ab. Dies wurde durch zahlreiche Untersuchungen bei denen *Enterobacteriaceae* von Geräten und Händen der Mitarbeiter isoliert wurde, bestätigt. Daher ist die Einhaltung grundlegender Hygieneregeln, wie beispielsweise das Händewaschen und Desinfizieren besonders wichtig (STILES und LAI-KING, 1981; DYKES et al., 1991; BORCH et al., 1996; HUIS IN'T VELD, 1996; CHABELA et al., 1999; LUES und TONDER, 2005; BONFOH et al., 2006).

Hohe Stickstoff- und Kohlendioxydgehalt beim Verpacken der Ware unter modifizierter Atmosphäre hemmen ebenso das Wachstum der *Enterobacteriaceae*

wie hohe Nitrit- und Salzgehalte (ZEITOUN et al., 1994; BORCH et al., 1996; WEBER, 2003).

Bewertungsgrundlage zur Beurteilung der Gehalte an *Enterobacteriaceae* in Fleischwaren finden sich in den Richtlinien des ARBEITSKREISES LEBENSMITTELHYGIENISCHER TIERÄRZTLICHER SACHVERSTÄNDIGER (ALTS), (1993).

2.4.5. Milchsäurebakterien

2.4.5.1. Mikrobiologische Eigenschaften der Milchsäurebakterien

Die Familie der Milchsäurebakterien umfasst gram-positive Bakterien die in Form von Stäbchen oder in kokkoider Form auftreten können. Sie bilden keine Sporen aus, sind fakultativ Anaerobier und unbeweglich.

Zur Familie der Milchsäurebakterien sind neben *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* und *Streptococcus* auch *Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Atopobium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* und *Weissella* zu zählen (KANDLER und WEISS, 1986; SELBITZ, 1992; STILES und HOLZAPFEL, 1997; MAYR et al., 2002).

Milchsäurebakterien präferieren für ihr Wachstum CO₂-Gehalte von 5 % bis 10 %. Daher führen sie häufig zum Verderb von Waren die unter modifizierter Atmosphäre oder Vakuum, also bei niedrigen Sauerstoffgehalten, verpackt werden. Weitere Eigenschaften von Milchsäurebakterien, die zu besonderen Problemen bei der Herstellung von Brühwürsten führen, sind in Tabelle 2.6 aufgeführt. Besonders günstig für die Bakterien ist dabei der pH-Bereich der Brühwürstchen von 6,2 – 6,4. Aber auch die Lagerung der Ware bei 2 – 3 °C stellt für die Milchsäurebakterien kein Problem dar, ebenso wenig wie der a_w-Wert von 0,97. Da es sich bei den Milchsäurebakterien um fakultative Anaerobier handelt, begünstigt auch das Verpacken unter modifizierter Atmosphäre wie oben bereits erwähnt das Wachstum.

	Toleranzgrenzen in denen ein Wachstum möglich ist	Gehalte in Brühwürsten	Quelle
CO ₂	5 – 10 %	Unter modifizierter Atmosphäre: 70 % N ₂ , 30 % CO ₂	NIVEN et al., 1949 ; PRÜSSMEIER, 2005
pH	Optimaler Bereich 5,5 – 6,2, Vermehrung auch bei Werten < 5,0 möglich	6,2 – 6,4	REUTER, 1970a; KORKEALA / MÄKELA., 1989; BORCH et al., 1996; WEBER, 2003
NaCl	6,5 – 10 %	Unter 2 %	NIVEN et al., 1949 ; SHARPE, 1963 ; BORCH et al., 1996; WEBER, 2003
Temperatur	Min. 1 – 3 °C Max. 41 – 42 °C Inaktivierung einzelner Stämme bei 80 °C nach ca. 5 – 10 Minuten	Kühlung meist bei 2 – 3 °C Kerntemperatur beim Brühen: 72 – 78 °C	NIVEN et al., 1949 ; SHARPE, 1963 ; REUTER, 1970a; BORCH et al., 1996; WEBER, 2003
a _w -Wert	< 0,98	0,97	BORCH et al., 1996; WEBER, 2003

Tabelle 2.6: Mikrobiologische Eigenschaften von Milchsäurebakterien die zum vorzeitigen Verderb der Brühwürste führen können

2.4.5.2. Vorkommen von Milchsäurebakterien

Milchsäurebakterien sind in der Umwelt weit verbreitet und kommen auf der Haut sowie auf den Schleimhäuten des Intestinal- und Genitaltraktes von Mensch und Tier vor (KANDLER und WEISS, 1986; SELBITZ, 1992; MAYR et al., 2002).

Wie zahlreiche Untersuchungen belegen, sind Milchsäurebakterien in den meisten Fällen für den Verderb von Brühwürsten verantwortlich. Da sie jedoch nach dem Brühvorgang kaum auf den Produkten zu finden sind, erfolgt die Kontamination mit den Erregern nach der Erhitzung, also während der Kühlung, dem Trennen der Würste oder der Verpackung (KORKEALA et al., 1985; KORKEALA und LINDROTH, 1987; KORKEALA und MÄKELÄ, 1989; VON HOLY et al., 1991; MÄKELÄ et al., 1992a; NERBRINK und BORCH, 1993; BORCH et al., 1996; FRANZ und VON HOLY, 1996; YOST und NATTRESS, 2000).

Als Quellen der Kontamination wurden sowohl Geräte als auch Personen identifiziert. LERCHE und GROSSKLAUS (1960) beobachteten eine starke Zunahme von Milchsäurebakterien bei Brühwürsten und vermuteten als Kontaminationsquelle hierfür, Geräte und das Personal. Auch in der Luft, auf den Händen von Personen die für die Verpackung der Würste verantwortlich waren und auf Geräten, in Kühl- und Verpackungsräumen wurden Milchsäurebakterien gefunden (MÄKELÄ und KORKEALA, 1987; DYKES et al., 1991; NERBRINK und BORCH, 1993). Die Stärke der Kontamination variierte dabei je nach Produktionstag.

2.4.5.3. Verderb von Brühwürsten durch Milchsäurebakterien

Verantwortlich für den Verderb von Brühwürsten mit Milchsäurebakterien sind in erster Linie Spezies der Gattung *Lactobacillus* und *Leuconostoc* (DRAKE, 1958; LERCHE und GROSSKLAUS, 1960; REUTER, 1970a; KORKEALA et al., 1990; VON HOLY et al., 1991 ; BORCH et al., 1996 ; DYKES et al., 1996; BJÖRKROTH, 1997; SAMELIS und GEORGIADOU, 2000; KRÖCKEL, 2000).

Wurstwaren die auf Grund einer zu hohen Anzahl an Milchsäurebakterien verderben zeigen sowohl Abweichungen im Aussehen als auch im Geschmack.

Tabelle 2.7. zeigt die von den Milchsäurebakterien gebildeten Stoffwechselprodukte und damit verbundenen Abweichungen in Aussehen und Geschmack. Neben dem Aufblähen der Verpackung auf Grund der CO₂-Bildung beim Abbau von Glucose, kommt es auch zur Vergrünung, verursacht durch die Oxydierung bestimmter Substanzen aus dem Fleisch, wodurch Wasserstoffperoxyd entsteht. Es reagiert mit Fleischpigmenten, Hämochromogen oder Nitrosomyoglobin zu einem grünlichen Porphyrin. Der säuerliche Geruch und Geschmack der häufig beim Verderb von Brühwürstchen zu beobachten ist, wird durch die Fermentation von Glucose zu Laktat verursacht. Dies hemmt jedoch, ebenso wie die CO₂-Bildung das Wachstum anderer potentieller pathogener Mikroorganismen wie beispielsweise *Campylobacteriaceae*, *L. monocytogenes* und *Enterobacteriaceae* (EGAN, 1983; GREER und DILTS, 1995; KRÖCKEL und SCHMIDT, 1995; BUNCIC et al., 1997; KRÖCKEL, 2000; DEUMIER, 2004; ERKES, 2004; KLEER et al., 2005; THIERKUNDKE, 2006) .

Schließlich kommt es beim Verderb von Brühwürstchen durch Milchsäurebakterien zur Schleimbildung auf Grund der Bildung von Polysacchariden aus Saccharose (NIVEN et al., 1949; SHARPE, 1963; EGAN, 1983; KORKEALA et al., 1988; MÄKELÄ et al., 1992b; VON HOLY, 1991; BORCH et al., 1996; WEBER, 2003).

Verderbserscheinungen	Biochemische Vorgänge	Mikroorganismen	Quelle
Aufblähen der Verpackung	Bildung von CO ₂ beim Abbau von Glucose	<i>Leuconostoc</i>	NIVEN et al., 1949; VON HOLY, 1991; BORCH et al., 1996; WEBER, 2003
Vergrünung	Bildung durch die Oxydierung bestimmter Substanzen aus dem Fleisch wodurch Wasserstoffperoxyd gebildet wird. Dieses reagiert mit Fleischpigmenten, Hämochromogen oder Nitrosomyoglobin zu einem grünlichen Porphyrin.	<i>Lactobacillus viridescens</i>	NIVEN et al., 1949; NIVEN / EVANS, 1956; VON HOLY et al., 1991; EGAN, 1983; BORCH et al., 1996; WEBER, 2003
Säuerlicher Geruch und Geschmack	Fermentation von Glucose zu Laktat.	meist <i>Lactobacillus</i> und <i>Leuconostoc</i>	NIVEN et al., 1949; SHARPE, 1963; REUTER, 1970b; EGAN, 1983; KORKEALA et al., 1985; VON HOLY, 1991; BORCH et al.,

			1996
Schleimbildung	Bildung von Polysacchariden aus Saccharose.	<i>Lactobacillus</i> , <i>Leuconostoc</i> und <i>Streptococcus</i>	NIVEN et al., 1949; SHARPE, 1963; EGAN, 1983; KORKEALA et al., 1988; MÄKELÄ et al., 1992b; VON HOLY, 1991; BORCH et al., 1996; WEBER, 2003

Tabelle 2.7: Anzeichen und Ursachen für den Verderb von Brühwürstchen unter Angabe der Quelle.

3. Material und Methoden

3.1. Betriebsspiegel

Die im Rahmen dieser Studie untersuchten Lebensmittel- und Umgebungsproben stammten aus einem süddeutschen EU-zugelassenen Fleischwarenproduktionsbetrieb, der Wurstwaren aus Geflügelfleisch herstellt. In dem Betrieb waren im Zeitraum der Untersuchung von Januar bis März 2006 insgesamt ca. 200 Mitarbeiter mit Festanstellung beschäftigt.

Das Fleisch für die Herstellung der Wurstwaren wurde von Schlachtbetrieben aus der Umgebung, die regelmäßig durch das Unternehmen kontrolliert werden, bezogen und im Betrieb auf die entsprechenden Erfordernisse zerlegt.

Das Vollsortiment der hergestellten Waren umfasst ca. 60 Produkte von umgeröteten Fleischerzeugnissen und Waren, denen kein Nitritpökelsalz zugesetzt wurde, im Weiteren als weiße Ware bezeichnet über gegarte Pökelfleischerzeugnisse bis hin zu Kochstreichwürsten und Komplettgerichten für die Mikrowelle, so genannte Convenience-Produkte.

Die Produkte werden als Bedienungsware in betriebseigenen Verkaufsstellen und als Selbstbedienungsartikel in kundengerechten Verpackungseinheiten in Discountmärkten angeboten. In erster Linie wird SB-Ware produziert. Dabei liegt der Schwerpunkt, wie die Verkaufszahlen für 2005 zeigen (+ 24 % im Vergleich zum Vorjahr), bei Brühwurstprodukten.

Die Reinigung und Desinfektion der Anlagen erfolgte sowohl durch die Mitarbeiter, am Ende eines jeden Arbeitstages, als auch durch beauftragte Dienstleistungsunternehmen am Wochenende.

3.2. Tätigkeiten im Betrieb

3.2.1. Ablauf der Probennahme

Die Probennahme fand an zwei Tagen pro Woche statt, wobei am Wochenende im Betrieb nicht produziert wurde. Der Probenumfang betrug ca. 8 Proben pro Probennahmetag. Für den Transport in das Labor wurden sie in Kühlboxen verbracht so dass sie bei der Ankunft im Labor eine maximale Temperatur von + 6°C aufwiesen. Die unter modifizierter Atmosphäre verpackten Brühwürste wurden direkt nach der Etikettierung an den Verpackungsmaschinen zu verschiedenen Uhrzeiten entnommen. Außerdem wurden in die Untersuchung die Ergebnisse der Produktkontrollen des Jahres 2005, die im Labor des Institutes für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs untersucht wurden, mit einbezogen. Dabei handelte es sich ausschließlich um Fertigpackungen mit Brühwürsten deren Untersuchung zum Mindesthaltbarkeitsdatum stattfand.

3.2.2. Vorgehen bei der Beprobung der Produkte

Das zu untersuchende Material bestand aus Wienerwürstchen die zu verschiedenen Zeitpunkten aus dem Produktionszyklus entnommen wurden und Abklatschplatten bzw. Tupfern mit welchen unterschiedliche Geräte überprüft wurden.

Die Beprobung begann mit der Entnahme der Wienerwürstchen aus den kombinierten Brüh-Räucherkammern. Im Anschluss daran wurden weitere Proben während der Kühlung, aus der Vereinzelungstrommel, im Weiteren als Würsteltrenner bezeichnet und nach dem Verpacken gezogen. Die entnommenen unverpackten Produktproben wurden umgehend in das Labor gebracht und entsprechend den Kriterien der Produkthygiene auf die relevanten Keimgruppen untersucht. Diese umfassen die Gesamtkeimzahl (aerobe Keimzahl), die *Enterobacteriaceae*-Zahl und den Gehalt an *Lactobacillaceae*, welche auf Grund der besonderen Problematik im Betrieb mit einbezogen wurden (s. Kap. 3, Nr. 3.4.2.-3.4.4.). Die Fertigpackungen die direkt von der Verpackungsmaschine stammten wurden bei 5°C bis zum Mindesthaltbarkeitsdatum im Kühlschrank gelagert und anschließend wie die unverpackten Produktproben mikrobiologisch untersucht. In

Tabelle 3.1. ist die Zahl der Produktproben und ihre Probennahmestelle aufgelistet. Abbildung 3.1. zeigt den Herstellungsweg ab dem Arbeitsschritt „Brühen/Räuchern“ bis hin zu den fertig verpackten Wienerwürstchen.

Probenmaterial	Probennahmestellen				Gesamt
	Brühen/Räuchern	Abkühlen	Würsteltrenner	Verpacken	
Unverpackte Wienerwürste	46	46	45		137
Fertigpackungen				53	53
Gesamt	46	46	45	53	190

Tabelle 3.1: Verteilung der Produktproben entsprechend den Probennahmestellen; Die Zahlen stehen für die Anzahl der entnommenen Wienerwürstchen, in der Spalte „Verpacken“ für die entnommenen Fertigpackungen

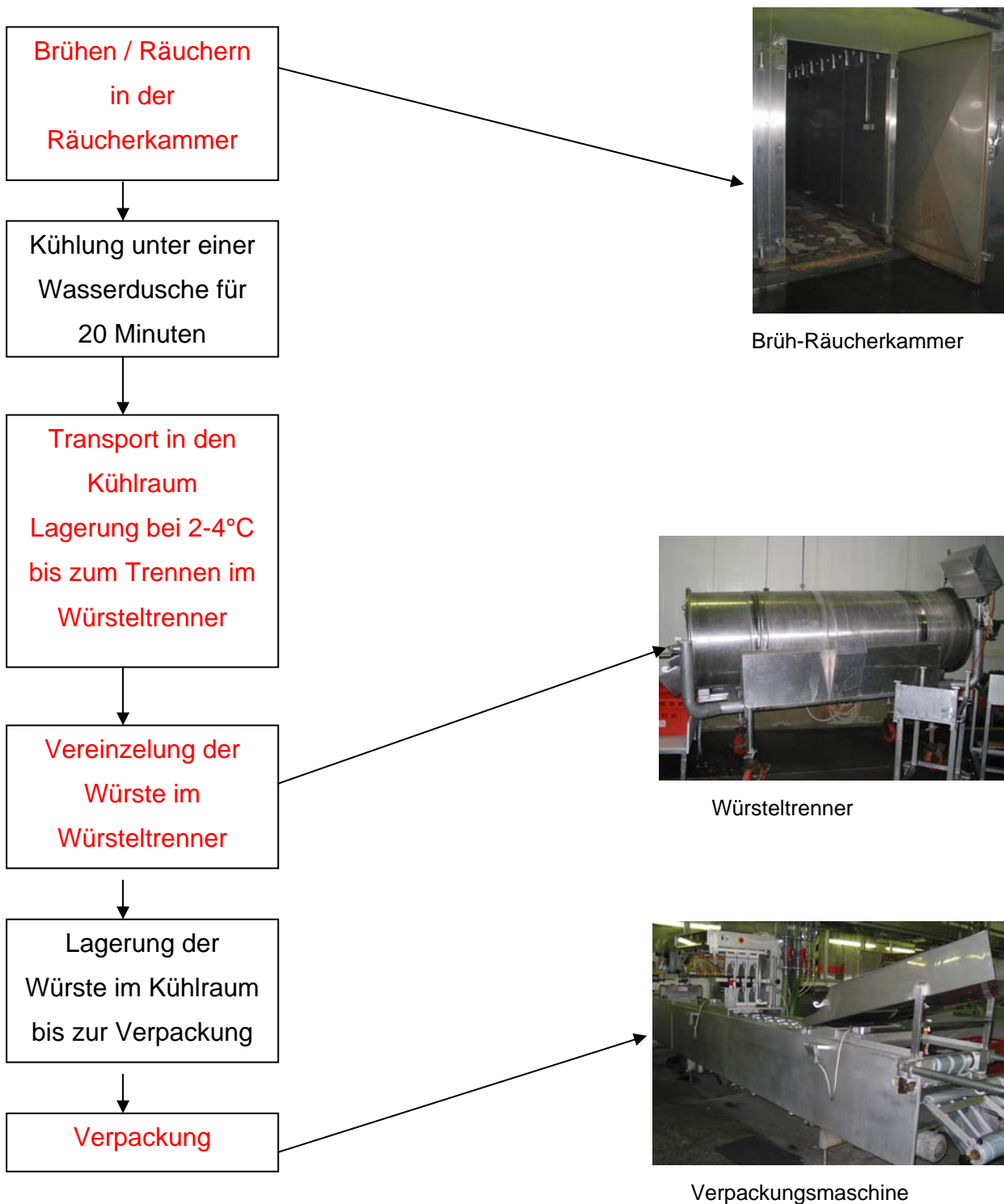


Abbildung 3.1: Produktionsweg der gebrühten Wienerwürstchen; Die roten Felder zeigen die Probennahmestellen an.

3.2.3. Vorgehen bei der Beprobung von Bedarfsgegenständen und der Umgebung

Das Abklatschplattenverfahren zur Beprobung der Geräte (s. Kap. 3, Nr. 3.3.6.) eignet sich gut zur Untersuchung von Keimgehalten auf trockenen und glatten Flächen. Da mit der Beprobung in erster Linie die Prozesshygiene und im Weiteren die Effektivität der Reinigung überprüft werden sollten, erfolgte die Untersuchung auf die dafür relevanten Keimgruppen. Dies sind die Gesamtkeimzahl, die *Enterobacteriaceae*- und auf Grund der besonderen Problematik die *Lactobacillaceae*-Zahl (s. Kap. 3, Nr. 3.3.6.)

Für die Stufenkontrollen der Gestelle und Messer des Würstelrenners, im Weiteren als Messer bezeichnet, wurden sterile Wattetupfer benutzt. Diese haben den Vorteil, dass auch Oberflächen an schlecht zugängliche Stellen beprobt werden können.

Die Ergebnisse der Untersuchung wurden als Keimzahl pro Messer angegeben (s. Abb. 3.2., 3.3).

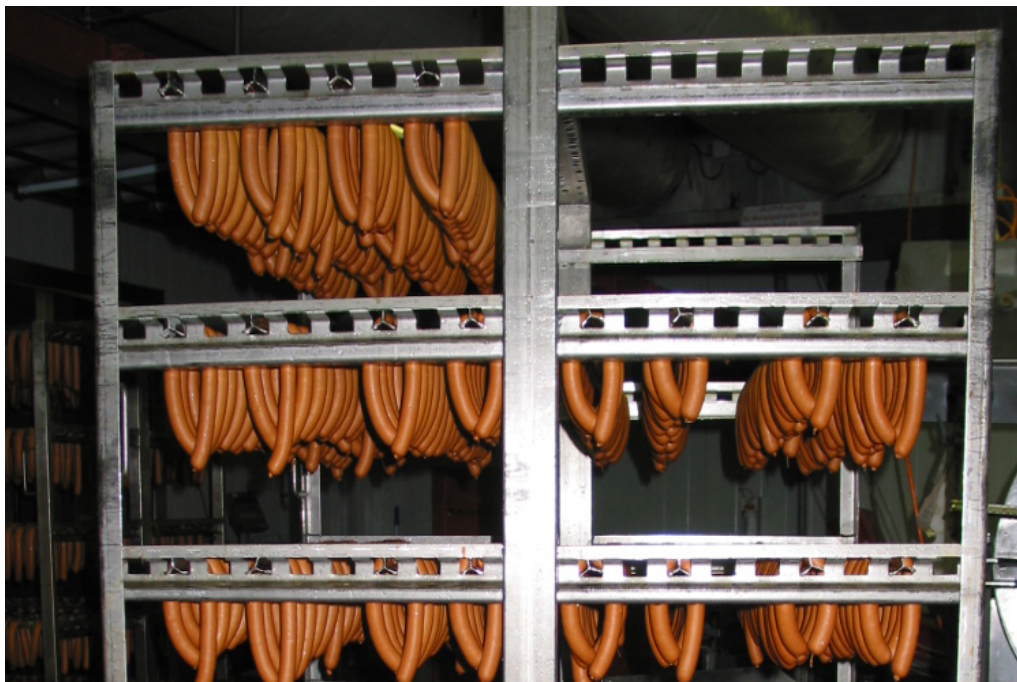


Abbildung 3.2: Gestell für den Transport der Brühwürstchen innerhalb des Produktionszyklus



Abbildung 3.3: Hakenmesser zur Vereinzelung der Brühwürstchen im Würsteltrenner

Es wurden rote Euro-Kästen (s. Abb. 3.4.) die ausschließlich für den Transport der Ware verwendet wurden, der Würsteltrenner, die Verpackungsmaschine, die Gestelle und die Messer des Würsteltrenners vor in Betriebnahme der Geräte also nach der Reinigung sowie während der Produktion beprobt. Die genaue Anzahl der gezogenen Proben entsprechend dem Reinigungszustand des Gerätes ist in Tabelle 3.2. dargestellt.



Abbildung 3.4: Euro-Kasten zum Transport der Würstchen vom Würsteltrenner in die Kühlung bzw. zur Verpackung

Zeitpunkt der Probennahme	Probennahmestelle					Gesamt
	Kiste	Würsteltrenner	Verpackung	Gestell	Messer	
Abklatschplatten frischer Geräte	6	6	7			19
Abklatschplatten benutzter Geräte	33	30	33			96
Tupferproben frischer Geräte				4	4	8
Tupferproben benutzter Geräte				12	12	24
Gesamt	39	36	40	16	16	147

Tabelle 3.2: Anzahl und Verteilung der Beprobung mittels Abklatschplatten entsprechend dem Gerät und seinem Reinigungszustand

3.2.4. Arbeitsschritte bei der Beprobung zum Nachweis von *Listeria monocytogenes* und *Campylobacter* spp.

Weiterhin erfolgte die Untersuchung von 8 Proben aus dem Kühlraum und aus der Kistenwaschanlage auf *L. monocytogenes*.

Die Probennahme wurde mittels 10 cm x 10 cm großen, handelsüblichen sterilen Gazetüchern über eine Fläche von ca. 20 cm x 30 cm durchgeführt.

Weitere 23 Proben von rohem Fleisch und Wurstbrät (s. Kap. 2, Nr. 2.3.3.) wurden auf *Campylobacter* untersucht. Hierbei kamen sterile Kompressen zum Einsatz. Die beprobte Fläche betrug ca. 20 cm x 30 cm.

Die Überprüfung auf diese Keime ist als einleitende Untersuchung zu verstehen und wurden zur Vervollständigung der Kontrolle der Hygiene relevanten Kriterien des Betriebes durchgeführt, sollten jedoch zukünftig noch intensiver untersucht werden.

3.2.5. Weitere Probennahmen

Für die Überprüfung der Funktionalität und Sauberkeit der Verpackungsmaschine sind zwei Abklatschplatten zum Nachweis der Gesamtkeimzahl und der *Enterobacteriaceae* in eine leere Folienpackung die nur das Gasmisch das in die Verpackung geleitet wird, enthielt eingeschweißt worden. Es dient zur Verlängerung der Haltbarkeit der Würste und wird als modifizierte Atmosphäre bezeichnet (s. Kap. 2, Nr. 2.4.5.1.). Eine Verpackung wurde bis zum aufgedruckten Mindesthaltbarkeitsdatum bei 5 °C im Kühlschrank gelagert, die andere wurde umgehend untersucht. Ebenfalls mittels Abklatschplatten wurden 65 Handschuhe von Mitarbeitern auf *Enterobacteriaceae* überprüft.

3.2.6. Betriebsbegehungen

Neben der mikrobiologischen Überprüfung der Produkt- und Prozesshygiene wurde auch das Verhalten der Mitarbeiter mittels Betriebsbegehungen überprüft. Diese fanden mehrmals während eines Probennahmetages statt. Dabei wurde besonders das Verhalten der Mitarbeiter beobachtet. Im Speziellen wurde der Bereich der Hygieneschleuse, der Brühkammern, der Kühlräume, des Würsteltrenners, der Verpackung und der Kistenwaschanlage kontrolliert. Gleichzeitig erfolgte die Überprüfung der allgemeinen Hygiene im Betrieb sowohl vor Produktionsbeginn als auch während des laufenden Betriebes.

3.3. Materialien und Geräte für die Laboruntersuchungen

Alle in dieser Studie verwendeten Materialien entsprechen den Vorgaben der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB. In Tabelle 3.3. sind die Nährmedien und sonstigen Materialien aufgelistet. Tabelle 3.4. zeigt die eingesetzten Geräte.

3.3.1. Spiral-Plater zur Untersuchung der Produkt- und Tupferproben

Die Untersuchung der Produktproben erfolgte mit Hilfe des so genannten Spiral-Platers (DWSCIENTIFIC, Typ: WB 04 KH).

Das Prinzip dieses Gerätes ist, dass ein bekanntes Probenvolumen, in dieser Studie 50 µl, auf eine rotierende Agarplatte in Spiralen ausgegeben wird. Das Probenvolumen, das pro Einheitsbereich aufgetragen wird, nimmt im Verlauf der Spirale ab, so dass es zu einem Verdünnungseffekt kommt und das Auszählen von isolierten Kolonien in entsprechenden Sektoren von bekannten Ausgabevolumen ermöglicht.

3.3.2. Schablonen zum Auszählen der mittels Spiral-Plater angefertigten Platten

Jeder auf der Schablone markierte Bereich weist auf ein bekanntes konstantes Probenvolumen hin. Zur Bestimmung der Keimzahl werden zwei gegenüberliegende Segmente mit mindestens 20 Kolonien ausgezählt, die ermittelte Zahl anschließend durch die Volumenkonstante des entsprechenden Bereiches geteilt und so das Ergebnis in Zellzahl / Milliliter angegeben.

3.3.3. Nachweis thermophiler *Campylobacter* spp.

Das VIDAS.-Gerät (BIOMERIEUX INDUSTRY) arbeitet auf der Basis eines enzyme-linked fluorescence immunoassay (ELFA). *Campylobacter*-Antigen, das in der Probe enthalten ist, bindet an Anti-*Campylobacter*-Antikörper, die während der Probenbearbeitung zugeführt werden. Ungebundene Probenbestandteile werden durch Waschvorgänge entfernt. Danach werden mit Alkalischer Phosphatase konjugierte Antikörper zugegeben, die wiederum an jeden *Campylobacter*-Antigen-Anti-*Campylobacter*-Antikörper-Komplex binden, der sich in der Probe befindet. In einem abschließenden Waschschrift wird ungebundenes Konjugat entfernt.

Als fluoreszierendes Substrat wird 4-methyl-umbelliferyl-Phosphat verwendet. Enzyme katalysieren die Umsetzung in das fluoreszierende Produkt, 4-methyl-Umbelliferon.

Das VIDAS.-Gerät misst abschließend die Fluoreszenzintensität der Probe und vergleicht das Ergebnis mit gespeicherten Standards. An Hand dieser wird abschließend die Probe als positiv oder negativ bewertet.

3.3.4. Api-Campy (Bunte Reihe) zur Speziesbestimmung

Der Api-Campy (BIOMERIEUX, Art.Nr.: REF20800) arbeitet mit einer Reihe chemischer Reaktionen, die eine Unterscheidung der einzelnen *Campylobacter*-Spezies erlauben. Besonders wichtig hierbei ist der Hippurat-Hydrolyse-Test, da er eine Differenzierung der beiden wichtigsten *Campylobacter* spp., *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli* ermöglicht.

3.3.5. Verwendete Nährmedien

Zur Untersuchung der aeroben Keimzahl diente ein nicht selektiver Nährboden (Plate Count-Agar, MERCK, 1.05463.0500) der entsprechend der Methode L 06.00–18 (Spatel- und Plattengussverfahren) hergestellt wurde.

Die Untersuchung zum Nachweis der *Enterobacteriaceae* wurde, wie in der Methode L 06.00 – 24 beschrieben, mittels eines Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Glucose-Agar (MERCK, 1.01406.0500), weiterhin als VRBG-Agar bezeichnet, durchgeführt.

Der Nachweis auf *Lactobacillaceae* erfolgte mittels des deMan-Rogosa-Sharpe-Agar (MERCK, 1.10660.0500), der einen pH von 5,0 aufwies und im weiteren als MRS-Agar bezeichnet wird. Die Herstellung wurde wie in Methode L 06.00-31 beschrieben durchgeführt.

Für die Überprüfung der Proben auf die An- oder Abwesenheit von *L. monocytogenes*, an Hand der Methode L 00.00-32, wurde als Anreicherungsmedium eine Fraser-Bouillon (MERCK, 1.10398.0500) eingesetzt. Die eingesetzten Nährmedien umfassten zum Einen den Oxford-Agar (MERCK, 1.07004.0500), zum Anderen den PALCAM-Agar (MERCK, 1.11755.0500). Zur Bestätigung verdächtiger Kolonien wurde der Trypton-Soja-Hefe-Extrakt-Agar (OXOID, LP0021), im weiteren als TSYEA-Agar bezeichnet, eingesetzt.

Die verwendeten Anreicherungsmedien für den Nachweis von *Campylobacter* spp. entsprechen den Angaben in der ISO 10272 und beinhalten eine modifizierte PRESTON-Bouillon (OXOID, LP0021). Außerdem sind bluthaltige Nährmedienplatten wie Karmali-Agar (OXOID, SR0205E) und blutfreie wie Charcoal Cefoperazone Desoxycholate Agar, im Weiteren als CCD-Agar (OXOID, SR0155E) bezeichnet, verwendet worden.

3.3.6. Abklatschplatten und Tupfer zur Beprobung der Geräte

Die sterilen Abklatschplatten (OXOID, 985490) mit einer Fläche von 20 cm² waren je nach zu untersuchender Keimgruppe mit Plate Count-Agar, VRBG-Medium bzw. MRS-Agar befüllt und trugen auf der Rückseite ein Raster mit einer Flächenunterteilung in cm² zum leichteren Auszählen bei großen Keimgehalten.

Die sterilen Tupfer (COPAN, H096N) entsprachen den Vorgaben der DIN 10113-1 wobei die Probennahme wie unter Punkt 3.2.3. beschrieben ohne Schablone erfolgte.

3.4. Methoden

Alle in dieser Studie aufgeführten Methoden entsprechen den Vorgaben der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB.

3.4.1. Probenvorbereitung zur Untersuchung auf die verschiedenen Keimgruppen in den Brühwürstchen

Die Probenvorbereitung wurde entsprechend der Methode L 06.00–16 der amtlichen Sammlung durchgeführt. 10 g des Probenmaterials wurden in einen sterilen Kunststoffbeutel gegeben, mit der neunfachen Menge Verdünnungslösung, die aus Pepton, Natriumchlorid und Agar technical bestand, versetzt und in einem Beutel-Walkmischgerät, im Weiteren als Stomacher (SEWARD, 400 Circulator) bezeichnet, homogenisiert und gut durchmischt.

3.4.2. Methode zum Nachweis der Gesamtkeimzahl aus Brühwürstchen

Der Nachweis erfolgte nach der Methode L 06.00-18 (Spatelverfahren) sowie mittels des Spiral-Platers. Beim Spatelverfahren wurde aus der Erstverdünnung ein Milliliter in eine Petrischale gegeben, luftgetrocknet und anschließend inkubiert. Die auf die Petrischalen mittels Plater aufgebrachte Menge betrug 50 µl. Nach der Trocknung wurden die Platten für 48 Stunden bei + 30 °C inkubiert. Die Auswertung der Platten die mittels Spiral-Plater beimpft wurden, sind wie unter Punkt 3.3.2. beschrieben ausgezählt worden. Nach dem Auszählen der Kolonien wurde auf die Einheit KbE/g umgerechnet (s. Abb. 3.7.).

3.4.3. Methode zum Nachweis der *Enterobacteriaceae* aus Brühwürstchen

Die Bestimmung des Keimgehaltes von *Enterobacteriaceae* erfolgte an Hand der Methode L 06.00-24 (Spatelverfahren) und mittels des Spiral-Platers. Das vorbereitete Probenmaterial wurde wie unter 3.4.2. für die Gesamtkeimzahl beschrieben auf einen VRBG-Agar aufgetragen und 24 Stunden bei + 30 °C bebrütet. Durch die Fermentation von Laktose zu Milchsäure kommt es zu einem pH-Wert Abfall und durch den zugesetzten Indikator zu einer Verfärbung des Nährbodens. Für die Auswertung wurden nur diejenigen Kolonien ausgezählt, die rot oder rosa waren und über einen Präzipitalhof verfügten. Die Auszählung erfolgte wie unter 3.4.2. beschrieben (s. Abb. 3.7.).

3.4.4. Methode zum Nachweis der *Lactobacillaceae* aus Brühwürstchen

Die Bestimmung des *Lactobacillaceae*-Gehaltes erfolgte nach der Methode L 06.00-31 (Spatelverfahren) und mittels des Spiral-Platers. Die Beimpfung mit dem Probenmaterial erfolgt auf MRS-Agar mit einem pH von 5,0. Wesentlicher Bestandteil des Nährbodens ist Glucose, die zusammen mit dem niedrigen pH-Wert das Wachstum von *Lactobacillaceae* stimuliert. Nach einer Bebrütung von 72 Stunden bei + 30 °C unter anaeroben Bedingungen mittels Anaerofen (OXOID, AN0025A) wurden die kleinen, weißen Kolonien wie unter 3.4.2. beschrieben ausgezählt und die Bestätigungsreaktion durchgeführt. (s. Abb. 3.5.).

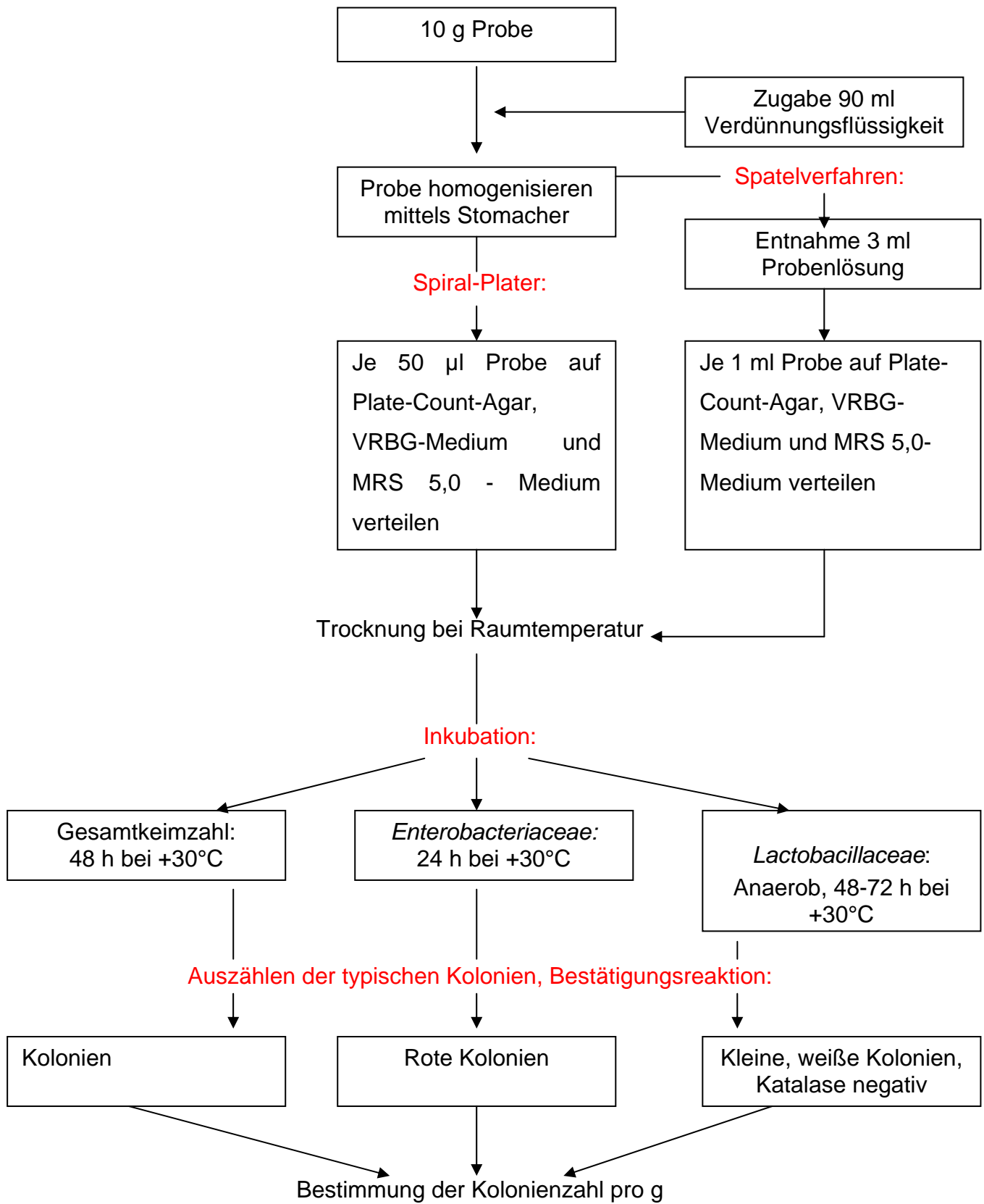


Abbildung 3.5: Untersuchungsverfahren zum Nachweis der Gesamtkeimzahl, *Enterobacteriaceae*- und *Lactobacillaceae*-Zahl aus Brühwürstchen

3.4.5. Methode zum Nachweis der Gesamtkeimzahl

***Enterobacteriaceae*- und *Lactobacillaceae*-Zahl mittels Abklatschplatten und Tupfern**

Die Bestimmung des Keimgehaltes an Hand der Abklatschplatten wurde nach DIN-NORM 10113-3, Teil 3: SEMIQUANTITATIVES VERFAHREN MIT NÄHRBODENBESCHICHTETEN ENTNAHMEVORRICHTUNGEN (ABKLATSCHPLATTEN) (1997) durchgeführt. Hierfür drückt man die Platten mit den entsprechenden Nährböden für 5 Sekunden auf die zu beprobende Fläche, inkubiert sie wie unter 3.4.2. – 3.4.4. beschrieben und bezieht die Koloniezahl auf einen oder 20 cm².

Die Probennahme und weitere Verarbeitung für die Untersuchung mittels Tupfer erfolgte entsprechend dem Prinzip des EINFACHEN TUPFERVERFAHRENS laut DIN 10 113-2 (1997) sowie entsprechend den Vorgaben der ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG der Kommission vom 8. Juni 2001 über VORSCHRIFTEN ZUR REGELMÄSSIGEN ÜBERWACHUNG DER ALLGEMEINEN HYGIENE BEDINGUNGEN DURCH BETRIEBSEIGENE KONTROLLEN. Hierbei wurde der Tupfer in eine sterile Natriumchlorid-Pepton-Lösung eingetaucht die 30 g/l Tween 80 und 3 g/l Lecithin enthielt und mäanderförmig über eine ca. 20 cm² große Fläche geführt. Anschließend wurde der Tupfer in einen Messzylinder mit Verdünnungsflüssigkeit verbracht und mittels eines Reagenzglas-Schüttelgerätes ausgeschüttelt. Im Weiteren wurden mit Hilfe des Spiral-Platers Agarplatten, die die entsprechenden Nährmedien enthielten beimpft, und wie unter 3.4.2 – 3.4.4. beschrieben inkubiert und ausgezählt.

3.4.6. Qualitativer Nachweis von *Listeria monocytogenes*

Bei diesem Nachweis wurde auf die An- oder Abwesenheit von *L. monocytogenes* gemäß der Methode L 00.00-32 untersucht. Zunächst wurde das Probenmaterial, sterile Gazetupfer, mit einem selektiven, flüssigen Anreicherungsmedium mit geringerer Konzentration (1/2 Fraser-Bouillon) im Verhältnis 1:10 vermischt und 24 Stunden bei + 30 °C bebrütet. Darauf erfolgte eine weitere Anreicherung mit der vollständigen Konzentration der Fraser-Bouillon für 48 Stunden bei + 37 °C. Aus jeder Anreicherung wurde im Anschluss daran je eine Petrischale mit Oxford- und PALCAM-Agar beimpft und 48 Stunden bei + 37 °C inkubiert. Tritt auf einem Oxford-Agar Wachstum kleiner, grauer Kolonien, auf einem PALCAM-Agar grau-grüne bis olivfarbene Kolonien mit schwarzem Hof auf, werden diese verdächtigen Kolonien nochmals auf TSYEA-Agar für 24 Stunden bei + 37 °C kultiviert und gegebenenfalls mittels Bestätigungsreaktionen aufdifferenziert (s. Abb. 3.6.).

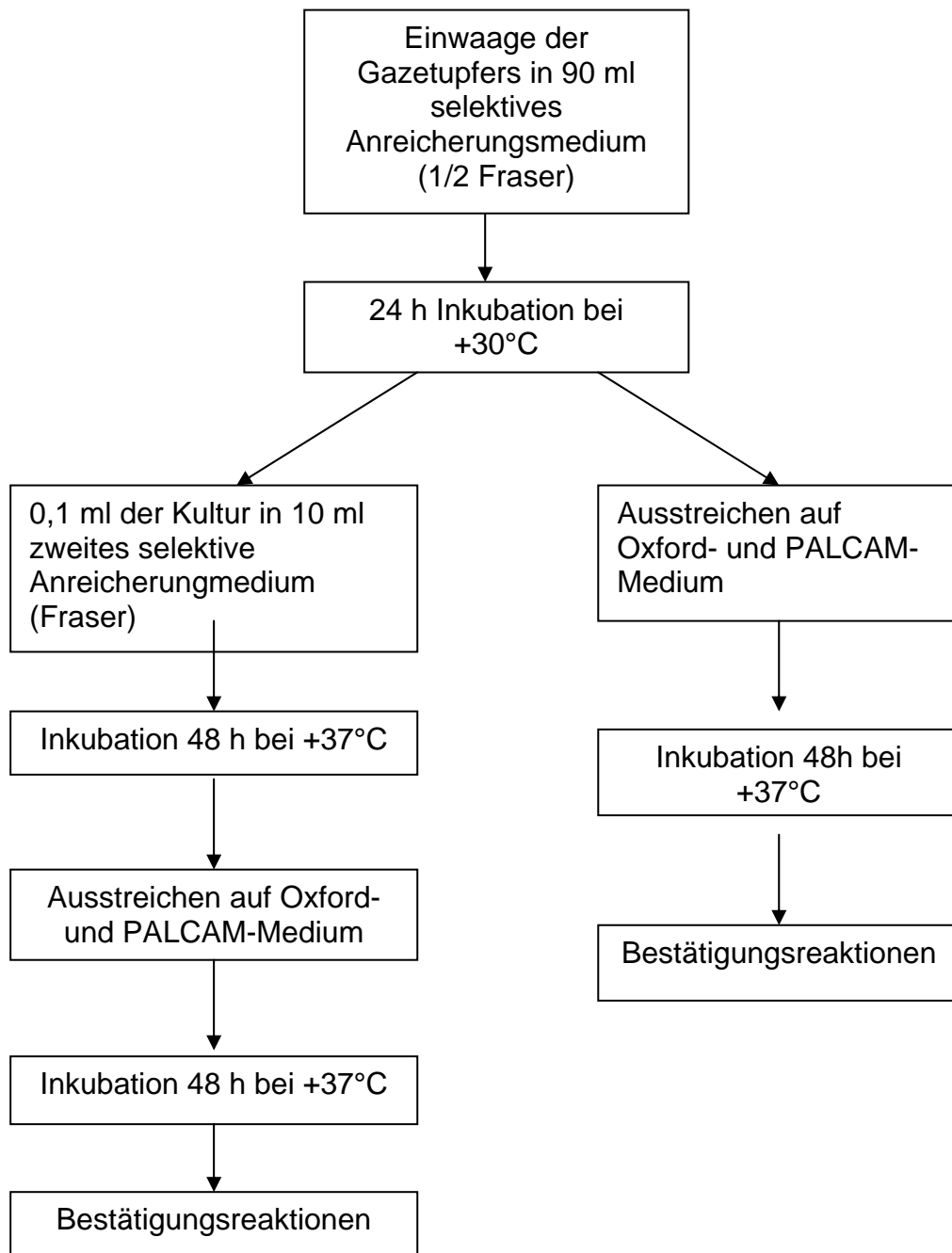


Abbildung 3.6: Vorgehensweise für den qualitativen Nachweis von *Listeria monocytogenes*

3.4.7. Nachweis von *Campylobacter* spp. nach ISO 10272

Zunächst werden die Proben im Verhältnis 1:10 in PRESTON-Bouillon überführt und anschließend 48 Stunden bei 42 °C unter mikroaerophilen Bedingungen inkubiert. Im Anschluss daran erfolgte ein Screening im VIDAS-Gerät wie unter Punkt 3.3.3. beschrieben. Bei den VIDAS-positiven Proben erfolgte anschließend eine Beimpfung auf CCD- und Karmali-Agar. Diese wurden 48 Stunden bei +42 °C inkubiert. Gleichzeitig wurde ein Nativpräparat unter dem Phasenkontrastmikroskop beurteilt. Konnte auf Grund der Untersuchung des Nativpräparates und der Beurteilung der gewachsenen Kolonien auf den Agarplatten das Vorhandensein von *Campylobacter* spp. bestätigt werden, wurde mittels eines Api-Campy eine Spezies-Diagnose gestellt (s. Abb. 3.7.).

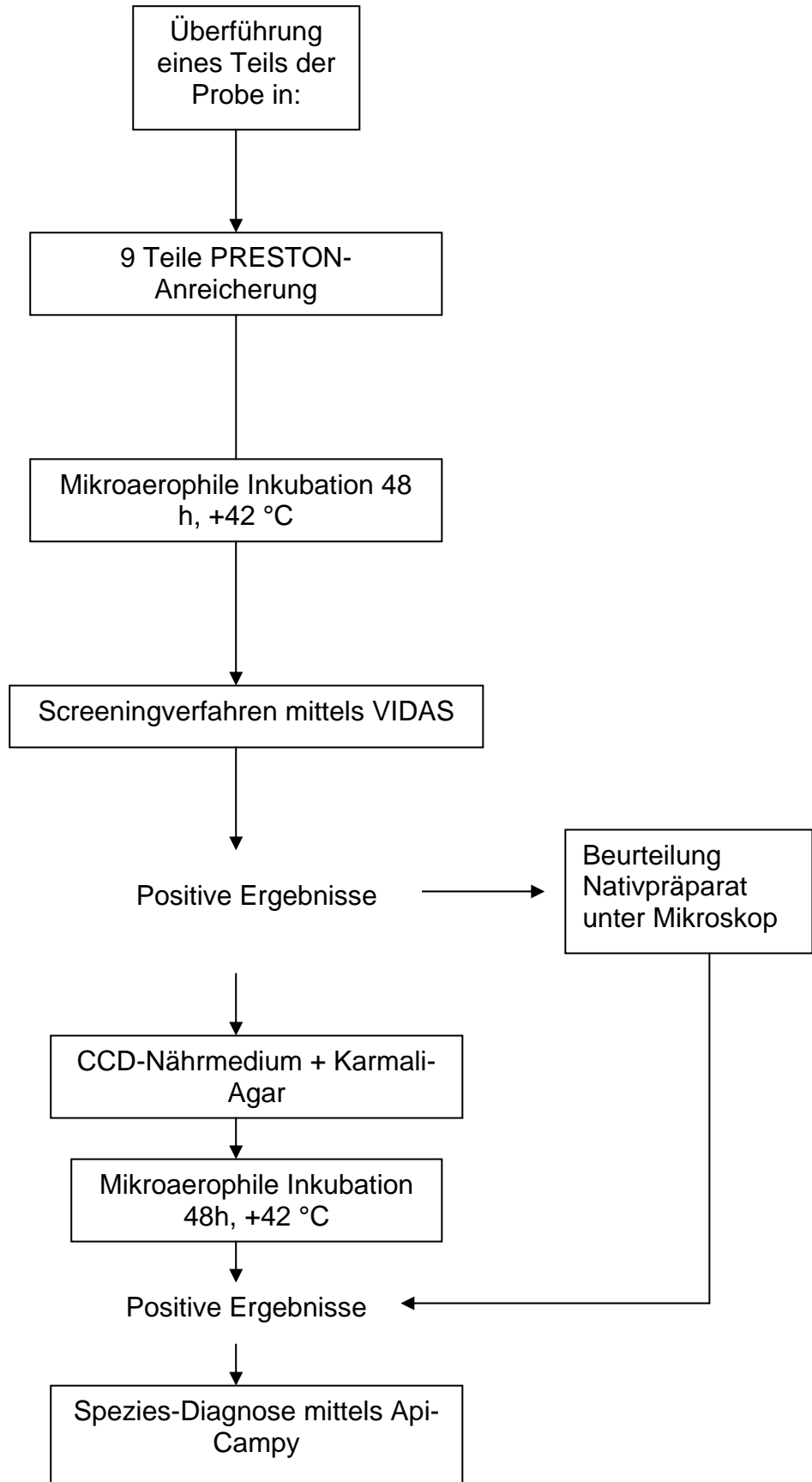


Abbildung 3.7: Anleitung zum Nachweis von *Campylobacter* spp. nach ISO 10272

Nährboden	Hersteller / Artikelnummer	Verwendung zum Nachweis von:
Plate-Count-Agar	Merck, 1.05463.0500	aerobe Keimzahl
VRBG-Agar	Merck, 1.01406.0500	<i>Enterobacteriaceae</i>
DeMan-Rogosa-Sharpe-Agar	Merck, 1.10660.0500	<i>Lactobacillaceae</i>
Fraser-Bouillon	Merck, 1.10398.0500	<i>Listeria monocytogenes</i>
Oxford-Agar	Merck, 1.07004.0500	<i>Listeria monocytogenes</i>
PALCAM-Agar	Merck, 1.11755.0500	<i>Listeria monocytogenes</i>
Trypton-Soja-Hefe-Extrakt-Agar	Oxoid, LP0021	<i>Listeria monocytogenes</i> , (Bestätigungsreaktion)
PRESTON-Bouillon	Oxoid, LP0021	<i>Campylobacter spp.</i>
Karmali-Agar	Oxoid, SR0205E	<i>Campylobacter spp.</i>
Charcoal Cefoperazone Desoxycholate Agar	Oxoid, SR0155E	<i>Campylobacter spp.</i>
Sonstige Materialien	Hersteller / Artikelnummer	Verwendung
Api-Campy	Biomerieux, REF20800	<i>Campylobacter spp.</i> (Speziesbestimmung)
Anaerofen	Oxoid, AN0025A	<i>Lactobacillaceae</i> (Anaerobier-System)
Wasserstoffperoxydlösung 3%ig		<i>Lactobacillaceae</i>
Pepton-Kochsalz-Lösung		Verdünnungsflüssigkeit

Tabelle 3.3: Nährböden und ihre Verwendung für die kulturelle Keimzahlbestimmung

Gerät	Hersteller / Artikelnummer	Verwendung
Sterile Abklatschplatten	Oxoid, 985490	Umgebungsproben
Sterile Tupfer	Copan, H096N	Umgebungsproben
Stomacher	Seward, 400 Circulator	Lebensmittelproben (Probenvorbereitung)
Spiral-Plater	DWScientific, WB 04 KH	Lebensmittelproben
VIDAS	Biomerieux Industry	<i>Campylobacter</i> spp.

Tabelle 3.4: Verwendete Geräte zur Untersuchung der Lebensmittel- und Umgebungsproben sowie der Überprüfung auf *Campylobacter* spp.

3.5. Methode zur Beurteilung der Ergebnisse

3.5.1. Beurteilung der Untersuchungsergebnisse der Brühwürste

Die Interpretation der Ergebnisse der Gesamtkeimzahl und der *Enterobacteriaceae* erfolgte bei den Produktproben an Hand der Richtwerte des Arbeitskreises Lebensmittelhygienischer Tierärztlicher Sachverständiger. Diese sind in Tabelle 3.5. aufgelistet.

Für die Beurteilung der *Lactobacillaceae*-Ergebnisse wurde, da keine gesetzlich vorgeschriebenen Gehalte für *Lactobacillaceae* in Brühwürstchen vorliegen, folgende Einteilung verwendet. Gruppe 1 umfasste Keimzahlen $< 10^1$ Kolonie bildenden Einheiten pro Gramm Brühwurst (KbE/g), Gruppe 2 Gehalte an *Lactobacillaceae* zwischen 10^1 und 10^5 KbE/g und Gruppe 3 Gehalte $> 10^6$ KbE/g .

Mikrobiologische ALTS-Richtwerte [KbE/g]		
Produkt	Gesamtkeimzahl	<i>Enterobacteriaceae</i>
Würstchen		
Stückware	10^5	$< 10^2$

Tabelle 3.5: Mikrobiologische Richtwerte (Arbeitskreis Lebensmittelhygienischer Tierärztlicher Sachverständiger, 1993)

3.5.2. Beurteilung der Ergebnisse der Untersuchung der Geräte

Die Beurteilung der Geräte fand in Anlehnung an die ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG der Kommission vom 8. Juni 2001 über VORSCHRIFTEN ZUR REGELMÄSSIGEN ÜBERWACHUNG DER ALLGEMEINEN HYGIENEBEDINGUNGEN DURCH BETRIEBSEIGENE KONTROLLEN statt.

Wie unter Punkt 3.2.3. angegeben, wurde für die Probennahme mittels Tupfer keine Schablone verwendet, daher wurden die Ergebnisse in Keimzahl pro Gerät angegeben.

Die Ergebnisse der Abklatschplattenuntersuchungen in Bezug auf die Gesamtkeimzahl und die *Enterobacteriaceae*zahl wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Es wurde ein annehmbarer Bereich, er lag bei der Gesamtkeimzahl bei 0-10 KbE/cm², bei den *Enterobacteriaceae*, bei 0-1 KbE/cm² und ein nicht annehmbarer Bereich, oberhalb der genannten Grenzwerte, unterschieden (s. Tab. 3.6.).

Untersuchte Keime	Beurteilung	
	annehmbar	nicht annehmbar
Gesamtkeimzahl	0-10 / cm ²	> 10 / cm ²
<i>Enterobacteriaceae</i>	0-1 / cm ²	> 1 / cm ²

Tabelle 3.6: Werte zur Beurteilung der Effektivität der Desinfektion in Lebensmittelbetrieben; Angaben in Kolonie bildenden Einheiten pro cm² (ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG)

Da für die Beurteilung der *Lactobacillaceae*-Zahl von Abklatschplatten keine rechtlichen Vorgaben existieren wurde der annehmbare Bereich mit 0-5 KbE/cm² und der nicht annehmbare Bereich mit > 5 KbE/cm² festgelegt.

4. Ergebnisse

Ziel der vorliegenden Arbeit war es die Prozess-, Personal- und Produktionshygiene entsprechend dem vorgegebenen Eigenkontrollsystem in einem süddeutschen Fleischwarenherstellungsbetrieb zu überprüfen. Dies umfasst die Untersuchung von Lebensmittel- und Umgebungsproben auf die klassischen Keime, Gesamtkeimzahl und *Enterobacteriaceae* sowie die Überprüfung des Hygieneverhaltens der Mitarbeiter. Auf Grund von zurückliegenden Untersuchungsergebnissen des Unternehmens wurde eine erhöhte Belastung von Wienerwürsten mit *Lactobacillaceae* festgestellt, so dass auch diese Keimgruppe in die Untersuchung mit einbezogen wurde.

4.1. Grundriss und Beurteilung der baulichen Gegebenheiten im Produktionsbetrieb

Da ein Teil dieser Studie die Beurteilung der Hygiene im gesamten Betrieb umfasste, sind in Abbildung 4.1. der Grundriss des Produktionsbereiches einschließlich der Hygieneschleuse, die verschiedenen Arbeitsbereiche, das Lager sowie die Bewegungen der Mitarbeiter dargestellt.

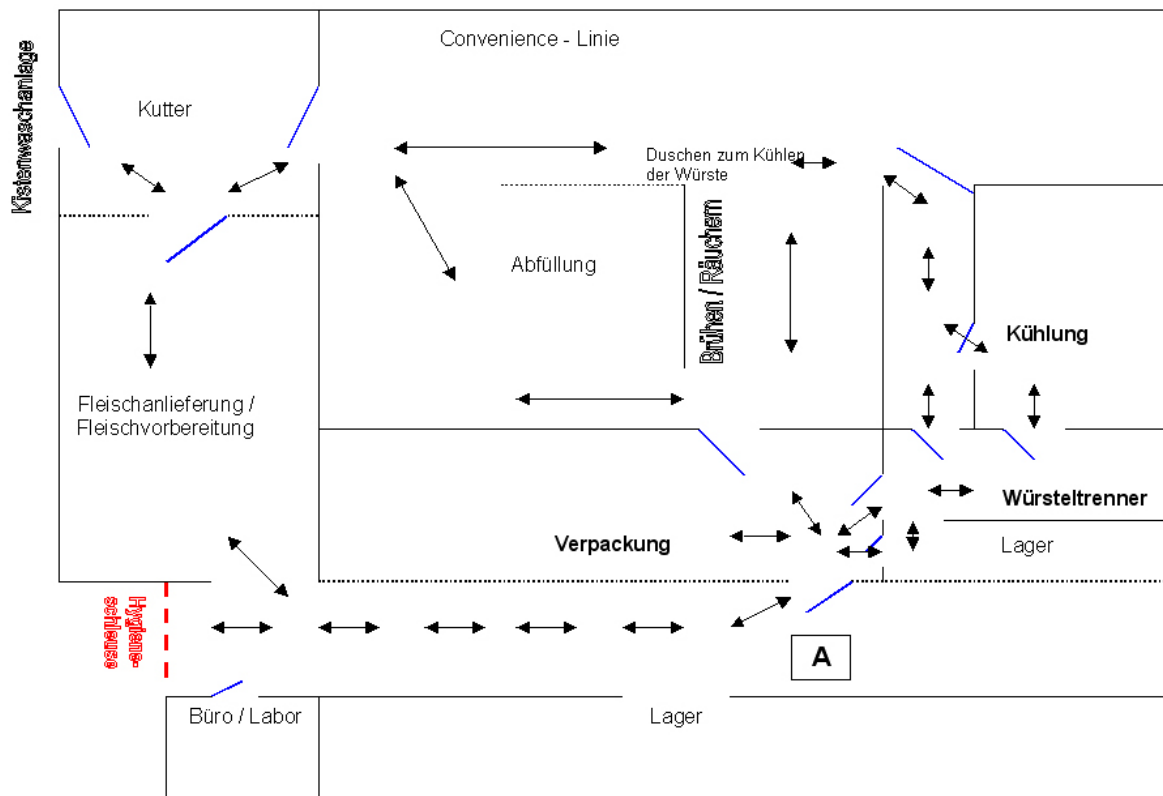


Abbildung 4.1: Schematische Darstellung der Betriebsräume im Produktionsbereich. Die Pfeile stellen die Laufrichtung der Mitarbeiter dar. Die blauen Linien sind Kunststoffschwingtüren, wobei die Tür zwischen Verpackung und Brühbereich eine Stahltür war. Die gepunkteten Linien sind Trennwände die zur Hälfte gemauert und im Anschluss mit Glas als Raumteiler dienen. Auf der Convenience-Linie werden Fertiggereichte produziert. Punkt **A** beschreibt den Bereich in dem das Tragen eines Mundschutzes nicht vorgeschrieben war.

Direkt nach dem Garderobenbereich, durch einen Gang von der Hygieneschleuse getrennt, befanden sich Behälter zur Entnahme von Mundschutz und Haube die jeder Mitarbeiter in der Produktion tragen musste. Hiervon ausgenommen ist der Bereich des Lagers und des davor liegenden Ganges (s. Abb. 4.1., A).

Die Einmalhandschuhe wurden direkt am Arbeitsplatz bevorratet. Es war den Mitarbeitern freigestellt auch festere, gelbe Handschuhe für den mehrmaligen Gebrauch zu verwenden. Deshalb sind im Verpackungsraum nochmals Desinfektionsmittelspender angebracht.

Die Hygieneschleuse umfasste neben drei Automatikwaschbecken mit Seifen- und Papierhandtuchspendern auch zwei Stiefelwaschanlagen, eine Schürzenreinigungsanlage und zwei Desinfektionsmittelspender am Durchgang in die Produktionsräume. Vor Betreten der selbigen wurde ein Desinfektionsbad für die Schuhe durchlaufen.

Die Laufwege der Mitarbeiter waren bei Pausenbeginn meist unterschiedlich. Personen die in der Abfüllung tätig waren gingen sowohl über die Fleischanlieferung als auch über den Verpackungsbereich zur Hygieneschleuse. Ebenso uneinheitlich gestaltete sich das Aufsuchen des Arbeitsplatzes nach der Pause.

4.2. Ergebnisse der Betriebsbegehungen

Die Kontrolle der Hygieneschleuse erbrachte neben technischen Mängeln wie leere Seifenspender, Handtuch- und Desinfektionsmittelspender, vor allem Mängel im Hygieneverhalten durch die Mitarbeiter. Besonders auffällig war hier das Verhalten des Wartungspersonals das den Produktionsbetrieb meist ohne Händereinigung und Aufbringen von Desinfektionsmittel betrat. Aber auch die Personen die in der Produktion direkt mit den Lebensmitteln in Kontakt kamen, verwendeten oftmals kein Desinfektionsmittel.

Im Kontrollbereich der Brühkammern und der Duschen zum Abkühlen der Brühwürstchen fiel besonders die Nichteinhaltung vorgegebener Zeiten, wie sie im Qualitätsmanagementhandbuch der Firma gefordert werden auf. So müssen die Würste nach Beendigung des Abkühlens unter der Dusche umgehend in den Kühlraum verbracht werden. Dies erfolgte im vorliegenden Fall teilweise erst nach 20 Minuten.

In den Kühlräumen waren die Lüftungsanlagen stark verschmutzt und abgenutzt (s. Abb. 4.2.).

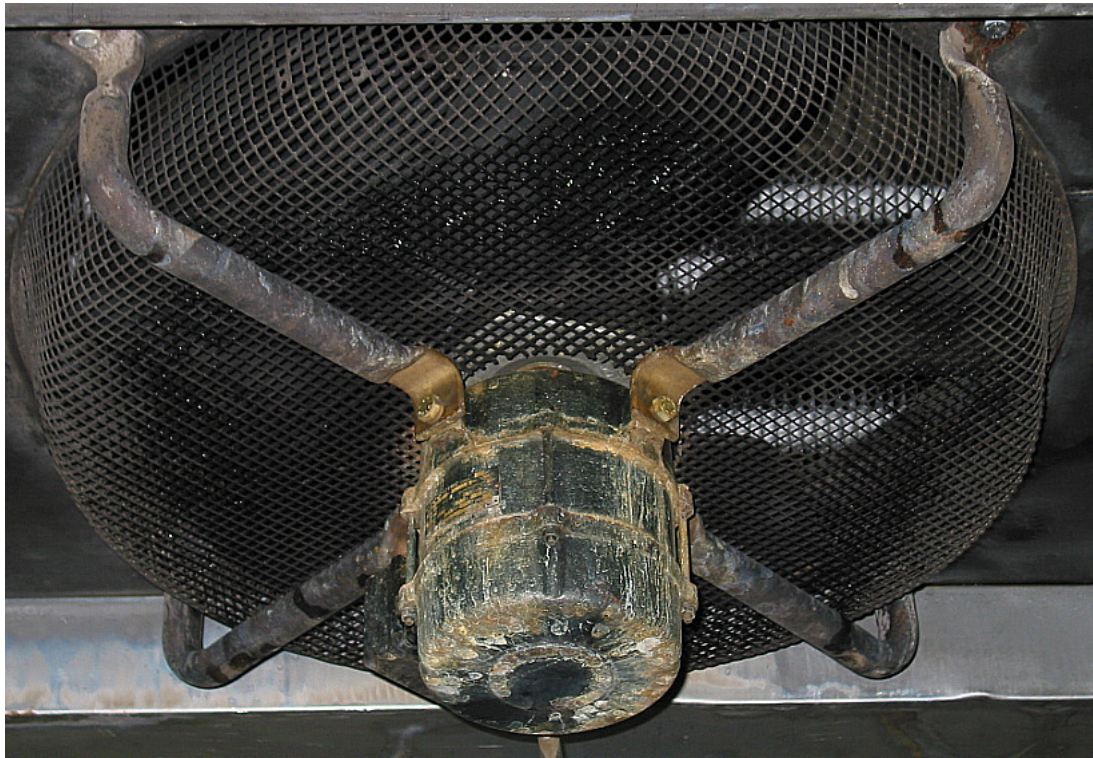


Abbildung 4.2: Darstellung des Zustandes der Lüftung im Kühlraum

Probleme im Bereich des Würsteltrenners betrafen in erster Linie die Art und Weise der Reinigung. Der Bereich um den Würsteltrenner wurde während der Produktion mit einem Hochdruckreiniger behandelt. Das führte dazu, dass Schmutz vom Boden aufgewirbelt wurde.

Bei Betriebsbegehungen vor Produktionsbeginn hafteten noch Wurstreste in der Trommel und es wurden verschmutzte Gestellteile über Nacht im Würsteltrenner-Raum abgestellt (s. Abb. 4.3.).

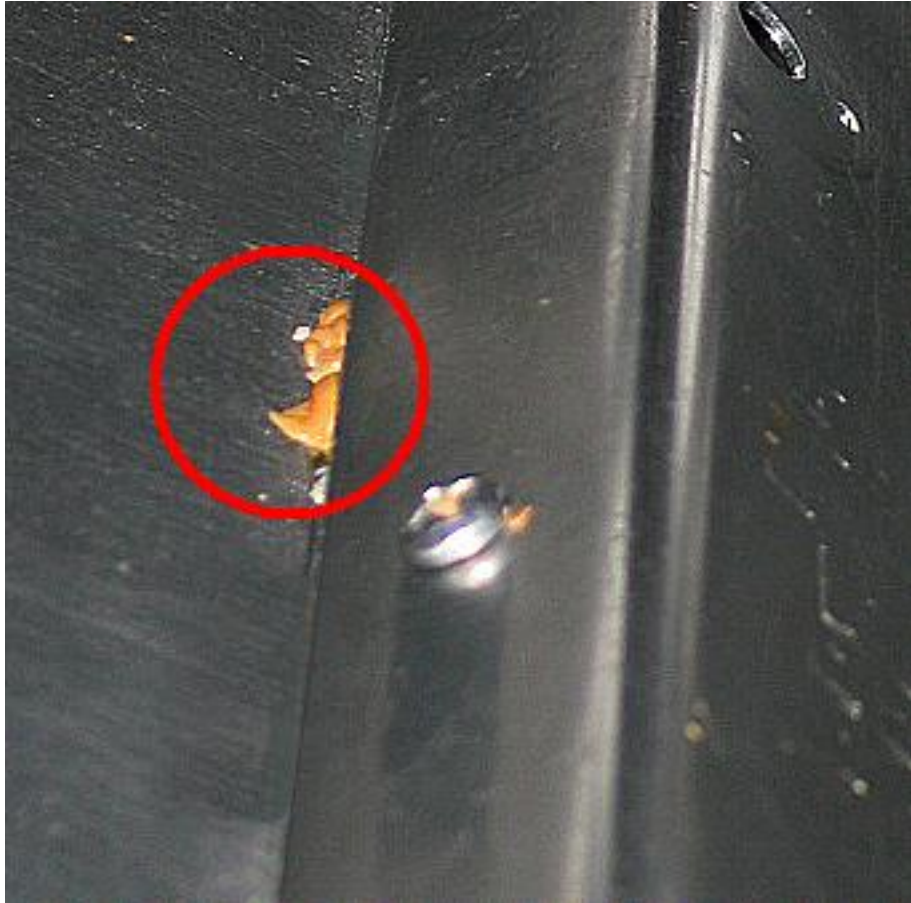


Abbildung 4.3: Zustand des Würsteltrenners vor Produktionsbeginn, also nach erfolgter Reinigung. Innerhalb des roten Kreises sind Produktreste dargestellt.

Auch der Boden im Verpackungsraum wies vor Arbeitsbeginn, also nach erfolgter Reinigung, noch Verschmutzungen in Form von Wurstresten auf. Ebenso wurde das Einpacken von auf den Boden gefallener Ware beobachtet.

Auch die Kistenwaschanlage befand sich in einem schlechten Reinigungszustand. Allgemein konnte in allen Bereichen das Entfernen des Mundschutzes während Gesprächen beobachtet werden (s. Tab. 4.1.).

Kontrollbereich	Häufig beobachtete Mängel
Hygieneschleuse	Seifenspender, Handtuch- und Desinfektionsmittelspender fast leer Keine Händereinigung und meist kein Aufbringen von Desinfektionsmittel durch das Wartungspersonal Oftmals kein Aufbringen von Desinfektionsmittel durch die Mitarbeiter
Brühen/Abkühlen	Kein sofortiger Transport der Ware nach der kühlenden Dusche in den Kühlraum
Kühlung	Lüftungen zeigten starke Abnutzung bzw. Verschmutzung (Abb. 3.1.)
Würsteltrenner	Abspritzen von Würsteltrenner und Wänden der Umgebung während der Produktion mit Hochdruckreiniger Hochgradige Verschmutzung einer Messerhalterung am Würsteltrenner Würsteltrenner vor Produktionsbeginn mit Wurstresten behaftet (Abb. 3.2.) Abstellen benutzter Gestellteile über Nacht im Bereich des Würsteltrenners
Verpackung	Einpacken von auf den Boden gefallener Ware Keine vollständige Reinigung des Bodens im Verpackungsbereich
Kistenwaschanlage	Schlechter Reinigungszustand der Anlage
Allgemeines	Entfernen des Mundschutzes während Gesprächen

Tabelle 4.1: Häufige Beobachtungen während der Betriebsbegehungen in den Kontrollbereichen „Hygieneschleuse“, „Brühen/Abkühlen“, „Kühlung“, „Würsteltrenner“, „Verpackung“ und „Kistenwaschanlage“

4.3. Kontamination der Wienerwürste

4.3.1. Verteilung der entnommenen Produktproben auf die verschiedenen Wochentage und Arbeitsschritte

Insgesamt wurden 190 Produktproben in Form von Brühwürstchen untersucht. Wie aus Abbildung 4.4. ersichtlich wurden die meisten Proben, je 55, am Dienstag und Mittwoch gezogen. Die relativ geringe Zahl von 17 Proben am Freitag ergab sich aus der Produktionsdauer dieses Tages, da bereits Mittags die Herstellung der Fleischerzeugnisse eingestellt wurde und die Produktion der Wienerwürstchen je nach Nachfrage variierte. Am Wochenende wurde im Betrieb nicht produziert.

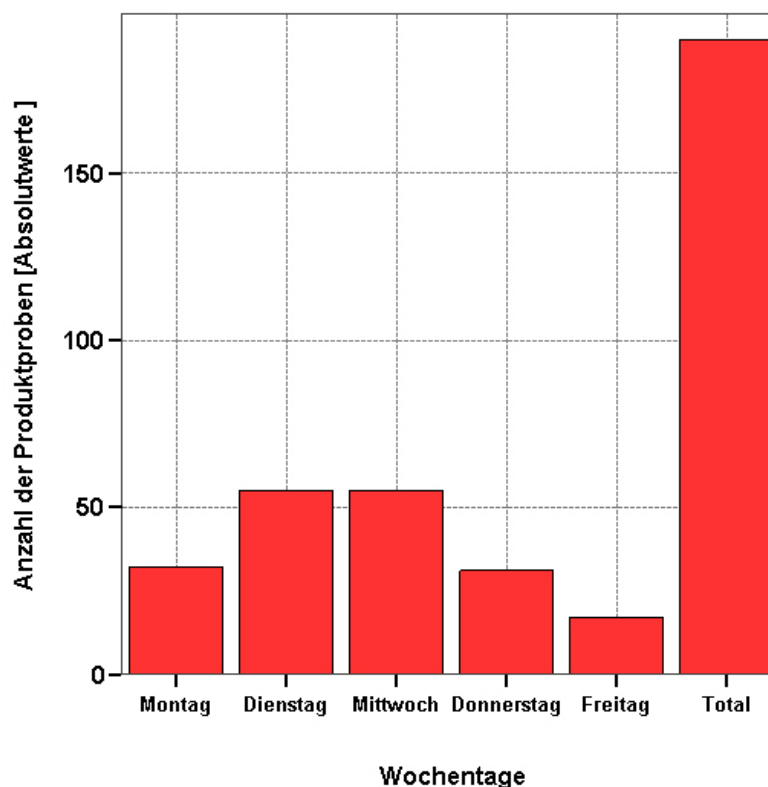


Abbildung 4.4: Verteilung der gesamten Brühwürstchenproben während des Untersuchungszeitraumes auf die Wochentage

In Bezug auf die Arbeitsschritte wurden je 46 Proben nach dem „Brühen“ und „Abkühlen“, 45 Würstchen aus dem „Würsteltrenner“ und 53 original verpackte Produkte entnommen.

4.3.2. Kontamination der Produktproben mit *Enterobacteriaceae*

Von den 190 entnommenen Wienerwürstchen, die auf die Kontamination mit *Enterobacteriaceae* untersucht wurden, ergaben 90,5 % Keimgehalte von unter 10^1 KbE/g. Bei 9,5 % der untersuchten Produkte wurde ein Gehalt von über 10^1 KbE/g ermittelt. Vier Produktproben, die in Form von Fertigpackungen vorlagen, hatten einen Gehalt an *Enterobacteriaceae* von über 10^2 KbE/g.

Dies entspricht einer Überschreitung der ALTS-Richtwerte (s. Kap. 3, Nr. 3.5.1.), die einen Gehalt von unter 10^2 KbE/g bei Erreichen des Mindesthaltbarkeitsdatums fordern.

4.3.3. Gesamtkeimzahlgehalte der Produktproben

Die Gesamtkeimzahl wurde im folgenden in Bezug zu den Wochentagen und den Arbeitsschritten gesetzt um einen Bezug zur Effektivität der Reinigung herzustellen, da die Hauptreinigung immer am Freitag Nachmittag bzw. am Wochenende erfolgte.

4.3.3.1. Keimgehalte bezogen auf die Wochentage

Hier konnte am Freitag bei 41,2 % der Proben eine Erhöhung der Werte auf über 10^5 KbE/g festgestellt werden. Dies ist laut den ALTS-Richtwerten als grenzwertig in Bezug auf die Verkehrsfähigkeit zu beurteilen. Bei Würstchen ist ein maximaler Wert von 10^5 KbE/g erlaubt. Von Montag bis Donnerstag vielen die Untersuchungsergebnisse relativ konstant aus. So waren im Mittel 20 % der Proben mit Keimgehalten bis 10^5 KbE/g und ebenso viele mit über 10^5 KbE/g belastet (s. Abb. 4.5.).

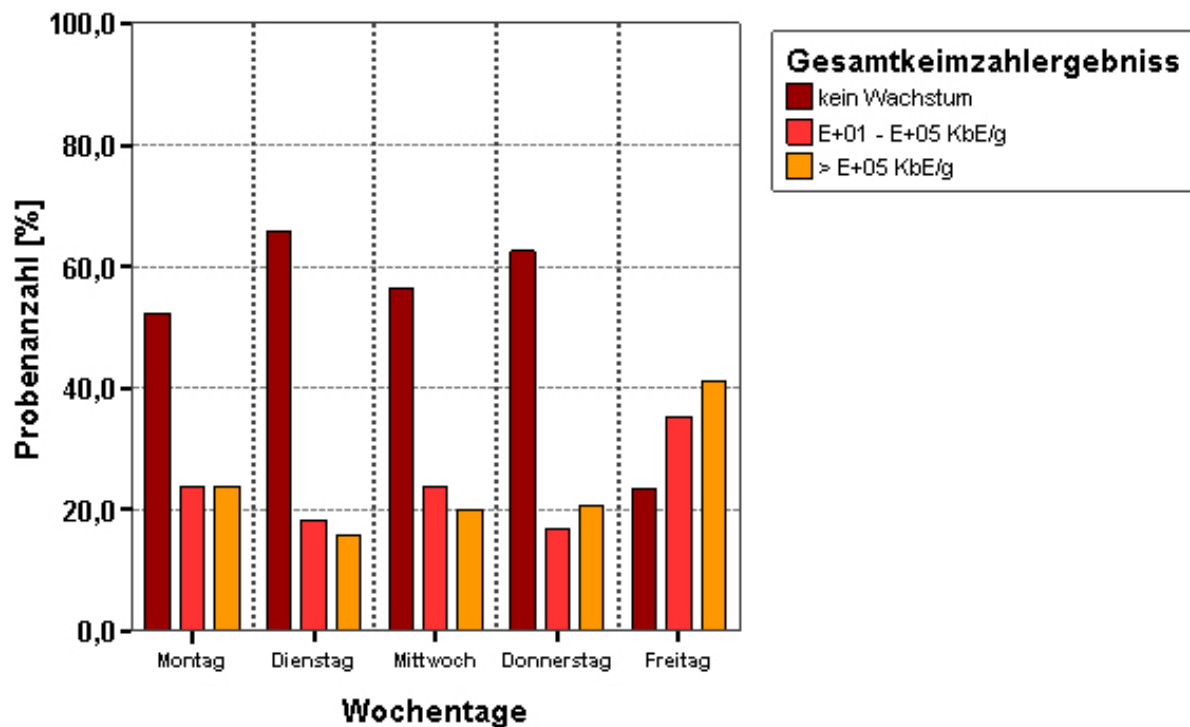


Abbildung 4.5: Kontaminationsrate mit Gesamtkeimzahl von 161 untersuchten Produktproben in Bezug zu den Wochentagen. Die Balken spiegeln die Anzahl der Proben in Prozent je Keimgehalte wider.

Auf Grund der erhöhten Keimgehalte der Freitagsproben wurden, um eine genauere Vorstellung darüber zu bekommen, in welchem Produktionsprozess die Kontamination auftritt, die Werte der Freitagsproben im Hinblick auf die einzelnen Produktionsschritte genauer analysiert. Dabei ergab die Untersuchung der Fertigpackungen bei 41,3 % der Proben einen Keimgehalt von über 10^5 KbE/g. Unabhängig davon lieferten je 11,8 % der Proben die vom Würsteltrenner und nach dem Abkühlen entnommen und sofort im Labor untersucht wurden, Gehalte zwischen 10^1 und 10^5 KbE/g (s. Tab. 4.2.).

	Kein Wachstum	< E + 05	> E + 05
Brühen	11,8%	5,9%	
Abkühlen	5,9%	11,8%	
Würsteltrenner	5,9%	11,8%	
Fertigpackung		5,9%	41,3%

Tabelle 4.2: Verteilung der Gesamtkeimzahl der Freitagproben auf die Arbeitsschritte, (n = 17)

4.3.3.2. Kontaminationsrate der Produktproben mit Gesamtkeimzahl verteilt auf die Arbeitsschritte

Bezüglich der Verteilung auf die Arbeitsschritte wiesen 69 % der Fertigpackungen Keimgehalte über den geforderten ALTS-Richtwerten auf. Weder Proben nach den einzelnen Arbeitsschritten „Brühen“ und „Abkühlen“ noch nach dem „Würsteltrenner“ zeigten solche Belastungen. Im Keimbereich von 10^1 bis 10^5 KbE/g konnte eine Zunahme von 7,9 % beim „Brühen“, über 21,1% nach dem „Abkühlen“ auf 37,8 % beim „Würsteltrenner“ beobachtet werden (s. Abb. 4.6.).

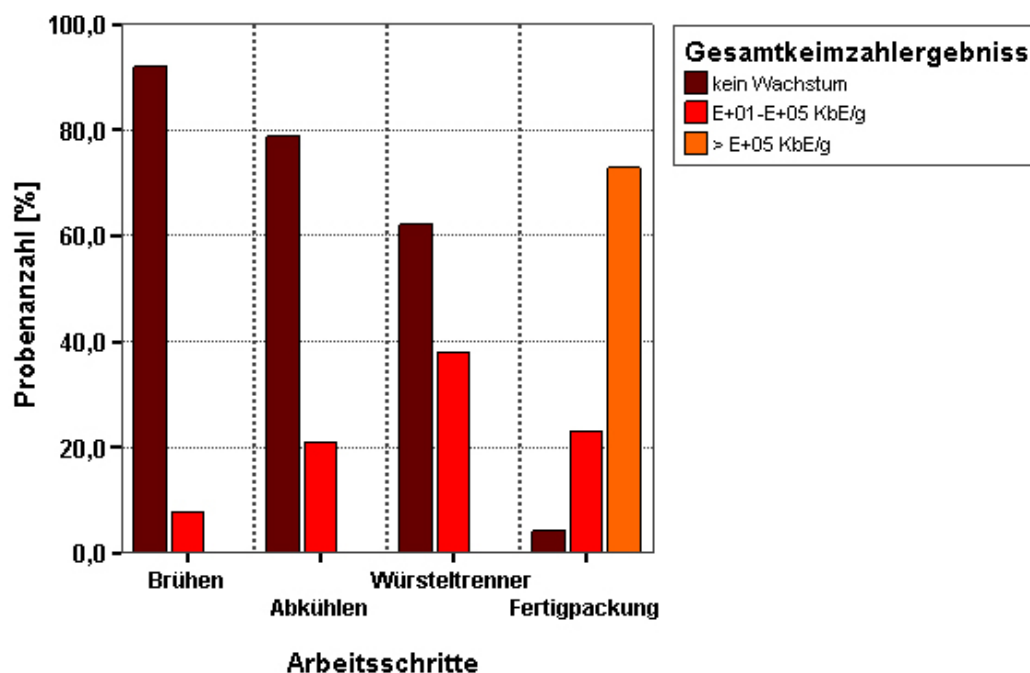


Abbildung 4.6: Kontamination von 161 Brühwürstchen mit Gesamtkeimzahl in Bezug zu den Arbeitsschritten. Die Balken stellen die Anzahl der Proben in Prozent dar.

4.3.4. Untersuchung der Produktproben auf *Lactobacillaceae*

In Ergänzung zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl und im Besonderen da diese Keimgruppe ein bekanntes Problem im Betrieb darstellte, wurden die entnommenen Brühwürstchen auf das Auftreten von *Lactobacillaceae* untersucht.

4.3.4.1. Keimgehalte an *Lactobacillaceae* bezogen auf die Wochentage

Wie bereits in 4.3.3.1. bei der Untersuchung auf die Gesamtkeimzahl festgestellt wurde, traten im Vergleich zu den anderen Tagen am Freitag mit 29,4 % die meisten Proben im Bereich von über 10^5 KbE/g auf. Sie sind daher als grenzwertig in Bezug zur Verzehrbarkeit zu bewerten. Während von Montag bis Donnerstag durchschnittlich 20 % der Proben mit Keimgehalten über 10^5 KbE/g kontaminiert waren, waren es im Bereich von $10^1 - 10^5$ KbE/g im Mittel 10 % (s. Abb. 4.7.).

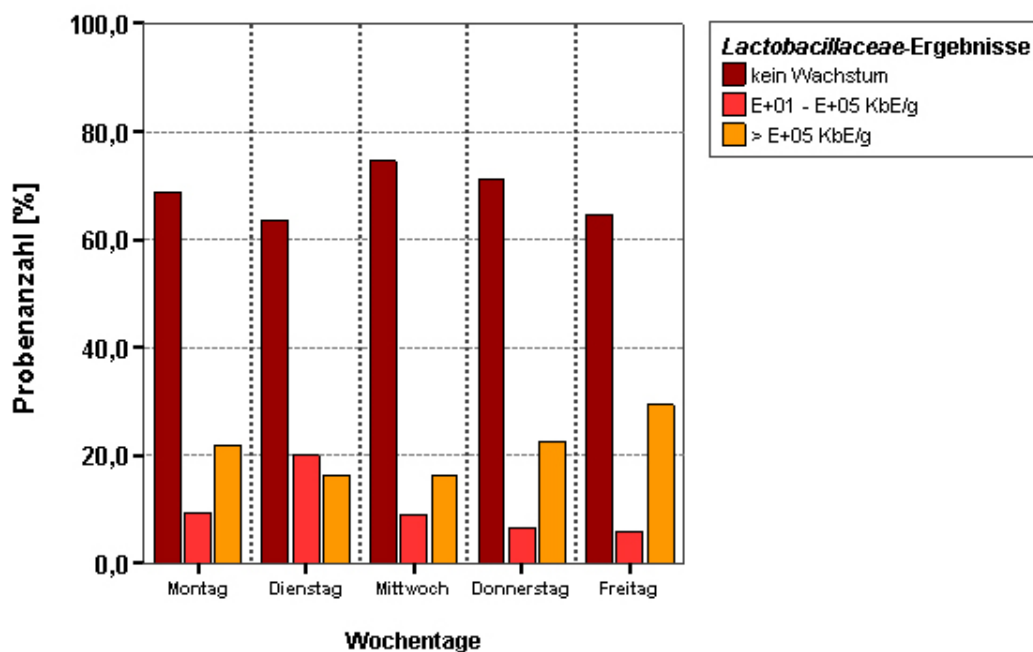


Abbildung 4.7: Verteilung der Kontamination der Brühwürstchen mit *Lactobacillaceae* bezogen auf die Wochentage. Die Balken stellen die Probenanzahlen in Prozent dar. (n = 190)

Entsprechend Punkt 4.3.3.1. wurden die Ergebnisse der Freitagssproben nach den Arbeitsschritten aufgeschlüsselt. Hierbei zeigte sich, dass 29,4 % der Fertigpackungen Gehalte über 10^5 KbE/g enthielten. 5,9 % wiesen Keimgehalte zwischen 10^1 und 10^5 KbE/g auf. Die Proben die nach dem „Brühen“, „Abkühlen“ und „Würsteltrenner“ entnommen wurden waren keimfrei (s. Tab. 4.3.).

	Kein Wachstum	< 10^5 KbE/g	> 10^5 KbE/g
Brühen	17,6%		
Abkühlen	17,6%		
Würsteltrenner	17,6%		
Fertigpackung	11,8%	5,9%	29,4%

Tabelle 4.3: Verteilung der Gesamtkeimzahl der Freitagssproben auf die Arbeitsschritte, (n = 17)

4.3.4.2. Kontamination der Proben mit *Lactobacillaceae* bezogen auf die Arbeitsschritte

Die Brühwurstproben die direkt nach dem Brühen gezogen wurden, waren weitgehend frei von *Lactobacillaceae*. Dies ist konform mit Ergebnissen aus der Literatur, da beim Brühvorgang die Keime abtötet werden. Dem gegenüber wiesen die Proben die nach dem Abkühlen entnommen wurden in 6,5 % der Fälle einen Keimgehalt zwischen 10^1 und 10^5 KbE/g auf. Die höchste Anzahl an positiven Proben in diesem Keimgehaltsbereich stammte mit 28,9 % von den Brühwürstchen aus dem Würsteltrenner. Zum Mindesthaltbarkeitsdatum wiesen 69,8 % der Fertigpackungen Keimgehalte über 10^5 KbE/g auf. In Bezug auf die Arbeitsschritte zeigten sie ähnliche Ergebnisse wie bei der Untersuchung auf Gesamtkeimzahl (s. Punkt 4.3.3.2.). Das wurde auch in zahlreichen anderen Studien beobachtet. (s. Abb. 4.8.)

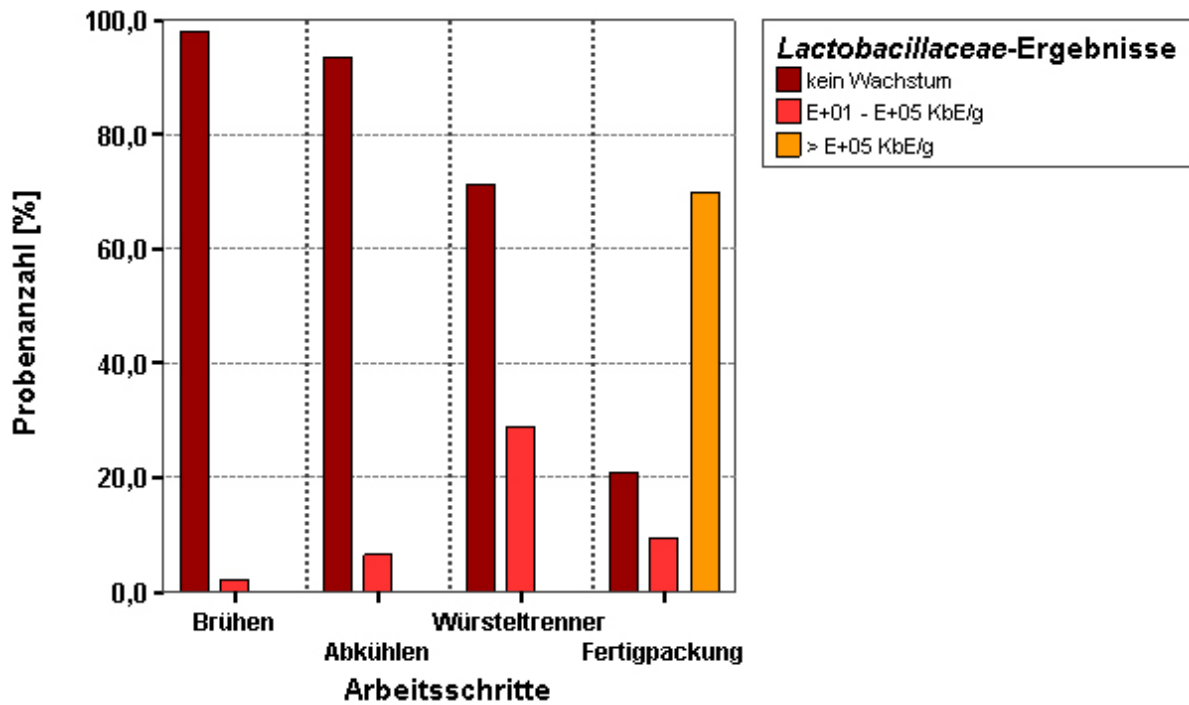


Abbildung 4.8: Kontamination der Brühwürstchen mit *Lactobacillaceae* bezogen auf die Arbeitsschritte (n = 190)

4.3.4.3. Untersuchung auf *Lactobacillaceae* im Tagesprofil

Bei der Untersuchung des Tagesprofils traten am Nachmittag sowohl im Bereich von $10^1 - 10^5$ als auch im Bereich von über 10^5 KbE/g geringgradig mehr positive Proben auf als am Vormittag. So waren im erst genannten Bereich Vormittags 9,6 % und Nachmittags 13,3 % der Proben positiv, während bei den Keimgehalten von über 10^5 KbE/g am Vormittag 11,0 % und am Nachmittag 12,0 % der Proben kontaminiert waren (s. Abb. 4.9.).

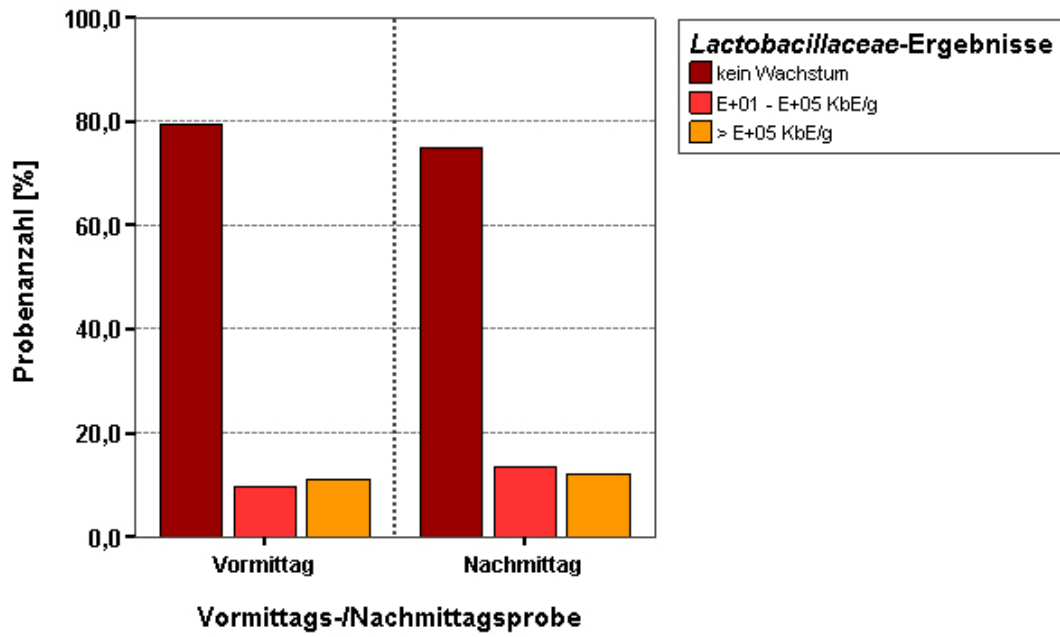


Abbildung 4.9: Kontamination der Brühwürstchen mit *Lactobacillaceae* bezogen auf das Tagesprofil (Vormittag / Nachmittag), (n = 190)

4.4. Kontamination der Abklatschplatten und Tupfer der Geräte

4.4.1. Ergebnisse der Untersuchung der Abklatschplatten auf Gesamtkeimzahl in Bezug zur Probenstelle

Insgesamt wurden zur Überprüfung der Kisten, des Würsteltrenner und der Verpackungsmaschinen 48 Abklatschplatten zum Nachweis der Gesamtkeimzahl verwendet.

Davon wiesen 93,3 % der Abklatschplatten die vom Würsteltrenner genommen wurden Bakterienwachstum auf. 20 % sogar ein Rasenwachstum und 6,7 % der Abklatschplatten blieben frei von Kontamination. Damit lieferte der Würsteltrenner im Vergleich zu den anderen beprobten Bereichen mit Abstand die größte Probenzahl mit Rasenwachstum bzw. mit Gehalten über den in der ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG erlaubten Werten.

Im Verpackungsbereich waren in etwa gleich viele Proben wie beim Würsteltrenner kontaminiert, nämlich 94,1 %. Keine der Platten zeigte jedoch Rasenwachstum. Im Gegensatz zum Würsteltrenner waren nur 23,5 % der Proben mit Keimzahlen über 10^5 KbE/g belastet.

Die Beprobung der Kisten lieferte mit 12,5 % die höchste Rate kontaminationsfreier Abklatschplatten. 87,6 % zeigten Bakterienwachstum, 6,3 % davon Rasenwachstum und 12,5 % lieferten Keimwachstum im Bereich von über 10^5 KbE/g (s. Abb. 4.10.).

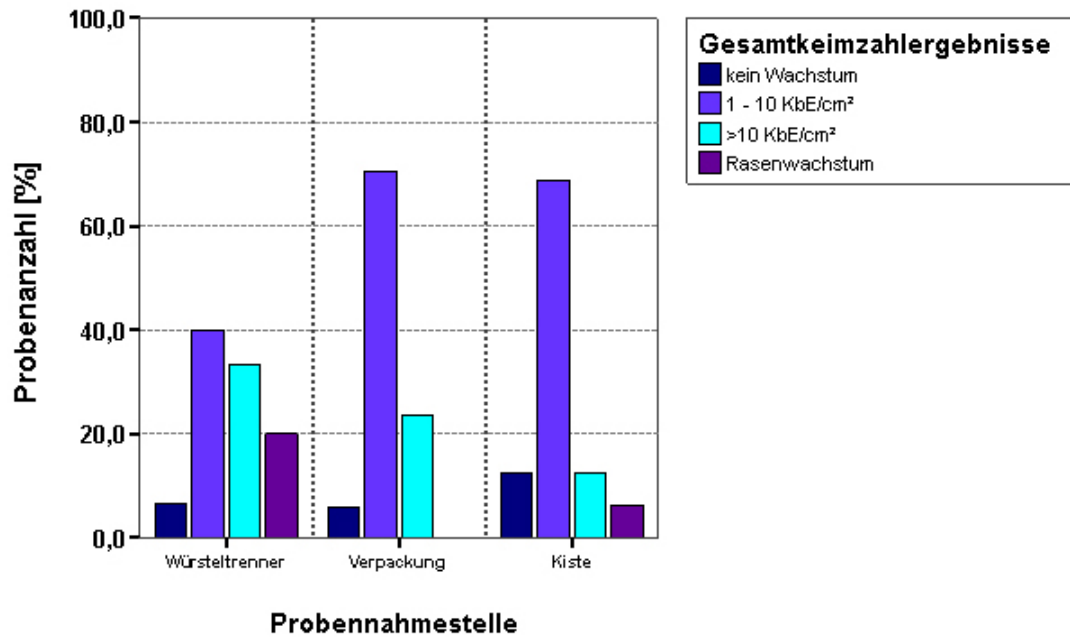


Abbildung 4.10: Darstellung der Gesamtkeimzahlergebnisse die mittels Abklatschplatten gewonnen wurden entsprechend der Verteilung auf die einzelnen Probenstellen „Würsteltrenner“, „Verpackung“ und „Kiste“. Die Balken stellen die Anzahl der Proben in Prozent entsprechend der Kategorie der Keimgehalte dar. (n = 48)

4.4.2. Kontamination der Geräte an Gesamtkeimzahl bezogen auf den Probenzeitpunkt

Es fand eine Unterscheidung der Proben dahingehend statt, ob sie vor dem Produktionsbeginn, also an frisch gereinigten Geräten (n = 13) oder während des laufenden Betriebes, von benutzten Geräten (n = 35) entnommen wurden. Dies diente in erster Linie zur Überprüfung der Effektivität der Reinigung. Die Proben frisch gereinigter Geräte wiesen kaum Unterschiede zu den benutzten Geräten auf. So zeigten 61,5 % (n = 8) der Proben Gehalte von 0 – 10 KbE/cm², bei den benutzten Geräten waren es 60,0 % (n = 21). Im Bereich von > 10 KbE/cm² sind die benutzten Geräte mit 22,9 % (n = 8) sogar knapp unter dem Ergebnis der an frisch gereinigten Geräten entnommenen Abklatschplatten. Rasenwachstum zeigten 8,6 % (n = 3) der benutzten Geräte und 7,7 % (n = 1) der unbenutzten Maschinen. Somit lagen 31,5 % der während des Betriebsablaufes entnommenen Proben und 30,8 % der nach der Reinigung beprobten Platten über den in der ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG geforderten Werten (s. Abb. 4.11.).

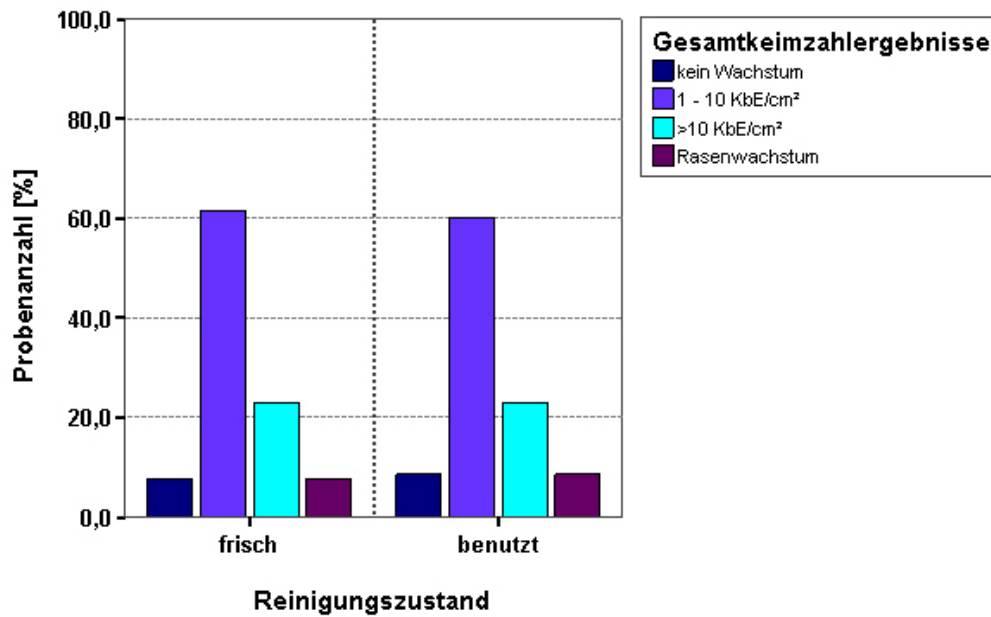


Abbildung 4.11: Darstellung der Ergebnisse der Überprüfung des Reinigungszustandes vor Benutzung des Gerätes („frisch“, n = 13) sowie während des Betriebes („benutzt“, n = 35). Die Säulen stellen die Anzahl der Proben in Prozent dar.

Um die Hauptkontaminationsquelle der Geräte ausfindig zu machen, sind in der Tabelle 4.4. die Ergebnisse der Beprobung der Geräte vor Produktionsbeginn auf die einzelnen Probenentnahmestellen aufgelistet. Dabei fällt auf, dass 30,8 % der Proben die nach der Reinigung und vor der Inbetriebnahme der Geräte entnommen wurden, oberhalb des durch die ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG festgelegten Bereiches lagen. Von der Verpackung stammten 23,1 % und vom Würsteltrenner 7,7 %.

	Kein Wachstum	0-10 KbE/cm ²	> 10 KbE/cm ²	Rasenwachstum
Würsteltrenner		23,1%		7,7%
Verpackung		15,4%	23,1%	
Kiste	7,7%	23,1%		

Tabelle 4.4: Verteilung der Abklatschproben die von frischen Geräten genommen wurden auf die Probennahmestellen (n = 13)

4.4.3. Verteilung der Belastung der Abklatschplatten mit *Enterobacteriaceae* entsprechend der Probenstelle

Auf *Enterobacteriaceae* positiv getestet waren bei dieser Untersuchung sowohl der Würsteltrenner als auch die Kisten. Die Proben die von den Verpackungsmaschinen entnommen wurden waren keimfrei. Beim Würsteltrenner waren 50 % der Proben, bei den Kisten 23,1 % positiv. Dabei lagen alle Ergebnisse, wie in der ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG festgelegt, im annehmbaren Bereich (s. Abb. 4.12.).

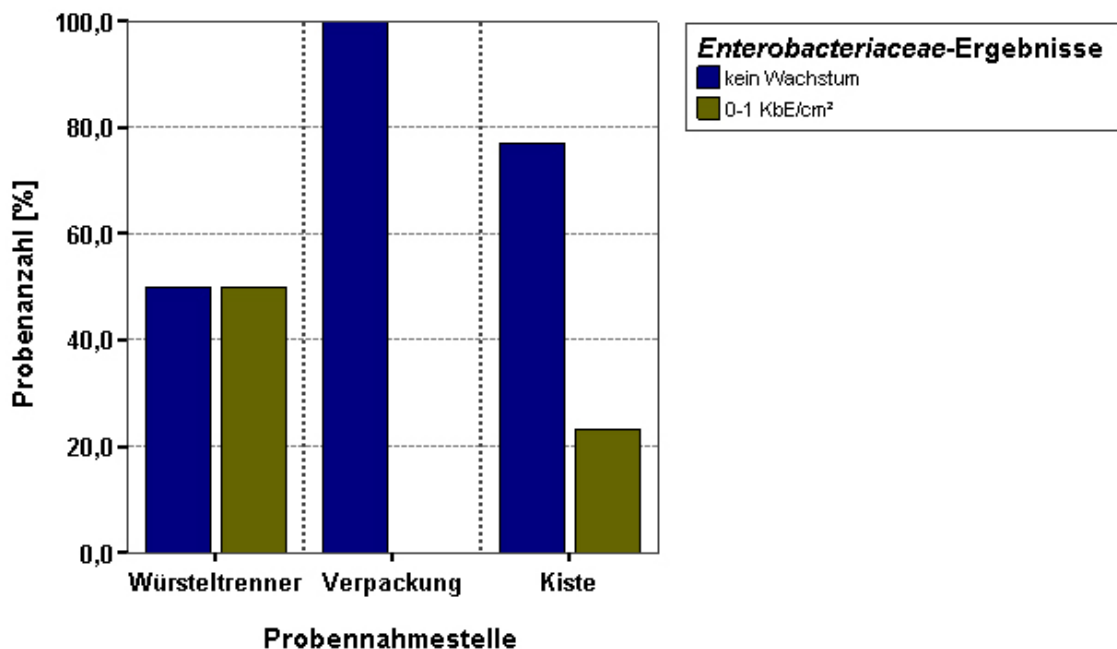


Abbildung 4.12: Verteilung der Untersuchungsergebnisse mittels Abklatschplatten entsprechend der Probennahmestelle. Dargestellt wurden die Keimgehalte an *Enterobacteriaceae* verteilt auf die Bereiche „Würsteltrenner“, „Verpackung“ und „Kiste“. Die Balken stellen die Probenanzahl in Prozent dar. (n = 38)

4.4.4. Kontamination der Abklatschplatten mit *Lactobacillaceae* entnommen vom „Würsteltrenner“, der „Verpackung“ und den „Kisten“

Über 5 KbE/cm² und damit über dem festgelegten oberen Grenzwert der ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG lagen 11,1 % der Proben die vom Würsteltrenner stammten. Weitere 55,6 % lieferten Ergebnisse im Bereich von 1-5 KbE/cm². Somit zeigten 66,7 % der Abklatschplatten des Würsteltrenners Keimwachstum. Knapp unter diesem Ergebnis lagen die Proben aus den Kisten. Hier zeigten immerhin 60 % Keimbelastungen zwischen 1-5 KbE/cm². Die geringste Anzahl positiver Proben lieferte die Verpackung. Hier waren nur 30 % kontaminiert (s. Abb. 4.13.).

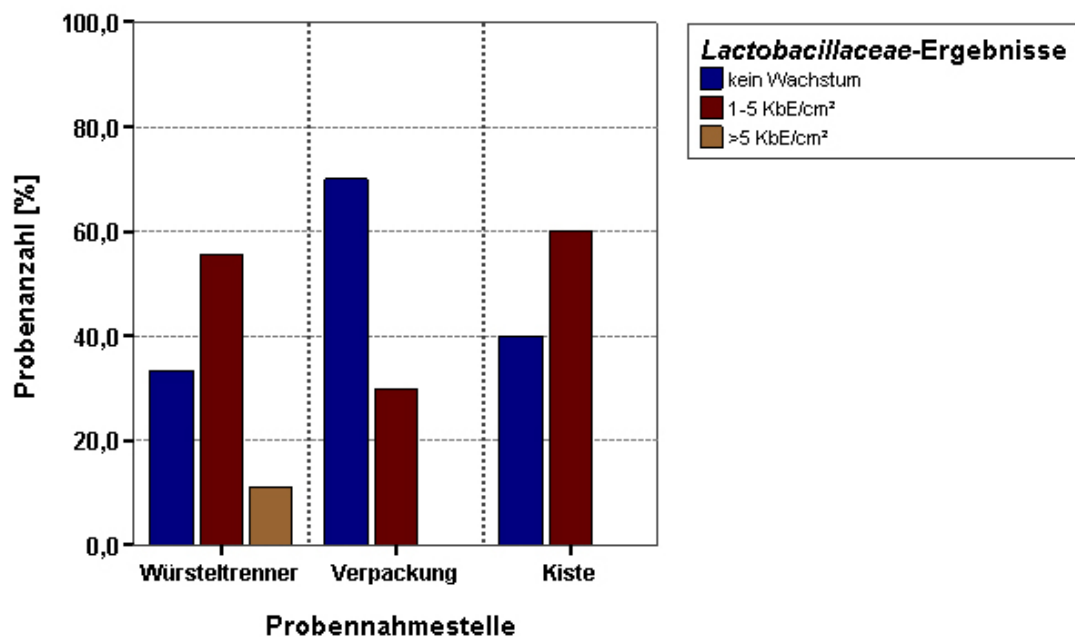


Abbildung 4.13: Darstellung der Kontamination der Abklatschplatten vom „Würsteltrenner“, der „Verpackung“ und den „Kisten“ mit *Lactobacillaceae*. Die Balken zeigen die Probenanzahl in Prozent. (n = 30)

4.4.5. Keimbelastung der Messer des Würsteltrenners mit der Gesamtkeimzahl

Am Montag waren die Tupferproben zu 100 % keimfrei. Höchste gemessene Werte lieferte der Dienstag mit 910 KbE/Messer und der Mittwoch mit 560 KbE/Messer. In Bezug zum Reinigungszustand der Geräte und Kisten, wurde deutlich, dass die höchsten Keimbelastungen an den frisch gereinigten Geräten auftraten (s. Abb. 4.14 und Abb. 4.15.). Bei den benutzten Geräten wurde ein Ausreißer mit 200 KbE/Messer festgestellt. Der Median lag bei den frisch gereinigten Geräten bei 286 KbE/Messer.

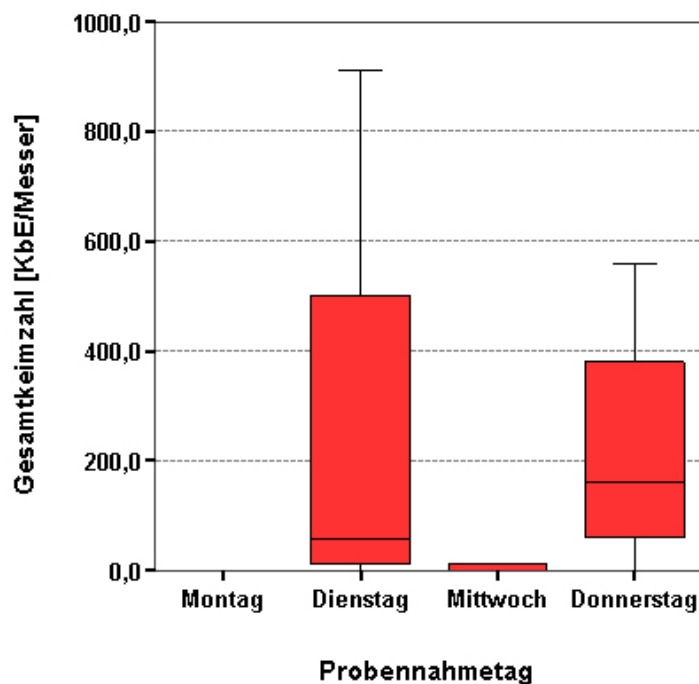


Abbildung 4.14: Darstellung der Ergebnisse der Messeruntersuchung auf die Gesamtkeimzahl. Die am Montag entnommenen Proben waren alle keimfrei. Freitags wurden keine Proben genommen. Minimum: 0; Maximum: 960 KbE/Messer (Dienstag), 560 KbE/Messer (Donnerstag), 12 KbE/Messer (Mittwoch); (n = 16)

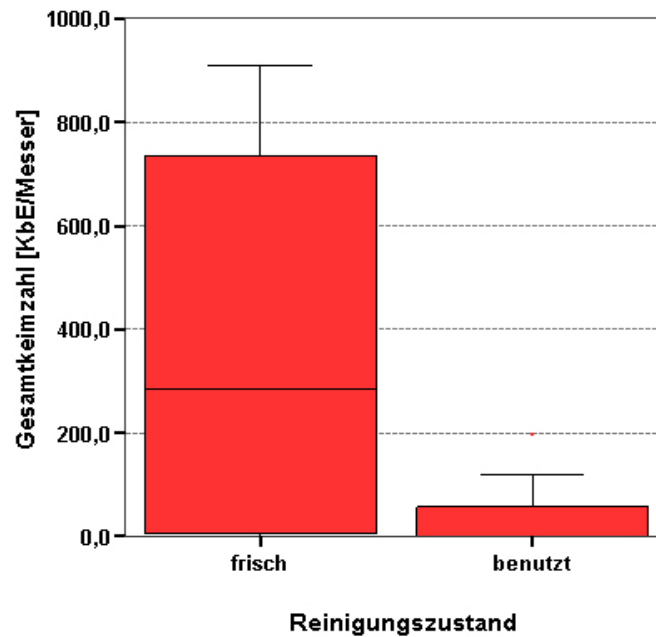


Abbildung 4.15: Verteilung der Ergebnisse entsprechend dem Reinigungszustand der Geräte. Der Maximalwert der bei den frischen Geräten erzielt wurde betrug 960 KbE/Messer, bei den benutzten Geräten 120 KbE/Messer. Außerdem trat bei den benutzten Geräten ein Ausreißer (•) mit 200 KbE/Messer auf; der Median der frisch gereinigten Geräte betrug 286 KbE/Messer; (n = 16)

4.4.6. Kontamination der Messer des Würsteltrenners mit *Enterobacteriaceae*

Von den insgesamt 16 Proben die auf *Enterobacteriaceae* untersucht wurden, waren zwei Proben positiv. Diese wurden beide Dienstags entnommen. Die Untersuchungen der Wochentage Montag, Mittwoch und Donnerstag ergaben negative Ergebnisse. Eine Dienstagsprobe wies 80 KbE/Messer auf und wurde aus dem benutzten Würsteltrenner entnommen. Die andere mit einem Ergebnis von 50 KbE/Messer stammte von der frisch gereinigten Maschine.

4.4.7. Nachweisrate an *Lactobacillaceae* von den Messern bezogen auf den Wochentag und den Reinigungszustand des Gerätes

Wie bereits bei der Untersuchung auf Gesamtkeimzahl waren auch bei den *Lactobacillaceae* die Proben des Montags keimfrei. Die höchsten Werte mit 900 KbE/Messer und 500 KbE/Messer wurden vom gereinigten Gerät, Dienstags bzw. Donnerstags entnommen (s. Abb. 4.16. und Abb. 4.17.). Der durchschnittliche Wert der benutzten Geräte betrug 20 KbE/Messer. Außerdem trat bei diesen ein Ausreißer mit 150 KbE/Messer auf. Der Median der Ergebnisse der frisch gereinigten Geräte lag bei 255 KbE/Messer.

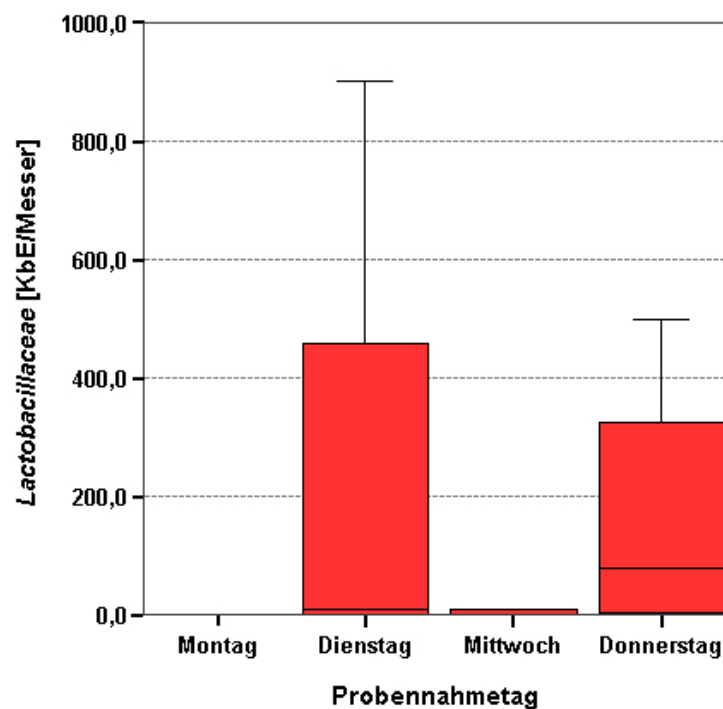


Abbildung 4.16: Verteilung der Untersuchungsergebnisse auf *Lactobacillaceae* entsprechend den Probennahmetagen. Die am Montag entnommenen Proben waren alle keimfrei. Freitags wurden keine Proben genommen. Minimum: 0; Maximum: 900 KbE/Messer (Dienstag), 500 KbE/Messer (Donnerstag), 10 KbE/Messer (Mittwoch); (n =16)

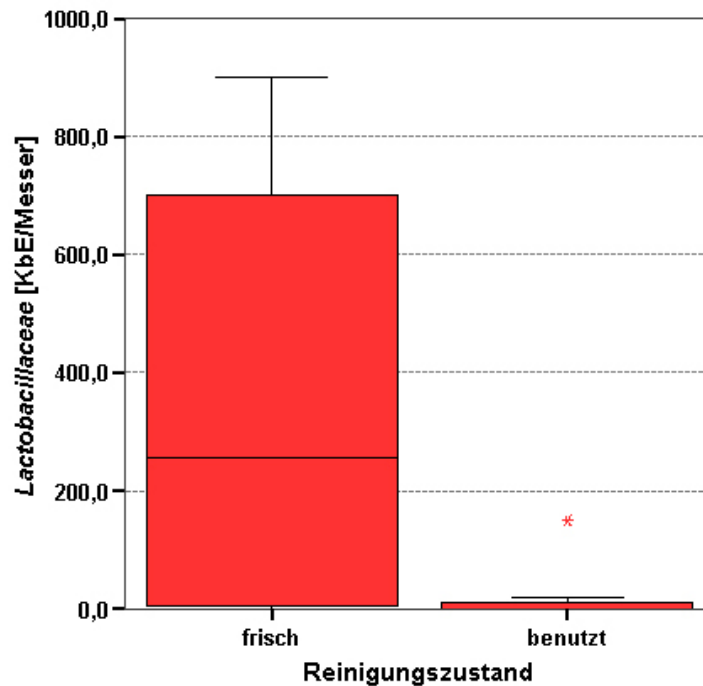


Abbildung 4.17: Verteilung der Ergebnisse entsprechend dem Reinigungszustand der Geräte. Der Maximalwert der bei den frischen Geräten erzielt wurde betrug 900 KbE/Messer, bei den benutzten Geräten 20 KbE/Messer. Außerdem trat bei den benutzten Geräten ein Ausreißer (*) mit 150 KbE/Messer auf; der Median der frisch gereinigten Geräte betrug 255 KbE/Messer; (n = 16)

4.4.8. Kontamination der Gestelle sowie der Handschuhe der Mitarbeiter, Überprüfung des Gasgemisches beim Verpacken der Würstchen

Im Rahmen dieser Studie wurden 16 Proben von den Gestellen mittels Tupfer überprüft. Sie waren sowohl frisch gereinigt als auch in Benutzung und wurden auf die Gesamtkeimzahl, den *Enterobacteriaceae*- und *Lactobacillaceae*gehalt untersucht. Dabei waren alle Proben keimfrei.

Ebenso erfolgte stichprobenweise die Untersuchung der Handschuhe der Mitarbeiter auf *Enterobacteriaceae*. Hier waren von insgesamt 65 Proben 7 Proben positiv. Alle lagen in der Spanne zwischen 0-1 KbE/cm², also nach der ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG, noch im annehmbaren Bereich.

Die Abklatschplatten zur Überprüfung des Gasgemisches die analog zur Untersuchung der unverpackten Brühwürstchen noch am gleichen Tag untersucht wurden, zeigten ebenso wie die Platten die am Tag des Mindesthaltbarkeitsdatums überprüft wurden kein Keimwachstum (s. Kap. 3, Nr. 3.2.5.).

4.5. Untersuchung auf *Listeria monocytogenes* und *Campylobacter* spp.

Für die Untersuchung auf *Listeria monocytogenes* wurden 8 Proben sowohl aus der Kistenwaschanlage als auch aus dem Kühlraum untersucht. Alle lieferten negative Ergebnisse (s. Kap. 3, Nr. 3.2.4.).

Die Überprüfung auf *Campylobacter* spp., bei welcher 23 Proben untersucht wurden, verlief ebenfalls negativ.

5. Diskussion

5.1. Mikrobielle Ausgangssituation von Fleischprodukten

Die Herstellung mikrobiologisch einwandfreier Lebensmittel tierischen Ursprungs muss bereits in der Primärproduktion, also beim Produzenten der Tiere beginnen. Das macht nicht zuletzt der Leitsatz „from stable to table“ des „Weißbuch zur Lebensmittelsicherheit“ mit den darin enthaltenen Grundsätzen eines neuen Lebensmittelhygienekonzeptes deutlich. Wie aus zahlreichen Untersuchungen hervorgeht, stellt bereits das Rohmaterial Fleisch einen erheblichen Faktor bei der Kontamination von Lebensmitteln mit Mikroorganismen dar (s. Kap. 2, Nr. 2.4.2.3 und 2.4.3.3; LERCHE, 1954; REUTER, 1972; REUTER, 1974; SINELL, 1980; HARTUNG, 2006). Ein Problem von *Campylobacter* spp., *Salmonella* und anderen pathogenen Keimen ist die Tatsache, dass sie ohne klinische Symptome, also ohne dass sie bemerkt werden könnten in den landwirtschaftlich genutzten Tierbeständen vorkommen. Aber auch in der Umgebung der Tierbestände, in Wiesen oder Wasser und anderen Umwelthabitaten können sie über längere Zeit persistieren. Auch die intermittierende Ausscheidung der Erreger kann dazu führen, dass eine Herde als negativ eingestuft wird obwohl sie Träger der Keime ist. Nicht zu letzt werden die Mikroorganismen teilweise in so geringer Menge ausgeschieden, dass ein Nachweis sehr langwierig ist (TSCHÄPE, 2000).

Deshalb kommt dem Herstellungsprozess von Lebensmitteln in dieser Hinsicht besondere Bedeutung zu. Bewährt hat sich dabei die Einführung des Hürdenkonzeptes (LEISTNER und RÖDEL, 1976). Es beruht darauf, dass der Hersteller innerhalb der Verarbeitung und des Vertriebs durch das Integrieren von Schutzmassnahmen eine Kontamination mit Mikroorganismen minimiert und vorhandenen Erreger am Wachstum hindert (BAUER, 2004). Beispiele für solche Hürden bei der Herstellung von Brühwürsten sind neben technologischen Kriterien wie a_w -Wert und pH des Produktes auch die Kühlung und die allgemeine Hygiene im Betrieb.

5.2. Lokalisation der Kontamination im untersuchten Betrieb

Die Untersuchungen zeigten, dass bei 7,7 % der Abklatschplatten des frisch gereinigten Würsteltrenners und 23,1 % der Proben die vor Betriebsbeginn in der Verpackung genommen wurden in Bezug auf die Gesamtkeimzahl Rasenwachstum bestand. Zu dem selben Ergebnis kamen auch Untersuchungen von LERCHE und GROSSKLAUS (1960), MÄKELA und KORKEALA (1987) und LÖW (2001) die Geräte als Ursache der Kontamination von Brühwürsten mit Milchsäurebakterien beschrieben.

Unter allen beprobten Geräten war, unabhängig von der untersuchten Bakteriengruppe und der gewählten Methode, der Würsteltrenner am stärksten kontaminiert. Ein Grund hierfür kann unter anderem in der Bauweise des Gerätes liegen. In der glatten Edelstahltrommel sind ca. 10 Messerleisten mit Schrauben aufmontiert, so dass sich zwischen Trommel und Leiste ein minimaler Spalt bildet der für die Reinigung schwer zugänglich ist. Durch die rotierenden Bewegungen der Trommel kommt die gesamte Oberfläche der Würstchen mit der Trommeloberfläche in Kontakt, so dass auch hierdurch eine Kontamination wahrscheinlich erscheint.

Die Untersuchungsergebnisse der Brühwürste bestätigen den oben aufgeführten Sachverhalt ebenfalls. Während die Würste nach dem Brühen fast zu 100 % keimfrei waren nahm die Keimbelastung der Keimgruppen Gesamtkeimzahl und *Lactobacillaceae* bis zur Probennahme nach dem Würsteltrenner stetig zu. Das Abtöten vorhandener Mikroorganismen beim Brühvorgang wurde in zahlreichen Studien belegt (KORKEALA et al., 1985; VON HOLY et al., 1991; MÄKELÄ et al., 1992a; BORCH et al., 1996; YOST und NETTRESS, 2000). Gleichzeitig fanden BORCH und SVENSSON (1988) in einer Untersuchung einen hitzetoleranten *Lactobacillus viridescens* Stamm der 40 Minuten bei 68 °C überlebte. In der vorliegenden Arbeit wurden die Würste über eine Stunde und 45 Minuten bei einer Kerntemperatur von über 70 °C gebrüht, so dass dieser Aspekt ausgeschlossen werden kann.

Das Maximum der Kontamination zeigten die Fertigpackungen, wobei berücksichtigt werden muss, dass diese am Mindesthaltbarkeitsdatum, die an anderer Stelle entnommenen Proben umgehend untersucht wurden.

Während die Würste, ausgenommen zwei Fertigpackungen, frei von *Enterobacteriaceae* waren, traten bei 50 % der Proben des Würsteltrenners und bei 23,1 % der Proben aus den Kisten positive Ergebnisse jedoch noch im annehmbaren Bereich auf (ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG). Die Verpackungsmaschinen waren frei von *Enterobacteriaceae*.

Die Ursache für die geringe Belastung des Produktes mit *Enterobacteriaceae* ist auf den negativen Effekt zurück zu führen, den *Lactobacillaceae* auf Grund ihrer Milchsäurebildung auf andere Keime haben (EGAN, 1983; GREER und DILTS, 1995; KRÖCKEL und SCHMIDT, 1995; BUNCIC et al., 1997; KRÖCKEL, 2000; DEUMIER, 2004; ERKES, 2004; KLEER et al., 2005; THIER-KUNDKE, 2006).

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass als wahrscheinlichste Ursache für die Belastung der beiden Fertigpackungen mit *Enterobacteriaceae*, deren Gehalte über dem annehmbaren Bereich lagen, die Hände des Personals zu sehen sind, da diese Untersuchungen die höchsten Gehalte an *Enterobacteriaceae* ergaben.

Ein weiterer Aspekt für die stetige Zunahme der Keimgehalte bis zum Würsteltrenner kann außerdem das zu lange Verweilen der Würste ohne kühlende Dusche im Brühbereich sein. Dies wurde bei den Betriebsbegehungen ebenfalls beobachtet. Welche Auswirkung eine Nichteinhaltung der Temperatur-Zeit-Kombination haben kann, zeigt eine Untersuchung von HAMASAKI et al. (2003). Hier verdoppelten sich *Lactobacillaceae* bei 10 °C durchschnittlich innerhalb von 7 Stunden. Eine andere Studie von ZURERA-COSANO et al. (1988) belegt, dass sich die Mindesthaltbarkeit der Würste bei einer Lagerung von 2 °C um 14 Tage, von 28 auf 42 Tage erhöht.

Eine weitere Ursachen für die Belastung mit *Lactobacillaceae* könnte im Luftkeimgehalt begründet sein. Hiefür spricht der Zustand der Lüftungsanlagen im Kühlraum (Abb. 4.2.). In einer Untersuchung von BJÖRKROTH (1997) wurde als Ursache der Oberflächenbelastung von Würsten die Umgebungsluft identifiziert. Auch andere Autoren beschrieben den Luftkeimgehalt in Kühlräumen als einen kritischen Bereich bei der Herstellung von Brühwürsten. Da die Keime hauptsächlich auf der Oberfläche des Produktes zu finden sind, sollte der Luftkeimgehalt im betroffenen Betrieb überprüft werden (KORKEALA und LINDROTH, 1987; DYKES et al., 1991; NERBRINK und BORCH, 1993).

5.3. Einfluss der Betriebsorganisation, des Arbeitsverhaltens der Mitarbeiter und der Reinigung auf die Kontamination

Im Rahmen der Betriebsbegehungen viel auf, dass die Wegeführung durch die Produktion sehr unstrukturiert verlief (s. Kap. 4, Nr. 4.1.). Im Bereich der Kühlräume und zwischen Verpackung und Lager fiel der ständige Personenverkehr besonders stark auf. Im Kühlbereich führt das häufige Öffnen der Schwingtüren zu Kälteverlusten und Schwankungen in der Kühltemperatur, wodurch es wieder rum zur schnelleren Vermehrung von Keimen kommen kann (HAMASAKI et al., 2003). Der Abschnitt zwischen Lager und Verpackung stellt sich als Grenzbereich dar, da von hier die Ware aus dem Lager zum LKW transportiert werden muss und so Keimeintragung über Maschinen und Personen Vorschub geleistet wird.

Ebenso wichtig erscheint die allgemeine Reinigung und Desinfektion des Betriebes. Reinigung und Desinfektion bedeuten eine Annäherung an den anzustrebenden Idealzustand der Rückstands- und Keimfreiheit der Oberfläche vor dem erneuten Produktionsbeginn. Im Rahmen der Reinigung sollen Verschmutzungen und die darin enthaltenen Keime von den Oberflächen entfernt und den Restkeimen das Substrat zur Vermehrung entzogen werden, so dass eine optisch saubere und keimarme Fläche entsteht. Im Anschluss an die Reinigung erfolgt die Desinfektion. Ziel ist dabei die Inaktivierung der Keime. Um dies zu erreichen muss zunächst immer eine gründliche Reinigung erfolgen (GIBSON et al., 1999; HANSLIK et al., 2000).

Wurstreste auf dem Boden und in der Trommel des Würsteltrenner, vor Produktionsbeginn, deuten darauf hin, dass die mechanische Reinigung, die die Entfernung aller optischen Verschmutzungen zum Ziel hat, nicht gründlich erfolgt ist. Belegt wird das durch die Ergebnisse der Abklatschplatten- und Tupferuntersuchungen der Geräte (s. Kap. 5, Nr. 5.2.).

Der zweite wichtige Aspekt neben der Reinigung und Desinfektion des Betriebes ist die Personalhygiene. In zahlreichen Untersuchungen wurde bestätigt, dass die Personalhygiene der Mitarbeiter ein entscheidendes Kriterium bei der Herstellung qualitativ hochwertiger Produkte ist (PITTET, 2000; TENORIO, 2001; LUES / TONDER, 2005). Schwerpunkte bei der Personalhygiene sollten hierbei auf die

Reinigung und Desinfektion der Hände und das Tragen des Mundschutzes gelegt werden (TENORIO, 2001; LUES und TONDER, 2005). Diese Vorgaben wurden in der vorliegenden Studie nur eingeschränkt befolgt und sollten durch entsprechende Kontrollen und Schulungen besonders gefördert werden.

Das Hygieneverhalten des Wartungspersonals, das für die Funktionalität aller Maschinen verantwortlich ist, sollte genauer überprüft werden. Die Händereinigung und Desinfektion beim Betreten der Produktionshalle wurde besonders von dieser Personengruppe nur bedingt durchgeführt. Durch den ständigen Arbeitsplatzwechsel dieser Mitarbeiter kann es zudem zu Kreuzkontaminationen, also das Übertragen von Mikroorganismen über Gegenstände oder Personen auf kontaminationsfreie Gegenstände kommen. Zur Überprüfung dieses Sachverhaltes bietet sich in erster Linie die Untersuchung der Werkzeuge der Arbeiter an, da diese als unbelebte Vektoren Keime beispielsweise von der Abfüllung zum Würstelrenner und von diesem auf das Produkt übertragen können (AARNISALO et al., 2006).

5.4. Allgemeine abschließende Bewertung des Betriebes

Die Prüfung der Würste auf *Enterobacteriaceae* zeigte bei nur zwei Prozent der Lebensmittelproben Gehalte über 10^2 KbE/g. Dies entspricht einer Überschreitung der ALTS-Richtwerte (s. Kap. 3, Nr. 3.5.1.), die einen Gehalt von unter 10^2 KbE/g bei Erreichen des Mindesthaltbarkeitsdatums fordern, kann jedoch vernachlässigt werden.

Kritisch zu bewerten sind die Ergebnisse der Umgebungsproben auf *Enterobacteriaceae* besonders in Hinblick auf den Reinigungszustand. Hier muss deutlich gesagt werden, dass das Qualitätsdenken wie es im Handbuch über Eigenkontrollen festgehalten ist, nicht gelebt wird und dies bezüglich dringend Hygieneschulungen angeraten werden.

Milchsäurebakterien haben neben ihrer positiven Funktion als Starterorganismen bei der Herstellung von Rohwurst, auch die Eigenschaft das Wachstum pathogener Keime wie *L. monocytogenes*, *Campylobacter* spp. und *Enterobacteriaceae* zu hemmen (KRÖCKEL und SCHMIDT, 1995; BUNCIC et al., 1997; ERKES, 2004; KLEER et al., 2005). Deshalb muss, sollten die Milchsäurebakterien aus dem Produktionszyklus entfernt werden, eventuell mit einem Anstieg der pathogenen

Erreger gerechnet werden. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, den Betrieb noch einmal konkret auf die pathogenen Keime, wie *L. monocytogenes* und *Campylobacter* spp. hin zu untersuchen.

6. Schlussfolgerungen

Abschließend können dem Betrieb folgende Empfehlungen zur Verbesserung der mikrobiologischen Qualität der Brühwürstchen gegeben werden.

1. Schulung der Mitarbeiter im Abstand von sechs Monaten mit anschließendem schriftlichem Test. Schwerpunkt der Schulung sollte auf die richtige Händehygiene gelegt werden. Durch den Test wird die Aufmerksamkeit der Mitarbeiter gefördert und das Ergebnis zeigt eindeutig, in wie weit die Sachverhalte verstanden wurden.
2. Ebenso wichtig ist die Einhaltung aller vorgegebenen Zeiten so beispielsweise der sofortige Transport der Würste nach Beendigung der kühlenden Dusche in den Kühlraum.
3. Spezielle Schulung des Wartungspersonals mit eingehender Aufklärung bezüglich der Reinigung und Desinfektion der Werkzeuge.
4. Kreisführung des Personals durch die Produktionshalle beginnend in der Fleischanlieferung. Besonders wichtig ist hierbei, dass nur diejenigen Personen Zutritt zum Trennerraum haben, die dort arbeiten. Zum Einen ist dieser Bereich für Kontaminationen besonders empfänglich, zum Anderen herrschen dort besondere Kühlbedingungen, die durch das ständige Öffnen der Türen verloren gehen könnten.
5. Zwischenreinigung des Würsteltrenners während einer Schicht. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass sich keine Lebensmittel im Trennerraum befinden, da durch die Verwendung eines Hochdruckreinigers Keime vom Boden aufgewirbelt und so auf das Produkt gelangen können.
6. Regelmäßiges Austauschen der Messerleisten des Würsteltrenners mit anschließender gründlicher Reinigung. Optimal wäre der Austausch der Leisten am Ende eines jeden Arbeitstages. Da dies zeitlich nicht möglich ist,

sollte für die Reinigung der Trommel ausreichend Zeit eingeplant werden und das besondere Augenmerk auf den Spalt zwischen Trommel und Leiste gelegt werden.

7. Nachpasteurisierung der verpackten Würste. Dies sollte zunächst testweise durchgeführt werden und die Brühwürstchen anschließend eingehend sensorisch untersucht werden, da der positive Effekt gegen *Lactobacillaceae* in Untersuchungen mit Abweichungen im Geschmack einher gegangen ist. Gleichzeitig konnte dadurch ein ca. vierfacher Anstieg der Haltbarkeit erzielt werden.

7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit sollte die Quelle der Kontamination von Würsten mit *Lactobacillaceae* im Produktionsverlauf herausgefunden werden. Der Betrieb hatte Probleme mit erhöhten *Lactobacillaceae*zahlen, so dass einzelne Verpackungen vor dem Mindesthaltbarkeitsdatum verdorben waren.

In der vorliegenden Untersuchung wurden Würste nach den Arbeitsschritten „Brühen“, „Abkühlen“, „Würsteltrenner“ und „Verpacken“ entnommen und die Gesamtkeimzahl, die *Enterobacteriaceae*- und die *Lactobacillaceae*zahl bestimmt.

Im Weiteren sind Proben mittels Abklatschplatten von den Euro-Kisten, den Verpackungsmaschinen und vom Würsteltrenner extrahiert worden. An Hand von Tupferproben wurden die Gestelle und die Messer des Würsteltrenners auf die oben genannten Keime untersucht.

Außerdem sind Proben von der Kistenwaschanlage und dem Kühlraum auf *L. monocytogenes* überprüft und weitere Material- und Umgebungsproben auf *Campylobacter* spp. kontrolliert worden.

Als Eingang der Kontamination wurde der Würsteltrenner ausfindig gemacht. Hier zeigten 28,9 % der Wurstproben einen Gehalt an *Lactobacillaceae* zwischen 10^1 und 10^5 KbE/g. Im Vergleich dazu waren es nach dem Brühen nur 2,2 % und nach dem Abkühlen 6,5 % der Proben. Auch an Hand der Umgebungsproben dieses Gerätes wurde eine deutliche Kontamination festgestellt.

Durch die Beobachtungen im Betrieb während der Probennahme fiel auf, dass besonders das Reinigungsmanagement nicht optimal verlief. So waren beispielsweise vor Produktionsbeginn, also an frisch gereinigten Geräten, noch deutliche Wurstreste unter den Messerschienen des Würsteltrenners erkennbar. Daher sollte besonders das Hygiene- und Reinigungsmanagement in Bezug auf die Häufigkeit und Gründlichkeit hin verändert werden. Der Schwerpunkt sollte hierbei auf der Schulung der Mitarbeiter beruhen.

8. Summary

– *Lactobacillaceae* in a meat production plant – sources for the spoilage of boiled sausages in the manufacturing process

In the assignment at hand the source of contamination with *Lactobacillaceae* during the production process of vienna sausage should be detected. The examined factory has problems with raised *Lactobacillaceae* counts, causing deterioration of single packages before the minimum durability.

In the exploration, sausage samples were taken after the production steps “boiling”, “cooling down”, “separation” and “packaging”. The overall bacterial count, the *Enterobacteriaceae*- and *Lactobacillaceae* count was determined.

Furthermore samples via Contactplates were taken of boxes, of the packaging machine and of the sausage-separator.

By the means of padtests the frames and knives of the sausage-separator were examined on the above mentioned germs.

Also samples of the box washing machine and the cold storage room were tested on *Listeria monocytogenes* and additional material- and surrounding tests on *Campylobacter* spp.

As source of contamination the sausage-separator was detected.

At this source 28,9 % of the sausage samples showed a concentration on *Lactobacillaceae* between 10^1 and 10^5 KbE/g.

In comparison, after the boiling only 2,2 % and after the cooling down 6,5 % of the samples were affected.

Also by the means of surrounding environmental samples of this machine a clear contamination was detected.

Through observations within the factory during the sampling, it stood out that especially the cleaning-management was not optimal.

As an example before production start, thus on freshly cleaned equipment, still clearly sausage residues were recognizable beneath the knifebar of the sausage-separator.

Therefore the hygiene- and cleaning management should be changed in matters of frequency and thoroughness. The main focus should rely on the education of the employees.

9. Literaturverzeichnis

AARNISALO, K., TALLAVAARA, K., WIRTANEN, G., MAIJALA, R., RAASKA, L.
(2006)

The hygienic working practices of maintenance personnel and equipment hygiene in the Finnish food industry

Food Control, **17**, 1001-1011

ABBRAHAM, J. (2005)

“Food business is local business”

Fleischwirtschaft, **85**, 10-11

ALTER, T., FROEB, A., GAULL, F., FEHLHABER, K. (2003)

Überlebensstrategie von *Campylobacter jejuni* unter Hitzestressbedingungen – Charakterisierung der Hitzeschockantwort auf mRNA-Ebene.

Proceedings der 44. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der DVG, 29.09.-02.10.2003, Garmisch-Partenkirchen, 390-392

AMMON, A., SCHMIDT, K., BRÄUNIG, J. (2000)

Lebensmittelinfektionen in Deutschland

Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, **43**, 751-757

AMMON, A., BRÄUNIG, J. (2002)

Lebensmittelbedingte Erkrankungen in Deutschland

Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 01/02

Verlag Robert Koch-Institut, Berlin, 3-17

ARBEITSKREIS LEBENSMITTELHYGIENISCHER TIERÄRZTLICHER
SACHVERSTÄNDIGER (ALTS), (1993)

Mikrobiologische Richtwerte

Ergebnisprotokoll, Tagung vom 11.6.1991 bis 13.6.1991 in Berlin

ATANASSOVA, V., RING, Ch. (2001)

Zur Epidemiologie von *Campylobacter* in Geflügelfleisch aus Ländern der EU
Proceedings der 42. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der
DVG, 25.09.-28.09.2001, Garmisch-Partenkirchen, 390-392

AUTIO, T., HIELM, S., MIETTINEN, M., SJÖBERG, A.-M., AARNISALO, K.,
BJÖRKROTH, J., MATTILA-SANDHOLM, T., KORKEALA, H. (1999)

Sources of *Listeria monocytogenes* contamination in a cold-smoked rainbow trout
processing plant detected by pulsed-field gel electrophoresis typing
Applied and Environmental Microbiology, **65**, 150-155

BALZ, M. (2007)

Spitzenreiter unter den Teilssektoren – Das Münchener ifo Institut für
Wirtschaftsforschung liefert Daten und Fakten zum deutschen Fleischmarkt
Fleischwirtschaft, **87**, 59-61

BARTELT, E., SCHERER, K., VOGT, P., MÜLLER, M., LUBER, P. (2004)

Erfassung der exogenen und endogenen Kontamination von Hähnchenfleisch mit
Campylobacter spp. – Konsequenzen für die Expositionsabschätzung
Proceedings der 45. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der
DVG, 28.09.-1.10.2004, Garmisch-Partenkirchen, 107-112

BAUER, H. (2004)

Hürdentechnologie für Brühwurst – Unerwünschte Kontaminationen minimieren und
mikrobiologisches Wachstum verhindern
Fleischwirtschaft, **84**, 46-47

BEATTIE, I. A., SWAMINATHAN, B., ZIEGLER, H. K. (1990)

Cloning and Characterization of T-Cell-reactive Protein Antigens from *Listeria
monocytogenes*
Infection and Immunity, **58**, 9, 2792-2803

BECKER, B., HOLZAPFEL, H. (2000)

Erhöhte Listeriose-Gefahr in Deutschland?

Forschungsreport 2/2000, 10-13

BECKER, B., TIERWEILER, B., FECHLERA, J., BÖHME, T., SPIESS, W.E.L.,
HOLZAPFEL, W.H. (2000)

Vorkommen von pathogenen *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., und
Staphylococcus aureus in Brühwurstproben.

Proceedings der 41. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der
DVG, 25.09.-28.09.2000, Garmisch-Partenkirchen, 362-366

BECKER, B., SCHULER, S. (2006)

Einsatz und Bewertung zweier Real-Time PCR-Systeme zum Schnelldachweis von
Listeria monocytogenes

47. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der DVG, 26.09.-
29.09.2006, Garmisch-Partenkirchen

BEHRENDTS, C. (1997)

Kleinhaushalte – Chance für Zielgruppenmarketing in der Fleischwirtschaft

Fleischwirtschaft, **77**, 35-37

BERCHE, P., GAILLARD, J.L., SANSONETTI, P.J. (1987)

Intracellular growth of *Listeria monocytogenes* as a prerequisite for in vivo induction
of T cell-mediated immunity.

Journal of Immunology, **138**, 2266-2271

BEUMER, R.R., DE VRIES, J., ROMBOUTS, F.M. (1992)

Campylobacter jejuni non-culturable coccoid cells

International Journal of Food Microbiology, **15**, 153-163

BJÖRKROTH, J. (1997)

DNA-based characterisation methods for contamination analysis of spoilage Lactic
acid bacteria in food processing.

Diss. Vet. Med., Helsinki

BLASER, M.J., HARDESTY, H.L., POWERS, B., WANG, W.L. (1980)

Survival of *Campylobacter fetus subsp. jejuni* in biological milieus

Journal of Clinical Microbiology, **11**, 309-313

BOERLIN, P., PIFFARETTI, J.C. (1991)

Typing of human, animal, food and environmental isolates of *Listeria monocytogenes* by multilocus enzyme electrophoresis

Applied and Environmental Microbiology, **57**, 1624-1629

BONAZZI, M., COSSART, P. (2006)

Bacterial entry into cells: A role for the endocytic machinery

FEBS Letters, **580**, 2962-2967

BONFOH, B., ROTH, C., TRAORÉ, A.N., FANÉ, A., SIMBÉ, C.F., ALFAROUKH, I.O., NICOLET, J., FARAH, Z., ZINSSTAG, J. (2006)

Effect of washing and disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako (Mali)

Food Control, **17**, 153-161

BORCH, E., NERBRINK, E., SVENSSON, P. (1988)

Identification of major contamination sources during processing of emulsion sausage

International Journal of Food Microbiology, **7**, 317-330

BORCH, E., KANT-MUERMANN, M-L., BLIXT, Y. (1996)

Bacterial spoilage of meat and cured meat products

International Journal of Food Microbiology, **33**, 103-120

BORI, A.J., ALTER, T., FEHLHABER, K. (2005)

In vitro Untersuchung zur adaptiven Stressantwort von *Campylobacter jejuni* auf ausgewählte technologische Stressoren.

Proceedings der 46. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der DVG, 27.09.-30.09.2005, Garmisch-Partenkirchen, 95-99

BÜLTE, M. (2004a):

Listeria monocytogenes

In: SINELL, H.-J. (Hrsg.): Einführung in die Lebensmittelhygiene

Parey Verlag, Stuttgart, 52-55

BÜLTE, M. (2004b)

Campylobacter spp.

In: SINELL, H.-J. (Hrsg.): Einführung in die Lebensmittelhygiene

Parey Verlag, Stuttgart, 43-45

BUNCIC, S., AVERY, S.M., MOORHEAD, S.M. (1997)

Insufficient antilisterial capacity of low inoculum *Lactobacillus* cultures on long-term stored meats at 4°C

International Journal of Food Microbiology, **34**, 157-170

BUSWELL, C.M., HERLIHY, Y.M., LAWRENCE, I.M., MCGIGGAN, J.T.M., MARSH, P.D., KEEVIL, C.W., LEACH, S.A. (1998)

Extended survival and persistence of *Campylobacter* spp. In water and aquatic biofilms and their detection by immunofluorescent-antibody and rRNA staining

Applied Environmental Microbiology, **64**, 733-741

CAPUNZO, M., CAVALLO, P., BOCCIA, G., BRUNETTI, L., BUONOMO, R., MAZZA, G., (2005)

Food hygiene on merchant ships: the importance of food handlers` training

Food Control, **16**, 183-188

CAPPELIER, JM., MINET, J., MAGRAS, C., COLWELL, RR., FEDERIGHI, M. (1999)

Recovery in Embryonated Eggs of Viable but Nonculturable *Campylobacter jejuni* Cells and Maintenance of Ability To Adhere to HeLa Cells after Resuscitation

Applied Environmental Microbiology, **65**, 5154-5157

- CASADEI, M.A., ESTEVES DE MATOS, R., HARRISON, S.T., GAZE, J.E. (1998)
Heat resistance of *Listeria monocytogenes* in dairy products an affected by the growth medium
Journal of Applied Microbiology, **84**, 234-239
- CHABELA, M.L.P., SERRANO, G.M.R., CALDERÓN, P.L., GUERRERO, I. (1999)
Microbial spoilage of meats offered for retail sale in Mexico City
Meat Science, **51**, 279-282
- CHAN, K.F., TRAN, H.L., KANENAKA, R.Y., KATHARIOU, S. (2001)
Survival of clinical and poultry-derived isolates of *Campylobacter jejuni* at a low temperature (4°C)
Applied and Environmental Microbiology, **67**, 4186-4191
- CHAVEERACH, P., TER HUURNE, A.A., LIPMAN, L.J., VAN KNAPEN, F. (2003)
Survival and resuscitation of ten strains of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* under acid conditions.
Applied and Environmental Microbiology, **69**, 711-714
- CHEROUTRE-VIALETTE, M., LEBERT, I., HERBRAUD, M., LABADIE, J.C., LEBERT, A. (1998)
Effects of pH or a_w stress on growth of *Listeria monocytogenes*
International Journal of Food Microbiology, **42**, 71-77
- CONTE, M.P., LONGHI, C., PETRONE, G., POLIDORO, M., VALENTI, P., SEGANTI, L. (1994)
Listeria monocytogenes infection of Caco-2 cells: role of growth temperature
Research in Microbiology, **145**, 677-682
- COOLS, I., UYTENDAELE, M., CERPENTIER, J., D'HAESE, E., NELIS, H.J., DEBEVERE, J. (2005)
Persistence of *Campylobacter jejuni* on surfaces in a processing environment and on cutting boards
Letters of Applied Microbiology, **40**, 418-423

DEUMIER, F. (2004)

Pulsed-vacuum immersion of chicken meat and skin in acid solutions. Effects mass transfers, colour and microbial quality

International Journal of Food Science & Technology, **39**, 277-286

DOODS, K.L., COLLINS-THOMPSON, D.L. (1984)

Nitrite tolerance and nitrite reduction in lactic acid bacteria associated with cured meat products

International Journal of Food Microbiology, **1**, 163-170

DRAKE, S.D., EVANS, J.B., NIVEN, C.F. (1958)

Microbial Flora of packed Frankfurters and their radiation Resistance

Food Research **23**, 291-296

DYKES, G., A., CLOETE, T.E., VON HOLY, A. (1991)

Quantification of microbial populations associated with the manufacture of vacuum-packaged, smoked Vienna sausages

International Journal of Food Microbiology, **13**, 239-248

DYKES, G.A., MARSHALL, L.A., MEISSNER, D., VON HOLY, A. (1996)

Acid treatment and pasteurization affect the shelf life spoilage ecology of vacuum-packaged Vienna sausages

Food Microbiology, **13**, 69-74

EGAN, A.F. (1983)

Lactic acid bacteria of meat and meat products

Antonie van Leeuwenhoek, **49**, 327-336

ENGEL, R.E., ADAMS, C.E., CRAWFORD, L.M. (1990)

Foodborne listeriosis: risk from meat and poultry

Food Control, **1**, 27-31

ERKES, M. (2004)

Weitere Hürde für mehr Sicherheit – *Leuconostoc carnosum* 4010 – Eine neue Schutzkultur mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten.

Fleischwirtschaft, **84**, 33-36

FABER, J.M., PETERKIN, P.I. (1991)

Listeria monocytogenes, a foodborne pathogen

Microbiological Reviews, **55**, 476-511

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

Veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

FISCHER, A. (1988)

Produktbezogene Technologie, Herstellung von Fleischerzeugnissen – Brühwurst

In: PRÄNDL, FISCHER, SCHMIDHOFER, SINELL: Handbuch der Lebensmitteltechnologie, Fleischtechnologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung

Ulmer Verlag, Stuttgart, 489-519

FRANCINO, M.P., SANTOS, S.R., OCHMAN, H. (2006)

Phylogenetic relationships of bacteria with special reference to endosymbionts and enteric species

In: THE PROCARYOTES

([http:// 141.150.157.117:8080/prokPUB/...](http://141.150.157.117:8080/prokPUB/...))

FRANZ, C.M.A.P., VON HOLY A. (1996)

Bacterial populations associated with pasteurized vacuum-packed Vienna sausages.

Food Microbiology, **13**, 165-174

FREDERIKSEN, B., SAMUELSSON, S. (1992)

Feto-maternal listeriosis in Denmark 1981- 1988

Journal of Infection, **24**, 277-287

GRAHAM, M. (1990)

Frequency and duration of handwashing in an intensive care unit

American Journal of Infection Control, **18**, 77-81

GEOFFROY, Ch., GAILLARD, J-L., ALOUF, J.E., BERCHE, P. (1987)

Purification, Characterization, and Toxicity of the Sulfhydryl-Activated Hemolysin Listeriolysin O from *Listeria monocytogenes*

Infection and Immunity, 1641-1646

GEORNARAS, I., SKANDAMIS, P.N., BELK, K.E., SCANGA, J.A., KENDALL, P.A., SMITH, G.C., SOFOS, J.N. (2006)

Post-processing application of chemical solutions for control of *Listeria monocytogenes*, cultured under different conditions, on commercial smoked sausage formulated with and without potassium lactate-sodium diacetate

Food Microbiology, **23**, 762-771

GIBSON, H., TAYLOR, J.H., HALL, K.E., HOLAH, J.T. (1999)

Effectiveness of cleaning techniques used in the food industry in terms of the removal of bacterial biofilms

Journal of Applied Microbiology, **87**, 41-48

GILL, C.O., JONES, T. (1995)

The presence of *Aeromonas*, *Listeria* and *Yersinia* in carcass processing equipment at two pig slaughtering plants

Food Microbiology, **12**, 135-141

GREER, G.G., DILTS, B.D. (1995)

Lactic acid inhibition of the growth of spoilage bacteria and cold tolerant pathogens on pork

International Journal of Food Microbiology, **25**, 141-151

HÄNEL, C.M., RING, CH., WERTH, D., ATANASSOVA, V. (2004)

Überlebensfähigkeit von *Campylobacter jejuni* in Putenfleisch unter verschiedenen Lagerungstemperaturen, Lagerungszeiten und simulierter Unterbrechung der Kühlkette.

Proceedings der 45. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der DVG, 28.09.-1.10.2004, Garmisch-Partenkirchen, 658-662

HAMASAKI, Y., AYAKI, M., FUCHU, H., SUGIYAMA, M., MORITA, H. (2003)

Behavior of Psychrotrophic Lactic Acid Bacteria Isolated from Spoiling Cooked Meat Products

Applied and Environmental Microbiology, **69**, 3668-3671

HAMMER, G.F. (2001)

Technologische Wirkung von Di- und Triphosphat in Brühwurstbrät

Bundesanstalt für Fleischforschung, **152**, 113-119

HAMMER, G.F., HAACK, E., STOYANOV, S. (2005)

Brühwurstherstellung – Kuttern mit verschiedenen Messern

Bundesanstalt für Fleischforschung, **168**, 57-64

HANSLIK, N., KITZMÜLLER, CH., WOIDICH, A. (2000)

Hygiene-Management

Behr's Verlag, Hamburg, 57-60

HARTUNG, M. (2005a)

Bericht des Nationalen Referenzlabors für die Epidemiologie der Zoonosen –
Mitteilungen der Länder über *Listeria monocytogenes*-Nachweise in Deutschland

In: Epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland im Jahr 2003

Verlag Bundesinstitut für Risikobewertung, 177-185

HARTUNG, M. (2006)

Bericht des Nationalen Referenzlabors für die Epidemiologie der Zoonosen –
Mitteilungen der Länder über *Campylobacter*-Nachweise in Deutschland

In: Epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland im Jahr 2004

Verlag Bundesinstitut für Risikobewertung, 119-128

HAZELEGER, W.C., WOUTERS, J.A., ROMBOUITS, F.M., ABEE, T. (1998)

Physiological activity of *Campylobacter jejuni* far below the minimal growth
temperature

Applied Environmental Microbiology, **64**, 3917-3922

HILSE, G. (1997)

Fleischwarenindustrie erschließt neue Produktfelder

Fleischwirtschaft, **77**, 870-871

HOF, H. (1999)

Listeriose – Was Ärzte über Infektionsrisiken und Erkrankung wissen sollten

In: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, **42**,
558-561

HOF, H. (2003)

History and epidemiology of listeriosis

FEMS Immunology and Medical Microbiology, **35**, 199-202

HUIS IN'T VELD, J.H.H. (1996)

Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview

International Journal of Food Microbiology, **33**, 1-18

JIRA, W. (2004)

Chemische Vorgänge beim Pökeln und Räuchern, Teil 2: Räuchern

Fleischwirtschaft, **84**, 107-111

- JONES, D.M., SUTCLIFFE, E.M., CURRY, A. (1991)
Recovery of viable but non-culturable *Campylobacter jejuni*
Journal of Genetic Microbiology, **137**, 2477-2482
- KANDLER, O., WEISS, N. (1986)
Regular, Nonsporing Gram-Positive Rods
In: BUTLER, J. P.: Bergey`s Manual of Systematic Bacteriology, **2**
Waverly Press, Baltimore, 1217-1219
- KAYSER, F. H., BIENZ, K. A., ECKERT, J., ZINKERNAGEL, R. M. (2001a)
Medizinische Mikrobiologie
Thieme Verlag, Stuttgart – New York, 318 - 320
- KAYSER, F. H., BIENZ, K. A., ECKERT, J., ZINKERNAGEL, R. M. (2001b):
Medizinische Mikrobiologie
Thieme Verlag, Stuttgart – New York, 290 -292
- KHANNA, M.R., BHAVSAR, S.P., KAPADNIS, B.P. (2006)
Effect of temperature on growth and chemotactic behaviour of *Campylobacter jejuni*
Letters in Applied Microbiology, **43**, 84-90
- KLEER, J., POESCHEL, W., STABENOW, M., HILDEBRANDT, G. (2005)
Verhalten von *Listeria monocytogenes* bei der Lagerung von Kühl-Pizza.
Proceedings der 46. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der
DVG, 27.09.-30.09.2005, Garmisch-Partenkirchen, 459-462
- KOCH, J. (2005)
Bericht aus der Abteilung für Infektionsepidemiologie, Fachgebiet Gastrointestinale
Infektionen, Zoonosen und tropische Infektionen des Robert Koch-Instituts –
Listeriose-Erkrankungen des Menschen
In: Epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland im Jahr 2003
Verlag Bundesinstitut für Risikobewertung, 171-175

KOCH, J., SCHRAUDER, A. (2005)

Bericht aus der Abteilung für Infektionsepidemiologie, Fachgebiet Gastrointestinale Infektionen, Zoonosen und tropische Infektionen des Robert Koch-Instituts – Infektionen mit *Campylobacter* spp. beim Menschen

In: Epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland im Jahr 2003

Verlag Bundesinstitut für Risikobewertung, 127-130

KÖHNE, F., HÄRTL, M. (2005)

Insgesamt überwiegt die Zuversicht

Fleischwirtschaft, **85**, 10

KORKEALA, H., LINDROTH, S., SUIHKO, M., KUHMENEN, A., PENTTILÄ, P.-L. (1985)

Microbiological and sensory quality changes in blood pancakes and cooked ring sausage during storage

International Journal of Food Microbiology, **2**, 279-292

KORKEALA, H., LINDROTH, S. (1987)

Differences in microbial growth in the surface layer and at the centre of vacuum-packed cooked ring sausages

International Journal of Food Microbiology, **2**, 105-110

KORKEALA, H., LINDROTH, S., AHVENAINEN, R., ALANKO, T. (1987)

Interrelationship between microbial numbers and other parameters in the spoilage of vacuum-packed cooked ring sausages

International Journal of Food Microbiology, **5**, 311-321

KORKEALA, H., SOURTTI, T., MÄKELÄ, P. (1988)

Ropy slime formation in vacuum-packed cooked meat products caused by homofermentative lactobacilli and a *Leuconostoc* species

International Journal of Food Microbiology, **7**, 339-347

KORKEALA, H., MÄKELÄ, P. (1989)

Characterization of lactic acid bacteria isolated from vacuum-packed cooked ring sausages

International Journal of Food Microbiology, **9**, 33-43

KORKEALA, H., ALANKO, T., MÄKELÄ, P., LINDROTH, S. (1990)

Lactic acid and pH as indicators of spoilage for vacuum-packed cooked ring sausage

International Journal of Food Microbiology, **10**, 245-253

KRÖCKEL, L., SCHMIDT, U. (1995)

Hemmung von *Listeria monocytogenes* in vakuumverpacktem Brühwurstaufschnitt durch das Bacteriocin Sakacin 674.

Bundesanstalt für Fleischforschung, **127**, 53-58

KRÖCKEL, L. (2000)

Aktuelle Untersuchung zum Vorkommen von *Listeria monocytogenes* und Milchsäurebakterien in vorverpackten, kühlgelagerten Fleischerzeugnissen.

Mitteilungsblatt BAFF, **149**, 783-792

LARSON, E., BRYAN, J.L., ADLER, L.M., BLANE, CH. (1997)

A multifaceted approach to changing handwashing behaviour

American Journal of Infection Control, **25**, 3-10

LEISTNER, C., RÖDEL, W. (1976)

Inhibition of microorganisms in food by water activity

In: SKINNER, F.A., HUGO, W.H. (Hrsg.): Inhibition and inactivation of vegetative microbes

Academic Press, New York / London

LERCHE, M. (1954)

Händewaschen und Händetrocknen in Fleischwarenherstellenden Betrieben

Fleischwirtschaft, **32**, 112-114

LERCHE, M., GROSSKLAUS, D. (1960)

Zur Haltbarkeit von Brühwürstchen in Klarsichtpackungen

Fleischwirtschaft **12**, 538-543

LÖW, K. (2001)

Umsetzung eines HACCP-Konzeptes zur Beherrschung mikrobiologischer Hazards bei der Bratwurstherstellung

Diss. Med. Vet., 2001

LOEWENHERZ-LÜNING, K., HEITMANN, M., HILDEBRANDT, G. (1996)

Untersuchung zum Vorkommen von *Campylobacter jejuni* in verschiedenen Lebensmitteln tierischen Ursprungs

Fleischwirtschaft **76**, 958-961

LUBER, P., BARTELT, E. (2005)

Campylobacteriose durch Hähnchenfleisch – Eine quantitative Risikoschätzung

Verlag BfR Wissenschaft, Berlin, 9-15

LÜCKE, F.-K. (1998)

Fleisch aus ökologischer Erzeugung – Verbrauchererwartung und Realität

Fleischwirt., **78**, 446-449

LUES, J.F.R., VAN TONDER, I. (2005)

The occurrence of indicator bacteria on hands and aprons of food handlers in the delicatessen sections of a retail group

Food Control, **18**, 326-332

MAYR, A. et al. (2002):

Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre

Enke Verlag, Stuttgart, 432 - 472

MÄKELÄ, P., KORKEALA, H. (1987)

Lactobacillus contamination of cooked ring sausages at sausage processing plants

International Journal of Food Microbiology, **5**, 323-330

MÄKELÄ, P., KORKEALA, H., LAINE, J. (1992a)

Survival of ropy slime-producing lactic acid bacteria in heat processes used in the meat industry

Meat Science, **31**, 463-471

MÄKELÄ, P., SCHILLINGER, U., KORKEALA, H., HOLZAPFEL, W.H. (1992b)

Classification of ropy slime-producing lactic acid bacteria based on DNA-DNA homology, and identification of *Lactobacillus sake* and *Leuconostoc amelibiosum* as dominant spoilage organisms in meat products

International Journal of Food Microbiology, **16**, 167-172

MARGOLLES, A., MAYO, B., DE LOS REYES-GAVILÁN, C.G. (2000)

Phenotypic characterization of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* strains isolated from short-ripened cheese

Food Microbiology, **17**, 461-467

McGEE, Z.A., GORBY, G.L., WYRICK, P.B., HODINKA, R., HOFFMAN, L.H. (1988)

Parasite-directed endocytosis

Review of Infection Disease, **10**, 311-316

MICHEL, E., MENGAUD, J., GALSWORTHY, S., COSSART, P. (1998)

Characterization of a large motility gene cluster containing the *cheR*, *motAB* genes of *Listeria monocytogenes* and evidence that PrfA downregulates motility genes

FEMS Microbiology Letters, **169**, 341-347

MICHELS, P. (2005)

Verschärfter Preisdruck bei Fleisch

Fleischwirt., **85**, 61-63

MOEN, B., OUST, A., LANGSRUD, O., DORRELL, N., MARSDEN, G.L., HINDS, J., KOHLER, A., WREN, B.W., RUDI, K. (2005)

Explorative Multifactor Approach for Investigating Global Survival Mechanisms of *Campylobacter jejuni* under Environmental conditions

Applied and Environmental Microbiology, **71**, 2086-2094

MURPHY, C., CARROLL, C., JORDAN, K.N. (2006)

Environmental survival mechanisms of the foodborne pathogen *Campylobacter jejuni*
Journal of Applied Microbiology, **100**, 623-632

NERBRINK, E., BORCH, E. (1993)

Evaluation of bacterial contamination at separate processing stages in emulsion sausage production

International Journal of Food Microbiology, **20**, 37-44

NESBAKKEN, T., KAPPERUD, G., CAUGANT, D.A. (1996)

Pathways of *Listeria monocytogenes* contamination in the meat processing industry

International Journal of Food Microbiology, **31**, 161-171

NEWELL, D.G. (2001)

Animal model of *Campylobacter jejuni* colonization and disease and the lessons to be learned from similar *Helicobacter pylori* models

Journal of Applied Microbiology, **90**, 57-67

NITSCH, P. (1995)

Der Einfluss von Stärke- und Eiklarzusatz zu Brühwurst in Abhängigkeit vom Fettgehalt

Mitteilungsblatt BAFF, **130**, 443

NIVEN, C.F., CASTELLANI, A.G., ALLANSON, V. (1949)

A study of the lactic acid bacteria that cause surface discolorations of sausages

Journal of Bacteriology, **58**, 633

NIVEN, C.F., EVANS, J. (1956)

Lactobacillus viridescens nov. spec., a heterofermentative species that produces a green discoloration of cured meat pigments

Journal of Bacteriology, **73**, 758-759

- NORRUNG, B., ANDERSEN, J.K., SCHLUNDT, J. (1999)
Incidence and control of *Listeria monocytogenes* in foods in Denmark
International Journal of Food Microbiology, **53**, 195-203
- OTTOSSON, J., STENSTROM, T.A. (2003)
Growth and reduction of microorganisms in sediments collected from a greywater treatment system
Letters in Applied Microbiology, **36**, 168-172
- PARK, S.F. (2001)
The physiology of *Campylobacter* species and its relevance to their role as foodborne pathogens
International Journal of Food Microbiology, **74**, 177-188
- PEARSON, A.D., GREENWOOD, M., HEALING, T.D., ROLLINS, D.M., SHAHAMAT, M., DONALDSON, J., COLWELL, R.R. (1993)
Colonisation of broiler chickens by waterborne *Campylobacter jejuni*
Applied and Environmental Microbiology, **59**, 987-996
- PECCIO, A., AUTIO, T., KORKEALA, H., ROSMINI, R., TREVISANI, M. (2003)
Listeria monocytogenes occurrence and characterization in meat-producing plants
Letters in Applied Microbiology, **37**, 234-238
- PICHNER, R. (2001)
Aktuelles aus der internationalen Fleischforschung – Nachweis und Verhalten von *Campylobacter* spp.
Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach
Fleischwirtschaft **81**, 76
- PITTET, D. (2000)
Improving compliance with hand hygiene in hospitals
Infection Control and Hospital Epidemiology, **21**, 381-386

PITTET, D. (2001)

Improving adherence to hand hygiene practice: a multidisciplinary approach

Emerging Infectious Diseases, **7**, 234-240

PRÄNDL, O., FISCHER, A., SCHMIDHOFER, T., SINELL, H.J. (1988)

Fleisch – Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung

Ulmer Verlag, Stuttgart, 504-506

PRÜSSMEIER, T. (2005)

Den Reiz lange erhalten – Schutzatmosphären sichern Qualität und Frische von Lebensmitteln

Fleischwirtschaft, **85**, 39-42

RENZ, V., DREES, E., STEGMANN, T. (2006)

Erhebungen zum Vorkommen von *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. und *Arcobacter* spp. in Entenbrüsten

47. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der DVG, 26.09.-29.09.2006, Garmisch-Partenkirchen

REUTER, G. (1970a)

Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischwaren

2. Mitteilung: Die Charakterisierung der isolierten Laktobazillenstämme

Fleischwirtschaft, **50**, 951-953

REUTER, G. (1970b)

Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischwaren

4. Mitteilung: Die Ökologie von Laktobazillen, *Leuconostoc*-Spezies und *Pediokokken*

Fleischwirtschaft, **50**, 1397-1399

REUTER, G. (1972)

Vorkommen und Bedeutung von psychrotrophen Mikroorganismen im Fleisch

Archiv für Lebensmittelhygiene, **12**, 272-275

REUTER, G., MARX, M. (1974)

Erhebungen über die Häufigkeit und Bewertung des sogenannten unspezifischen Keimgehaltes bei der amtlichen bakteriologischen Fleischuntersuchung (BU)
Archiv für Lebensmittelhygiene, **25**, 49-53

ROBERT-KOCH-INSTITUT (RKI) (1998)

Zum Auftreten der Listeriose
Epidemiologisches Bulletin, 23/1998, 166-167

ROBERT-KOCH-INSTITUT (RKI) (2004)

Bakterielle Gastroenteritiden: Situationsbericht 2003
Epidemiologisches Bulletin, 31/2004, 251-259

ROBERT-KOCH-INSTITUT (RKI) (2006a)

Ausgewählte Zoonosen im Jahr 2005: Durch Lebensmittel übertragbare bakterielle gastrointestinale Infektionen
Epidemiologisches Bulletin, 41/2006, 351-362

ROBERT-KOCH-INSTITUT (RKI) (2006b)

Aktuelle Statistik meldepflichtiger Infektionskrankheiten
Epidemiologisches Bulletin, 48/2006, 367-370

ROBERT-KOCH-INSTITUT (RKI) (2006c)

Zur Situation bei wichtigen Infektionskrankheiten in Deutschland: Listeriose
Epidemiologisches Bulletin, 49/2006, 436-446

ROCOURT, J., JACQUET, CH., REILLY, A. (2000)

Epidemiology of human listeriosis and seafoods
International Journal of Food Microbiology, **62**, 197-209

ROLLINS, D.M., COLWELL, R.R. (1986)

Viable but nonculturable stage of *Campylobacter jejuni* and its role in survival in the natural aquatic environment
Applied and Environmental Microbiology, **52**, 531-538

SAMELIS, J., GEORGIADOU, G. (2000)

The microbial association of Greek taverna sausage stored at 4 and 10 °C in air, vacuum or 100 % carbon dioxide, and its spoilage potential

Journal of Applied Microbiology, **88**, 58-68

SCHERER, K., BARTELT, E., VOGT, P., SOMMERFELD, C., HILDEBRANDT, G. (2005)

Quantitative Bestimmung von *Campylobacter* spp. auf der Oberfläche und im Muskel von Hähnchenkeulen aus dem Handel

Proceedings der 46. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der DVG, 27.09.-30.09. 2005, Garmisch-Partenkirchen, 80-85

SEDGLEY, C.M., SAMARANAYAKE, L.P. (1994)

Oral and oropharyngeal prevalence of *Enterobacteriaceae* in humans: a review

Journal of Oral Pathology and Medicine, **23**, 104-113

SELBITZ, H.-J. (1992):

Lehrbuch der veterinärmedizinischen Bakteriologie

Gustav Fischer Verlag, Jena – Stuttgart, 41 - 80

SHARPE, E. (1963)

Milchsäurebakterien in Fleischwaren und Fehlfabrikate

Fleischwirtschaft, **43**, 692-696

SINELL, H.-J. (1980)

Einführung in die Lebensmittelhygiene

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 21-23

SNELLING, W.J., MATSUDA, M., MOORE, J.E., DOOLEY, J.S.G. (2005)

Under the microscope: *Campylobacter jejuni*

Letters in Applied Microbiology, **41**, 297-302

STILES, M.E., LAI-KING, N.G. (1981)

Enterobacteriaceae Associated with Meats and Meat Handling

Applied and Environmental Microbiology, **41**, 867-872

STILES, M.E., HOLZAPFEL, W.H. (1997)

Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy

International Journal of Food Microbiology, **36**, 1

TENORIO, A.R., BADRI, S.M., SAHGAL, B.N., HATA, B., MATUSHEK, M.,
HAYDEN, M.K., TRENHOLME, G.M., WEINSTEIN, R.A. (2001)

Effectiveness of gloves in the prevention of hand carriage of vancomycin resistant
Enterococcus species by health care workers after patient care.

Clinical Infectious Diseases, **32**, 826-829

THIER-KUNDKE, J. (2006)

From Farm to Fork – Neue Konzepte sollen die mikrobielle Sicherheit von
Lebensmitteln erhöhen.

Verlag BfR, Forschungsreport, 2/2006, 42-43

THOLOZAN, J.L., CAPPELEIR, J.M., TISSIER, J.P., DELATTRE, J.P., FEDERIGHI,
M. (1999)

Physiological characterisation of viable-but-nonculturable *Campylobacter jejuni* cells.

Applied and Environmental Microbiology, **65**, 1110-1116

TIBALLS, J. (1996)

Teaching hospital medical staff to handwash

Medical Journal of Australia, **16**, 395-398

TSCHÄPE, H. (2000)

Lebensmittelbedingte Infektionskrankheiten durch Bakterien

In: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, **43**,

758-769

VON HOLY, A., CLOETE, T.E., HOLZAPFEL, W.H. (1991)

Quantification and characterization of microbial populations associated with spoiled vacuum-packed Vienna sausages.

Food Microbiology, **8**, 95-104

WALLS, I., BUCHANAN, R.L. (2005)

Use of food safety objectives as a tool for reducing foodborne listeriosis

Food Control, **16**, 795-799

WEBER, H. (2003)

Haltbarkeit und sensorische Qualität von Brühwurst – Mikrobiologische Aspekte und deren Auswirkungen

Fleischwirtschaft **83**, 89-94

WEBER, H. (2004)

Wirkung und Wirkungsweise – Stoffe, die Konsistenz, Geschmack und Farbe verändern und die Haltbarkeit erhöhen (2. Teil)

Fleischwirtschaft, **84**, 22-25

YOST, C.K., NETTRESS, F.M. (2000)

The use of multiplex PCR reactions to characterize populations of lactic acid bacteria associated with meat spoilage

Letters in Applied Microbiology, **31**, 129-133

ZEITOUN, A.A.M., DEBEVERE, J.M., MOSSEL, D.A.A. (1994)

Significance of *Enterobacteriaceae* as index organisms for hygiene on fresh untreated poultry, poultry treated with lactic acid and poultry stored in a modified atmosphere

Food Microbiology, **11**, 169-176

ZURERA-COSANO, G., RINCON-LEON, F., MORENO-ROJAS, R., POZO-LORA, R. (1988)

Microbial growth in vacuum packaged frankfurters produced in Spain

Food Microbiology, **5**, 213-218

Gesetze, Verordnungen und amtliche Methoden:

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 64 LFGB
(2006)

Untersuchung von Lebensmitteln, mikrobiologische Untersuchung von Fleisch und
Fleischerzeugnissen, Methode L 06.00-16:

Vorbereitung der Probe

Beuth Verlag, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 64 LFGB
(2006)

Untersuchung von Lebensmitteln, Methode L 06.00-24:

Bestimmung von *Enterobacteriaceae* in Fleisch; Spatelverfahren

Beuth Verlag, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 64 LFGB
(2006)

Untersuchung von Lebensmitteln, Methode L 06.00-18:

Bestimmung der aeroben Keimzahl bei 30°C in Fleisch und Fleischerzeugnissen;
Spatel- und Plattengußverfahren

Beuth Verlag, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 64 LFGB
(2006)

Untersuchung von Lebensmitteln, Methode L 00.00-32:

Horizontales Verfahren für den Nachweis und die Zählung von *Listeria
monocytogenes*

Beuth Verlag, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 64 LFGB
(2006)

Untersuchung von Lebensmitteln, Methode L 06.00-31:

Bestimmung von Laktobazillen in Fleisch und Fleischerzeugnissen, Spatelverfahren

Beuth Verlag, Berlin

DIN-NORM 10113-3 (1997)

Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich, Teil 3: Semiquantitatives Verfahren mit Nährbodenbeschichteten Entnahmevorrichtungen (Abklatschverfahren)

LEITSÄTZE FÜR FLEISCH UND FLEISCHERZEUGNISSE

Vom 27./28. November 2000

In: BECK'SCHE TEXTAUSGABEN LEBENSMITTELRECHT (2003)

Verlag C. H. Beck, München

DIN-NORM 10113-2 (1997)

Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich, Teil 2: Semiquantitatives Tupfverfahren

NORM ISO 10272-1

Mikrobiologie von Lebensmitteln und Futtermitteln – Horizontales Verfahren zum Nachweis und zur Zählung von *Campylobacter* spp. – Teil 1: Nachweisverfahren
Beuth Verlag, Berlin

VERORDNUNG (EG) Nr. 853/2004 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 29. April 2004

Über Lebensmittelhygiene

Pressemitteilungen und Internetquellen:

BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2006)

Thema Fleischskandal: Informationen zum aktuellen Sachstand bezüglich Fleischskandal und Gammelfleisch

www.bmelv.de

BRENNER, D. J. (1991)

Introduction to the Family *Enterobacteriaceae*

In: THE PROCARYOTES

([http:// 141.150.157.117:8080/prokPUB/...](http://141.150.157.117:8080/prokPUB/...))

BfR (BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG) (2006)

Entwicklung von Handlungsoptionen zur Reduzierung von *Campylobacter* spp. im Geflügelbereich

Kurzprotokoll eines Sachverständigengesprächs

BfR (BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG) (1999)

Listerien-Infektion vermeiden

Pressedienst, 03/99

BVDF (Bundesverband der deutschen Fleischwarenindustrie e.V.) (2004)

Fleischwarenindustrie: Ertragsprobleme nehmen zu

Pressebericht: 24.06.2004

<http://www.bvdf.de>

BVDF (Bundesverband der deutschen Fleischwarenindustrie e.V.) (2005a)

Verbraucher lieben Fleischwurst und Co.

Pressebericht: 23.03.2005

<http://www.bvdf.de>

BVDF (Bundesverband der deutschen Fleischwarenindustrie e.V.) (2005b)

Discounter bauen ihr Angebot aus

Pressebericht: 6.09.2005

<http://www.bvdf.de>

DEUTSCHER FLEISCHER-VERBAND (2005a)

Geschäftsbericht 2005 – Verzehr von Fleischerzeugnissen

<http://www.fleischerhandwerk.de>

DEUTSCHER FLEISCHER-VERBAND (2005b)

Geschäftsbericht 2005 – Verzehrsentwicklung und Absatzpolitik

<http://www.fleischerhandwerk.de>

GESELLSCHAFT FÜR KONSUMFORSCHUNG (2003)

Studie zu den Folgen des Angebots von Frischfleisch durch Discounter

www.gfk.com

GESELLSCHAFT FÜR KONSUMFORSCHUNG (2006)

GfK Consumer Index – Ein gutes Jahr macht Lust auf mehr

www.gfk.com/imperia/md/content/ps_de/consumerindex/ci_11-2006.pdf

ON, S. (1999)

The genus *Campylobacter*

<http://campynet.vetinst.dk>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2000)

Campylobacter

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs255/en/print.html>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2002a)

Food safety and foodborne illness

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs237/en/print.html>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2002b)

Foodborne diseases, emerging

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs124/en/print.html>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2004)

Guidelines on drinking-water quality, 3rd ed. Geneva

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs124/en/print.html>

N.N.:

N.N. (2002)

Fehlfabrikate zuverlässig vermeiden – Qualitätskriterien und kritische Kontrollpunkte der Brühwurstherstellung

Fleischwirtschaft, **82**, 39-40

N.N. (2004a)

Konsumforschung - Deutlicher Wandel auf dem Wurstmarkt

Fleischwirtschaft, **84**, 68

N.N. (2004b)

Wachstum bei Würstchen

Fleischwirtschaft, **84**, 60

N.N. (2005)

Discounter wachsen langsamer

Fleischwirtschaft, **84**, 61

N.N. (2006a)

Umsatz im Lebensmittelhandel und in Drogeriemärkten mit leicht positiver Entwicklung

ACNielsen Universen, 2006

www.acnielsen.de

N.N. (2006b)

Studie - Fleischskandale hinterlassen Spuren

Fleischwirtschaft, **86**, 69

N.N. (2006c)

Renaissance der Supermärkte

Fleischwirtschaft, **86**, 65-66

10. Anhang

10.1. Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Brühwürste in KbE/g

Probenst.	Enterob.	Lactob.	Probenst.	Enterob.	Lactob.
Brühen	0	0	Fertigpa.	0	2,40E+06
Abkühlen	0	0	Brühen	0	0
Trenner	0	1,30E+02	Abkühlen	0	0
Brühen	0	0	Trenner	0	1,50E+02
Abkühlen	0	0	Brühen	0	0
Trenner	0	0	Abkühlen	0	0
Fertigpa.	0	2,80E+07	Trenner	0	0
Brühen	0	0	Fertigpa.	0	2,90E+06
Abkühlen	0	0	Brühen	0	0
Trenner	0	0	Abkühlen	0	0
Fertigpa.	0	2,50E+06	Trenner	0	0
Brühen	0	0	Brühen	0	0
Abkühlen	0	0	Abkühlen	0	0
Trenner	0	5,00E+01	Trenner	0	0
Fertigpa.	0	3,00E+06	Fertigpa.	0	2,60E+06
Brühen	0	0	Brühen	0	0
Abkühlen	0	2,50E+02	Abkühlen	0	0
Trenner	0	3,00E+02	Trenner	0	0
Brühen	0	0	Brühen	0	0
Abkühlen	0	0	Abkühlen	0	0
Trenner	0	1,80E+01	Trenner	0	0
Fertigpa.	0	2,40E+06	Fertigpa.	0	3,30E+06
Brühen	0	0	Brühen	0	0
Abkühlen	0	0	Abkühlen	0	0
Trenner	0	3,50E+02	Trenner	0	0
Brühen	0	0	Brühen	0	0
Abkühlen	0	0	Abkühlen	0	0
Trenner	0	0	Trenner	0	0
Fertigpa.	0	3,30E+06	Brühen	0	0
Brühen	0	2,30E+02	Abkühlen	0	0
Abkühlen	0	0	Trenner	0	0
Trenner	0	3,50E+02	Brühen	0	0
Fertigpa.	0	1,70E+06	Abkühlen	0	0
Brühen	0	0	Trenner	0	1,00E+01
Abkühlen	0	3,60E+02	Fertigpa.	0	3,90E+06
Trenner	0	8,50E+02	Brühen	0	0
Brühen	0	0	Abkühlen	0	0
Abkühlen	0	2,40E+02	Trenner	0	0
Trenner	0	0			

Tabelle 1

Probenst.	Enterob.	Lactob.	Gesamtk.	Probenst.	Enterob.	Lactob.	Gesamtk.
Brühen	0	0	0	Fertigpa.	0	1,60E+06	1,30E+06
Abkühlen	0	0	0	Brühen	0	0	0
Trenner	0	0	1,00E+01	Abkühlen	0	0	1,00E+01
Brühen	0	0	0	Trenner	0	0	2,40E+02
Abkühlen	0	0	0	Fertigpa.	0	1,20E+06	1,60E+06
Trenner	0	0	0	Brühen	0	0	0
Brühen	0	0	0	Abkühlen	0	0	0
Abkühlen	0	0	0	Trenner	0	0	0
Trenner	0	0	1,00E+01	Brühen	0	0	0
Brühen	0	0	0	Abkühlen	0	0	1,00E+01
Abkühlen	0	0	0	Trenner	0	0	1,00E+01
Trenner	0	1,00E+01	0	Brühen	0	0	0
Brühen	0	0	0	Abkühlen	0	0	0
Abkühlen	0	0	0	Brühen	0	0	0
Trenner	0	1,00E+01	1,00E+01	Abkühlen	0	0	0
Fertigpa.	0	6,90E+05	1,00E+01	Trenner	0	0	0
Brühen	0	0	0	Brühen	0	0	0
Abkühlen	0	0	0	Abkühlen	0	0	0
Trenner	0	1,00E+01	0	Trenner	0	0	0
Brühen	0	0	0	Brühen	0	0	1,00E+01
Abkühlen	0	0	0	Abkühlen	0	0	1,00E+01
Trenner	0	0	0	Trenner	0	0	1,00E+01
Brühen	0	0	0	Fertigpa.	0	1,30E+06	1,70E+06
Abkühlen	0	0	0	Brühen	0	0	0
Trenner	0	0	0	Abkühlen	0	0	3,00E+01
Fertigpa.	0	1,60E+06	2,00E+05	Trenner	0	0	0
Brühen	0	0	0	Fertigpa.	0	1,20E+06	1,80E+06
Abkühlen	0	0	0	Brühen	0	0	0
Trenner	0	0	0	Abkühlen	0	0	0
Brühen	0	0	0	Trenner	0	1,00E+01	3,00E+01
Abkühlen	0	0	0	Brühen	0	0	0
Trenner	0	0	0	Abkühlen	0	0	2,00E+02
Fertigpa.	0	1,60E+06	2,30E+06	Trenner	0	0	4,00E+01
Brühen	0	0	0	Fertigpa.	0	1,40E+06	1,80E+06
Abkühlen	0	0	0	Brühen	0	0	0
Trenner	0	0	1,00E+01	Abkühlen	0	0	1,00E+01
Brühen	0	0	0	Trenner	0	0	0
Abkühlen	0	0	0	Fertigpa.	0	3,5E+05	44E+04
Trenner	0	0	0	Fertigpa.	0	0	1,3E+01
Brühen	0	0	1,00E+01	Fertigpa.	8,0 E+05	1,0E+03	3,9E+06
Abkühlen	0	0	1,00E+01	Fertigpa.	0	4,0E+06	4,0E+06

Probenst.	Enterob.	Lactob.	Gesamtk.	Probenst.	Enterob.	Lactob.	Gesamtk.
Trenner	0	0	1,00E+01	Fertigpa.	0	4,0E+06	4,0E+06
Fertigpa.	0	0	3,0E+01	Fertigpa.		6,7E+05	6,0E+05
Fertigpa.	0	0	0	Fertigpa.	0	6,2E+05	7,0E+05
Fertigpa.	0	4,0E+06	4,0E+06	Fertigpa.	0	3,0E+04	2,6E+04
Fertigpa.	0	0	2,0E+04	Fertigpa.	0	6,4E+03	1,6E+04
Fertigpa.	1,8E+03	0	4,8E+03	Fertigpa.	0	0	9,3E+05
Fertigpa.	0	0	0	Fertigpa.	0	2,3E+06	2,3E+06
Fertigpa.	0	0	4,4E+04	Fertigpa.	0	4,0E+06	4,0E+06
Fertigpa.	0	0	4,4E+04	Fertigpa.	0	2,1E+06	2,1E+06
Fertigpa.	0	0	2,0E+01	Fertigpa.	0	2,3E+06	2,3E+06
Fertigpa.	8,0E+05	1,0E+03	3,9E+06	Fertigpa.	0	4,0E+06	4,0E+06
Fertigpa.	0	1,1E+06	6,1E+05	Fertigpa.	0	1,3E+06	1,2E+06
Fertigpa.	0	9,4E+05	8,3E+05	Fertigpa.	0	9,8E+05	9,8E+05
Fertigpa.	2,5E+04	0	1,6E+06	Fertigpa.	0	1,1E+06	1,1E+06
Fertigpa.	0	3,4E+05	4,0E+06	Fertigpa.	0	1,2E+06	1,2E+06
Fertigpa.	0	4,8E+05	4,0E+06				

Tabelle 2

10.2. Mikrobiologische Ergebnisse der Umgebungsproben in KbE/20cm², KbE/Messer bzw. KbE/Gestell

Probennr.	Enterob.	Lactob.	Gesamtk.	Probenstelle
1	5	90	91	Messer, Trenner, frisch
2	0		90	Rutsche, Trenner, frisch
3	0	0	0	Gestell, frisch
4			2	Kiste, frisch
5	8	0	9	Messer, Trenner, benutzt
6	5		21/cm ²	Rutsche, Trenner, benutzt
7	3		84	Kiste benutzt
8	0		2	Verpackung, Rand, benutzt
9	0	0	0	Gestell benutzt
10			17/cm ²	Verpackung, Rutsche, frisch
11			13/cm ²	Verpackung, Rand, frisch
12			0	Kiste, frisch
13	0	1	12	Messer, Trenner, frisch
14			Rasenwachstum	Rutsche, Trenner, frisch
15	0	0	0	Gestell, frisch
16	0		40	Verpackung, Rutsche, benutzt
17	0		14	Kiste benutzt
18	0			Rutsche, Trenner, benutzt
19	0	10	12	Messer, Trenner, benutzt
20	0	0	0	Gestell benutzt
21			22	Verpackung, Rutsche, frisch
22			30	Verpackung, Rand, frisch
23			1	Kiste, frisch
24			180	Rutsche, Trenner, frisch
25	0	50	56	Messer, Trenner, frisch
26	0	0	0	Gestell, frisch
27	0		0	Verpackung, Rutsche, benutzt
28	0		0	Kiste benutzt
29	5		0	Rutsche, Trenner, benutzt
30	0	15	20	Messer, Trenner, benutzt
31	0	0	0	Gestell benutzt
32	0	0	253	Verpackung, Rutsche, benutzt
33	14	1	13	Kiste benutzt
34	6	0	171	Rutsche, Trenner, benutzt
35	0	2	22	Messer, Trenner, benutzt
36	0	0	0	Gestell benutzt
37	0	0	9	Verpackung, Rutsche, benutzt
38	0	0	39	Kiste benutzt
39	0	5	27/cm ²	Rutsche, Trenner, benutzt
40	0	0	0	Messer, Trenner, benutzt
41	0	0	0	Gestell benutzt
42	0	1	34/cm ²	Rutsche, Trenner, benutzt
43	0	0	0	Messer, Trenner, benutzt
44	0	2	19	Kiste benutzt
45	0	0	0	Gestell benutzt

46	0	1	1	Verpackung, Rutsche, benutzt
47	0	0	0	Messer, Trenner, benutzt
48	0	0	0	Gestell benutzt
49	10	3	8	Rutsche, Trenner, benutzt
50	22	1	90	Kiste benutzt
51	0	0	53	Verpackung, Rutsche, benutzt
52	0	0	0	Messer, Trenner, frisch
53	0	0	0	Gestell frisch
54	0	4	23/cm ²	Verpackung, Rutsche, frisch
55	0	0	25	Rutsche, Trenner, frisch
56	0	0	26	Kiste frisch
57	0	1	9/cm ²	Rutsche, Trenner, benutzt
58	0	0	24	Verpackung, Rutsche, benutzt
59	0	1	Rasenwachstum	Kiste benutzt
60	0	10	12	Messer, Trenner, benutzt
61	0	0	0	Gestell benutzt
62	0	0	0	Messer, Trenner, benutzt
63	0	0	0	Gestell benutzt
64	1	8	24/cm ²	Rutsche, Trenner, benutzt
65	0	0	13	Verpackung, Rutsche, benutzt
66	0	0	15	Kiste benutzt
67	0	0	0	Gestell benutzt
68	0	2	32	Kiste benutzt
69	0	3	20	Verpackung, Rutsche, benutzt
70	0	0	0	Messer, Trenner, benutzt
71	0	0	0	Gestell benutzt
72	0	0	63	Rutsche, Trenner, benutzt
73	0	0	6	Kiste benutzt
74	0	0	3	Verpackung, Rutsche, benutzt
75	0	0	14	Messer, Trenner, benutzt
76	0	0	0	Gestell benutzt
77	7	1	Rasenwachstum	Rutsche, Trenner, benutzt
78	0	1	22/cm ²	Kiste benutzt
79	0	0	8	Verpackung, Rutsche, benutzt

10.3. Mikrobiologische Ergebnisse der Untersuchung der Handschuhe der Mitarbeiter (KbE/20cm²) sowie des Gasgemisches (KbE/20cm²) und der Einschaltknöpfe der Verpackungsmaschine (KbE/Knopf)

Probennr.	Enterob.	Lactob.	Gesamtk.	Probenstelle
1	0			Handschuhe
2	0			Handschuhe
3	0			Handschuhe
4	0	0	0	Knopf Verpackung
5	0	0	1	Knopf Verpackung
6	0	0	10	Knopf Verpackung
7	0	0	13	Knopf Verpackung
8	0			Handschuhe
9	0			Handschuhe
10	0			Handschuhe
11	0			Handschuhe
12	0			Handschuhe
13	0	0	0	Knopf Verpackung
14	0	0	0	Knopf Verpackung
15	0			Handschuhe
16	0			Handschuhe
17	0			Handschuhe
18	0			Handschuhe
19	0			Handschuhe
20	0			Handschuhe
21	0			Handschuhe
22	0			Handschuhe
23	0			Handschuhe
24	0			Handschuhe
25	0	0	0	Gasgemisch
26	0	0	0	Gasgemisch
27	0			Handschuhe
28	1			Handschuhe
29	6			Handschuhe
30	4			Handschuhe
31	0			Handschuhe
32	0			Handschuhe
33	0			Handschuhe
34	1			Handschuhe
35	1			Handschuhe
36	0			Handschuhe
37	0			Handschuhe
38	0			Handschuhe
39	0			Handschuhe
40	0			Handschuhe
41	0			Handschuhe
42	0			Handschuhe
43	0			Handschuhe

44	1			Handschuhe
45	0			Handschuhe
46	1			Handschuhe

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. A. Stolle für die Überlassung des Themas, die freundliche Aufnahme am Institut, die rasche Korrektur des Manuskriptes und die stets sehr hilfreiche Unterstützung.

Recht herzlich möchte ich mich auch bei Frau PD Dr. Barbara Schalch für die stets freundliche und sehr hilfreiche Betreuung während der Planung und Durchführung dieser Arbeit bedanken.

Ebenso danke ich den Damen aus dem Labor, die für alle meine Fragen stets offen waren.

Last but not least ein herzliches Dankeschön an meine Familie, die mich in schwierigen Situationen immer aufgebaut hat und ohne die diese Arbeit nicht entstanden wäre.

LEBENS LAUF

CORDULA SUSANNE SCHWARZMÜLLER, GEB. GARUS

Geburtsdatum	11. September 1976
Geburtsort	Altötting
Familienstand	verheiratet
Eltern	Johanna Garus, geb. Mitterer und Hermann Garus
06/04 – 07/06	Assistentin in der Kleintierpraxis Dr. Dirr in Gersthofen
11/05	Beginn der Doktorarbeit am Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der LMU München
03/04	Erteilung der Approbation zur Tierärztin
11/00 – 02/04	Hauptstudium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München
08/98 – 10/00	Grundstudium der Tiermedizin an der St. Istvan Universität Budapest
11/97 – 08/98	Grundstudium Chemie an der Technischen Universität München
09/96 – 10/97	Ausbildung zur Tierarzhelferin in der I. Medizinischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München
06/96	Abitur
09/87 – 06/96	Gymnasium der Englischen Fräulein Altötting
09/83 – 08/87	Grundschule Altötting