

Aus dem Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde
Der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. M. Bülte

**Praktische Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG zur
Hygienekontrolle in einem mittelständischen
Direktvermarkterbetrieb**

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

Eingereicht von
Katja Otten
Tierärztin aus Daun

Gießen 2005

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

Dekan: Prof. Dr. M. Reinacher

Gutachter: Prof. Dr. M. Bülte
Prof. Dr. G. Erhardt

Tag der Disputation: 15. Dezember 2005

In Liebe und Dankbarkeit
meiner Mutter,
meinem Vater

Einige Ergebnisse dieser Arbeit wurden bereits veröffentlicht:

Poster

K. OTTEN, S. ROTH und M. BÜLTE (2004)
Praktische Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG in einem
mittelständischen Direktvermarkterbetrieb
in: Proceed. 45. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
Garmisch-Partenkirchen 28.09. – 01.10.2004

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG.....	1
2	LITERATURÜBERSICHT	2
2.1	Eigenkontrollen in der landwirtschaftlichen Direktvermarktung. 2	
2.1.1	Rechtliche Grundlagen	2
2.1.1.1	Nationale Gesetzgebung in der Bundesrepublik Deutschland	2
2.1.1.2	Gesetzgebung der Europäischen Union: Die Entscheidung 2001/471/EG.....	3
2.2	Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)-Konzept..	10
2.3	Reinigung und Desinfektion	13
2.4	Bedeutung mikrobiologischer Monitoring-Untersuchungen sowie von Markerorganismen.....	17
2.5	Zusammensetzung der Mikroflora von Schlachttierkörpern.....	21
2.6	Mikrobielle Kontamination von Schlachttierkörpern	25
2.7	Mikrobiologische Kriterien für Schlachttierkörper	32
2.8	Methoden zur Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Schlachttierkörpern sowie Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen	36
2.8.1	Destruktive Verfahren	36
2.8.2	Nicht-destruktive Verfahren.....	38
2.8.2.1	Konventionelle Verfahren.....	38
2.8.2.2	Schnellmethoden	43
3	EIGENE UNTERSUCHUNGEN.....	49
3.1	Gegenstand der Untersuchungen	49
3.2	Prozeßstufen bei der Schlachtung	49

3.3	Material	51
3.3.1	Schlachttiere	51
3.3.1.1	Hilfsmittel für die destruktive Probenentnahme und -transport.....	51
3.3.1.2	Verdünnungslösungen und Nährböden für mikrobiologische Untersuchungen.....	53
3.3.2	Reinigung und Desinfektion	54
3.4	Methode	56
3.4.1	Probenahme an Schlachttierkörpern.....	56
3.4.1.1	Auswahl der Tierkörper	56
3.4.1.2	Auswahl der Probenahmestellen	56
3.4.1.3	Destruktive Probenentnahme.....	57
3.4.1.4	Mikrobiologische Untersuchung von Tierkörperoberflächen	58
3.4.2	Mikrobiologische Untersuchungen zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion	62
3.5	Statistische Auswertung	65
3.5.1	Mikrobiologische Daten zur Schweine- und Rinderschlachtung.....	65
3.5.2	Mikrobiologische Daten zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion	67
3.6	Ergebnisse.....	68
3.6.1	Mikrobiologische Untersuchung von Schlachttierkörpern	68
3.6.1.1	Aerobe mesophile Keimzahl bei Schweineschlachttierkörpern	69
3.6.1.2	<i>Enterobacteriaceae</i> bei Schweineschlachttierkörpern	71
3.6.1.3	Vergleich der Keimzahlwerte bei unterschiedlicher Herkunft der Schlachttiere	71
3.6.1.4	Aerobe mesophile Keimzahl bei Rinderschlachttierkörpern	72
3.6.1.5	<i>Enterobacteriaceae</i> bei Rinderschlachttierkörpern	75
3.6.1.6	Abhängigkeit der Keimzahlwerte bei An- bzw. Abwesenheit des Untersuchers während des Schlachtprozesses	76
3.6.1.7	Aufzeichnungen der Ergebnisse in Prozesskontrolldiagrammen	78
3.6.2	Ergebnisse der Überprüfung von Reinigung und Desinfektion.....	78
3.6.2.1	Ergebnisse der Untersuchungen der Umgebungsproben auf die aerobe mesophile Keimzahl.....	79
3.6.2.2	Dokumentation der Ergebnisse.....	82

4	DISKUSSION	83
4.1	Praktische Erkenntnisse bezüglich der methodischen Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG	83
4.1.1	Probenahmeverfahren	83
4.1.2	Probenahmelokalisationen.....	89
4.1.3	Probenahmefrequenz, Status-quo-Erhebung.....	91
4.1.4	Untersuchungsverfahren: Gesamtkeimzahl und <i>Enterobacteriaceae</i>	93
4.2	Aufzeichnungen und mikrobiologische Bewertung der Ergebnisse der Probenahme an Schlachttierkörpern	100
4.2.1	Ergebnisse der Untersuchung auf die Gesamtkeimzahl	100
4.2.1.1	Schweineschlachtung	101
4.2.1.2	Rinderschlachtung	104
4.2.2	Ergebnisse der Untersuchung auf <i>Enterobacteriaceae</i>	105
4.3	Mikrobiologische Bewertung der Umgebungsproben.....	105
5	SCHLUSSFOLGERUNGEN	109
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	111
7	SUMMARY	113
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	115
9	ANHANG	149
9.1	Bakteriologische Probenahme an Schlachttierkörpern	149
9.1.1	Protokoll zur destruktiven Probenahme nach Entscheidung 2001/471/EG	149
9.1.2	Auswertungsf formular	150
9.1.3	Prozesskontrolltabelle	151
9.1.4	Prozesskontrolldiagramme.....	152
9.1.5	Ergebnistabellen	158
9.1.5.1	Schweineschlachttierkörper	158
9.1.5.2	Rinderschlachttierkörper	163

9.2	Bakteriologische Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion	164
9.2.1	Probenahmeplan / Auswertungsformular	164
9.2.2	Balkendiagramme zur fortlaufenden graphischen Darstellung der Ergebnisse	167
9.2.3	Protokoll zur Entsorgung der Nährbodenträger.....	180

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 01: Hygienekonzept eines lebensmittelverarbeitenden Betriebes [nach UNTERMANN (1996), Fleischwirtsch. <u>76</u> , S. 700]	11
Abb. 02: Probenentnahmegerät	52
Abb. 03: Testsystem „Hygicult TPC“	55
Abb. 04: Probenentnahmestellen für die destruktive Probenahme an Schlachttierkörpern	57
Abb. 05: Schematische Darstellung der Probenaufbereitung zur Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl und der <i>Enterobacteriaceae</i>	60
Abb. 06: Schema zur Auswertung bebrüteter Nährböden.....	64
Abb. 07: Box-and-Whisker-Plot-Darstellung.....	66
Abb. 08: Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme an Schweineschlachttierkörpern (n=332) über 12 Monate.....	69
Abb. 09: Box-and-Whisker-Plot-Darstellung der mesophilen Gesamtkeim- zahlen bei Schweineschlachtungen (n=332) über 12 Monate.....	70
Abb. 10: Vergleichende Gegenüberstellung der Oberflächenkeimzahl- Kennwerte bei unterschiedlicher Herkunft der Schlachttiere.....	72
Abb. 11: Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme an Rinderschlachttierkörpern (n=48) über 12 Monate	72
Abb. 12: Aerobe mesophile Keimzahl bei Rinderschlachtungen (n=48) über 12 Monate	74
Abb. 13: Vergleichende Gegenüberstellung der Oberflächenkeimzahl- Kennwerte bei An- und Abwesenheit des Untersuchers bei der Schweineschlachtung.....	76
Abb. 14: Vergleichende Gegenüberstellung der Oberflächenkeimzahl- Kennwerte bei An- und Abwesenheit des Untersuchers bei der Rinderschlachtung.....	77
Abb. 15: Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion an 423 Umgebungsproben im Untersuchungszeitraum von 9 Monaten.....	79
Abb. 16: Beispiel für die fortlaufende graphische Dokumentation der Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion.....	82

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Annehmbare, kritische und unannehmbare tagesdurchschnittliche mikrobielle Belastungen ($\log \text{KbE}/\text{cm}^2$) in Schlachtbetrieben für Rinder und Schweine bei destruktiver Probenahme	68
Tabelle 2: Ergebnisse der Untersuchungen der horizontalen Proben von drei Rinderschlachttierkörpern auf die aerobe mesophile Keimzahl.....	75
Tabelle 3: Annehmbarer und nicht annehmbarer Bereich für die Koloniezahl bei Nutzung von Agar-Abklatschplatten	78
Tabelle 4: Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion im Produktionsbereich.....	80
Tabelle 5: Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion im Verkaufsbereich.....	81

Übersicht relevanter bzw. häufig verwendeter Abkürzungen und Einheiten

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
AKZ	aerobe mesophile Keimzahl
Art.Nr.	Artikelnummer
BPW	buffered pepton water
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
cm ²	Quadratzentimeter
d.h.	das heißt
CEN	Comité Européen de Normalisation (Europäisches Komitee für Normung)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DVG	Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft
EB	<i>Enterobacteriaceae</i>
EU	Europäische Union
EG	Europäische Gemeinschaft
Fa.	Firma
FIHV	Fleischhygieneverordnung
GKZ	(aerobe mesophile) Gesamtkeimzahl
HACCP	hazard analysis and critical control point
ISO	International Organization for Standardization
Kap.	Kapitel
KbE	Kolonie-bildende Einheit(en)
log	dekadischer Logarithmus
LMBG	Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz
ml	Milliliter
mm	Millimeter
n	Stichprobenumfang
Nr.	Nummer
NTT	Nass-Trocken-Tupfer [-technik]
PCA	plate count agar
Tab.	Tabelle
v.a.	vor allem
VRBGA	violet-red-bile-glucose-agar
z.B.	zum Beispiel
°C	Grad Celsius
%	Prozent
§	Paragraph
>	größer als
≥	größer oder gleich
<	kleiner als
≤	kleiner oder gleich

1 EINLEITUNG

Die Direktvermarktung oder „regionale Vermarktung“ von Fleisch und Fleischwaren auf Wochenmärkten und in Hofläden durch Landwirte ist ein stark expandierender Produktionszweig. Der direkte Verkauf von Erzeugnissen aus der landwirtschaftlichen Urproduktion ist zu einem wichtigen Erwerbszweig in der tierischen Veredelungswirtschaft geworden. Der Wunsch der Verbraucher nach Transparenz und die Möglichkeit, Erzeugnisse unmittelbar beim Hersteller erwerben zu können, tragen wesentlich zum Kaufverhalten des Konsumenten bei.

Direktvermarktern von Fleisch und Fleischwaren ist die Überwachung der allgemeinen Hygiene ihrer Produktionsbedingungen mittels mikrobiologischer Untersuchungen von Seiten der EU mit Artikel 10 (2) der Frischfleischrichtlinie 64/433/EWG (EG, 1964, 1991) vorgeschrieben. Die anzuwendende Probenentnahme- und Untersuchungstechnik, der Umfang und die Dokumentation der Kontrollen sowie verbindliche mikrobiologische Normen wurden allerdings erstmals mit der Entscheidung 2001/471/EG (EG, 2001) konkretisiert.

Diese Entscheidung wurde am 29. November 2001 bekannt gemacht (BMVEL, 2001) und ist seit 01. Juli 2003 für Betriebe nach § 11a Abs. 3 Nr. 1 Fleischhygieneverordnung (FIHV, 2001), und somit auch für Direktvermarkter, anzuwenden. Aufgrund dieser neuen Rechtsbestimmungen sind Betriebsinhaber verpflichtet, den Hygienestatus der Schlachttierkörper und die ordnungsgemäße Reinigung und Desinfektion der Arbeitsflächen mittels mikrobiologischer Untersuchungen zu überprüfen.

Da bisher kaum Informationen hinsichtlich der Umsetzung dieser Vorgaben im Bereich der Direktvermarktung vorliegen, sollten in eigenen Untersuchungen zur Einschätzung der IST-Situation in einem direktvermarktenden Betrieb die mikrobiologischen Ergebnisse der in der EU-Entscheidung geforderten bakteriologischen Untersuchungen über einen Zeitraum von einem Jahr fortlaufend erfasst und diskutiert werden. Gleichzeitig sollten dabei die bei Umsetzung der Maßnahmen in der Praxis auftretenden Probleme berücksichtigt werden.

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Eigenkontrollen in der landwirtschaftlichen Direktvermarktung

2.1.1 Rechtliche Grundlagen

Eigenkontrollen für Fleisch-vermarktende Betriebe bedeutet die Etablierung und Überwachung von Hygienesicherungsmaßnahmen, um die Herstellung von gesundheitlich unbedenklichen und qualitativ hochwertigen Lebensmitteln gewährleisten zu können. Im Rahmen eines Eigenkontrollsystems sind die für die Entstehung gesundheitlicher Gefahren kritischen Punkte festzustellen und es ist zu gewährleisten, dass angemessene Sicherheitsmaßnahmen festgelegt, durchgeführt, eingehalten und überprüft werden. Grundlage dafür sind die Prinzipien des HACCP-Systems (Hazard Analysis and Critical Control Point). Die Überwachungsbehörde führt die „Kontrolle der Eigenkontrolle“ durch.

2.1.1.1 Nationale Gesetzgebung in der Bundesrepublik Deutschland

In § 11c der Fleischhygieneverordnung (FIHV, 2001) werden betriebseigene Kontrollen und Maßnahmen beschrieben. Registrierte Betriebe haben Nachweise über Art, Herkunft und Anzahl der Schlachttiere, Tag der Schlachtung, Menge des zerlegten Fleisches, Menge der zubereiteten Fleischerzeugnisse, Abgabe des Fleisches, Art, Umfang und Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zu führen (FIHV, 2001). Mit der Änderung der FIHV durch die Verordnung vom 14.03.2002 wird von den registrierten Betrieben die Überwachung der Arbeits- und Betriebsabläufe nach den Grundsätzen eines Hygiene-Sicherungs-Systems gefordert. Grundsätze sind die Ermittlung von Gefahren, Festlegung von kritischen Lenkungspunkten, die Etablierung von Sicherheitsmaßnahmen, Überprüfung der Maßnahmen und Führung von Nachweisen (FIHV, § 11c, Absatz 6). Die FIHV selbst enthält

jedoch keine konkreten Vorgaben oder gar Methoden zur mikrobiologischen Überprüfung des Hygienestatus.

2.1.1.2 Gesetzgebung der Europäischen Union: Die Entscheidung 2001/471/EG

Die Verpflichtung zur Überprüfung der allgemeinen Hygiene ist im gesetzlichen Rahmen der Europäischen Union in Artikel 10 Abs. 2 der Richtlinie 64/433/EWG enthalten (EG, 1964/1991). Die in der Frischfleischrichtlinie geforderten mikrobiologischen Kontrollen werden erstmals in der Entscheidung 2001/471/EG konkretisiert. Diese „Entscheidung der Kommission der Europäischen Gemeinschaft über Vorschriften zur regelmäßigen Überwachung der allgemeinen Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen gemäß Richtlinie 64/433/EWG über die gesundheitlichen Bedingungen für die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch und Richtlinie 71/118/EWG zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim Handelsverkehr mit frischem Geflügelfleisch vom 08. Juni 2001“ enthält konkrete methodische Vorgaben zur Kontrolle der Produktionsbedingungen im Betrieb.

Die Entscheidung ist in vier Artikel und einen Anhang gegliedert. Artikel 1 führt für Betreiber von Fleischbetrieben verpflichtend ein, dass das Eigenkontrollsystem nach den sieben Prinzipien des HACCP-Systems aufzubauen ist. Artikel 2 gibt vor, dass die mikrobiologischen Kontrollen an den Betriebspunkten zu erfolgen haben, an denen das Risiko einer mikrobiologischen Kontamination am größten ist, und dass die Untersuchungen gemäß dem im Anhang beschriebenen Verfahren durchzuführen sind. Artikel 3 legt die Frist fest, bis zu der die Entscheidung angewendet werden muss. In Deutschland ist der Inhalt der Entscheidung im Rahmen der Bekanntmachung vom 29. November 2001 des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft gemäß § 11c Abs. 1 Nr. 1c der Fleischhygieneverordnung in das deutsche Recht übernommen worden (BAnz. Nr. 230, S. 24 786). Die Entscheidung ist seit dem 01. Juli 2002 in nach § 11a Abs. 3 Nr. 1 der FIHV zugelassenen Betrieben und seit dem 01. Juli 2003 in nach § 11a Abs. 3 Nr. 1 FIHV registrierten Betrieben anzuwenden. Gemäß

Artikel 4 sind alle Mitgliedstaaten der Europäischen Union sowie EU-zugelassene Betriebe in Drittländern Rechtsunterworfenen. Im Anhang der Entscheidung wird die Überprüfung der Schlachttierkörper auf Oberflächenkeimgehalt sowie die regelmäßige Kontrolle des Erfolges von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen rechtsverbindlich eingefordert. Erstmals werden im Fleischhygienerecht – mit Ausnahme von Hackfleischerzeugnissen in EU-zugelassenen Betrieben – mikrobiologische Grenzwerte festgelegt.

2.1.1.2.1 Bakteriologische Untersuchungen an Schlachttierkörpern (Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen und Pferde)

Für die Beprobung von Schlachttierkörpern kann der Betriebsinhaber zwischen einer destruktiven und nicht-destruktiven Probenahmetechnik wählen. Beim destruktiven Verfahren sind vier Gewebeproben von jeweils 5 cm² mit einer maximalen Dicke von 5 mm pro Tierkörper zu entnehmen. Beim nicht-destruktiven Verfahren sind mittels Nass-Trocken-Tupfer (NTT)-Technik vier Proben von jeweils 100 cm² (10 x 10 cm) zu beproben. Andere Verfahren sind nach Artikel 2 der Entscheidung auch zulässig, „wenn gegenüber der zuständigen Behörde nachgewiesen wurde, dass sie dem im Anhang festgelegten Verfahren mindestens gleichwertig sind“.

Die Proben sind an fünf bis zehn Schlachttierkörpern an einem Tag je Woche zu entnehmen, wobei die Wochentage zu wechseln sind. Wenn in einem Untersuchungsblock von sechs Wochenproben die mikrobiologischen Ergebnisse im annehmbaren Bereich liegen, können zweiwöchige Untersuchungsintervalle zugelassen werden. Wird in einem Betrieb nicht durchgängig oder nur in geringen Stückzahlen geschlachtet, sollen die Intervalle sowie die Anzahl zu untersuchender Proben von der zuständigen Behörde (Amtstierarzt) festgelegt werden.

Die Proben sind an den vier Lokalisationen „Keule“, „Flanke“, „Brust“ und „Kamm“ (Rind) bzw. „Backe“ (Schwein) nach Ablauf der Hälfte des Schlachttags und vor Beginn der Kühlung zu entnehmen und zu einer Poolprobe zusammenzufassen. In einem Probenahmeprotokoll sollen Schlachtkörperkennzeichnung zur Identifizierung sowie Datum und Uhrzeit der

Probenahme notiert werden. Wenn die Untersuchungsergebnisse nicht den Anforderungen entsprechen und daraufhin eingeleitete Hygienemaßnahmen zu keiner Verbesserung der Situation führen, wird anstelle der vertikalen eine horizontale Beprobung der einzelnen Probenahmestellen vorgeschlagen. Diese, für die Entnahmestellen getrennte Keimzahlbestimmung, berücksichtigt die unregelmäßige Verteilung der Keime auf den Tierkörpern und ermöglicht die Aufdeckung von Hygieneschwachstellen im Schlachtprozess.

Die Proben sind nach ihrer Entnahme gekühlt bei 4 °C zu halten und binnen 24 Stunden zu untersuchen. Als mikrobiologische Verfahren der Probenuntersuchung zur Bestimmung der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl und der *Enterobacteriaceae* sind amtlich zugelassene Untersuchungsverfahren nach DIN, ISO und andere von der CEN oder einem anderen wissenschaftlichen Gremium zugelassene und von der zuständigen Behörde genehmigte Verfahren anzuwenden. Anstelle der Enterobakterien-Zählung kann mit Zustimmung der zuständigen Behörde und nach Festlegung entsprechender Kriterien eine *E. coli*-Zählung durchgeführt werden.

Die Untersuchungsergebnisse sind in Form von Kolonien-bildenden Einheiten (KbE) pro cm² Oberfläche anzugeben und fortlaufend in Prozesskontrolldiagrammen oder -tabellen aufzuzeichnen, die mindestens die letzten 13 wöchentlichen Untersuchungsergebnisse umfassen. Zusätzlich sind die nötigen Angaben zum Labor und zur Identifikation der Probe, wie z.B. Art, Herkunft und Kennzeichnung der Probe, anzugeben. Diese Unterlagen sind im Betrieb für mindestens 18 Monate aufzubewahren.

Bewertung der Ergebnisse

Die in der Entscheidung 2001/471/EG angegebenen Bewertungskriterien beziehen sich ausschließlich auf Ergebnisse der destruktiven Probenahme. Für andere Probenahmetechniken sind mikrobiologische Kriterien gesondert festzulegen. Diese müssen von der zuständigen Behörde genehmigt werden. Der tägliche Durchschnitt der log-Werte dient als Grundlage für die Bewertung der Ergebnisse und ist in die Kategorien „annehmbar“, „kritisch“ und „unannehmbar“ einzuteilen.

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung sollen so rasch wie möglich dem verantwortlichen Betriebspersonal mitgeteilt werden. Sind die Ergebnisse nicht zufriedenstellend, muss die Schwachstelle im Herstellungsprozess gesucht und beseitigt werden, um eine Wiederholung zu vermeiden und die hygienische Situation im Betrieb zu verbessern. Die Entscheidung nennt fünf mögliche Ursachen unbefriedigender Ergebnisse: unzureichendes Arbeitsverfahren, unzureichende Ausbildung oder Unterweisung, Verwendung ungeeigneter Reinigungs- oder Desinfektionsmittel, unzureichende Wartung der Arbeitsgeräte und unzureichende Aufsicht.

Vorschriften zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion

Die Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion dient der Verbesserung des Hygienestandards in Schlacht- und Zerlegebetrieben und ist gemäß SSOPs (sanitation standard operating procedures) durchzuführen. Die Bezeichnung „standard operating procedure“ (SOP) oder auch Standardarbeitsanweisung hat sich im deutschen Sprachraum im Zusammenhang mit Qualitätssicherungssystemen etabliert (NIENHOFF, 1999). Gemäß den Grundsätzen der Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) für die „Gute Laborpraxis“ (GLP) sind SOP's „schriftliche Anweisungen, die die Durchführung bestimmter, immer wiederkehrender Laboruntersuchungen oder sonstiger Tätigkeiten beschreiben, die in der Regel in Prüfplänen oder Prüfrichtlinien nicht näher beschrieben sind“.

SSOPs sind Standardarbeitsanweisungen speziell für Reinigung und Desinfektion. Zusammen mit den Maßnahmen der „guten Herstellungspraxis“ (GHP) stellen sie ein Instrument für fleischliefernde Betriebe zur Herstellung qualitativ wertvoller sowie gesundheitlich unbedenklicher Fleischprodukte dar. Diese auf Erzielung und Erhaltung eines möglichst geringen Kontaminationsgrades gerichteten Maßnahmen bilden gemeinsam eine Basis für darauf aufbauende Konzepte wie z.B. das HACCP-Konzept und sind somit Grundlagen von Qualitätsmanagementsystemen wie beispielsweise nach DIN EN ISO 9000.

Während GHP in den USA für die meisten Lebensmittel in den Bestimmungen der Food and Drug Administration (FDA) niedergeschrieben ist, stellt der Food Safety and Inspection Service (FSIS) innerhalb des United States Department of Agriculture (USDA) die zuständige Behörde für die fleischverarbeitenden Betriebe dar. Vorschriften des FSIS zu Sanitation Standard Operating Procedures sind in Titel 9, Kapitel 3, Teil 416 des Codes of Federal Regulations (CRF) veröffentlicht. Die rechtliche Grundlage der SSOPs bildet insbesondere das HACCP- Handbuch des FSIS des USDA (USDA, 1998).

Zu einem SSOP-Plan gehören alle wirksamen und dauerhaften Maßnahmen, die ein Betrieb für jeden Arbeitsbereich unter Berücksichtigung der baulichen, technischen, anlagentechnischen und personellen Gegebenheiten zur Sicherstellung einer wirksamen Basishygiene durchführen muss. Eine Kontamination der Produkte soll durch Festlegung von betriebsspezifischen Hygienemaßnahmen vermieden werden. Dazu soll ein genau definierter SSOP -Plan erstellt werden, nach welchem die Reinigung und Desinfektion der Arbeitsgeräte und Einrichtungsgegenstände, die Kontrolle des Betriebes vor und während der Produktion und Korrekturmaßnahmen bei Beanstandungen stattzufinden haben. Für die Durchführung, Überwachung und Dokumentation dieser Maßnahmen, die einen Teil der Eigenkontrolle darstellen, ist ein Verantwortlicher im Betrieb zu bestimmen.

Für die Beprobung der gereinigten, desinfizierten, trockenen, flachen und glatten Oberflächen der Arbeitsgeräte und Einrichtungsgegenstände sind in der Entscheidung 2001/471/EG das Agar-Abklatschplattenverfahren und das Tupferverfahren vorgesehen. Andere Verfahren können erst nach Genehmigung durch die zuständige Behörde verwendet werden. Beim Abklatschplattenverfahren ist eine Platte mit Zählplatten-Agar und fakultativ eine Platte mit VRBG-Agar (violet red bile glucose agar) gemäß ISO (letztgültige Fassung) auf die jeweils 20 cm² großen Probenahmestellen zu drücken und anschließend zu bebrüten. Das Tupferverfahren sieht die Beprobung einer 20 cm² großen, mit einer sterilen Schablone abgegrenzten Fläche mittels Wattetupfern vor.

In einem Zweiwochenrhythmus sind an einem Wochentag mindestens 10 Umgebungsproben (30 in größeren Betrieben) zu entnehmen, wobei zwei Drittel der Proben Fleischkontakt-Flächen darstellen, und drei Proben von größeren Objekten, wie beispielsweise von Türen, Wänden oder Fußböden, stammen sollten. Eine Reduzierung der Probenahmehäufigkeit ist mit Zustimmung des Amtstierarztes möglich, wenn die Ergebnisse zufriedenstellend sind.

Während die Tupferproben bei 4 °C gekühlt transportiert und aufbewahrt werden müssen, bedürfen die Abklatschproben keiner Kühlung. Vorgeschrieben ist die Ermittlung der Gesamtkeimzahl. Dazu muss die Inkubation der Platten binnen einer Stunde nach den Probenahmen beginnen und für 24 Stunden bei 37 °C stattfinden. Eine Untersuchung auf Enterobakterien kann vom Amtstierarzt bei regelmäßigen Überschreitungen der Grenzwerte zur Aufdeckung hygienischer Schwachstellen angeordnet werden.

Für die bakteriologische Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion werden eine Reihe von Lokalisationen empfohlen. Genannt sind unter anderem Sterilisationseinrichtungen für Messer, Brühkessel, Schürzen und weitere Einrichtungs- und Bedarfsgegenstände der Verarbeitungslinie, die mit Schlachtierkörpern in Berührung kommen.

Die ermittelten Ergebnisse der Keimzahlbestimmung sind in ein Formular einzutragen, in die Kategorien „annehmbar“ (0-10 KbE/cm²) oder „unannehmbar“ (> 10 KbE/cm²) einzuteilen und dem zuständigen Personal im Betrieb mitzuteilen. Unbefriedigende Ergebnisse sollen mit den Verantwortlichen diskutiert werden. Als mögliche Ursachen hoher Oberflächenkeimzahlen werden unzureichende Ausbildung und/oder Unterweisung, Verwendung ungeeigneter Reinigungs- und/oder Desinfektionsmittel, unzureichende Wartung der Reinigungsgeräte und unzureichende Überwachung genannt.

Ausblick auf das neue Lebensmittelhygienerecht

Nach Verkündung der Verordnung (EG) Nr.178/2002 zur Festlegung allgemeiner Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts sind von

der Kommission der EU weitere Rechtsvorschriften zur Fleischgewinnung verkündet worden (FRIES, 2004). Auf die Verordnung (EG) Nr. 178/2002 bauen die Verordnung (EG) Nr. 852/2004 „über Lebensmittelhygiene“, die Verordnung (EG) Nr. 853/2004 „mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs“ und die Verordnung (EG) Nr. 854/2004 „mit besonderen Verfahrensvorschriften für die amtliche Überwachung von zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen tierischen Ursprungs“ auf. Da diese Dokumente Verordnungscharakter besitzen, sind sie nach Verkündung in jedem Mitgliedstaat direkt geltendes Recht. Das neue Lebensmittelhygienerecht ist am 20.05.2004 in Kraft getreten, wesentliche Bestimmungen sind aber erst vom 01.01.2006 an anzuwenden. Zusätzlich ist am 30.04.2004 die Richtlinie 2004/41/EG in Kraft getreten, mit der die wesentlichen Bestimmungen aller produktionsspezifischen Hygienerichtlinien mit dem Beginn der Anwendung der oben genannten Verordnungen aufgehoben werden. Dies betrifft auch die bestehenden mikrobiologischen Kriterien im Gemeinschaftsrecht, sofern bis zur Anwendung des neuen EG-Lebensmittelhygienerechts eine entsprechende Durchführungsvorschrift mit neuen mikrobiologischen Kriterien erlassen worden ist (RAVELHOFER-ROTHENEDER, 2004).

Die Europäische Kommission erarbeitet, unter anderem gestützt auf Artikel 4 der Verordnung (EG) Nr. 852/2004 über Lebensmittelhygiene, eine Verordnung über mikrobiologische Kriterien von Lebensmitteln, die dem Lebensmittelunternehmer als Hauptverantwortlichen zur Überprüfung der betrieblichen Hygienemaßnahmen dienen und somit Anhaltspunkte für die Sicherheit von Lebensmitteln geben. In dem Verordnungsentwurf sind unter anderem mikrobiologische Kriterien für Schlachttierkörper, Fleisch und Geflügelfleisch sowie für Hackfleisch, Fleischzubereitungen und –erzeugnisse vorgesehen. Weitere Regelungen des Verordnungsentwurfes betreffen Anforderungen an die Probenahme und Probenaufbereitung in Schlachthöfen oder Betrieben, die Hackfleisch oder Fleischzubereitungen herstellen. Diese Bestimmungen lösen insbesondere die entsprechenden Regelungen der Entscheidung 2001/471/EG über Vorschriften zur Überwachung der Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen ab (RAVELHOFER-ROTHENEDER, 2004).

2.2 Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)-

Konzept

Die Entscheidung 2001/471/EG verpflichtet in Artikel 1 die Betreiber von Fleischbetrieben zur regelmäßigen Kontrolle der Produktionsbedingungen in ihren Betrieben. Dabei empfiehlt die EU-Entscheidung zur Festlegung der Methoden zur regelmäßigen Überwachung der allgemeinen Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen, die HACCP-Verfahrensgrundsätze (HACCP = Hazard Analysis and Critical Control Points) zu Grunde zu legen. Die gleichen Forderungen nach einem auf den HACCP-Prinzipien basierenden System werden auch von den Behörden der USA gefordert und haben für Ausfuhrbetriebe nach den USA Gültigkeit (U.S. Department of Agriculture (USDA), Food Safety and Inspection Service (FSIS), 1996). Eine international verbindliche Version des HACCP-Systems findet sich im Regelwerk des Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organisation (FAO/WHO) Codex Alimentarius (1996). Es ist ein Konzept zur Vermeidung spezifischer Gesundheitsgefahren für den Menschen und basiert auf sieben Grundsätzen:

1. Eine Gefahrenanalyse (engl.: hazard analysis) durchführen
2. Die „Critical Control Points (CCPs)“ bestimmen
3. Einen oder mehrere Grenzwert(e) (engl.: critical limits) festlegen
4. Ein System zur Überwachung (engl.: monitoring) der CCPs festlegen
5. Die Korrekturmaßnahmen (engl.: corrective actions) festlegen, die durchzuführen sind, wenn die Überwachung anzeigt, dass ein bestimmter CCP nicht mehr beherrscht (engl.: to control, control) wird
6. Die Verfahren zur Verifizierung (engl.: verification) festlegen, die bestätigen, dass das HACCP-System erfolgreich arbeitet
7. Eine Dokumentation einführen, die alle Vorgänge und Aufzeichnungen entsprechend den Grundsätzen und deren Anwendung berücksichtigt

Voraussetzung für die Festlegung von CCPs als Stufe, an der es möglich ist, eine spezifische Gefahr unter Kontrolle zu bringen, ist, dass sich ein Controlling und Monitoring definieren lässt. Echte CCPs sind auch dadurch gekennzeichnet, dass sie nicht allein aufgrund guter Hygienepraxis auszuschalten sind. Ein entscheidender Aspekt ist darin zu sehen, dass sie während des Arbeitsablaufs korrigierbar sein müssen (KLEINER, 1997). Das HACCP-Konzept dient als „Werkzeug“ der Lebensmittelsicherheit, welche einen Teil des Qualitätsmanagements darstellt (UNTERMANN, 1997a, 1997b). Es ist jedoch kein Werkzeug zur Umsetzung allgemeiner Hygienemaßnahmen und ersetzt daher nicht bisher übliche Hygienemaßnahmen, sondern baut auf einem wirksamen Hygienekonzept eines Lebensmittelbetriebes auf (UNTERMANN, 1998). Eine sehr gute und in der Praxis anwendbare Darstellung, wie eine Hygienesicherung aussehen kann, gibt das sog. „Zürcher Haus“ (Abb. 1).

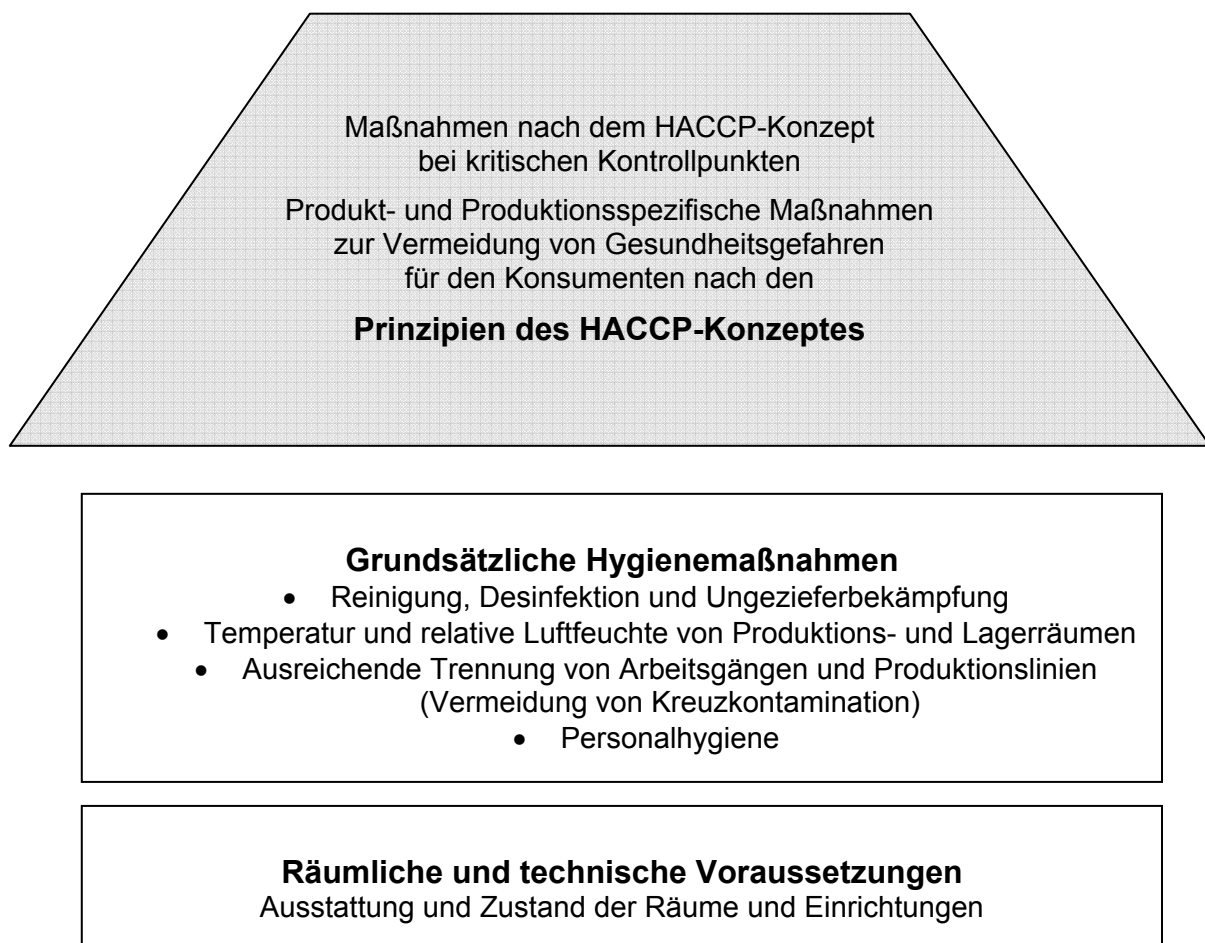


Abb. 1: Hygienekonzept eines lebensmittelverarbeitenden Betriebes [nach UNTERMANN (1996), Fleischwirtsch. 76, S. 700]

Aus der Abbildung 1 geht hervor, dass die räumlichen und technischen Voraussetzungen, d.h. die Ausstattung und der Zustand der Räume und der Einrichtung den notwendigen hygienischen Anforderungen entsprechen müssen und somit die Basis – das Fundament – eines Hygienekonzeptes darstellen. Die Wände symbolisieren die grundsätzlichen Hygienemaßnahmen, die erfüllt sein müssen, bevor das Dach als HACCP-Konzept aufgesetzt werden kann. Dieses Modell vermag sehr eindrucksvoll die Bedeutung organisatorischer wie insbesondere auch hygienischer Voraussetzungen für die Etablierung eines HACCP- oder daran ausgerichteten Sicherheitskonzeptes zu vermitteln (UNTERMANN, 1997a, b; UNTERMANN et al., 1997a; KRAUSS, 1999).

In vielen Bereichen der Lebensmittelherstellung, -behandlung und -verarbeitung lässt sich ein vollständiges HACCP-Konzept jedoch kaum umsetzen (BALTZER, 2004). Daher hat die Europäische Gemeinschaft ein flexibles System für die Erarbeitung strukturierter spezifischer Gesundheitsschutzmaßnahmen vorgeschrieben, das sich zwar an einzelnen Prinzipien des HACCP-Konzeptes orientiert, aber keine Umsetzung des vollständigen Konzeptes in der Selbstkontrolle darstellt (EG, 1993). Dies trifft auch auf den Schlachtprozess zu, in welchem Maßnahmen, die zu einer Eliminierung der spezifischen Gefahren führen und die Anforderungen an ein CCP vollständig erfüllen, nicht festzulegen sind (SHERIDAN, 2000). Daher können im Schlachtprozess nur die HACCP-Prinzipien beachtet werden, um eine mögliche Kontamination mit gesundheitlich bedenklichen Mikroorganismen der Oberfläche von Schlachttierkörpern zu vermeiden (KUKAY et al., 1996).

2.3 Reinigung und Desinfektion

Reinigung und Desinfektion der Einrichtungs- und Bedarfsgegenstände eines lebensmittelverarbeitenden Betriebes sind wesentliche Voraussetzungen für eine sachgerechte Gewinnung und Verarbeitung von hygienisch einwandfreien und gesundheitlich unbedenklichen Lebensmitteln. Deshalb sind die Bedeutung der Reinigung und Desinfektion sowie die Kontrolle der durchgeführten Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen in den nationalen und europäischen Rechtsvorschriften, die jedoch lediglich allgemeine Rahmenbedingungen formulieren, festgeschrieben (DURA, 2000).

Vom Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN) wird der Begriff „Reinigung“ in der DIN 10516 (2001) „Lebensmittelhygiene, Reinigung und Desinfektion“ als die „Entfernung unerwünschter Substanzen von Oberflächen von Räumen, Vorrichtungen und Geräten“ und der Begriff „Desinfektion“ als ein „Verfahren zur Abtötung von Mikroorganismen auf ein Niveau, das weder gesundheitsschädlich ist noch die Qualität der Lebensmittel beeinträchtigt“ definiert.

Eine optimale Reinigung führt durch möglichst vollständige Entfernung organischen und anorganischen Schmutzes zu einer Reduktion der vorhandenen Mikroorganismen um bis zu 99 % (SCHMIDHOFER, 1988; GISSEL, 1995). Durch die Einwirkung von Reinigungsmitteln werden die auf der Oberfläche anhaftenden Schmutzpartikel in Lösung gebracht und können anschließend abgespült werden. Die Reiniger müssen in der Lage sein, Fette zu emulgieren, anorganische Stoffe zu dispergieren, Eiweiße zu quellen und von ihrer Auflage abzulösen (GERSTEIN et al., 1993). REUTER (1994b) teilt die Reinigungssubstanzen nach stark alkalischen, mäßig alkalischen, neutralen, sauren und alkalisch-chlorhaltigen Reinigern ein.

Stark alkalische Reiniger sollen für massiven Fett- und Eiweißschmutz und **mäßig alkalische Reiniger** zur allgemeinen Betriebsreinigung sowie für geringere Fett- und Eiweißverschmutzungen eingesetzt werden. SCHMIDT (1984) testete 42 handelsübliche (alkalische, saure und neutrale)

Reinigungsmittel auf ihre Eignung für den Einsatz in fleischverarbeitenden Betrieben. Zwei alkalische Reiniger bewiesen die höchste Reinigungskraft und ausreichendes Emulgiervermögen. Diese Reinigungsmittel enthalten nämlich Alkalien und Hilfsstoffe (Tenside), um Proteine aufzuquellen, Fette zu emulgieren und zu verseifen, damit diese in Lösung gehalten werden (EDELMEYER, 1983; SCHMIDT, 1984). **Neutrale Reiniger** sind zur manuellen Reinigung und Entfettung geeignet. Sie reagieren in wässriger Lösung wenig sauer oder alkalisch (pH 5,5 bis 8,5) und enthalten Tenside in wässriger oder alkalischer Lösung. Ihr Vorteil besteht in der sehr guten Haut- und Materialverträglichkeit. Jedoch besitzen sie nur geringe Reinigungswirkung, weshalb sie auf wenig verschmutzten, leicht zu reinigenden Materialien einsetzbar sind. **Saure Reiniger** sind zur Entfernung von Salz- und Härtebelägen einsetzbar. Sie bestehen aus organischen (Weinsäure, Zitronensäure) oder anorganischen Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure). Da diese Mittel die zu reinigenden Oberflächen stark angreifen, können sie nur auf korrosionsbeständigem Material angewandt werden und dienen hier der Entfernung anorganischer Ablagerungen wie Kalk- und Wasserstein (REUTER, 1994b). Die **alkalisch-chlorhaltigen Reiniger** werden zur Reinigung von Maschinen, Tischen, Decken, Wänden, Fußböden und Lkw-Innenflächen verwendet.

Die Reinigung entzieht Mikroorganismen die Nährstoffgrundlage und hemmt auf diese Weise ihre weitere Vermehrung. Des Weiteren gewährleistet eine Reinigung bis hin zur optischen Sauberkeit, unter der Voraussetzung einer ausreichenden Konzentration und Einwirkzeit des Reinigungsmittels, die Abtötung der meisten Mikroorganismen bei der folgenden Desinfektion (REUTER, 1984c, 1984d; KIRST und TOMFORDE, 1999). Der Reinigungserfolg hängt jedoch in hohem Maße von der eingesetzten Technik ab. Die Wirkung der Reinigungsmittel wird mechanisch entweder manuell, durch z.B. Schrubben und Wischen, oder maschinell, durch den Einsatz von Hochdruckreinigungs- oder Dampfstrahlgeräten, unterstützt. Die maschinelle Reinigung mit den genannten Geräten führt bei richtiger Kombination von Druck, Wassermenge und Wassertemperatur neben der optischen Sauberkeit

auch zu einer wesentlichen Reduzierung des Oberflächenkeimgehaltes (REUTER, 1984c). SCHMIDT und CREMMLING (1981) geben bei manueller Reinigung eine Keimreduktion um ca. zwei Zehnerpotenzen und bei Reinigung mit Dampf eine Keimreduktion um bis zu sechs Zehnerpotenzen an.

Die im Anschluss an die Reinigung durchgeführte Desinfektion bewirkt eine weitere Reduzierung des Oberflächenkeimgehaltes um ca. drei Zehnerpotenzen (SCHMIDT, 1988). Eine sachgemäß durchgeführte Reinigung und Desinfektion kann den Oberflächenkeimgehalt um fünf bis acht Zehnerpotenzen pro cm^2 reduzieren; nach REUTER (1998) sowie UPMANN und REUTER (1998) entspricht das einer Reduktion auf Werte von 10^1 bis 10^2KbE/cm^2 .

An ein geeignetes Desinfektionsmittel für den Lebensmittelbereich werden hohe Anforderungen gestellt (THIEL, 1980; REUTER, 1986b). Es soll ein breites Wirkungsspektrum gegen vermehrungsfähige Keime besitzen, schnell wirken, nicht nur eine mikrobiostatische, sondern auch eine mikrobizide Wirkung besitzen, und es soll sich nicht durch Milieueinflüsse (Eiweiße, Rückstände von Reinigungsmitteln) beeinflussen lassen. Des Weiteren soll ein Desinfektionsmittel hautverträglich, atoxisch, geruchsneutral und nicht korrosiv gegen Metalle sein, sowie einen Wirkungsbereich in hohen Verdünnungen (1 bis 3%ige Lösungen) aufweisen.

In Deutschland besteht kein offizielles Zulassungsverfahren für Desinfektionsmittel; es liegen aber mehrere auf freiwilliger Grundlage erstellte Listen geprüfter Produkte vor, die nach vorgesehenen Anwendungsgebieten gegliedert sind (REUTER, 1989, 1994b). Beispielsweise enthält die DVG-Liste (Liste der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft) für den Lebensmittelbereich Angaben über differenzierte Anwendungen im Gesamtbereich der Lebensmittel tierischer Herkunft einschließlich des Großküchenbereichs. Die DGHM-Liste (Liste der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie) erstreckt sich auf die Flächendesinfektion im Hospitalbereich sowie auf die im Lebensmittelbereich bedeutende Händedesinfektion und Händedekontamination. Die empfohlenen Werte der einzelnen Listen sind an die unterschiedlichen Gegebenheiten durch

verschiedene Prüfbestimmungen angepasst und nicht ohne weiteres übertragbar (REUTER, 1989, 1994b).

Die Desinfektionsmittel können nach ihrem Wirkprinzip in verschiedene Gruppen eingeteilt werden (KÄSTNER, 1981; REUTER, 1994b). Zum Beispiel gibt es die Gruppe der **Aldehyde**. Diese sind geruchsneutral, benötigen aber eine lange Einwirkdauer. Lange einwirken müssen ebenso die **Alkalihydroxide** und Säuren, die relativ hoch konzentriert eingesetzt werden. In 70 – 80 prozentiger Lösung werden **alkoholische Desinfektionsmittel** vor allem zur Hände- und Flächendesinfektion eingesetzt. Ihr Wirkprinzip beruht auf der Eiweißdenaturierung. Neben der Gruppe der **Amphotenside**, die mikrobizid gegen Bakterien, jedoch unwirksam gegen anaerobe Bakteriensporen wirkt, gibt es die Gruppe der **freien Amine**, die vor allem bakteriostatisch wirkt. Des Weiteren werden **Oxydantien**, wie Hypochloride, Halogene und Peroxide, zur Trinkwasserdesinfektion eingesetzt. Sie bewirken irreversible Oxidation von Enzymproteinen, sind sensorisch unbedenklich, jedoch stark korrosiv. Zur Flächendesinfektion kommen **Phenole** in 2 - 5 prozentiger Lösung zum Einsatz. Sie wirken membranaktiv auf Mikroorganismen, sind jedoch nicht geruchsneutral. Schließlich gibt es noch die Gruppe der **quarternären Ammoniumverbindungen**, die sich durch ihre gute Handhabung und ihre sensorische Unbedenklichkeit auszeichnet. Allerdings entfalten quarternäre Ammoniumverbindungen gegen Pseudomonaden und andere gramnegative Bakterien häufig keine große Wirksamkeit (BRUNNER et al., 2000).

Grundsätzlich sollen alle Reinigungs- und Desinfektionsmittel nach ihrer Einwirkzeit gründlich abgespült werden. SCHMIDT (1989) empfiehlt, gereinigte Flächen mit 5 bis 10 l Trinkwasser pro m² abzuspülen.

DURA (2000) weist eindrücklich darauf hin, dass Hygiene unteilbar ist, so dass nur eine ununterbrochene Kette hygienischer Maßnahmen von der Rohstoffgewinnung bis zum Vertrieb der Endprodukte unerwünschte Risiken vermeiden kann. Als integrales Element des dafür notwendigen Betriebshygienemanagements erfordern deswegen die Reinigungs- und Desinfektionsverfahren das gleiche technologische Niveau wie die eigentliche Produktion.

2.4 Bedeutung mikrobiologischer Monitoring-Untersuchungen sowie von Markerorganismen

Im Rahmen eines Lebensmittelsicherheits-Konzeptes bei der Fleischgewinnung kommt der strikten Einhaltung der Schlachthygiene als Maßnahme zur Verhinderung einer Kontamination der Tierkörperoberfläche eine entscheidende Bedeutung zu (ZWEIFEL und STEPHAN, 2003a). Bei den pathogenen Mikroorganismen tierischen Ursprungs spielen insbesondere die Erreger latenter Zoonosen eine entscheidende Rolle, die zum Teil in hoher Prävalenz bei Schlachttieren und auf Schlachttierkörpern vorkommen (ZWEIFEL und STEPHAN, 2003a; AL-SAIGH et al., 2004; ZWEIFEL et al., 2004). KORSAK et al. (1998) hielten ebenfalls die Oberflächenkontamination von Schlachttierkörpern mit „foodborne pathogens“ wie *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* spp. und Verotoxin-produzierenden *E. coli* O157 für ein bedeutendes Problem der öffentlichen Gesundheit. Die Meldungen über Lebensmittelinfektionen sind in den letzten 25 Jahren stetig gestiegen. Jährlich werden in Deutschland rund 200.000 lebensmittelbedingte Infektionen gemeldet. Im Jahr 2004 lagen dabei Infektionen mit Salmonellen mit 56.947 bekannten Fällen an der Spitze, dicht gefolgt von 55.745 Campylobacter-Enteritiden (RKI, 2005). Weltweit überwiegen in vielen Industrieländern noch die Salmonellen-bedingten Darminfektionen, während in einigen EU-Staaten und den USA inzwischen Campylobacteriosen die anderen Ursachen akuter bakterieller humaner Gastroenteritiden übertreffen (BARTELT, 1999; RAUTELIN und HÄNNINEN, 2000).

In der relevanten englischsprachigen Literatur sind Ergebnisse zahlreicher Studien über die gravierenden Folgen der lebensmittelbedingten Infektionen veröffentlicht. Sie belegen, dass jährlich ca. 9000 Todesfälle und weitere Fälle von kurz- und langfristigen Schäden allein in den USA zu verzeichnen sind. Dabei sollen Fleisch und Geflügelfleisch für 500 000 Erkrankungs- und ca. 4000 Todesfälle jährlich verantwortlich sein. Darüber hinaus werden induzierte jährliche Kosten für den Sektor Gesundheit auf 6,5 bis 34,9 Mrd. US-Dollar und assoziierte Kosten für die Industrie auf 3,3 bis 5,1 Mrd. US-Dollar geschätzt

(BUZBY und ROBERTS, 1997). Erste Schätzungen wurden in Deutschland vom Robert-Koch-Institut erhoben. Die verfügbaren durchschnittlichen Zahlen und Statistiken für die Zeit von 1994 bis 1999 ergaben für die gesundheitliche Versorgung von Patienten mit lebensmittelbedingten Darminfektionen in Deutschland Gesamtkosten von 225 Millionen Euro jährlich. Neben dem gesundheitlichen Aspekt muss vom industriellen Standpunkt aus auch der mikrobielle Verderb berücksichtigt werden, der zu beträchtlichen wirtschaftlichen Verlusten führt (SMULDERS und UPMANN, 2000a). Saprophytäre Verderbniskeime können regelmäßig über hygienische Schwachstellen beim Schlachtprozess die Tierkörperoberflächen kontaminieren (ZWEIFEL und STEPHAN, 2003a).

Zur Stuserhebung der Schlachthygiene eignen sich die regelmäßige Bestimmung der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl (GKZ) und der *Enterobacteriaceae* auf den Tierkörperoberflächen (CHARLEBOIS et al., 1991; REUTER, 1994a; UNTERMANN et al., 1997b). Da die Bestimmung von Art und Anzahl aller auf Fleischoberflächen vorhandenen Mikroorganismen für Routineuntersuchungen nicht praktikabel ist (UPMANN, 1996), werden nur sogenannte **Marker-Organismen** bestimmt. Nach REUTER (1994a, 1996) und BAUMGART (1999) lassen sich hier Indikator- und Index-Organismen unterscheiden. **Indikator-Organismen** zeigen den guten oder auch schlechten hygienischen Zustand eines Lebensmittels oder auch Einrichtungs- und Bedarfsgegenstandes an, während **Index-Organismen** auf eine potentielle Gesundheitsgefährdung durch die dabei nachgewiesenen Mikroorganismen selbst oder aufgrund der gleichen ökologischen Herkunft hinweisen (REUTER, 1994a). Beispielsweise wird unter den Indikator-Keimen der Bestimmung der GKZ auf Schlacht tieroberflächen von zahlreichen Autoren eine wesentliche Bedeutung als Hygieneindikator beigemessen (CHARLEBOIS et al., 1991; HESSE, 1991; ZANDER-SCHMIDT, 1991; MACKEY und ROBERTS, 1993; REUTER, 1994). Auch in der Entscheidung 2001/471/EG ist die GKZ als Indikator für eine „gute hygienische Praxis“ (GHP) im Schlachthof verankert. Die EU-Entscheidung geht von dem Grundsatz aus, dass eine hohe quantitative mikrobielle Belastung einen Rückschluss auf mangelnde GHP erlaubt und

damit gleichzeitig ein potentielles gesundheitliches Risiko anzeigen kann (ELLERBROEK, 2003). Nach ROBERTS (1980) ist die Gesamtkeimzahl weniger zur Einschätzung des Hygienestatus eines Schlachttierkörpers geeignet, sondern v.a. als Haltbarkeitsparameter von Nutzen. Auch nach REUTER (1986a, 1994a) weist die GKZ als Maß für die mikrobiologische Gesamtbelastung nicht nur auf die Güte der Prozessführung hin, sondern gibt ebenfalls Hinweise auf eine evtl. verringerte Haltbarkeit. Dagegen kann nach Auffassung von GUSTAVSSON und BORCH (1989), ausgehend von der aeroben Keimzahl, nicht auf den Kontaminationsgrad mit Verderbniserregern geschlossen werden. Als wichtige Indikatorkeime zur Beurteilung der Lagerfähigkeit und Verderbnisanfälligkeit nannten COATES et al. (1995) die psychrotrophen Pseudomonaden, da sie sich in der Kühlphase unter aeroben Bedingungen zur Hauptmikroflora von Schlachttierkörpern entwickeln.

Als Indikatoren für Fäkalkontamination werden die *Enterobacteriaceae* angesehen (HESSE, 1991). Die Entscheidung 2001/471/EG nennt ebenfalls die Gruppe der Enterobakteriaseen als Indikator für eine mögliche fäkale Kontamination. MACKEY und ROBERTS (1993) konnten bei ihren Untersuchungen von im Handel befindlichen Tierkörpern insgesamt nur relativ geringe *Enterobacteriaceae*-Zahlen nachweisen und sahen deswegen diese Keime als Hygieneindikatoren nicht gleichermaßen geeignet wie die GKZ. Ebenso hielt UPMANN (1996) die aerobe Gesamtkeimzahl für den aussagekräftigeren Parameter, nachdem der Enterobakteriaseengehalt in seinen Untersuchungen an Schweinefleisch häufig unter der Nachweisgrenze lag. Auch CHRISTENSEN und SØRENSEN (1991) bemerkten, dass die Zahl der *Enterobacteriaceae* nur gering ist, betonten dagegen aber, dass einzelne Tierkörper hochbelastet sein können.

Als Index-Organismen bei Fleisch sind beispielsweise nach REUTER (1994a) die als obligat pathogen geltenden Salmonellen, pathogene Varianten von *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni & coli*, *Yersinia enterocolitica* sowie toxinogene Varianten von *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* und *Bacillus cereus* von Bedeutung. Diese Markerkeime stellen bei Vorkommen im Produkt eine direkte Gesundheitsgefährdung

dar; ihre Bestimmung ist nur unter Berücksichtigung von Quantität und potentieller Pathogenität oder Toxinogenität der nachgewiesenen Stämme sinnvoll (REUTER, 1986a, 1994a).

SHAW und ROBERTS (1982) sowie UPMANN et al. (2000) sehen die direkte Suche nach Pathogenen aufgrund ihrer inhomogenen Verteilung und ihres geringen zahlenmäßigen Vorkommens als nicht unproblematisch an. Daher wurden einfacher nachzuweisende und frequenter vorkommende Keimgruppen wie die Enterobakteriazeen, Coliforme, Enterokokken oder auch die aerobe Gesamtkeimzahl als Markerorganismen für Pathogene vorgeschlagen (PURKL, 2003). Autoren wie MOSSEL (1982), SNIJDERS (1988) und BANDICK et al. (2000) gaben die Enterobakteriazeen als Indexorganismen für Salmonellen an; BANDICK et al. (2000) isolierten in einer Schweineschlachtlinie in Parallelität zu den *Enterobacteriaceae*-Nachweisen jeweils auch Salmonellen. Dies kann durchaus einmal betriebsspezifisch vorkommen; eine Verallgemeinerung ist kritisch zu sehen. So konnten z.B. NOTERMANS et al. (1981) bei Geflügelschlachtierkörpern keine Korrelation zwischen der Enterobakteriazeenzahl und dem Vorkommen von Salmonellen feststellen. GERATS et al. (1981) gaben zu bedenken, dass hohe Enterobakteriazeenzahlen generell nur auf eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen von Salmonellen hinweisen können. Auch nach NOTERMANS et al. (1981) sowie SHAW und ROBERTS (1982) lassen diese und andere Marker-Organismen gesicherte Aussagen über die An- oder Abwesenheit von Pathogenen nicht zu, da die statistische Beziehung zwischen beiden Keimgruppen in der Regel gering ist.

REUTER (1996) warnt vor voreiligen Schlüssen und ungerechtfertigten administrativen Maßnahmen beim gelegentlichen Nachweis von den genannten Erregergruppen und -spezies. Einzelnachweise in einer sonst einwandfreien Produktion stellen Warnsignale dar, denen Wiederholungsuntersuchungen in einem regelmäßigen Turnus folgen sollten, um den Fortbestand der Belastungssituation sowie die epidemiologischen Zusammenhänge zu klären (REUTER, 1996).

2.5 Zusammensetzung der Mikroflora von Schlachttierkörpern

Die mikrobielle Gesamtbelastung eines Tierkörpers setzt sich aus der Mikroflora auf der Oberfläche des Fleisches (Oberflächenmikroflora) und dem Keimgehalt im Innern der Gewebe (Tiefenmikroflora) zusammen (REUTER, 1996). Während die Tiefenflora nur niedrige quantitative Werte erreicht und sich nur langsam vermehrt, kann die Oberflächenflora durch rasche Entwicklung hohe quantitative Werte erreichen (REUTER, 1984b).

Bei gesunden und nicht belasteten Tieren sind nicht mit der Außenwelt in offener Verbindung stehende Gewebe und Körperhöhlen *intra vitam* im wesentlichen keimfrei (FEHLHABER und ALTER, 1999). Ebenso weist REUTER (1996) darauf hin, dass diejenigen Gewebe des Körpers, die der Fleischgewinnung dienen, zum Zeitpunkt der Schlachtung weitgehend keimfrei sind. Das gilt insbesondere für die quergestreifte Muskulatur (MARX und REUTER, 1974). Selbst Muskulatur von Tieren, die nach dem plötzlichen Transporttod noch bis zu zwei Stunden *post mortem* entblutet und hergerichtet wurden, erwies sich als keimfrei oder keimarm wie die von regulär geschlachteten Tieren (STOLLE et al., 1983). Ein Tiefenkeimgehalt kann sich jedoch dann entwickeln, wenn kranke Tiere, die sich bereits vor der Schlachtung mit einer Infektion auseinandergesetzt haben, oder Tiere mit einer hohen *prämortalen* Belastung (z.B. Transportstress) zur Fleischgewinnung herangezogen werden (FEHLHABER und ALTER, 1999; REUTER, 1996). In solchen Fällen können nicht nur die Organe, sondern auch die Muskulatur von Mikroorganismen befallen sein.

Die mikrobielle Oberflächenbelastung von Schlachttierkörpern besteht aus Keimgruppen, die einerseits aus der originären Mikroflora der Tiere, andererseits aus der Mikroflora der Betriebe, einschließlich der Körperflora des Personals, stammen (REUTER, 1996). Die Menge und die Zusammensetzung der Fleischmikroflora werden von zahlreichen Faktoren wie Schlachthygiene, Lagertemperatur, Lagerzeit, pH-Wert der Muskulatur, a_w -Wert und relative Luftfeuchtigkeit beeinflusst (REUTER, 1984b, 1986a, 1996; POTTHAST, 1989;

UPMANN et al., 2000; SINELL, 2004). Nach REUTER (1996) verbleiben unter der hohen Sauerstoffspannung der Fleischoberfläche vorwiegend nur die aeroben und mikroaerophilen Keimarten. REUTER (1986a) nannte als quantitativ bedeutsame Komponenten der gramnegativen Fleischmikroflora *Enterobacteriaceae*, *Actinetobacter*, *Pseudomonas*, *Moraxella* sowie *Aeromonas* und als Hauptkomponenten der grampositiven Flora *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus* und *Clostridium*. In Untersuchungen von WOLTERING (1990) bildeten an frischgeschlachteten Schweinehälften die grampositiven, katalasepositiven, unregelmäßigen Stäbchen mit 45,9 % den dominierenden Anteil innerhalb der aeroben Gesamtoberflächenflora. Der durchschnittliche Anteil von Mikrokokken betrug 19,3 %, und der Anteil der Pseudomonaden an der Gesamtflorea lag stets unter 10 %. STOLLE (1985) isolierte dagegen auf schlachtwarmen Rinderhälften v.a. Mikrokokken sowie Pseudomonaden. In Untersuchungen von NERBRINK und BORCH (1989) bildeten allerdings die Pseudomonaden nur eine geringe Fraktion innerhalb der mesophilen Oberflächenflora schlachtwarmer Schweinehälften.

Als pathogene Keime können *Salmonella* spp., verotoxinogene *E. coli* Serotypen (O157: H7), *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens* und *Listeria monocytogenes* eine bedeutende Rolle auf Schlacht tierkörper- bzw. Fleischoberflächen spielen (NOTTINGHAM, 1982; MEAD und HINTON, 1996; KORSAK et al., 1998; UPMANN et al., 2000). REUTER (1996) nennt als potentiell pathogene Bakterien-Species *Salmonella*-spp., *Campylobacter jejuni/coli*, *Enterobacteriaceae* wie *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Pseudomonas* spp., *Aeromonas* spp., *Listeria monocytogenes* sowie *Streptococcus*-Stämme der serologischen Gruppe A und als potentiell toxinogene Bakterien-Species der Fleischmikroflora *Staphylococcus aureus*, verschiedene *Clostridium*- und *Bacillus*-spp. sowie *Escherichia coli* und weitere Enterobakteriazeen.

Viele Pathogene überleben während der Kühlung, können sich aber bei Temperaturen unter 7 °C in der Regel nicht mehr vermehren oder werden zumindest in ihrem Wachstum gehemmt; nur einige wenige Mikroorganismen,

wie beispielsweise *Listeria monocytogenes* und *Yersinia enterocolitica*, sind selbst bei Temperaturen um 0 °C vermehrungsfähig (KRÖCKEL und HECHELMANN, 1999; HILBERT und SMULDERS, 2000; UPMANN et al., 2000). Anfangs tritt bei der Tierkörperkühlung eine Verdunstung und Oberflächenabtrocknung auf; in der zweiten Phase sinkt die Oberflächentemperatur, so dass mesophile Mikroorganismen zunächst durch abnehmende a_w -Werte gehemmt und anschließend durch die herabgesetzte Temperatur am Wachstum gehindert werden (UPMANN et al., 2000). Aufgrund keimreduzierender Maßnahmen wie das Sengen von Schweinen oder die Absenkung des a_w -Wertes infolge kühlungsbedingter Oberflächenabtrocknung wird das Wachstum grampositiver Mikroorganismen, wie Mikrokokken, Streptokokken, Staphylokokken und Bazillen begünstigt (DAINTY und MACKEY, 1992; DAVIES und BOARD, 1998; UPMANN et al., 2000). Gramnegative, psychrotrophe Keimgruppen, insbesondere *Pseudomonas*-, *Actinobacter*- und *Psychrobacter* spp., bilden normalerweise die Verderbniserreger auf gekühltem, aerob gelagertem Fleisch (KRÖCKEL und HECHELMANN, 1999). Auch nach Meinung von DAINY und MACKEY (1992) dominieren bei gekühlter aerober Lagerung insbesondere *Pseudomonas* spp., während *Actinobacter* spp. und *Psychrobacter* spp. ebenso in nennenswerten Anteilen vorhanden sind. Andere Bakterien sind in geringer Zahl anwesend, können aber gelegentlich einen signifikanten Anteil der Mikroflora ausmachen. *Brochothrix thermosphacta* scheint größere Bedeutung auf Schweine- und Lammfleisch als auf Rindfleisch zu besitzen. Dieser Keim wächst bevorzugt auf Fett, bei dem der pH-Wert höher als auf Fleisch ist, und bei Temperaturen über 5 °C (GILL, 1983; VARNAM und SUTHERLAND, 1995). Psychrotrophe Mitglieder der Familie der *Enterobacteriaceae* kommen ebenfalls häufig auf niedrigem Niveau vor (DAINTY und MACKEY, 1992). Die Bedeutung dieser Mikroorganismengruppe nimmt bei Temperaturen zwischen 6 und 10 °C zu, obwohl Pseudomonaden üblicherweise dominant bleiben (VARNAM und SUTHERLAND, 1995). STOLLE (1985) wies darauf hin, dass bei hygienisch gewonnenen Karkassen mit zunehmender Kühldauer bei Temperaturen zwischen 0 und 4 °C üblicherweise die Pseudomonaden und psychrotolerante

Gattungen der Enterobakteriazeen vorherrschen, während die vorher dominanten Mikrokokken in den Hintergrund treten. Allerdings stellte der Autor auf gekühlten Rinderhälften, ähnlich wie auf schlachtwarmen Tierkörpern, Mikrokokken und Pseudomonaden als dominierende Keimgruppen fest. Die Zahl der Mikrokokken war auch bei längerer Kühlung der Tierkörper nicht rückläufig und die Pseudomonaden lagen erst gegen Ende der Kühlungsphase in etwa gleicher Größenordnung vor wie die Mikrokokken. Die Enterobakteriazeen lagen hinsichtlich der Höhe ihres Vorkommens immer im Abstand hinter den Mikrokokken und den Pseudomonaden. Auch in Untersuchungen von BLÄSCHKE (1984) herrschte ein Pseudomonadenanteil vor, der denjenigen an Enterobakteriazeen um ein mehrfaches überstieg. BÜLTE (1983) isolierte dagegen auf gekühlten Rinderhälften und grobzerlegten Teilstücken, die während des Transportes zum verarbeitenden Betrieb einer unsachgemäßen Kühlung unterlagen, Enterobakteriazeen als häufigste und stärkste Keimfraktion; Pseudomonaden und Mikrokokken wurden in absteigender Häufigkeit als weitere bedeutsame Keimgruppen identifiziert. In Untersuchungen von SIBOMANA (1980) machten die oxydasepositiven Keime den überwiegenden Anteil der Fleischmikroflora gekühlter Rinderkarkassen aus, und die Gruppe der Enterobakteriazeen lag in großem Abstand dahinter. REUTER (1984b) weist darauf hin, dass das kompetitive Wachstum bestimmter Keimgruppen innerhalb der Fleischmikroflora unter Kühlbedingungen dazu beiträgt, dass die Pathogenen auf eine geringe Anzahl reduziert oder sogar eliminiert werden.

2.6 Mikrobielle Kontamination von Schlachttierkörpern

Frisches Fleisch ist während seiner Gewinnung und Bearbeitung einer Vielzahl voneinander abhängiger Faktoren ausgesetzt, die potentiell zur bakteriellen Kontamination führen (SMULDERS und UPMANN, 2000b). Eine Kontamination der Schlachttierkörper kann primär auf endogenem oder sekundär auf exogenem Weg erfolgen. Während die mikrobielle Belastung des Fleisches bei der endogenen (primären) Kontamination *intra vitam* erfolgt, findet sie bei der exogenen (sekundären) Kontamination *intra* oder *post mortem* statt.

Eine **endogene Kontamination** kann dann entstehen, wenn das Tier bereits vor der Schlachtung einer Infektion ausgesetzt war und eine anschließende Erregerstreuung via Bakteriämie oder Septikämie in Organe und das Fleisch stattfindet. Das Resultat ist die Besiedlung tiefer Gewebeschichten (NOTTINGHAM, 1982). Dieser Kontaminationsmodus kann jedoch auch durch wirtseigene Keime entstehen, die infolge einer Störung des physiologischen Gleichgewichtes ihr Biotop verlassen und sich beispielsweise aus dem Darm auf dem Blut- bzw. Lymphwege im Organismus verbreiten (FEHLHABER und ALTER, 1999). Wie beim Menschen bekannt, ist damit oft keine klinische Symptomatik verbunden (KNOKE und BERNHARDT, 1985). FEHLHABER und ALTER (1999) weisen darauf hin, dass prämortale Belastungen über die Beeinträchtigung der immunologischen Leistungsfähigkeit der Schlachttiere die Translokation von Mikroorganismen aus den besiedelten Körperregionen, wie z.B. dem Darm, oder von infizierten lokalen Herden in die normalerweise keimfreien Organe und Muskulatur fördern. ZUCKER und KRÜGER (1998) konnten nachweisen, dass Transportbelastungen bei Schlachtschweinen zu einer erhöhten Translokation von systemisch wirkenden Endotoxinen, die eine Erhöhung der Permeabilität der Darmschleimhaut und somit das Eindringen von Bakterien fördern, aus dem Verdauungstrakt führen können. Ebenso fand EHRINGER (1998) mittels elektronenmikroskopischer Untersuchungen Zusammenhänge zwischen der Belastung von Schlachtschweinen und der Permeabilitätserhöhung der Darmschleimhaut im Bereich der *tight junctions*. SEIDLER et al. (1999) konnten im Falle von Schweineschlachttierkörpern

zeigen, dass Belastungen wie Langzeittransporte von sieben bis acht Stunden, hohe Temperaturen von 40 bis 41 °C oder physischer Stress durch das Treiben der Tiere zu einer signifikanten Erhöhung der mikrobiellen Besiedlungshäufigkeit verschiedener Organsysteme (Lymphknoten, Leber, Milz, Niere, Muskulatur) führen. Auch Untersuchungen von MAUERSBERGER und FEHLHABER (1996) an fünf verschiedenen Lymphknoten von Schlachtschweinen, die durch unterschiedlich lange Transportzeiten verschiedenen Belastungen ausgesetzt waren, ergaben höhere Nachweisraten bei den stärker belasteten Tieren. Ebenso zeigte sich bei der qualitativen bakteriologischen Untersuchung von Mesenteriallymphknoten bei Schlachtschweinen (SCHÜPPEL und FEHLHABER, 1994), dass in der Gruppe der stark belasteten Tiere eine wesentlich höhere Nachweisrate feststellbar war. Lange Transporte unter belastenden Bedingungen steigern nicht nur das Risiko einer bakteriellen Translokation oder Infektion sowie Kolonisation mit Pathogenen, sondern können auch die Muskelglykogenreserven bereits *in vivo* erschöpfen (FISCHER, 1995). Dieses führt letztlich zu hohen postmortalen Muskel-pH-Werten, die die Vermehrung von Bakterien auf Fleisch begünstigen und das Verderbnisrisiko mit einer proteolytischen Flora erhöhen (LÜCKE, 1995).

Ein wichtiger Faktor, der auch die hygienischen Umstände der Schlachtung maßgeblich beeinflusst, ist die Sauberkeit der Schlachttiere (TEUFEL, 1987; SKOVGAARD und VAN HOOFF, 1999). Eine wesentliche Quelle für die Oberflächenkontamination beim Schlachtvorgang sind die von der Haut, dem Klauenschmutz und aus dem Magen-Darm-Trakt stammenden Mikroorganismen der Schlachttiere selbst (ROBERTS, 1980; NOTTINGHAM, 1982; GILL und BRYANT, 1992; MACKEY und ROBERTS, 1993; BELL, 1997). Wenn Erreger beispielsweise von der Haut oder aus dem Magen-Darm-Trakt als Folge des Schlachtprozesses auf die Oberfläche des Fleisches gelangen, handelt es sich um eine **sekundäre Kontamination**. Erfolgt die sekundäre Kontamination *intramortal*, führt sie jedoch auch zur Tiefenkontamination. So wird die innere Kontamination von Organen und Muskulatur beispielsweise durch Schlagbolzen und Stichmesser verursacht (LABADIE et al., 1977;

DE KRUIJFF, 1979; MACKEY und DERRICK, 1979). Dennoch werden nur bei einem außergewöhnlich hohen Kontaminationsniveau lebensfähige Bakterien in der Tiefe der Muskulatur und/oder Organe verbleiben, da geringe Bakterienmengen durch die Abwehrmechanismen des im Tierkörper verbleibenden Blutes beseitigt werden (GILL, 1979). Interessant sind in diesem Zusammenhang die Untersuchungen von ALTER und FEHLHABER (1998), in denen in Fleischsaft, der unmittelbar nach der Schlachtung von Schweinen gewonnen worden war, die bakteriziden bzw. bakteriostatischen Eigenschaften analog der Bestimmung der Serumbakterizidie sowie der Komplementgehalt ermittelt wurden. Die Untersuchungen wurden während der Lagerung des Fleisches wiederholt und im Ergebnis zeigte sich, dass die genannten immunologischen Faktoren in der Muskulatur nach der Schlachtung noch einige Stunden wirksam bleiben, ihre Wirksamkeit jedoch rasch innerhalb von 10 bis 20 Stunden verloren geht. ALTER und FEHLHABER (1998) weisen jedoch auch darauf hin, dass noch in weiteren Untersuchungen geklärt werden muss, ob die bakteriziden Eigenschaften des Fleisches ausreichend sind, die „Sicherheitslücke“ bis zum Erreichen der Kühltemperatur, bei der die Vermehrung der Keime unterbunden wird, auszufüllen.

Neben der Tiefenkontamination durch Schlagbolzen und Stichmesser ist diejenige durch eindringendes Brühwasser bei Schweineschlachttierkörpern noch bedeutsamer. Unter mikrobiellen Gesichtspunkten sind die Brüh- und Enthaarungstechniken besonders kritisch zu betrachten und sogar als Hauptkontaminationsquelle der Schlachttierkörper im Schlachtprozess anzusehen (WOLTERSDORF, 1994). Zwar kann durch Bottichbrühung von Schweineschlachttierkörpern bei 60 °C die bakterielle Kontamination reduziert werden (SNIJDERS, 1976), aber durch fortwährendes Einbringen von Schmutz und Fäzes in den Brühtank kann kontaminiertes Wasser in die Lunge und über die Stichwunden in das Kreislaufsystem gelangen (TROEGER, 1993a). In Untersuchungen von TROEGER und WOLTERSDORF (1986, 1987) konnte in Abhängigkeit vom angewandten Brühverfahren eine unterschiedlich ausgeprägte, brühwasserbedingte Keimbesiedlung des Gefäßsystems festgestellt werden. TROEGER (1991, 1993a) konnte zusätzlich eine

mikrobielle Kontamination von Organen und bestimmten Bereichen der Skelettmuskulatur, insbesondere in der Umgebung von Gefäßeintritten, nachweisen. JONES et al. (1984) fanden Kontaminationen mit Brühwasserkeimen in allen Teilen der Schlachttierkörper.

Während also bei *intramortal* erfolgter sekundärer Kontamination mit dem Auftreten von Keimen in der Tiefe des Fleisches zu rechnen ist, hat die exogene Kontamination *postmortal* vor allem die Oberflächenbesiedlung der Karkassen zur Folge. Sie stellt im Vergleich zum Tiefenkeimgehalt die entscheidende mikrobielle Belastung der Tierkörper dar (REUTER, 1986a; HEIMANN, 1990; DURA et al., 1998).

Oberflächenkontamination kann bei Rinderschlachttierkörpern während der Enthäutung durch Messer, Wetzstahl und Schürzen des Schlachtpersonals hervorgerufen werden (GILL, 1979). Bei Wiederkäuern kann der Enthäutungsprozess eine Hauptquelle bakterieller Kontaminationen sein, wenn er nicht mit großer Sorgfalt durchgeführt wird, unabhängig von der manuellen oder automatischen Durchführung des Prozesses (WHELEHAN et al., 1986). Als kritische Stellen in der Rinderschlachtlinie wurde das Absetzen der Hörner und die manuelle Vorenthäutung von distalen Gliedmaßenabschnitten und Brustregion identifiziert (STOLLE, 1981). Des Weiteren ist die Entfernung laktierender Euter kritisch. Salmonellen werden beispielsweise nicht nur fäkal durch symptomlose Träger verbreitet, sondern wurden auch aus der Milchdrüse isoliert (GILES et al., 1989). Mit roher Milch können neben *Listeria monocytogenes* und *Campylobacter jejuni* durch Tiere mit klinischer oder subklinischer Staphylokokken-Mastitis auch *Staphylococcus* spp. verbreitet werden (SMULDERS und UPMANN, 2000b).

Die Ausweidung birgt bei allen fleischliefernden Tierarten ein erhöhtes Kontaminationsrisiko, insbesondere das Lösen des Rektums und die Eröffnung der Bauchhöhle (GRAU, 1979; GERATS et al., 1981). Nach EUSTACE (1981) muss in 1 Gramm Kot mit mindestens 10^7 Bakterien gerechnet werden. Autoren wie KASPROWIAK und HECHELMANN (1991) bzw. HECHELMANN (1992/93, 1995) nannten einen Wert von 10^9 oder mehr Mikroorganismen pro Gramm Kot und gaben zu bedenken, dass bei einer Verteilung dieser Menge über den

gesamten Schlachttierkörper eines Schweines, etwa durch Abbrausen, immer noch ca. 10^6 Darmbakterien pro cm^2 Oberfläche nachgewiesen werden könnten.

Bei Schweineschlachttierkörpern kann es auch schon in der Entborstungsanlage durch den Austritt von Kot infolge mechanischer Belastung der Tierkörper zu erheblichen Oberflächenkontaminationen kommen (TROEGER, 1993b). Zudem können Keime durch die Entborstungsschlegel regelrecht in die Schwarte einmassiert werden (MEERMEIER, 1991). Während im anschließenden Abflammprozess die mikrobielle Oberflächenkeimbelastung entweder nahezu unverändert bleibt oder sogar durch die Hitzeeinwirkung reduziert wird (GILL und BRYANT, 1992; WINTER, 1996), ist wahrscheinlich der Nachbearbeitungs- bzw. Poliervorgang der wichtigste Kontaminationsfaktor (SNIJDERS, 1976). Trotzdem wurden bisher nur geringe Anstrengungen unternommen, um diesen Prozessschritt durch effizientere Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen zu verbessern (GERATS, 1987). Nach KÖRBER (1997) hat eine mangelhaft durchgeführte Reinigung und Desinfektion der Schlachtlinie eine erhöhte Keimbelastung der Tierkörper zur Folge. Das Hygieneverhalten der Mitarbeiter hat nach MOSSEL (1970) als Kontaminationsquelle eine größere Bedeutung als deren Gesundheitszustand. Zwar kann das Personal infolge von akuten Atemwegsentzündungen, Durchfallerkrankungen oder Handverletzungen eine Kontaminationsquelle für das Fleisch darstellen (SINELL, 1981; STOLLE und REUTER, 1989; KASPROWIAK und HECHELMANN, 1991), doch auch NEUMANN et al. (1997) stellten fest, dass die Keimgehalte der Schlachttierkörper maßgeblich von der Schlachttechnologie und der Arbeitshygiene beeinflusst werden. Nach SMULDERS und UPMANN (2000b) sind die wichtigsten Bakterienquellen menschlichen Ursprungs die Mund- und Nasenschleimhaut, der Verdauungstrakt und die Haut. Die Autoren weisen darauf hin, dass die sogenannte „transiente“ Hautflora, die auf der Hautoberfläche überwiegt, durch Waschen mehr oder weniger entfernt werden kann, dagegen eine dauerhafte Entfernung der „residenten“ Hautflora, die bei Arbeitern in der Fleischindustrie mehr Coliforme und Salmonellen enthalten kann als die Hände von Arbeitern

anderer Lebensmittelsektoren, jedoch nicht zu erreichen ist. Daher sind SMULDERS und UPMANN (2000b) der Meinung, dass regelmäßige Händereinigung und –desinfektion Kontaminationen verhindern können. ROBERTS (1980) wies aber darauf hin, dass insbesondere hohe Bandgeschwindigkeiten und der damit verbundene Leistungs- und Erfolgsdruck einer regelmäßigen Reinigung von Händen, Geräten und der Arbeitskleidung entgegenstehen. Insbesondere sind bei fehlender Zwischenreinigung und –desinfektion die Messer ein nicht unerheblicher Ausgangspunkt für die Übertragung von Mikroorganismen (EUSTACE, 1981; SNIJDERS et al., 1985; SCHÜTT-ABRAHAM et al., 1988).

Als weitere Kontaminationsquelle kommt neben der Umgebung, der Schlachteinrichtungen, der Arbeitsgeräte und dem Personal die Raumluft in Betracht (HECHELMANN, 1995; RAHKIO und KORKEALA, 1997). RAHKIO und KORKEALA (1997) wiesen darauf hin, dass luftgetragene Mikroorganismen – vom Fell bzw. der Haut der Schlachttiere stammend – bei ungenügender baulicher Trennung von den Wartebuchten oder von der unreinen Seite der Schlachtlinie in den reinen Bereich übertreten, wo sie enthäutete bzw. abgeflamnte und polierte Tierkörper kontaminieren; die Autoren ermittelten eine enge Beziehung zwischen der mikrobiellen Belastung der Luft im reinen Teil der Schlachthalle und dem Keimgehalt auf den Tierkörperoberflächen. ROBERTS (1980) gab allerdings zu bedenken, dass aus der Luft pro Stunde nur mehrere 10 bis mehrere 100 Mikroorganismen /cm² sedimentieren, wohingegen ein Kontakt mit kontaminierten Messern oder Händen zu einer Übertragung von 10⁴ bis 10⁶ Mikroorganismen führen kann.

Am Ende der Schlachtlinie liegen die Oberflächenkeimzahlwerte zwischen 10³ und 10⁵ KbE/cm² (WOLTERSDORF und MINTZLAFF, 1995; KÖRBER, 1997). Da sich die Mikroorganismen auf der Fleischoberfläche schnell adaptieren und rasch in die Vermehrungsphase übergehen, sollten die Temperaturen auf der Fleischoberfläche möglichst schnell auf 5 °C abgesenkt werden (BEM und HECHELMANN, 1994). FEHLHABER und ALTER (1999) weisen darauf hin, dass auch bei modernen Kühlmethode (Schnellstabskühlung) im Zentrum dicker Fleischpartien, wie z.B. der Keule, erst

nach frühestens fünf bis sechs Stunden Temperaturen unter 20 °C erreicht werden und die Gefahr einer Keimanreicherung besteht. Deswegen ist aus Sicht dieser Autoren das möglichst schnelle Erreichen niedriger Temperaturen (7 °C, besser noch darunter) im Kern des Fleisches eine hygienische Notwendigkeit. Ebenso ist es wichtig, dass die Tierkörperoberflächen nicht für längere Zeit feucht und relativ warm bleiben, da sonst eine beträchtliche Vermehrung der psychrotrophen Flora möglich ist; durch frühzeitiges Kühlen auf niedrige Temperaturen wird ein solches Wachstum unterdrückt (NOTTINGHAM, 1982; GILL und BRYANT, 1992).

2.7 Mikrobiologische Kriterien für Schlachttierkörper

Mikrobiologische Kriterien gewährleisten die Genussstauglichkeit sowie die Unbedenklichkeit von Lebensmitteln (BAUMGART, 1999; SINELL, 2004). Sie legen die Akzeptabilität eines Erzeugnisses anhand des Nichtvorhandenseins, des Vorhandenseins oder der Anzahl von Mikroorganismen fest. Die Notwendigkeit zur Bewertung von Fleisch anhand mikrobiologischer Kriterien resultiert aus der Tatsache, dass die gesundheitliche Unbedenklichkeit und der Verderb von Fleisch wesentlich durch die Keimbelastung beeinflusst werden. Mikrobiologische Normen dienen somit dem präventiven Gesundheitsschutz (SINELL, 1985). In den meisten Fällen ist es nicht allein die Keimart, welche über die Verkehrsfähigkeit entscheidet, sondern es hängt von der Zahl der Mikroorganismen ab, inwieweit ein Lebensmittel als unbedenklich, wertgemindert, zum Verzehr ungeeignet oder gar gesundheitsschädigend gilt (REUTER, 1996). Lebensmittel, die den gesetzlich festgelegten maximalen Keimgehalt, den Warnwert, überschreiten, können eine Gesundheitsgefährdung des Verbrauchers hervorrufen. Der Warnwert entspricht im Sinne des Drei-Klassen-Plans dem Wert M der „Sampling for microbiological analysis: Principles and Specific applications“ (ICMSF, 1986). Bei Überschreitung des Wertes M gelten die Lebensmittel als „nicht annehmbar“ und sind somit nicht zum Verzehr geeignet (BAUMGART, 1999; KRÄMER, 2002). In diesem Fall ergreift die amtliche Lebensmittelüberwachung unter Wahrung der Verhältnismäßigkeit lebensmittelrechtliche Maßnahmen. Der Warnwert entspricht dem in der Fleischhygieneverordnung (FIHV (Anl. 2 a, Nr. 9), 2001) definiertem Grenzwert, der von keiner Probe überschritten werden darf. Der Wert, bis zu dem alle Ergebnisse als zufriedenstellend anzusehen sind, stellt den Richtwert dar. Der Richtwert entspricht dem Wert m der „Sampling for microbiological analysis: Principles and Specific applications“ (ICMSF, 1986). Dieser Wert gibt den Keimgehalt eines Lebensmittels an, dessen Überschreitung nicht empfohlen wird und stellt somit eine betriebsinterne Orientierungshilfe ohne Rechtsverbindlichkeit dar. Lebensmittel deren Keimgehalt den Richtwert m überschreitet, werden im Drei-Klassen-Plan als

„annehmbar“ bewertet. Sie sind allerdings in ihrem Wert vermindert. In solch einem Fall wird von Seiten der amtlichen Lebensmittelüberwachung der Herstellerbetrieb beispielsweise belehrt oder außerplanmäßig erneut beprobt. Wenn nämlich die Rohmaterialien sorgfältig ausgesucht werden, die gute Herstellungspraxis eingehalten und das Produkt sachgerecht aufbewahrt wird, so wird der Richtwert erfahrungsgemäß nicht überschritten (BAUMGART, 1999; KRÄMER, 2002).

Ein Dreistufensystem („Ampelsystem“) mit Vorschlägen für Keimzahlrichtwerte auf Schlachttierkörpern wurde bereits vor 25 Jahren in einem von der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, zwischen 1979 und 1981 geleiteten Forschungsprojekt erarbeitet (LEISTNER et al., 1981). Als „einwandfrei“ wurden Oberflächengesamtkeimzahlen von bis zu 5×10^6 KbE/cm² (Hygieneklasse 1, grün) eingestuft, als „noch tolerierbar“ solche von 5×10^6 bis 5×10^7 KbE/cm² (Hygieneklasse 2, gelb); „abzulehnen“ sei dagegen ein Oberflächenkeimgehalt von über 5×10^7 KbE/cm² (Hygieneklasse 3, rot) (LEISTNER, 1982). Nach LEISTNER (1982) und SINELL (1985) sollten nicht nur mikrobiologische Grenzwerte, sondern auch die Probenentnahme- und Untersuchungsmethodik sowie der Modus der Ergebnissauswertung Bestandteile von mikrobiologischen Normen sein.

HECHELMANN (1995) schlug für schlachtfrische Karkassen einen Richtwert von weniger als 1×10^4 KbE/cm² vor und empfahl die in dem „Ampelsystem“ kategorisierten Keimzahlen im Rahmen der Qualitätssicherung für Richt- (grün), Warn- (gelb) und Grenzwerte (rot) bei der Beurteilung der Oberflächenbelastung von im Handel befindlichen Tierkörpern.

MACKEY und ROBERTS (1993) empfahlen Oberflächenkeimzahlen auf schlachtfrischen Tierkörpern von $\leq 10^3$ KbE/cm² als „ausgezeichnet“, Keimzahlen von $\leq 10^4$ KbE/cm² als „gut“ und solche von $\leq 10^5$ KbE/cm² als „nicht zufriedenstellend“ zu beurteilen. Diese Werte sollten nicht als absolute Kategorien für die mikrobiologische Überwachung der Schlachthygiene sondern vielmehr als „beratende“ Leistungsparameter angesehen werden.

Nach Meinung von RING (1993) sind Keimzahlen während und nach der Schlachtung von $\leq 10^4$ KbE/cm² bei Schweinen und von $\leq 10^3$ KbE/cm² bei

Rindern das Ergebnis einer gegenwärtig optimalen Personal- und Betriebshygiene. Aerobe mesophile Gesamtkeimzahlen von $\leq 10^4$ KbE/cm² auf der Oberfläche schlachtwarmer Rinder- und Schweinehälften geben ebenso das CMA-Prüfsiegelprogramm „Deutsches Qualitätsfleisch aus kontrollierter Aufzucht“ (TROEGER und HONIKEL, 1994; CMA, 1998) sowie das österreichische AMA-Gütezeichen vor (PLESS und KÖFER, 1998). Auch das dänische Qualitätssicherungssystem (DANISH-QSG) sieht vor, auf Schlachttierkörpern nach der Kühlung eine Keimzahl von weniger als 10^4 KbE/cm² zu gewährleisten (SØRENSEN und ANDERSEN, 1996).

Da insgesamt nicht genügend Daten bezüglich der Oberflächenkeimzahl von Schlachttierkörpern vorlagen (UNTERMANN et al. 1991), gab es in der Bundesrepublik bis vor kurzem noch keine allgemein gültigen Grenzwerte bzw. rechtsverbindlichen Standardwerte (SCHÜTZ, 1991). Dagegen existierten bereits für Hackfleisch und Fleischzubereitungen durch Umsetzung der EU-Richtlinie 88/657/EWG, ersetzt durch die Richtlinie 94/65/EG, (Hackfleischrichtlinie; EG, 1988, 1994) rechtsverbindliche mikrobiologische Kriterien, die in Anlage 2a Nr. 9 der Fleischhygieneverordnung (FIHV, 2001) verankert worden sind. Aber ausreichend gesicherte Daten darüber, welche Oberflächenkeimzahlen auf Tierkörpern bei optimaler und praktisch erprobter Schlachttechnik erreichbar sind und toleriert werden können, lagen bis dahin nicht vor (ZELEKE et al., 1994). Erstmals stellten ELLERBROEK et al. (1999) einen Verfahrensentwurf zur einheitlichen Vorgehensweise bei der Bewertung der im Rahmen betrieblicher Eigenkontrollen gewonnenen Keimzahlen vor; als „akzeptabel“ (annehmbarer Bereich) ist danach eine aerobe mesophile Gesamtkeimzahl von $\leq 3,5 \log$ KbE/cm² (Rind, Schaf, Ziege, Pferd) bzw. $\leq 4,0 \log$ KbE/cm² (Schwein) einzustufen, als „marginal“ (kritischer Bereich) eine solche von 3,5 bis 5,0 \log KbE/cm²; als „nicht akzeptabel“ (unannehmbarer Bereich) gilt eine Keimzahl von über 5,0 \log KbE/cm² (Rind, Schaf, Ziege, Pferd und Schwein). Dieser Bewertungsschlüssel ist durch die Entscheidung 2001/471/EG (EG, 2001; BMVL, 2001) in Artikel 10 Abs. 2 der Frischfleischrichtlinie (EG, 1964/1991) eingebunden worden, so dass nunmehr auf gemeinschaftlicher Ebene ein rechtlich verbindliches Beurteilungsschema

für betriebsinterne Oberflächenkeimzahlbestimmungen auf Schlachttierkörpern vorliegt (PURKL, 2003). Die in der Entscheidung aufgeführten Richt- (m) und Grenzwerte (M) zur mikrobiologischen Bewertung der Ergebnisse beziehen sich jedoch ausschließlich auf die mit dem destruktiven Probenahmeverfahren gewonnenen Proben, bei Anwendung der nicht-destruktiven Verfahren sind die mikrobiologischen Kriterien gesondert festzulegen.

Wie bereits erwähnt, erarbeitet die Europäische Kommission derzeit eine Verordnung über mikrobiologische Kriterien von Lebensmitteln, in welcher unter anderem auch mikrobiologische Kriterien für Schlachttierkörper vorgesehen sind. Diese Bestimmungen werden die entsprechenden Regelungen der Entscheidung 2001/471/EG über Vorschriften zur Überwachung der Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen ablösen (RAVELHOFER-ROTHENEDER, 2004).

2.8 Methoden zur Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Schlachttierkörpern sowie Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen

Die Ergebnisse von Oberflächenkeimzahlbestimmungen werden in hohem Maße von der Untersuchungstechnik beeinflusst (ACKEMANN et al., 1982). Die Untersuchungsmethode, das Probenmaterial, die Beschaffenheit der zu beprobenden Oberflächen und die Praktikabilität der Probenentnahme vor Ort beeinflussen die mikrobiologische Aussage (THRAN, 1979; FLISS et al., 1991; REUTER, 1994a). Die methodische Problematik von Oberflächenkeimzahlbestimmungen liegt in der Abnahme der Mikroorganismen von der zu untersuchenden Oberfläche und in der möglichst vollständigen Übertragung der Keime auf bzw. in das zur Weiterzucht herangezogene Medium (CORETTI, 1966; LAMMERS et al., 1983). Die Resultate unterschiedlicher Nachweisverfahren können um ein 100faches oder mehr differieren, so dass die mikrobiologische Belastung von Fleischoberflächen immer nur unter Berücksichtigung der herangezogenen Methode sinnvoll diskutiert werden kann. CORETTI (1966) unterscheidet fünf Arten von Probenabnahmemethoden, die REUTER (1984b) in destruktive und nicht-destruktive Verfahren weiter unterteilt. Während bei der Destruktivmethode zwischen der Exzision und dem Oberflächengeschabsel unterschieden wird, werden die nicht-destruktiven Verfahren in das Abstrich- oder Abwischverfahren, das Abspül- oder Abschwemmverfahren, das Abklatsch- oder Abdruckverfahren und das Direkt- oder Direktaufgußverfahren unterteilt.

2.8.1 Destruktive Verfahren

Destruktive Methoden werden von verschiedenen Autoren als geeignete Verfahren zur exakten quantitativen Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes von Schlachttierkörpern angeführt (NORTJÉ et al., 1982; ANDERSON et al., 1987; HESSE, 1991; ZANDER-SCHMIDT, 1991; DORSA et al., 1996). Aufgrund der Zerstörung der Oberfläche ist diese Methode kaum für die routinemäßige Kontrolle der Betriebshygiene geeignet und findet kaum noch

Einsatz in der Umgebungsuntersuchung (HILLER, 1994). Die Destruktivmethode beruht auf dem sterilen Heraustrennen eines umschriebenen Bezirks der Oberfläche, wobei die gewonnene Gewebeprobe anschließend zur Keimzahlbestimmung homogenisiert wird.

Bei dem weniger gebräuchlichen Oberflächengeschabsel werden oberflächliche Gewebepartikel durch Abschaben mittels steriler Messer-, Rasier- oder Skalpellklingen von definierten Oberflächenarealen gelöst und so als Untersuchungsprobe gewonnen (PATTERSON, 1968; MOSSEL, 1970).

Bei der im Vergleich dazu häufiger verwendeten Exzisionstechnik wird ein zusammenhängendes Gewebestück umschnitten und anschließend mittels Skalpell und Pinzette in einer Schichtdicke von nur wenigen Millimetern abgetragen. Für die Umschneidung eines definierten Gewebestücks können beispielsweise Stanzen, die die Ränder der Beprobungsfläche einschneiden, oder Schablonen, die mit einem Skalpell umrissen werden, eingesetzt werden. Zahlreiche Autoren verwendeten Korkbohrer (SNIJDERS und GERATS, 1982; SNIJDERS et al., 1984; NERBRINK und BORCH, 1989; GUSTAVSSON und BORCH, 1989, 1993) oder scharf angeschliffene Hohlzylinder aus V₂A-Stahl als Ausstanzgeräte (HESSE und TROEGER, 1991; MEERMEIER, 1991; HAPPE, 1993; REUTER, 1994a; UPMANN, 1996; WINTER, 1996; KÖRBER, 1997). Als Ringschablone verwendeten Autoren wie REUTER (1984a), STOLLE (1985) und HESSE (1991) den Spülkopf des Handspülgerätes „Berlin“, indem sie diesen fest auf die Fleischoberfläche drückten und dabei den Spülkopf selbst oder den Abdruck, den dessen scharfe Ränder hinterließen, mit einem Skalpell umschnitten. WYSS (1996a) benutzte zur Markierung der abzutragenden Fläche einen Farbstempel; CHARLEBOIS et al. (1991) verwendeten dagegen einen Nadelstempel. WOLTERING (1990) umschneidet in seinen Untersuchungen einen V₂A-Hohlzylinder, während DE ZUTTER et al. (1982) einen 50 cm² großen Metallrahmen umschnitten.

2.8.2 Nicht-destruktive Verfahren

2.8.2.1 Konventionelle Verfahren

Abstrich- oder Abwischverfahren

Das Abstrich- oder Abwischverfahren mit Tupfern ist eine der ältesten Methoden zur Bestimmung des bakteriologischen Status von Oberflächen. Die Oberflächen werden entweder mittels befeuchteten und trockenen Tupfern (Nass-Trockentupfer-Technik, quantitativ) oder nur trockenen Tupfern (Einfachtupfer, semiquantitativ) abgestrichen.

Die Nass-Trockentupfer-Technik wird von seiten der EU für Oberflächenkeimzahlbestimmungen auf Schlachttierkörpern innerhalb der nicht-destruktiven Verfahren favorisiert (EG, 1984, 1987, 2001). Bei dieser Technik wird eine definierte Oberfläche zunächst mittels eines mit Pepton-Kochsalzlösung befeuchteten Tupfers und anschließend mittels eines trockenen Tupfers abgestrichen (ROBERTS et al., 1980; DE ZUTTER et al., 1982; SNIJDERS et al., 1984; STOLLE, 1985; HEIMANN, 1990; CHRISTENSEN und SØRENSEN, 1991; UNTERMANN et al., 1991, 1997b; BELL, 1997; DURA et al., 1998; HOFER 1999; BALTZER, 2004). Daraufhin werden die Köpfe der Tupfer in steriler Verdünnungslösung ausgeschüttelt oder homogenisiert. Durch die Erstellung einer Verdünnungsreihe können Nährböden mit unterschiedlichen Keimkonzentrationen beimpft werden (DIN 10113-1 und DIN 10113-2, 1997). Dieses quantitative Tupferverfahren ist in Form einer DIN 10113-1 (1997) als Referenzverfahren festgelegt, bezieht sich hier allerdings nur auf die Oberflächenkeimzahlbestimmung auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen.

Beim Einfachtupferverfahren wird nur ein trockener Tupfer zum Abstreichen einer definierten Oberfläche verwendet. Die Tupfer bestehen in der Regel aus einem Holz- oder Kunststoffstäbchen als Träger eines aufnahmefähigen Tupferkopfmateri als, für welches meistens Baumwollwatte (ROBERTS et al. 1980; SIBOMANA, 1980; DE ZUTTER et al., 1982; REUTER, 1984a; SNIJDERS et al., 1984; CHRISTENSEN und SØRENSEN, 1991; DORSA et al.,

1996) oder ein Gemisch aus 50 % Baumwolle und 50 % Viskose (STOLLE, 1985; HAPPE, 1993; UPMANN, 1996) eingesetzt wird.

Es wurde versucht, die Tupferprobenentnahme zu standardisieren, indem die abzutupfende Fläche mit Schablonen festgelegt und einheitliches Tupfermaterial verwendet wurde (SIBOMANA, 1980; HAPPE, 1993; LOUWERS und KLEIN, 1994a). Nach LOUWERS und KLEIN (1994a, 1994b) ist beispielsweise der flexible und hitzbeständige Kunststoff Teflon ein besonders geeignetes Schablonenmaterial. Während WERLEIN (1996) Schablonen aus PVC-Folie sowie Kunststoffschablonen benutzte, um Oberflächen von Schlachttierkörpern abzustreichen, verwendeten LAMMERS et al. (1983) Kunststoffschablonen für einen Abstrich der Oberflächen von Räumlichkeiten. Ferner kamen Schablonenmaterialien wie Metall (DE ZUTTER et al., 1982; BELL, 1997), Pappe (NORTJÉ et al., 1982) und auch Einwegpapier (HEIMANN, 1990; UNTERMANN et al., 1997b; DURA et al., 1998; HOFER, 1999) zum Einsatz. UPMANN (1996) benutzte sogar handelsübliche Abgaskrümmdichtungen aus Stahlblech zur Tupferprobenentnahme an Einrichtungsgegenständen.

Neben den Tupferverfahren werden zunehmend Abwischtechniken mit Schwämmen beschrieben. Die Schwammtechniken sind den Tupfermethoden recht ähnlich (PURKL, 2003). Das Prinzip besteht darin, dass ein befeuchteter Schwamm unter Ausübung von Druck kräftig über die zu untersuchende Oberfläche gerieben wird, und anschließend die mit dem Schwamm aufgenommenen Keime durch manuelles (LASTA et al., 1992) oder mechanisches Walken (DORSA et al., 1996; WARE et al., 1999) in einer Verdünnungsflüssigkeit in Lösung gebracht werden. Die Keimzahlbestimmung erfolgt dann durch Aufarbeitung der Lösung.

Bei dieser Methode werden Schwämme aus Zellulose (GILL und JONES, 2000; GILL et al., 2001), Polyurethan (LASTA et al., 1992; PHILLIPS et al., 2001a, 2001b) und synthetische Haushaltsschwämme (MURRAY et al., 2001) verwendet. Als Befeuchtungsmedien kamen nach PURKL (2003) Kochsalzlösung mit TWEEN®-20-Zusatz (SIRAGUSA et al., 1995, 1998; CUTTER et al., 1996), (gepuffertes) Peptonwasser (GILL und JONES, 2000;

DUFFY et al., 2001; GILL et al., 2001; MURRAY et al., 2001; PHILLIPS et al., 2001a, 2001b), Peptonwasser mit TWEEN®-20-Zusatz (DORSA et al., 1996; NUTSCH et al., 1998) und Glukose-Zusatz (CUTTER et al., 1996) sowie Phosphatpuffer (CASTILLO et al., 2001) zum Einsatz.

In vergleichenden Untersuchungen zur Einsatzfähigkeit des Nass-Trocken-Tupfverfahrens und der Schwämmchentechnik als Probenentnahmemethoden im Rahmen der routinemäßigen Überwachung des Oberflächenkeimgehaltes von Schweineschlachttierkörpern erwies sich laut PURKL (2003) die Schwämmchentechnik von seiten der Praktikabilität als einfach zu handhabendes und äußerst zügig durchführbares Entnahmeverfahren. Der Autor empfahl die Schwämmchentechnik als Methode der Wahl, denn seiner Meinung nach geht die Entnahme der Nass-Trockentupferproben mit einem unvermeidbaren hohen Arbeits- und Zeitaufwand einher.

Abspül- oder Abschwemmverfahren

Bei dem Abspül- oder Abschwemmverfahren werden die auf einer Oberfläche anwesenden Mikroorganismen mit einer definierten Menge an Spülflüssigkeit mit oder ohne Druck abgespült, aufgefangen und zur Bestimmung ihrer Anzahl weiter aufbereitet. Diese Methode wird vorwiegend zur Ermittlung des Oberflächenkeimgehaltes auf Schlachttierkörpern, aber auch zur Bestimmung des Keimgehaltes von Suspensionsträgern im Zuge von Desinfektionsmittelüberprüfungen eingesetzt (HANEKE, 1991).

Zum Abspülen von Teilarealen eines Tierkörpers wurden verschiedene Geräte entwickelt. So stellten REUTER et al. (1979) beispielsweise das aus V₂A-Stahl gefertigte Handspülgerät „Berlin“ vor, welches aus einer Spülkammer mit einem Durchmesser von 50 mm und einem Haltegriff bestand. Der Rand der Spülkammer wurde fest auf die Untersuchungsfläche gedrückt, wobei die Kammer eine Fläche von 20 cm² umschloss. Eine Öffnung der Kammer diente zur Aufnahme des Konus einer handelsüblichen, medizinischen Einwegspritze, eine zweite Öffnung sorgte für Druckausgleich. Über die Spritze wurden 5 ml Peptonwasser in die Kammer gedrückt; durch mehrmaliges Aufziehen und

Ausdrücken der Spritze wurde der Spülvorgang wiederholt (REUTER et al., 1979; SIBOMANA, 1980; BÜLTE, 1983; REUTER, 1984a). Als Weiterentwicklung ist das Ultraschall-Spülgerät „Berlin“ entwickelt worden. Eine Ultraschallmembran, die am Boden der Spülkammer angebracht war, ersetzte die mehrmalige manuelle Aufwirbelung der Flüssigkeit; die erforderlichen Schallwellen wurden über einen tragbaren Generator erzeugt (REUTER, 1984a; BÜLTE und ULRICH, 1984). Die Abspülfläche war mit 23 cm² geringfügig größer als beim Handspülgerät „Berlin“.

Es wurden viele andere Geräte entwickelt, wobei die Art und Weise des Aufbringens der Spülflüssigkeit und die Größe der Untersuchungsfläche variierten. So verwendete z.B. THRAN (1979) mit seinem sogenannten Bakterienkollektor Druckluft, um die Spülflüssigkeit auf eine 5 cm² große Untersuchungsfläche zu sprühen; LEISTNER et al. (1977) entwickelten dagegen eine Abschwemmpistole, bei der die Spülflüssigkeit mittels Propeller auf die durch unterschiedliche Spülköpfe variierende Oberfläche (9,5 cm², 33,5 cm², 42 cm²) aufgebracht wurde.

Abklatsch- oder Abdruckverfahren

Abklatsch- oder Abdruckverfahren sind in der DIN 10113-3 (1997) als semiquantitative Verfahren zum Nachweis von Mikroorganismen mit Nährbodenbeschichteten Entnahmevorrichtungen beschrieben. Das Agarkontaktverfahren ist am gebräuchlichsten. Dabei wird die Oberfläche eines festen Nährbodens auf die zu untersuchende Oberfläche gedrückt und das Nährmedium anschließend bebrütet. Für Schlachttierkörper ist ein indirektes Abdruckverfahren, bei dem mit einer sterilen Stahlplatte ein Abdruck erfolgt und die anhaftenden Keime anschließend auf einen Nährboden übertragen werden, entwickelt worden (LEISTNER, 1956). Heute spielen vor allem gebrauchsfertige, im Handel erhältliche Abklatschsysteme eine Rolle. KLEINER und HILGERT (2004) zeigten in ihren Untersuchungen, dass die Abklatschsysteme Hylab[®] (Fa. Transia, Ober-Mörlen), Hygicult[®] (Fa. Schülke&Mayr, Norderstedt), Envirocheck Contact E (Fa. VWR, Darmstadt) und RODAC[®]-Platten (Fa. Heipha, Heidelberg) neben der destruktiven Technik zur

Kontrolle der Oberflächenkeimbelastung auf Fleisch unter definierten Bedingungen geeignet sind. RODAC-Platten (Replicate Organism Direct Agar Contact) wurden auch von SIBOMANA (1980), PLESS und PLETZ (1995) sowie GLOBISCH et al. (1996) auf Schlachttierkörpern angewandt. Diese mit Nährmedien füllbaren Einmalpetrischalen mit Raster ermöglichen den Abklatsch einer etwa 25 cm² großen Untersuchungsfläche. Der bevorzugte Anwendungsbereich liegt jedoch weniger in der mikrobiologischen Untersuchung von Fleisch, sondern vielmehr in der Überprüfung der Effizienz von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen an Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen (SCHULZE und HILDEBRANDT, 1994, 1995; HEILIGENTHAL, 1995; PLESS und PLETZ, 1995). Ein Vorteil dieses zeit- und kostensparenden Verfahrens besteht darin, dass die Entnahmeausrüstung gleichzeitig das Wachstumsmedium darstellt und somit Aufarbeitungsschritte der Proben entfallen (BAUMGART, 1977; LAMMERS et al., 1983). Allerdings sind der RODAC-Methode auf gewölbten oder kleinen und unzugänglichen Flächen verfahrensbedingt Grenzen gesetzt. Das Aufbringen des Kontaktnährbodens ist dann schwierig, wenn nicht sogar unmöglich. Sind feuchte oder nasse Stellen zu beproben, verteilen sich die Mikroorganismen im Feuchtfilm auf dem Nährboden, oder sie werden mit der Flüssigkeitssuspension nur unzureichend vom Nährbodenträger aufgenommen (BÜLTE und REUTER, 1982; LAMMERS et al., 1983; HESSE, 1991). Für gebogene und unebene Flächen empfiehlt sich der Einsatz der bereits oben genannten Abklatschsysteme. Auf diesen sogenannten Kontaktslides sind je nach Arbeitseinsatz unterschiedliche, flexible Kulturmedien aufgebracht. Durch die Flexibilität der Kontaktslides ist eine größere Anzahl an unterschiedlichen Oberflächenstrukturen beprobbar als mit den üblichen RODAC-Kontaktnährmedien (POWITZ und BALSAMO, 2002).

Für die Beprobung unebener Flächen empfahl BRETTSCHEIDER (2004) im Rahmen eines Hygiene Monitorings sowohl für die Untersuchung von Schlachttierkörper als auch für die Überprüfung von Oberflächen nach der Reinigung und Desinfektion RIDA[®]COUNT Total Testkarten (R-Biopharm AG, Darmstadt). Die Testkarten enthalten einen modifizierten Plate Count Agar,

welchem ein Indikator zugesetzt ist, der gewachsene Kolonien rot anfärbt und sie somit leicht erkennbar sowie auszählbar macht.

Direkt- oder Direktaufgußverfahren

Das Direkt- oder Direktaufgußverfahren, auch als DSAP-Methode (Direct Surface Agar Plating) bezeichnet, besitzt für die Keimgehaltbestimmung auf Schlachttierkörpern keine Bedeutung. Es wird häufig wegen der hohen Keimausbeute vergleichend zu anderen Agarkontaktmethoden angewendet (ANGELOTTI et al., 1958). Bei diesem Verfahren wird Nähragar (ANGELOTTI und FOTER, 1958; ANGELOTTI et al., 1958; PATTERSON, 1971; BALDOCK, 1974) oder flüssige Nährgelatine (ACKEMANN et al., 1982) auf eine definierte Untersuchungsfläche gegossen, nach dem Erstarren von der Oberfläche genommen und direkt bebrütet oder für ein anderes Keimzahlermittlungsverfahren wieder aufbereitet.

2.8.2.2 Schnellmethoden

Die bisher vorgestellten Verfahren zur Keimzahlbestimmung von Oberflächen liefern Ergebnisse, die von retrospektiver Natur sind, da sie auf der Vermehrung von Mikroorganismen beruhen, die hierfür einige Zeit benötigen. Im praktischen Einsatz erweisen sich die Methoden oftmals als ungeeignet, weil sie nicht nur zeit- sondern auch arbeitsaufwendig sind, fachlich geschultes Personal erfordern und die Ergebnisse erst nach Tagen vorliegen (WERLEIN, 1996). Aus diesen Gründen ist die Forderung nach Schnellmethoden zur Erfassung einer mikrobiologischen Kontamination von Flächen oder Arbeitsgegenständen verständlich, und es ist damit zu rechnen, dass die Verfügbarkeit und der Einsatz von Schnellmethoden in Zukunft zunehmen werden.

Aufgrund ihrer Zuverlässigkeit kann jedoch auf die klassischen Verfahren nicht verzichtet werden; sie sind die Grundlage der Hygienekontrollen und für die Erfassung kritischer Lenkungspunkte notwendig, z.B. für das HACCP-Konzept (BECKER et al., 2004). Allerdings schränkt der hohe Arbeitsaufwand der kulturellen Keimzahlbestimmungsmethoden nach § 35 LMBG bzw. DIN deren Anwendbarkeit im Rahmen betrieblicher Eigenkontrollen ein (PURKL, 2003).

Anstelle konventioneller Keimzahlbestimmungsmethoden setzten HEIMANN (1990) und HOFER (1999) bzw. UNTERMANN et al. (1997b) sowie KRAUS (1997) das **Spiralplattenverfahren** ein. Die Bedienung des Gerätes wird als einfach beschrieben (LIBERSKI, 1986). Das zeitaufwendige Herstellen von Verdünnungsreihen entfällt bei dieser automatisierten kulturellen Technik (GRIFFITHS, 1995). Ein weiterer Zeitvorteil kann dadurch erzielt werden, indem das übliche Auszählen von sich entlang der Impfspirale entwickelnden Kolonien mit Hilfe einer segmentierten Schablone (HEIMANN, 1990) durch ein Laser-gesteuertes Ablesegerät ersetzt wird (BAUMGART, 1980). Doch kann die Spiralplattentechnik nur bedingt im Rahmen betrieblicher Eigenkontrollen empfohlen werden, da sich die Anschaffung und Unterhaltung des relativ teuren Gerätes (PRIETO et al., 1990) erst ab einem Untersuchungsaufkommen von etwa 6.000 Proben pro Jahr und Arbeitskraft rechnet. Deutlich geringere Kosten gegenüber den nicht-automatisierten Kulturverfahren sind jedoch erst ab ca. 20.000 Proben pro Jahr zu erwarten (GERATS und SNIJDERS, 1977/1978). Außerdem liegen bei dem Spiralplattenverfahren die Keimzahlergebnisse auch verzögert vor.

Bei dem **Impedanzmessverfahren** liegen die Resultate in dem für Tierkörper relevanten Kontaminationsbereich nach etwa 1 bis 12 Stunden vor (BÜLTE, 1983; BÜLTE und REUTER, 1984; BAUMGART, 1992, 1993; PLESS und REISINGER, 1995). Das Verfahren beruht auf der Metabolisierung vorhandener Substrate eines Nährmediums durch Mikroorganismen. Die dabei entstehenden Stoffwechselprodukte liegen in Ionenform vor und erhöhen die Leitfähigkeit, beziehungsweise erniedrigen den Widerstand der Nährflüssigkeit. Je konzentrierter die Keime vorliegen, desto schneller sind die Widerstandsänderungen des Mediums messbar, desto kürzer ist also die Detektionszeit (GESSLER, 1991; HEILIGENTHAL, 1995; WAWERLA et al., 1996). WAWERLA (1998) weist darauf hin, dass als Grundausstattung zur Impedanzmessung spezielle Inkubatoren, mit Meßzellen bestückte Elektroden und zur Auswertung ein Rechner, Drucker, sowie entsprechende Software benötigt werden. Die intensiven Kosten für das Meßsystem sind also hoch (BÜLTE, 1983; BÜLTE und STOLLE; 1989), die laufenden Kosten betragen ca.

2 DM/Probe (BÜLTE, 1983). Nach Aussage von PLESS und REISINGER (1995) ist die Zusammensetzung der Mikroflora für das Untersuchungsergebnis von großer Bedeutung. Nach Meinung von BÜLTE (1983) hängt die Aussagekraft des Verfahrens entscheidend von der Dominanz der stoffwechselaktiven Enterobakteriazeen ab, die eine sehr gute Korrelation zur Gesamtkeimzahl der auf der Fleischoberfläche vorhandenen Mikroorganismen zeigen (BÜLTE und REUTER, 1984). SCHULENBURG und BERGANN (2000) geben zu bedenken, dass bei der Bestimmung der Gesamtkeimzahl in verschiedenen Lebensmitteln die mikrobiologische Flora unterschiedlich zusammengesetzt ist, und dass verschiedene Keime jeweils voneinander abweichende spezifische Impedanzwirksamkeit besitzen. Dies führt zu abweichenden Ergebnissen; daher schlagen die Autoren vor, die impedimetrische Keimzahlbestimmung vor allem für Massenuntersuchungen an einheitlichem Probenmaterial einzusetzen.

Für ein Hygiene-Monitoring in Betrieben ist nach Meinung von BECKER et al. (2004) die **Biolumineszenz-Methode** zum Nachweis von Adenosintriphosphat (ATP) sehr gut einsetzbar. ATP ist ein Nukleotid, das in allen lebenden Zellen, jedoch auch in anderem organischen Material (wie z.B. Produktresten) vorkommt. Der Nachweis von ATP erfolgt luminometrisch. Das während einer Vorreaktion aus den Bakterienzellen extrahierte ATP und freies ATP bilden unter Anwesenheit von Magnesiumionen, Luciferin und Luciferase einen Komplex. Dieser oxidiert mit Luftsauerstoff zu Oxiluciferin, das unter Emission eines Photons wieder in seinen Grundzustand zurückkehrt. Das emittierte Photon wird luminometrisch erfasst und als Relative Light Units (RLU) angezeigt. Die Photonen geben Auskunft über die Höhe der Biomasse auf einer Oberfläche bzw. über den Grad der Verschmutzungen der Kontrolloberflächen durch Bakterien und Lebensmittelreste (BECKER et al., 2004). Mit dieser Methode ist bereits innerhalb einer Stunde eine Bewertung des Hygienestatus von Schlachttierkörpern möglich (BÜLTE, 1983; BÜLTE und REUTER, 1985; BÜLTE und STOLLE, 1989; BAUMGART, 1992, 1993; THOLEN, 1997). Mittlerweile sind Testsysteme im Handel (KIRCHER et al., 1996; ZWARTKRUIS et al., 1999), die innerhalb weniger Minuten Ergebnisse liefern (SIRAGUSA et

al., 1995; CUTTER et al., 1996) und in der betrieblichen Praxis im Einsatz sind (STEIGERT und KIRSCHNER, 1997).

Die Nachweisgrenze für Mikroorganismen, beziehungsweise ATP bei diesen Testverfahren ist in der Literatur mit verschiedenen Werten angegeben. WERLEIN und WUCHERPFENNIG (1999) stellten bei der Untersuchung von Schweineschlachttierkörpern eine untere Nachweisgrenze von ca. 4 lg KbE/cm² fest. Andere Autoren nannten eine untere Nachweisgrenze von ca. 3,2 lg KbE/cm² (SIRAGUSA et al., 1995) bzw. 2,7 lg KbE/cm² (WERLEIN, 1996). Bei Untersuchungen an Rinder- und Kälberschlachttierkörpern wurden sogar noch niedrigere Nachweisgrenzen von 2 bzw. 2,7 lg KbE/cm² ermittelt (SIRAGUSA et al., 1995; WERLEIN, 1996; ZWARTKRUIS et al., 1999). Die Nachweisgrenzen des Biolumineszenzverfahrens liegen ähnlich derer des Tupfverfahrens (KIRCHER et al., 1996).

Während zwischen ATP-Nachweis und konventionellen Verfahren in verschiedenen Untersuchungen von Schweine- und Rinderfleischoberflächen eine enge Beziehung mit Korrelationskoeffizienten von $r > 0,8$ bis $0,9$ (MEIERJOHANN und BAUMGARDT, 1994; STEPHAN et al., 1994; SIRAGUSA et al., 1995; CUTTER et al., 1996; STEIGERT und KIRSCHNER, 1997; WERLEIN und WUCHERPFENNIG, 1999; ZWARTKRUIS et al., 1999) belegt werden konnte, lieferten Untersuchungen von Oberflächen in fleischverarbeitenden Betrieben sowie von Edelstahloberflächen und Kunststoffbrettern stark schwankende Korrelationskoeffizienten von $r > 0,42$ bis $0,89$ (ORTH und STEIGERT, 1996; POGGEMANN und BAUMGART, 1996; HOFBAUER et al., 1997). Daher kann das Biolumineszenzverfahren eine mikrobiologische Untersuchung nicht ersetzen, sondern ist dazu geeignet, Reinigungsabläufe zu optimieren (ORTH und STEIGERT, 1996) und kritische Arbeitsabläufe aufzufinden (RUDOLPH et al., 1995; WERLEIN, 1996).

PURKL (2003) macht darauf aufmerksam, dass das Resultat der Biolumineszenzmethode ebenso wie jenes der Impediometrie zahlreichen Einflußfaktoren unterliegt, und dass für die betriebliche Praxis aber orientierende Keimzahlergebnisse ausreichend sind; deshalb dürfte die

Entscheidung zum Einsatz eines der beiden Schnellverfahren im wesentlichen von den hohen investiven, bei der Biolumineszenzmethode auch von den laufenden Kosten abhängen.

Ein weiteres Beispiel für ein wichtiges Schnellverfahren stellen die direkte **Epifluoreszenz-Filter-Technik** und das **Epifluoreszenz-Verfahren** dar. Dabei handelt es sich um ein Auflichtmikroskopieverfahren zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl lebender Mikroorganismen bei der Untersuchung von Lebensmitteln. Nach SINELL (2004) wird diese Technik vor allem zur Untersuchung von Fleisch, Milch, Getränken, Wasser und Abwasser eingesetzt. Die Proben werden enzymatisch vorbehandelt und über einen Polycarbonfilter filtriert. Anschließend werden die im Filter verbleibenden Keime mit Acridinorange angefärbt. Die aktiven Bakterien lassen daraufhin unter ultraviolettem Licht eine orange fluorezierende Färbung und die inaktiven Bakterien eine grün fluorezierende Färbung erkennen. Die Bakterien werden dann unter einem Epifluoreszenzmikroskop bei Primärlicht gezählt (BÜLTE und STOLLE, 1989; BAUMGART, 1993).

TRAUTSCH (2003) gibt zu bedenken, dass die modernen Nachweissysteme, wie zum Beispiel das Epifluoreszenz-Verfahren, die Impedanzmethode, Biolumineszenz und andere Schnellmethoden den Einsatz von Geräten sowie eine gewisse Laborausstattung voraussetzen, Schnelltests für die betriebseigene Kontrolle aber innerhalb kurzer Zeit auch für mikrobiologisch ungeübtes Personal unkompliziert und ohne apparativen Aufwand durchzuführen sein sollen. Gerade im Hinblick auf registrierte, meist kleinere Betriebe wurde der HY-RISE™ Colour Hygiene Test Strip entwickelt, der auf einem neuartigen Nachweisprinzip beruht, bei dem Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid (-Phosphat) (NAD(P)/NAD(O)H) als Substrat dient (GOLL et al., 2004). Diese Coenzyme werden von der Prüfoberfläche mittels Teststreifen abgewischt und durch eine Farbreaktion nachgewiesen. Mit dem **NAD-Test** können auf diese Weise sowohl Produktrückstände als auch Mikroorganismen nachgewiesen werden. GIERSE und BABEL (2002) empfehlen diesen Test zur Durchführung betriebseigener Kontrollen sowie auch im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung als sichtbaren Beleg zur Hygienebeurteilung. Die

Nachweisgrenze für bakterielle Kontamination auf Oberflächen lag in Untersuchungen von GOLL et al. (2004) bei ca. 10^4 KbE/cm². Die Autoren verglichen den Test mit den ATP-Nachweisverfahren HY-LITE 2[®], dabei entsprachen die Nachweisgrenzen 200 – 600 RLU (Relative Light Units). Im Feldversuch wurden 1000 RLU als oberer Grenzwert für saubere Oberflächen festgelegt. Dabei zeigte der NAD-Nachweis in nur 71,6 %, bei der Auswertung nach vier Minuten, und in nur 73,4 %, bei der Auswertung nach acht Minuten, ein übereinstimmendes Ergebnis mit der Biolumineszenz zur Aussage „sauber“ oder „nicht sauber“. Im Laborversuch ermittelten GOLL et al. (2004) mittels aufgebrachteter Fleischsaftverdünnung eine untere Nachweisgrenze für den NAD-Test, welche 30-350 RLU bei der Biolumineszenz entsprach.

Während WEBER et al. (1997), die den Protein-Test mit dem Nass-Trockentupfverfahren, einem ATP-Test und einem Abklatschverfahren verglichen, keine zuverlässige Aussage bezüglich des sinnvollen Einsatzes bei der Kontrolle von Reinigung und Desinfektion treffen konnten, sahen GOLL et al. (2004) ebenso wie TRAUTSCH (2003), die den NAD-Test mit der RODAC-Abklatschtechnik verglich, den Schnelltest als eine sinnvolle Ergänzung, jedoch nicht als Ersatz für mikrobiologische Untersuchungen an.

3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Gegenstand der Untersuchungen

Die Untersuchungen fanden zwischen dem 12. September 2003 und dem 20. August 2004 an einem mittelständischen Direktvermarkterbetrieb statt.

Durchgeführt wurden zum einen die bakteriologische Probenahme an Schlachttierkörpern, zum anderen die bakteriologische Probenahme zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion nach den Vorgaben der Entscheidung 2001/471/EG. Da bisher keine Informationen hinsichtlich der Direktvermarktung vorhanden sind, sollten die erhobenen Daten zur Einschätzung der IST-Situation im Betrieb fortlaufend erfasst und diskutiert sowie eventuell auftretende Probleme in der praktischen Umsetzung der Entscheidung aufgedeckt werden.

3.2 Prozeßstufen bei der Schlachtung

Es handelte sich um einen landwirtschaftlichen Vollerwerbsbetrieb, der seit 1992 eine nach § 11a Abs. 3 Nr. 1 FIHV registrierte Direktvermarktung aufgebaut hat. Die wöchentliche Schlachtleistung lag durchschnittlich bei 7 Schweinen und einem Rind. Die Schlachtung der Schweine begann freitags gegen 9⁰⁰ Uhr und endete gegen 11⁰⁰ Uhr. Nach einer anschließenden Zwischenreinigung fand die Rinderschlachtung statt, die ca. gegen 13⁰⁰ Uhr endete.

Die Wartebucht der Schweine befand sich unter freiem Himmel unmittelbar vor der Außentür des Schlachtraums. Von hier wurde jeweils ein Schwein durch die Tür in eine kleine Betäubungsbucht innerhalb des Schlachtraums getrieben und manuell mit einer Elektrozange betäubt. Anschließend wurde das Tier mittels Schlingkette an einem Hinterbein angeschlungen und hängend entblutet. Nach diesem Schritt wurde das Schwein mit Hilfe eines Kettenaufzuges in einen Brühkessel abgelassen und bei einer Wassertemperatur von ca. 60 °C gebrüht. Im Anschluss an den Brühvorgang erfolgte das Entfernen der Klauenschuhe. Mittels zweier an den Achillessehnen befestigten Eurohaken gelangte das

Schwein über einen Kettenaufzug auf eine Rohrbahn. Hier erfolgte die manuelle Entfernung von Restborsten, Augen- und Ohrenausschnitte, ein kurzes Abduschen des Tierkörpers mit Wasser und das Abflammen. Nach dieser Prozedur folgte die Eviszeration, wobei das Magen-Darm-Konvolut in eine Eurokiste verbracht und das Geschlinge an einem Fleischhaken aufgehängt wurde. Anschließend wurden die Längsspaltung des Schlachttierkörpers mittels eines Spalters und die weitere Herrichtung für die amtliche Fleischuntersuchung durchgeführt (Lösen des Flomens, Herauslösen der Nieren aus der Kapsel, Entfernung der Stichstelle). Am Ende der Schlachtlinie, bevor die Tierkörper manuell in den Kühlraum weitertransportiert wurden, fand die bakteriologische Probenahme an den Schweineschlachttierkörpern statt. Es folgte eine Zwischenreinigung des Schlachtraums und die Vorbereitung der Rinderschlachtung.

Das zu schlachtende Rind wurde in einer mobilen Fixationseinrichtung vor die Außentür des Schlachtraumes gebracht und hier mittels eines Bolzenschussapparates betäubt. Anschließend wurde das Tier an einem Hinterbein angeschlungen und hängend entblutet. Darauf folgte das Absetzen des Kopfes. Dieser wurde für die spätere amtliche Untersuchung enthäutet und an einem Haken aufgehängt. Im weiteren Verlauf wurde das Rind auf einen Schragen abgelegt. Nach dem Absetzen der Vorder- und Hinterbeine, der manuellen Vorenthäutung und der Eröffnung der Bauch- und Brusthöhle wurden zwei Eurohaken an den Achillessehnen der Hinterbeine befestigt. An diesen konnte der Schlachttierkörper mittels eines Kettenaufzuges schrittweise aufgezo-gen werden, und es erfolgten die Restenthäutung und die Eviszeration. Die Speiseröhre und der Analbereich wurden dabei mittels Tüten und Kordel umhüllt. Das Magen-Darm-Konvolut wurde zur späteren Fleischschau in einer Eurokiste aufbewahrt und das Geschlinge an einen Haken aufgehängt. Nach dieser Prozedur folgten die manuelle Längsspaltung der Wirbelsäule, Entfernen des Rückenmarks und die restliche Herrichtung für die Fleischschau. Im Anschluss an den gesamten Schlachtprozess, noch vor der Kühlung, fand die bakteriologische Probenahme an dem Schlachttierkörper statt.

3.3 Material

3.3.1 Schlachttiere

Im Untersuchungszeitraum von September 2003 bis August 2004 wurden an 47 Schweine- und 42 Rinderschlachttagen insgesamt 332 Schweine- und 48 Rinderschlachttierkörper beprobt; dabei erfolgte die Probenentnahme beliebig an der rechten bzw. linken Hälfte.

Die durchschnittlich 20 Monate alten Rinder und Ochsen der Rasse Limousin stammten bis auf einzelne Ausnahmen ausschließlich von dem der Direktvermarktung angegliederten landwirtschaftlichen Vollerwerbsbetrieb. Ein langer Transport der Tiere unterblieb aus diesem Grund. Die Verladung der Tiere aus dem Stall bzw. von der Weide in eine mobile Fixationseinrichtung erfolgte ca. 1 Stunde vor der Schlachtung.

Die ca. 7 Monate alten Schweine stammten von zwei festen, nicht weiter als 15 km entfernten Zuliefererbetrieben. Einer dieser Betriebe lieferte die Schweine aus seiner Dreirassenkreuzung (Schwäbisch Hällische x Deutsche Landrasse-Kreuzungs-Sau x Belgier-Eber) ca. 2 Stunden vor der Schlachtung an. Der Transport der Schweine aus der Zweirassenkreuzung (Deutsche Landrasse-Sau x Belgier-Eber) des anderen Zulieferers wurde vom Direktvermarkter selbst ca. 2 bis 3 Stunden vor der Schlachtung übernommen.

3.3.1.1 Hilfsmittel für die destruktive Probenentnahme und -transport

Zur Gewinnung der Gewebeproben kam ein Probenahmegerät nach DIN 10112 (1996) zum Einsatz, welches im Auftrag des Instituts für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde in einer Werkstatt der Justus-Liebig-Universität in Gießen hergestellt wurde. Diese Spezialanfertigung war eine Stanze aus korrosionsbeständigem V2-Stahl. Das Mittelstück bestand aus einem 135 mm langen Stab mit einem Durchmesser von 8 mm. An seinem einen Ende bildete es mit einem 105 mm langen Stabstück, mit einem Durchmesser von 20 mm, einen T-förmigen Haltegriff. An dem anderen Ende saß ein 60 mm langes Rohrstück mit einem Innendurchmesser von 25 mm und

einer Wandstärke von 2 mm auf, welches in seiner Funktion als Stanzkopf an seinem vorderen Ende scharf angeschliffen war. Das Probenahmegerät ist in der Abbildung 2 dargestellt.



Abb. 2: Probenahmegerät

Sonstige Materialien und Geräte, die zur destruktiven Probenahme gebraucht wurden:

- Pinzette
- Skalpell
- Stomacherbeutel („stomacher® lab system“ BA6041 standard bags, Seward Limited, UK)

Zur Dekontamination der Probenahmegeräte zur Probenentnahme wurden sie in 99 %igen Alkohol getaucht und anschließend abgeflammt.

Zur Reinigung der Hände vor der Probenahme wurden sie mit einer Seifenlotion („TORK Flüssigseife Mevon 55“, Fa. Printus, Offenburg; Art.Nr. 207035-30)

gewaschen und mit Einmalhandtüchern („TORK Falthandtücher“, Fa. Printus, Offenburg; Art.Nr. 536 227-30) abgetrocknet. Anschließend wurden die Hände mit einem Händedesinfektionsmittel („Seewasept“, Fa. Seewald-Chemie; Unna; Art.Nr. 400/401) desinfiziert.

Der Probentransport erfolgte in einer DIN A4 Styroporbox mit bis zu acht tiefgefrorenen (-18 °C) Kühlelementen.

3.3.1.2 Verdünnungslösungen und Nährböden für mikrobiologische Untersuchungen

Als Verdünnungsflüssigkeit zur Erstverdünnung der Proben wurde gepuffertes Peptonwasser (MERCK, Darmstadt; Art.Nr. 1.07228) verwendet. Die Verdünnungslösung für die Dezimalverdünnung („Drop-Lösung“) bestand aus folgenden Komponenten:

1,0 g Pepton aus Casein, tryptisch verdaut (MERCK, Darmstadt; Art.Nr. 1.07213)

8,5 g Natriumchlorid (MERCK, Darmstadt; Art.Nr. 1.06404)

0,75 g Agar-Agar (MERCK, Darmstadt; Art.Nr. 1.01614)

1000 ml entmineralisiertes Wasser

Die Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl erfolgte auf Plate-Count-Agar (PC-Agar, Caseinpepton-Glucose-Hefeextrakt-Agar, MERCK, Darmstadt; Art.Nr. 1.05463).

Die Bestimmung der *Enterobacteriaceae* erfolgte auf Violet-Red-Bile-Glucose-Agar (VRBG-Agar, Fa. Oxoid, Basingstoke, Hampshire, UK; Art.Nr. CM0485)

Für die mikrobiologischen Untersuchungen wurden folgende Materialien sowie Geräte verwendet:

- Beutel-Walkmischgerät (Stomacher „Bagmixer®“, Modell P, Seriennummer 96.052.025; INTERSCIENCE, St. Nom, Frankreich)
- Reagenzglasschüttelgerät (MS 1 Minishaker 004.134; IKA-WORKS INC., Wilmington, USA)
- Trockenschrank, TYP BVM 80K; Fa. MEMMERT GmbH & Co. KG, D-Schwabach

- Brutschrank, Typ BVM 50; Fa. MEMMERT GmbH & Co. KG, D-Schwabach
- Messzylinder aus Glas, 50 ml
- Messpipetten aus Glas, 1 ml
- Peleusball
- Reagenzglasständer aus Edelstahl
- Tütenständer aus Edelstahl
- Spatel
- Anaerobierbeutel (Anaero Gen™2,5; Fa. OXOID; Basingstoke, Hampshire, UK; Art.Nr. AN0025A)
- Anaerobiertöpfe (BBL GasPak®System; 2,5 l)

Die Zubereitung der Nährböden erfolgte nach den Angaben des Herstellers. Zur Anfertigung der Agarplatten wurden Teilmengen von ca. 15 ml des geschmolzenen Nährbodens in sterile Petrischalen überführt und zum Verfestigen stehengelassen. Bis zu ihrer Verwendung wurden die Platten mit dem Deckel nach unten für maximal 7 Tage im Kühlschrank (4 °C) zwischengelagert.

Die Erstverdünnungslösung wurde in Teilmengen von 500 ml in Schottglasflaschen mit Schraubverschluss und die Dezimalverdünnungslösung in Teilmengen von 9 ml in verschließbare Reagenzgläser abgefüllt und ebenfalls im Kühlschrank zwischengelagert.

3.3.2 Reinigung und Desinfektion

Zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion wurde ein Probenahmeplan erstellt, der vorgab, welche Oberflächen an welchen Tagen zu beproben waren. Es wurden 47 unterschiedliche Probenahmestellen pro Monat, vorrangig Kontaktstellen mit Fleisch festgelegt, die zum einen aus dem Produktions- und zum anderen aus dem Verkaufsbereich stammten. Der Produktionsbereich gliederte sich in den Schlacht- sowie Zerlegeraum mit den dazugehörigen Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen. Der Verkaufsbereich gliederte sich in

den Hofladen, die Vorbereitungsküche, das Verkaufsauto sowie den Kühlraum mit den jeweiligen Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen. Die Mitarbeitertoilette wurde dem Verkaufsbereich zugeteilt.

Die Probenahme der insgesamt 423 Umgebungsproben erfolgte stets vor Produktionsbeginn an gereinigten, desinfizierten, trockenen, flachen und glatten Oberflächen. Flächen mit sichtbarer Verunreinigung wurden als „unzureichend“ bewertet und nicht beprobt. Der genaue Probenahmeplan ist in Kap. 9.2.1 im Anhang dargestellt.

Hilfsmittel zur Probenentnahme, -bebrütung und -entsorgung

Zur Gewinnung der Abklatschproben kam das System „Hygicult-TPC“ der Fa. Schülke&Mayr, Norderstedt; Art.Nr. 182701, zum Einsatz. Es bestand aus einem Nährbodenbeschichteten Kunststoffträger („Paddle“), der in einem verschließbaren Transportbehälter verpackt war. Der rechteckige Träger wies eine Fläche von 9,04 cm² und eine Dicke von 0,5 cm auf. Er war beidseitig mit Nährboden beschichtet und durch ein Gelenk mit dem runden Schraubverschluss des Transportbehälters verbunden. Der Transportbehälter bestand aus einem 9 cm langen Kunststoffröhrchen mit einem Durchmesser von 2,5 cm. Das genaue Aussehen des Testsystems wird in Abbildung 3 gezeigt:

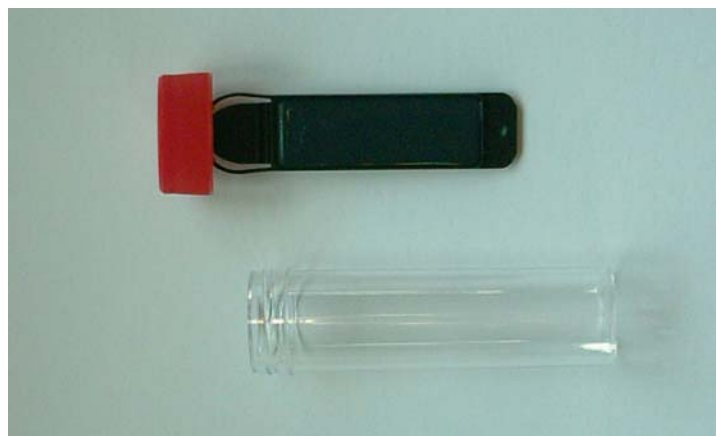


Abb. 3: Testsystem „Hygicult TPC“

Zur Bebrütung der Proben wurde der Brutschrank „Cultura“ der Fa. Schülke&Mayr, Norderstedt; Art.Nr. 183301, verwendet.

Zur Reinigung der Hände vor der Probenahme wurde die Seifenlotion „TORK Flüssigseife Mevon 55“ der Fa. Printus, Offenburg; Art.Nr.207035-30 verwendet. Abgetrocknet wurden die Hände mit „TORK Falthandtüchern“ der Fa. Printus, Offenburg; Art.Nr. 536 227-30. Zur Desinfektion der Hände vor der Probenahme wurde das Händedesinfektionsmittel „Seewasept“ der Fa. Seewald-Chemie; Unna, Art.Nr. 400/401 benutzt.

Zur chemischen Abtötung der auf den Abklatschmedien gewachsenen Mikroorganismen kam das Desinfektionsmittel „Quartacid“ der Fa. Schülke&Mayr, Norderstedt, UN Nr. 1903) zum Einsatz.

3.4 Methode

3.4.1 Probenahme an Schlachttierkörpern

3.4.1.1 Auswahl der Tierkörper

Die Gewinnung der Gewebeproben erfolgte an jedem tauglich beurteilten Schlachttierkörper eines Schlachttages. Die Schlachtung fand in wöchentlichen Abständen, jeweils freitags statt.

3.4.1.2 Auswahl der Probenahmestellen

Als Probenahmestellen wurden die vier in der Entscheidung 2001/471/EG genannten Lokalisationen ausgewählt. Die Beprobung der Schweineschlachttierkörper fand an Keule, Rücken, Bauch und Backe statt, die der Rinderschlachttierkörper an Keule, Flanke, Unterbrust und Kamm. Dabei wurde an jeder Probenentnahmestelle ein 5 cm² großes Gewebestück entnommen; die gesamte Beprobungsfläche pro Tierkörper betrug somit 20 cm². Die genaue Lokalisation geht aus Abbildung 4 hervor:

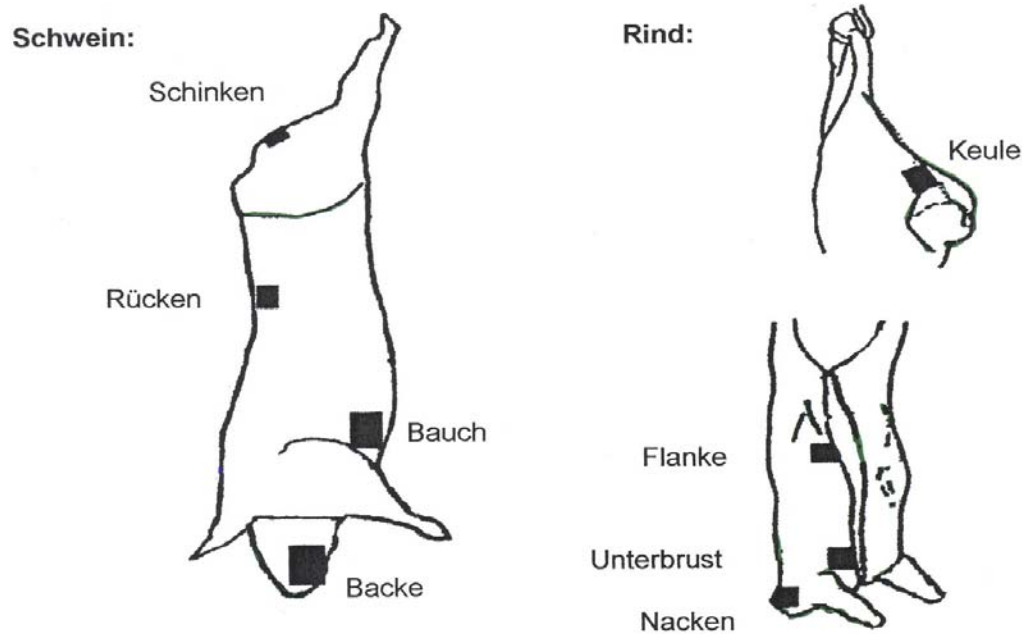


Abb. 4: Probenentnahmestellen für die destruktive Probenentnahme an Schlachttierkörpern [BAnz. Nr. 230, S. 24 786]

3.4.1.3 Destruktive Probenentnahme

Die destruktive Probenentnahme erfolgte nach der Herrichtung der Schlachttierkörper, noch vor der Kühlung.

Sie wurde in Anlehnung an DIN 10112 (1996) bzw. L 06.00-40 der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1997) durchgeführt.

Die Dekontamination des Probenahmegerätes (Stanze) erfolgte durch Eintauchen in Alkohol und anschließendes Abflammen. Zur Gewinnung der Gewebeprobe an Keule, Rücken, Bauch und Backe der Schweineschlachttierkörper und an Keule, Flanke, Unterbrust und Kamm der Rinderschlachttierkörper wurde mit Hilfe der Stanze eine kreisförmige Fläche von 5 cm² auf der zu untersuchenden Fleischoberfläche mit leichtem Druck unter drehender Bewegung markiert. Vor dem Markieren der nächsten

Gewebeprobe folgte eine Zwischendesinfektion der Stanze durch erneutes Eintauchen in Alkohol und Abflammen. Auf diese Weise wurden zunächst die vier Gewebestücke eines Tierkörpers vorgestanzt. Anschließend erfolgte deren Entnahme. Hierzu wurden die markierten Flächen mittels in Alkohol eingetauchtem und abgeflamtem Skalpell und Pinzette von der Unterlage abgelöst. Alle vier Teilproben mit einer Dicke von je $\leq 0,5$ cm und einer Gesamtfläche von 20 cm² wurden als vertikale Poolprobe zusammengefasst. Dazu wurden die Gewebestücke mittels Pinzette in einen produktionssterilen, mit der Schlachttiernummer, dem Probenahmedatum und der Uhrzeit gekennzeichneten Labormischbeutel verbracht. Das Verschließen des Sterilbeutels erfolgte durch mehrmaliges Umknicken des Tüthenhalses und Zukleben mit Tesafilm.

Im Anschluss an die bakteriologische Probenahme an allen Schlachttierkörpern wurde ein Protokoll ausgefüllt, in welchem der Probenahmeort, das Datum, die Zeit, die beprobte Tierart mit der jeweiligen Ohrmarkennummer sowie Name und Unterschrift des Probennehmers vermerkt wurden. Das Protokoll ist in Kap. 9.1.1 im Anhang abgedruckt.

3.4.1.4 Mikrobiologische Untersuchung von Tierkörperoberflächen

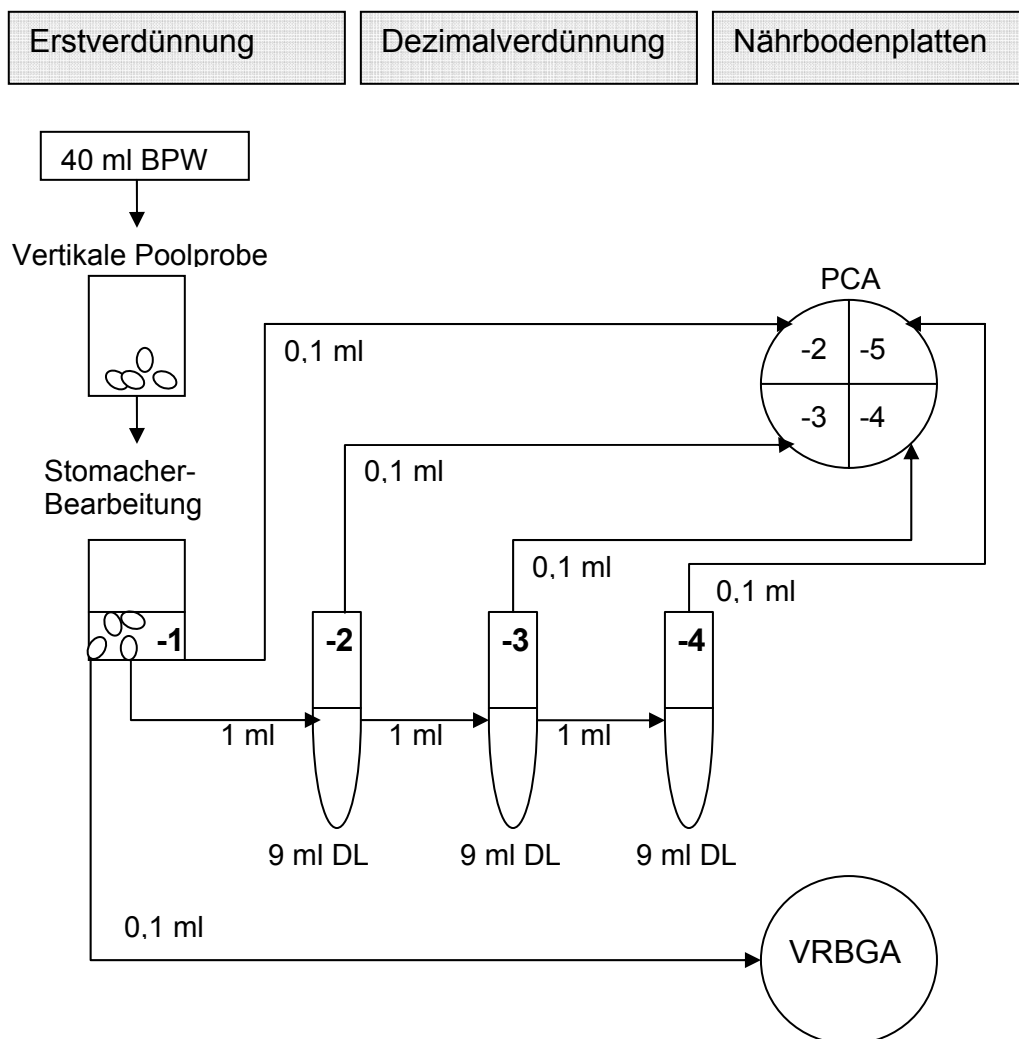
Das mikrobiologische Verfahren der Probenuntersuchung zur Bestimmung der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl wurde in Anlehnung an DIN 10161 (1984) bzw. L 06.00-19 der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1984) durchgeführt. Die Methodik zur Bestimmung der Keimzahl der Enterobakterien orientierte sich an DIN 10164 (1986) bzw. an L 06.00-24 der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1987).

Die mikrobiologische Untersuchung der Gewebeproben fand regelmäßig drei bis vier Stunden nach deren Entnahme statt. Hierzu wurden die Proben zunächst aus der Transportbox genommen und jeder einzelnen 40 ml gepuffertes Peptonwasser zugegeben und in einem Beutel-Walkmischgerät für 120 Sekunden bei etwa 250 Zyklen durchmischt. Nach dem Homogenisierungsvorgang wurde eine dekadische Verdünnungsreihe angelegt.

Die Nährböden waren ungefähr 30 Minuten im Trockenschrank bei ca. 40 °C vorgetrocknet worden. Die Inokulation der Nährmedien erfolgte für die Verdünnungsstufen 10^{-2} bis 10^{-5} jeweils im Doppelansatz in Drop-plating-Verfahren. Dazu wurden jeweils 0,1 ml der einzelnen Verdünnungsstufen mittels steriler Pipetten auf die entsprechenden Sektoren 10^{-2} bis 10^{-5} der Nährböden aufgetropft und mäanderförmig ausgestrichen. Nach der Probenaufbereitung fand die Inkubation der Plate-Count-Agar-Nährböden aerob für 72 Stunden bei 30 °C in einem Brutschrank statt.

Ebenfalls im Doppelansatz erfolgte die quantitative Bestimmung der *Enterobacteriaceae*. Dazu wurde das Oberflächenausstrich-Verfahren auf Violet-Red-Bile-Glucose-Agar (VRBG-Agar) eingesetzt. Die VRBG-Nährböden wurden zusammen mit einem Anaerobierbeutel in einen Anaerobiertopf verbracht und fest verschlossen 48 Stunden bei 30 °C in einem Brutschrank anaerob inkubiert.

Eine schematische Darstellung der einzelnen Arbeitsschritte ist in Abbildung 5 dargestellt.



Abkürzungsverzeichnis:

- BPW : gepuffertes Peptonwasser
 PCA : Plate-Count-Agar
 VRBGA : Violet-Red-Bile-Glucose-Agar
 DL : Drop-Lösung (Dezimalverdünnungslösung)
 -1 bis -5 : \log_{10} der momentanen Verdünnungsstufe

Abb. 5: Schematische Darstellung der Probenaufbereitung zur Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl und der *Enterobacteriaceae*

Nach Ablauf der jeweils vorgeschriebenen Bebrütungszeit wurden die Kolonien auf den zur Berechnung der Keimzahl heranzuziehenden Sektoren der jeweiligen Nährmedien gezählt. Zur Ermittlung der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl wurde jede Kolonie - unabhängig von Größe, Form und Farbe - mit einem Filzschreiber markiert und gezählt; zur Bestimmung der Keimzahl der *Enterobacteriaceae* wurden rote Kolonien mit Präzipitationshöfen und rosa Kolonien mit/ohne Präzipitationshöfen gezählt.

Berücksichtigt wurden bei der Ermittlung der aeroben mesophilen Keimzahl nur diejenigen Sektoren der Platten, die 1-100 klar voneinander trennbare Kolonien aufwiesen. Dabei musste mindestens eine Verdünnungsstufe vorhanden sein, auf der 5 oder mehr Kolonien vorlagen. Waren die Kolonien klein und gut auszählbar, wurden auch Sektoren mit bis zu 150 Kolonien ausgewertet. Die Anzahl der markierten Kolonien der niedrigsten und der nächst höheren auswertbaren Verdünnungsstufe wurde auf einem Formblatt notiert (s. Kap. 9.1.2 im Anhang) und zur Berechnung der jeweiligen Keimzahl wie folgt herangezogen:

$$\bar{c} * d \quad \text{mit} \quad \bar{c} = \sum c / (n_1 * 1 + n_2 * 0,1)$$

wobei:	\bar{c}	gewogenes (gewichtetes) arithmetisches Mittel
	$\sum c$	Summe der Kolonien aller Sektoren, die zur Berechnung herangezogen wurden (niedrigste und nächst höhere auswertbare Verdünnungsstufe)
	n_1	Anzahl der Sektoren der niedrigsten Verdünnungsstufe (1 oder 2 Sektoren, die eine Koloniezahl zwischen 1 und 100 bzw. 150 besaßen)
	n_2	Anzahl der Sektoren (0,1,2) der nächst höheren Verdünnungsstufe
	d	Faktor der niedrigsten ausgewerteten Verdünnungsstufe (auf n_1 bezogene Verdünnungsstufe)

In der Auswertung musste berücksichtigt werden, dass Verdünnungslösung in einem Verhältnis von 2 zu 1 zugesetzt wurde (40 ml Flüssigkeit auf

20 cm² Gewebeprobe). Die oben genannte Formel zur Berechnung der Kolonie-
bildenden Einheiten (KbE)/cm² Fleischoberfläche geht aber von einer
1:10 Verdünnung aus. Das Ergebnis der vorhandenen 1:2 Verdünnung wurde
ermittelt, indem die nach obiger Formel berechnete Zahl durch 5 dividiert (*0,2)
wurde:

$$\text{Keimzahl der Fleischoberfläche [KbE/cm}^2\text{]} = \bar{c} * 0,2 * d$$

3.4.2 Mikrobiologische Untersuchungen zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion

Die Entscheidung 471/2001/EG nennt eine Reihe von Stellen bzw. Geräten, die
für die Probenentnahme empfohlen werden; die zu prüfenden Oberflächen
sollten „gereinigt, desinfiziert, trocken, flach, verhältnismäßig groß und glatt
sein“ [2001/471/EG]. Etwa zwei Drittel der Proben wurden wie in der
Entscheidung vorgeschlagen von jenen Stellen entnommen, die mit dem
Fleisch in Berührung kommen; ca. ein Drittel stammte von größeren Objekten
und Flächen. Alle in einem Probenahmeplan festgelegten Lokalisationen
wurden einmal pro Monat auf den Erfolg von Reinigung und Desinfektion
überprüft. Die Probenahme erfolgte stets ca. 1 Stunde vor Schlachtbeginn bzw.
vor Produktionsbeginn.

Die bakteriologische Probenahme zur Überprüfung der Reinigung und
Desinfektion orientierte sich am Semiquantitativen Verfahren mit
nährbodenbeschichteten Entnahmeverrichtungen (Abklatschverfahren) nach
DIN 10113-3 (1997) bzw. nach der Amtlichen Sammlung von
Untersuchungsverfahren [B 80.00 3] nach § 35 LMBG. Zunächst wurden die
Nährbodenträger im Röhrchen mit der entsprechenden Nummer der
Probenahmestelle mittels eines Filzschreibers beschriftet und im
Probenahmeprotokoll (siehe Kap. 9.2.1 im Anhang) der Tag, das Datum und die
Uhrzeit eingetragen. Darauf folgte die Reinigung der Hände durch
zweiminütiges Waschen mit einer Seifenlotion und Einreiben mit einem
Händedesinfektionsmittel. Nun wurde das erste Röhrchen aufgeschraubt und

der Verschlussdeckel mit dem daran befindlichen Nährbodenträger („Paddle“) entnommen. Dabei war darauf zu achten, den Nährboden nicht mit den Fingern zu berühren. Im nächsten Arbeitsschritt wurde der Nährboden mit seiner 9,04 cm² großen Vorderseite für etwa 5 Sekunden auf die zu prüfende Oberfläche vorsichtig und mit gleichem Druck angedrückt; mit der gleichgroßen Rückseite des Paddles wurde direkt neben der ersten Beprobungsstelle genauso verfahren. Die gesamte Umgebungsprobe besaß also eine Fläche von 18,08 cm². Unmittelbar nach der Beprobung wurde der Nährbodenträger in das dazugehörige Röhrchen zurückgesteckt und der Deckel zugeschraubt. Es folgte die Beprobung aller im Probenahmeprotokoll vermerkten Stellen wie oben im Arbeitsgang beschrieben. Bei unbeabsichtigtem Kontakt des Nährbodens mit den Fingern oder anderen als den zu beprobenden Gegenständen wurde der Paddle verworfen und mit einem neuen Kontaktslide wiederholt. Im Anschluss an die gesamte Beprobung wurden die Röhrchen in den betriebseigenen Brutschrank gestellt und aerob für 24 Stunden bei 37 °C inkubiert.

Die Auswertung der bebrüteten Nährböden erfolgte an der Vorder- und der Rückseite der Paddles mit Hilfe eines vom Hersteller vorgegebenen Auswerteschemas. Anhand dieses in Abbildung 6 dargestellten Schemas konnte die Anzahl der gewachsenen Kolonien visuell abgeschätzt werden. Bei Unsicherheiten wurde die Zahl der Kolonien/cm² nach folgender Näherungsformel berechnet:

Oberflächenkeimzahl [KbE/cm²] ≈

$$[(\text{Gezählte Kolonien Seite 1} + \text{gezählte Kolonien Seite 2}) / 2] * (1 / 9)$$

Gezählt wurden alle klar voneinander abgrenzbare Kolonien unabhängig von ihrer Größe, Form und Farbe. Der entweder visuell erhobene oder errechnete Befund wurde im Probenahmeprotokoll dokumentiert.

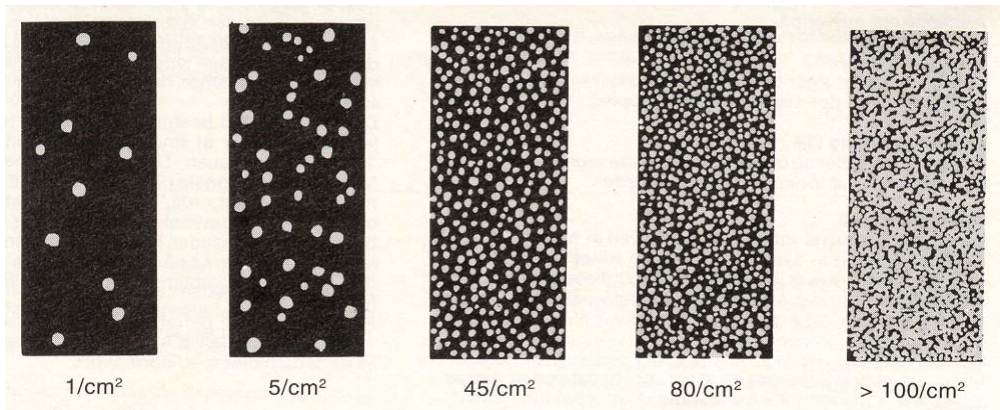


Abb. 6: Schema zur Auswertung bebrüteter Nährböden

3.3.2.1 Entsorgung der Nährbodenträger

Die unschädliche Beseitigung der ausgewerteten Paddles erfolgte chemisch, indem die Nährbodenträger aus ihren dazugehörigen Röhrchen genommen und bei Raumtemperatur in ein Desinfektionsmittelbad eingelegt wurden. Es musste darauf geachtet werden, dass die Nährböden vollständig mit Desinfektionsmittel überflutet waren. Nach mindestens 18 Stunden wurden die Paddles aus dem Bad genommen, in das dazugehörige Röhrchen zurückgesteckt und über den Hausmüll entsorgt. Das Probenahmedatum mit dem Datum und der Uhrzeit vom Beginn sowie vom Ende des Desinfektionsmittelbads wurden zusammen mit der Unterschrift des Verantwortlichen in einem Protokoll (siehe Kap. 9.2.3 im Anhang) dokumentiert.

3.5 Statistische Auswertung

Die Datenauswertung sowie die Erstellung der graphischen Abbildungen im Rahmen der Ergebnispräsentation erfolgte sowohl auf den Rechnern im lokalen Rechnernetzwerk (LAN) der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereiches Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen als auch auf einem Personalcomputer. Hierzu wurde das Programm Microsoft® Excel des Programmpaketes Microsoft® Office XP professional (2003) verwendet.

Bei den einzelnen Fragestellungen wurde das Skript zur Biometrie, herausgegeben von der AG Biomathematik und Datenverarbeitung c/o Institut für Veterinär-Physiologie der Justus-Liebig-Universität Gießen (2003), herangezogen.

3.5.1 Mikrobiologische Daten zur Schweine- und Rinderschlachtung

Bei der bakteriologischen Probenahme an Schlachttierkörpern handelt es sich statistisch betrachtet um eine Beobachtungsstudie mit Vollerhebung eines Direktvermarkters. Die Zielgröße ist die Oberflächenkeimzahl in $\log \text{KbE}/\text{cm}^2$.

Bei der Beschreibung der Keimzahldaten war zu berücksichtigen, dass aufgrund des geringen wöchentlichen Probenumfangs von $n \leq 10$ bei der Schweineschlachtung und $n \leq 4$ bei der Rinderschlachtung keine symmetrische Verteilung der Einzelwerte vorausgesetzt werden konnte. Als verteilungsunabhängige Mittelwertgröße wurde deshalb nur der Median (\tilde{x}) zusammen mit dem 1. (x_{25}) und 3. Quartil (x_{75}) sowie dem Minimal- (x_{\min}) und Maximalwert (x_{\max}) berechnet und zur Veranschaulichung graphisch in Form von Box-and-Whisker-Plots dargestellt. Abbildung 7 zeigt die Konstruktion eines solchen Boxplots:

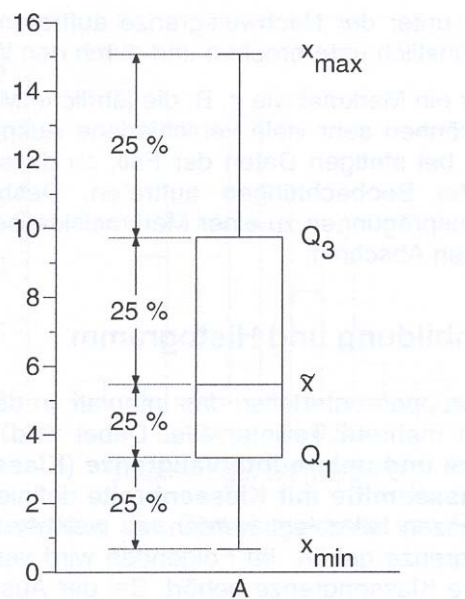


Abb. 7: Box-and-Whisker-Plot-Darstellung

Der größte (x_{\max}) bzw. der kleinste (x_{\min}) Keimzahlwert legt das obere bzw. untere Ende der Skala fest. Diese wird dann durch das erste (25%-Wert) und das dritte (75%-Wert) Quartil sowie den Median (\tilde{x}) unterteilt. Das 1. bzw. das 3. Quartil stellt die untere bzw. obere Begrenzung der Box dar und markiert den Keimzahlwert, unterhalb dessen 25 bzw. 75% der Messwerte liegen; die Box umfasst somit genau die zentralen 50% der Daten. Der Median (50%-Quartil, \tilde{x}) als mittelster Wert der einzelnen geordneten Daten ist durch einen Strich innerhalb der Box gekennzeichnet.

Weiterhin gibt der Box-Plot Aufschluss darüber, ob eine symmetrische oder schiefe Verteilung der Messwerte vorliegt. Bei einer symmetrischen Verteilung befindet sich der Median in der Mitte der Box; bei einer schiefen Verteilung ist dies nicht der Fall. Hier besitzen das erste und das dritte Quartil verschieden große Abstände vom Median.

Zur Darstellung der bei der Rinderschlachtung nachgewiesenen Keimzahlen wurde aufgrund des geringen gesamten Probenumfangs ($n=48$) ein Balkendiagramm verwendet. Jeder Balken repräsentiert hier einen Rinderschlacht tierkörper, wobei die Höhe des Balkens durch die jeweils gemessene Keimzahl festgelegt wird.

3.5.2 Mikrobiologische Daten zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion

Bei der Probenahme zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion ist die Zielgröße ebenso wie bei der Bakteriologischen Probenahme an Schlachttierkörpern die Oberflächenkeimzahl in \log_{10} KbE/cm². Die beobachteten Keimzahldaten der Umgebungsproben wurden tabellarisch wiedergegeben. Um den Verlauf der Oberflächenkeimzahlen jeder einzelnen Probenahmestelle im gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich verfolgen zu können, wurden die Daten in Form von Balkendiagrammen graphisch dargestellt (siehe Kapitel 9.2.2 im Anhang). Die prozentuale Verteilung der „annehmbaren“ bzw. „unannehmbaren“ Ergebnisse wurde in einem Kreisdiagramm wiedergegeben.

3.6 Ergebnisse

3.6.1 Mikrobiologische Untersuchung von Schlachttierkörpern

Die Entscheidung 2001/471/EG (EG, 2001; BMVEL, 2001) gibt zur mikrobiologischen Bewertung der Ergebnisse der Untersuchung herausgeschnittener Gewebeproben „Richt- und Grenzwerte“ vor. Anhand dieser in Tabelle 1 (EG, 2001; BMVEL, 2001) dargestellten Werte wurden die Ergebnisse wie in der Entscheidung verlangt in die Kategorien „annehmbar“, „kritisch“ und „unannehmbar“ eingeordnet:

Tabelle 1: Annehmbare, kritische und unannehmbare tagesdurchschnittliche mikrobielle Belastungen ($\log \text{KbE}/\text{cm}^2$) in Schlachtbetrieben für Rinder und Schweine bei destruktiver Probenahme

Destruktive Probenahme		Annehmbarer Bereich ($\leq m$)		Kritischer Bereich ($>m$, aber $\leq M$)		Unannehmbarer Bereich ($>M$)	
		Rind	Schwein	Rind	Schwein	Rind	Schwein
Täglicher Durchschnitt der log-Werte für	GKZ	$\leq 3,5$	$\leq 4,0$	3,5-5,0	4,0-5,0	$>5,0$	$> 5,0$
	EB	$\leq 1,5$	$\leq 2,0$	1,5-2,5	2,0-3,0	$>2,5$	$> 3,0$

Abkürzungsverzeichnis:

GKZ : aerobe mesophile (Gesamt-) Keimzahl

EB : *Enterobacteriaceae*

„M“ und „m“ bezeichnen die Obergrenze für die Kategorien „kritisch“ und „annehmbar“.

Der tägliche Durchschnitt der log-Werte wurde errechnet, indem zuerst ein log 10-Wert aller einzelnen Untersuchungsergebnisse gebildet und daraufhin der Durchschnitt dieser Logarithmuswerte errechnet wurde.

3.6.1.1 Aerobe mesophile Keimzahl bei Schweineschlachttierkörpern

Insgesamt liegen 91,6% der Ergebnisse aller untersuchten Schweineschlachttierkörper im annehmbaren und 7,8% im kritischen Bereich. Zwei (0,6%) der 332 Proben wiesen mikrobiologische Ergebnisse mit log-Werten von 5,3 und 5,1 auf, sodass sie als unannehmbar einzustufen waren. Abbildung 8 zeigt die graphische Darstellung dieser prozentualen Anteile der Ergebnisse in Form eines Kreisdiagramms:

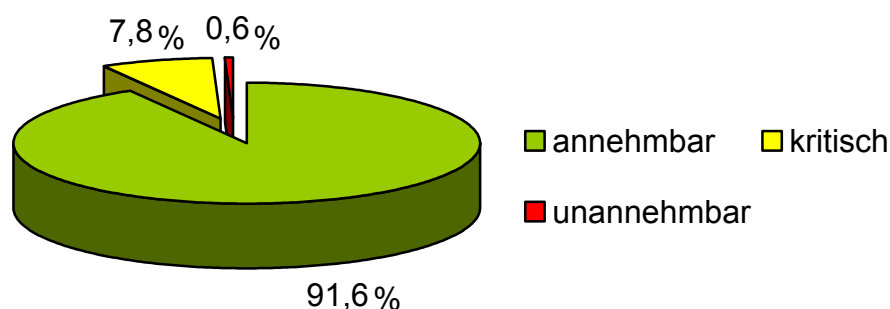


Abb. 8: Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme an Schweineschlachttierkörpern (n=332) über 12 Monate

Die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbelastung der Schweineschlachttierkörper (n = 332) sind in Abb. 9 als $\log_{10}\text{KbE}/\text{cm}^2$ des jeweiligen Untersuchungsmonats in einem Box-and-Whisker-Plot dargestellt. Der höchste Medianwert wurde im Monat November mit $3,5 \log_{10} \text{KbE} / \text{cm}^2$ und der niedrigste Medianwert in den Monaten September, Juli und August mit $3,0 \log_{10} \text{KbE}/\text{cm}^2$ festgestellt. Die Differenz zwischen den Medianen der Untersuchungsmonate mit der höchsten und niedrigsten Keimbelastung belief sich somit auf 0,5 Logarithmusstufen (\log_{10} -Stufen) und der Quartilabstand für diese Monate auf 0,2 bis 0,5 \log_{10} -Stufen. Die Extremwerte zeigen mit einem X_{\max} von $5,3 \log_{10} \text{KbE}/\text{cm}^2$ und einem X_{\min} von $2,1 \log_{10} \text{KbE}/\text{cm}^2$ eine weite Streuung. Innerhalb des gesamten Untersuchungszeitraumes kam es zu keiner längerfristigen, kontinuierlichen Absenkung oder Erhöhung der Oberflächenkeimzahl der Schweineschlachttierkörper.

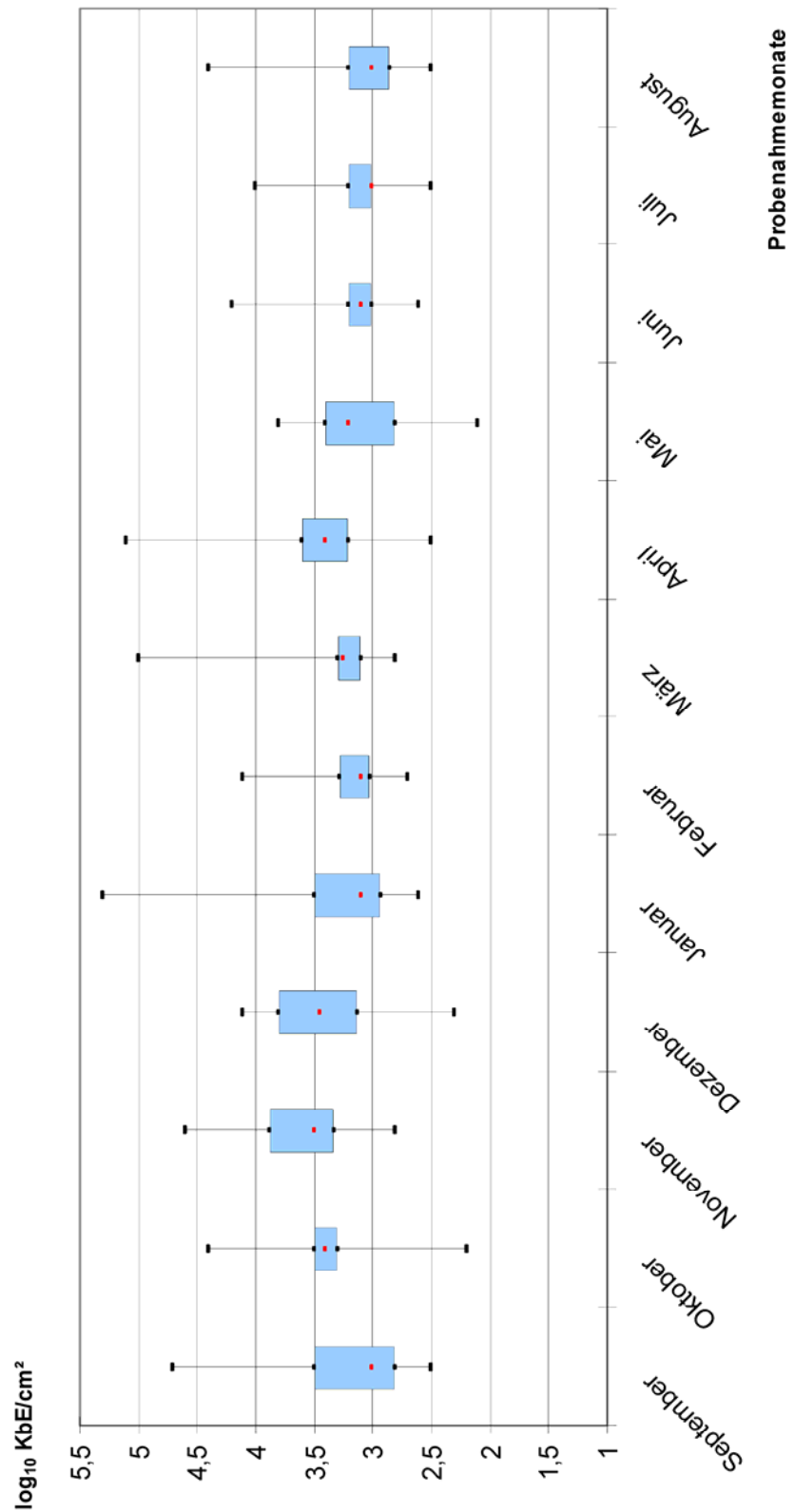


Abb. 9: Box-and-Whisker-Plot-Darstellung der mesophilen Gesamtkeimzahlen bei Schweineschlachtungen (n=332) über 12 Monate

3.6.1.2 *Enterobacteriaceae* bei Schweineschlachttierkörpern

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung auf *Enterobacteriaceae* lagen, bis auf vier Ausnahmen, durchweg im annehmbaren Bereich. An einem Schlachttag lag der Gehalt an Enterobakteriazeen eines einzelnen Schweineschlachttierkörpers mit einem log-Wert von 3,1 so hoch, dass er in die Kategorie „unannehmbar“ einzustufen war. An zwei anderen Schlachttagen wiesen drei Schweineschlachttierkörper mit log-Wert von 2,2, 2,3 und 2,9 Ergebnisse im kritischen Bereich auf.

3.6.1.3 Vergleich der Keimzahlwerte bei unterschiedlicher Herkunft der Schlachttiere

Die bakteriologische Probenahme an Schlachttierkörpern fand an 159 Schweinen aus Zuliefererbetrieb A und 173 Schweinen aus Zuliefererbetrieb B statt. Beide Betriebe lagen nicht weiter als 15 km vom Direktvermarkter entfernt. Zulieferer A brachte die Schweine ca. 2 Stunden vor der Schlachtung; der Transport der Schweine des anderen Zulieferers wurde vom Direktvermarkter selbst ca. 2 bis 3 Stunden vor der Schlachtung übernommen. Die Oberflächenkeimzahlwerte der aus den verschiedenen Betrieben stammenden Schweineproben unterschieden sich nur gering voneinander: Das arithmetische Mittel als Durchschnitt aller Einzelergebnisse der aus Zulieferbetrieb A geschlachteten Schweine betrug $3,23 \log \text{KbE}/\text{cm}^2$, während es beim Zulieferbetrieb B einen ähnlichen Wert von $3,34 \log \text{KbE}/\text{cm}^2$ erreichte. Die errechneten Median- und Extremwerte sowie die Quartile werden in Abbildung 12 graphisch veranschaulicht. Die Mediane wiesen mit jeweils $3,2 \log \text{KbE}/\text{cm}^2$ ebenso wie die 1. Quartile mit $3,0 \log \text{KbE}/\text{cm}^2$ keinen Unterschied auf. Die 3. Quartile unterschieden sich mit $3,4 \log \text{KbE}/\text{cm}^2$ (Zulieferbetrieb A) und $3,5 \log \text{KbE}/\text{cm}^2$ (Zulieferbetrieb B) fast nicht voneinander. Die Extremwerte des Betriebes A reichten von X_{\min} mit $2,4 \log_{10} \text{KbE}/\text{cm}^2$ bis X_{\max} mit $4,6 \log_{10} \text{KbE}/\text{cm}^2$ und die des Betriebs B mit einem X_{\min} von $2,1 \log_{10} \text{KbE}/\text{cm}^2$ bis zu einem X_{\max} von $5,3 \log_{10} \text{KbE}/\text{cm}^2$.

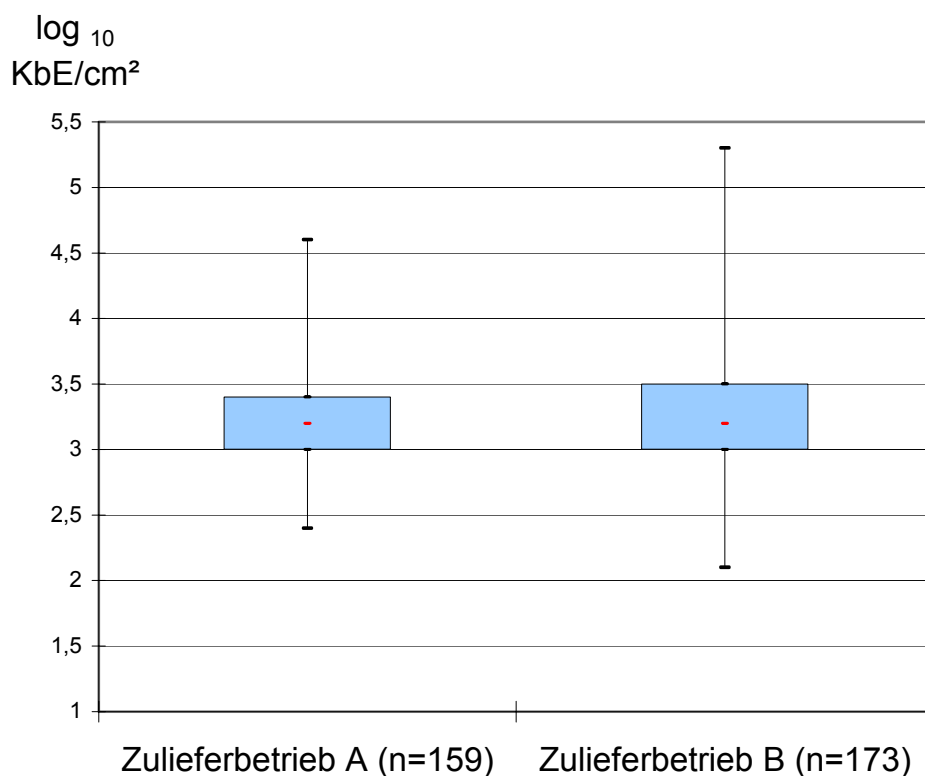


Abb. 10: Vergleichende Gegenüberstellung der Oberflächenkeimzahl-Kennwerte bei unterschiedlicher Herkunft der Schlachttiere

3.6.1.4 Aerobe mesophile Keimzahl bei Rinderschlachttierkörpern

Insgesamt befanden sich 70,8% aller Ergebnisse der Untersuchungen auf die aerobe mesophile Keimzahl im annehmbaren Bereich und 29,2% im kritischen Bereich. Kein Rinderschlachttierkörper wies eine so hohe Keimbelastung auf, dass er in die Kategorie unannehmbar einzustufen war. Abbildung 10 zeigt die graphische Darstellung der prozentualen Anteile der Ergebnisse in Form eines Kreisdiagramms:

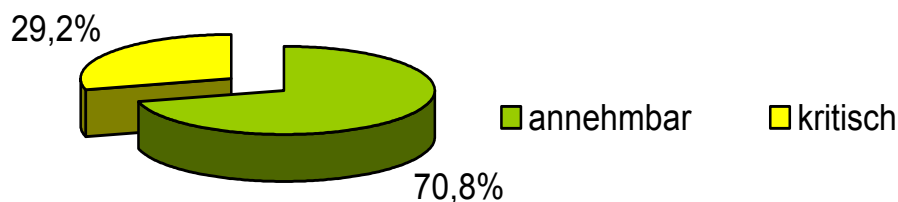


Abb. 11: Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme an Rinderschlachttierkörpern (n=48) über 12 Monate

Die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbelastung aller im Untersuchungszeitraum von 12 Monaten geschlachteter Rinder ($n = 48$) sind in Abb. 11 als $\log_{10}\text{KbE}/\text{cm}^2$ in Form eines Balkendiagramms dargestellt. Jeder Balken repräsentiert einen Rinderschlachttierkörper, wobei die Höhe des Balkens durch die jeweils gemessene Keimzahl festgelegt wird. Die mikrobiologischen Ergebnisse unterliegen mit log-Werten von 1,8 bis 4,4 großen Schwankungen. Während zu Beginn des Untersuchungszeitraums die Einzelergebnisse der Gesamtkeimzahlbelastung überwiegend in den kritischen Bereich einzustufen waren, befanden sich die Ergebnisse gegen Ende des Untersuchungszeitraums überwiegend im annehmbaren Bereich. Dennoch lässt sich kein kontinuierlich abfallender Trend beobachten.

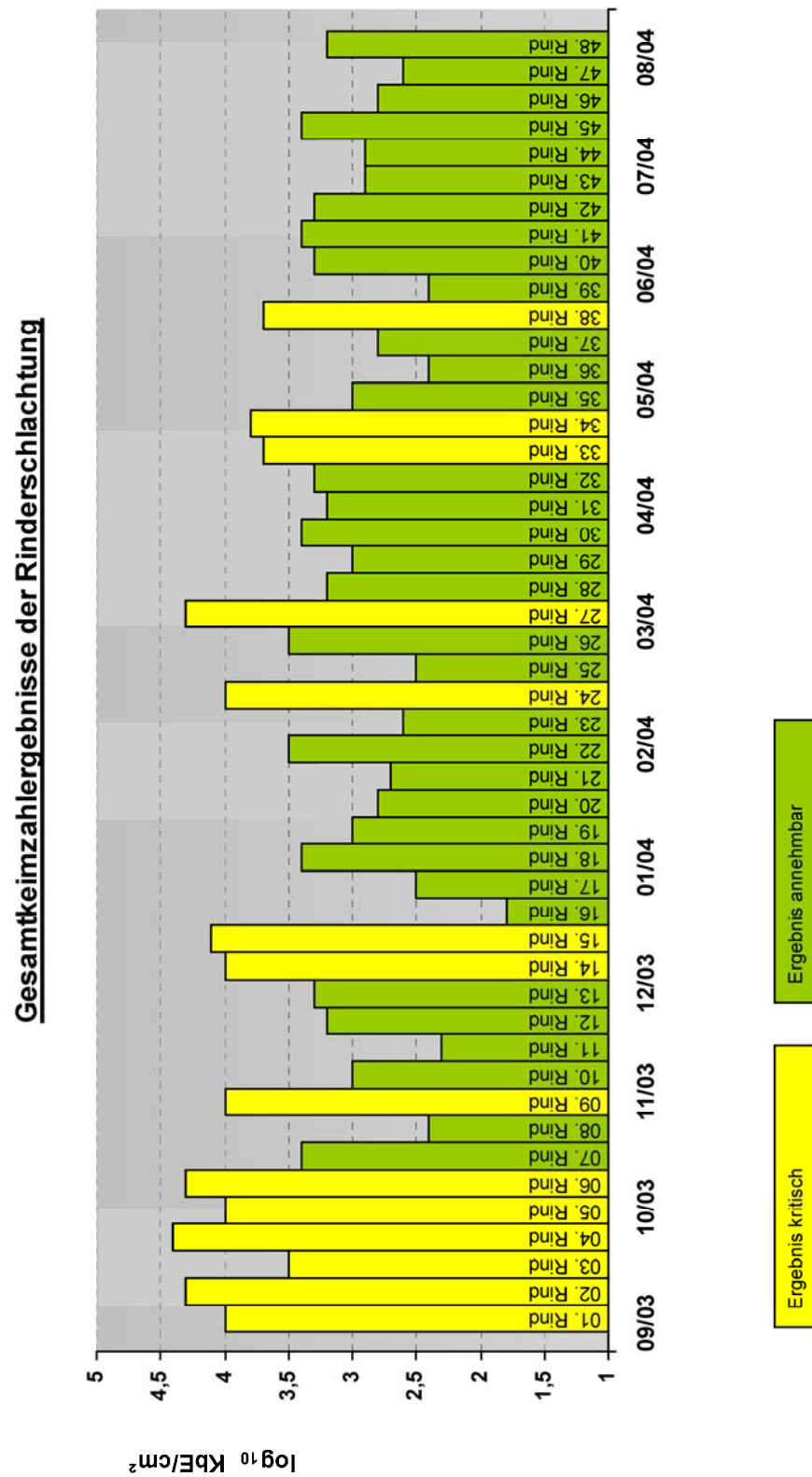


Abb. 12: Aerobe mesophile Keimzahl bei Rinderschlachtungen (n=48) über 12 Monate

Da zu Beginn des Untersuchungszeitraums die Einzelergebnisse der Gesamtkeimzahlbelastung überwiegend in den kritischen Bereich einzustufen waren, wurde an drei Rinderschlachttierkörpern an drei Schlachttagen ein horizontales Poolen der Proben durchgeführt. An jeder zu untersuchenden Lokalisation wurden vier Gewebeproben entnommen und zu einer so genannten horizontalen Poolprobe zusammengefasst. Die Ergebnisse der Untersuchungen dieser Proben auf die aerobe mesophile Keimzahl sind aus folgender Tabelle 2 zu entnehmen. Die Lokalisationen Flanke und Unterbrust wiesen die höchste Keimbelastung auf.

Tabelle 2: Ergebnisse der Untersuchungen der horizontalen Proben von drei Rinderschlachttierkörpern auf die aerobe mesophile Keimzahl

	Rind 1 31.10.2003	Rind 2 07.11.2003	Rind 3 14.11.2003
Nacken	2,6 log KbE/cm ²	2,8 log KbE/cm ²	2,2 log KbE/cm ²
Unterbrust	2,8 log KbE/cm ²	4,3 log KbE/cm ²	3,6 log KbE/cm ²
Flanke	3,0 log KbE/cm ²	4,4 log KbE/cm ²	3,8 log KbE/cm ²
Keule	1,3 log KbE/cm ²	2,0 log KbE/cm ²	2,3 log KbE/cm ²

3.6.1.5 *Enterobacteriaceae* bei Rinderschlachttierkörpern

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung auf *Enterobacteriaceae* lagen, bis auf eine Ausnahme, durchweg im annehmbaren Bereich. An einem Schlachttag lag der Gehalt an Enterobakteriaseen eines einzelnen Rinderschlachttierkörpers mit einem log-Wert von 1,6 log KbE/cm² so hoch, dass er in die Kategorie „kritisch“ einzustufen war.

3.6.1.6 Abhängigkeit der Keimzahlwerte bei An- bzw. Abwesenheit des Untersuchers während des Schlachtprozesses

a) Schweineschlachttierkörper

Die zum einen in Abwesenheit des Untersuchers 64 geschlachteten Schweine erzielten im Vergleich zu den anderen 268 in Anwesenheit des Untersuchers geschlachteten Schweinen leicht höhere Keimzahlwerte. Die Ergebnisse sind in Abb. 13 graphisch in Form eines Boxplots dargestellt. Der höhere Medianwert wurde in Abwesenheit des Untersuchers mit $3,4 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$ und der um 0,2 log-Stufen niedrigere Median in Anwesenheit mit $3,2 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$ festgestellt. Während sich der Quartilabstand für die in Anwesenheit des Untersuchers geschlachteten Schweine auf 0,4 log-Stufen belief, betrug der Quartilabstand bei Abwesenheit 0,8 log-Stufen. Die Extremwerte zeigten in beiden Fällen mit X_{\min} -Werten von 2,5 bzw. 2,1 $\log_{10} \text{KbE/cm}^2$ und X_{\max} -Werten von 5,3 bzw. 5,1 $\log_{10} \text{KbE/cm}^2$ eine weite Streuung. Bei Anwesenheit des Untersuchers konnte ein um 0,4 log-Stufen niedrigerer X_{\min} -Wert und ein um 0,2 log-Stufen niedrigerer X_{\max} -Wert beobachtet werden.

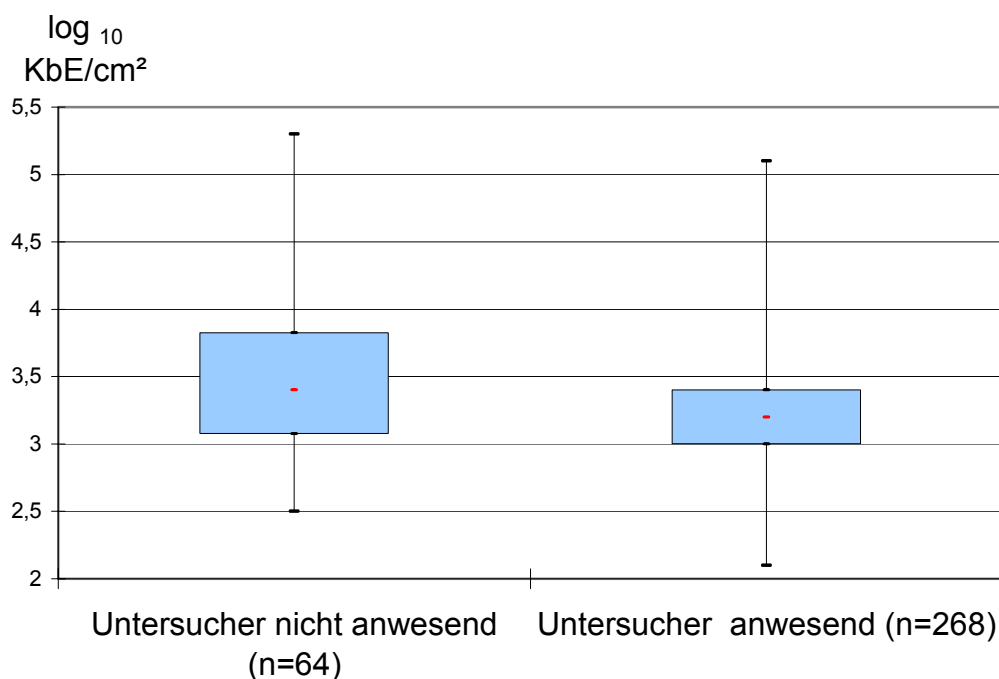


Abb. 13: Vergleichende Gegenüberstellung der Oberflächenkeimzahl-Kennwerte bei An- und Abwesenheit des Untersuchers bei der Schweineschlachtung

a) Rinderschlachttierkörper

Hinsichtlich der in Abb. 14 graphisch dargestellten Gesamtkeimzahlbelastung bestanden bei der Schlachtung mit und ohne fachkundige Anleitung erhebliche Unterschiede. Fand die Schlachtung in Anwesenheit des fachkundigen Untersuchers statt, konnte eine Absenkung des Keimzahlniveaus auf den Tierkörperoberflächen beobachtet werden. Im Mittel wurde in Anwesenheit des Untersuchers eine um 0,51 Logarithmusstufen niedrigere Keimzahl – bezogen auf entlogarithmierte Daten also etwa 70% weniger Keime – nachgewiesen als bei Schlachtung ohne fachkundige Anleitung ($\bar{x}_{\text{anwesend}} = 3,13$; $\bar{x}_{\text{abwesend}} = 3,64$). Der Median lag bei der Schlachtung unter Anleitung mit einem Wert von $3,2 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$ ebenfalls um ca. 0,5 log-Stufen niedriger als bei der Schlachtung ohne fachkundige Anleitung. Während sich die zentralen 50% der Daten im ersten Fall (Untersucher anwesend) zwischen dem 1. Quartil mit 2,7 und dem 3. Quartil mit 3,4 $\log_{10} \text{KbE/cm}^2$ befanden, wurde die Box im zweiten Fall von einem Q_1 -Wert mit 3,3 und einem Q_3 -Wert von 4,0 $\log_{10} \text{KbE/cm}^2$ begrenzt. Mit fachkundiger Anleitung beim Schlachtprozess lag der untere Extremwert mit $1,8 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$ um eine gesamte Logarithmusstufe niedriger als in dem Fall ohne Anleitung.

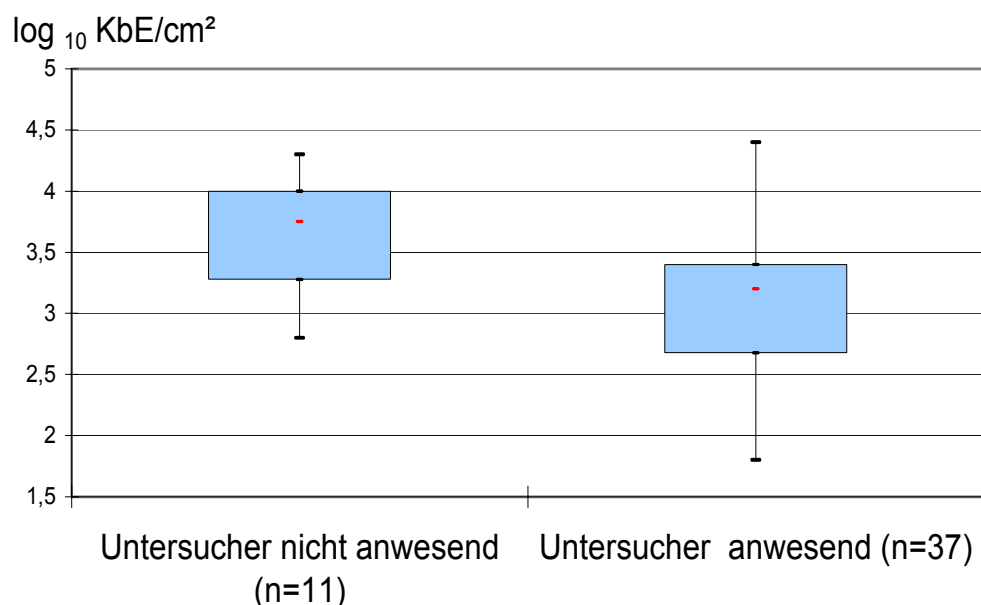


Abb. 14: Vergleichende Gegenüberstellung der Oberflächenkeimzahl-Kennwerte bei An- und Abwesenheit des Untersuchers bei der Rinderschlachtung

3.6.1.7 Aufzeichnungen der Ergebnisse in Prozesskontrolldiagrammen

Nach der Entscheidung 2001/471/EG sind alle Untersuchungsergebnisse „in Form der Anzahl koloniebildender Einheiten (KbE)/cm² Oberfläche aufzuzeichnen“ (EG, 2001; BMVEL). Um eine Bewertung der Ergebnisse zu ermöglichen, wurden diese, wie in der Entscheidung gefordert, in Prozesskontrolldiagrammen (siehe Kap. 9.1.4 im Anhang) dargestellt, die mindestens die Ergebnisse der letzten 13 wöchentlichen Untersuchungen in der entsprechenden Reihenfolge enthielten. In Prozesskontrolltabellen (siehe Kap. 9.1.3 im Anhang) wurden „die Art, die Herkunft und die Kennzeichnung der Probe, das Datum und die Uhrzeit der Probenahme, der Name des Probenehmers, der Name und die Anschrift des Labors sowie Verfahrensdaten, einschließlich Beimpfung der unterschiedlichen Agar-Nährböden, Bebrütungstemperatur, Zeit und Ergebnisse in Form von KbE pro Platte zur Berechnung des Ergebnisses in KbE/cm² Oberfläche“ (EG, 2001; BMVEL) angegeben.

3.6.2 Ergebnisse der Überprüfung von Reinigung und Desinfektion

Die Entscheidung 2001/471/EG gibt zur mikrobiologischen Bewertung der Ergebnisse des Agar-Abklatschplattentests zwei in Tabelle 3 (EG, 2001; BMVEL, 2001) dargestellte Kategorien vor: annehmbarer und unannehmbare Bereich. Probenahmestellen mit sichtbarer Verunreinigung wurden ohne weitere mikrobiologische Untersuchung als unzureichend angesehen.

Tabelle 3: Annehmbarer und nicht annehmbarer Bereich für die Koloniezahl bei Nutzung von Agar-Abklatschplatten

	annehmbar	nicht annehmbar
aerobe mesophile Gesamtkeimzahl	0 - 10 KbE/cm ² Oberfläche	> 10 KbE/cm ² Oberfläche

3.6.2.1 Ergebnisse der Untersuchungen der Umgebungsproben auf die aerobe mesophile Keimzahl

Die ermittelten Gesamtkeimzahlen der 423 Umgebungsproben lagen mit ca. 86% im annehmbaren Bereich, wohingegen ca. 14% als unannehmbar einzuordnen waren. Im gesamten Untersuchungszeitraum von neun Monaten wurden 3 Probenahmestellen aufgrund ihres Verschmutzungsgrades mit „unzureichend“ bewertet und nicht beprobt. Sie wurden in der folgenden graphischen Darstellung der Ergebnisse in Form eines Kreisdiagramms dem nicht annehmbaren Bereich zugeordnet:

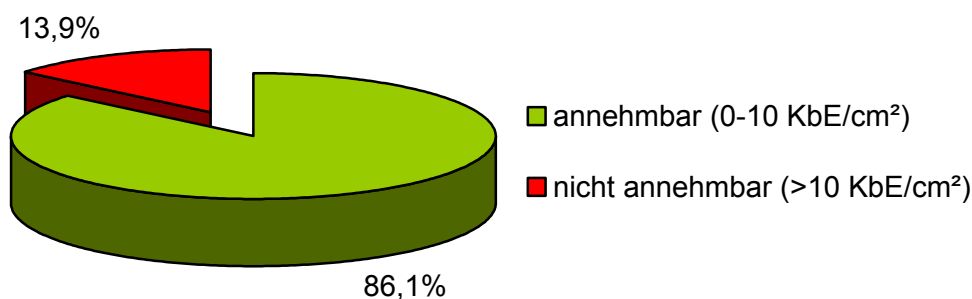


Abb. 15: Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion an 423 Umgebungsproben im Untersuchungszeitraum von 9 Monaten

Die Einzelergebnisse jeder Probenahmestelle wurden tabellarisch dargestellt. Tabelle 3 zeigt die mikrobiologischen Ergebnisse der Umgebungsproben aus dem Produktionsbereich, während in Tabelle 4 die Ergebnisse der Proben aus dem Bereich Verkauf veranschaulicht werden. Beim Vergleich der Ergebnisse der unterschiedlichen Betriebsbereiche war auffällig, dass die Umgebungsproben „Produktion“ öfter im unannehmbaren Bereich lagen (17,4%) als die aus dem Verkaufsbereich (7,6%). Dabei wies nur eine einzige der 19 Probenahmestellen aus dem „Verkauf“ (Vorbereitungsraum, Boden) immer wieder Ergebnisse in der unannehmbaren Kategorie auf. Im Produktionsbereich dagegen waren bei 21 von 28 Probenahmestellen die mikrobiologischen Ergebnisse der Umgebungsproben mindestens einmal im Verlauf der Untersuchung als unannehmbar einzuordnen.

Tabelle 4: Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion im Produktionsbereich

Probenahmestellen	Untersuchungszeitraum									
	Nov.	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	
ZERLEGERAUM										
Boden (13)	7	5	3	2		1	0	45	45	
Wand (14)	45	1	5	1	1	0	0	1	1	
Zerlegetisch (15)	80	5	4	1	12	45	45	5	45	
Wolf (16)	45	5	8	45	1	2	45	6	2	
Kutter (17)	45	1	3	1		6	3	4	9	
Wurstfüllmaschine (18)	1	7	0	1	1	0	0	4	7	
Wasserhahn (19)	80	2	45	1	1	7	10	3	45	
Messerköcher innen (20)	1	0	1	2	1	unzur.	0	0	1	
Tisch (21)	45	45	45	5	8	1	1	2	3	
Kessel (22)	1	1	1	0	0	1	5	0	11	
Mole (23)	4	1	1	3	0	0	1	0	4	
Türgriff (24)	45	1	1	1	0	0	0	45	0	
SCHLACHTRAUM										
Wand (26)	0	1	1	1	0	0	0	0	0	
Boden (27)	5	9	5	10	1	1	3	5	45	
großer Kessel (28)	5	17	20	1	1	5	0	0	0	
Sägeblatt (29)	0	1	3	2	1	1	1	0	1	
Türgriff (30)	80	45	80	2	45	0	0	0	0	
Tisch groß (31)	1	1	1	1	1	45	0	3	1	
Messerhalterung (32)	1	5	5	1	1	0	2	0	0	
Wasserhahn (33)	45	1	5	unzur.	1	0	2	0	45	
ARBEITSGERÄTE										
Fleischhaken (37)	5	2	5	45	0	0	1	0	10	
Eurokiste innen (38)	5	0	5	1	0	0	80	0	4	
Transportwagen (39)	5	0	5	10	0	1	0	0	1	
Arbeitsbretter (40)	45	80	45	1	2	0	6	3	80	
Eurohaken (41)	5	2	5	1	8	5	1	5	0	
Schürze (42)	45	0	5	5	1	45	45	4	2	
Stiefel (43)	5	45	5	1	1	2	1	2	2	
Kettenhandschuh (44)	5	3	5	1	15	3	0	0	9	

Abkürzungsverzeichnis:

Nov. - Aug. : Untersuchungsmonate November 2003
bis August 2004

0-80 : Ergebnis in KbE/cm² unannehmbar

0-80 : Ergebnis in KbE/cm² annehmbar

unzur. : Probenahmestelle "unzureichend"


(13) - (44) : Nummer der Probenahmestelle
im Probenahmeplan

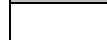
Tabelle 5: Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion im Verkaufsbereich

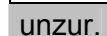
Probenahmestellen	Untersuchungszeitraum								
	Nov.	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.
LADEN									
Wand (01)	1	0	0	1	0	1	1	0	0
Waage (02)	0	1	1	1	1	1	0	3	1
Kühltheke (03)	1	1	1	0	1	0	0	0	0
Arbeitsfläche (04)	4	2	1	3	1	9	0	4	1
Schneidebrett (05)	4	5	5	1	6	1	0	0	0
Aufschnittmaschine (06)	6	1	1	4	1	1	0	0	5
Fleischgabel (07)	1	1	1	0	1	0	1	3	1
VORBEREITUNGSR.									
Boden (09)	80	45	45	45	45	45	45	45	8
Wand (10)	0	1	1	1	0	0	5	1	7
Spüle (11)	1	0	1	1	1	0	4	5	0
Vakuumgerät (12)	5	45	1	2	1	0	0	0	2
KÜHLRAUM									
Wurstspieße (25)	5	1	0	unzur.	2	7	0	1	1
VERKAUFSAUTO									
Wand (45)	1	9	1	6	0	0	0	0	5
Arbeitsfläche (46)	1	4	1	3	2	9,7	0	0	0
Fleischschalen (47)	1	4	1	1	1	0	3	0	2
ARBEITSGERÄTE									
Messer Griff (34)	45	45	1	2	1	0	1	0	4
Messer Schneide (35)	1	8	1	1	0	0	2	1	2
Messer Übergang (36)	5	45	5	1	2	0	0	1	4
TOILETTE									
Türgriff innen (08)	0	1	5	3	0	1	2	1	1

Abkürzungsverzeichnis:

Nov. - Aug. : Untersuchungsmonate November 2003
bis August 2004

 : Ergebnis (in KbE/cm²) unannehmbar

 : Ergebnis (in KbE/cm²) annehmbar

 unzur. : Probenahmestelle "unzureichend"

(01) - (47) : Nummer der Probenahmestelle
im Probenahmeplan

3.6.2.2 Dokumentation der Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden, wie in der Entscheidung 2001/471/EG verlangt, fortlaufend graphisch in Form von Balkendiagrammen dokumentiert. Ein Beispiel für eine solche graphische Darstellung wird in der folgenden Abbildung 16 gezeigt. Die Balkendiagramme aller Probenahmestellen werden im Kap. 9.2.2 im Anhang dargestellt.


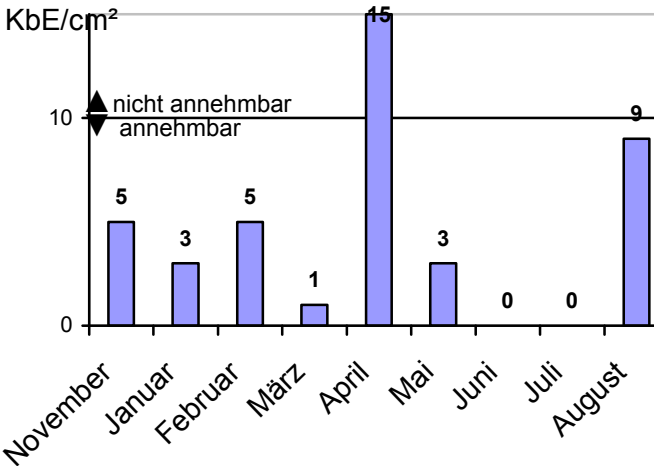
Probenahmestelle	Balkendiagramm	Probenahmedatum																				
44  Kettenhandschuh	 <table border="1"> <caption>Bakteriologische Probenahmeergebnisse (KbE/cm²)</caption> <thead> <tr> <th>Monat</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>5</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>3</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>5</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>15</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>3</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>0</td></tr> <tr><td>August</td><td>9</td></tr> </tbody> </table>	Monat	KbE/cm²	November	5	Januar	3	Februar	5	März	1	April	15	Mai	3	Juni	0	Juli	0	August	9	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Monat	KbE/cm²																					
November	5																					
Januar	3																					
Februar	5																					
März	1																					
April	15																					
Mai	3																					
Juni	0																					
Juli	0																					
August	9																					

Abb. 16: Beispiel für die fortlaufende graphische Dokumentation der Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion

4 DISKUSSION

4.1 Praktische Erkenntnisse bezüglich der methodischen Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG

Die Entscheidung 2001/471/EG beschreibt in ihrem Anhang die Verfahren, nach denen die in der Richtlinie 64/633/EG genannten mikrobiologischen Kontrollen durchzuführen sind. Somit werden den Betrieben erstmals konkrete methodische Vorgaben zur Durchführung der Eigenkontrolle ihrer Produktionsbedingungen gemacht. Probleme können bei der Umsetzung der Entscheidung in registrierten Betrieben erwartet werden, da mikrobiologische Kontrollen dort bisher so gut wie nicht durchgeführt werden (WENTHE, 2003). Ebenfalls stellt LUTZ (2004) fest, dass die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die Umsetzung in die Praxis mit einer Vielzahl von Schwierigkeiten verbunden ist. Selbst die KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (2001) hat im Vorwort zum Erlass der Entscheidung in Erwägung gezogen, „dass es sich für kleinere Betriebe möglicherweise aufgrund finanzieller oder personeller Engpässe, mangelnder Fachkompetenz, unzureichender Infrastruktur oder anderer relevanter Faktoren als schwieriger erweisen könnte, die vorgegebenen Kontrollen durchzuführen.“ Im Folgenden werden die in der Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG in einem registrierten Betrieb auftretenden Probleme diskutiert.

4.1.1 Probenahmeverfahren

Für die **bakteriologische Probenahme an Schlachtkörpern** lässt die Entscheidung 2001/471/EG den Betriebsinhabern die Wahl zwischen einem destruktiven und einem nicht-destruktiven Verfahren. Die Beurteilung der Verfahren zur Probenentnahme wird kontrovers diskutiert und bisher wurde kein Konsens gefunden, welche Methode zur Beprobung von Schlachttierkörpern geeigneter ist (BOLTON, 2003). Während Autoren wie DORSA et al. (1996), WARE et al. (1999) sowie GILL und JONES (2000) die Methoden als

ebenbürtig ansehen und die Nass-Trocken-Tupfermethode als brauchbare Alternative nennen, sind SNIJDERS et al. (1984), FLISS et al. (1991), und RIVAS et al. (1993) der Auffassung, dass die Effektivität der nicht destruktiven Probenahme der destruktiven Technik unterlegen ist. Allerdings fehlte in ihren Untersuchungen der Vergleich mit der Nass-Trocken-Tupfertechnik, welche nach ELLERBROEK (2003) innerhalb der insgesamt in Frage kommenden Tupferverfahren effektiver ist. KLEINER und HILGERT (2004) dagegen zeigten in ihren Untersuchungen, dass unter definierten Bedingungen neben dem Tupferverfahren auch Abklatschtechniken zur bakteriologischen Probenahme geeignet sind. Allerdings sind andere als in Abschnitt 2 der Entscheidung beschriebenen Verfahren nur zulässig, wenn gegenüber der zuständigen Behörde nachgewiesen wird, dass sie den im Anhang festgelegten Verfahren mindestens gleichwertig sind (ELLERBROEK, 2003). Als Standardverfahren wird in der Entscheidung ausschließlich die destruktive Methode unter Einbeziehung konkreter mikrobiologischer Richt- und Grenzwerte beschrieben, abweichende Verfahren müssen also im Vergleich zum Standardverfahren verifiziert werden. Um dies in die Praxis umsetzen zu können, müssten beide Probenahmetechniken über einen langen Zeitraum parallel eingesetzt werden. Erst dann könnten mikrobiologische Kriterien für von der destruktiven Methode abweichende Verfahren festgelegt und mit dem Standardverfahren in Beziehung gesetzt werden. GROSSPIETSCH et al. (2004) geben zu bedenken, dass der dann zu bildende Umrechnungsfaktor wohl nur betriebsintern verwendbar wäre. Diese Vorgehensweise zur Verifikation der nicht-destruktiven Methoden stellt für die kleinen Betriebe einen unverhältnismäßig großen Zeit- und Kostenaufwand dar. BALTZER (2004) schlägt erstmals Grenzlinien zur Beurteilung der Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern bei Probenahme mittels nicht-destruktivem Nass-TrockenTupferverfahren vor. Allerdings gibt auch er gleichzeitig zu verstehen, dass diese Vorgaben nur als „Baseline“ anzusehen sind und die Bewertung von Ergebnissen mikrobiologischer Monitoruntersuchungen grundsätzlich nur auf der Basis betriebseigener, vergleichbarer Daten erfolgen sollte. Um vergleichbare Daten zu erhalten, die es ermöglichen, die Schlachthygiene objektiv zu beurteilen,

muss in einem Betrieb über einen längeren Zeitraum immer mit derselben Technik gearbeitet werden (UNTERMANN et al., 1997b; ZWEIFEL und STEPHAN, 2003a). KLEINER und HILGERT (2004) schlussfolgerten dagegen aus ihren Untersuchungen zum Vergleich der destruktiven und nicht-destruktiven Probenahmetechnik, dass durch die Einführung eines einfachen Algorithmus die Vergleichbarkeit der mittels nicht-destruktiver Technik ermittelten Werte mit dem Referenzverfahren gewährleistet werden kann. Ein einfaches mathematisches Umrechnen der Ergebnisse ist allerdings nach Meinung von GROSSPIETSCH et al. (2004) nicht möglich. Als Gründe dafür werden in der Literatur zum Beispiel Gebrauch von unterschiedlichem Tupfermaterial (DORSA et al., 1996; GILL und JONES, 2000; GILL et al., 2001), tierartige Unterschiede und Variationen der Tierkörperoberfläche (GILL et al. 2001), Vorhandensein von inhibitorischen Substanzen im Tupfer (DALEY et al., 1995) sowie Zeit und Lagerung der Tierkörper vor der Beprobung (WARE et al., 1999) genannt.

In der Entscheidung 2001/471/EG wird im Anhang darauf hingewiesen, dass „im Abstrichverfahren nur ein Teil (oft nur 20% oder weniger) der Gesamtflora auf der Fleischoberfläche erfasst wird. Dieses Verfahren liefert demnach nur grobe Orientierungswerte zur Oberflächenhygiene.“ Dieses Ergebnis spiegelt auch die Untersuchung von GROSSPIETSCH et al. (2004) zur Vergleichbarkeit der Stanz- und Tupfertechnik wider, in der sich zeigte, dass mit der Tupfertechnik nur 15,5 % der mit Hilfe und im Vergleich zur Stanztechnik erzielten Keimflora erfasst werden konnte. Daher erscheint eine destruktive Probenahmetechnik in der Praxis, unter Berücksichtigung der Unsicherheiten bei der Umrechnung der Ergebnisse nicht-destruktiver Methoden, sinnvoll.

Betrachtet man die Kostenfrage und die Praktikabilität beider Techniken, so bestehen auch hier unterschiedliche Auffassungen (ADY et al., 1997; GILL et al., 2001; ZWEIFEL und STEPHAN 2003a). Die praktische Handhabung der Abklatschmethoden haben KLEINER und HILGERT (2004) untersucht und kamen zu dem Schluss, dass im Hinblick auf die praktische Anwendung unter dem Aspekt der Probenahme sowie der Probenaufbereitung und nicht zuletzt aus finanziellen Gründen vor allem Abklatschtechniken interessant sind. Andere

Autoren empfehlen vor allem die Nass-Trocken-Tupfertechnik aufgrund des geringen Zeit- und Kostenaufwandes für Routineuntersuchungen (SHARPE et al., 1996; ZWEIFEL und STEPHAN, 2003a). Allerdings sind insbesondere bei den für Routineuntersuchungen aufgrund des geringen Zeit- und Kostenaufwand angewandten Tupferverfahren größere Probenzahlen notwendig, um die im Vergleich zu den destruktiven Techniken schlechtere Reproduzierbarkeit und Standardisierung auszugleichen (UNTERMANN et al., 1997b). PURKL (2003) ist der Meinung, dass die Nass-Trocken-Tupfertechnik für routinemäßige Untersuchungen von Schlachttierkörpern im Rahmen betrieblicher Eigenkontrollen generell zu aufwendig ist.

GROSSPIETSCH et al. (2004) konnten in einem aktuellen Kostenvergleich zwischen destruktiven Stanzproben und der Tupfertechnik keine nennenswerten Differenzen ausmachen. Es kann deswegen davon ausgegangen werden, dass die Betriebe die für sie praxisgerechtere und leichter durchzuführende Methode wählen. In den eigenen Untersuchungen in einem mittelständischen Direktvermarkterbetrieb wurde zur bakteriologischen Probenahme an Schlachtkörpern, unter Berücksichtigung der beschriebenen Faktoren, der destruktiven Technik der Vorzug gegeben. Ein fast unbedeutender Nachteil dieser Methode seitens des Rechtsunterworfenen wurde darin gesehen, dass das Fleisch nicht unversehrt blieb. Allerdings wurden aufgrund der Probenahme keine Fleischteile von hoher Qualität beschädigt; die Stanzproben wurden bei den Schweineschlachttierkörpern ausschließlich aus der Schwarte entnommen. Der Zeitaufwand von ca. 4 min pro Tierkörper war akzeptabel. Die praktische Durchführung der destruktiven Probenahme stieß auf keine nennenswerten Probleme. Bei den zur Probenentnahme verwendeten Stanzen musste lediglich auf eine gründliche Zwischenreinigung vor erneuter Benutzung geachtet werden, da eventuelle an dem Stanzkopf haftende Fett- und/oder Fleischreste aufgrund der Erhitzung durch das Abflammen mit Alkohol zu hartnäckigen Verunreinigungen führten. Ein Nachschärfen der Stanzen musste nach ca. 50 Probenentnahmen durchgeführt werden. Diese Punkte stellen einen Nachteil gegenüber der nicht-destruktiven Technik dar, trotzdem überwiegen in Praxis die Vorteile einer

destruktiven Probenentnahme: Effektivität, bessere Vergleichbarkeit und die eindeutige Interpretierbarkeit aufgrund vorgegebener Grenzwerte.

Für die **bakteriologische Probenahme zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion** hat der Betriebsinhaber laut Entscheidung 2001/471/EG die Wahl zwischen dem Agar-Abklatschplattenverfahren und dem Tupfverfahren. Andere Verfahren können erst nach Genehmigung durch die zuständige Behörde verwendet werden. Das in dem Direktvermarkterbetrieb angewandte Abklatschsystem „Hygicult TPC“ der Firma Schülke&Mayr erwies sich bei der Probenahme als einfach und schnell durchführbar. Dieses System ermöglicht es den Betrieben, die Selbstkontrolle tatsächlich „selbst“ durchzuführen und nicht unter Aufwendung höherer Kosten einen Dritten mit der Probenahme zu beauftragen. Der durch ein Gelenk bewegliche Nährbodenträger konnte gut auf die zu untersuchenden Oberflächen gedrückt werden. Durch das Verschrauben des Nährbodenträgers in einem Röhrchen wurde ein unbeabsichtigtes Öffnen der Platten verhindert. Ein Transport der Proben entfiel durch das Vorhandensein eines betriebseigenen Brutschranks. Als nachteilig wurde die teilweise schlechte Verbindung des Nährbodenmediums mit dem Träger empfunden, wodurch es bei der Probenahme in einzelnen Fällen zum Lösen des Mediums vom Träger kam. Einen größeren Nachteil stellt die Tatsache dar, dass die mikrobiologischen Ergebnisse erst nach einer vierundzwanzigstündigen Bebrütungszeit ablesbar sind und somit eine eventuelle Verschmutzung „zu spät“ entdeckt wird. Eine Nachreinigung kann erforderlichenfalls also frühestens 24 Stunden nach Feststellung der Verschmutzung erfolgen; zwischenzeitlich könnte aber bereits eine erneute Produktion unter den eventuell bestehenden, unzureichenden Hygienebedingungen stattfinden. Deswegen wurden alternativ in den letzten Jahren verschiedene Schnellmethoden vorgestellt, mit denen Ergebnisse zeitnah generiert werden können, so dass erforderlichenfalls eine sofortige Nachreinigung und –desinfektion erfolgen kann (GOLL et al., 2004). Diese Schnellverfahren beruhen auf verschiedenen Nachweisprinzipien. Es gibt Proteinnachweissysteme, deren Aussagekraft kontrovers beurteilt wird (WEBER et al., 1997; BECKER et al., 2001; TRAUTSCH et al., 2002). Daneben

ist das Biolumineszenzverfahren zu nennen, mit dem Adenosintriphosphat (ATP) nachgewiesen werden kann und dessen Einsatzfähigkeit in zahlreichen Studien bestätigt werden konnte (BAUMGART, 1993; KIRCHER et al., 1996; ORTH und STEIGERT, 1996; POGGEMANN und BAUMGART, 1996). Für kleine, registrierte Betriebe ist dieses System allerdings mit zu hohen Anschaffungskosten verbunden. Auch die praktische Umsetzung vor Ort mit der Zugabe von mehreren Reagentien sowie das Erfordernis mehrerer Arbeitsschritte solcher Meßsysteme dürfte für viele Betriebsinhaber eine Hürde darstellen. GOLL et al. (2004) haben als ein neuartiges, auf Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid (-Phosphat) basierendes System die HY-RISE™ Colour Hygiene Test Strips (Fa. MERCK, Darmstadt) hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit zur Überprüfung der Sauberkeit von Oberflächen geprüft. Dieser Test ist ebenfalls einfach und schnell durchzuführen und liefert die Ergebnisse innerhalb von 10 Minuten. Aufgrund einer einfachen, auch für ungeschultes Personal leicht verständlichen, visuellen Auswertung bietet der Test bei der Kontrolle des Reinigungspersonals eine wertvolle Argumentationshilfe und wird deshalb von GIERSE und BABEL (2002) sowohl zur Durchführung betriebseigener Kontrollen als auch im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung als Kontrolle zur Hygienebeurteilung empfohlen. Die Nachweisgrenze der HY-RISE™ Colour Hygiene Test Strips für bakterielle Kontamination lag in den Untersuchungen von GOLL et al. (2004) allerdings bei ca. 10^4 KbE/cm² und somit ist der Test den klassischen mikrobiellen Nachweismethoden unterlegen. TRAUTSCH et al. (2002) sehen aus diesem Grund den Schnelltest als eine sinnvolle Ergänzung, jedoch nicht als Ersatz für mikrobiologische Untersuchungen an.

Neben dem Abklatschverfahren als klassische mikrobielle Nachweismethode kann laut Entscheidung 2001/471/EG auch das Tupfverfahren angewandt werden. Das Nass-Trocken-Tupfverfahren erbrachte bei vergleichenden Untersuchungen bezüglich der Aussagekraft verschiedener Oberflächenabklatschsysteme (RÜHLMANN und FELDHUSEN, 1996) zwar eindeutig die besten Ergebnisse, kann aber von den Autoren aufgrund des Arbeitsaufwandes zum routinemäßigen Einsatz nicht empfohlen werden. In

vergleichenden Untersuchungen von WENTHE et al. (1999) ergab sich dagegen eine praktikable Übereinstimmung von NTT- und Abklatschverfahren mittels „Hygicult® TPC“ zur Reinigungs- und Desinfektionskontrolle in Metzgereien. Allerdings schlussfolgerten oben genannte Autoren ebenfalls wie der Autor der vorliegenden Untersuchungen, dass eine Anwendung von Kontaktslides als einfach – auch für angeleitete Hygienebeauftragte eines Betriebes – zu handhabende, schnelle und zuverlässige Methode zur Kontrolle des Reinigungs- und Desinfektionserfolges empfohlen werden kann.

4.1.2 Probenahmelokalisationen

In der Entscheidung 2001/471/EG sind vier über den Tierkörper verteilte Lokalisationen für die **bakteriologische Probenahme an Schlachtkörpern** festgelegt, die in einem von ELLERBROEK et al. (1999) erarbeiteten Verfahrensentwurf zur einheitlichen Durchführung betriebseigener mikrobiologischer Kontrollen gemäß Artikel 10 Abs. 2 der Frischfleischrichtlinie als Probenentnahmestellen auf Schweineschlachttierkörpern vorgesehen waren. Diese Bereiche stellen kritische Hygienepunkte dar (ELLERBROEK, 2003). Die vier entnommenen Proben eines Tierkörpers sollen zu einer so genannten vertikalen Poolprobe zusammengefasst werden. Das Arbeiten mit Poolproben wurde auch als Methode im Qualitätssicherungskonzept der CMA (Centrale Marketing-Gesellschaft der Deutschen Agrarwirtschaft) verankert (TROEGER und HONIKEL, 1994; CMA, 1998). UNTERMANN et al. (1997b) übten dagegen Kritik daran, dass einzelne, ganz spezifische Hygieneschwachpunkte personeller oder technologischer Ursache beim Arbeiten mit Sammelproben unentdeckt blieben. Die letztgenannten Autoren hielten das Poolen von Teilproben eines Schlachttierkörpers auch deshalb für unbefriedigend, weil es aufgrund der Keimzahldifferenzen zwischen verschiedenen Tierkörperarealen zu einer Ergebnisverzerrung kommen kann.

ZWEIFEL und STEPHAN (2003b) sind der Meinung, dass die Auswahl der Probenentnahmestellen am Schlachttierkörper basierend auf einer betriebsspezifischen Prozessanalyse erfolgen sollte. Wie in Untersuchungen nachgewiesen werden konnte, sind typische Verschmutzungsstellen betriebs-

und prozessspezifisch, sie müssen zunächst in Voruntersuchungen ermittelt werden (HAPPE, 1993; REUTER, 1994a). Eine solche Vorgehensweise wäre zwar wünschenswert, ist aber für einen kleinen Betrieb finanziell nicht tragbar. In der Praxis wird die Anzahl der Probenentnahmestellen und deren Größe vor allem durch den erforderlichen Arbeitsaufwand für die mikrobiologischen Untersuchungen und die damit verbundenen Kosten limitiert (HEIMANN, 1990).

ZWEIFEL und STEPHAN (2003b) konnten in ihren Untersuchungen zur „Prozessanalyse bei der Schafschlachtung“ zeigen, dass die mikrobiologischen Kontaminationsprofile auf den Tierkörpern innerhalb eines Betriebes so konstant sind, dass eine sinnvolle Auswahl von Probenahmestellen möglich ist. Die Autoren empfehlen eine für die Entnahmestellen getrennte Keimzahlbestimmung, um die unregelmäßige Verteilung der Keime auf den Tierkörpern zu berücksichtigen. „Ein so genanntes horizontales Zusammenfassen von Proben (MOJE et al., 2002), wobei vier gleiche Probenahmestellen von vier Schlachttierkörpern zusammengefasst werden, ist in der Entscheidung 2001/471/EG nicht vorgesehen“ (ELLERBROEK, 2003).

Deswegen ist es naheliegend, dass der Betriebsinhaber eines kleinen, registrierten Betriebes aus finanziellen Gründen erst dann eine horizontale Beprobung durchführt, wenn die Ergebnisse seiner Tierkörper nicht zufriedenstellend sind und somit eine Aufdeckung von Hygieneschwachstellen in seinem Schlachtprozess erforderlich ist. Da die mikrobiologischen Ergebnisse der Schweineschlachttierkörper im untersuchten, direkt vermarktenden Betrieb fast ausschließlich im annehmbaren Bereich lagen, wurde auf ein horizontales Zusammenfassen der Gewebeproben verzichtet. Die Ergebnisse der Rinderschlachttierkörper lagen anfänglich im kritischen Bereich, deshalb wurden die Proben von drei Rindern an drei Schlachttagen horizontal gepoolt. Dabei zeigte sich, dass die Lokalisationen Unterbrust und Flanke die höchsten Keimzahlen aufwiesen. Daraufhin wurde der Schlachtprozess auf mögliche Kontaminationsgefahren der Schlachttierkörper überprüft. Es konnte dabei beobachtet werden, dass bei der manuellen Vorenthäutung ein Messer verwendet wurde, welches nach dem ersten Schnitt durch das verschmutzte Fell ohne Zwischenreinigung zum weiteren Lösen der Haut eingesetzt wurde.

Außerdem wurde die Einrichtung für die Händereinigung nicht einmal während des gesamten Schlachtprozesses benutzt. Durch eine zielorientierte Hygieneschulung des betroffenen Mitarbeiters konnten die tagesdurchschnittlichen log-Werte entsprechend verbessert werden.

Die Auswahl der Probenahmestellen für die **bakteriologische Probenahme zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion** im Direktvermarkterbetrieb erfolgte aufgrund der betriebsspezifischen Kontaminationsrisiken und den Empfehlungen der Entscheidung 2001/471/EG. Die von der Entscheidung vorgeschlagenen Lokalisationen stammen hauptsächlich aus dem Arbeitsbereich „Schlachtung“. Probenahmestellen aus dem Bereich „Vermarktung“ sind nicht berücksichtigt. Da es im Gesetzestext lautet: „Etwa zwei Drittel der Gesamtzahl der Proben sollten von Lebensmittelkontaktflächen entnommen werden“, wurden im Probenahmeplan des untersuchten Betriebes auch Stellen aus dem Verkaufsbereich, wie z.B. Fleischschalen, Fleischgabeln, Aufschnittmaschine und Waage, berücksichtigt.

4.1.3 Probenahmefrequenz, Status-quo-Erhebung

Während für zugelassene Betriebe die Untersuchungshäufigkeit genau festgelegt ist, sollten laut Entscheidung in Betrieben mit niedriger Produktion die Intervalle vom amtlichen Tierarzt festgelegt werden. Der amtliche Tierarzt stützt sich dabei auf seine eigene Bewertung der Schlachthygiene in dem jeweiligen Betrieb. Er sollte zusätzlich neben der Größe und des Arbeitsumfangs eines Betriebes bei der Festlegung von Mindestfrequenzen für mikrobiologische Kontrollen berücksichtigen, dass registrierte Betriebe aufgrund der engen gesetzlichen Kapazitätsbegrenzung und der fast ausschließlich lokalen Vermarktung ein geringeres Risikopotential als zugelassene Betriebe haben. Wie LUTZ (2004) feststellt, ist nicht erkennbar, auf welcher wissenschaftlichen Basis die in der Entscheidung genannten Untersuchungsfrequenzen festgelegt wurden. Er weist auf ein grundsätzliches Dilemma mikrobiologischer Untersuchungen hin: Statistisch abgesicherte Probenpläne liefern zwar verlässliche Aussagen, sind aber aufgrund des nötigen hohen Probenumfangs

für kleinere Betriebe finanziell kaum zumutbar. Weil in den vorliegenden Untersuchungen statistisch gesicherte Aussagen über den Keimgehalt der Schlachttierkörper gewollt waren, wurde eine Vollerhebung durchgeführt; d.h. alle innerhalb eines Jahres in dem Direktvermarkterbetrieb geschlachteten Tiere wurden beprobt. Aus finanziellen Gründen können sonst in kleinen Betrieben nur Stichproben genommen werden, deren Aussagekraft aufgrund der geringen Probenmenge jedoch vorsichtig betrachtet werden muss (GROSSPIETSCH, et al., 2004). Stichproben spiegeln nur eine Momentaufnahme wider und sind weder inner- noch zwischenbetrieblich vergleichbar. Die mikrobiologische Untersuchung hat in Betrieben mit geringer Produktion also nur einen begrenzten Kontroll- oder Dokumentationswert. Hinsichtlich der Probenzahl wurden bisher verschiedene Vorschläge vorgelegt, die wie LUTZ (2004) feststellt, für kleinere Betriebe zum Teil weit höhere prozentuale Probenzahlen als für industrielle Großschlachtstätten bedeuten. Um Unsicherheiten zu begegnen, sind in verschiedenen Bundesländern Erlasse in Vorbereitung bzw. fertiggestellt, welche Untersuchungsfrequenzen und Probenzahlen für die registrierten Betriebe vorgeben. So ist beispielsweise mit dem Erlass des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz vom 27.06.03 sowie Änderung der Fleischhygiene-Verordnung vom 14.03.2002 die bakteriologische Probenahme und die Dokumentation von Eigenkontrollen in registrierten Schlacht- und Zerlegebetrieben verbindlich vorgeschrieben. Zur zweimaligen Status-quo-Erhebung im Abstand von 3 bis 6 Monaten sollten in einem Zeitraum von 2 Wochen 5 bis 10 Schlachtkörper untersucht und mindestens 10 Umgebungsproben genommen werden. Bei zufriedenstellenden Ergebnissen sollte nur noch eine jährliche Beprobung durchgeführt werden. Um die registrierten Schlacht- und Zerlegebetriebe sowie Direktvermarkter des Landkreises zu informieren, wurden die entsprechenden Betriebe von dem Staatlichen Amt für Lebensmittelüberwachung, Tierschutz und Veterinärwesen angeschrieben (WENTHE, 2003). So vorbildhaft wurden in anderen Bundesländern die Direktvermarkter nicht über die neuen Vorschriften informiert. Dem Direktvermarkterbetrieb der vorliegenden Untersuchungen

wurde im Oktober 2003 von der Landwirtschaftskammer ein Rundschreiben zugeschickt, in welchem er erstmals über die Entscheidung 2001/471/EG und über eine „Statuserhebung“ informiert und ihm gleichzeitig ein „Service-Angebot“ unterbreitet wurde. In diesem Anschreiben lautet es: „Als weiteres „Service-Angebot“ bieten wir Ihnen jetzt an, von der von uns mit der Firma X geschlossenen Rahmenvereinbarung zur Durchführung der gesetzlich geforderten Hygiene-Eigenkontrollen in Ihren Betrieben zu partizipieren. [...] Aufgrund unserer Rahmenvereinbarung bietet Ihnen die Firma X nunmehr eine überaus wertvolle Hilfestellung bei der Umsetzung der gesetzlichen Vorgabe zur Eigen-Hygiene-Kontrolle in Ihrem Betrieb an, die, so meinen wir, von Ihnen in Anspruch genommen werden sollte.“ Zeitgleich erreichte den Direktvermarkter ein Brief der genannten Firma, in welchem ihm die mikrobiologischen Untersuchungen in seinem Betrieb (10 Tupferproben zur Reinigungs- und Desinfektionskontrolle, je 4 Proben Schwein und Rind sowie Probenahme und Beratung vor Ort (1,5 h)) für 240,50 € zzgl. Fahrtkosten und Mehrwertsteuer angeboten und eine halbjährliche Kontrolle empfohlen wurden.

Dieses Beispiel zeigt, dass aufgrund unzureichender Information die Umsetzung der Entscheidung in registrierten Betrieben Probleme bereitet, die vor allem eine zusätzliche finanzielle Belastung darstellen.

4.1.4 Untersuchungsverfahren : Gesamtkeimzahl und Enterobacteriaceae

Für die Untersuchung der Proben sind amtlich zugelassene Untersuchungsverfahren (beispielsweise nach DIN, ISO oder CEN) anzuwenden. Die Probenuntersuchung von Schlachttierkörpern sollte in mikrobiologischen Laboratorien durchgeführt werden, die über Erfahrungen im Umgang mit Fleischproben verfügen. Das U.S. Departments of Agriculture (USDA, 1997) beschreibt in seinem Leitfaden zur Untersuchung von Proben auf *E. coli* im Rahmen der Prozesskontrolle für Laboratorien Kriterien, die auch bei der Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG als Richtschnur dienen können (ELLERBROEK, 2003). Nach diesem Leitfaden sollten Laboreinrichtungen für die routinemäßige Untersuchung mikrobiologischer Proben geeignet sein sowie

über entsprechende Sicherheitsvorkehrungen verfügen. Das Labor sollte die Probenannahme, -aufarbeitung sowie -untersuchung trennen und die Gerätschaften regelmäßig auf ihre Funktion hin überprüfen.

Die Entscheidung 2001/471/EG verlangt die Ermittlung der Gesamtkeimzahl (entspricht der aeroben mesophilen Keimzahl, AKZ) sowie des Gehalts an *Enterobacteriaceae*. Die Gesamtkeimzahl dient als allgemeiner Hygieneindikator. Laut ELLERBROEK (2003) geht die EU-Entscheidung von dem Grundsatz aus, dass das Vorkommen von nicht pathogenen Keimen einen Rückschluss auf mangelnde „gute hygienische Praxis“ erlaubt und damit ein potentiell gesundheitliches Risiko anzeigt. *Enterobacteriaceae* dienen dabei als Indikatoren für eine mögliche fäkale Kontamination. Mit Zustimmung der zuständigen Behörde und nach Festlegung entsprechender Kriterien kann die Zählung der *Enterobacteriaceae* durch eine *E. coli*-Zählung ersetzt werden. Dazu stellten SNIJDERS und NAGELKERKE (1999) im „Report on equivalence study of two methods of assessing faecal contamination of carcasses“ fest, dass die im US-amerikanischen System gewählte Untersuchung von *E. coli* (60 cm² Probenfläche mit der sogenannten Petrifilm-Methode) der in der Entscheidung beschriebenen Untersuchung auf *Enterobacteriaceae* (20 cm² Abklatschfläche mit VRBG-Agar) weitgehend gleichwertig ist. Bei den Untersuchungen auf *Enterobacteriaceae* mit VRBG-Agar wurden höhere Keimzahlen/cm² festgestellt als bei dem Nachweis von *E. coli* mit der Petrifilm-Methode. Als Grundlage für die vergleichenden Untersuchungen dienten das niederländische „Manual of Good Manufacturing Practice“ in der Ausgabe vom Mai 1997 und die „USDA Guidelines for *E. coli* testing for process control verification in cattle and swine slaughter establishments“ in der Version vom Juli 1997. Seit Januar 2000 ist die Untersuchung von *E. coli* in den USA Bestandteil des sog. „Pathogen Reduction Programs“ im Rahmen von betrieblichen HACCP-Konzepten (ELLERBROEK, 2003). Die *E. coli*-Zählung hat Bedeutung für Ausfuhrbetriebe nach den USA, da der Food Safety and Inspection Service (FSIS) des U.S. Departments of Agriculture (USDA) eine systemische Untersuchung von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern auf *E. coli* zur Bestimmung der fäkalen Kontamination vorschreibt. Die fäkale Kontamination

wird nämlich sowohl vom FSIS des USDA als auch von der World Health Organization (WHO) als wichtigste Quelle für die Belastung mit pathogenen Mikroorganismen wie *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp. oder *Campylobacter* spp. bezeichnet (ANONYM, 1990; USDA, 1996). Auch nach Auffassung von DAUBE (2002) ist die Untersuchung von *E. coli* dem Nachweis von *Enterobacteriaceae* als Indikatorkeim vorzuziehen, da eine engere Korrelation einer *E. coli*-Keimzahl zu einer fäkalen Kontamination besteht. ELLERBROEK (2003) ist der Meinung, dass von den beiden Parametern Gesamtkeimzahl und *Enterobacteriaceae* nicht abgewichen werden sollte.

Abgesehen von der Diskussion, ob die Bestimmung der *Enterobacteriaceae* oder der *E. coli* eine größere Aussagekraft besitzt, stellt sich in Anbetracht der eigenen Ergebnisse die Frage, ob die Bestimmung des Gehalts an *Enterobacteriaceae* neben der Bestimmung der Gesamtkeimzahl grundsätzlich eine zusätzliche Information über die Schlachthygiene bietet.

Von den 48 untersuchten Rinder- und 332 Schweineschlachttierkörpern waren lediglich die Ergebnisse von drei Schweineschlachttierkörpern in die Kategorie „kritisch“ sowie ein Ergebnis in die Kategorie „unannehmbar“ einzuordnen, und nur ein Einzelergebnis von einem Rinderschlachttierkörper lag mit $1,6 \log \text{KbE/cm}^2$ im kritischen Bereich ($1,5 - 2,5 \log \text{KbE/cm}^2$). Auch MACKEY und ROBERTS (1993) konnten bei der Untersuchung von im Handel befindlichen Tierkörpern insgesamt nur relativ geringe *Enterobacteriaceae*-Zahlen nachweisen. Nach ihren Erfahrungen sind die Enterobakteriazeen als Hygieneindikatoren nicht gleichermaßen geeignet wie die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl, da statistische Vergleiche aufgrund der geringen Befundhäufigkeit nur schwer möglich sind. UPMANN (1996) hielt die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl ebenfalls für den aussagekräftigeren Parameter, nachdem der Gehalt an *Enterobacteriaceae* in seinen Untersuchungen an Schweinefleisch häufig unterhalb der Nachweisgrenze lag und, zumindest auf der Schwartenseite, über 2 Logarithmusstufen geringer war als die Gesamtkeimzahl. HOFER (1999), der Rinderkarkassen aus verschiedenen Schlachtbetrieben untersuchte und nur aus 3,3 % der Tupferproben Enterobakteriazeen in geringer Anzahl isolierte, ging davon aus, dass

bemerkenswerte Keimzahlen vermutlich erst dann nachgewiesen werden können, wenn auf den Tierkörpern in stärkerem Maße auch sichtbare Verschmutzungen festzustellen sind. Auch ZWEIFEL und STEPHAN (2003b) fanden in ihren Untersuchungen zur Prozessanalyse bei der Schafschlachtung *Enterobacteriaceae* nur in geringer Anzahl und bemerkten, dass sich bemerkenswerte Zahlen von *Enterobacteriaceae* wohl nur bei erheblichen, optisch feststellbaren Hygienemängeln von Schlachttierkörpern isolieren lassen. Trotzdem schlagen sie die Untersuchung auf den Gehalt von Enterobakteriaseen vor, da in einem der drei untersuchten Betriebe nur durch die Bestimmung der Gesamtkeimzahl ein im Vergleich zu den anderen Schlachtbetrieben verfälschter Eindruck entstanden wäre. Ebenso stellte BALTZER (2004) in seinen Untersuchungen an 800 Rinder- und 650 Schweineschlachttierkörpern an vier EU-zugelassenen Schlachtbetrieben fest, dass in einem augenscheinlich sauberen Betrieb bei alleiniger Bestimmung der Gesamtkeimzahl ohne den Nachweis der Enterobakteriaseen respektive ohne die Ermittlung der *Enterobacteriaceae*-Zahlen der Hinweis auf mögliche Probleme in der Schlachthygiene, die zu einer fäkalen Kontamination der Schlachttierkörper führten, nicht erfasst worden wären. Allerdings lagen bei den Proben der von ihm untersuchten Rinder- und Schweineschlachttierkörper Enterobakteriaseen auch nur in geringer Anzahl vor, und die Mehrheit der Einzelergebnisse lag unterhalb der Nachweisgrenze sowie bei den *Enterobacteriaceae* positiven Einzelergebnissen überwiegend unter $1,5 \log_{10}$ KbE/cm². Deshalb stellte der Autor fest, dass sich Verlaufskurven tagesdurchschnittlicher \log_{10} -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse weniger als diejenigen der Gesamtkeimzahl-Ergebnisse für eine langfristige, betriebsspezifische Verifikation der Schlachthygiene eignen. In Anbetracht der Ergebnisse seiner Untersuchungen erwies es sich als geeignet, alternativ zur Bestimmung der *Enterobacteriaceae*-Zahlen die *Enterobacteriaceae*-Nachweishäufigkeit zur zuverlässigen Ermittlung von Schwachstellen im Schlachtprozess, die zu einer fäkalen Kontamination führen, zu bestimmen. Daher ist es nach Meinung von BALTZER (2004) sinnvoll, Grenzen für eine kritische bzw. unannehmbare Nachweishäufigkeit von *Enterobacteriaceae* zu

evaluieren. Allerdings sind bei getrennter Ermittlung der *Enterobacteriaceae*-Zahlen und der Nachweishäufigkeit differenziertere Aussagen möglich.

In Anbetracht der Beobachtungen und Ergebnisse der eigenen und zuvor aufgeführten Untersuchungen erscheint die Bestimmung des Gehalts an *Enterobacteriaceae* bei gleichzeitiger Erfassung der Gesamtkeimzahl als entbehrlich, jedenfalls zur Statuserhebung der Schlachthygiene in einem kleinen, direkt vermarktenden Betrieb. Hygieneschwachstellen im Schlachtprozess und die damit einhergehenden Hygienemängel von Schlachttierkörpern können meist schon über eine gewissenhafte Adspektion festgestellt werden, da kleine Betriebe mit einem geringen personellen sowie technologischen Aufwand in nur geringen Mengen produzieren und der gesamte Schlachtprozess somit erheblich leichter zu überschauen ist als dieses für größere Betriebe zutrifft.

Empfehlenswert wäre eine fakultative Probenahme auf *Enterobacteriaceae*, wenn es (wie es bei der Überprüfung von Reinigung und Desinfektion bereits der Fall ist) dem Amtstierarzt möglich ist, eine Probenahme auf *Enterobacteriaceae* anzuordnen, falls der Verdacht einer Fäkalkontamination als Ursache eines unsachgemäßen Fleischgewinnungsprozesses besteht.

Bei der **bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion** wurde auf eine Beprobung auf *Enterobacteriaceae* verzichtet, weil sie durch die Entscheidung 2001/471/EG nicht zwingend vorgeschrieben ist und sich zu keinem Zeitpunkt der Verdacht einer fäkalen Kontamination aus den Beobachtungen zur allgemeinen Betriebshygiene ergab. Zur Kontrolle einer ordnungsgemäßen Reinigung und Desinfektion wurde mittels Abklatschverfahren die Gesamtkeimzahl bestimmt. Dazu wurden die beimpften Kontaktslides in einem betriebseigenen Brutschrank inkubiert und anschließend ausgezählt. Wer mikrobiologische Untersuchungen durchführt, hat eine Reihe von Vorschriften zu beachten:

Nach FIHV § 11c Abs. 5 müssen zugelassene Betriebe zur Durchführung der betriebseigenen Kontrollen entweder über ein eigenes Labor verfügen oder die Untersuchungen von einem anerkannten Labor durchführen lassen. Gemäß

FIHV § 11c Abs. 6 gilt dies für registrierte Betriebe entsprechend (WENTHE, 2003).

Die Verwendung von HYGICULT Keimindikatoren ist eine in den Geltungsbereich der „Verordnung zur Umsetzung von EG-Richtlinien über den Schutz der Beschäftigten gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit“ (Biostoffverordnung) fallende Tätigkeit. Die bei der Bestimmung der Gesamtkeimzahl möglicherweise auftretenden Keime gehören zu keiner erhöhten Risikogruppe und somit ist eine Anzeige der Aufnahme von der Tätigkeit bei der zuständigen Behörde nicht erforderlich.

Keiner Erlaubnis bedarf die Bestimmung der Koloniezahl nach der „Verordnung über das Arbeiten mit Tierseuchenerregern“ § 3 Abs. 1 Nr. 1b (Tierseuchenerreger-Verordnung).

Nach dem „Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen“ (Infektionsschutzgesetz, IfSG) benötigt gemäß § 44 derjenige eine Erlaubnis der zuständigen Behörde, wer Krankheitserreger in den Geltungsbereich des IfSG verbringen, sie ausführen, aufbewahren, abgeben oder mit ihnen arbeiten will. Nach § 45 Abs. 2 Nr. 2 ist eine Erlaubnis nicht erforderlich für Sterilitätsprüfungen, Bestimmung der Koloniezahl und sonstige Arbeiten zur mikrobiologischen Qualitätssicherung, soweit diese nicht dem speziellen Nachweis von Krankheitserregern dienen und dazu Verfahrensschritte zur gezielten Anreicherung oder gezielten Vermehrung von Krankheitserregern beinhalten. Allerdings muss nach § 49 IfSG die erstmalige Aufnahme der Tätigkeit der zuständigen Behörde mindestens 30 Tage vor Aufnahme angezeigt werden. Die Anzeige der bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion mittels Abklatschverfahren sowie Probenaufbereitung und -auswertung im Direktvermarkterbetrieb bereitete einen unerwartet hohen Zeit- und Kostenaufwand. Zur „Anzeige der erstmaligen Aufnahme von Tätigkeiten im Sinne des § 44 Infektionsschutzgesetz gemäß § 49 IfSG“ mussten folgende Unterlagen bei der zuständigen Behörde eingereicht werden:

- eine persönlich unterschriebene Anzeige, die Angaben enthielt zu Vor- und Zuname des Antragstellers oder des verantwortlichen Leiters der o.g. Tätigkeiten, Geburtsdatum und Geburtsort, Privatanschrift, Anschrift der Räumlichkeiten, in denen die Tätigkeiten durchgeführt werden sollte, Art und Umfang der beabsichtigten Tätigkeiten, Datum des Tages, an dem mit der Tätigkeit begonnen werden sollte und Angabe des Kostenschuldners
- eine verbindliche Erklärung zur Erlaubnisfreiheit nach § 45 Abs. 2 IfSG
- Unterlagen, aus denen Art und Umfang der Entsorgungsmaßnahmen ersichtlich war
- Unterlagen aus denen die Beschaffenheit und die Geeignetheit der Einrichtung für die geplante Arbeit hervorging
- ein polizeiliches Führungszeugnis nicht älter als drei Monate.

Nach der Anzeige der Tätigkeit wurden die Räumlichkeiten vor Ort von der zuständigen Behörde auf ihre „Geeignetheit zum Umgang mit Krankheitserregern“ überprüft. Dabei wurde vom Prüfer festgestellt, dass die Räumlichkeiten nur dann geeignet sind, wenn entsprechende Desinfektions- und Hygienepläne erstellt werden. Nach Erstellung der Pläne und Begleichung einer 168,99 € hohen Rechnung für die Überprüfung der Räumlichkeiten sowie „Erstellung eines Gutachtens über die Geeignetheit des mikrobiologischen Arbeitsplatzes zum Umgang mit Krankheitserregern“ war die Anzeige schließlich ordnungsgemäß. Auch diese Erfahrung zeigt, dass die Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG in die Praxis für einen pflichtbewussten Direktvermarkter, mit unerwarteten Problemen und damit einhergehendem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden ist.

4.2 Aufzeichnungen und mikrobiologische Bewertung der Ergebnisse der Probenahme an Schlachttierkörpern

4.2.1 Ergebnisse der Untersuchung auf die Gesamtkeimzahl

Nach der Entscheidung 2001/471/EG sind alle Untersuchungsergebnisse in Form der Anzahl koloniebildender Einheiten (KbE)/cm² Oberfläche aufzuzeichnen und in Prozesskontrolldiagrammen darzustellen, die mindestens die Ergebnisse der letzten 13 wöchentlichen Untersuchungen in der richtigen Reihenfolge enthalten. Eine solche Datendokumentation ist für retrospektive Prozesskorrekturen notwendig, da aufgrund der Methodik mikrobiologischer Untersuchungen Veränderungen des Keimzahl-niveaus auf den Tierkörperoberflächen nicht unmittelbar zum Zeitpunkt ihres Auftretens erkennbar sind und im Falle überhöhter Werte kein sofortiges, korrigierendes Eingreifen in den Fleischgewinnungsprozess erfolgen kann (MACKEY und ROBERTS, 1993; DURA et al., 1998). Auch ELLERBROEK (1999) ist der Auffassung, dass grundsätzlich erst der fortlaufende Vergleich der Ergebnisse eine sinnvolle Auswertung ermöglicht und HOFER (1999) betonte, dass Hygienetrends in einer Fleischgewinnungslinie nur durch regelmäßig durchgeführte mikrobiologische Untersuchungen verifiziert werden können, während das Ergebnis einer einmaligen Kontrolle häufig einen Zufallsbefund darstellt und folglich nicht überbewertet werden sollte.

Nach WYSS (1996a, 1996b), NEUMANN et al. (1997) und DURA et al. (1998) ermöglichen die kontinuierliche Erhebung von Keimzahldaten an Tierkörperoberflächen sowie deren Dokumentation in Form von Kontrolldiagrammen, Prozessveränderungen in einer Schlachtlinie zu erkennen. PLESS und KÖFER (1998) vertreten die Meinung, dass anhand von Prozesskontrolldiagrammen die Wirksamkeit ergriffener Hygienemaßnahmen eindrucksvoll demonstriert werden kann.

4.2.1.1 Schweineschlachtung

Da in den eigenen Untersuchungen der wöchentliche Probenumfang ≤ 10 Tierkörper betrug, wurde, wie UNTERMANN et al. (1997) bei einem so geringen Probenumfang vorschlugen, zur Veranschaulichung und Dokumentation der Keimzahldaten der Median berechnet und dieser zusammen mit den Quartilen sowie den Extremwerten in Form eines **Box-and-Whisker-Plots** dargestellt. Auch ZWEIFEL und STEPHAN (2003b) sind der Meinung, dass der Median bei stark streuenden Messgrößen zu bevorzugen ist, da dieser sich auf Ränge bezieht und daher von den Extremwerten nicht beeinflusst wird. UNTERMANN et al. (1997) und HOFER (1999) sehen die wesentlichen Vorzüge von Boxplot-Darstellungen in deren Differenziertheit und Anschaulichkeit sowie in der „Robustheit“ des Medians gegenüber „Ausreißer-Werten“. Ebenfalls UPMANN (1996) wies darauf hin, dass gerade bei relativ kleinen Stichproben keine symmetrische Verteilung der Einzelergebnisse vorausgesetzt werden kann, und deshalb dem Median als verteilungsunabhängigem Durchschnittswert der Vorzug zu geben ist.

In der vorliegenden Studie stellte sich über den gesamten Untersuchungszeitraum von 12 Monaten ein Medianniveau von 3,0 bis 3,5 \log_{10} KbE/cm² ein. Der Quartilabstand der GKZ-Ergebnisse von Schweineschlacht tierkörpern war überwiegend relativ konstant (0,1 bis 0,3 log-Stufen); in vier Monaten schwankte der Quartilabstand von 0,2 bis 0,5 log-Stufen. Der in der Entscheidung 2001/471/EG für Schweineschlacht tierkörper definierte Richtwert von $< 4,0 \log_{10}$ KbE/cm² wurde somit mit Ausnahme einzelner „Ausreißer“ nicht überschritten, was für eine kontinuierlich gute Arbeitshygiene und Schlachttechnologie sowie einheitliches Tiermaterial spricht. Die **Schweine aus Zulieferbetrieb A und B** unterschieden sich hinsichtlich ihrer Oberflächenkeimbelastung nicht nennenswert voneinander; die errechneten Mittelwerte, Mediane, Extremwerte und Quartile waren nahezu identisch. Die Kontaminationsprofile auf den Schweinen unterschiedlicher Herkunft waren folglich konstant und die Zulieferbetriebe hatten einen ähnlichen Hygienestatus.

Betrachtet man die in den **Prozesstabellen** dargestellten Einzelergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen, so ist auffällig, dass in der ersten Zeit der Probenahme mehrere Tierkörper einer Tagescharge der Schweineschlachtung hinsichtlich der Gesamtkeimzahl als kritisch zu beurteilen waren. Daraufhin wurde der Schlachtprozess auf mögliche Kontaminationsgefahren der Schlachtierkörper überprüft. Es konnte beobachtet werden, dass eine regelmäßige Zwischenreinigung von Messer und Händen ausblieb, sowie eine wiederholte Kontamination durch unnötiges Berühren von Probenahmestellen stattfand. Durch eine zielorientierte Hygieneschulung des betroffenen Mitarbeiters konnten die mikrobiologischen Ergebnisse entsprechend verbessert werden. Allerdings war auffällig, dass sich die Ergebnisse wieder verschlechterten, sobald der **Untersucher nicht beim Schlachtprozess anwesend** war und dem Schlachter beratend zur Seite stand. In Anwesenheit des Untersuchers lag der Medianwert mit $3,2 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$ um 0,2 log-Stufen niedriger als der Median in Abwesenheit mit $3,4 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$. Während sich der Quartilabstand für die in Anwesenheit des Untersuchers geschlachteten Schweine auf 0,4 log-Stufen belief, betrug der Quartilabstand bei Abwesenheit 0,8 log-Stufen. Bei Anwesenheit des Untersuchers konnte ein um 0,4 log-Stufen niedrigerer X_{\min} -Wert und ein um 0,2 log-Stufen niedrigerer X_{\max} -Wert beobachtet werden. Es ist davon auszugehen, dass der Schlachter an den Tagen, an denen er sich fälschlicherweise nicht kontrolliert glaubte, die nach seiner Meinung „zeitaufwendigen“ und „unbequemen“ Hygienevorkehrungen nicht getroffen hat und dadurch eine vermehrte Kontamination der Tierkörper stattfand.

An einem der 47 Tage, an denen Schweine geschlachtet wurden, waren vier Ergebnisse der Gewebeprobe von acht geschlachteten Schweinen mit Werten von $4,1 - 4,9 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$ in den kritischen Bereich einzuordnen, während das Ergebnis eines Tierkörpers mit $5,3 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$ in der unannehmbaren Kategorie lag. Diese Ergebnisse sind darauf zurückzuführen, dass an diesem Tag der für die Schlachtung zuständige Mitarbeiter erkrankt war, und ein anderer Mitarbeiter die Schlachtung zusätzlich zu seiner eigentlichen Arbeit übernehmen musste. Entgegen des üblichen Schlachtprozesses hat dieser die

Schweine im Anschluss an den Brühvorgang auf einen Tisch abgelegt und darauf ausgeweidet. Ein Abflammen der Tierkörper unterblieb und die Einrichtungen für die Hände- und die Messerreinigung wurden während des gesamten Schlachtprozesses nicht einmal benutzt. Wie bereits NEUMANN et al. (1997) sowie SMULDERS und UPMANN (2000b) feststellten, werden die Keimgehalte der Schlachttierkörper maßgeblich von der Schlachttechnologie und der Arbeitshygiene beeinflusst. Aufgrund fehlender Motivation des Schlachters wurden die für ihn „unbequemen“ Hygienevorkehrungen nicht getroffen, was noch einmal verdeutlicht, welchen großen Einfluss die Personalhygiene auf die Keimbelastung der Tierkörper hat.

Analog zu den bei den Einzelwerten aufgeführten Aussagen ließ sich auch ausgehend von den tagesdurchschnittlichen \log_{10} -Werten der GKZ-Ergebnisse feststellen, dass die höheren Mittelwerte in der anfänglichen Probenahmezeit zu finden waren, während der höchste Mittelwert an dem Tag festgestellt wurde, an dem ausnahmsweise ein anderer Schlachter die Schlachtung übernahm. Anhand der **Prozesskontrolldiagramme** ließ sich in dem Direktvermarkterbetrieb ein relativ konstantes Streuungsmuster der Keimbelastung mit tendenziellem Verlauf auf konstantem Niveau erkennen. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass durch die Mittelwertbildung und die Untersuchung von vertikalen Poolproben eine „Nivellierung“ der Ergebnisse erfolgte. Verlaufskurven von „Durchschnittswerten“ beinhalten die Gefahr, dass die Auswirkungen von Hygieneschwachstellen im Schlachtprozess eher nivelliert und erst gravierende Mängel in der Schlachthygiene erkannt werden (BALTZER, 2004). Wenn auch die Vorgaben der Entscheidung 2001/471/EG die Anforderungen für eine langfristige Verifikation der Schlachthygiene in einem Betrieb erfüllen, sind ZWEIFEL und STEPHAN (2003b) der Ansicht, dass bei abweichenden Ergebnissen ergänzende, nach Entnahmestellen aufgeschlüsselte Untersuchungen vorzunehmen sind. Sie empfehlen, dass zusätzlich zu den von der EU geforderten Untersuchungen periodisch (z.B. alle drei Monate) eine nach Probenentnahmestellen aufgeschlüsselte mikrobiologische Untersuchung durchgeführt wird, um über zusätzliche, aussagekräftigere Daten zu verfügen. Eine solche Vorgehensweise ist zwar im

Hinblick auf eine Verbesserung des betriebsspezifischen Hygienestandards wünschenswert, ist aber aufgrund der hohen Kosten für einen kleinen Betrieb unwirtschaftlich.

4.2.1.2 Rinderschlachtung

Die durchschnittlich ermittelte aerobe mesophile Gesamtkeimzahl der untersuchten Rinderschlachtierkörper ($n=48$) lag bei $3,3 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$ und damit im annehmbaren Bereich. Dieser verteilungsabhängige Durchschnittswert ist allerdings von den stark schwankenden Extremwerten ($x_{\min} = 1,8 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$; $x_{\max} = 4,4 \log_{10} \text{KbE/cm}^2$) beeinflusst und spiegelt nicht die Verteilung der Einzelergebnisse wider. Deswegen wurde zur Darstellung der Gesamtkeimzahl der einzelnen Rinderschlachtierkörper ein Balkendiagramm gewählt. Nach ZWEIFEL und STEPHAN (2003b) kann ein solches, leicht für Mitarbeiter verständliches Diagramm einen Beitrag zur Sensibilisierung des Personals leisten. Die ständig wechselnde Höhe der Balken repräsentiert die starken Schwankungen der Gesamtkeimzahl. Statistisch lassen sich diese Schwankungen dadurch erklären, dass pro Schlachttag meist nur ein Rind geschlachtet wurde. Weiterhin konnte beobachtet werden, dass an Schlachttagen unter fachkundiger Anleitung des Untersuchers eine um 0,51 Logarithmusstufen niedrigere Keimzahl – bezogen auf entlogarithmierte Daten etwa 70% – weniger Keime nachgewiesen wurden, als an Schlachttagen, an denen der Untersucher nicht anwesend war. Dieses Ergebnis zeigt, dass das Hygieneverhalten des Schlachters von der Aufsicht abhing. Zu Beginn der Untersuchungen konnten eine Reihe von Hygieneschwachstellen festgestellt werden, die zu Kontaminationen der Tierkörperoberfläche führten. Entsprechende Hygienevorkehrungen wurden mit dem betroffenen Mitarbeiter besprochen.

Es konnte z.B. beobachtet werden, dass eine zuverlässige Reinigung der Messer und die Benutzung von zwei verschiedenen Messern für reine und unreine Vorgänge nicht stattfand. Außerdem wurde, wie schon erwähnt, bei der manuellen Vorenthäutung ein Messer verwendet, welches nach dem ersten Schnitt durch das verschmutzte Fell ohne Zwischenreinigung zum weiteren

Lösen der Haut eingesetzt wurde. Kontaminationen wurden so auf den Tierkörpern verteilt. Des Weiteren bestand beim Aufziehen des vorenthäuteten Schlachttierkörpers für die gelösten Hautlappen eine Einrollgefahr und somit die Möglichkeit von Kontakten bzw. Kontaminationen mit der Fleischoberfläche. Während des gesamten Schlachtprozesses wurde die Einrichtung für die Händereinigung nicht einmal benutzt und die Schürze des Schlachters wurde nicht gereinigt. Daher ist es nicht überraschend, dass aufgrund der zahlreichen Kontakt- bzw. Kontaminationsmöglichkeiten die Probenahmelokalisationen Unterbrust und Flanke in den drei durchgeführten horizontalen Beprobungen die höchsten Keimbelastungen aufwiesen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass in einem Schlachtprozess, der von einem hohen Anteil an manueller Tätigkeit gekennzeichnet ist, der Hygienestatus maßgeblich vom Personal beeinflusst wird.

4.2.2 Ergebnisse der Untersuchung auf *Enterobacteriaceae*

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf das Vorkommen von Enterobakteriaceen liegen, abgesehen von einem unannehmbaren und drei kritischen Werten bei Schwein sowie einem einzigen kritischen Wert bei Rind, durchweg im annehmbaren Bereich. Analog zu diesen Ergebnissen konnten beim Schlachtprozess während der Eviszierung kein versehentliches Öffnen des Magen-Darm-Konvoluts und keine fäkale Kontaminationen der Schlachttierkörper beobachtet werden; die Speiseröhre und der Analbereich der Rinder sind mittels Tüten und Kordel umhüllt worden.

4.3 Mikrobiologische Bewertung der Umgebungsproben

Hinsichtlich der Kontrolle von Reinigung und Desinfektion ergaben sich drei deutliche Trends:

1. Ergebnisse von Probenahmestellen konnten aufgrund eingeleiteter Maßnahmen von „unannehmbar“ in „annehmbar“ verbessert werden. So wurde beispielsweise durch Abschleifen oder Auswechseln der

Schneidebretter die Effizienz von Reinigung und Desinfektion gesteigert.

2. Ergebnisse konnten nicht dauerhaft verbessert werden. Zum Beispiel waren aufgrund mangelnder Personalhygiene die Oberflächenkeimzahlen der Arbeitsschürzen starken Schwankungen unterworfen.
3. Ergebnisse aus dem Bereich Direktvermarktung lagen durchweg im annehmbaren Bereich.

Reinigungsmängel bzw. unsauber beurteilte Oberflächen und Mängel bei der Personalhygiene waren im Betrieb hauptsächlich im Arbeitsbereich des Schlacht- und Zerlegepersonals festzustellen. Wie auch DURA (2000) in seinen Untersuchungen zur Kontrolle von Reinigung und Desinfektion beobachtete, hat die Einstellung des Personals zu Reinigung und Desinfektion einen entscheidenden Einfluss auf den Hygienestatus des Betriebes. Ebenso gibt GISSEL (1995) als entscheidenden Faktor der Hygiene eines Betriebes die Einstellung des Personals zu Reinigung und Desinfektion an.

Reinigungsmängel zeigten sich bei ca. 17% der Umgebungsproben aus dem Schlacht- und Zerlegebereich, die sich auf 21 von 28 Probenahmestellen verteilten. Die Keimzahlen schwankten stark und lagen zwischen 0 und 80 KbE/cm².

Die Ursachen hierfür sind vielfältig. Die Reinigung und Desinfektion wurde vom betriebseigenen Personal im Anschluss an die Schlacht- bzw. Zerlegetätigkeit durchgeführt. Arbeitsüberlastung und geringe Wertschätzung der Reinigungstätigkeit waren sicherlich mitverantwortlich für die geringe Effizienz der Reinigungsmaßnahmen (HANEKE und REUTER, 1991; GERSTEIN et al., 1993; EUROPEAN COMMISSION, 1996). Als Hauptgrund geben Autoren wie ZOTTOLA und SASAHARA (1994) und EUROPEAN COMMISSION (1996) eine ungenügende Vorreinigung der Einrichtungsgegenstände an. Von mangelhaftem Wissen um hygienische Sachverhalte als Ursache für hohe Oberflächenkeimzahlen kann nicht ausgegangen werden, da nur gelernte Arbeitskräfte (zwei Metzger und zwei Metzgermeister) angestellt waren,

regelmäßig Hygieneschulungen durchgeführt und Ursachen für unzureichend gereinigte Oberflächen im „Feedback“ der Kontrollen erörtert wurden. Übereinstimmend mit HANEKE und REUTER (1991) sowie WEGENER und ELLERBROEK (1992) wurden wiederholt verschmutzte Arbeitsbekleidung (insbesondere Schürze) vor Arbeitsbeginn oder fehlende Kopfbedeckung beobachtet. Auch das Rauchen während des Arbeitsprozesses schien unausrottbar zu sein. Aufgrund dieser Tatsachen muss davon ausgegangen werden, dass das Einhalten von Hygieneanforderungen für das Personal „unbequem“ war und „alte Verhaltensmuster“ nicht geändert werden konnten.

Um Verbesserungen im Bereich der Hygiene des Schlacht- und Zerlegepersonals zu erzielen, sollten verstärkt innerbetriebliche Kontrollen vorgenommen werden, denn HESSE (1991) beobachtete in Gegenwart einer Kontrollperson eine bessere Beachtung von Hygieneregeln. Alternativ können Reinigungsfirmen zur Durchführung der Reinigung und Desinfektion verpflichtet werden, was allerdings dem Betriebsinhaber aufgrund der dann für ihn anfallenden höheren Kosten widerstrebt. Außerdem ist, wie UPMANN und REUTER (1998) feststellten, der Effekt von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen vor Betriebsbeginn nur von begrenzter Dauer. Folglich sind während der Zerlegung gezielte Maßnahmen zur Reduzierung der Keimzahl auf Betriebsoberflächen notwendig, um mögliche Kontaminationsketten so oft wie möglich zu unterbrechen (HECHELMANN und KASPROWIAK, 1991).

Vorbildhaft waren die hygienischen Bedingungen aus dem Bereich der Direktvermarktung, in dem ausschließlich weibliches Personal beschäftigt war. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen lagen durchweg im annehmbaren Bereich. Eine Ausnahme bildete lediglich die Probenahmestelle „Boden, Vorbereitungsküche“. Die kontinuierlich unannehmbaren Ergebnisse hatten hier ihren Ursprung in der mangelhaften baulichen Konstruktion des Betriebes. Der Personalverkehr floß nämlich am Ende eines Arbeitstages nach bereits erfolgter Reinigung und Desinfektion durch diesen Raum zum Ausgang des Betriebes.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass aufgrund der regelmäßigen bakteriologischen Probenahme zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion Hygieneschwachpunkte des Betriebes an verschiedenen Probenahmestellen zwar deutlich gemacht, aber eine dauerhafte Verbesserung der hygienischen Situation nur an einzelnen Probenahmestellen aufgrund eingeleiteter Korrekturmaßnahmen erzielt werden konnten.

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Entscheidung 2001/471/EG legt für die Betreiber von fleischgewinnenden Betrieben erstmals konkrete mikrobiologische Richt- und Grenzwerte sowie verbindliche Vorgaben zur Durchführung der Selbstkontrolle fest, deren Umsetzung in der Praxis teilweise mit Problemen behaftet ist.

Ausgehend von den Ergebnissen der eigenen mikrobiologischen Erhebungen an Schlachttierkörpern kann festgestellt werden, dass die zusätzliche Bestimmung des Gehalts an *Enterobacteriaceae* bei gleichzeitiger Bestimmung der aeroben mesophilen GKZ keine zusätzlichen Informationen über die Schlachthygiene liefert. Es könnte beispielsweise eine fakultative Probenahme auf *Enterobacteriaceae* in der Entscheidung festgelegt werden (wie es bei der Überprüfung von Reinigung und Desinfektion bereits der Fall ist), so dass es dem Amtstierarzt möglich ist, eine Probenahme auf *Enterobacteriaceae* anzuordnen, wenn der Verdacht einer Fäkalkontamination als Ursache eines unsachgemäßen Fleischgewinnungsprozesses besteht.

Als Standardverfahren für die bakteriologische Probenahme an Schlachttierkörpern wird in der Entscheidung ausschließlich die destruktive Probenahmetechnik beschrieben. Aufgrund der problemlosen Umsetzbarkeit vor Ort sowie der im Vergleich zu nicht-destruktiven Verfahren höheren Ausbeute kann diese Methode zur Überwachung der Schlachthygiene in Direktvermarkterbetrieben empfohlen werden.

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen an Schlachttierkörpern zeigen, dass in einem Schlachtprozess, der von einem hohen Anteil an manueller Tätigkeit gekennzeichnet ist, der Hygienestatus maßgeblich vom Personal beeinflusst wird. Ebenso zeigen die Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme zur Kontrolle von Reinigung und Desinfektion, dass die Einstellung des Personals zu Reinigung und Desinfektion den Hygienestatus des Betriebes entscheidend beeinflusst. Deswegen empfiehlt sich für den Betriebsinhaber, verstärkt innerbetriebliche Kontrollen und zielorientierte Hygieneschulungen durchzuführen sowie Aufklärungs- und Überzeugungsarbeit

zu leisten, um die betroffenen Mitarbeiter hinsichtlich der positiven Aspekte der Entscheidung zu überzeugen.

Die bakteriologische Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion ist mit Hilfe des Abklatschsystems „Hygicult TPC“ einfach und schnell durchzuführen. Die rechtsförmlich erforderliche Anzeige des betriebseigenen Brutschranks bei der zuständigen Behörde stellt allerdings eine zeit- und kostenaufwendige Maßnahme dar. Dieses Beispiel zeigt, dass die fachliche und organisatorische Bewältigung der praktischen Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG für einen Direktvermarkterbetrieb eine personelle sowie finanzielle Herausforderung darstellt. Deswegen ist für die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen in einem solchen Betrieb die Vermittlung von Informationen und Hilfestellung in der praxisgerechten Umsetzung sowie Durchführung der mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle ein wichtiger Aspekt.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die „Entscheidung der Kommission der Europäischen Gemeinschaft über Vorschriften zur regelmäßigen Überwachung der allgemeinen Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen gemäß Richtlinie 64/433/EWG über die gesundheitlichen Bedingungen für die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch und Richtlinie 71/118/EWG zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim Handelsverkehr mit frischem Geflügelfleisch vom 08. Juni 2001“ legt für die Betreiber von fleischgewinnenden Betrieben erstmals konkrete mikrobiologische Richt- und Grenzwerte sowie verbindliche Vorgaben zur Durchführung der Selbstkontrolle fest.

Die Entscheidung wurde am 29. November 2001 bekannt gemacht und ist seit 01. Juli 2003 für Betriebe nach § 11a Abs. 3 Nr. 1 FIHV und somit auch für Direktvermarkter anzuwenden. Diese neue Rechtsbestimmung sieht eine Überprüfung der Schlachttierkörper auf ihren Oberflächenkeimgehalt sowie eine Kontrolle des Erfolges von Reinigung und Desinfektion vor.

Da bisher kaum Daten und Informationen hinsichtlich der Umsetzung der Entscheidung in der Direktvermarktung vorliegen, wurden hierzu in einem mittelständischen Direktvermarkterbetrieb mittels destruktiven Probenahmeverfahrens Gewebeproben zur Überprüfung des Oberflächenkeimgehaltes von Schlachttierkörpern, direkt nach Beendigung der Herrichtung und unmittelbar vor dem Kühlen, entnommen und unverzüglich im Labor aufgearbeitet. Weiterhin wurden Abklatschproben mit Hilfe von Kontaktslides zur Überprüfung des Erfolges von Reinigung und Desinfektion genommen.

Im Untersuchungszeitraum von September 2003 bis August 2004 wurden 332 Schweineschlachttierkörper an 47 Schlachttagen und 48 Rinderschlachttierkörper an 42 Schlachttagen untersucht. Des Weiteren wurden seit November 2003 insgesamt 423 Umgebungsproben, vorrangig Kontaktstellen mit Fleisch, auf den Erfolg von Reinigung und Desinfektion kontrolliert.

In Anbetracht der Beobachtungen und Ergebnisse der bakteriologischen Probenahme an Schlachttierkörpern erscheint die Bestimmung des Gehalts an *Enterobacteriaceae* bei gleichzeitiger Erfassung der Gesamtkeimzahl als entbehrlich, jedenfalls zur Statuserhebung der Schlachthygiene in einem kleinen, direkt vermarktenden Betrieb.

Des Weiteren verdeutlichen die Ergebnisse, dass in einem Schlachtprozess, der von einem hohen Anteil an manueller Tätigkeit gekennzeichnet ist, die Höhe des Oberflächenkeimgehaltes der Schlachttierkörper maßgeblich vom Hygieneverhalten des Personals beeinflusst wird.

Ebenso geht aus den Ergebnissen der bakteriologischen Probenahme zur Kontrolle von Reinigung und Desinfektion deutlich hervor, dass die Einstellung des Personals zu Reinigung und Desinfektion den Hygienestatus des Betriebes entscheidend beeinflusst.

Die praktische Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG stellt hinsichtlich der fachlichen und organisatorischen Bewältigung für einen Direktvermarkter eine personelle sowie finanzielle Herausforderung dar. Deswegen ist für die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen in einem solchen Betrieb die Vermittlung von Informationen und Hilfestellung in der praxisgerechten Durchführung der mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle ein entscheidender Aspekt.

7 SUMMARY

The decision of the Commission of the European Union of 8 June 2001, laying down rules for the regular checks of the general hygiene carried out by the operators in establishments according to Directive 64/433/EEC on health conditions for the production and marketing of fresh meat and Directive 71/118/EEG on health problems affecting the production and placing on the market of fresh poultry meat, establishes, for the first time, precise microbiologic criteria and limits as well as specific rules for the conduction of self-checks by owners of establishments for meat production.

The decision was issued on 29 November 2001 and is to be applied to establishments as defined in Paragraph 11 a Subparagraph 3 n. 1 of the FIHV as well as to small establishments for direct marketing. This new directive prescribes a check on the surface of carcasses and a check of the success of the cleaning and disinfection process.

Because up to now only little data and information are available on the application of the directive in the field of the direct marketing, samples (taken immediately after dressing, but before chilling commences) have been collected in a medium establishment for direct marketing for the purpose of performing checks by means of the destructive tissue sample method to evaluate the bacteriological content of the surface of carcasses. Such samples were promptly evaluated in the laboratory.

In order to evaluate the success of the cleaning and disinfection's process, contact samples have been collected with the help of contact plates. During the period of the research between September 2003 up to August 2004, 332 samples of pork carcasses pertaining to 47 days of slaughtering as well as 48 samples of cattle pertaining to 42 days of slaughtering have been tested. In addition, since November 2003, 423 samples of the work environment have been tested to evaluate the success of the cleaning and disinfection process.

The results of the bacteriological sampling of carcasses show that the methodology of determining the content of the *Enterobacteriaceae* besides the content of the total viable counts does not represent a convincing method to verify the slaughtering hygiene in a small establishment for direct marketing. In addition the results show that, in a slaughtering process where the personnel performs a high number of manual operations, the level of surface bacteria on the carcasses is significantly influenced by such personnel.

Further, the results of the checks for cleaning and disinfection performed on bacteriological sampling show that the attitude of working personnel towards cleaning and disinfection greatly influences the hygienic status of an establishment.

With respect to specialization and organization of small establishments, the practical application of the Directive 2001/471/EG presents a personal and financial challenge for the owner of the direct market establishment. For this reason, the proper implementation of the decision in this type of establishment requires both the dissemination of the information and the availability of appropriate help for the conduction of microbiologic test within the self-test program conducted by the operator.

8 LITERATURVERZEICHNIS

ACKEMANN, H.H., J. HARTUNG und H.G. HILLIGER (1982)

Vergleich eines neuen Verfahrens mit zwei bekannten Verfahren zur Bestimmung der Keimzahl an Oberflächen im Stall
Berl. Münch. tierärztl. Wochenschr. 95, 5–10

ADY, G., M. DJUREN, B. DOLZINSKI, K.P. KRUSE, E. SCHLÄGEL und G. SCHLEUTER (1997)

Probeentnahme für Hygieneuntersuchungen. 1. Entnahme von Proben zur bakteriologischen Untersuchung. 2. Verfahren im Labor
Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Eigenverlag

AL-SAIGH, H., C. ZWEIFEL, J. BLANCO, J.E. BLANKO, M.A. USERA und R. STEPHAN (2004)

Fecal shedding of *Escherichia coli* O 157, *Salmonella*, and *Campylobacter* in Swiss cattle at slaughter
J. Food Prot. 67, 679–684

ALTER, TH. und K. FEHLHABER (1998)

Remaining antibacterial properties in meat of pigs after slaughter
in: Proceed. 4th World Congress Foodborne infections and intoxications, Berlin 7.-12.06.1998, 566–570

ANDERSON, M.E., H.E. HUFF, H.D. NAUMANN, R.T. MARSHALL, J. DAMARE, R. JOHNSTON und M. PRATT (1987)

Evaluation of swab and tissue excision methods for recovering microorganisms from washed and sanitized beef carcasses
J. Food Prot. 50, 741–743

ANGELOTTI, R. und M.J. FOTER (1958)

A direct surface agar plate laboratory method for quantitatively detecting bacterial contamination on nonporous surfaces
Food Res. 23, 170–174

ANGELOTTI, R., M.J. FOTER, K.A. BUSCH und K.H. LEWIS (1958)

A comparative evaluation of methods for determining the bacterial contamination of surfaces
Food Res. 23, 175–185

ANONYM (1990)

Report of WHO consultation on research on new slaughter technologies to reduce cross-contamination
(WHO/CDS/VPH) 90.87. World Health Organization (WHO)

ANONYM (2002)

Robert Koch Institut (Hrsg.), Statistisches Bundesamt,
Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 01/02, Lebensmittelbedingte
Erkrankungen in Deutschland
Berlin: Verlag Robert Koch-Institut 2002

BALDOCK, J.D. (1974)

Microbiological monitoring of the food plant: Methods to assess bacterial
contamination on surfaces
J. Milk Food Technol. 37, 361–368

BALTZER, D. (2004)

Erhebung von Daten zur Festlegung einer Baseline für die Anwendung der
Nass-Trockentupfertechnik (NTT) bei Schlachttierkörpern von Rind und
Schwein gemäss der EU-Entscheidung 2001/471/EG
Zürich: Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Diss.

BANDICK, N., S. KRAUSE, K. ZIERMANN und R. FRIES (2000)

Salmonellen auf Oberflächen und Organen in der Fleischgewinnungslinie beim
Schwein
in: Proceed. 41. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
Garmisch-Partenkirchen 25.09.01-28.09.2000, 99–103
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

BARTELT, E. (1999)

Campylobacteriose und Q-Fieber
Proceedings 27. Seminar Umwelthygien – Tiere als Infektionsquelle für den
Menschen? Fakten – Emotionen
Hannover, 43–50

BAUMGART, J. (1977)

Empfehlenswerte mikrobiologische Methoden zur Überwachung der
Betriebshygiene
Schriftenreihe Schweiz. Ges. Lebensmittelhyg. 5, 13–20

BAUMGART, J. (1980)

Möglichkeiten der Schnellbestimmung von Mikroorganismen
Fleischwirtsch. 60, 1319–1323

BAUMGART, J. (1992)

Mikrobiologisch-hygienische Schnellverfahren in der Lebensmittelüberwachung
und –qualitätssicherung
in: Proceed. 33. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
Garmisch-Partenkirchen 29.09.-02.10.1992, 1–13
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

BAUMGART, J. (1993)

Möglichkeiten und Grenzen moderner Schnellverfahren zur Prozeßkontrolle von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen
Zbl. Hyg. 199, 2–4

BAUMGART, J. (1999)

Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln
4. Aufl., ISBN 3-86022-574-X; Hamburg: Behr's Verlag

BECKER, B., J. FECHLER und W. H. HOLZAPFEL (2001)

Schnellnachweis zum Hygiene-Monitoring durch das Messen von Proteinrückständen auf Oberflächen
Symposium „Schnellmethoden und Automatisierung in der Lebensmittel-Mikrobiologie“, Lemgo, 4.-6. Juli 2001

BECKER, B., J. FECHLER und W. H. HOLZAPFEL (2004)

Hygiene- und Reinigungskontrolle in der Lebensmittelkette mittels ATP-Biolumineszenz
Fleischwirtsch. 84, 121–124

BELL, R.G. (1997)

Distribution and sources of microbial contamination on beef carcasses
J. Appl. Microbiol. 82, 292–300

BEM, Z. und H. HECHELMANN (1994)

Kühlung und Kühllagerung von Fleisch – Mikrobiologische Vorgänge
Fleischwirtsch. 74, 1046–1051

BLÄSCHKE, A. (1984)

Die Zusammensetzung der gramnegativen Oberflächenmikroflora auf Rinderschlachttierkörpern
in: Proceed. 25. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG), Garmisch-Partenkirchen 18.-21.09.1984, 148–156
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

BOLTON, D.J. (2003)

The EC decision of the 8th June 2001 (EC/471/2001): excision versus swabbing
Food Control 14, 207–209

BRETTSCHEIDER, M. (2004)

Untersuchung von Schlachtkörpern und Oberflächen
Der Einsatz von RIDA[®] COUNT-Testkarten im Rahmen eines Hygiene monitorings
Fleischwirtsch. 84, 109–110

BRUNNER, B., M. BÜLTE und H. HEITMANN (2000)

„Desinfektionsmittelresistenz“ bei Bakterien aus dem Lebensmittelbereich
 in: Proceed. 41. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
 Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
 Garmisch-Partenkirchen 25.09.01-28.09.2000, 330–335
 Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

BÜLTE, M. (1983)

Die Impedanzmessung und das Biolumineszenzverfahren als anwendbare
 Schnellmethoden zur Erfassung der mikrobiellen Kontamination auf
 Fleischoberflächen
 Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

BÜLTE, M. und G. REUTER (1982)

Die Einsatzfähigkeit von Eintauchobjektträgern (Dip-Slides) zur Ermittlung des
 Oberflächenkeimgehaltes auf Schlachttierkörpern
 Arch. Lebensmittelhyg. 33, 11–33

BÜLTE, M. und G. REUTER (1984)

Impedance measurement as a rapid method for the determination of the
 microbial contamination of meat surfaces, testing two different instruments
 Int. J. Food Microbiol. 1, 113–125

BÜLTE, M. und G. REUTER (1985)

The bioluminescence technique as a rapid method for determination of the
 microflora of meat
 Int. J. Food Microbiol. 2, 371–381

BÜLTE, M. und A.F. STOLLE (1989)

Die Einsatzfähigkeit moderner mikrobiologischer Schnellverfahren zur
 Untersuchung von Lebensmitteln tierischen Ursprungs
 Fleischwirtsch. 69, 1459–1463

BÜLTE, M. und A. ULRICH (1984)

Ein Ultraschallabspülgerät zur Gewinnung des Oberflächenkeimgehaltes von
 Fleisch
 in: Proceed. 25. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
 Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
 Garmisch-Partenkirchen 18.-21.09.1984, 140–147
 Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

BUZBY, J.C. und T. ROBERTS (1997)

Economic costs and trade impact of microbial foodborne illness
 World Health statist. Quart. 50, 57–66

CASTILLO, A., L.M. LUCIA, I. MERCADO und G.R. ACUFF (2001)
In-plant evaluation of a lactic acid treatment for reduction of bacteria on chilled beef carcasses
J. Food Protect. 64, 738–740

CHARLEBOIS, R., R TRUDEL und S. MESSIER (1991)
Surface contamination of beef carcasses by fecal coliformes
J. Food Prot. 66, 950–956

CHRISTENSEN, H. und R. SØRENSEN (1991)
Microbiological measurements of hygiene in Danish abattoirs
in: Proceed. 37. Int. Congr. Meat Sci. Technol. (ICoMST), 550–553

COATES, K.J., J.C. BEATTIE, I.R. MORGAN und P.R. WIDDERS (1995)
The contribution of carcass contamination and the boning process to microbial spoilage of aerobically stored pork
Food Microbiol. 12, 49–54

CORETTI, K. (1966)
Über den Wert einiger bakteriologischer Methoden zur Ermittlung der Betriebshygiene in Fleischwarenbetrieben
Fleischwirtsch. 46, 139–145

CUTTER, C.N., W.J. DORSA und G.R. SIRAGUSA (1996)
A rapid microbial ATP bioluminescence assay for meat carcasses
Dairy Food Environ. Sanit. 16, 726–736

DAINTY, R.H. und B.M. MACKEY (1992)
The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage processes
J. Appl. Bact. (supplement) 73:S, 103–114

DALEY E.F., F. PAGOTTO und J.M. FABER (1995)
The inhibitory properties of various sponges on *Listeria* spp.
Lett. Appl. Microbiol. 20, 195–198

DAUBE, G. (2002)
Improvement of hygiene in the normal food sector: link with the prevention of zoonotic agents and Decision 2001/471/EC
Vortrag im Rahmen einer Sitzung der EU-Kommission zur Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG; Brüssel, 07. Mai 2002

DAVIES, A. und R. BOARD (1998)
The microbiology of meat and poultry
London: Blackie Academic and Professional

DE KRUIJFF, J. M. (1979)

Bakteriologische kwaliteit van varkenslever
Utrecht: PhD Thesis, Univ. Utrecht

DE ZUTTER, L., R. ABRAMS und J. VAN HOOFF (1982)

Bacteriological survey of beef carcasses: Correlation between swab and maceration method
Arch. Lebensmittelhyg. 33, 36–38

DORSA, W.J., C.N. CUTTER und G.R. SIRAGUSA (1996)

Evaluation of six sampling methods for recovery of bacteria from beef carcass surfaces
Lett. Appl. Microbiol. 22, 39–41

DUFFY, E.A., K.E. BELK, J.N. SOFOS, S.B. LE VALLEY, M.L. KAIN, J.D. TATUM, G.C. SMITH und C.V. KIMBERLING (2001)

Microbiol contamination occurring on lamb carcasses processed in the United States
J. Food Protect. 64, 503–508

DURA, U. (2000)

Kontrolle der Reinigung und Desinfektion
Fleischwirtsch. 80, 118–120

DURA, U., K. MEYER und F. UNTERMANN (1998)

Mikrobiologische Untersuchungen von Schlachttierkörpern als Vorlaufanalyse einer statistischen Prozesslenkung im Rahmen betrieblicher Eigenkontrollen
Fleischwirtsch. 78, 1250–1253

EDELMEYER, H. (1983)

Erst reinigen, dann desinfizieren. Zwei Stationen auf dem Weg zur optimalen Betriebshygiene
Fleischwirtsch. 63, 1016–1030

EHINGER, B. (1998)

Morphologische Veränderungen der Darmbarriere bei Schlachtschweinen in Abhängigkeit von Belastungsfaktoren und deren Bedeutung für Produktsicherheit und Qualität
Leipzig: Veterinärmedizinische Fakultät, Diss.

ELLERBROEK, L., J. SNIJDERS, D. TAYLOR, K. HERMANSEN und H. WINTER (1999)

Verfahrensentwurf für die mikrobiologische Kontrolle der allgemeinen Hygiene in Fleischlieferbetrieben gemäß Artikel 10 (2) der Richtlinie 64/433/EWG in: Proceed. 40. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG), Garmisch-Partenkirchen 29.09.01-01.10.1999, 564–566
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

ELLERBROEK, L. (2003)

Mikrobiologische Kontrolle der allgemeinen Hygiene in Fleisch-Lieferbetrieben gemäß Artikel 10(2) der Richtlinie 64/433/EWG : Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG
Fleischwirtsch. 83, 139–142

EUROPEAN COMMISSION (1996)

Agro-Industrial Research, Concerted Action CT94-1456: Microbial Control in the Meat industry, vol. 5: Cleaning and disinfection of equipment and premises
University of Bristol Press (UK), 1–24

EUSTACE, I.J. (1981)

Control of bacterial contamination of meat during processing
Food Technol. Austr. 33, 28–32

FAO/WHO Codex Alimentarius (1996)

Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System and Guidelines for its Application
Bericht von der 28. Sitzung des Codex Komitees Lebensmittelhygiene, Washington D.C. 27.11-01.12.1995, ALINORM 97/13, 66–75 (Stufe 5 der Codex procedure)

FEHLHABER, K. und T. ALTER (1999)

Mikrobielle Folgen prämortaler Belastungen bei Schlachtschweinen
Fleischwirtsch. 79, 86–90

FISCHER, K. (1995)

Schlachttiertransport: Auswirkungen, Schwachstellen, Maßnahmen
Fleischwirtsch. 75, 790–796

FLISS, I., R.E. SIMARD und A. ETTRIKI (1991)

Comparison of three sampling techniques for microbiological analysis of meat surfaces
J. Food Sci. 56, 249–252

FRIES, R. (2004)

Schlachttier- und Fleischuntersuchung: Die zukünftigen Strukturen nach der Verordnung (EG) Nr 854/2004
Fleischwirtsch. 84, 141–143

GESSLER, M. (1991)

Harmonisierung der Lebensmittelüberwachung in der EG
Fleischwirtsch. 71, 886–892

GERATS, G. E. (1987)

What hygiene can achieve - How to achieve hygiene
in: F.J.M. SMULDERS (Hrsg.): Elimination of pathogenic organisms from meat
and poultry, 269–280. Amsterdam: Elsevier

GERATS, G.E. und J.M.A. SNIJDERS (1977/1978)

Bestimmung von Keimzahlen in der Fleischindustrie
Arch. Lebensmittelhyg. 28, 227–231 und 29, 17–21 und 57–61

GERATS, G. E., J.M.A. SNIJDERS und J.G. VAN LOGTESTIJN (1981)

Slaughter techniques and bacterial contamination of pig carcasses
Proc. 27th Europ. Meeting Meat Res. Workers
Wien 24.-28.8.1981, 198–200

GERSTEIN, J., R. ORTH und J. BAUMGART (1993)

Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen – Mikrobiologische Bewertung im
Bereich der Zerlegeabteilung eines Fleischwarenbetriebes
Fleischwirtsch. 73, 740–744

GIERSE, S. und W. BABEL (2002)

Zum Einsatz von HY-RISE im Rahmen der betriebseigenen Kontrollen nach
§§ 3 und 4 LMHV
Kongress des Bundesverbandes der beamteten Tierärzte (BbT),
Bad Staffelstein, 22. – 23. April 2002

GILES, N., S. A. HOPPER und C. WRAY (1989)

Persistence of *S. typhimurium* in a large dairy herd
Epidemiol. Infect. 103, 235–241

GILL, C. O. (1979)

Intrinsic bacteria in meat
J. Appl. Bact. 47, 367–378

GILL, C. O. (1983)

Meat spoilage and evaluation of the potential storage life of fresh meat
J. Food Prot. 46, 444–452

GILL, C.O. und J. BRYANT (1992)

The contamination of pork with spoilage bacteria during commercial dressing,
chilling and cutting of pig carcasses
Int. J. Food Microbiol. 16, 51–62

GILL, C.O. und J. BRYANT (1993)

The presence of *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Campylobacter* in pig carcass
dehairing equipment
Food Microbiol. 10, 337–344

GILL, C.O. und T. JONES (2000)

Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing
J. Food Protect. 63, 167–173

GILL, C.O., M. BADONI und J.C. MCGINNIS (2001)

Microbiological sampling of meat cuts and manufacturing beef by excision or swabbing
J. Food Protect. 64, 325–334

GISSEL, C. (1995)

Qualitätssicherung und Betriebshygiene- Stand der Technik, Gesetzgebung, zeitgemäße Organisation
Fleischwirtsch. 75, 961–966

GLOBISCH, H., S. WILKENS, A. JACOB und J. THIEN (1996)

Anwendbarkeit von Abklatschverfahren für die Untersuchung von Oberflächenkeimgehalten bei Schlachttierkörpern – Vergleichende Bestimmung der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl mittels Abklatschtechnik und destruktiver Probenahmetechnik
Fleischwirtsch. 76, 1116–1118

GOLL, M., B. KRATZHELLER und M. BÜLTE (2004)

Rapid control of the cleaning status
Fleischwirtsch. Intern. 4/2004, 39–41

GRAU, F. H. (1979)

Fresh meat: Bacterial association
Arch. Lebensmittelhyg. 30, 87–91

GRIFFITHS, M.W. (1995)

Developments in plating methodology for food microbiologists
J. Rapid Meth. Automat. Microbiol. 3, 309–319

GROSSPIETSCH, A., A. THOMELE und R. FRIES (2004)

Hygiene in der Fleischgewinnung: Die Entscheidung 2001/471/EG
Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung 8/2004, 175-177
Fleischwirtsch. 84, 101–104

GUSTAVSSON, P. und E. BORCH (1989)

Contamination of beef carcasses with spoilage bacteria during slaughter and chilling
in: Proceed. 35. Int. Congr. Meat Sci. Technol. (ICoMST), Bd. 2, 363–370

GUSTAVSSON, P. und E. BORCH (1993)

Contamination of beef carcasses by psychrotrophic *Pseudomonas* and *Enterobacteriaceae* at different stages along the processing line
Int. J. Food Microbiol. 20, 67–83

HANEKE, M. (1991)

Wirksamkeit von Desinfektionsmittel für den Lebensmittelbereich mittels eines quantitativen Keimträgerversuches sowie vergleichende Untersuchungen zu Prüfmethode für chemische Desinfektionsmittel
Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

HANEKE, M. und G. REUTER (1991)

Hygiene bei der Fleischgewinnung in Theorie und Praxis
in: Proceed. 32. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
Garmisch-Partenkirchen 24. – 27.09.1991, 97–105
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

HAPPE, B. (1993)

Hygienestatus von Rinderschlachttierkörpern nach Vorenthäutung aus einem Schragenförderband im Vergleich zur vertikalen Bandschlachtung
Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

HECHELMANN, H. (1992/93)

Hygieneaspekte sowie Anmerkungen zur Qualitätssicherung aus mikrobiologischer Sicht
Fleischwirtsch. 72, 163 –164 und 73, 44–50

HECHELMANN, H. (1995)

Schlacht- und Zerlegebereich – Auffindung kritischer Kontrollpunkte
Fleischwirtsch. 75, 267–271 und 418–423

HECHELMANN, H. und R. KASPROWIAK (1991)

Anforderungen und Einrichtungen für ein mikrobiologisches Betriebslabor in der Fleischwirtschaft
Fleischwirtsch. 71, 860–872

HEILIGENTHAL, A. (1995)

Überprüfung der Effizienz von Reinigung und Desinfektion in einem Fleischgewinnungsbetrieb
Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

HEIMANN, P. (1990)

Bewertung der Schlachthygiene durch Keimzahlbestimmungen an Schlachttierkörpern
Zürich: Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Diss.

HESSE, S. (1991)

Mikrobiologische Prozesskontrolle am Rinderschlachtband unter besonderer Berücksichtigung technologisch bedingter Hygieneschwachstellen
Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

HESSE, S. und K. TROEGER (1991)

Mikrobiologischer Aspekt eines neuen Nachbearbeitungsverfahrens für Schweineschlachttierkörper nach dem Abflammen
 in: Proceed. 32. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
 Garmisch-Partenkirchen 24.-27.09.1991, 119–127
 Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

HILBERT, F. und F.J.M. SMULDERS (2000)

Kälte ist kein vollständiger Schutz
 Auch bei Kühltemperaturen bilden Lebensmittelinfektionserreger Toxine
 Fleischwirtsch. 80, 26–28

HILLER, P. (1994)

Bestimmung des Hygienestatus der Fleisch- und Aufschnittabteilungen in Lebensmittelfilialbetrieben
 Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

HOFBAUER, P., T. REISINGER und P. PAULSEN (1997)

Agarkontaktverfahren und ATP-Messung: Feldversuche zur Reinigungskontrolle in Fleischverarbeitenden Betrieben
 in: Proc. 38. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
 Garmisch-Partenkirchen 29.09.-02.10.1997, 464–467
 Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

HOFER, M. (1999)

Bakteriologische Untersuchung von Schlachttierkörpern zur Verifizierung der "In-Prozess-Kontrolle" in Schlachtbetrieben
 Zürich: Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Diss.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Food) (1986)

Vol. 2, Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications
 University of Toronto Press, Toronto, Buffalo, London

JONES, B., T. NILSSON und S. SÖRQVIST (1984)

Kontamination von Schweine-Schlachtkörpern durch Brühwasser – Laufende Untersuchungen unter Verwendung von mit Radioisotopen versetzten, gelösten Stoffen und Teilchen
 Fleischwirtsch. 64, 1243–1246

KÄSTNER, W. (1981)

Desinfektion bei der Lebensmittelherstellung – Wirkstoffe und deren toxikologische Beurteilung
 Arch. Lebensmittelhyg. 32, 117–125

KASPROWIAK, R. und H. HECHELMANN (1990)

Schwachstellen der Hygiene in Schlacht-, Zerlege- und Verarbeitungsbetrieben
in: Bundesanstalt für Fleischforschung (Hrsg.), „Sichere Produkte bei Fleisch
und Fleischerzeugnissen“, Kulmbacher Reihe, Bd. 10, 22–43
Kulmbach: Eigenverlag

KASPROWIAK, R. und H. HECHELMANN (1991)

Schwachstellen der Hygiene in Schlacht-, Zerlege- und Verarbeitungsbetrieben
Fleischwirtsch. 71, 514–528

KIRCHER, D., M. BÜLTE und G. REUTER (1996)

Eignung eines Biolumineszenzverfahrens zur Überprüfung von Reinigung und
Desinfektion im Bereich der Lebensmittelverarbeitung
Fleischwirtsch. 76, 987–903

KIRST, E. und M. TOMFORDE (1999)

HUWA-San TR 50 als Desinfektionsmittel
Lebensmittelbrief 10, 308–310

KNOKE M. und H. BERNHARDT (1985)

Mikroökologie des Menschen. Mikroflora bei gesunden und Kranken
Wiss. Taschenbücher Bd. 220, Akademie Verlag Berlin

KLEINER, U. (1997)

Einrichtung und Überwachung Kritischer Kontrollpunkte in Großküchen
in: Proc. 38. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der dtsh.
Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
Garmisch-Partenkirchen 29.09.-02.10.1997, 439–444
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

KLEINER, U. und S. HILGERT (2004)

Vergleiche der destruktiven und nicht-destruktiven Probeentnahmetechnik zur
Bestimmung des Keimgehaltes auf Fleischoberflächen : ein Beitrag zur
Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG
Fleischwirtsch. 84, 101–104

KÖRBER, D. (1997)

Mikrobiologische Prozesskontrolle bei der Schweineschlachtung
Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

**KORSAK, N., G. DAUBE, Y. GHAFIR, A. CHAHAD, S. JOLLY
und H. VINDEVOGEL (1998)**

An efficient sampling technique used to detect four foodborne pathogens on
pork and beef carcasses in nine Belgian abattoirs
J. Food Protect. 61, 535–541

KRÄMER, J. (2002)

Lebensmittel-Mikrobiologie

4. Aufl., ISBN 3-8252-1421-4, Stuttgart: Eugen Ulmer

KRAUS, J. (1997)

Mikrobiologische Untersuchungen von Rinderschlachtierkörpern an der alten und der neuen Schlachthanlage in Frankfurt/Main unter besonderer Berücksichtigung der aeroben mesophilen Keimzahl sowie der Spezies *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, *Listeria monocytogenes* und *Yersinia enterocolitica*

Gießen: Justus-Liebig-Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

KRAUSS, K. (1999)

Lebensmittelhygiene-Verordnung: Stand der Umsetzung der betrieblichen Eigenkontrollen und weiteres Vorgehen der Lebensmittelüberwachung in Bayern

Rdsch. Fleischhyg. Lebensmittelüberw. 51, 41–43**KRÖCKEL, L. und H. HECHELMANN (1999)**

Mikrobiologie der Kühlung, Kühlagerung und Fleischreifung

Fleischwirtsch. 79, 90–93**KUKAY, C.C., L.H. HOLCOMB, J.N. SOFOS, J.B. MORGAN, J.D. TATUM, P.P. CLAYTON und G.C. SMITH (1996)**

Applications of HACCP by small-scale and medium-scale meat processors
Dairy Food Environm. San. 16, 74–80

LABADIE, J., P. GOUET und J. FOURNAUD (1977)

Blood poisonings at slaughter and their consequences

Zentralbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 164, 390–396**LAMMERS, J., F.-J. MESSING und B. PETERSEN (1983)**

Vergleich dreier Verfahren zur quantitativen und semiquantitativen Bestimmung der Oberflächenkeimbesiedlung in Schweineställen

Tierärztl. Umschau 38, 704–717**LASTA, J.A., R. RODRIGUEZ, M. ZANELLI und C.A. MARGARIA (1992)**

Bacterial count from bovine carcasses as a sanitary indicator of hygiene at slaughtering places: A proposal for sampling

J. Food Protect. 54, 271–278**LEISTNER, L. (1956)**

Der Oberflächenkeimgehalt des Rindfleisches während der Reifung

Jahresber. BAFF Kulmbach, 45–49

Kulmbach, Eigenverlag

LEISTNER, L. (1982)

Mikrobiologische Kriterien für Fleisch und Fleischerzeugnisse: Pro und Kontra
in: Proceed. 23. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
Garmisch-Partenkirchen 28.09.-01.10.1982, 65–70
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

LEISTNER, L., Z. BEM und J. DRESEL (1977)

Schnellmethoden zur Keimzahlbestimmung bei Fleisch
Mitteilungsblatt (Heft-) Nr. 56 der Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach,
3070–3072
Kulmbach, Eigenverlag

LEISTNER, L., Z. BEM, J. DRESEL und S. PROMEUSCHEL (1981)

Mikrobiologische Standards für Fleisch
Abschlußbericht zu dem Forschungsvorhaben „Mikrobiologische Standards für
rohes Fleisch unter Berücksichtigung von Wildfleisch“ für das
Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit (BMJFG),
Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach 1981, 289 Seiten
Kulmbach: Eigenverlag

LIBERSKI, D.J.A. (1986)

Spiral plate count method for determination of bacteria in chilled, cured meat
products
Fleischwirtsch. 66, 1125–1127

LOUWERS, J. und G. KLEIN (1994a)

Eignung von Probenahmemethoden zur Umgebungsuntersuchung in
fleischgewinnenden und -verarbeitenden Betrieben mit EU-Zulassung
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 107, 367–373

LOUWERS, J. und G. KLEIN (1994b)

Zur Probeentnahmetechnik bei der mikrobiologischen Prozeßkontrolle
in: Proceed. 35. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
Garmisch-Partenkirchen 27. – 30.09.1994, Teil1, 64–74
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

LÜCKE, F.-K. (1995)

Microbiological changes during storage and spoilage of meat and meat
products
in: F. BAUER und S. A. BURT (Hrsg.): Shelf life of meat and meat products,
57–74, Utrecht: ECCEAMST

LUTZ, W. (2004)

Zwischen Theorie und Praxis – Mikrobiologische Untersuchungen im
Fleischerhandwerk
Fleischwirtsch. 84, 21–22

MACKEY, B. M. und C. M. DERRICK (1979)

Contamination of the deep tissues of carcasses by bacteria present on the slaughter instruments or in the gut
J. Appl. Bact. 46, 355–366

MACKEY, B.M. und T.A. ROBERTS (1993)

Verbesserung der Schlachthygiene durch HACCP und Überwachung /
Improving slaughter hygiene using HACCP and monitoring
Fleischwirtsch. 73, 34–43 und 58–61

MARX, M. und G. REUTER (1974)

Erhebungen über Häufigkeit und Bewertung des sogenannten unspezifischen Keimgehaltes bei der amtlichen Bakteriologischen Untersuchung
Arch. Lebensmittelhyg. 25, 49–53

MAUERSBERGER, J. und K. FEHLHABER (1996)

Der mikrobielle Status von Fleisch- und Darmlymphknoten in Abhängigkeit von der Transportdauer bei Schlachtschweinen
Wiss. Kolloquium „Schlachttierbelastung und Produktsicherheit“, 02.12.1996, Leipzig, Proceedings

MEAD, G.C. und M.H. HINTON (1996)

Microbial control in the meat industry: 7. Bacterial pathogens on raw meat and their properties
Concerted Action CT 94–1456
Bristol: University of Bristol Press

MEERMEIER, D. (1991)

Keimgehaltszahlen auf Schlachttierkörpern
Fleischerei 42, 89–95

MEIERJOHANN, K. und J. BAUMGART (1994)

Oberflächenkeimgehalt von Frischfleisch
Schnellnachweis durch ATP-Bestimmung mit einem neuen Test-Kit
Fleischwirtsch. 74, 1324

MOJE, M., K. TROEGER, H. LOSKE und R. KOLB (2002)

Begehungen von Schlacht- und Zerlegebetrieben im Rahmen des CMA-Prüfsiegel-Programms „Deutsches Qualitätsfleisch aus kontrollierter Aufzucht“
Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung (BAFF), 34–35

MOSSEL, D.A.A. (1970)

Mikrobiologische Qualitätsbeherrschung in der Lebensmittelindustrie
Alimenta-Sondernummer Mikrobiologie 9, 3–31

MOSSEL, D.A.A. (1982)

The ecological essentials of assurance and assessment of safety and quality
in: Microbiology of foods, 3. Aufl.

Utrecht: University of Utrecht, Faculty of Veterinary Medicine

MURRAY, K.A., A. GILMOUR und R.H. MADDEN (2001)

Microbiological quality of chilled beef carcasses in Northern Ireland: A baseline survey

J. Food Protect. 64, 498–502

NERBRINK, E. und E. BORCH (1989)

Bacterial contamination during the pig slaughtering process

in: Proceed. 35. Int. Congr. Meat Sci. Technol. (ICoMST),

Copenhagen 20.-25.08.1989, Vol. 2, 356–362

NEUMANN, H.-H., D. WILKE und W. LEYK (1997)

Integriertes Qualitätsmanagement vom Erzeuger bis zum Handel

2. Aufbau und Einrichtung eines produktionsbegleitenden Untersuchungs- und Beratungssystems zur Steuerung der Schlachthygiene in Westfalen-Lippe

Fleischwirtsch. 77, 991–993

NIENHOFF, M. (1999)

Qualitätsmanagement in der Lebensmitteluntersuchung

Aufbau, Etablierung und kritische Bewertung eines

Qualitätsmanagementsystems gemäß der Richtlinie des Rates 93/99/EWG

München: Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

NORTJÉ, G.L., E. SWANEPOEL, R.T. NAUDÉ, W.H. HOLZAPFEL und P.L. STEYN (1982)

Evaluation of three carcass surface microbial sampling techniques

J. Food Protect. 44, 355–358

NOTERMANS, S., E.H.W. van ERNE, H.J. BECKERS und J. OOSTEROM (1981)

Beurteilung des bakteriologischen Status frischen Geflügels in Läden und auf Märkten

Fleischwirtsch. 61, 131–134

NOTTINGHAM, P.M. (1982)

Microbiology of carcass meats

in: Brown; M.H. (Hrsg.) Meat Microbiology, ISBN 0-85334-138-9, 13–66

London, New York: Applied Science Publishers

NUTSCH, A.L., R.K. PHEBUS, M.J. Riemann, J.S. KOTROLA, R.C. WILSON, J.E. BOYER und T.L. BROWN (1998)

Steam pasteurization of commercially slaughtered beef carcasses: Evaluation of bacterial populations at five anatomical locations

J. Food Protect. 61, 571–577

ORTH, R. und M. STEIGERT (1996)

Praxiserfahrung mit der ATP-Biolumineszenzmeßmethode zur Kontrolle des Hygiene-Zustandes nach der Reinigung in einem Fleischzerlegebetrieb
Fleischwirtsch. 76, 40–41

PATTERSON, J.T. (1968)

Hygiene in meat processing plants – 2. Methods of assessing carcass contamination
Rec. Agricult. Res. (Minist. Agricult. Nth Ir.) 17, 7–17

PATTERSON, J.T. (1971)

Microbiological assessment of surfaces
J. Food Tech. 6, 63–72

PHILLIPS, D., J. SUMNER, J.F. ALEXANDER und K.M. DUTTON (2001a)

Microbiological quality of Australian beef
J. Food Protect. 64, 692–696

PHILLIPS, D., J. SUMNER, J.F. ALEXANDER und K.M. DUTTON (2001b)

Microbiological quality of Australian sheep meat
J. Food Protect. 64, 697–700

PLESS, P. und J. KÖFER (1998)

Prozeßlenkung am Schlachtband zur Reduktion des Oberflächenkeimgehaltes von Schweineschlachttierkörpern – Fallbeispiele
in: Proceed. 39. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG), Garmisch-Patenkirchen 22. – 25.09.1998, 520–525
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

PLESS, P. und H. PLETZ (1995)

Zur Aussagekraft von Abklatschuntersuchungen bei der Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes von Schlachtkörpern und sanierten Oberflächen
in: Proceed. 36. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG), Garmisch-Patenkirchen 26. – 29.09.1995, Teil 1. 63–67
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

PLESS, P. und T. REISINGER (1995)

Einsatz der Impedanz-Splitting-Methode zur schnellen Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Schlachttierkörpern
Fleischwirtsch. 75, 1149–1153

POGGEMANN, H.-M. und J. BAUMGART (1996)

Hygienemonitoring durch ATP-Bestimmung mit dem System HY-LITE™
Fleischwirtsch. 76, 132–133

POTTHAST, K. (1989)

34. Internationaler Kongress für Fleischwissenschaft und Technologie in Brisbane
Mikrobiologische Einflüsse auf die Reifung und Haltbarkeit von Fleisch und Fleischerzeugnissen
Fleischwirtsch. 69, 204–214

POWITZ, R.W. und J.J. BALSAMO (2002)

A Primer on sampling for biological contaminants –Part 3: Surface sampling equipment and techniques
J. Environ. Health 65, 43–44

PRIETO, M., M.L. GARCIA, M.R. GARCIA, A. OTERO und B. MORENO (1990)

Evaluation of the spiral plate count method for estimating surface bacteria on lamb carcasses
Arch. Lebensmittelhyg. 41, 138–141

PURKL, H. (2003)

Vergleichende Untersuchungen zur Einsatzfähigkeit des Naß-Trocken-Tupfverfahrens und der Schwämmchentechnik als Probenentnahmemethoden im Rahmen der routinemäßigen Überwachung des Oberflächenkeimgehaltes sowie der Salmonellenbelastung von Schweineschlacht tierkörpern beim Fleischgewinnungsprozess
Gießen: Justus-Liebig-Universität, Fachbereich Veterinärmedizin; Diss.

RAHKIO, T.M. und H.J. KORKEALA (1997)

Airborne bacteria and carcass contamination in slaughterhouses
J. Food Protect. 60, 38–42

RAUTELIN, H. und M.L. HÄNNINEN (2000)

Campylobacters: the most common bacterial enteropathogens in the Nordic countries
Ann. Med. 32, 440–445

RAVELHOFER-ROTHENEDER, K. (2004)

Neuordnung des EG-Lebensmittelhygienerechts: Mikrobiologische Kriterien für Fleisch
Fleischwirtsch. 84, 115–116

REUTER, G. (1984a)

Ermittlung des Oberflächenkeimgehaltes von Rinderschlacht tierkörpern
Untersuchungen zur Eignung nicht-destruktiver Probenentnahmeverfahren
Fleischwirtsch. 64, 1247–1252

REUTER, G. (1984b)

Die Problematik mikrobiologischer Normen bei Fleisch
Arch. Lebensmittelhyg. 35, 106–109

REUTER, G. (1984c)

Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelhygiene
Fleischwirtsch. 64, 668–674

REUTER, G. (1984d)

Qualität und hygienische Wertigkeit vom Tier stammender Lebensmittel;
Reinigung und Desinfektion im Bereich der Lebensmittelhygiene, Grundlagen
der Reinigung und Desinfektion. Berichterstattung: H. Angersbach
Fleischwirtsch. 64, 167

REUTER, G. (1986a)

Hygiene der Fleischgewinnung und -verarbeitung
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 183, 1–22

REUTER, G. (1986b)

Mitteilungen – Ausschluß Desinfektion in der Veterinärmedizin der DVG
Arch. Lebensmittelhyg. 37, 53–54

REUTER, G. (1989)

Anforderungen an die Wirksamkeit von Desinfektionsmittel für den
lebensmittelverarbeitenden Bereich
Zbl. Bakt. Hyg. B 187, 564–577

REUTER, G. (1994a)

Sinn und Unsinn einer mikrobiologischen Prozesskontrolle bei der
Fleischgewinnung und -verarbeitung
in: Proceed. 35. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
Garmisch-Patenkirchen 27. – 30.09.1994, Teil 1, 29–46
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

REUTER, G. (1994b)

Zur Wirksamkeit von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen bei der
Fleischgewinnung und –verarbeitung
Fleischwirtsch. 74, 808–813

REUTER, G. (1996)

Mikrobiologie des Fleisches
in: Weber, H. (Hrsg.), Mikrobiologie der Lebensmittel – Fleisch und
Fleischerzeugnisse
1. Aufl., ISBN 3-86022-236-8, 3–115

REUTER, G. (1998)

Disinfection and hygiene in the field of food of animal origin
Int. Biodeterior. Biodegrad. 41, 209–215

REUTER, G., D. SASSE und G. SIBOMANA (1979)

Entwicklung und Prüfung eines Abspülgerätes zur Erfassung des Oberflächenkeimgehaltes an Schlachttierkörpern
Arch. Lebensmittelhyg. 30, 126–129

RING, C. (1993)

Zur künftigen amtlichen Fleischuntersuchung
Fleischwirtsch. 73, 1255–1256

RIVAS, T., A. HERRERA und A. ARINO (1993)

Assessment of an excision surface sampling method for microbiological analysis of lamb liver
J. Food Prot. 56, 58–61

RKI (ROBERT-KOCH-INSTITUT) (2005)

Meldepflichtige Infektionskrankheiten, Jahresstatistik 2004
Epidemiologisches Bulletin 12/2005, 102–108

ROBERTS, T.A. (1980)

Contamination of meat
The effects of slaughter practices on the bacteriology of the red meat carcass
Royal Soc. Health J. 100, 3–9

ROBERTS, T.A., H.J.H. McFIE und W.R. HUDSON (1980)

The effect of incubation temperature and the site of sampling on assessment of the numbers of bacteria on red meat carcasses at commercial abattoirs
J. hyg. (Camb.) 85, 371–380

RUDOLPH, M., J. KRÖGER und G. SAHNER (1995)

Von der Qualitätskontrolle zur Qualitätssicherung
Fleischwirtsch. 75, 974–976

RÜHLMANN, S. und FELDHUSEN F. (1996)

Untersuchungen zur Aussagekraft verschiedener Oberflächenklatschsysteme bei unterschiedlichen Materialien
Fleischwirtsch. 76, 840–843

SCHMIDHOFER, TH. (1988)

Untersuchungsmethoden
in: Prändl, O.; Fischer, A.; Schmidhofer, Th.; Sinell, H.-J.: Fleisch: Technologie und Hygiene der Gewinnung
Ulmer Verlag, Stuttgart, 679–753

SCHMIDT, U. (1984)

Reinigungsmittel in der Fleischwirtschaft
Fleischwirtsch. 64, 1231–1236

SCHMIDT, U. (1988)

Verfahrenstechnik der Reinigung und Desinfektion; V. Auswirkung des Nachspülens auf den Oberflächenkeimgehalt
Fleischwirtsch. 68, 718–724

SCHMIDT, U. (1989)

Cleaning and disinfection methods – Effect of rinsing on surface bacterial count
Fleischwirtsch. 69, 71–74

SCHMIDT, U. und K. CREMMLING (1981)

Verfahrenstechnik der Reinigung und Desinfektion, IV. Mitteilung: Die Beeinflussung des Oberflächenkeimgehaltes durch Reinigung und andere Maßnahmen
Fleischwirtsch. 61, 1202–1207

SCHÜPPEL, H. und K. FEHLHABER (1994)

Vermeidung von Schlachtierbelastungen – gemeinsames Anliegen von Tierschutz und gesundheitlichem Verbraucherschutz
Rdsch. Fleischhyg. u. Lebensmittelüberw. 46, 75–76

SCHÜTT-ABRAHAM, I., E. TROMMER und R. LEVETZOW (1988)

Macht heißes Wasser Messer stumpf?
Zur Wassertemperatur von 82 °C bei der Reinigung in Schlachtbetrieben
Fleischwirtsch. 68, 727–730

SCHÜTZ, F. (1991)

Schlachthygiene
Möglichkeiten und Grenzen eines Hygienekonzepts für den Schlachthofbereich
Fleischwirtsch. 71, 872–880

SCHULENBURG, J. und T. BERGANN (2000)

Gesamtkeimzahlbestimmung mit der Impedanztechnik – Probleme und deren Ursachen
Fleischwirtsch. 80, 146–150

SCHULZE, G. und G. HILDEBRANDT (1994)

Untersuchungen zur Repräsentanz der RODAC – Abklatschtechnik
in: Proceed. 35. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
Garmisch-Patenkirchen 27. – 30.09.1994, Teil 1, 178–188
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

SCHULZE, G. und G. HILDEBRANDT (1995)

Vergleichende Untersuchungen mit der Naß – Trocken – Tupfer - Technik und dem RODAC –Abklatschverfahren

in: Proceed. 36. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG),

Garmisch-Patenkirchen 26. – 29.09.1995, Teil 1, 68–77

Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

SHARPE, A.N., C. ISIGIDI BIN KINGOMBE, P. WATNEY,**L.J. PARRINGTON, I. DUDAS und M.P. DIOTTE (1996)**

Efficient non-destructive sampler for carcasses and other surfaces

J. Food Protect. 59, 757–763

SHAW, B.G. und T.A. ROBERTS (1982)

Indicator organisms in raw meats

Antonie van Leeuwenhoek 48, 612–613

SHERIDAN, J.J. (2000)

Monitoring CCPs in HACCP systems

in: Brown, M. (ed.). HACCP in the meat industrie

CRC Press, Boca Raton, 203–230

SEIDLER, T., J. MAUERSBERGER, M. KRÜGER**und K. FEHLHABER (1999)**

Neue Erkenntnisse zu Mechanismen der belastungsbedingten endogenen

Kontamination und Konsequenzen für die Keimstreuung im Schlachtkörper von Schweinen

in: Proceed. 40. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),

Garmisch-Patenkirchen 29.09. – 01.10.1999, 307–312

Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

SIBOMANA, G. (1980)

Vergleichende Untersuchungen über die Brauchbarkeit von

Probeentnahmeverfahren zur Oberflächenkeimzahlbestimmung bei Schlachttierkörpern

Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

SINELL, H.-J. (1981)

Aktuelles zur Mikrobiologie von Fleisch- und Wursterzeugnissen

Die Fleischerei 32, 82–89

SINELL, H.-J. (1985)

Mikrobiologische Normen in Lebensmitteln aus hygienischer Sicht

Fleischwirtsch. 65, 672–678

SINELL, H.-J. (2004)

Einführung in die Lebensmittelhygiene
Parey, Berlin und Hamburg, 4. Auflage

SIRAGUSA, G.R., C.N. CUTTER, W.J. DORSA und M. KOOHMARAIE (1995)

Use of a rapid microbial ATP bioluminescence assay to detect contamination on beef and pork carcasses
J. Food Protect. 58, 770–775

SIRAGUSA, G.R., W.J. DORSA, C.N. CUTTER, G.L. BENNET, J.E. KEEN und M. KOOHMARAIE (1998)

The incidence of Escherichia coli on beef carcasses and its association with aerobic mesophilic plate count categories during the slaughter process
J. Food Protect. 61, 1269–1274

SKOVGAARD, N. und J. VAN HOOFF (1999)

Influx in/transferral from meat processing plants of animal and human pathogens
in: F.J.M. SMULDERS (Hrsg.): Veterinary aspects of meat production, processing and inspection; an update of recent developments in Europe, 151–168, Amsterdam: Elsevier

SMULDERS, F.J.M. und M. UPMANN (2000a)

Verminderung der bakteriellen Belastung auf frischem Fleisch: 1. Beherrschung mikrobieller Risiken in Tierproduktion und Transport
Fleischwirtsch. 80, 32–35

SMULDERS, F.J.M. und M. UPMANN (2000b)

Verminderung der bakteriellen Belastung auf frischem Fleisch 2. Beherrschung mikrobieller Risiken bei der Fleischgewinnung und –bearbeitung
Fleischwirtsch. 80, 18–20

SNIJDERS, J.M.A. (1976)

Hygiene bij het slachten van varkens
Utrecht: PhD Thesis, Univ. Utrecht

SNIJDERS, J. (1988)

Good manufacturing Practices an Schlachtlinien
Fleischwirtsch. 68, 709–717

SNIJDERS, J.M.A. und G.E. GERATS (1982)

Comparison between the swab method and the destructive method for determination of bacterial counts on beef carcasses after slaughtering
Utrecht: University, Department of the Science of Food of Animal Origin

**SNIJDERS, J.M.A., M.H.W. JANSSEN, G.E. GERATS
und G.P. CORSTIAENSEN (1984)**

A comparative study of sampling techniques for monitoring carcass contamination

Int. J. Food Microbiol. 1, 229–236

**SNIJDERS, J.M.A., M.H.W. JANSSEN, G.P. CORSTIAENSEN
und G.E. GERATS (1985)**

Cleaning and disinfection of knives in the meat industry

Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B. 181, 121–131

SNIJDERS, J. und N.J.D. NAGELKERKE (1999)

Report on equivalence study of two methods of assessing fecal contamination of carcasses

Mitteilung des Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, Den Haag, Niederlande

SØRENSEN, P.H. und P.K. ANDERSEN (1996)

Dokumentierte Qualitätssicherung von dänischem Schweinefleisch
Fleischwirtsch. 76, 610–611

STEIGERT, M. und T. KIRSCHNER (1997)

Praktische Anwendung der Biolumineszenzmethode

Eingangskontrolle am Beispiel eines Fleischzerlegebetriebes

Fleischwirtsch. 77, 412–413

STEPHAN, R., R. THOLEN und F. UNTERMANN (1994)

Eignet sich die ATP-Messung zur Bewertung der Keimbelastung von
Frischfleisch bei der Wareneingangskontrolle?

in: Proceed. 35. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),

Garmisch-Patenkirchen 27. – 30.09.1994, Teil 1, 59–64

Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

STOLLE, A. (1981)

Spreading of *Salmonellas* during cattle slaughtering

J. Appl. Bacteriol. 50, 239–245

STOLLE, A. (1985)

Die Problematik der Probenentnahme für die Bestimmung des

Oberflächenkeimgehaltes von Schlachttierkörpern – Studie zur Ermittlung

geeigneter Stellen für die mikrobiologische Analyse des

Probenentnahmeverfahrens und Indikatorkeimgruppen

Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Habil.-Schr.

STOLLE, F.A. und G. REUTER (1989)

Die Überwachung der Betriebshygiene beim Fleischgewinnungsprozeß

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 102, 239–241

STOLLE, F.A., K. TROEGER und G. REUTER (1983)

Isoelektrische Fokussierung in Polyacrylamidgel zur Erkennung von Veränderungen im Proteinmuster unzulässig gewonnenen Schweinefleisches (Scheinschlachtungen) unter Berücksichtigung unterschiedlicher Reifungsstadien
Fleischwirtsch. 63, 1315–1319

TEUFEL, P. (1987)

Prevention of microbial contamination of red meat in the ante mortem phase: Factors related to animal husbandry
in: F.J.M. SMULDERS (Hrsg.): Elimination of pathogenic organisms from meat and poultry, 79–95, Amsterdam: Elsevier

THIEL, W. (1980)

Betriebshygiene und Technologie in Großküchen
Fleischwirtsch. 60, 1871–1875

THOLEN, R. (1997)

Einsatz der ATP-Biolumineszenz zur Bewertung der Keimbelastung von Frischfleisch unter Anwendung einer Attributprüfung
Zürich: Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Diss.

THRAN, V. (1979)

Mikrobiologische Untersuchung von Oberflächen – ein Probennetnähmegerät
Fleischwirtsch. 59, 950–953

TRAUTSCH, M. (2003)

Eignung eines neuen Schnelltests zur Prüfung der Oberflächenreinheit im Rahmen betrieblicher Eigenkontrollen in Lebensmittelbetrieben
München: Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

TRAUTSCH, M., I. WATKINS, P. KAU, B. SCHALCH und A. STOLLE (2002)

Einsatz eines neuen Schnelltests zur Untersuchung der Oberflächenreinheit
in: Proceed. 43. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG), Garmisch-Partenkirchen 24.09.-27.09.2002, 24–27
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

TROEGER, K. (1991)

Abschätzung einer inneren Kontamination von Schweineschlachtierkörpern durch Brühwasserkeime mit Hilfe der mikrobiologischen Analyse von Indikatorgewebe
in: Proceed. 32. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG), Garmisch-Partenkirchen 24.09.-27.09.1991, 106–118
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

TROEGER, K. (1993a)

Brüh- und Enthaarungstechnik – Einfluss auf den Keimgehalt von Schweineschlachtkörpern
Fleischwirtsch. 73, 128–133

TROEGER, K. (1993b)

Gewichtung von Hygienearisiken im Schlachtprozess
Fleischwirtsch. 73, 1102–1116

TROEGER, K. und K.O. HONIKEL (1994)

Erhöhung des Hygienestandards bei der Fleischgewinnung und –behandlung durch Prüfung nach CMA-Kriterien
in: Proceed. 35. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG), Garmisch-Partenkirchen 27.-30.09.1994, Teil I, 303–311
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

TROEGER, K. und W. WOLTERS DORF (1986)

Mikrobielle Kontamination von Schweineschlachttierkörpern durch Brühwasser über das Gefäßsystem
in: Proceed. 27. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG), Garmisch-Partenkirchen 09.-12.09.1986, 137–143
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

TROEGER, K. und W. WOLTERS DORF (1987)

Mikrobielle Kontamination von Schweineschlachttierkörpern durch Brühwasser über das Gefäßsystem
Fleischwirtsch. 67, 857–860

UNTERMANN, F. (1997a)

Das HACCP-System. Teil I: Das HACCP-System im Codex Alimentarius
Dtsch. Lebensm. Rundsch. 9, 277–281

UNTERMANN, F. (1997b)

Das HACCP-System. Teil II: Wichtige Aspekte bei der praktischen Umsetzung des HACCP-Systems
Dtsch. Lebensm. Rundsch. 10, 307–311

UNTERMANN, F. (1998)

Mit HACCP den Menschen schützen
Qualität und Zuverlässigkeit, Qualitätsmanagement in Industrie und Dienstleistung 43, 188–192

UNTERMANN, F., P. HEIMANN und D. BRUNNER (1991)

Erfahrungen mit Oberflächenkeimzahlbestimmungen an Schlachttierkörpern
in: Proceed. 32. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
Garmisch-Partenkirchen 24.-27.09.1991, 128–134
Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

UNTERMANN, F., U. DURA und R. STEPHAN (1997a)

Das HACCP-System. Teil III: Fehlinterpretationen bei der Anwendung des
HACCP-Systems und Überprüfung der HACCP-Konformität an Konzepten in
der Praxis
Dtsch. Lebensm. Rundsch. 11, 341–347

**UNTERMANN, F., R. STEPHAN, U. DURA, M. HOFER
und P. HEIMANN (1997b)**

Reliability and practicability of bacteriological monitoring of beef carcass
contamination and their rating within a hygiene quality control programme of
abattoirs
Int. J. Food Microbiol. 34, 67–77

UPMANN, M. (1996)

Der Oberflächenkeimgehalt des Schweinefleisches vor und nach dem Zerlegen
sowie Beobachtungen zur Betriebshygiene und deren Überprüfung mit dem
Naß-Trocken-Tupfverfahren
Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

UPMANN, M. und G. REUTER (1998)

Oberflächenkeimgehalte und Betriebshygiene in einem Zerlegebetrieb für
Schweinefleisch, 2. Mitteilung
Fleischwirtsch. 78, 971–974

UPMANN, M., P. PAULSEN, C. JAMES und F.J.M. SMULDERS (2000)

Die Mikrobiologie von Kälte behandeltem Fleisch
Fleischwirtsch. 8, 90–97

U.S. DEPT. AGRICULT. - FSIS (1996)

U.S. Department of Agriculture – Food Safety and Inspection Service
Pathogen reduction; hazard analysis and critical control point (HACCP)
systems; final rule
Fed. Regist. 61; 38806–38989

U.S. DEPT. AGRICULT. - FSIS (1997)

U.S. Department of Agriculture – Food Safety and Inspection Service
Guidelines for E. coli testing for process control verification in cattle and swine
slaughter establishments in der Version vom Juli 1997,
Washington, USA

U.S. DEPT. AGRICULT. - FSIS (1998)

U.S. Department of Agriculture – Food Safety and Inspection Service
 HACCP- Regulatory Process for HACCP – Based Inspection
 Reference Guide – January 1998
 Teil 416 Sanitation: § 416.11 – 416.17, 75–77

VARNAM, A. H. und J.P. SUTHERLAND (1995)

Meat and Meat Products
 London: Chapman and Hall

WARE, L.M., M.L. KAIN, J.N. SOFOS, K.E. BELK und G.C. SMITH (1999)

Comparison of sponging and excising as sampling procedures for
 microbiological analysis of Fresh beef-carcass tissue
 J. Food. Protect. 62, 1255–1259

WAWERLA, M. (1998)

Quantitativer Nachweis von *Clostridium perfringens* in Hackfleisch mittels
 Impedanzmessung
 München: Ludwig-Maximilians-Universität, Tierärztliche Fakultät, Diss.

WAWERLA, M., B. SCHALCH und H. EISGRUBER (1996)

Einsatz der Impedanzmessung zum Nachweis von *Clostridium perfringens* in
 Lebensmitteln
 in: Proceed. 37. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
 dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
 Garmisch-Partenkirchen 30.09.-02.10.1996, 229–239
 Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

WEBER, R., W. ZENS und M. BÜLTE (1997)

Kontrolle der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen im
 Fleischverarbeitungsbereich mit unterschiedlichen Verfahren unter besonderer
 Berücksichtigung des Swab´N´Checks-Testes
 in: Proceed. 38. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
 dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
 Garmisch-Partenkirchen 29.09.-02.10.1997, 574–578
 Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

WEGENER, J. und ELLERBROEK (1992)

Nachgewiesene Hygienemängel gegenüber der Richtlinie 64/433 EWG in
 deutschen Fleischlieferbetrieben
 in: Proceed. 33. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der
 dtsh. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),
 Garmisch-Patenkirchen 29. – 02.10.1992, 366–369
 Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

WENTHE, S., B. BRUNNER; W. ZENS und M. BÜLTE (1999)

Vergleichende Untersuchungen zur Reinigungs- und Desinfektionskontrolle in Metzgereien

in: Proceed. 40. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der deutsch. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),

Garmisch-Patenkirchen 29.09. – 01.10.1999, 548–551

Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

WENTHE, S. (2003)

Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG in registrierten Betrieben

Vortrag im Rahmen der 20. Giessener Fortbildungsveranstaltung in den Tierärztlichen Lebensmittelwissenschaften, 20. September 2003

WERLEIN, H.-D. (1996)

Bestimmung der Oberflächenkeimgehaltes von Rinder- und Schweineschlachtierkörpern mit der Biolumineszenzmethode
Fleischwirtsch. 76, 179–181

WERLEIN, H.-D. und H. WUCHERPFENNIG (1999)

Absprühetechnik, Kaskadenfiltration und Biolumineszenz in Kombination zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl von Schlachtierkörperoberflächen

in: Proceed. 40. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der der deutsch. Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG),

Garmisch-Patenkirchen 29.09. – 01.10.1999, 356–360

Eigenverlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Gießen

WHELEHAN, O. P., W.R. HUDSON und T. A. ROBERTS (1986)

Bacteriology of beef carcasses before and after slaughterline automation

J. Hyg. Camb. 96, 205–216

WINTER, J. (1996)

Hygienemanagement bei der Schweinebandschlachtung unter Berücksichtigung ausgewählter „kritischer Kontrollpunkte“

München: Ludwig-Maximilians-Universität, Tierärztliche Fakultät, Diss.

WOLTERING, B. (1990)

Veränderungen der bakteriologischen Beschaffenheit von

Schweinehautoberflächen während der Kühllagerung bei unterschiedlichen Luftfeuchtigkeiten

Hannover: Tierärztliche Hochschule, Diss.

WOLTERS DORF, W. (1994)

Technik und Hygiene beim Schlachten von Schweinen

Kulmbacher Reihe Bd. 13, 84–109

Kulmbach: Eigenverlag

WOLTERSDORF, W. und H.-J. MINTZLAFF (1995)

Kondensationsbrühen beim Schwein: Ein praktikables Verfahren
1. Brüheffekt und Oberflächenkeimgehalt
Fleischwirtsch. 75, 1077–1081

WYSS, R. (1996a)

Schlachtkörperhygiene – 1. Überwachung von Rinderschlachtkörpern
Fleischwirtsch. 76, 46–47

WYSS, R. (1996b)

Schlachtkörperhygiene – 2. Überwachung von Schweineschlachtkörpern
Fleischwirtsch. 76, 697–699

ZANDER-SCHMIDT, D. (1991)

Mikrobiologische Prozesskontrolle bei der Kälberschlachtung
Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Diss.

**ZELEKE, M., L. ELLERBROEK, E. WEISE, G. ARNDT
und K.-H. ZESSIN (1994)**

Untersuchungen zur Anwendung des HACCP-Konzeptes bei der
Rinderschlachtung
Fleischwirtsch. 74, 769–771

ZOTTOLA, E.A. und K.C. SASAHARA (1994)

Microbial bio films in the food processing industry – Should they be a concern?
Int. Food Microbial. 23, 125–148

ZUCKER, B.-A. und M. KRÜGER (1998)

Auswirkungen von Transportbelastungen auf den Endotoxingehalt im Blut von
Schlachtschweinen
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 111, 208–210

ZWARTKRUIS, E., G. BETTRAY und T. WILKE (1999)

Schnelltest zur Bestimmung der mikrobiellen Oberflächenkontamination auf
Kälberschlachttierkörpern mit ATP-Biolumineszenz
Fleischwirtsch. 79, 101–103

ZWEIFEL, C. und R. STEPHAN (2003a)

Microbiological monitoring of sheep carcass contamination in three Swiss
abattoirs
J. Food Prot. 66, 946–952

ZWEIFEL, C. und R. STEPHAN (2003b)

Mikrobiologische Monitoringuntersuchungen von Schlachttierkörpern im
Rahmen der Selbstkontrolle
Fleischwirtsch. 83, 88–92

ZWEIFEL, C., M.A. ZYCHOWSKA und R. STEPHAN (2004)

Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. isolated from slaughtered sheep in Switzerland

Int. J. Food Microbiol. 92, 45–53

Zitierte Rechtsmaterie und Normen:**BIOSTOFFVERORDNUNG (1999)**

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen vom 27.01.1999
zuletzt geändert 18.10.1999 (BGBl. I S. 2059)

BMVEL – Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2001)

Bekanntmachung einer Entscheidung der Kommission der Europäischen Gemeinschaft über Vorschriften zur regelmäßigen Überwachung der allgemeinen Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen gemäß Richtlinie 64/433/EWG über die gesundheitlichen Bedingungen für die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch und Richtlinie 71/118/EWG zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim Handelsverkehr mit frischem Geflügelfleisch vom 29.11.2001
Bundesanz. 53, Nr. 230, 24786 – 24788

CMA (1998)

Prüfsiegel „Deutsches Qualitätsfleisch aus kontrollierter Aufzucht“

Prüfsiegel-Programm Schweinefleisch:

Lastenhefte (Qualitäts- und Prüfbestimmungen), 1 – 52, und Prüfpläne, 1 – 10
Bonn: Centrale Marketing-Gesellschaft der Deutschen Agrarwirtschaft (CMA)

DIN 10112 (1996)

Mikrobiologische Untersuchung von Fleisch und Fleischerzeugnissen
Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Fleisch, Destruktives Verfahren (Abtrageverfahren)

Berlin: Beuth Verlag

DIN 10113-1 (1997)

Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich – Teil 1: Quantitatives Tupfverfahren

Berlin: Beuth Verlag

DIN 10113-2 (1997)

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

Berlin: Beuth Verlag

DIN 10113-3 (1997)

Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich – Teil 3: Semiquantitatives Verfahren mit Nährbodenbeschichteten Entnahmeverrichtungen (Abklatschverfahren)
Berlin: Beuth Verlag

DIN 10161-2 (1986)

Bestimmung der aeroben Keimzahl bei 30°C in Fleisch und Fleischerzeugnissen.- Tropfplatten-Verfahren
Berlin: Beuth Verlag

DIN 10164-1 (1984)

Bestimmung von *Enterobacteriaceae* in Fleisch.- Spatelverfahren (Referenzverfahren)
Berlin: Beuth Verlag

DIN 10516 (2001)

Lebensmittelhygiene; Reinigung und Desinfektion
Berlin: Beuth Verlag

EG (1964/1991)

Richtlinie 64/433/EWG des Rates vom 26.06.1964 über die gesundheitlichen Bedingungen für die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch (Frischfleisch-Richtlinie)
(ABl. EG Nr. L 1, S. 1), in der Fassung der Richtlinie 91/497/EWG des Rates vom 29.07.1991; (ABl. EG Nr. L 268, S. 69), geändert durch Richtlinie 95/23/EG des Rates vom 22.06.1995; (ABl. EG Nr. L 243, S. 7)

EG (1984)

Commission of the European Communities / Scientific Veterinary Committee
Draft report of the working group "Microbiology in the hygienic production of red meat"
Working Document 2054/VI/84-EN

EG (1987)

Commission of the European Communities
Working Document: Code of good hygienic practices
EG-Dokument VI/5938/87 (PVET/2140)

EG (1988)

Richtlinie 88/657/EWG des Rates vom 14.12.1988 zur Festlegung der für die Herstellung und den Handelsverkehr geltenden Anforderungen an Hackfleisch, Fleisch in Stücken von weniger als 100 g und Fleischzubereitungen sowie zur Änderung der Richtlinien 64/433/EWG, 71/118/EWG und 72/462/EWG (Hackfleisch-Richtlinie) (ABl. EG Nr. L 382, S. 3), geändert durch Richtlinie 92/110/EWG des Rates vom 14.12.1992 (ABl. EG Nr. L 394, S. 26)

EG (1993)

Richtlinie 93/43/EWG des Rates vom 14. Juni 1993 über Lebensmittelhygiene Rat der Europäischen Gemeinschaften. Abl. EG Nr. L 175

EG (1994)

Richtlinie 94/65/EG des Rates vom 14.12.1994 zur Festlegung von Vorschriften für die Herstellung und das Inverkehrbringen von Hackfleisch/Faschierem und Fleischzubereitungen (Hackfleisch-Richtlinie) (ABl. EG Nr. L 368, S. 10)

EG (2001)

Entscheidung 2001/471/EG der Kommission vom 08.06.2001 über Vorschriften zur regelmäßigen Überwachung der allgemeinen Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen gemäß Richtlinie 64/433/EWG über die gesundheitlichen Bedingungen für die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch und Richtlinie 71/118/EWG zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim Handelsverkehr mit frischem Geflügelfleisch (Abl. EG Nr. L 165, S. 48)

FIHG (1993)

Fleischhygienegesetz (FIHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 08.07.1993; (BGBl. I S. 1189), zuletzt geändert durch Gesetz vom 07.03.2002 (BGBl. I S. 1046)

FIHV (2001)

Verordnung über die hygienischen Anforderungen und amtlichen Untersuchungen beim Verkehr mit Fleisch (Fleischhygiene – Verordnung - FIHV) in der Neufassung vom 29.06.2001 (BGBl. I S. 1366), zuletzt geändert durch Verordnung vom 14.03.2002 (BGBl. I S. 1081)

IFSG (2000)

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG) vom 20.07.2000 (BGBl. I S. 1045)

LMBG, L 06.00-19 (1984)

Bestimmung der aeroben Keimzahl bei 30°C in Fleisch und Fleischerzeugnissen.- Tropfplatten-Verfahren; (Übernahme der gleichnamigen Deutschen Norm DIN 10161 Teil 2 –Ausgabe August 1984). Berlin: Beuth Verlag

LMBG, L 06.00-24 (1987)

Bestimmung von *Enterobacteriaceae* in Fleisch.- Spatelverfahren (Referenzverfahren); (Übernahme der gleichnamigen Deutschen Norm DIN 10164 Teil 1 –Ausgabe August 1986). Berlin: Beuth Verlag

LMBG, L 06.00-40 (1997)

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG,
Untersuchung von Lebensmitteln – Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes
auf Fleisch –Destruktives Verfahren (Abtrageverfahren)
Berlin: Beuth Verlag

LMBG, B 80.00-1 (1998)

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG,
Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und
Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich – Teil 1: Quantitatives
Tupfverfahren
Berlin: Beuth Verlag

LMBG, B 80.00-3 (1998)

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG,
Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und
Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich – Teil 3: Semiquantitatives
Verfahren mit Nährbodenbeschichteten Entnahmevorrichtungen
(Abklatschverfahren)
Berlin: Beuth Verlag

TIERSEUCHENERREGER-VERORDNUNG (1992)

Verordnung über das Arbeiten mit Tierseuchenerregern.
zuletzt geändert 02.11.1992 (BGBl. I S. 1845)

9 ANHANG

9.1 Bakteriologische Probenahme an Schlachttierkörpern

9.1.1 Protokoll zur destruktiven Probenahme nach Entscheidung 2001/471/EG

**Protokoll zur destruktiven Probenahme nach 2001/471/EG
im Bauernladen X**

Ort:

Datum:

Zeit: von _____ bis _____ Uhr

Lfd. Nummer	Tierart	Ohrmarken -Nr.	Bemerkungen
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

Proben genommen durch:

Unterschrift: _____

9.1.2 Auswertungsformular

Auswertung mit Berechnung der Mikrobiologischen Untersuchung von Schlachtkörperoberflächen

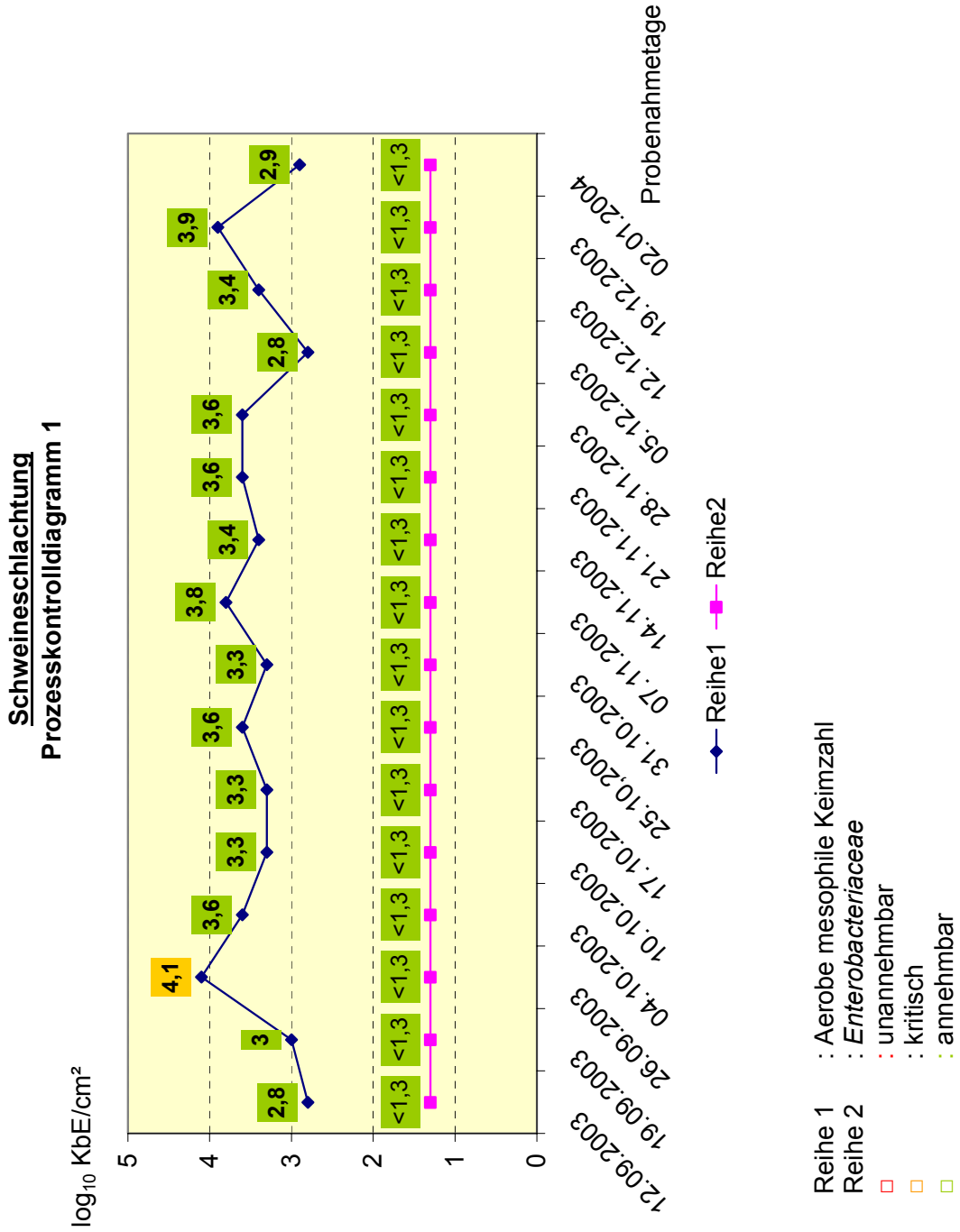
Probe vom: ausgewertet am: durch:	Platten	Anzahl der Kolonien der auswertbaren Verdünnungsstufe		Formel: $\bar{C} = \frac{\sum c}{n1 + n2} \times 0,1$			Ergebnis in KBE/cm ²	Faktor	log
		niedrigste	nächst höhere	$\sum c$	n1	n2			
Kennzeichnung Tierart	AKZ	Platte A					$c \times 0,2 \times d$		
		Platte B							
	EB	Platte A							
		Platte B							
	AKZ	Platte A							
		Platte B							
	EB	Platte A							
		Platte B							
	AKZ	Platte A							
		Platte B							
	EB	Platte A							
		Platte B							
	AKZ	Platte A							
		Platte B							
	EB	Platte A							
		Platte B							
	AKZ	Platte A							
		Platte B							
	EB	Platte A							
		Platte B							

9.1.3 Prozesskontrolltabelle

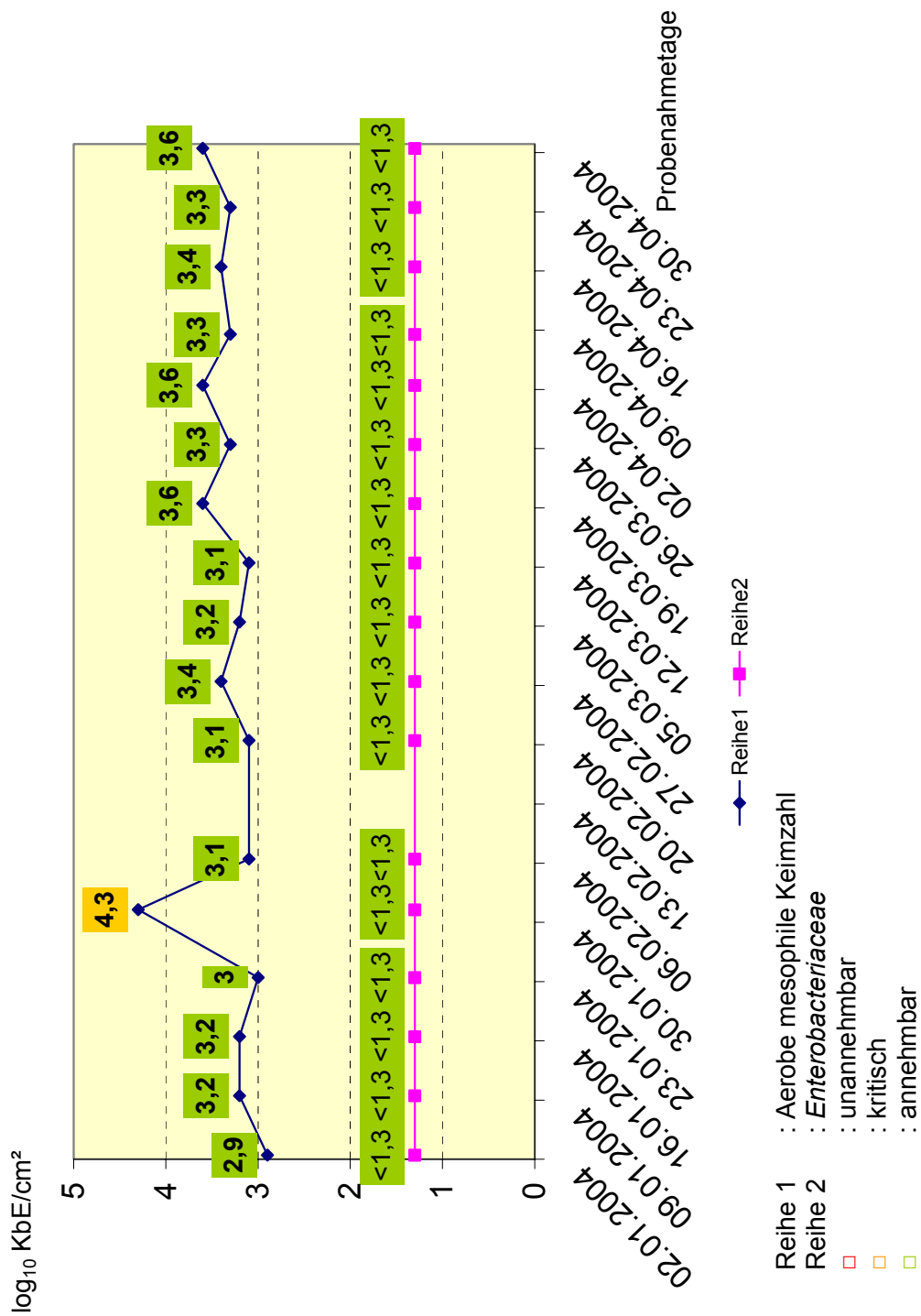
Aufzeichnungen über die destruktive Probenahme im Bauernladen X (gemäß der Entscheidung des BMVEL; 2001/471/EG)											
Probenahmetag Name Probennehmer: Unterschrift: Probe		Name u. Anschrift Labor: Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde, Frankfurter Str. 92, 35392 Gießen, Tel. 0641/ 99 38 267 Unterschrift Verantwortlicher:									
Datum	Uhrzeit	Art	Lfd. Nr.	Kennzeichnung/ Ohrmarkennummer	Herkunft d. Tiere	Untersuchung auf	Datum Probenanalyse	Agar	Bebrütungs- temperatur	Ergebnis in KBE/cm ²	annehmb/ kritisch/ unannehmb
						GKZ		PC			
						EB		VRBG			
						GKZ		PC			
						EB		VRBG			
						GKZ		PC			
						EB		VRBG			
						GKZ		PC			
						EB		VRBG			
						GKZ		PC			
						EB		VRBG			
						GKZ		PC			
						EB		VRBG			
						GKZ		PC			
						EB		VRBG			
						GKZ		PC			
						EB		VRBG			
						GKZ		PC			
						EB		VRBG			

GKZ :aerobe mesophile (Gesamt-)Keimzahl
 EB :*Enterobacteriaceae*
 Lfd. Nr. :laufende Probennummer

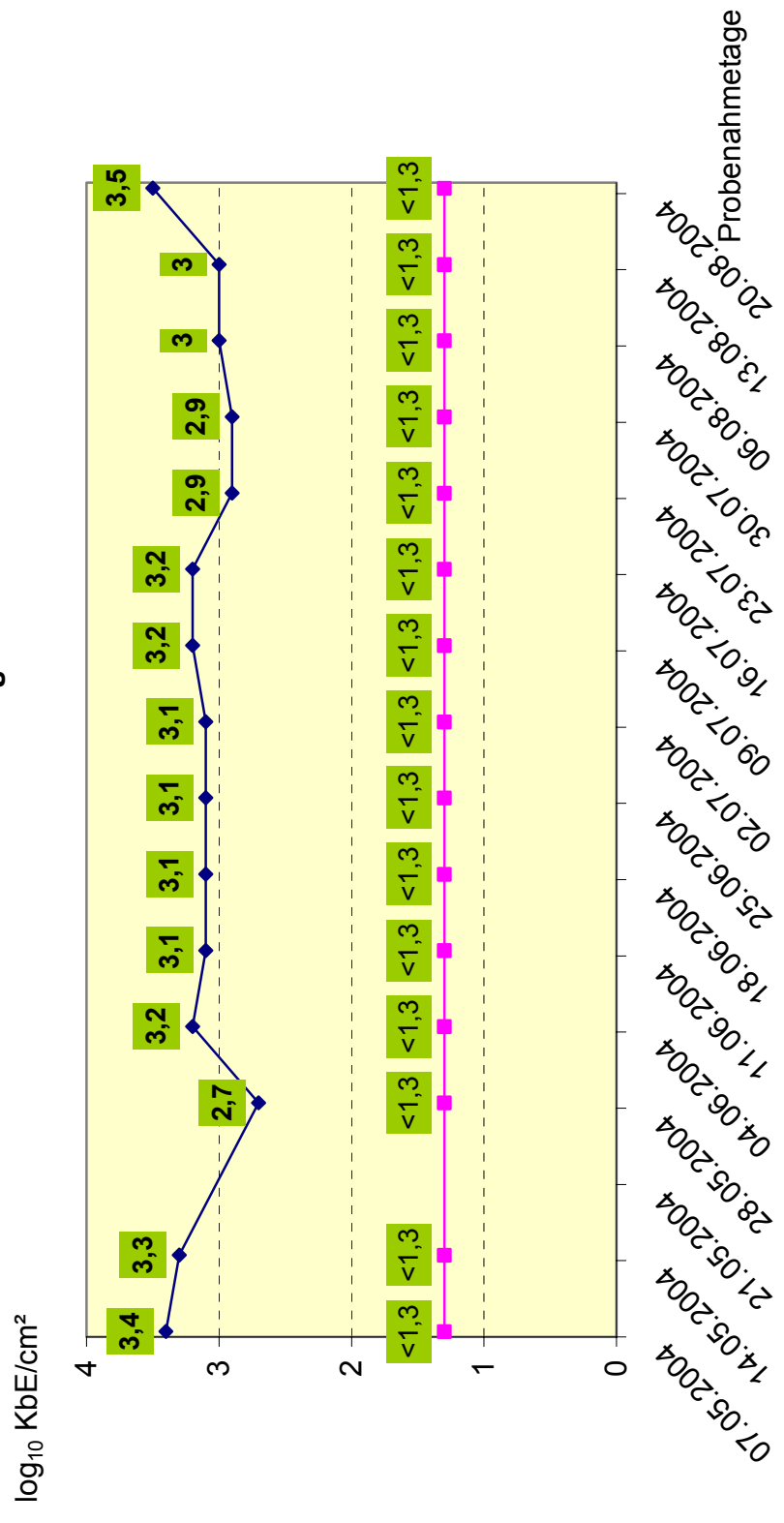
9.1.4 Prozesskontrolldiagramme



Schweineschlachtung
Prozesskontrolldiagramm 2

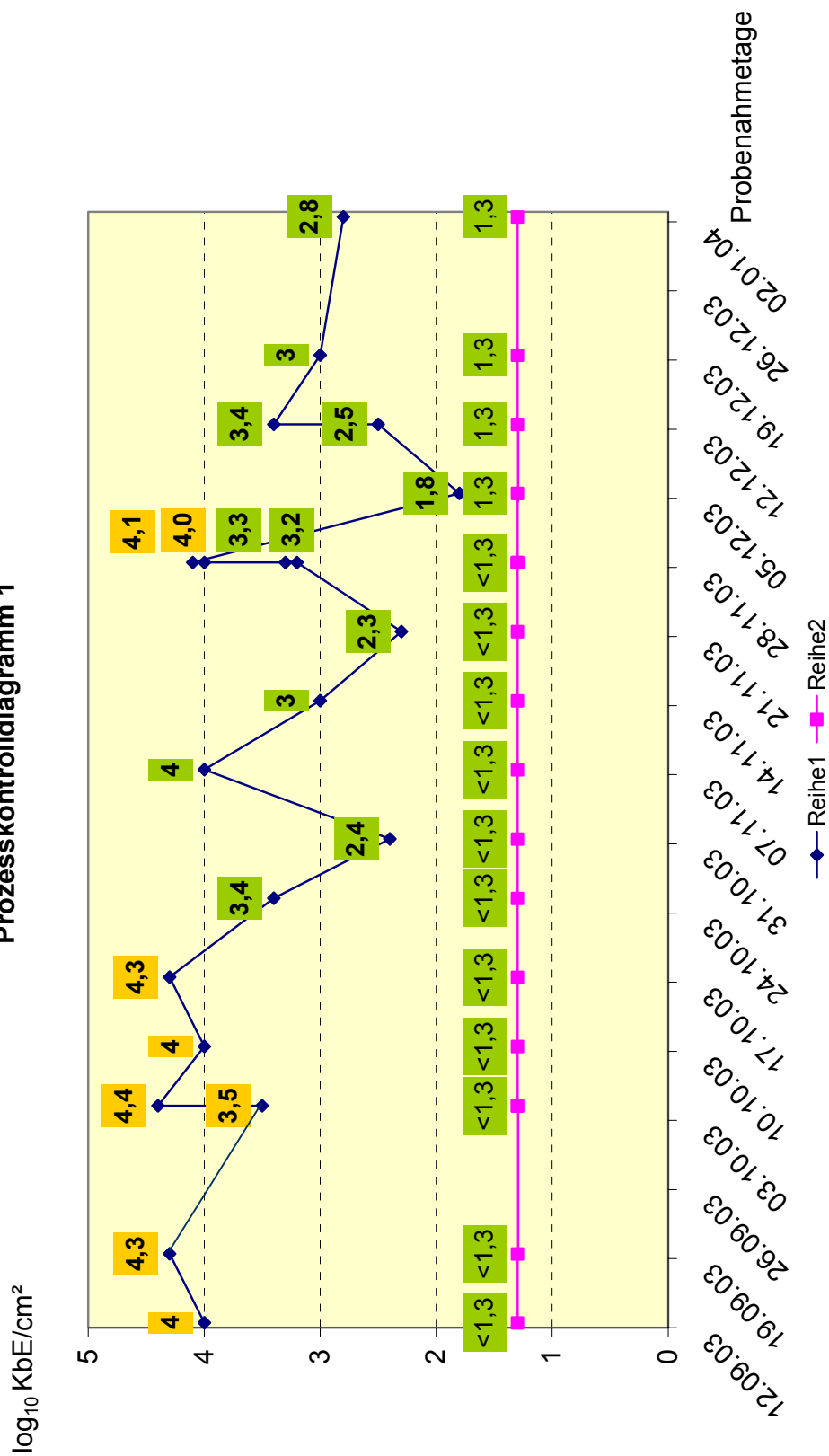


Schweineschlachtung
Prozesskontrolldiagramm 3



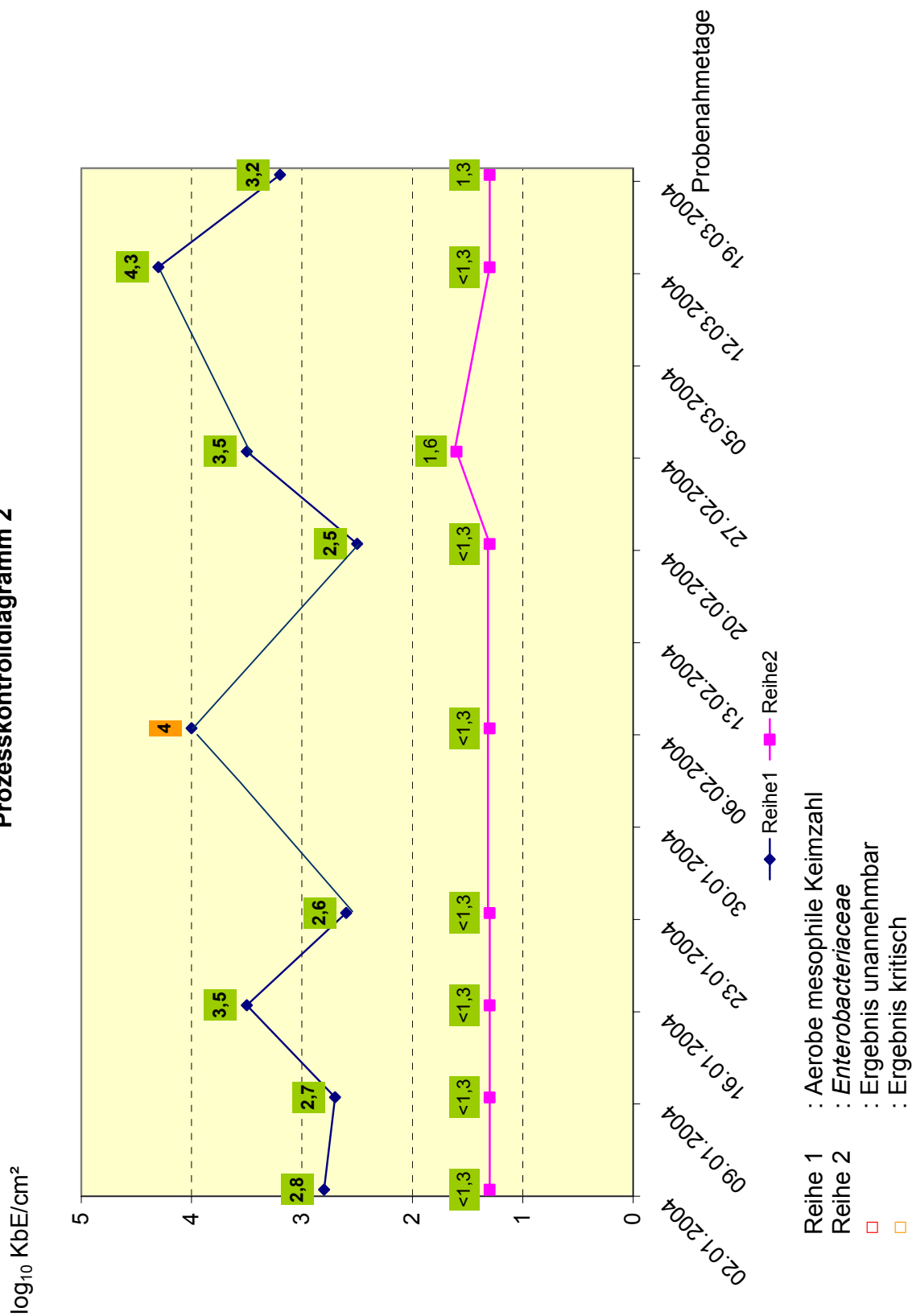
- Reihe 1 : Aerobe mesophile Keimzahl
- Reihe 2 : *Enterobacteriaceae*
- : Ergebnis unannehmbar
- : Ergebnis kritisch
- : Ergebnis annehmbar

Rinderschlachtung
Prozesskontrolldiagramm 1

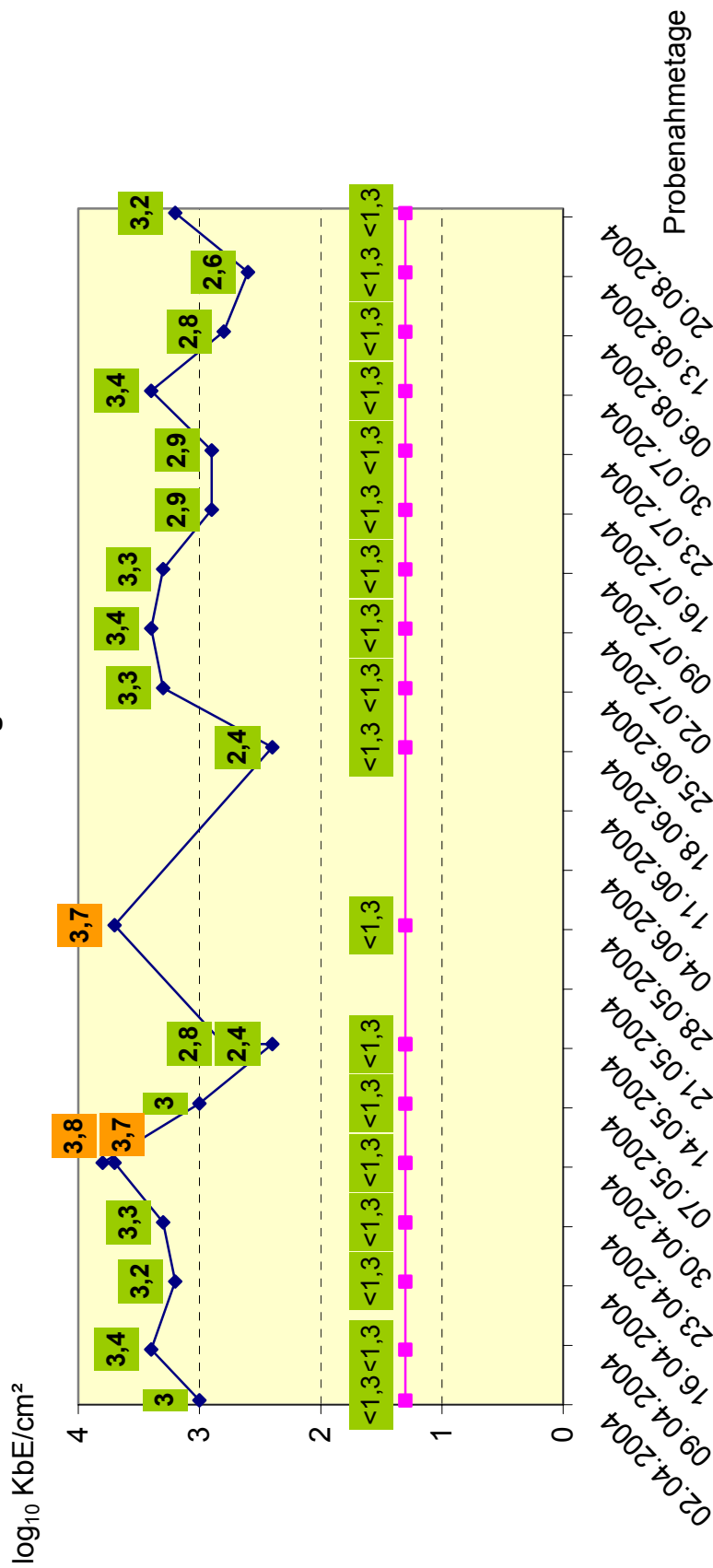


- Reihe 1 : Aerobe mesophile Keimzahl
- Reihe 2 : *Enterobacteriaceae*
- : Ergebnis unannehmbar
- : Ergebnis kritisch
- : Ergebnis annehmbar

Rinderschlachtung
Prozesskontrolldiagramm 2



Rinderschlachtung Prozesskontrolldiagramm 3



9.1.5 Ergebnistabellen

9.1.5.1 Schweineschlachttierkörper

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
12.09.03	1	6,7 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	3,1 x 10 ²	2,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	6,2 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
A	4	3,0 x 10 ²	2,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	2,1 x 10 ³	3,3	7 x 10 ¹	1,85
	6	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	7,2 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	8	2,9 x 10 ²	2,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
17.10.03	1	9,5 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	5,0 x 10 ³	3,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,0 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	3,5 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	3,2 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	9,9 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
19.09.03	1	8,9 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	9,9 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	9,4 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	9,8 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	4,6 x 10 ²	2,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,4 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
25.10.03	1	8,7 x 10 ³	3,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	3,2 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	3,7 x 10 ³	3,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
A	4	2,4 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	3,5 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	2,6 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
26.09.03	1	1,7 x 10 ⁴	4,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	5,6 x 10 ⁴	4,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	2,1 x 10 ⁴	4,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,2 x 10 ⁴	4,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,2 x 10 ⁴	4,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
31.10.03	1	2,5 x 10 ²	2,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	3,5 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,6 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
A	4	2,2 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,2 x 10 ⁴	4,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,9 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
04.10.03	1	1,2 x 10 ⁴	4,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	2,0 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,4 x 10 ⁴	4,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	1,8 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	3,1 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,8 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	1,9 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
07.11.04	1	3,1 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	2,0 x 10 ⁴	4,3	2 x 10 ¹	1,3
Herkunft	3	2,7 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
A	4	2,9 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	6,2 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	4,2 x 10 ⁴	4,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	1,8 x 10 ⁴	4,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
10.10.03	1	1,6 x 10 ²	2,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	3,2 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	8,2 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	5,6 x 10 ³	3,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	2,2 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	2,3 x 10 ⁴	4,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
14.11.03	1	2,3 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,1 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	1,2 x 10 ⁴	4,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	6,2 x 10 ³	3,8	2 x 10 ¹	1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
21.11.03	1	3,1 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	3,0 x 10 ³	3,5	8,4 x 10 ²	2,9
Herkunft	3	2,3 x 10 ⁴	4,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	2,3 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	5,2 x 10 ³	3,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	2,4 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	7,3 x 10 ³	3,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	8	1,3 x 10 ³	3,1	4,0 x 10 ¹	1,6

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
02.01.04	1	7,7 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	6,0 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,4 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
A	4	4,9 x 10 ²	2,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,1 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	5,5 x 10 ²	2,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
28.11.03	1	1,9 x 10 ³	3,3	0,3 x 10 ²	1,5
	2	2,6 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	8,0 x 10 ³	3,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	3,8 x 10 ³	3,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
09.01.04	1	1,4 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	7,5 x 10 ³	3,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	6,9 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
A	4	7,6 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,9 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	4,4 x 10 ³	3,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	8,5 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
05.12.03	1	2,1 x 10 ²	2,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	7,7 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	5,5 x 10 ²	2,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
16.01.04	1	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	1,1 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,4 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	2,4 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	8	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	9	5,0 x 10 ³	3,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
12.12.03	1	2,1 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	5,7 x 10 ³	3,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,6 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	2,0 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	5,5 x 10 ³	3,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
23.01.04	1	5,7 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	9,0 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	2,3 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
A	4	8,5 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	4,4 x 10 ²	2,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	3,1 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
19.12.03	1	5,8 x 10 ³	3,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,3 x 10 ⁴	4,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,0 x 10 ⁴	4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
A	4	1,0 x 10 ⁴	4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	4,5 x 10 ³	3,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	7,7 x 10 ³	3,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	3,9 x 10 ³	3,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
31.01.04	1	6,6 x 10 ⁴	4,8	2 x 10 ¹	1,3
	2	1,8 x 10 ⁴	4,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,3 x 10 ⁴	4,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
B	4	7,7 x 10 ³	3,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	2,9 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	8,3 x 10 ⁴	4,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	2,0 x 10 ⁵	5,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	8	2,5 x 10 ³	3,4	2 x 10 ¹	1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
06.02.04	1	1,0 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,1 x 10 ³	3	2 x 10 ¹	1,3
	B	4	1,3 x 10 ³	3,1	2 x 10 ¹
	5	9,0 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	2,2 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
19.03.04	1	3,0 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,0 x 10 ⁵	5	2 x 10 ¹	1,3
Herkunft	3	2,0 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	B	4	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹
	5	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,9 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
20.02.04	1	1,4 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	A	4	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹
	5	6,8 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	5,2 x 10 ²	2,7	2 x 10 ¹	1,3
	7	2,8 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
26.03.04	1	2,5 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,8 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	9,4 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	A	4	2,7 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹
	5	1,4 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	2,9 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
27.02.04	1	2,7 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	2,2 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,2 x 10 ⁴	4,1	5,5 x 10 ¹	1,7
	A	4	1,4 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹
	5	1,6 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
02.04.04	1	3,4 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,4 x 10 ⁵	5,1	5 x 10 ¹	1,7
Herkunft	3	1,9 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	B	4	1,6 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹
	5	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	2,6 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
05.03.04	1	8,5 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,9 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	2,2 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	B	4	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹
	5	1,9 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	2,0 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
08.04.04	1	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	A	4	9,9 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹
	5	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	2,7 x 10 ⁴	4,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	1,0 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
12.03.04	1	9,0 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,8 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	A	4	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹
	5	1,0 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	6,8 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	Ifd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
16.04.04	1	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	2,2 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft	3	1,6 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	A	4	3,4 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹
	5	2,5 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	3,3 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	2,9 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	8	2,6 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
23.04.04	1	5,4 x 10 ³	3,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	9,6 x 10 ³	3,98	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft B	3	3,9 x 10 ³	3,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	4	4,3 x 10 ³	3,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	3,0 x 10 ²	2,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	5,0 x 10 ²	2,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
04.06.04	1	1,9 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,4 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft B	3	1,6 x 10 ⁴	4,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	4	8,1 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,0 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	6,5 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	8	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	9	1,1 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	10	Probe im Labor kontaminiert			

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
30.04.04	1	5,1 x 10 ³	3,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,0 x 10 ⁴	4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft B	3	4,4 x 10 ³	3,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	4	4,0 x 10 ³	3,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	3,8 x 10 ³	3,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	2,2 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	2,7 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
11.06.04	1	1,6 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,6 x 10 ³	3,2	2 x 10 ¹	1,3
Herkunft A	3	1,9 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	4	1,1 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	9,4 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	8	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
07.05.04	1	2,7 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	3,8 x 10 ³	3,6	2 x 10 ¹	1,3
Herkunft A	3	2,9 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	4	2,6 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	2,0 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	2,7 x 10 ³	3,4	2 x 10 ¹	1,3
	7	1,1 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
18.06.04	1	1,6 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft A	3	9,0 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	4	1,2 x 10 ³	3,1	3,6 x 10 ¹	1,56
	5	1,6 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	8,4 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	9,4 x 10 ²	3	3,6 x 10 ¹	1,56
	8	7,1 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
14.05.04	1	2,4 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	6,9 x 10 ³	3,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft A	3	1,4 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	4	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	2,0 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	9,5 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	3,5 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
25.06.04	1	1,3 x 10 ³	3,1	3,6 x 10 ¹	1,56
	2	1,4 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft A	3	1,5 x 10 ³	3,2	2 x 10 ¹	1,3
	4	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,7 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	6,2 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	8	3,8 x 10 ²	2,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
28.05.04	1	6,4 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	6,2 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft B	3	3,6 x 10 ²	2,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	4	3,9 x 10 ²	2,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,4 x 10 ²	2,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	3,7 x 10 ²	2,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
02.07.04	1	1,5 x 10 ³	3,2	2 x 10 ¹	1,3
	2	2,4 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
Herkunft B	3	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	4	9,8 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	5	1,2 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	6	1,1 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	7	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	8	2,1 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	9	1,3 x 10 ³	3,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	10	1,1 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
09.07.04	1	5,9 x 10 ³	3,8	2 x 10 ¹	1,3
	2	1,1 x 10 ⁴	4	1,3 x 10 ³	3,1
Herkunft	3	7,7 x 10 ²	2,9	<2 x 10 ¹	<1,3
B	4	2,0 x 10 ³	3,3	2 x 10 ¹	1,3
	5	1,0 x 10 ³	3	<2 x 10 ¹	<1,3
	6	1,1 x 10 ³	3	<2 x 10 ¹	<1,3
	7	1,6 x 10 ³	3,2	<2 x 10 ¹	<1,3
	8	1,0 x 10 ³	3	<2 x 10 ¹	<1,3
	9	1,1 x 10 ³	3	2 x 10 ¹	1,3
	10	1,6 x 10 ³	3,2	3,6 x 10 ¹	<1,56

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
13.08.04	1	1,1 x 10 ³	3	<2 x 10 ¹	<1,3
	2	9,8 x 10 ²	3	2 x 10 ¹	1,3
Herkunft	3	5,6 x 10 ²	2,8	2 x 10 ¹	1,3
B	4	4,8 x 10 ²	2,7	2 x 10 ¹	1,3
	5	7,7 x 10 ²	2,9	<2 x 10 ¹	<1,3
	6	1,6 x 10 ³	3,2	<2 x 10 ¹	<1,3
	7	1,2 x 10 ³	3,1	<2 x 10 ¹	<1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
16.07.04	1	2,7 x 10 ³	3,4	1,1 x 10 ²	2
	2	2,6 x 10 ³	3,4	1,5 x 10 ²	2,2
Herkunft	3	1,3 x 10 ³	3,1	1,8 x 10 ²	2,3
A	4	1,7 x 10 ³	3,2	0,9 x 10 ²	2
	5	1,0 x 10 ³	3	<2 x 10 ¹	<1,3
	6	9,1 x 10 ²	3	<2 x 10 ¹	<1,3
	7	1,7 x 10 ³	3,2	<2 x 10 ¹	<1,3
	8	2,5 x 10 ³	3,4	0,7 x 10 ²	1,9

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
20.08.04	1	2,5 x 10 ⁴	4,4	<2 x 10 ¹	<1,3
	2	5,7 x 10 ³	3,8	2 x 10 ¹	1,3
Herkunft	3	1,4 x 10 ³	3,2	3,6 x 10 ¹	1,56
A	4	1,2 x 10 ³	3,1	<2 x 10 ¹	<1,3
	5	3,3 x 10 ³	3,5	4 x 10 ¹	1,6
	6	1,6 x 10 ³	3,2	<2 x 10 ¹	<1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
23.07.04	1	5,0 x 10 ²	2,7	7,0 x 10 ¹	1,9
	2	9,5 x 10 ²	3	1,1 x 10 ²	2
Herkunft	3	7,1 x 10 ²	2,9	2 x 10 ¹	1,3
A	4	9,2 x 10 ²	3	2 x 10 ¹	1,3
	5	1,1 x 10 ³	3	<2 x 10 ¹	<1,3
	6	5,9 x 10 ²	2,8	<2 x 10 ¹	<1,3
	7	5,8 x 10 ²	2,8	<2 x 10 ¹	<1,3
	8	7,8 x 10 ²	2,9	<2 x 10 ¹	<1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
30.07.04	1	1,3 x 10 ³	3,1	6,0 x 10 ¹	1,8
	2	1,2 x 10 ³	3,1	1,1 x 10 ²	2
Herkunft	3	7,7 x 10 ²	2,9	<2 x 10 ¹	<1,3
A	4	1,3 x 10 ³	3,1	<2 x 10 ¹	<1,3
	5	5,8 x 10 ²	2,8	<2 x 10 ¹	<1,3
	6	3,5 x 10 ²	2,5	<2 x 10 ¹	<1,3
	7	1,1 x 10 ³	3	<2 x 10 ¹	<1,3
	8	5,1 x 10 ²	2,7	<2 x 10 ¹	<1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
06.08.04	1	7,1 x 10 ²	2,9	2 x 10 ¹	1,3
	2	7,7 x 10 ²	2,9	<2 x 10 ¹	<1,3
Herkunft	3	5,6 x 10 ³	3,8	<2 x 10 ¹	<1,3
B	4	1,0 x 10 ³	3	<2 x 10 ¹	<1,3
	5	6,2 x 10 ²	2,8	<2 x 10 ¹	<1,3
	6	1,0 x 10 ³	3	<2 x 10 ¹	<1,3
	7	7,8 x 10 ³	3,9	<2 x 10 ¹	<1,3
	8	3,3 x 10 ²	2,5	<2 x 10 ¹	<1,3
	9	4,4 x 10 ²	2,6	<2 x 10 ¹	<1,3
	10	3,5 x 10 ²	2,5	<2 x 10 ¹	<1,3

9.1.5.2 Rinderschlachttierkörper

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
12.09.03	1	1,1 x 10 ⁴	4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
19.09.03	1	1,8 x 10 ⁴	4,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
04.10.03	1	3,5 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	2,4 x 10 ⁴	4,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
10.10.03	1	1,0 x 10 ⁴	4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
17.10.03	1	2,2 x 10 ⁴	4,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
25.10.03	1	2,8 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
31.10.03	1	2,6 x 10 ²	2,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
07.11.03	1	1,1 x 10 ⁴	4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
14.11.03	1	1,1 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
21.11.03	1	1,9 x 10 ²	2,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
28.11.03	1	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	2,0 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	3	1,0 x 10 ⁴	4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	4	1,3 x 10 ⁴	4,1	< 2 x 10 ¹	< 1,3
05.12.03	1	6,4 x 10 ¹	1,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
12.12.03	1	3,2 x 10 ²	2,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	2,8 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
19.12.03	1	9,2 x 10 ²	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
02.01.04	1	6,9 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
09.01.04	1	5,2 x 10 ²	2,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
16.01.04	1	3,0 x 10 ³	3,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3
23.01.04	1	4,4 x 10 ²	2,6	< 2 x 10 ¹	< 1,3
06.02.04	1	1,1 x 10 ⁴	4	2 x 10 ¹	1,3
20.02.04	1	3,0 x 10 ²	2,5	< 2 x 10 ¹	< 1,3

Datum	lfd. Nr.	AKZ		EB	
		KbE/cm ²	log	KbE/cm ²	log
27.02.04	1	3,3 x 10 ³	3,5	4,0 x 10 ¹	1,6
12.03.04	1	1,9 x 10 ⁴	4,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
19.03.04	1	1,5 x 10 ³	3,2	2 x 10 ¹	1,3
02.04.04	1	1,0 x 10 ³	3,0	2 x 10 ¹	1,3
08.04.04	1	2,8 x 10 ³	3,4	2 x 10 ¹	1,3
16.04.04	1	1,5 x 10 ³	3,2	< 2 x 10 ¹	< 1,3
23.04.04	1	2,1 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
30.04.04	1	5,1 x 10 ³	3,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	6,5 x 10 ³	3,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
07.05.04	1	1,0 x 10 ³	3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
14.05.04	1	2,5 x 10 ²	2,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
	2	6,0 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
28.05.04	1	5,3 x 10 ³	3,7	< 2 x 10 ¹	< 1,3
18.06.04	1	2,7 x 10 ²	2,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
25.06.04	1	2,2 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
02.07.04	1	2,6 x 10 ³	3,4	< 2 x 10 ¹	< 1,3
09.07.04	1	1,8 x 10 ³	3,3	< 2 x 10 ¹	< 1,3
16.07.04	1	8,0 x 10 ²	2,9	2 x 10 ¹	1,3
23.07.04	1	8,4 x 10 ²	2,9	< 2 x 10 ¹	< 1,3
30.07.04	1	2,6 x 10 ³	3,4	2 x 10 ¹	1,3
06.08.04	1	6,5 x 10 ²	2,8	< 2 x 10 ¹	< 1,3
13.08.04	1	3,6 x 10 ²	2,6	2 x 10 ¹	1,3
20.08.04	1	1,5 x 10 ³	3,2	2 x 10 ¹	1,3

9.2 Bakteriologische Probenahme zur Überprüfung von Reinigung und Desinfektion

9.2.1 Probenahmeplan / Auswertungformular

Beprobung		Ergebnis/Beurteilung			Maßnahme durchgeführt (Datum/ Unterschrift)
1. Woche	Probenahmestelle	Makroskopischer Eindruck „sauber“ „verschmutzt“	Anzahl der gezählten Kolonien Seite 1 Seite 2	Gesamtkeimzahl (aerobe mesophile Keimzahl)	Bemerkungen, Sofortmaßnahme
Tag	Laden				
Datum	01. Wand (01)				
Uhrzeit	02. Waage (02)				
	03. Fleischgabel (07)				
	Toilette				
	04. Türgriff innen (08)				
	Vorbereitungsraum				
	05. Wand über Arbeitsfläche(10)				
	06. Vakuumgerät Tütenhals. (12)				
	Zerleerraum				
	07. Boden (13)				
	08. Zerlegetisch (15)				
	09. Wolf (16)				
	10. Kutter (17)				
	11. Wurstfüllmaschine (18)				
	Kühlraum 1				
	12. Wurstspieße (25)				
	Schlachtraum				
	13. Wand (26)				
	14. großer Kessel innen (28)				
	15. Sägeblatt außen& innen (29)				

Proben ausgewertet am: _____ **von:** _____ zur Kenntnis genommen:


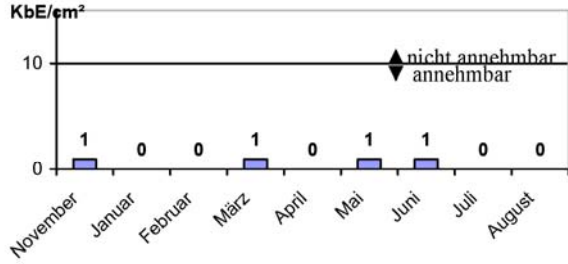

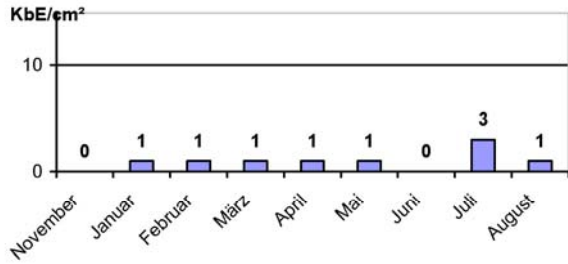

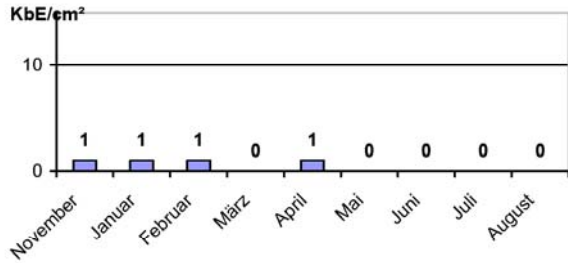

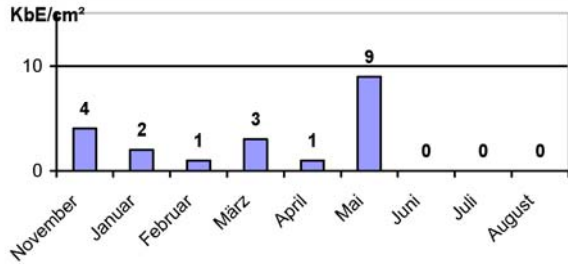
Beprobung		Ergebnis/Beurteilung			Maßnahme durchgeführt (Datum/ Unterschrift)
2. Woche	Probenahmestelle	Makroskopischer Eindruck „sauber“ „verschmutzt“	Anzahl der gezählten Kolonien Seite 1 Seite 2	Gesamtkeimzahl (aerobe mesophile Keimzahl)	Bemerkungen, Sofortmaßnahme
Tag	Laden				
Datum	01. Kühltheke (03)				
Uhrzeit	02. Arbeitsfläche (04)				
	03. Schneidebrett (05)				
	Vorbereitungsraum				
	04. Boden (09)				
	05. Spüle (11)				
	Zerlegeraum				
	06. Wand (14)				
	07. Wasserfahm m. Schlauch(19)				
	08. Messerköcher innen (20)				
	09. Kessel innen (22)				
	Schlachtraum				
	10. Türen Bereich Griff (30)				
	11. Tisch groß (200x90cm) (31)				
	12. Messerhalterg. (kl.Gang)(32)				
	13. Wasserfahm m. Schlauch(33)				
	Arbeitsgeräte				
	14. Schürze (42)				
	15. Stiefel (43)				
	16. Kettenhandschuh (44)				


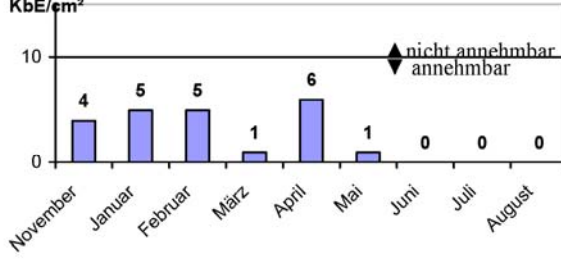

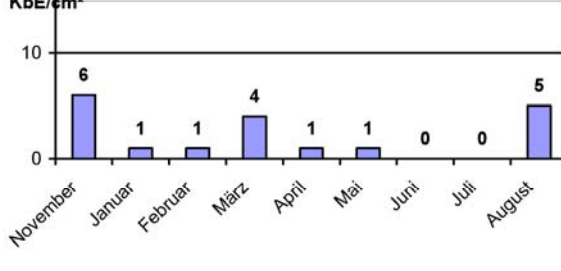

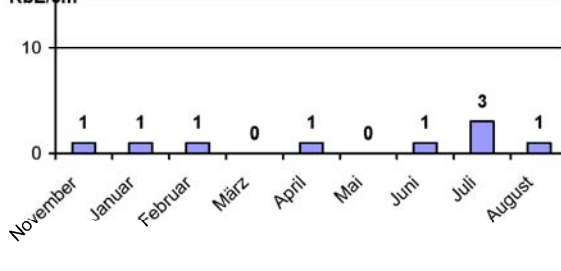
Proben ausgewertet am: _____ von: _____ zur Kenntnis genommen:


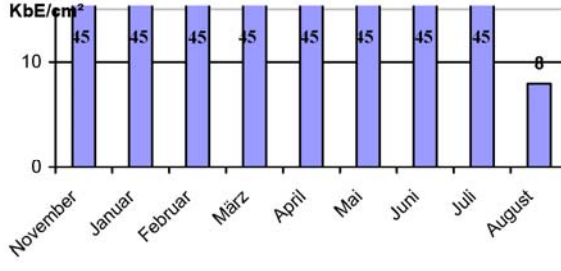

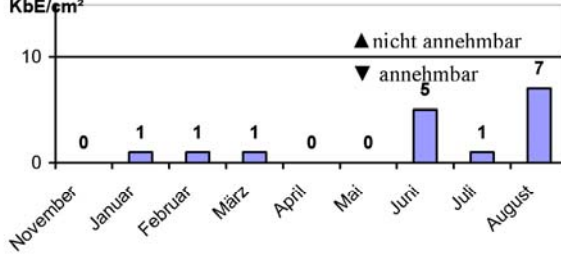

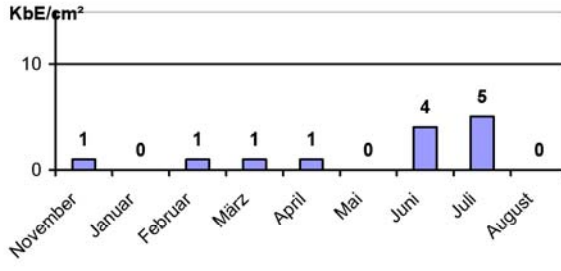

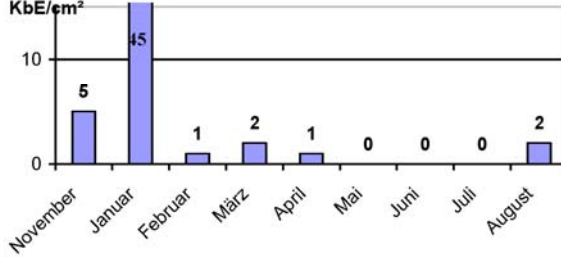
Beprobung		Ergebnis/Beurteilung				Maßnahme durchgeführt (Datum/ Unterschrift)
3. Woche	Probenahmestelle	Makroskopischer Eindruck „sauber“/„verschmutzt“	Anzahl der gezählten Kolonien Seite 1 Seite 2	Gesamtkoloniennzahl (aerobe mesophile Keimzahl)	Bemerkungen, Sofortmaßnahme	
Tag	Laden					
Datum	01. Aufschlittmaschine (06)					
Uhrzeit	Zerleerraum					
	02. Tisch neben Kessel (21)					
	03. Mole (23)					
	04. Türen im Wechsel (24)					
	Schlachtraum					
	05. Boden (27)					
	Arbeitsgeräte					
	06. Messer Griff (34)					
	07. Messer Schneide (35)					
	08. Messer Übergang (36)					
	09. Fleischhaken (37)					
	10. Eurokisten (38)					
	11. Transportwagen (39)					
	12. Arbeitsbretter (40)					
	13. Eurohaken (41)					
	Verkaufsauto					
	14. Wand (45)					
	15. Arbeitsfläche (46)					
	16. Fleischschale (47)					


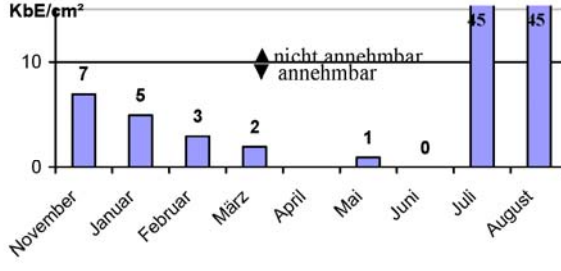

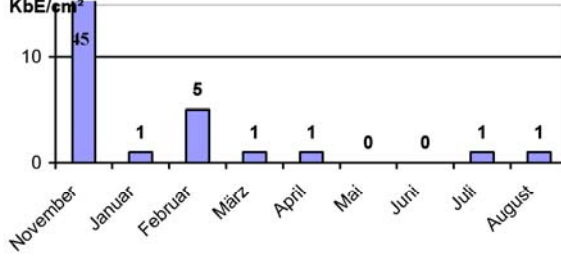

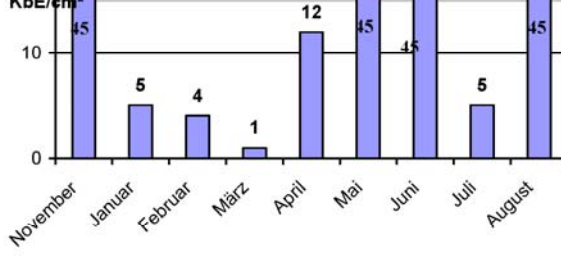

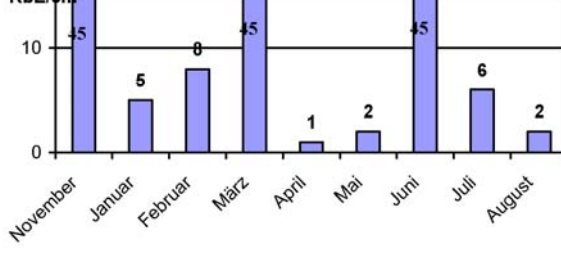
Proben ausgewertet am: _____ von: _____ zur Kenntnis genommen:


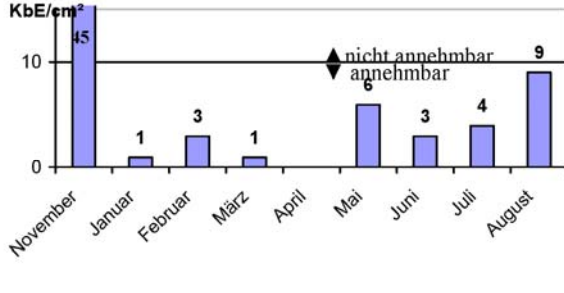

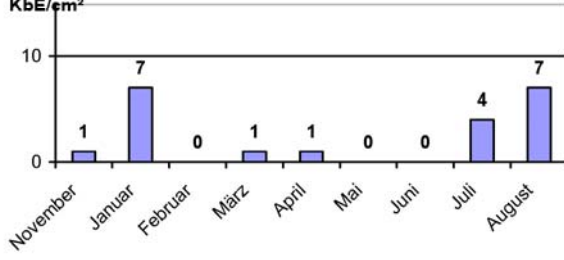

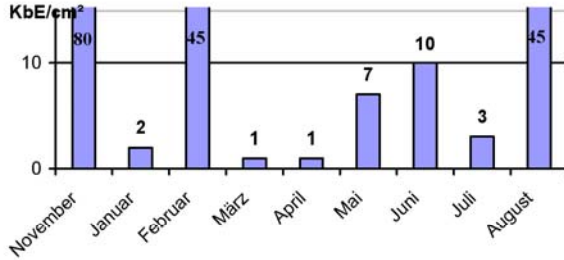

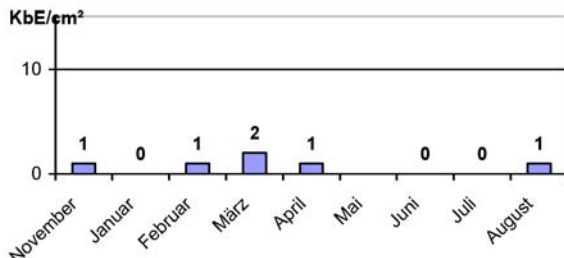
9.2.2 Balkendiagramme zur fortlaufenden graphischen Darstellung der Ergebnisse


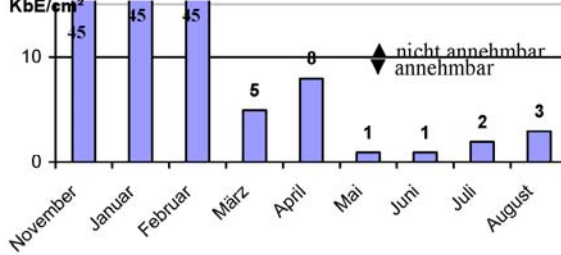

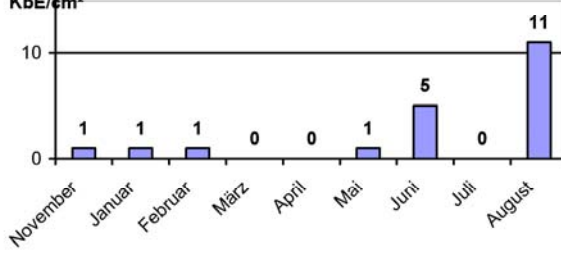

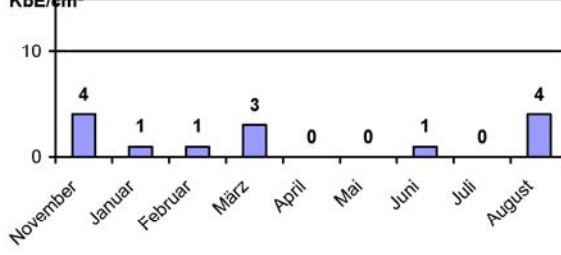

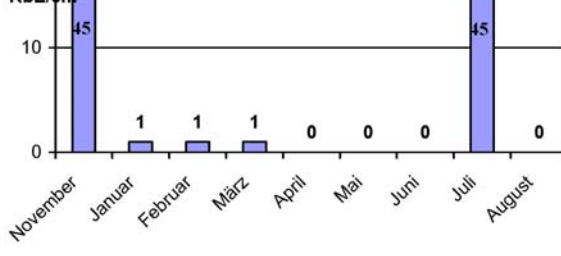
Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum
01)  Wand unterhalb der Aufhängeleiste		12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
02)  Waage Auflagefläche		12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
03)  Kühltheke innen an seitlicher Glasscheibe		18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
04)  Arbeitsfläche		18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04


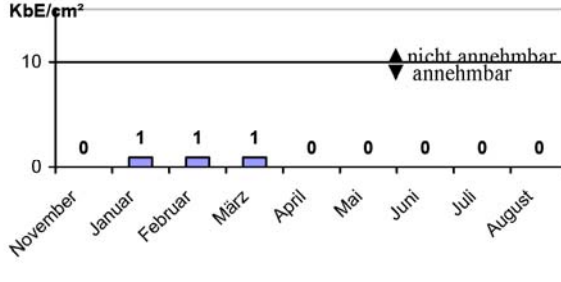

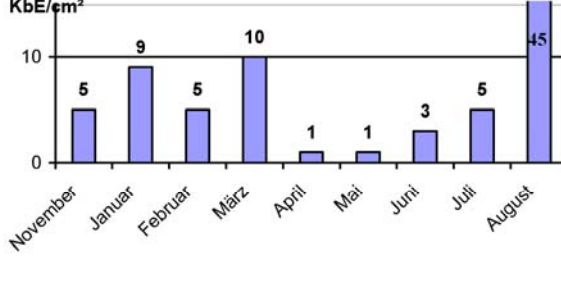

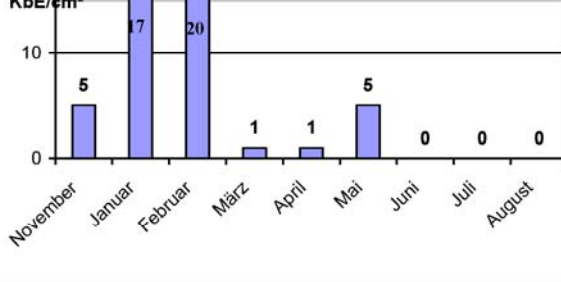

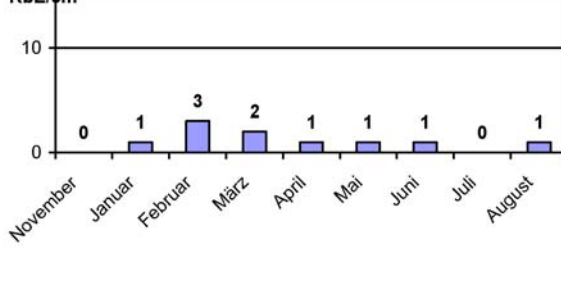
Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum																				
05)  Schneidebrett	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Monat</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>4</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>5</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>5</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>6</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>1</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>0</td></tr> <tr><td>August</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Monat	KbE/cm ²	November	4	Januar	5	Februar	5	März	1	April	6	Mai	1	Juni	0	Juli	0	August	0	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Monat	KbE/cm ²																					
November	4																					
Januar	5																					
Februar	5																					
März	1																					
April	6																					
Mai	1																					
Juni	0																					
Juli	0																					
August	0																					
06)  Aufschnittmaschine	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Monat</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>6</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>1</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>1</td></tr> <tr><td>März</td><td>4</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>1</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>0</td></tr> <tr><td>August</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>	Monat	KbE/cm ²	November	6	Januar	1	Februar	1	März	4	April	1	Mai	1	Juni	0	Juli	0	August	5	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
Monat	KbE/cm ²																					
November	6																					
Januar	1																					
Februar	1																					
März	4																					
April	1																					
Mai	1																					
Juni	0																					
Juli	0																					
August	5																					
07)  Fleischgabel	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Monat</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>1</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>1</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>1</td></tr> <tr><td>März</td><td>0</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>1</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>3</td></tr> <tr><td>August</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Monat	KbE/cm ²	November	1	Januar	1	Februar	1	März	0	April	1	Mai	0	Juni	1	Juli	3	August	1	12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
Monat	KbE/cm ²																					
November	1																					
Januar	1																					
Februar	1																					
März	0																					
April	1																					
Mai	0																					
Juni	1																					
Juli	3																					
August	1																					


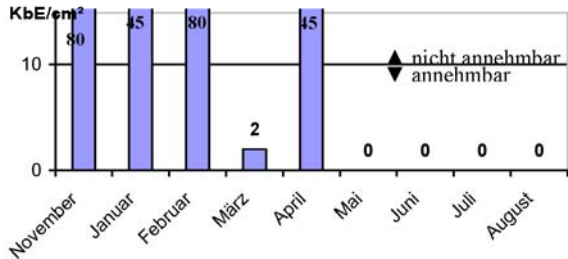

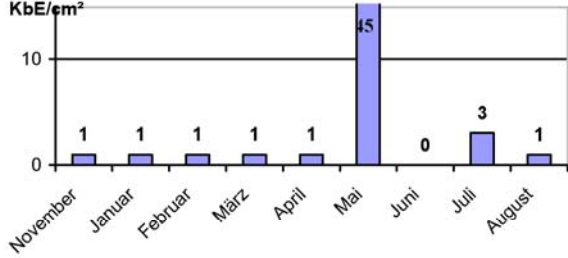

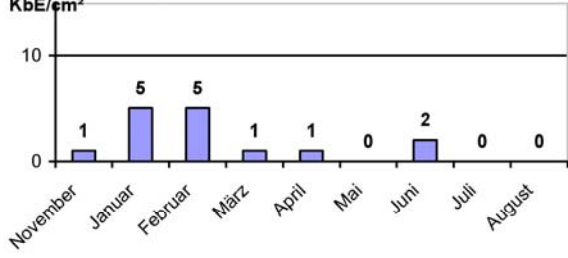

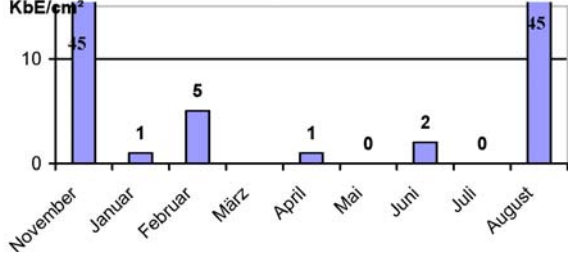
Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum																				
09)  Boden	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>45</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>45</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>45</td></tr> <tr><td>März</td><td>45</td></tr> <tr><td>April</td><td>45</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>45</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>45</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>45</td></tr> <tr><td>August</td><td>8</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	45	Januar	45	Februar	45	März	45	April	45	Mai	45	Juni	45	Juli	45	August	8	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	45																					
Januar	45																					
Februar	45																					
März	45																					
April	45																					
Mai	45																					
Juni	45																					
Juli	45																					
August	8																					
10)  Wand oberhalb Arbeitsfläche	 <p>KbE/cm²</p> <p>▲ nicht annehmbar ▼ annehmbar</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>0</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>1</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>1</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>0</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>5</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>1</td></tr> <tr><td>August</td><td>7</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	0	Januar	1	Februar	1	März	1	April	0	Mai	0	Juni	5	Juli	1	August	7	12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	0																					
Januar	1																					
Februar	1																					
März	1																					
April	0																					
Mai	0																					
Juni	5																					
Juli	1																					
August	7																					
11)  Spüle, geriffelte Ablagefläche	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>1</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>0</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>1</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>4</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>5</td></tr> <tr><td>August</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	1	Januar	0	Februar	1	März	1	April	1	Mai	0	Juni	4	Juli	5	August	0	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	1																					
Januar	0																					
Februar	1																					
März	1																					
April	1																					
Mai	0																					
Juni	4																					
Juli	5																					
August	0																					
12)  Vakuumgerät, Tütenhalsauflage	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>5</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>45</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>1</td></tr> <tr><td>März</td><td>2</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>0</td></tr> <tr><td>August</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	5	Januar	45	Februar	1	März	2	April	1	Mai	0	Juni	0	Juli	0	August	2	12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	5																					
Januar	45																					
Februar	1																					
März	2																					
April	1																					
Mai	0																					
Juni	0																					
Juli	0																					
August	2																					


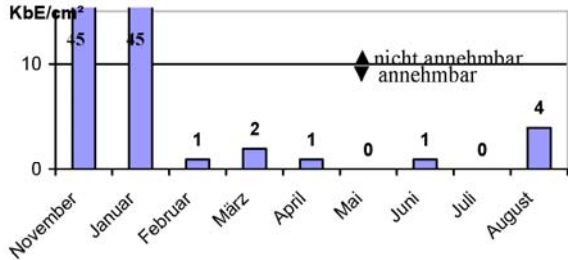

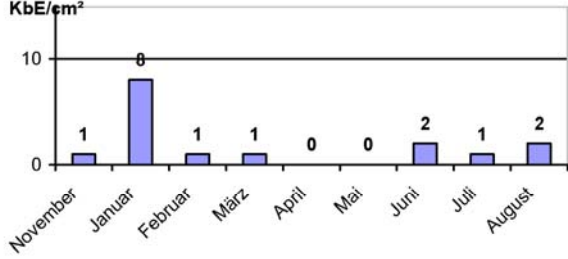

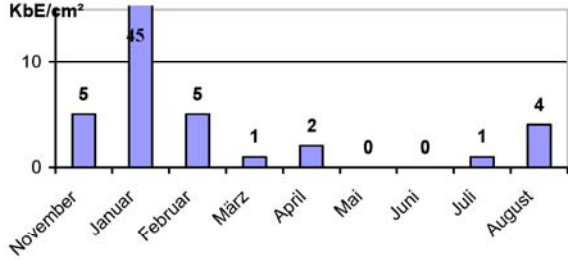

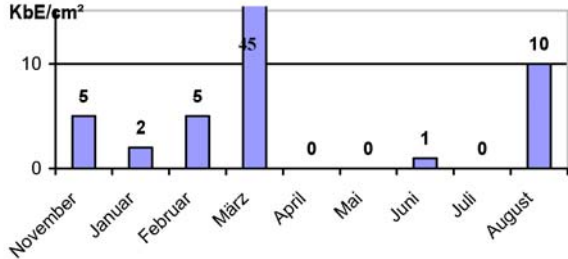
Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum																				
13)  Boden	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Monat</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>7</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>5</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>3</td></tr> <tr><td>März</td><td>2</td></tr> <tr><td>April</td><td>0</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>1</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>45</td></tr> <tr><td>August</td><td>45</td></tr> </tbody> </table>	Monat	KbE/cm ²	November	7	Januar	5	Februar	3	März	2	April	0	Mai	1	Juni	0	Juli	45	August	45	12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
Monat	KbE/cm ²																					
November	7																					
Januar	5																					
Februar	3																					
März	2																					
April	0																					
Mai	1																					
Juni	0																					
Juli	45																					
August	45																					
14)  Wand oberhalb Arbeitstisch	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Monat</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>45</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>1</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>5</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>1</td></tr> <tr><td>August</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Monat	KbE/cm ²	November	45	Januar	1	Februar	5	März	1	April	1	Mai	0	Juni	0	Juli	1	August	1	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Monat	KbE/cm ²																					
November	45																					
Januar	1																					
Februar	5																					
März	1																					
April	1																					
Mai	0																					
Juni	0																					
Juli	1																					
August	1																					
15)  Zerlegetisch, Arbeitsfläche	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Monat</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>45</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>5</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>4</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>12</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>45</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>45</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>5</td></tr> <tr><td>August</td><td>45</td></tr> </tbody> </table>	Monat	KbE/cm ²	November	45	Januar	5	Februar	4	März	1	April	12	Mai	45	Juni	45	Juli	5	August	45	12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
Monat	KbE/cm ²																					
November	45																					
Januar	5																					
Februar	4																					
März	1																					
April	12																					
Mai	45																					
Juni	45																					
Juli	5																					
August	45																					
16)  Wolf, innen an Einfüllstelle für Fleisch	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Monat</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>45</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>5</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>8</td></tr> <tr><td>März</td><td>45</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>2</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>45</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>6</td></tr> <tr><td>August</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	Monat	KbE/cm ²	November	45	Januar	5	Februar	8	März	45	April	1	Mai	2	Juni	45	Juli	6	August	2	12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
Monat	KbE/cm ²																					
November	45																					
Januar	5																					
Februar	8																					
März	45																					
April	1																					
Mai	2																					
Juni	45																					
Juli	6																					
August	2																					

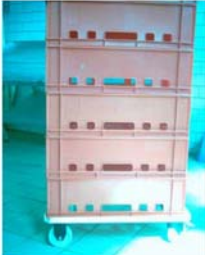
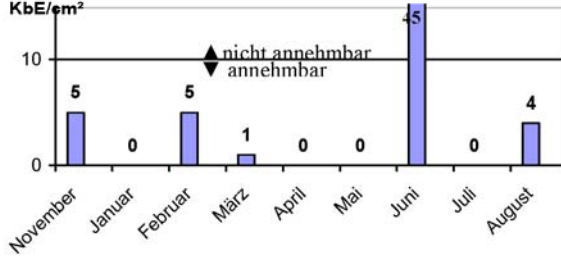

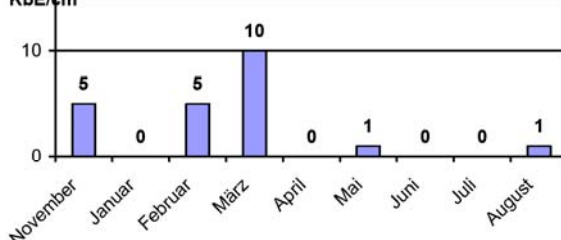

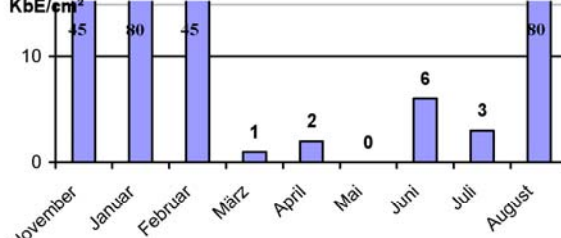

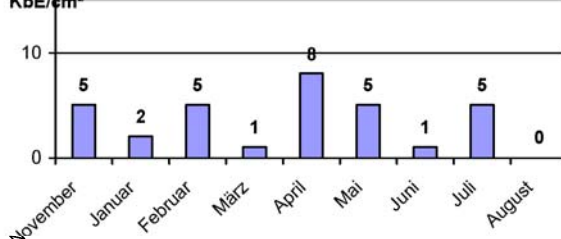
Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum																				
17)  Kutter, Innenfläche	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>45</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>1</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>3</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>0</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>6</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>3</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>4</td></tr> <tr><td>August</td><td>9</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm²	November	45	Januar	1	Februar	3	März	1	April	0	Mai	6	Juni	3	Juli	4	August	9	12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
Month	KbE/cm²																					
November	45																					
Januar	1																					
Februar	3																					
März	1																					
April	0																					
Mai	6																					
Juni	3																					
Juli	4																					
August	9																					
18)  Wurstfüllmaschine	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>1</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>7</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>0</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>4</td></tr> <tr><td>August</td><td>7</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm²	November	1	Januar	7	Februar	0	März	1	April	1	Mai	0	Juni	0	Juli	4	August	7	12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
Month	KbE/cm²																					
November	1																					
Januar	7																					
Februar	0																					
März	1																					
April	1																					
Mai	0																					
Juni	0																					
Juli	4																					
August	7																					
19)  Wasserhahn	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>80</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>2</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>45</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>7</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>10</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>3</td></tr> <tr><td>August</td><td>45</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm²	November	80	Januar	2	Februar	45	März	1	April	1	Mai	7	Juni	10	Juli	3	August	45	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Month	KbE/cm²																					
November	80																					
Januar	2																					
Februar	45																					
März	1																					
April	1																					
Mai	7																					
Juni	10																					
Juli	3																					
August	45																					
20)  Messerköcher, innen	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>1</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>0</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>1</td></tr> <tr><td>März</td><td>2</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>0</td></tr> <tr><td>August</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm²	November	1	Januar	0	Februar	1	März	2	April	1	Mai	0	Juni	0	Juli	0	August	1	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Month	KbE/cm²																					
November	1																					
Januar	0																					
Februar	1																					
März	2																					
April	1																					
Mai	0																					
Juni	0																					
Juli	0																					
August	1																					


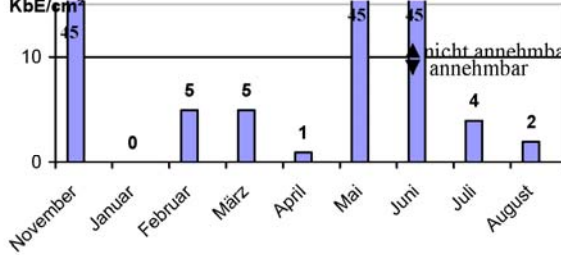

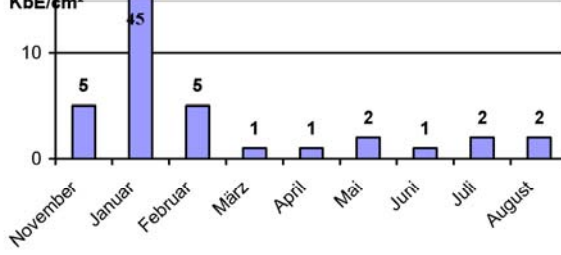

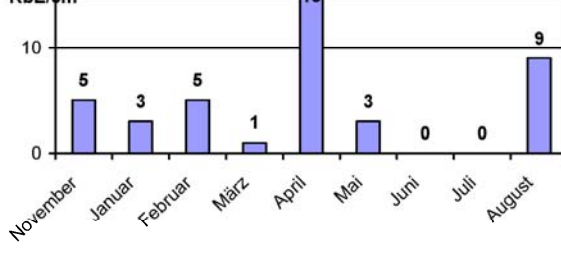
Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum																				
21)  Tisch neben Kessel	 <table border="1"> <caption>Data for 21) Tisch neben Kessel</caption> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>45</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>45</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>45</td></tr> <tr><td>März</td><td>5</td></tr> <tr><td>April</td><td>8</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>1</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>1</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>2</td></tr> <tr><td>August</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	45	Januar	45	Februar	45	März	5	April	8	Mai	1	Juni	1	Juli	2	August	3	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	45																					
Januar	45																					
Februar	45																					
März	5																					
April	8																					
Mai	1																					
Juni	1																					
Juli	2																					
August	3																					
22)  Kessel, innen	 <table border="1"> <caption>Data for 22) Kessel, innen</caption> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>1</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>1</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>1</td></tr> <tr><td>März</td><td>0</td></tr> <tr><td>April</td><td>0</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>1</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>5</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>0</td></tr> <tr><td>August</td><td>11</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	1	Januar	1	Februar	1	März	0	April	0	Mai	1	Juni	5	Juli	0	August	11	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	1																					
Januar	1																					
Februar	1																					
März	0																					
April	0																					
Mai	1																					
Juni	5																					
Juli	0																					
August	11																					
23)  Mole, innen	 <table border="1"> <caption>Data for 23) Mole, innen</caption> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>4</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>1</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>1</td></tr> <tr><td>März</td><td>3</td></tr> <tr><td>April</td><td>0</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>1</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>0</td></tr> <tr><td>August</td><td>4</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	4	Januar	1	Februar	1	März	3	April	0	Mai	0	Juni	1	Juli	0	August	4	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	4																					
Januar	1																					
Februar	1																					
März	3																					
April	0																					
Mai	0																					
Juni	1																					
Juli	0																					
August	4																					
24)  Türgriff	 <table border="1"> <caption>Data for 24) Türgriff</caption> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>45</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>1</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>1</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>0</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>45</td></tr> <tr><td>August</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	45	Januar	1	Februar	1	März	1	April	0	Mai	0	Juni	0	Juli	45	August	0	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	45																					
Januar	1																					
Februar	1																					
März	1																					
April	0																					
Mai	0																					
Juni	0																					
Juli	45																					
August	0																					


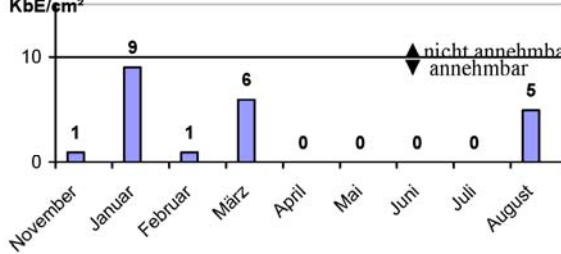

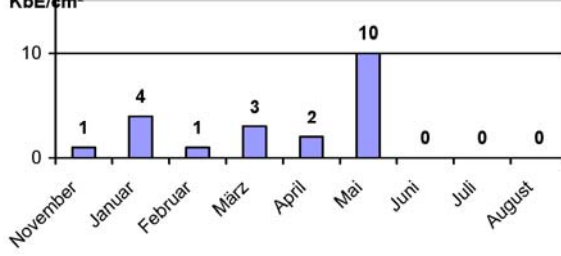

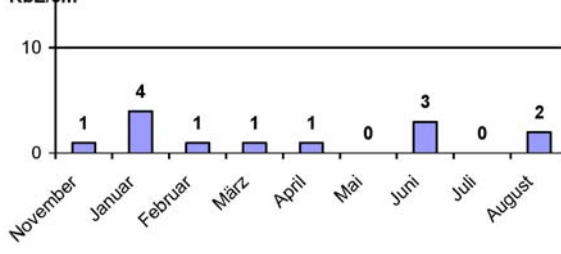
Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum
26)  Wand		12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
27)  Boden		26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
28)  großer Kessel, innen		12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04
29)  Sägeblatt		12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04


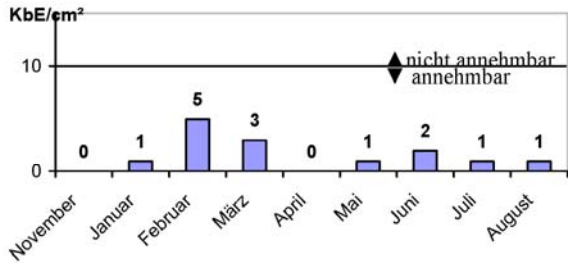
Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum
30)  Türgriff	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>nicht annehmbar annehmbar</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p>	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
31)  Tisch groß	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p>	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
32)  Messerhalterung	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p>	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
33)  Wasserhahn	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p>	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04


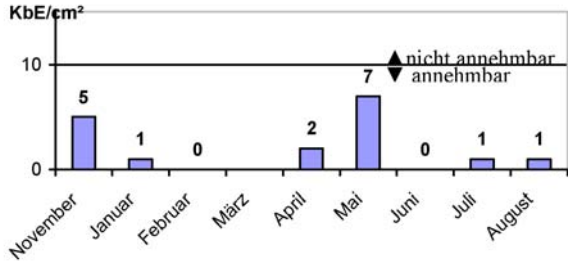
Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum
34)  Messer, Griff	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p> <p>nicht annehmbar annehmbar</p>	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
35)  Messer, Schneide	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p>	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
36)  Messer, Übergang Griff-Schneide	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p>	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
37)  Fleischhaken	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p>	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04

Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum
38)  Eurokiste, Innenfläche	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p> <p>nicht annehmbar annehmbar</p>	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
39)  Transportwagen, Auflagefläche	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p>	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
40)  Arbeitsbretter	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p>	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
41)  Eurohaken	 <p>KbE/cm²</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>November Januar Februar März April Mai Juni Juli August</p>	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04

Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum																				
42)  Schürze	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>45</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>0</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>5</td></tr> <tr><td>März</td><td>5</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>45</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>45</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>4</td></tr> <tr><td>August</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	45	Januar	0	Februar	5	März	5	April	1	Mai	45	Juni	45	Juli	4	August	2	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	45																					
Januar	0																					
Februar	5																					
März	5																					
April	1																					
Mai	45																					
Juni	45																					
Juli	4																					
August	2																					
43)  Stiefel	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>5</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>45</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>5</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>2</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>1</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>2</td></tr> <tr><td>August</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	5	Januar	45	Februar	5	März	1	April	1	Mai	2	Juni	1	Juli	2	August	2	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	5																					
Januar	45																					
Februar	5																					
März	1																					
April	1																					
Mai	2																					
Juni	1																					
Juli	2																					
August	2																					
44)  Kettenhandschuh	 <p>KbE/cm²</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>KbE/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>November</td><td>5</td></tr> <tr><td>Januar</td><td>3</td></tr> <tr><td>Februar</td><td>5</td></tr> <tr><td>März</td><td>1</td></tr> <tr><td>April</td><td>15</td></tr> <tr><td>Mai</td><td>3</td></tr> <tr><td>Juni</td><td>0</td></tr> <tr><td>Juli</td><td>0</td></tr> <tr><td>August</td><td>9</td></tr> </tbody> </table>	Month	KbE/cm ²	November	5	Januar	3	Februar	5	März	1	April	15	Mai	3	Juni	0	Juli	0	August	9	18.11.03 15.01.04 25.02.04 18.03.04 22.04.04 13.05.04 08.06.04 23.07.04 10.08.04
Month	KbE/cm ²																					
November	5																					
Januar	3																					
Februar	5																					
März	1																					
April	15																					
Mai	3																					
Juni	0																					
Juli	0																					
August	9																					

Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum																				
45)  Wand unterhalb Aufhängeleiste	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>November</th> <th>Januar</th> <th>Februar</th> <th>März</th> <th>April</th> <th>Mai</th> <th>Juni</th> <th>Juli</th> <th>August</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KbE/cm²</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>1</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Month	November	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	KbE/cm²	1	9	1	6	0	0	0	0	5	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
Month	November	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August													
KbE/cm²	1	9	1	6	0	0	0	0	5													
46)  Arbeitsfläche	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>November</th> <th>Januar</th> <th>Februar</th> <th>März</th> <th>April</th> <th>Mai</th> <th>Juni</th> <th>Juli</th> <th>August</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KbE/cm²</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Month	November	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	KbE/cm²	1	4	1	3	2	10	0	0	0	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
Month	November	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August													
KbE/cm²	1	4	1	3	2	10	0	0	0													
47)  Fleischschalen	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>November</th> <th>Januar</th> <th>Februar</th> <th>März</th> <th>April</th> <th>Mai</th> <th>Juni</th> <th>Juli</th> <th>August</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KbE/cm²</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Month	November	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	KbE/cm²	1	4	1	1	1	0	3	0	2	26.11.03 21.01.04 17.02.04 27.03.04 30.04.04 27.05.04 18.06.04 29.07.04 20.08.04
Month	November	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August													
KbE/cm²	1	4	1	1	1	0	3	0	2													

Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum
08)  Türgriff Toilette, innen		12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04

Probenahmestelle	Balkendiagramm	Datum
25)  Wurstspieße		12.11.03 07.01.04 08.02.04 13.03.04 14.04.04 05.05.04 03.06.04 17.07.04 04.08.04

DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Michael Bülte für die Überlassung des interessanten Themas, die jederzeit gewährte Unterstützung, die freundliche Aufnahme am Institut und die Korrektur dieser Arbeit.

Herrn Dr. K. Failing danke ich für die Beratung bei der Datenpräsentation.

Ferner danke ich Frau Stefanie Roth für die kompetente und freundliche Betreuung, sowie für Rat und Hilfe während der gesamten Erstellung.

Mein weiterer Dank gilt allen Mitarbeitern des Instituts für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde für ihre Hilfsbereitschaft und die angenehmen Arbeitsbedingungen.

Auch den Mitarbeitern des Direktvermarkterbetriebs sei für die gute Kooperation und freundliche Unterstützung gedankt.

Ebenso gilt mein Dank der Firma Schülke & Mayr für die materielle Hilfestellung.

Weiterhin danke ich Frau Iris Schwantzer und Herrn Dirk Stadelmann für die Durchsicht des Manuskriptes. Herrn Guiseppe Calidoni sei für die Hilfe der Erstellung des englischen Textes herzlich gedankt.

Ganz herzlich danke ich meinen Eltern für ihre immerwährende Hilfsbereitschaft und ein spezielles Dankeschön geht an meinen Mann Alexander Otten für seine Geduld und Unterstützung.

Schließlich möchte ich mich bei all jenen herzlich bedanken, die in irgendeiner Weise zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.