

**Untersuchungen zum Vorkommen von Salmonellen-
Antikörpern bei Mastschweinen im Einzugsgebiet des
Schlachthofes Karlsruhe im Hinblick auf die Einführung
eines staatlichen Salmonellen-Monitoring**

Kirsten Penner

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

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

Angefertigt im
Labor und Schlachthof der Karlsruher Schlachthof- Betriebsgesellschaft MBH

(Leiter: Dr. D. Stegen)

**Untersuchungen zum Vorkommen von Salmonellen-Antikörpern bei
Mastschweinen im Einzugsgebiet des Schlachthofes Karlsruhe im Hinblick auf
die Einführung eines staatlichen Salmonellen-Monitoring**

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

von
Kirsten Penner
aus
Karlsruhe

München 2004

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle

Referent: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle

Korreferentin: Priv.-Doz. Dr. B. Schalch

Tag der Promotion: 23. Juli 2004

Meinen Eltern und Flo

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
2	LITERATUR	2
2.1	Eigenschaften und Bekämpfung von Salmonellen	2
2.1.1	Morphologie und Taxonomie	2
2.1.2	Pathogenität und Virulenz	4
2.1.3	Biochemische Eigenschaften	8
2.1.4	Salmonelleninfektion	9
2.1.4.1	Salmonelleninfektion beim Menschen	9
2.1.4.2	Salmonelleninfektion beim Schwein	12
2.1.4.3	Inapparente Infektionen.....	14
2.1.5	Immunologie.....	16
2.1.5.1	Grundlagen der Abwehr von Infektionserregern.....	16
2.1.5.2	Immunreaktionen gegen Salmonellen	18
2.1.6	Bekämpfungsmaßnahmen	20
2.1.6.1	Prophylaxe	21
2.1.6.1.1	Krankheitsvorbeugung auf der Ebene der Tierzucht und -haltung	22
2.1.6.1.2	Krankheitsvorbeugung auf der Ebene der Futtermittel	23
2.1.6.1.3	Krankheitsvorbeugung auf der Ebene der Lebensmittelgewinnung und -verarbeitung	25
2.1.6.2	Impfung	26
2.1.6.3	Medikamentöse Therapie und Bestandssanierung	27
2.2	Diagnostik der Salmonellen.....	28
2.2.1	Direkter (Erreger-) Nachweis	29
2.2.2	Indirekter (Antikörper-) Nachweis	34

2.2.2.1	Allgemeines zum Antikörpernachweis	34
2.2.2.2	ELISA-Technik	37
2.2.2.3	ELISA-Testsysteme	38
2.2.2.3.1	Dänemark	39
2.2.2.3.2	Deutschland	41
2.2.3	Unterschiede im Ergebnis direkter und indirekter Nachweise	45
2.3	Epidemiologie der Salmonellen	47
2.3.1	Übertragungswege der Salmonellen in der Massentierhaltung	47
2.3.1.1	Vertikale Übertragung	47
2.3.1.2	Horizontale Übertragung	49
2.3.1.2.1	Salmonellenbelastung der Umwelt	49
2.3.1.2.2	Salmonellenübertragung durch Kontakt mit anderen Schweinen	51
2.3.1.2.3	Salmonellenübertragung durch Kontakt mit artfremden Tieren	52
2.3.1.2.4	Salmonellenübertragung durch Futtermittel	53
2.3.1.2.5	Einfluss von Stress auf Salmonellen	54
2.3.1.2.6	Salmonellenübertragung während des Transports und des Aufenthaltes von Schweinen auf dem Schlachthof	55
2.3.1.2.7	Salmonellenübertragung durch Zukauf von Ferkeln	57
2.3.1.2.8	Einfluss der Herdengröße	58
2.3.1.2.9	Einfluss des Betriebssystems	59
2.3.1.2.10	Kontamination von Betriebsgebäuden	60
2.3.2	Übertragung bei Gewinnung und Verarbeitung	60
2.3.3	Vorkommen von Salmonellen bzw. Salmonellen-AK in Schweinebeständen in Deutschland	64
2.3.4	Vorkommen von Salmonellen bzw. Salmonellen-AK in Schweinebeständen anderer europäischer Länder	67

2.3.4.1	Dänemark.....	67
2.3.4.2	Niederlande.....	68
2.4	Qualitätssicherung.....	69
2.4.1	„Monitoring- oder Surveillanceprogramme“	70
2.4.2	Die Leitlinien des BML.....	72
2.4.3	Entwurf der Schweine-Salmonellen-VO	74
2.4.4	Ausgewählte Beispiele der Qualitätssicherung in der Schweineproduktion	75
2.4.4.1	Deutschland	75
2.4.4.2	Dänemark.....	77
2.4.4.3	Niederlande.....	81
3	MATERIAL UND METHODEN.....	84
3.1	Probenmaterial	84
3.2	Chemikalien und Reagenzien.....	85
3.3	Fragebogen	86
3.4	Geräte und Hilfsmittel	88
3.4.1	Probennahme	88
3.4.2	Fleischsaftgewinnung	88
3.4.3	Serologische Untersuchung mit Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum	88
3.4.4	Auswertung des Fragebogens.....	90
3.5	Methode	90
3.5.1	Vorbereitung und Probennahme	90
3.5.2	Fleischsaftgewinnung	90
3.5.3	Serologische Untersuchung mit Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum	91

3.5.3.1	Vorbereitung der Testreagenzien	91
3.5.3.2	Vorbereitung der Fleischsaftproben	92
3.5.3.3	Testdurchführung	94
3.5.3.4	Testauswertung	94
4	ERGEBNISSE	96
4.1	Serologische Untersuchung der Fleischsaftproben	96
4.1.1	Charakteristika der eingesetzten Mikrotiterplatten und Probenverteilung	96
4.1.2	Probenumfang der einzelnen Betriebe	99
4.1.3	Überblick über Salmonellen-AK-Prävalenzen.....	100
4.1.4	Einteilung der Betriebe gemäß den Leitlinien des BML	103
4.1.5	Genauere Aufteilung der Betriebe nach ihren AK-Prävalenzwerten...	104
4.2	Auswertung des Fragebogens.....	106
4.2.1	Allgemeine Eindrücke aus der telefonischen Befragung	106
4.2.2	Parameter Schlachtungen am Schlachthof Karlsruhe	106
4.2.3	Betriebsgröße und weitere Betriebsparameter	107
4.3	Zusammenhang zwischen ELISA-Ergebnis und bestimmten Betriebsparametern	110
4.3.1	Mittlere AK-Prävalenz in Abhängigkeit von den einzelnen Parametern.....	110
4.3.1.1	Mittlere AK-Prävalenz in Abhängigkeit zur Betriebsgröße	111
4.3.1.2	Mittlere AK-Prävalenz in Abhängigkeit zur Betriebsart	113
4.3.1.3	Mittlere AK-Prävalenz und Ferkelzukauf	113
4.3.1.4	Mittlere AK-Prävalenz und Kenntnis von Monitoringprogrammen	114
4.3.1.5	Mittlere AK-Prävalenz und Teilnahme an Monitoring.....	115
4.3.2	Mögliche Fehlerquellen der Interpretation	116

5	DISKUSSION	118
5.1	Serologische Untersuchungen	118
5.1.1	Salmonellen-Antikörper-Prävalenzen der eigenen Untersuchungen im Überblick	118
5.1.2	Salmonellen-Antikörper-Prävalenzen im Vergleich zu anderen Untersuchungen	119
5.1.3	Organisation der deutschen Fleischwirtschaft im Hinblick auf Salmonellen-Monitoringprogramme	121
5.1.4	Umsetzbarkeit der Leitlinien bzw. einer künftigen Schweine-Salmonellen-VO.....	123
5.1.5	Probenumfang	126
5.1.6	Auswahl des Probenmaterials	127
5.1.7	ELISA-Untersuchungsverfahren	129
5.1.8	Einteilung der Betriebe gemäß den Leitlinien des BML	130
5.1.9	Genauere Aufteilung der Betriebe nach ihren Antikörper-Prävalenzwerten	132
5.2	Auswertung des Fragebogens.....	133
5.3	Zusammenhang zwischen ELISA-Ergebnis und bestimmten Betriebsparametern	135
5.3.1	Einfluss der Betriebsgröße	135
5.3.2	Einfluss der Betriebsart	136
5.3.3	Einfluss des Ferkelzukaufes	137
5.3.4	Einfluss der Kenntnis von Monitoringprogrammen	139
5.3.5	Einfluss der Teilnahme an Monitoringprogrammen	139
5.3.6	Mögliche Fehlerquellen der Interpretation	140

6	SCHLUSSFOLGERUNGEN	142
7	ZUSAMMENFASSUNG	145
8	SUMMARY	147
9	LITERATURVERZEICHNIS	149
10	ANHANG.....	169
10.1	Formblätter zum ELISA	169
10.1.1	Legende und Erläuterungen zur Abbildung 1	169
10.1.2	Legende und Erläuterungen zur Abbildung 2	169
10.2	Extinktionswerte und zugehörige Labornummern	170

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fließschema des Salmonellen-Untersuchungsgangs (modifiziert nach der Amtl. Sammlung von Untersuchungsverf. nach § 35 LMBG, 1998).....	30
Abbildung 2: PS-ELISA (nach NILSSON und LANGE, 2001).....	44
Abbildung 3: Fragebogen	87
Abbildung 4: Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum	92
Abbildung 5: Schematische Darstellung des Enterisol® Salmonellen Diagnostikum (Boehringer Ingelheim)	93
Abbildung 6: Verteilung der Probenumfänge auf die Anzahl der Betriebe	100
Abbildung 7: Prävalenzhäufigkeit gemäß den Leitlinien des BML	104
Abbildung 8: Ergebnisse der Fragebögen in Bezug auf Parameter des Betriebsmanagements.....	107
Abbildung 9: Einteilung der Betriebe anhand ihrer Betriebsgröße	108
Abbildung 10: Mittlere AK-Prävalenz in Abhängigkeit zur Betriebsgröße	112
Abbildung 11: Mittlere AK-Prävalenz in Abhängigkeit zur Betriebsart	113
Abbildung 12: Mittlere AK-Prävalenz und Ferkelzukauf.....	114
Abbildung 13: Mittlere AK-Prävalenz und Monitoringkenntnis	115
Abbildung 14: Mittlere AK-Prävalenz und Monitoringteilnahme	116
Abbildung 15: Einfluss der Probenzahl auf die mittlere AK-Prävalenz.....	117

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu den Spezies und Subspezies der Gattung <i>Salmonella</i> (nach ROLLE und MAYR, 2002 und POPOFF et al., 1998)	3
Tabelle 2: Salmonellennachweisraten in verschiedenen Futtermitteln (modifiziert nach HARTUNG (2001 und 2002))	53
Tabelle 3: <i>Salmonella</i> -Serotypen der bundesweiten Pilotstudie in Deutschland 1996 (nach KÄSBOHRER et al., 1997)	65
Tabelle 4: Salmonellennachweisraten gemäß den Trendberichten über Zoonosen der Jahre 2000 und 2001 (nach HARTUNG, 2001 und 2002)	65
Tabelle 5: Einteilung der Betriebe gemäß den Leitlinien	74
Tabelle 6: Probenzahlen der einzelnen Betriebe nach Betriebsgröße	85
Tabelle 7: Charakteristika der eingesetzten Mikrotiterplatten und Proben- verteilung (Teil 1)	97
Tabelle 8: Charakteristika der eingesetzten Mikrotiterplatten und Proben- verteilung (Teil 2)	98
Tabelle 9: Verteilung der Probenumfänge auf die Anzahl der Betriebe	99
Tabelle 10: Vorkommen AK-positiver Fleischsaftproben in den einzelnen Betrieben (Teil 1)	101
Tabelle 11: Vorkommen AK-positiver Fleischsaftproben in den einzelnen Betrieben (Teil 2)	102
Tabelle 12: Einteilung der Betriebe anhand der AK-Prävalenz	103

Tabelle 13: AK-Prävalenzwerte der Betriebe.....	105
Tabelle 14: Anzahl der AK-Positiven verteilt auf die einzelnen Quartile	105
Tabelle 15: Ergebnisse der Fragebögen (Teil 1)	109
Tabelle 16: Ergebnisse der Fragebögen (Teil 2)	110

Abkürzungsverzeichnis

AG	Antigen
AK	Antikörper
Anz.	Anzahl
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
BML	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
d.h.	das heißt
ELISA	Enzyme Linked Immunosorbent Assay
HACCP	H azard A nalysis und C ritical C ontrol P oint
IgG	Immunglobulin G
IgM	Immunglobulin M
ISO	International Organization for Standardization
KBE	koloniebildende Einheiten
KSB	Karlsruher Schlacht Betriebe
LMBG	Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz
neg.	negativ
Nl.	Niederländisch
OD	optische Dichte (optical density)
o.g.	oben genannt
p.i.	post infectionem
PMN	polymorphkernige neutrophile Granulozyten
pos.	positiv
PP	Prozentsatz der optischen Dichte
RKI	Robert-Koch-Institut
S.	Salmonella
spp.	Spezies
ssp.	Subspezies
subsp.	Subspezies
u.a.	unter anderem
v.a.	vor allem
\bar{x}	arithmetischer Mittelwert

1 Einleitung

Salmonellen verursachen weltweit Erkrankungen beim Menschen, die zum Tode führen können und auf Lebensmittel zurückzuführen sind, die mit Salmonellen kontaminiert waren. Die Befallsrate mit Salmonellen lag 1999 gemäß Angaben des BgVV für Geflügelfleisch bei 15 %, für Rindfleisch bei 0,8% und für Schweinefleisch bei 3,0%. Die Anzahl der gemeldeten Salmonellosefälle in Deutschland stieg von über 2 000 im Jahre 1962 auf ca. 195 000 (neue Bundesländer eingeschlossen) im Salmonellose-Spitzenjahr 1992 an. Etwa 20% der Fälle menschlicher Salmonellosen in Deutschland sind dabei durch vom Schwein stammende Salmonellen verursacht.

Besonders die latenten Salmonelleninfektionen der Schlachtschweine stellen ein ernst zu nehmendes Risiko für die Gesundheit des Menschen dar. Zum Schutz der Verbraucher durch mehr Sicherheit im Lebensmittelsektor ist die Schaffung einer Qualitätssicherung entlang der gesamten Lebensmittelkette erforderlich („stable to table“-Konzept), einschließlich einer ständigen und aktiven Kontrolle der Verbreitung der Salmonellen. Zu diesem Zweck wurden die „Leitlinien zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung“ des BML vom 05.02.1998 und der Entwurf der „Verordnung zur Verminderung des Salmonelleneintrags durch Schlachtschweine bei der Fleischgewinnung“ durch das BMVEL im Jahr 2002 ausgearbeitet. Schweinebestände sollen dabei auf ihre Salmonellenprävalenz überprüft und in Belastungskategorien eingeteilt werden, um durch festgesetzte Maßnahmen entsprechend der Einstufung eines Betriebes das Risiko des Eintritts von Salmonellen in die Fleischverarbeitende Industrie zu senken.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Situation im Einzugsgebiet des Schlachthofes Karlsruhe, mit überwiegend kleinbäuerlicher Erzeugung, bezüglich der Befallsrate von Mastschweinen mit Salmonellen-Antikörpern zu erfassen. In einem weiteren Schritt sind diese Ergebnisse mit anderen Untersuchungen auf Salmonellen-Antikörper in Deutschland und anderen Ländern verglichen und diskutiert worden. Des Weiteren sollte der Einfluss des Betriebsmanagements auf die Salmonellen-Prävalenz untersucht werden. Hierfür wurde ein Fragebogen zur Beantwortung durch die Besitzer der beprobten Betriebe erarbeitet und die daraus gewonnenen Ergebnisse diskutiert.

2 Literatur

2.1 Eigenschaften und Bekämpfung von Salmonellen

2.1.1 Morphologie und Taxonomie

Bereits 1880 wurde der Typhuserreger (*Salmonella typhi*) durch Eberth mikroskopisch nachgewiesen. Er wurde vorerst unter einem anderen Gattungsnamen geführt und erst 1900 wurde von Lignieres unter Leitung von Salmon in den USA der 1885 beschriebene Hogcholera-Bacillus als *Salmonella cholerasuis* benannt, was zur Gattungsbezeichnung der Salmonellen führte (ROLLE und MAYR, 2002). Nach Bergey's Manual of Systematic Bacteriology werden die Salmonellen in die Sektion 5, die „fakultativ anaeroben, gramnegativen Stäbchen“, die Familie der „*Enterobacteriaceae*“ und schließlich in die Gattung „*Salmonella*“ eingeteilt (SELBITZ, 1992; BOONE et al., 2001). Bei den Salmonellen handelt es sich um 0,7-1,5 x 2,0-5,0 µm große, gramnegative, fakultativ anaerobe Stäbchenbakterien, die, bis auf wenige Ausnahmen (z.B. *S. Gallinarum*), beweglich sind (ROLLE und MAYR, 2002).

Bei allen Enterobakterien kommen in der äußeren Membran verankerte, hitzestabile Lipopolysaccharide (LPS) vor (O-Antigen). Eine die äußere Membran umhüllende Schleimkapsel (K-Antigen) kann dagegen durch Kochen entfernt werden. Das LPS ist dreiteilig aufgebaut. Das Lipid A stellt die Fettsäure-Glucosaminhaltige Komponente dar, ist in der Membran verankert und toxisch und wird deshalb als Endotoxin bezeichnet. Darauf folgt eine Kernregion aus Zuckerketten, die von einer hochvariablen, aus repetitiven Oligosaccharideinheiten zusammengesetzten Seitenkette abgeschlossen wird. Letztere ist für die O-Antigenspezifität verantwortlich. Mutationen in den LPS-Biosynthesegenen können zum Verlust der LPS-Seitenketten bzw. des O-Antigens führen. Diese Formen wachsen auf Nährböden als matte Kolonien in der so genannten „Rauhform“ (R=rough/rauh) im Gegensatz zu der ansonsten glatten Form (S=smooth/glatt). Die Geißel- oder H-Antigene liegen häufig in zwei Phasen vor, wobei hierbei die Kultur einer diphasischen Serovar aus Zellen der ersten und Zellen aus der zweiten Phase besteht, da einzelne Zellen immer nur H-Antigen (H-Ag) einer Phase ausbilden (SELBITZ et al., 1995; KÖHLER et al., 2001).

Die serologische Analyse führte zum Kauffmann-White-Schema, in dem die Ausstattung der einzelnen Serovare mit verschiedenen O- und H-Antigenen ausschlaggebend ist und in dem bis 1997 genau 2449 Serovare (einschließlich der Ergänzungen durch das Supplement No. 41) definiert waren. Die O-Antigene im Kauffmann-White-Schema werden mit arabischen Ziffern bezeichnet und durch gemeinsame Haupt-O-Antigene in Gruppen eingeteilt. Die H-Antigene der ersten Phase werden mit lateinischen Buchstaben, die H-Antigene der zweiten Phase mit arabischen Ziffern dargestellt. Das Kauffmann-White-Schema bildet die international verbindliche Grundlage für die Ordnung der Salmonellen und wird vom WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella am Pariser Pasteur-Institut regelmäßig aktualisiert (SELBITZ et al., 1995; ROLLE und MAYR, 2002). DNA-Analysen ließen eine Einteilung in zwei Spezies zu: *S. enterica* (ehemals *S. cholerasuis*) mit 6 Subspezies und *S. bongori* mit einer Subspezies *bongori*. Zur Spezies *S. enterica* gehören die Subspezies *enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* und *indica*. Die genaue Einteilung ist in Tabelle 1 dargestellt (ROLLE und MAYR, 2002).

Spezies	<i>S. enterica</i>						<i>S. bongori</i>
Subspezies	ssp. <i>enterica</i>	ssp. <i>salamae</i>	ssp. <i>arizonae</i>	ssp. <i>diarizonae</i>	ssp. <i>houtenae</i>	ssp. <i>indica</i>	ssp. <i>bongori</i>
frühere Bezeichnung	ssp. I	ssp. II	ssp. III a	ssp. III b	ssp. IV	ssp. VI	ssp. V
Anzahl der Serovare	1443	488	94	323	70	11	20

Tabelle 1: Übersicht zu den Spezies und Subspezies der Gattung *Salmonella* (nach ROLLE und MAYR, 2002 und POPOFF et al., 1998)

Die Subspezies *enterica* stellt den für Warmblüter bedeutsamsten Vertreter dar, die Vertreter der Arizonae- und Diarizonae-Subspezies werden vorwiegend bei wechselwarmen Tieren nachgewiesen. Die verbleibenden Unterarten sowie *S. bongori* werden hauptsächlich in Umweltproben gefunden. Diese neue Einteilung, die die Speziesbezeichnung *Enterica* anstelle von *Cholerasuis* beinhaltet, wurde 1987 von Le Minor und Popoff vorgeschlagen, um Verwechslungen zwischen Spezies und Serovar vorzubeugen, denn *Cholerasuis* war gleichzeitig Speziesbezeichnung und Serovarbezeichnung für ein beim Schwein adaptiertes Serovar. Die Einteilung wird bereits

in der mikrobiologischen Literatur genutzt, ist jedoch von der Judicial Commission des ICSB (International Committee on Systematic Bacteriology) noch nicht offiziell anerkannt (LE MINOR und POPOFF, 1987; SELBITZ, 1992; SELBITZ et al., 1995; BOONE et al., 2001; ROLLE und MAYR, 2002). Um das System übersichtlich zu halten, wird normalerweise der Gattungsname *Salmonella*, gefolgt von der Serovarenbezeichnung, beginnend mit einem Großbuchstaben, verwendet, beispielsweise *S. Typhimurium* anstelle der eigentlich korrekten Bezeichnung *S. enterica* subsp. *enterica* ser. Typhimurium (ROLLE und MAYR, 2002).

2.1.2 Pathogenität und Virulenz

Als Pathogenität (pathos=leiden) wird die Eigenschaft eines Infektionserregers bezeichnet, nach dem Eindringen, dem Haften und der identischen Vermehrung in einem Wirt zu einer lokalen oder allgemeinen Störung des Leistungsvermögens (functio laesa) zu führen und eine Infektionskrankheit erzeugen zu können. Die Virulenz hingegen ist als Grad der krankmachenden Eigenschaften eines Erregers bzw. seines Stammes in einem bestimmten Wirt unter definierten Infektionsbedingungen charakterisiert (ROLLE und MAYR, 2002). Die Pathogenität stellt ein qualitatives, speziesspezifisches Merkmal dar. Wird ein Bakterienstamm nicht als apathogen, sondern als pathogen eingestuft, so bezeichnet man die quantitative Ausprägung der Pathogenität als Virulenz. Bevor Serovar oder Stamm eines Salmonellenisolates als avirulent eingestuft werden, ist der Erreger als potentieller Zoonoseerreger zu betrachten (SELBITZ et al., 1995).

Für die Virulenz bestimmend sind Adhäsivität, Invasivität, fakultativ intrazellulärer Parasitismus und Toxinbildung (Endo-, Zyto- und Enterotoxine) des Erregers. Die Adhäsion der Salmonellen an die Zellen des Darmepithels wird meist mit Hilfe von Fimbrien gewährleistet. Diese sind bei *S. Enteritidis* am besten erforscht und werden anhand der Molmasse der Fimbrienuntereinheiten (in kDa) als SEF (*Salmonella Enteritidis Fimbriae*) 14, 17, 18 und 21 bezeichnet. Die Fimbrien besitzen eine fädige Proteinstruktur und einen Durchmesser von 2-7 nm. Sie binden über ihre Lektine an Mannose und andere Kohlenhydrate enthaltende Rezeptoren bzw. auch Fibronektine der Zielzellen. In den meisten Fällen handelt es sich bei Salmonellen um Typ1 (MSHA- mannosesensible Hämagglutination) Fimbrien, bei denen durch Zugabe von Mannose die Hämagglutination gehemmt wird. Die MRHA-Fimbrien (mannosere-

sistente Fimbrien) kommen selten vor. Bei der Anlagerung der Salmonellen an die Zellen des Darmepithels, dem initialen Pathogeneseschritt, muss zwischen einer noch reversiblen und einer irreversiblen, stabilen Adhäsion unterschieden werden. Invasive Salmonellen sind nun im zweiten Pathogeneseschritt in der Lage, besonders im terminalen Ileum, in absorptive Epithelzellen und in spezialisierte M-Zellen (Microfold Zellen) einzudringen. Dabei wird die Invasion durch die hohe Osmolarität und den niedrigen Sauerstoffgehalt begünstigt. Der invasive Phänotyp wird durch die chromosomalen *inv*-Gene (Invasivitätsgene) und den *hil*-Locus (hyperinvasion locus) geprägt.

Für das intrazelluläre Überleben ist die Ausbildung von speziellen Oberflächenproteinen Voraussetzung. Salmonellen besitzen oftmals Toxinwirkung, wobei als Träger der Giftwirkung der Endotoxine das Lipid A (Region III des LPS) anzusehen ist. Defekte in der Ausbildung der LPS-Regionen I und II führen zu R-Formen mit unterschiedlich starkem Virulenzverlust. Neben der Toxinwirkung besitzt die LPS-Region noch weitere Virulenzfaktoren. So beeinflusst sie die Makrophagenaktivität und die Sensitivität für Komplement und senkt die Empfindlichkeit gegenüber Defensinen des Wirtes. Die Zusammensetzung des LPS ist von entscheidender Bedeutung für die Serumresistenz, das Überleben im Gastrointestinaltrakt, die Fähigkeit zum Eindringen in tiefere Gewebeschichten und die Invasion von Eukaryotenzellen. Das Durchdringen der Zellbarriere ist die Voraussetzung, in das lymphohämatogene Gefäßsystem zu gelangen (SELBITZ et al., 1995; KÖHLER et al., 2001; ROLLE und MAYR, 2002).

Nach der oralen Aufnahme von Salmonellen erreichen sie nach der Magenpassage das Darmkonvolut, ihr erstes Ziel. Haben die Erreger die Darmschranke durchbrochen, gelangen sie frei oder phagozytiert in die regionalen Lymphknoten und werden von dort über Lymph- und Blutgefäße systemisch verbracht. Durch die „Filterwirkung“ des mononukleären Phagozytensystems reichern sich die Salmonellen vor allem in Leber und Milz an. Freigesetztes Endotoxin verursacht systemische Effekte wie Fieber und Gefäßschäden mit Thrombose (BAUER und HÖRMANSDORFER, 1995). Der bei Salmonelleninfektionen auftretende Durchfall kommt durch eine vermehrte Chlorid-Sekretion zustande, über deren Ursache noch spekuliert wird. Zum einen kommt es zur Produktion Choleratoxin-ähnlicher Enterotoxine, zum anderen

wird auch die durch Salmonellen hervorgerufene Infiltration der infizierten Darmmukosa mit neutrophilen Granulozyten und damit assoziiert die Prostaglandin PGE₂-Freisetzung eingeleitet. Die Enterotoxine existieren in einer hitzelabilen (LT) und einer hitzestabilen Form (ST), wobei die hitzelabile Form dominiert. Das Zytotoxin der Salmonellen führt zur Lysis von Zellen. Ein Teil der Toxine wird im periplasmatischen Raum der Salmonellen gelagert und bei deren Zerfall frei. Eventuell wird die Bildung und/oder Freisetzung des Toxins auch durch Kontakt mit der Zielzelle ausgelöst. In der Toxinwirkung werden die Permeabilitätsänderung der Darmschleimhaut, die zytotoxische Schädigung der Schleimhautzellen sowie ein Einfluss auf die Penetration der Darmwand diskutiert. Ein Ergebnis der Zytotoxizität sind ebenfalls erhöhte Adhäsion und Kolonisation, die durch Fibronektin gefördert werden, das im subepithelialen Dünndarmgewebe durch zytotoxische Faktoren freigelegt wird (SELBITZ et al., 1995).

Wichtige Genorte der Virulenz sind die *spv*-Region (salmonella plasmid virulence) und die chromosomalen Pathogenitätsinseln (SPI-salmonella pathogenicity islands). Diese letzteren Pathogenitätsdeterminanten sind bei den Salmonellen in größere Funktionseinheiten von 7-40 kb zusammengefasst. Die Determinanten wurden durch horizontalen Gentransfer (beispielsweise Transduktion oder Konjugation) erworben und in das Genom integriert. Diese chromosomalen Bereiche werden deshalb als Salmonella Pathogenitäts-Inseln (SPI) bezeichnet. Die SPIs wurden dann im Laufe der Wirtsadaptation stabilisiert. Die SPI-1 trägt beispielsweise Gene für einen Typ III Protein-Sekretions-Translokationsapparat und für Effektorproteine, die für die Darminvasivität verantwortlich sind (KÖHLER et al., 2001). Bei Kontakt der Salmonellen mit einer Wirtszelle wird dieser Apparat aktiviert und die Effektorproteine in das Zytoplasma „injiziert“. Das Effektorprotein SopE aktiviert seinerseits über Aktinpolymerisierung das „ruffling“ bzw. die Makropinozytose, wobei die Zellmembran tulpenartig ausgestülpt wird und die Salmonellen auf diese Weise internalisiert werden. Die Salmonellen sind im Phagosom eingeschlossen, inaktivieren die Genexpression der SPI-1 und aktivieren die Genexpression der übrigen Pathogenitätsinseln SPI-2 bis SPI-5. SPI-2 besitzt einen Transportapparat, der Effektorproteine durch die Phagosomenmembran transloziert.

Mit Hilfe von SPI-3 und SPI-4 und dem *Salmonella*-Virulenzplasmid (SVP) können Salmonellen intrazellulär überleben und sich in Phagosomen vermehren. Zu diesem Zweck müssen Funktionen zum Einsatz kommen, die beispielsweise die Endosom-Endosom-Fusion und die Abtötung von Wirtszellen (v.a. Makrophagen) durch programmierten Zelltod hervorrufen. Salmonellen, die bei der Apoptose frei werden, können extrazellulär überleben und sich dort auch vermehren, wofür die SVP (oder *spv*) -kodierte Faktoren Komplementlyse-Resistenz (Rck) und aggregative Fimbrien (Agf) pathogenetisch bedeutsam sind. Die Fimbrien der Salmonellen führen zur Verklumpung bzw. Mikrokoloniebildung und zur Haftung der Salmonellen an das extrazelluläre Gewebe. Lange, polar ausgerichtete Fimbrien (Lpf) sind für die Anheftung der Salmonellen an M-Zellen der PEYER-Plaques verantwortlich (KÖHLER et al., 2001).

Virulenzplasmide, die bestimmte Virulenzeigenschaften kodieren, sind vor allem für die Kolonisierung von Lymphknoten, Leber und Milz verantwortlich. Die Virulenzplasmide der verschiedenen Serovare besitzen unterschiedliche Größen von 50-90 Kb, weisen aber gleichzeitig eine identische Region von 8 Kb auf, die 5 Virulenzgene (*spv* R, A, B, C und D – salmonella plasmid virulence) enthält (SELBITZ et al., 1995). Den typhösen Salmonellen fehlen das Virulenzplasmid SVP und die Fimbriendeterminante Lpf. Außerdem fehlt ihnen die Fähigkeit, die Polysaccharidkapsel Vi zu bilden, die ebenfalls bei einigen Salmonellenstämmen als thermolabiles Bakterienwandantigen auftritt. Dies erklärt eventuell deren Wirtsspezifität, die sich auf den Menschen und nur wenige Primaten beschränkt (KÖHLER et al., 2001).

An einen bestimmten Wirt angepasste Serovare verursachen meist systemisch verlaufende Erkrankungen. Als invasive Salmonellen bezeichnet man nicht wirtadaptierte Serovare, die ebenfalls Allgemeininfektionen verursachen. Beispiele für diese Salmonellen stellen *S. Typhimurium* und *S. Enteritidis* dar, die in ihren virulenzassoziierten Plasmiden Homologien mit Plasmiden wirtadaptierter Salmonellen wie *S. Dublin* aufweisen. *S. Dublin* (Antigenformel: O 1, 9, 12 [Vi]: Hg, p/-) ist an das Rind angepasst, kann jedoch auch beim Menschen zu schweren systemischen Erkrankungen führen. Der Erreger konnte auch bei Schafen und Schweinen nachgewiesen werden, besitzt bei diesen aber kaum Bedeutung als Krankheitserreger. *S. Cholerasuis* (Antigenformel: O 6, 7: H c/1,5 (var. Kunzendorf O 6, 7: H -/1,5)) ist ein

an das Schwein adaptierter Erreger, kann aber ebenfalls beim Menschen schwere Krankheitsverläufe verursachen. In der Antigenausstattung gleicht der Erreger *S. Typhisuis* und *S. Paratyphi C*. *S. Typhisuis* (Antigenformel: O 6, 7: H c/1,5) ist an das Schwein adaptiert, besitzt für seinen Wirt jedoch trotzdem geringe Bedeutung als Krankheitserreger. *S. Gallinarum* (Antigenformel: O 1, 9, 12: H -/-) ist an Hühnervögel adaptiert und wird selten bei Säugetieren nachgewiesen. Die Biovare *Gallinarum* und *Pullorum* können biochemisch unterschieden werden. *S. Abortusovis* (Antigenformel: O 1, 4, 12, 27: H b/e, n, x) ist stark an das Schaf angepasst, wird als einziges absolut wirtsspezifisches Serovar angesehen und ist für den Menschen und andere Tierarten ohne Bedeutung. Zu den nicht wirtsadaptierten Serovaren ist *S. Typhimurium* (Antigenformel: O 1, 4, 5, 12: H i/1,2 (Volltyp)) zu zählen. Der Erreger führt beim Menschen und bei vielen Tierarten zur Erkrankung. 1934 wurde die Variante Copenhagen, der das O5-Antigen fehlt (=O5- Variante) beschrieben. Insgesamt werden 16 serologische Varietäten von *S. Typhimurium* unterschieden. *S. Enteritidis* (Antigenformel: O 1, 9, 12: H [f], g, m [o]/[1,7]) ist am Anstieg der Salmonellosefälle beteiligt, wobei Hühnerbestände als Hauptinfektionsquelle gelten. Der Erreger hat seit den 80er Jahren *S. Typhimurium* als häufigsten Erreger abgelöst (SELBITZ et al., 1995).

2.1.3 Biochemische Eigenschaften

Die biochemischen Eigenschaften der Salmonellen sind vielfältig und werden in der Salmonellendiagnostik u.a. für die Typisierung eingesetzt. Gattungsmerkmale sind unter anderem die Reduktion von Nitrat zu Nitrit, die Bildung von H₂S, der Abbau von Propylenglykol, die positiven Lysin- und Ornithindecarboxylasereaktionen und die Nutzung von Citrat als alleiniger Kohlenstoffquelle (SELBITZ, 1992; ROLLE und MAYR, 2002). Weitere Merkmale von diagnostischer Bedeutung sind der fehlende Lactoseabbau (mit Ausnahme von subsp. *arizonae* und besonders subsp. *diarizonae*) und eine fehlende Hämolyse auf Blutagar. Indol wird nicht gebildet, meist werden Sucrose, Salicin, Inositol und Amygdalin nicht fermentiert. Lipase und DNase werden nicht gebildet, Phenylalanin und Tryptophan nicht oxydativ desaminiert. Zur Typisierung werden die verschiedenen biochemischen Reaktionen der Stämme innerhalb einer Serovar herangezogen, was für die epidemiologische Untersuchung von Infektketten bedeutsam ist. Auf die Typisierung wird im Kapitel 2.2.1. genauer eingegangen.

2.1.4 Salmonelleninfektion

2.1.4.1 Salmonelleninfektion beim Menschen

Bei den Salmonellosen des Menschen muss man zwischen der *Typhus-Paratyphus-Gruppe* und den normalerweise als Lebensmittelvergiftungen entstehenden *Enteritiden* unterscheiden; letztere sind unter Zoonoseaspekten bedeutsam (SELBITZ und BISPING, 1995). Die Zahl der Salmonellosefälle stieg von 1985 bis 1986 um 10%, 1992 bedeutete mit 195 000 gemeldeten Fällen eine sechsfache Steigerung zu 1985. Die Ursache einer Salmonellose kann nur in den seltensten Fällen mit Sicherheit aufgrund mikrobiologischen Nachweises benannt werden, meist sind nur Vermutungen möglich. In einer Auswertung von 4127 *Salmonella*-Erstisolaten 1978-1980 (PÖHN, 1982) wurden in 87% der Fälle Lebensmittel als Infektionsquelle gefunden, 12,8% Kontaktinfektionen von Mensch zu Mensch (8,4%) und Tier zu Mensch (4,4%) (SELBITZ et al., 1995). Insgesamt wird der Anteil an menschlichen Salmonellosen, die durch Salmonellen aus Schweinen verursacht werden, auf 20% geschätzt (STEINBACH und KROELL, 1999; STEINBACH und HARTUNG, 1999). Laut dem jährlichen Trendbericht über Zoonosen wurden 1999 in der EU 165.659 Fälle humaner Salmonellose gemeldet, im Jahr 2000 waren es 150.165, wobei *S. Enteritidis* mit 58,0% im Jahr 1999 bzw. 48% im Jahr 2000 den vorherrschenden Serotyp darstellte. *S. Typhimurium* stand mit 22,6% im Jahr 1999 an zweiter Stelle (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 1999 und 2000; KÖHLER et al., 2001). Im Jahr 2001 wurden dem statistischen Bundesamt 83.792 Salmonelleninfektionen des Menschen gemeldet, was eine Steigerung von 5,35% im Vergleich zum Vorjahr bedeutet (2000: 79.535). *S. Enteritidis* lag 2000 mit 60% der Fälle vor *S. Typhimurium* mit 25,9%. Im Jahr 2001 stellte *S. Enteritidis* erneut das häufigste Serovar mit 68,34% der Fälle dar, gefolgt von *S. Typhimurium* mit 23,80% der Fälle. Dies bedeutet seit 1997 einen Anstieg des *S. Enteritidis*-Anteils (HARTUNG, 2002). Salmonellen galten im Jahr 2000 bei 90% der 77 mikrobiologisch aufgeklärten Lebensmittelinfektionsausbrüche als Ursache; daran war *S. Enteritidis* mit 75% beteiligt (HARTUNG, 2001 und 2002).

2002 wurden in Deutschland insgesamt 58 Typhuserkrankungen gemeldet, wobei die jährliche Erkrankungsinzidenz deutlich abnehmende Tendenz zeigt. 1951 lag sie bei 10,6 Erkrankungen pro 100.000 Einwohnern, 2001 bei 0,1 und 2002 bei 0,07. 2002

wurden 67 Paratyphuserkrankungen gemeldet. Auch die jährliche Erkrankungsinzidenz nimmt ähnlich ab. 1951 waren es noch 10,3 Erkrankungen unter 100.000 Einwohnern, 2001 noch 0,1 und 2002 noch 0,08 (ROBERT KOCH-INSTITUT (RKI), 2003a; RKI, 2003b).

In den Industrieländern gewannen somit vor allem seit den 80er Jahren die lebensmittelbedingten gastroenteritischen Salmonellosen im Vergleich zu den Typhus- und Paratyphuserkrankungen an Bedeutung und verlagerten den Schwerpunkt der Bekämpfungsbemühungen in Richtung Senkung des Infektionsdruckes und Reduzierung der Gesamtbelastung der Tierbestände mit Salmonellen (SELBITZ et al., 1995). Die Enteritis-Salmonellose gehört zum Komplex der infektiösen Gastroenteritis und nach dem neuen Infektionsschutzgesetz (IfSG) sind Verdacht auf oder Erkrankung an Salmonellose nur bei Personen meldepflichtig (§6 IfSG), die in Küchen von Gaststätten oder Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung tätig sind oder wenn gleichartige Erkrankungen auftreten, bei denen ein epidemischer Zusammenhang vermutet wird. Der Nachweis von enteritischen Salmonellen bei Erkrankten ist nach §7 IfSG meldepflichtig. Seit 2001 wird diese Meldung durch den behandelnden Arzt über den Amtsarzt an das Robert-Koch-Institut (RKI) weitergeleitet. Vor allem die nicht wirtsadaptierten Erreger wie *S. Enteritidis* und *S. Typhimurium* treten als ursächliche Erreger auf. Für einen Ausbruch der Salmonellose ist die Vermehrung und Anreicherung der Erreger in den Lebensmitteln eine Voraussetzung; bei gesunden Erwachsenen ist bei oraler Aufnahme eine Dosis in der Größenordnung von 10^5 bis 10^6 Salmonellen erforderlich. Für die Problemgruppen Säuglinge, Kleinkinder, alte bzw. durch bestehende Krankheit geschwächte Menschen sind weit geringere Infektionsdosen nachgewiesen worden (SELBITZ et al., 1995; KÖHLER et al., 2001; ROLLE und MAYR, 2002; HARTUNG, 2002; ROBERT KOCH-INSTITUT (RKI), 2003a;). Die Beziehung zwischen Höhe der Dosis und Schwere der Erkrankung wurde 1992 durch GLYNN und BRADLEY bestätigt. Daten aus anderen Fallbeispielen weisen jedoch daraufhin, dass die Minimale Infektionsdosis auch weit unter diesen Werten liegen kann. So lag bei einem *S. Eastbourne*-Ausbruch die Kontaminationsdichte der ursächlichen Schokoladenkugeln stets unter $10^2/g$. Die niedrigste registrierte Dosis, die zur Erkrankung führte, wurde in Cheddar-Käse gefunden und betrug lediglich 0,7-6,1 *S. Typhimurium*-Zellen als Gesamtdosis (SELBITZ et al., 1995).

Beim Menschen gehört die Subspezies *S. enterica* zu den typisch humanpathogenen Salmonellen, wohingegen die Subspezies *salamae*, *arizonae* und *diarizonae* nur sporadisch bei Durchfallpatienten auftreten. Die Subspezies *enterica* wird nach infektiologischen und pathogenetischen Unterschieden in die Gruppe der typhösen Salmonellen und die Gruppe der enteritischen Salmonellen unterteilt. Die Unterscheidung erfolgt durch Serotypisierung anhand des KAUFFMANN-WHITE-SCHEMAS. Enteritische Salmonellen treten primär beim Geflügel, bei Rindern und Schweinen auf und verursachen dort häufig chronisch-subklinisch verlaufende Infektionen. **Typhöse Salmonellen** kommen dagegen beim Menschen und bei den Primaten vor und verursachen zumeist schwere zyklische Allgemeininfektionen. Die zu *S. enterica* gehörigen Erreger typhöser Erkrankungen beim Menschen sind die Serovare Typhi und Paratyphi A, B und C, die Erreger des Typhus/Paratyphus. Hierbei handelt es sich um in Stadien ablaufende, zyklische und generalisierte Allgemeininfektionen, auf die an dieser Stelle nicht genauer eingegangen werden soll (KÖHLER et al., 2001).

Die **Erreger der eigentliche Salmonellosen**, die **enterischen Salmonellen**, werden oral über Nahrungsmittel aufgenommen (Infektionsdosis 10^3 - 10^5) und wandern dann in die M-Zellen der PEYERschen Platten des terminalen Ileums ein. Durch die Mukosainvasion wird IL-8 durch Epithelzellen freigesetzt und es kommt zur Invasion durch polymorphkernige neutrophile Granulozyten (PMN) in die Darmmukosa und zur Transmigration in das Darmlumen. Die PMN setzen Prostaglandin PGE₂ frei und führen dadurch zur Aktivierung der Adenylatzyklase der Mukosaepithelzellen und folglich zu einer verstärkten Chloridsekretion. Gleichzeitig wird die Natriumresorption gehemmt. Die Wirkung wird durch die Bildung eines cholera-toxinähnlichen Toxins, das von einigen Salmonellen gebildet wird, noch verstärkt. Ausgehend von der Submukosa gelangen die Salmonellen in die mesenterialen Lymphknoten, Milz und Leber. Innerhalb der ersten 5-72 Stunden kommt es zu einem akuten unspezifischen gastroenteritischen Krankheitsbild, das mit Übelkeit und Brechreiz, Bauchkrämpfen, breiigem, wässrigem, seltener blutig-schleimigem Durchfall, Fieber (38-39°C), Kopfschmerzen, Myalgien und manchmal mit Pseudoappendizitis-Syndrom einhergeht. Nach Übergreifen auf das Colon sind Krypten- und Mikroabszesse in einer diffus entzündlichen Colonmukosa nachweisbar. Das Fieber dauert zwei bis drei Tage, der Durchfall drei bis sieben Tage an. Bei unkomplizierter Salmonellose werden keine Antibiotika benötigt, da es sich um einen selbstlimitierenden Prozess handelt. Die

Ausscheidungsdauer über den Kot beträgt vier bis fünf Wochen. Die Mortalität liegt bei 0,5%, wobei vor allem ältere Menschen betroffen sind. Bei bestimmter Disposition kann es aber auch zu systemischen oder fokalen extraintestinalen Infektionen kommen. So können bei der Geburt durch ihre Mütter infizierte Kinder eine Meningitis oder Sepsis entwickeln. Bei Säuglingen und Kleinkindern werden chronische Osteomyelitiden oder septische Arthritiden der unteren Extremitäten beobachtet. Bei älteren Menschen kommt es nicht selten zur Sepsis mit hoher Letalität. Eine typische Folgeerkrankung der Salmonellose stellt die reaktive Arthritis dar, die bei ca. 2% der Salmonellosen auftritt und gelegentlich mit Urethritis, Iridozyklitis/Konjunktivitis assoziiert ist. Die reaktive Arthritis ist eine Synovitis mit häufiger Beteiligung der Gelenke der unteren Extremitäten, bei Mono- oder Oligoarthritis. Sie tritt 10-20 Tage nach Salmonelleninfektion auf und heilt meist spontan nach ein bis sechs Monaten aus. Ab Beginn der ersten klinischen Symptome können Salmonellen aus Stuhlproben isoliert werden. Sie werden auf Selektivnährböden wie SS-, MAC CONCKEY- und/oder XLD-Agar direkt aus dem Stuhl bei 37°C angezüchtet. Bei extraintestinalen Infektionen sind Blutkulturen und Punktate für die Beimpfung von Anreicherungsmedien geeignet (KÖHLER et al., 2001).

2.1.4.2 Salmonelleninfektion beim Schwein

Auch beim Schwein unterscheidet man wirtsadaptierte und nicht an einen Wirt angepasste Serovare. Die Serovare **S. Cholerasuis** und **S. Typhisuis** sind an das Schwein adaptiert. Bei der Salmonellose zeigen Absetzer und Jungschweine bis zu etwa 60 kg klinische Erkrankungserscheinungen, wohingegen Saugferkel, Zuchtschweine und ältere Mastschweine meist nur latente Keimträger sind, was die Bedeutung der latenten Infektionen in den Vordergrund drängt. Stressfaktoren wie das Absetzen und Zusammenstellen von Mastgruppen wirken sich auf die Manifestation der Erkrankung aus. Bei der Salmonellose der Schweine, die v.a. bei Cholerasuis-Infektionen als septikämische Allgemeinerkrankung verläuft, kann man eine perakute, akute, subakute und chronische Verlaufsform unterscheiden. Die Krankheit tritt oft regellos und vereinzelt auf, auch wenn in betroffenen Beständen oft resistenzmindernde und infektionsfördernde Faktoren nachweisbar sind. Nach einer Inkubationszeit von 24-48 Stunden nach oraler Infektion treten Fieber (40,5-42,0°C), Mattigkeit und Fressunlust auf. Die septikämische Verlaufsform geht mit plötzlichen Todesfällen

einher, wobei die Mortalität bei einem Ausbruch bei bis zu 100% liegen kann. Eine charakteristische blaurote Verfärbung an den Ohrmuscheln beginnend breitet sich auch auf Rüsselscheibe, Unterbauch und die Gliedmaßen aus. Nach drei bis vier Tagen kommt es zu wässrigem, gelbgrauen Durchfall. Im akuten Stadium sind Pneumonien und bei Sauen Aborte möglich. Auch zentralnervöse Störungen wie Tremor oder Paralyse können auftreten. Salmonellen verursachen vor allem im Dickdarm diffuse bis herdförmige Nekrosen und Ulzera. Die Mesenteriallymphknoten sind ödematös geschwollen und es kommt zu verschiedenen Veränderungen an den durch die Septikämie betroffenen Organen. Auch bei klinisch geheilten Tieren ist eine langfristige Erregerausscheidung die Regel. Bei der Sektion eines im akuten Stadium verendeten Tieres sind ödematöse Schwellung der Mesenteriallymphknoten, Milzschwellung, hämorrhagische Ileitis, eventuell Gastritis und submiliare Leberherde zu sehen (PLONAIT und BICKHARDT, 1997; EKPERIGIN et al., 1998). Bei einer **Cholerasuis**-Infektion sind pneumotische Symptome meist häufiger anzutreffen als Durchfälle, die dann im chronischen Stadium zusätzlich auftreten. Bei einer Monoinfektion kommt es zu einer akuten Septikämie, zu Kolitis und miliaren Lebernekrosen. Infektionen mit **S. Typhisuis** sind seltener, kommen vor allem bei Absatzferkeln vor und verursachen eine schleichende, chronische Erkrankung mit intermittierenden Durchfällen, Abmagerungen und teilweise chronischen Pneumonien. Bei der Sektion werden nekrotisierende Kolitis, verkäsende Lymphadenitis der Mediastinal- und Pharyngeallymphknoten und herdförmige Pneumonie sichtbar (PLONAIT und BICKHARDT, 1997; ROLLE und MAYR, 2002).

Nicht schweinadaptierte Serovare führen zu Infektionen mit stärkerer Manifestation im Magen-Darm-Kanal, bei Sauen sind Aborte möglich. **S. Typhimurium** führt zu nekrotisierender Kolitis und Typhilitis. Bei einer *S. Typhimurium*-Infektion, die ohne Septikämiesymptome verläuft, treten Fieber und Durchfall für drei bis sieben Tage auf. Nach scheinbarer Besserung kann es zu mehreren Rückfällen und letztendlich zum Kümern der Tiere kommen. Nach experimenteller Infektion konnten *S. Cholerasuis* und *S. Typhimurium* noch nach 24 Stunden in den Mesenteriallymphknoten nachgewiesen werden. *S. Cholerasuis*, der Erreger der septikämischen Salmonellose, ist noch nach 48 Stunden im Blut nachweisbar, wohingegen *S. Typhimurium* nur selten in Blut oder Organen zu finden ist und in der Schleimhaut von Ileum, Caecum und Kolon durch Endotoxinwirkung auf die Gefäße eine

chronische, ulzerierende bis nekrotisierende Enteritis hervorruft. Die durch die Erreger verursachte Diarrhoe kommt durch enterotoxinbedingte Hypersekretion sowie entzündungsbedingt durch Prostaglandine zustande. Der Erreger ist intrazellulär lokalisiert und damit schwer zugänglich, was für die Therapie von Bedeutung ist (PLONAIT und BICKHARDT, 1997).

2.1.4.3 Inapparente Infektionen

Per definitionem versteht man unter einer „klinisch inapparenten Infektion“ eine Infektion, die ohne Krankheitssymptome bzw. ohne eine erkennbare Schädigung des befallenen Wirtes abläuft. Die Gefahr einer Lebensmittelinfektion für den Menschen durch den Verzehr von Schweinefleisch besteht vor allen Dingen durch die Tatsache, dass derartige latente Infektionen von Tieren zum einen zu einer ungehinderten, da unbemerkten Infektkette unter den Schweinen führen können und zum anderen im Gegensatz zu klinisch manifesten Infektionen für hygienische Hilfsmaßnahmen unsichtbar bleiben und somit Bekämpfungsmaßnahmen erschweren. Besonders *S. Typhimurium* ist an den latenten Infektionen beteiligt. Wichtig ist beim Vorkommen von inapparenten Infektionen die Kenntnis des Infektionsstatus auf Bestandsebene. Hierbei unterliegen die kulturellen Nachweise einer gewissen Unsicherheit im Ergebnis aufgrund der intermittierenden Ausscheidung des Erregers. Es ist nicht möglich, zu jeder Zeit mikrobiologisch Salmonellen im Kot nachzuweisen, und so können Tiere dann fälschlicherweise als gesund eingestuft und bei Verkauf oder Transport zum Schlachthof zu einer Weiterverbreitung der Salmonellen in andere Tierbestände oder in Lebensmittel führen. Aus diesem Grund wurden serologische Screeningverfahren zum Nachweis von Antikörpern gegen Salmonellen entwickelt. Sie funktionieren meist nach der ELISA-Methode und verwenden Mischantigene, um ein möglichst breites Spektrum an möglichen Serovaren nachweisen zu können. Als Untersuchungsmaterial werden Blut oder Fleischsaft von Schlachtschweinen eingesetzt (SELBITZ und BISPING, 1995; WIESNER und RIBBECK, 2000; ROLLE und MAYR, 2002). Gemäß der „Leitlinien zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung“ des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML) vom 05.02.1998 und dem Entwurf der „Verordnung zur Verminderung des Salmonelleneintrags durch Schlachtschweine bei der Fleischgewinnung“ durch das BMVEL von 2002, sollen Schweinebestände auch in Deutschland mittels festgelegtem Stichprobenschlüssel auf ihre Salmonellenpräva-

lenz überprüft und in Belastungskategorien eingeteilt werden. Hierzu werden in den Schlachtbetrieben Fleischsaftproben gewonnen, sofern diese Überprüfung nicht bereits durch Blutprobenentnahme im Erzeugerbetrieb geschehen ist. Die Proben werden mittels ELISA auf Antikörper gegen Salmonellen untersucht und die Bestände in Belastungskategorien gemäß dem ELISA-Ergebnis eingeteilt. Die Einteilung erfolgt in Kategorie I bei < 20% AK-positiven Tieren, in Kategorie II bei 20-40% AK-positiven Tieren und in Kategorie III bei > 40% AK-positiv getesteten Tieren (BML, 1998).

In fast jedem Bestand existiert ein erheblicher Prozentsatz an Keimträgern. Die Zahl der Ausscheider erhöht sich bei Kotuntersuchungen nach Transport zum Schlachthof, wie Untersuchungen von SEIDLER et al. (2001), ALTER und FEHLHABER (1997), DAHL und WINGSTRAND (2000) zeigten, und erhöht sich erneut bei wiederholter Untersuchung nach einer längerer Ruhepause vor der Schlachtung. Beim Brühen und Enthaaren, durch Kotaustritt aus dem After beim Ausschachten, sowie Kontamination der Trennsäge an den Tonsillen kann es zu einer Kreuzkontamination kommen. Zwischen dem serologischen Ergebnis und dem Ergebnis von Kotuntersuchungen im Bestand besteht ein enger Zusammenhang, jedoch nicht bei denselben Tieren. Sauen und Saugferkel reagieren eher seropositiv, sind aber keine nachweislichen Ausscheider (PLONAIT und BICKHARDT, 1997).

Gerade in der Salmonellenproblematik der Mastschweine wird die Bedeutung der inapparenten Infektionen deutlich. Durch die Tatsache, dass eine Salmonellenerkrankung bei einem Schwein als inapparente, für den Betriebsbesitzer unsichtbare Infektionserkrankung auftreten kann, wird deutlich, wie sich Salmonellen nahezu unbemerkt in einem Bestand ausbreiten können. Es kommt zu einem chronischen Geschehen im Bestand, in dem Ausheilung und Neuerkrankung sich abwechseln. Die Problematik lässt sich durch Beispiele verdeutlichen, die zeigen, dass es oftmals Probleme bei den in Kategorie 3 (> 40% AK-positive Tiere) eingeteilten Beständen gibt, die es nicht schaffen, diese Kategorie wieder zu verlassen, obwohl Untersuchungen wie von LO FO WONG et al. (2001) existieren, die zeigen, dass die Betriebe in ihren Ergebnissen normalerweise solchen Schwankungen ausgesetzt sind, dass sie die Kategorien häufiger wechseln. So konnten LO FO WONG et al. (2001) zeigen, dass während einer ihrer Untersuchungen 62% der Herden von ihrem Salmonellenstatus zu Beginn abwichen.

Auch in Dänemark wird auf diesem Gebiet geforscht und in einer Studie von BAGGER und NIELSEN (2001) sollten die Gründe herausgefunden werden, warum Kategorie-3-Betriebe oft keine Verbesserung ihrer Situation erreichen. Zu diesem Zweck wurde eine Projektgruppe gebildet, die einen herdenspezifischen Handlungsplan in 78 Schweineherden entwickelte. Bei Einstufung eines Betriebes in Kategorie 3 erfolgte ein Besuch durch einen Tierarzt und einen speziellen Schweinebeauftragten und es wurde versucht, einen individuellen Handlungsplan für den jeweiligen Betrieb zu erstellen. Nach drei Monaten fand eine Überprüfung statt, ob die Auflagen erfüllt wurden. War dies nicht der Fall, wurde eine Geldbuße in Form eines Abzugs von 4% vom Schlachtkörperwert auferlegt. Zwölf Monate später konnten 61 Herden (78%) in Kategorie 1, 12 Herden (15%) in Kategorie 2 und 5 Herden (6%) in Kategorie 3 eingeteilt werden. Dieses Ergebnis macht deutlich, dass es durchaus möglich ist, schlechte Salmonellenergebnisse durch eine Kombination aus intensiver Beratung, Durchführung von Handlungsplänen und ökonomischem Druck zu verbessern.

2.1.5 Immunologie

2.1.5.1 Grundlagen der Abwehr von Infektionserregern

Die hoch entwickelten Organismen besitzen vier Abwehrsysteme gegenüber Infektionserregern und Fremdstoffen. Die Resistenz, anatomische und chemisch-physikalische Barrieren, eine individuelle wirtseigene Keimflora und das Immunsystem mit seinen zellulären und humoralen Anteilen. Das Immunsystem lässt sich in einen unspezifischen Teil und einen spezifischen Teil untergliedern. Der unspezifische Teil mit Makrophagen, NK-Zellen, dendritischen Zellen auf der zellulären und Cytokinen auf der humoralen Ebene kann zu einer sofort einsetzenden Immunantwort führen. Das spezifische Immunsystem benötigt ein Antigen, um reagieren zu können. Zeitlich bedeutet dies, dass mit einer zellulären Immunantwort durch T-Lymphozyten frühestens nach 5-7 Tagen, mit einer humoralen Immunantwort durch B-Lymphozyten, bzw. deren Substrate, die Antikörper, sogar erst nach 14-21 Tagen zu rechnen ist (ROLLE und MAYR, 2002).

Wie wichtig bereits angeborene Abwehrmechanismen bzw. die natürliche Resistenz, wie äußere und innere Körperoberflächen mit säure- und schleimbildenden Epithelien, die natürliche Darmflora, Speichel, der saure Magensaft, Gallensalze, Wasser-

und Elektrolytsekretion, Peristaltik etc. sind, zeigen neuere Untersuchungen, in denen die Auswirkung von verschiedenen Stressoren auf die bakterielle Überwucherung der Tiere getestet wird. In Stresssituationen werden Katecholamine ausgeschüttet, die den Sympathikotonus erhöhen, was wiederum zu Schließmuskelkontraktion und Darmatonie führt. Erhöhung der Glucocorticoide kann zu einer Blockade oder Zerstörung von Immunzellrezeptoren führen. Die Folgen sind Ischämie, sowie steigende Haftung bzw. Translokation der gastrointestinalen Flora und eine verschlechterte Beseitigung der Erreger durch zelluläre Abwehrmechanismen (MEIERHELLMANN und REINHART, 1995; STAINES et al., 1997). SEIDLER et al. (2001) untersuchten in einer Studie der Universität Leipzig über Transportstress die bakterielle Translokation, d.h. die Passage von Bakterien vom Gastrointestinaltrakt durch die epitheliale Mukosa. Gründe hierfür sind Imbalancen in der Homöostase, wie Zerfall der angeborenen Flora, bakterielle Überwucherung, eine geschwächte Immunantwort des Wirtes oder eine physikalische Unterbrechung der Mukosa-Barriere (BERG, 1995). Als Ursachen der Translokation sind Abszesse, tiefe Wunden und die ständige „Erneuerung“ durch die ursprüngliche Flora, aber auch die vorübergehende Translokation von Durchgangsbakterien zu nennen. Es wurden Blutproben von Mastschweinen vor, während und nach dem Transport (Kurzzeittransport 1 Stunde oder Langzeittransport 7-8 Stunden) genommen. Um Extrembedingungen herzustellen, wurden Temperatur, Luftfeuchtigkeit und die Transportdauer verändert. Dabei konnten eine höhere bakterielle Translokationsrate in Mesenteriallymphknoten und Organen (Leber, Milz, Niere und Quadrizepsmuskel) bei Extremtemperaturen und während des Transportes, erhöhte Blutzellzahl (vor allem Lymphozyten), erhöhte freie Plasmaendotoxinkonzentration bei Extremtemperaturen und nach dem Transport und eine erhöhte bakterielle Serumaktivität festgestellt werden (SEIDLER et al., 2001).

Wie das Immunsystem auf eine bakterielle Infektion reagiert, hängt davon ab, ob sich die Erreger intra- oder extrazellulär vermehren. Eine Immunreaktion mit Bildung von Antikörpern tritt gegen extrazelluläre Keime rasch ein, wohingegen Bakterien, die sich vorwiegend oder ausschließlich im Zellinneren befinden, eine langsamer einsetzende und nicht immer wirksame Immunreaktion hervorrufen, an der T-Lymphozyten in der Regel maßgeblich beteiligt sind. Die Anzahl von Bakterien, die durch Phagozytose aus dem Blut entfernt werden (Clearance), ist bei Anwesenheit spezifischer

Antikörper stark erhöht und steigt weiter an, wenn Komplement aktiviert wird. Antikörper, die an die Oberfläche von Bakterien binden, aktivieren das Komplementsystem und es kommt zur direkten Lyse der Bakterien. Ähnlich sind auf der Bakterienoberfläche gebundene Komplementkomponenten, die mit Komplementrezeptoren auf verschiedenen Zellen reagieren, für eine erleichterte Phagozytose verantwortlich. Viele Bakterien benutzen Schleimhäute als Eintrittspforte in einen Organismus. Die Schleimhäute werden durch die natürliche Resistenz, aber auch durch IgA-Antikörper, die sich in Tränenflüssigkeit, Speichel sowie in Sekreten des Bronchial- und Darmtrakts befinden, geschützt. Die IgA-Antikörper binden sich an Bakterien und versuchen so, das Anhaften der Erreger an die Epithelien und deren Eintreten in den Körper zu verhindern. Gelingt dies nicht, übernehmen an Mastzellen gebundene IgE-Antikörper nach der Schleimhautbarriere eine zweite Abwehrlinie. Histamin und andere gefäßaktive Substanzen werden freigesetzt und die lokale entzündliche Reaktion durch den verstärkten Einstrom von Zellen, Antikörper und Komplement in den Infektionsherd verstärkt (STAINES et al., 1997; JANEWAY et al., 2002).

2.1.5.2 Immunreaktionen gegen Salmonellen

Die zellvermittelten Abwehrmechanismen gegen den für Salmonellen typischen intrazellulären Parasitismus wurden zunächst an Mäusen untersucht. Die Ergebnisse führten zu dem Trend, Lebendimpfstoffe zu verwenden, da durch sie nicht nur die humorale, sondern auch die zellvermittelten Immunantworten ausgelöst werden. Nach einer Salmonelleninfektion werden zirkulierende und sekretorische Antikörper verschiedener Ig-Klassen gebildet und beteiligen sich an der Abwehr. Neben den systemischen Antikörpern spielen die lokal wirksamen Schleimhaut-AK eine große Rolle. Die CD4⁺- und CD8⁺-Zellen (CD= cluster of differentiation) tragen Rezeptoren für die Antigenerkennung und stellen Angehörige der T-Helfer (T_H)- bzw. zytotoxische T-Zell(T_K)-Subpopulationen dar. Sie werden bei Vermehrung von Salmonellen im Wirtsgewebe stimuliert. Durch die sensibilisierten T-Zellen werden Lymphokine wie Interleukine (IL-2, IL-4, IL-6), Interferone (IFN γ) und der Tumornekrosefaktor alpha (TNF- α) freigesetzt, die eine Makrophagenaktivierung veranlassen. Die natürlichen Killerzellen (NK-Zellen) und Granulozyten werden neben den Makrophagen als wesentliche Träger der Salmonellenabwehr diskutiert. Die meisten Untersuchungen zu diesen Fragen wurden an Mäusen durchgeführt, bei anderen Tierarten gibt es nur wenig Untersuchungen. STABEL et al. (1993) konnten bei oral mit einer avirulenten

Cholerasuis-Mutante immunisierten Schweinen geringe Antikörpertiter im Serum und im Dünndarm sowie deutliche Hautreaktionen nach intradermaler Antigenapplikation beobachten. Nach parenteraler Vakzinierung mit einer *aroA*-Minusmutante von *S. Typhimurium* wiesen LUMSDEN und WILKIE (1992) in der passiven Hämagglutination humorale Antikörper gegen das LPS und Ganzzellantigene nach und dokumentierten eine O-antigenspezifische Proliferation peripherer Blutlymphozyten.

Die natürliche Salmonelleninfektion von Schweinen löst z.T. humorale Antikörperreaktionen aus, für deren Nachweis ELISA-Methoden entwickelt wurden (NIELSEN et al., 1995). Eine Umfrage unter 23 niederländischen Experten im Jahr 2001 fand heraus, dass nach Meinung der Experten ein Schwein, das mit Salmonellen infiziert wurde, nach 12 (max 24/min 4) Tagen serologisch positiv ist. Nach einer ersten Infektion dauert das Infektionsgeschehen 32 (max 60/min 10) Tage. Für ein Tier, das zum zweiten Mal infiziert wurde, dauert die infektiöse Periode 30 (max 40/ min 10) Tage. Nach dieser Zeit scheidet das Tier keine Salmonellen mehr aus, es beginnt die Zeit des Trägertums, in der das Schwein den Erreger noch in den Lymphknoten oder den Därmen trägt. Diese dauert 58 Tage (max 101/ min 8). Serologisch negativ wird ein Tier nach 75 Tagen (max 109/ min 47) (VAN DER GAAG et al., 2001).

Durch Untersuchungen zum Antikörpergehalt von Schweineseren nach experimenteller Infektion mit Salmonellen können Aussagen über den Zeitpunkt und die Art des AK-Titeranstiegs gemacht werden. In einer bayrischen Studie aus dem Jahr 1998 wurden gleichzeitig drei Läuferschweine mit inaktivierten Antigenpräparationen von *S. Typhimurium* und *S. Cholerasuis* immunisiert. Durch Antikörpernachweis mittels ELISA konnte festgestellt werden, dass die Immunisierung mit *S. Typhimurium* 4 Wochen nach der zweiten Immunisierung zu einem Antikörpertiter im Serum von 1:3.200 führte, der auch nach einer dritten Immunisierung nicht mehr steigerbar war. Die Immunisierung mit *S. Cholerasuis* erbrachte keinen brauchbaren Antikörpertiter (CZERNY et al., 2002). In einer dänischen Studie konnten NIELSEN et al. (1995) nachweisen, dass es nach experimenteller Infektion von sechs Schweinen mit 10^8 CFU/ml *S. Typhimurium* ab dem siebten bzw. vierzehnten Tag p.i. zu einem Anstieg der OD-Werte im dänischen „Mix-ELISA“ kam. Bei drei Tieren konnte innerhalb von acht Wochen ein kontinuierlicher Anstieg des AK-Gehaltes gemessen werden. In der gleichen Studie zeigten mit 10^7 CFU/ml *S. Infantis* infizierte Tiere in der zweiten Wo-

che p.i. positive Serum-OD-Werte, die bis zur neunten Woche nur geringen Schwankungen unterlagen. Unter den einzelnen Tieren konnte eine erhebliche Variabilität bezüglich der Zeit bis zur Serokonversion, die zwischen sechs und 36 Tagen p.i. lag und den maximalen OD-Werten von 8% bis 130% des Referenzserums und der Persistenz positiver Antikörperspiegel festgestellt werden. Bei fast allen Tieren konnten nach der Infektion auch Salmonellen im Kot nachgewiesen werden. GRAY et al. (1996) infizierten eine Gruppe *Salmonella*-negativer Schweine intranasal mit 10^8 CFU/ml *S. Cholerasuis*. Eine zweite Gruppe wurde mit der ersten einen Tag später in Kontakt gebracht. Beide Gruppen wiesen ab der zweiten Woche p.i. hohe IgG-Spiegel gegen *S. Cholerasuis* auf. Die OD-Werte stiegen bis zur sechsten Woche an. Ein IgM-Antikörperanstieg wurde bei den direkt infizierten Tieren bereits innerhalb der ersten Woche, bei den Kontakttieren erst zwischen der ersten und der zweiten Woche festgestellt. 24 Stunden p.i. schieden 16% der Tiere aus Gruppe 2 Salmonellen aus. Drei von zwölf Tieren aus Gruppe 2 waren auch nach 6, 9 und 12 Wochen p.i. noch *Salmonella*-positiv, nur ein kleiner Teil der infizierten Tiere wurde zu Langzeitträgern (SELBITZ et al., 1995).

2.1.6 Bekämpfungsmaßnahmen

Es gibt verschiedene Maßnahmen, die zur Bekämpfung der Salmonelleninfektionen durchgeführt werden müssen. Neben einer antimikrobiellen Therapie, die allerdings bei latenten Infektionen ungeeignet ist, der Ermittlung von Infektionsquellen und der Suche nach Keimträgern im Infektionsfall, stehen besonders prophylaktische Maßnahmen im Vordergrund, um durch Vorsorge eine salmonellenarme Tierhaltung aufzubauen. Wichtig hierbei sind der Zukauf salmonellenfreier Tiere bzw. von Tieren aus möglichst salmonellenfreien Beständen, Fütterungs- und Tränkehygiene, Immunprophylaxe und vor allen Dingen allgemeine Hygienemaßnahmen. Zu letzteren Hygienemaßnahmen sind beispielsweise Reinigung und Desinfektion, Beseitigung von Tierkörpern und tierischen Ausscheidungen sowie Schädnerbekämpfung zu rechnen. Auch hier steht das Problem der latenten Salmonelleninfektionen wieder im Vordergrund. Antiinfektiva können nicht bei allen betroffenen Tieren die Erreger sicher beseitigen. Auch eine zunächst erfolgreiche Behandlung kann bei hohem Infektionsdruck aus der Umgebung ihren Effekt wieder verlieren. Auf den Salmonelleneintrag in die Lebensmittelkette haben auch auf dem Weg zum Schlachthof erfolgte Infektionen sowie Kontaminationen der Schlachtkörper und des Fleisches während der

Lagerung und der Verarbeitung erheblichen Einfluss. Deshalb fordert die moderne Philosophie der EU eine Überwachung der Salmonellen vom Mastbetrieb bis zum Endverbraucher (stable to table-Konzept) (MEYER et al., 1993; ROLLE und MAYR, 2002;).

2.1.6.1 Prophylaxe

In den 80er Jahren nahmen in vielen Ländern die lebensmittelbedingten Salmonellosen des Menschen stark zu, wobei diese gleichzeitig in den Industrieländern im Vergleich zu den Typhus- und Paratyphuserkrankungen an Bedeutung gewannen und den Schwerpunkt der Bekämpfungsbemühungen, zusätzlich zur Behandlung salmonellosekranker Tiere, in Richtung Senkung des Salmonelleninfektionsdruckes, Reduzierung bzw. Verhinderung von Salmonellosen und die Schaffung und Erhaltung salmonellenfreier Tierbestände verlagerten. Vorreiter in diesen Bemühungen waren die skandinavischen Länder, die seit 1995 eine salmonellenarme Tierhaltung aufgebaut und großflächig gesichert haben. Auf der rechtlichen Seite wurde am 17.12.1992 die Richtlinie 92/117/EWG des Rates der Europäischen Gemeinschaft über Maßnahmen zum Schutz gegen bestimmte Zoonosen bzw. ihre Erreger bei Tieren und Erzeugnissen tierischen Ursprungs zur Verhütung lebensmittelbedingter Infektionen und Vergiftungen eingeführt. Kernpunkt der Richtlinie ist die Erfassung von Daten zu Zoonosen und Festsetzung von Maßnahmen in der EU. Weitere wichtige Rechtsvorschriften sind die Rinder-Salmonellose-Verordnung in ihrer Neufassung vom 14. November 1991 und die Hühner-Salmonellen-Verordnung in ihrer Neufassung vom 11. April 2001 (SELBITZ et al., 1995; ROLLE und MAYR, 2002).

Eine weltweite Tilgung der Salmonellose ist aufgrund der vielgestaltigen Verflechtung der Infektketten unrealistisch. Somit nehmen prophylaktische Maßnahmen zur Bekämpfung der Mikroorganismen auf nationaler Ebene eine zentrale Rolle ein. Aufgrund dieses Sachverhaltes hat der Bundesgesundheitsrat 1985 in einem Votum einen Katalog notwendiger Bekämpfungsmaßnahmen zusammengestellt. Diese Bekämpfungsmaßnahmen beziehen sich auf die unterschiedlichen Ebenen der Lebensmittelproduktion: Tierzucht und –haltung, Fütterung und Futtermittelbehandlung, Lebensmittelgewinnung und –verarbeitung. Wichtig für die Prophylaxe ist die Kontaminationsverhütung, denn bereits der Transport zum Schlachthof und die Haltung vor

der Schlachtung haben einen Einfluss auf die Salmonellenkontamination des Fleisches. Futterentzug, kurze Transportwege und stressarme Bedingungen können die fäkale Verunreinigung der Haut bzw. des Gefieders der Schlachttiere vermindern (SELBITZ und BISPING, 1995; ROLLE und MAYR, 2002).

2.1.6.1.1 Krankheitsvorbeugung auf der Ebene der Tierzucht und -haltung

Bisher nur in der Geflügelhaltung wird beim Huhn die competitive exclusion („Konkurrierender Ausschluss“/„Ausschluss durch Konkurrenz“) eingesetzt, eine Methode, bei der der Darmkanal neugeborener Tiere gezielt mit der Darmflora gesunder erwachsener Tiere besiedelt wird, um es pathogenen Mikroorganismen zu erschweren, die Jungtiere zu kolonisieren. Es werden Fäkal-, Kropf- und Darmflora (v.a. Blinddarminhalt) eingesetzt. In einigen europäischen Ländern werden gefriergetrocknete Mischkulturen als Fertigprodukte hergestellt, die die normale Darmflora reflektieren, jedoch nicht standardisiert sind. Bei dieser Form der Prophylaxe ist der komplette Wirkungsmechanismus noch nicht bekannt, es wird jedoch von einem Zusammenspiel antagonistischer Faktoren ausgegangen, bei dem es auch zur Blockade von Rezeptoren der Kropf- und Darmschleimhaut kommt. Zu den diskutierten Einzelmechanismen gehören Nährstoffkonkurrenz, Hemmeffekte flüchtiger Fettsäuren, konkurrierende Blockade von Rezeptoren und Senkung des Oxydations-Reduktions-Potentials des Darmes. Um den Küken die Möglichkeit zu verschaffen, sich so früh als möglich mit den Keimen auseinander zu setzen, werden die Präparate oftmals bereits in der Brüterei als Spray verabreicht (MEYER et al., 1993; SELBITZ et al., 1995; SELBITZ und BISPING, 1995; ROLLE und MAYR, 2002).

Die Ermittlung der Infektionsquellen stellt einen zentralen Punkt in der Bekämpfung der Erreger auf Bestandsebene dar. An erster Stelle stehen sichtbar erkrankte Tiere, die die Erreger massenhaft ausscheiden. Die latent infizierten Tiere eines Bestandes sind ebenfalls wichtige Infektionsquellen, wobei bei ihnen der Erregernachweis durch die geringere Keimkonzentration sowie die oftmals nur intermittierende Ausscheidung der Bakterien erschwert wird. Zur Untersuchung eignen sich frische Kotproben, Anal- und Kloakentupfer mit deutlich erkennbaren Kotpartikeln (SELBITZ et al.,

1995). Auf die Impfung als Maßnahme der Prophylaxe wird in Kapitel 2.1.6.2 näher eingegangen.

2.1.6.1.2 Krankheitsvorbeugung auf der Ebene der Futtermittel

Einen weiteren wichtigen Punkt stellen kontaminierte **Futtermittel** als Infektionsquellen dar, worauf in Kapitel 2.3.1.2.4 noch genauer eingegangen wird. Um Salmonellenfreiheit der Futtermittel zu erreichen, werden thermische oder chemische Verfahren eingesetzt. Die Pelletierung von Futtermitteln bei 75-80°C für ca. 5 Minuten stellt eine sichere Methode dar. Ebenfalls erfolgreich ist der Zusatz von organischen Säuren (Propion- und Ameisensäure, sowie Essig- und Milchsäure) bzw. ihren Salzen, beispielsweise zu mehlartigen Futtermitteln (SELBITZ et al., 1995). HUME et al. (1993) nahmen an, dass die Säure in undissoziierter Form in die Bakterienzelle diffundiert und dort den pH-Wert senkt. Wichtig bei Einsatz von Säuren sind die richtige Kombination von Säuren, sowie die Einwirkzeit unter Berücksichtigung der Nebenwirkungen. So erzielt 4%iger Propionsäurezusatz nach einer mindestens dreitägigen Einwirkzeit eine sichere Inaktivierung von Salmonellen, führt jedoch gleichzeitig bereits zu einer verminderten Futteraufnahme bei Mastschweinen. Nach WRAY und DAVIES (1997) können das Pelletieren oder die Zugabe organischer Säuren die Kontamination mit Salmonellen reduzieren. Dies bestätigten auch JØRGENSEN et al. (2001) durch eine Studie, in der die Verfütterung von mit 2,8% Laktat versetztem Futter zu einer Reduzierung der Nachweishäufigkeit von Salmonellen im Kot von Absatzferkeln führte und zusätzlich die Zahl der coliformen Bakterien im Darm verminderte. Nach BROOKS et al. (2003) führt die Verfütterung von flüssigem und vor allem fermentiertem Futter zu einer Reduzierung des Vorkommens von *Salmonella*-positiven Schweineherden. 70 mmol/kg Lactatzusatz zum Futter besaß eine bakteriostatische, > 100 mmol/kg eine bakterizide Wirkung auf Salmonellen. Auch die Gefahr der Rekontamination des Futters nach der Herstellung und vor der Verfütterung wurde bei flüssigem fermentiertem Futter durch den Zusatz von Lactat reduziert. Im Gegensatz hierzu gibt es allerdings ebenfalls Studien, die diesen Einfluss des pH-Wertes auf die Salmonellenbelastung nicht bestätigen. Ergebnisse einer englischen Langzeitstudie von 1997 bis 2000, durchgeführt von MCLAREN et al. (2001), konnten keine Verbesserung der Salmonellennachweisraten durch Futteransäuerung und fermentiertes Flüssigfutter beweisen. BEAL et al. (2003) zeigten, dass die Temperatur in fermentiertem Flüssigfutter

von großer Bedeutung für enteropathogene Mikroorganismen ist. Die mittlere dezimale Reduktionszeit für Salmonellen wurde mit steigender Temperatur reduziert und betrug bei 230 mmol/l Lactat 157 (\pm 10) min bei 20°C, 12 (\pm 1,5) min bei 30°C und < 5 min bei 37°C.

Nicht pelletierte Mehle zeigen nach HARTUNG (2001 und 2002) in den Trendberichten über Zoonosen in Deutschland der Jahre 2000 und 2001 eine höhere Salmonellenbelastung als pelletierte, diese waren bis auf eine Ausnahme in den untersuchten Proben Salmonellen-frei. HANSEN et al. (2003) wiesen nach, dass Schweine, die mit grobem Grundfutter gefüttert wurden, eine erhöhte Zahl an toten Salmonellen im Mageninhalt, sowie weniger Enterobakterien im Dünndarm und im Blinddarm aufzeigten, als eine Kontrollgruppe, die mit feiner gemahlenem Grundfutter gefüttert wurde. Dies ist auf die langsamere Magenentleerung und darauf folgend sinkenden pH-Wert zurückzuführen. Hofeigene Futtermittel sind nach DAHL und WINGSTRAND (2000) weniger mit Salmonellen belastet als zugekaufte.

Eine weitere wichtige Schwachstelle ist die sekundäre Kontamination von salmonellenfrei produzierten Mischfuttermitteln. So verlangt die „Gute Herstellungspraxis“ in Schweden eine permanente mikrobiologische Kontrolle, eine Reduzierung der Staubentwicklung und –verbreitung, Reinigungsverfahren, hygienische Lagerungsbedingungen, strenge Trennung in reine und unreine Bereiche und eine effektive Hitzebehandlung. Da eine sekundäre Keimbefreiung bei landwirtschaftlich produzierten Grobfuttermitteln nicht möglich ist, muss bei diesen Futtermitteln die Salmonellenkontamination durch Regulierung der Ausbringung von tierischen Ausscheidungen und kommunalen Abwässern geschehen. Weiterhin muss die Kontamination bei Transport, Lagerung und dem eigentlichen Fütterungsvorgang verhindert werden. Die größte Gefahr geht bei den Abprodukten von der Gülle aus, da Festmist und Jauche aufgrund von Selbsterhitzung und pH-Anstieg einen geringeren Keimgehalt aufweisen. Futter von mit Gülle gedüngten Feldern kann als Heu oder Silage konserviert werden. Vor der Ausbringung sollte Gülle im Sommer mindestens 60 und im Winter mindestens 90 Tage gelagert werden. Der Weideaustrieb darf frühestens nach 30 Tagen mit ausschließlich erwachsenen Tieren erfolgen (SELBITZ et al., 1995).

Auf Monitoring- und Surveillanceprogramme auf der Ebene der Tierhaltung und – fütterung wird in Kapitel 2.4 näher eingegangen.

2.1.6.1.3 Krankheitsvorbeugung auf der Ebene der Lebensmittelgewinnung und -verarbeitung

Auf der Ebene der Lebensmittelgewinnung und –verarbeitung wurden die in Richtlinie 64/433/EWG über die gesundheitlichen Bedingungen für die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch und in Richtlinie 71/118/EWG zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim Handelsverkehr mit frischem Geflügelfleisch vorgesehene regelmäßige Überwachung der allgemeinen Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen in der Entscheidung 2001/471/EG der Kommission vom 8. Juni 2001 (ABl. EG Nr. L 165 S. 48 vom 21. Juni 2001, bekannt gemacht im BAnz. Nr.116 vom 27. Juni 2001), konkretisiert. Eigenkontrollsysteme und mikrobiologische Untersuchungen fördern auch die Kontrolle der Salmonellenkontamination in Schlacht- und Zerlegebetrieben.

Bei der Salmonellenübertragung spielen Kreuzkontaminationen eine besondere Rolle, wie vor allen Dingen Rekontaminationen von bereits erhitzten, verzehrsfertigen Zubereitungen. Die Produkte werden durch Erreger kontaminiert, die direkt durch Kontakt mit der menschlichen Hand, durch Kontakt mit kontaminierter Rohware oder über verunreinigte Arbeitsflächen und –geräte in die Produkte gelangen. Maßnahmen zur Kontaminationsverhütung wie regelmäßiges Händewaschen, Reinigung und Desinfektion von Geräten und Bedarfsgegenständen, strikte Trennung von „reinen“ und „unreinen“ Arbeiten und Arbeitsbereichen und die hygienische Verpackung des einwandfreien Fertigerzeugnisses sind wichtig, um die Verbreitung der Salmonellen zu unterbinden. Die Betriebsräume müssen auch von anderen belebten und unbelebten Vektoren, wie Schadnagern, Insekten, Heim- und Haustieren, Vögeln und von in die Produktionsräume angesaugten Stäuben, die zu einer Weiterverbreitung von Salmonellen führen können, freigehalten werden. Kann eine Salmonellenkontamination aufgrund der eingesetzten Rohstoffe, der Verarbeitungsbedingungen und der sonstigen Begleitumstände nicht sicher ausgeschlossen werden, muss durch geeignete Prozessmaßnahmen wie beispielsweise Erhitzung eine Dekontamination bzw. Kontaminationsverminderung erreicht werden. Zur Wachstumsverhütung der Salmonellen ist die konsequente Ein-

haltung der Kühlkette von entscheidender Bedeutung. In der Lebensmittelverarbeitung wurde in den vergangenen Jahren die Prozesskontrolle immer wichtiger. Diese Prozesskontrolle wird in den Betrieben in Form des HACCP-Konzepts umgesetzt, das eine produkt-, verfahrens- und betriebsspezifische Risikoanalyse und die Überwachung kritischer Prozessstufen beinhaltet (SELBITZ et al., 1995).

2.1.6.2 Impfung

In den 50er und 60er Jahren wurden in England die ersten erfolgreichen Entwicklungen von Lebendimpfstoffen gegen Salmonellen bei Hühnern (*Gallinarum*), Schweinen (*Cholerasuis*) und Rindern (*Dublin*) durchgeführt. Ab Ende der 70er Jahre wurden sie großflächig in Deutschland eingesetzt, heute sind auch in den USA und in Australien Lebendimpfstoffpräparate im Einsatz (SELBITZ et al., 1995; ROLLE und MAYR, 2002). Aufgrund der Schwierigkeit der Sanierung latent mit Salmonellen infizierter Tiere mit Antiinfektiva und der gleichzeitig zunehmenden Resistenz der Erreger gegen einige Antibiotika, dem teilweise hohen Infektionsdruck und den vielseitigen Ansteckungsmöglichkeiten, die ein Fernhalten der Erreger erschweren, ist die Impfindikation zur Bekämpfung und Prophylaxe von Salmonellosen aus epidemiologischer Sicht gegeben. Lebendimpfstoffe sind für Salmonellen, die intrazellulären Parasitismus betreiben, besonders geeignet, da sie die T-Zell-vermittelte Immunantwort anregen. Außerdem eignen sie sich sehr gut für eine lokale (orale) Applikation, wobei darauf folgend auch lokale Immunvorgänge genutzt werden. Lebendimpfstoffe wirken schnell, benötigen weniger Applikationen als inaktivierte Impfstoffe und bieten eine gute Voraussetzung für einen serovarübergreifenden Schutz bzw. eine Kreuzimmunität (SELBITZ et al., 1995; MEYER et al., 1993).

Bei einer *Cholerasuis*-Infektion beim Schwein werden die erkrankten Tiere antibiotisch versorgt, alle noch klinisch gesunden Tiere werden mit einem Lebendimpfstoff immunisiert. Diese Impfungen müssen auch nach Beendigung des Geschehens fortgeführt werden. Parenteral geimpft werden Sauen und die zur Aufzucht als Zucht-tiere oder zur Mast aufgestellten Läufer. Saugferkel werden ab der vollendeten dritten Lebenswoche oral immunisiert. Die Impfungen der verschiedenen Altersgruppen werden, besonders in größeren Beständen, kombiniert, um eine geschlossene Impfdecke zu erzielen. Salmonellenlebendimpfstoffe sind beim Schwein auch nach intranasaler und aerogener Verabreichung wirksam. Im Bereich der Bekämpfung latenter

Salmonelleninfektionen, die am häufigsten von *S. Typhimurium* ausgelöst werden, wird neben dem Einsatz verschiedener Bekämpfungsverfahren auch an der Entwicklung von Impfstoffen gearbeitet (MEYER et al., 1993; ROLLE und MAYR, 2002). In Beständen mit subklinischer *S. Typhimurium*-Infektion besteht die Möglichkeit, Serotyp-spezifische Vakzine einzusetzen. Eine Formalin-Adsorbat-Vakzine gegen *S. Cholerasuis* kann als unterstützende Bekämpfungsmaßnahme bei Sauen und Läufer Schweinen infizierter Bestände verwendet werden (PLONAIT und BICKHARDT, 1997).

2.1.6.3 Medikamentöse Therapie und Bestandssanierung

Tiere, die akut erkrankt sind, kümmern und hochgradige Zyanose und Atemnot zeigen, sind zu töten, da eine geringe Heilungsaussicht besteht und somit eine Fortdauer der Infektion und Erregerausscheidung zu erwarten sind. Parenterale Chemotherapeutika, Injektion von Immunseren und Trinkwassermedikation werden zur Behandlung von weniger hochgradig erkrankten Tieren eingesetzt. Zur oralen Bestandsbehandlung oder Metaphylaxe müssen resorbierbare Substanzen eingesetzt werden, um den intrazellulär agierenden Erreger zu erreichen. Immunprophylaktisch werden Lebendimpfstoffe oral bei Jungtieren und parenteral bei Zuchtschweinen eingesetzt, um eine klinische Erkrankung zu verhindern (PLONAIT und BICKHARDT, 1997).

Bei der Behandlung von salmonellosekranken Tieren wird mit strenger Indikationsstellung und möglichst nach Erregernachweis ein Antibiotikum ausgewählt. Aminopenicilline (Ampicillin, Amoxycillin) und das Fluorchinolon Enrofloxacin stellen in der Veterinärmedizin die Mittel der ersten Wahl dar. Gegen Salmonellen sind weiter auch Gentamicin, Sulfonamide, moderne Cephalosporine und Florfenicol wirksam, wobei nach PLONAIT und BICKHARDT (1997) Antibiotika, die nur im Darm wirken, wie Neomycin und Colistin, ungeeignet sind. Chloramphenicol, das früher häufig verwendet wurde, darf nicht bei Tieren eingesetzt werden, die der Gewinnung von Lebensmitteln dienen. Bei einer *Cholerasuis*-Infektion werden erkrankte Tiere antibiotisch versorgt, klinisch gesunde Tiere mit Lebendimpfstoffen immunisiert.

Bei latent, meist durch *S. Typhimurium* infizierten Tieren, ist eine Antibiotikatherapie nicht angezeigt, da sie nicht zu einer sicheren Beseitigung der Infektion führt und selbst eine erfolgreiche Behandlung bei hohem Infektionsdruck ihren Effekt schnell

wieder einbüßt, außerdem kommt es darüber hinaus noch zu einer Verlängerung der Ausscheidungsdauer. Treten latente Salmonellenträger jedoch gehäuft in einem Bestand auf, ist eine Behandlung angezeigt, um eine mögliche Seuche zu verhindern und Produktionssicherheit zu gewähren. Der prophylaktische Einsatz von Antiinfektiva sollte zu Gunsten von Hygiene und Impfung unterbleiben. In der Humanmedizin werden andere Fluorchinolone verwendet, deshalb wurde international kontrovers diskutiert, ob die potentielle Gefahr einer Resistenzübertragung vom Tier auf den Menschen besteht. Im Jahre 1994 wurde durch die Mitglieder der Veterinary Medicine and Antiinfective Drugs Advisory Committees of the US Center for Veterinary Medicine (CVM) der therapeutische Einsatz von Fluorchinolonen bei Tieren die der Lebensmittelgewinnung dienen, für notwendig erachtet, aber zugleich die Reglementierung der Verwendung in Futtermittelvormischungen angeregt. Auch Cefalosporine der vierten Generation können Erfolg versprechend in der Salmonellenbekämpfung eingesetzt werden. Das Auftreten von einfach- und multiresistenten Stämmen erschwert die Therapie. So dient eine Resistenz- bzw. Empfindlichkeitsbestimmung gleichzeitig der epidemiologischen Überwachung. In der „Liste der nach den Richtlinien der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft geprüften und als wirksam befundenen Desinfektionsmittel für die Tierhaltung“ stehen gebräuchliche Desinfektionsmittel, auf die Salmonellen empfindlich reagieren (SELBITZ et al., 1995; ROLLE und MAYR, 2002).

Die Bekämpfung von Salmonellen ist umso chancenreicher je enger angepasst ein Serovar an einen Wirt ist. Hier ist eine Tilgung möglich. Nicht an einen Wirt angepasste Serovare, wie die klassischen Erreger von Lebensmittelinfektionen, sind schwieriger zu bekämpfen und das Ziel kann lediglich die Verhinderung der klinischen Manifestation in Tierbeständen und eine schrittweise Senkung des Infektionsdrucks auf Tiere und Menschen sein (SELBITZ et al., 1995).

2.2 Diagnostik der Salmonellen

Der Nachweis einer Salmonelleninfektion ist, wie prinzipiell bei anderen infektiösen Ursachen auch, auf zwei Arten möglich. Entweder wird der Erreger direkt durch Anzucht, Darstellung des Antigens oder von DNA-Bestandteilen nachgewiesen oder er wird indirekt über den Nachweis von Reaktionsprodukten, wie Antikörper oder Akute-Phase-Proteine sichtbar gemacht (ROLLE und MAYR, 2002). Beim Nachweis von

Salmonellen in Lebensmitteln wird der Stichprobenumfang nach rechtsverbindlichen Normen gewählt, sofern Normen vorhanden sind. Eine Einzelprobe umfasst 25 g bzw. 25 ml eines Lebensmittels (SELBITZ et al., 1995). Gemäß der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (Nr. L 00.00 20), wird eine Probenmenge von 25 g zu 225 ml Voranreicherung gegeben, weicht die Probenmenge ab, muss ein Verhältnis von 1:10 eingehalten werden. Einzelproben können zu Sammelproben zusammengefasst werden, sofern diese Maßnahme das Ergebnis für das spezielle Lebensmittel nicht beeinflusst. Bei der Untersuchung von getrockneten oder pulverförmigen Lebensmitteln können spezielle Rehydratisierungsverfahren eingesetzt werden, um den Nachweis der Salmonellen zu verbessern.

2.2.1 Direkter (Erreger-) Nachweis

Der kulturelle Nachweis von Salmonellen gehört zu den konventionellen Untersuchungsmethoden und ist das Standardverfahren zum Nachweis von Salmonellen in Lebensmitteln. Prinzipiell bestehen für den kulturellen Nachweis von Salmonellen verschiedene Möglichkeiten. Die Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (Nr. L 00.00 20) und die ISO-Normen 3565 (1994) und 6579 (1993) beschreiben jedoch genaue Verfahren, um einheitliche Untersuchungsbedingungen und -techniken zu schaffen. Das konventionelle kulturelle Verfahren beinhaltet in einem ersten Schritt die nichtselektive Voranreicherung, gefolgt von der selektiven Anreicherung. Nach der Anreicherung erfolgt die Kultivierung und somit Isolierung auf Selektivnährböden und anschließend die biochemische und serologische Identifizierung von verdächtigen Kolonien (SELBITZ et al., 1995; ROLLE und MAYR, 2002).

Das Fließschema des Untersuchungsgangs gemäß der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (Nr. L 00.00 20) wird in Abbildung 1 dargestellt.

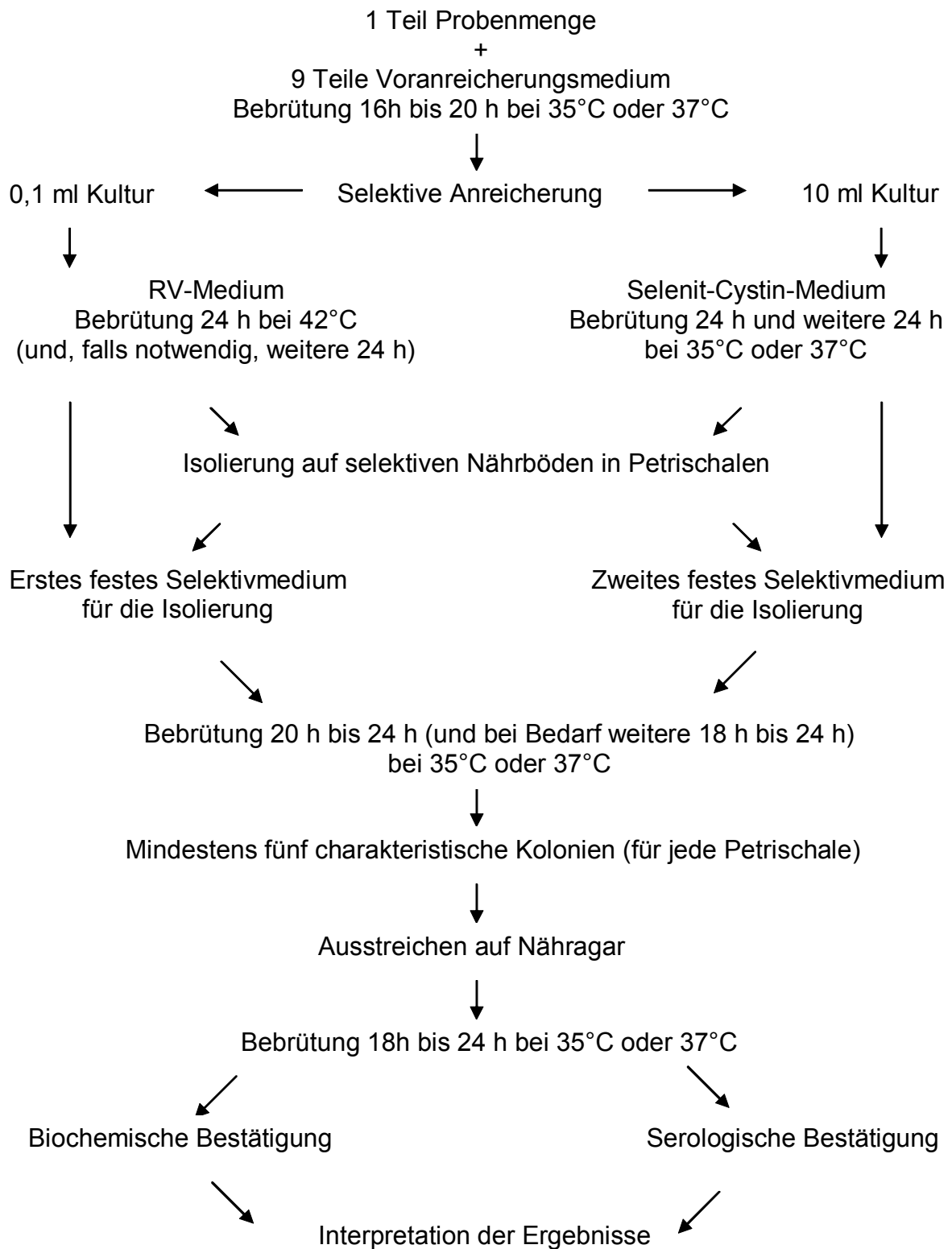


Abbildung 1: Fließschema des Salmonellen-Untersuchungsgangs (modifiziert nach der Amtl. Sammlung von Untersuchungsverf. nach § 35 LMBG, 1998)

Eine nicht selektive **Voranreicherung** des zu untersuchenden Materials bei +37°C für 16-20 h in gepuffertem Peptonwasser bedeutet eine höhere Keimausbeute durch Aktivierung von subletal geschädigten Salmonellen und wird meist bei Lebens- oder Futtermitteln eingesetzt. Eine Schädigung der Erreger kann durch Erhitzen, Einfrieren, Auftauen, Säuerung oder Trocknung eintreten. Durch Vorschalten einer nicht-selektiven Voranreicherung wird die Chance einer positiven selektiven **Anreicherung** erhöht. Diese erfolgt entweder direkt aus dem Untersuchungsmaterial oder aus der Voranreicherung. Selektive Anreicherungsmedien auf der Basis von Tetrathionat (beispielsweise Kaliumtetrathionat-Kristallviolett-Anreicherung nach Preuss, Medium nach Müller) und Selenit (beispielsweise Natriumselenit-Lactose-Bouillon nach Leifson, Selenit-Brillantgrün-Mannit-Anreicherungsbouillon nach Osborne und Stokes, Selenit-Cystin-Anreicherungsbouillon) sowie das Magnesiumchlorid-Malachitgrün-Medium nach Rappaport und Vassiliadis finden eine weite Verbreitung und sollen Salmonellen, die normalerweise nur einen kleinen Anteil an der Mikroflora eines Lebensmittels ausmachen, in ihrer Vermehrung begünstigen und gleichzeitig die anderen Mikroorganismen zurückdrängen (SELBITZ et al., 1995; BECKER, 1998; ROLLE und MAYR, 2002). Für die Selektivanreicherung gelten jedoch gemäß den Methoden nach § 35 LMBG und den ISO-Normen 3565 und 6579 spezielle Vorschriften, nach denen Nährmedium nach Rappaport-Vassiliadis (RV) und Selenit-Cystin-Bouillon (SC) bzw. Tetrathionat-Novobiocin-Bouillon nach Müller-Kauffmann (MKTTn) zu verwenden sind. Die Inkubation erfolgt für SC/MKTTn bei 37°C und für RV bei 42°C für jeweils 18-24 h, wonach auf Selektivnährböden ausgestrichen wird. Nach weiteren 24 h ist ein zweiter Ausstrich anzufertigen, wenn der erste Ausstrich keine verdächtigen Kolonien enthält. Eine mikroskopische Differenzierung der Salmonellen von anderen Erregern ist schwierig, da die gramnegativen Stäbchen sich morphologisch nicht von anderen Enterobakterien unterscheiden; gleiches gilt auch für die Kolonief orm auf Universalnährböden, mit Ausnahme von hämolysierenden oder sehr stark schleimigen Enterobakterien (SELBITZ et al., 1995; Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG, 1998; ROLLE und MAYR, 2002).

Die Überimpfung auf **Selektivnährböden** erleichtert die Anzucht von Salmonellen, da die Böden speziell auf die Bedürfnisse der Salmonellen abgestimmt sind und gleichzeitig, je nach verwendetem Nährboden, verschiedene andere Erreger in ihrem

Wachstum hemmen. Somit wird noch ausgeprägter ein problemloses Wachsen der Salmonellen gewährleistet und eine Überwucherung der Salmonellen durch andere Keime verhindert. Die verdächtigen Salmonellenkolonien lassen sich auf den Nährböden durch ihre charakteristische Koloniefärbung (beispielsweise werden durch Schwefelwasserstoffbildung schwarze Kolonien gebildet) und den Farbumschlag des Nährbodens (verursacht durch die fehlende Verstoffwechslung von Zuckern wie Lactose und Saccharose bei den meisten *Salmonella*-Serovaren) von Kolonien anderer Erreger differenzieren. Nach § 35 LMBG und der ISO-Norm 3565 sind der Brillantgrün-Phenolrot-Lactose-Saccharose-Agar (BPLS) und ein zweiter Nährboden, der aus einer Liste frei gewählt werden kann, einzusetzen. Der zweite Nährboden darf kein Brillantgrün enthalten. Brillantgrün besitzt eine toxische Wirkung auf andere Mikroorganismen, Phenolrot fungiert als Indikator. Die Unfähigkeit, Lactose zu spalten, wird als diagnostisches Mittel genutzt, um Salmonellen von anderen Enterobakterien zu unterscheiden, die lactosepositive Kolonien ausbilden (z.B. *E. coli*, *Klebsiella*) (SELBITZ et al., 1995; ROLLE und MAYR, 2002).

Jede salmonellentypische oder -verdächtige Kolonie sollte einer Bestätigung unterzogen werden, da das Aussehen der Salmonellenkolonien nicht nur in Abhängigkeit der jeweiligen Salmonellen-Serovar, sondern auch zwischen den unterschiedlichen Nährbodenchargen variieren kann. Die Erkennung verdächtiger Kolonien kann durch den Einsatz polyvalenter oder omnivalenter Salmonellen-Antiseren geschehen, die bei Salmonellen zur Agglutination führen (Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG, 1998). Daneben ist eine biochemische Bestätigung durch den Nachweis bestimmter Stoffwechseleigenschaften vorgesehen. Zur Bestätigung der Kolonien müssen pro Petrischale mindestens fünf typische oder verdächtig aussehende Kolonien entnommen werden. Ein Ausstrich auf vorgetrockneten Nähragarplatten schafft gut abgegrenzte Einzelkolonien in Reinkultur, die für die biochemische oder serologische Identifizierung verwendet werden.

Zur **biochemischen Bestätigung** des Salmonellenverdachtes werden mittels Impföse Kolonien aus der Reinkultur in verschiedene Medien verbracht und durch entsprechende Reaktionen wird sichtbar, ob es sich um einen Vertreter der Gattung *Salmonella* handelt. Beispiele solcher Medien sind der Dreizucker-Eisen-Agar (TSI), der Harnstoff-Agar, das flüssige L-Lysin-Decarboxylase-Medium, das Medium für die

Voges-Proskauer-(VP)-Reaktion und das Trypton-Tryptophan-Medium (Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG, 1998). Miniaturisierte biochemische Testsysteme wie BBL[®]-Enterotube[™] II (Becton-Dickinson) oder das API 20 Enterotube-System (bioMérieux), die die Differenzierung der verschiedenen Vertreter der *Enterobacteriaceae* ermöglichen, beinhalten eine Vielzahl der biochemisch relevanten Reaktionen, um Salmonellen differenzieren und in die exakte Spezies und Subspezies einteilen zu können (SELBITZ et al., 1995; BECKER, 1998; ROLLE und MAYR, 2002).

Zur **serologischen Bestätigung** und Typisierung erfolgt der Nachweis von Salmonellen-O-, -Vi- und H-Antigenen durch Agglutination von Einzelkolonien mit entsprechenden Seren, nachdem selbstagglutinierende Stämme durch Agglutinationsuntersuchung mit physiologischer Kochsalzlösung im Vorfeld ausgeschlossen wurden. Die Kolonien, die auf Differentialnährböden gewachsen sind, können mittels käuflicher O- und H-Antiseren durch Objektträgeragglutination in Serovare eingeteilt werden. Treten Schwierigkeiten mit dem Nachweis der zweiten H-Phase auf, kann der Einsatz der Schwärmplatte nach Sven Gard helfen, bei der die erste H-Phase durch Antiserum gehemmt wird. Bei nicht selbstagglutinierenden Kolonien werden diese nacheinander mit Anti-O-Serum, mit Anti-Vi-Serum und Anti-H-Serum auf einen Objektträger verbracht und die Reaktion bei Agglutination als positiv bewertet. Sind die Kolonien O-, Vi- oder H-antigenpositiv, handelt es sich bei den Stämmen wahrscheinlich um Salmonellen. Sind die biochemischen Reaktionen typisch, das serologische Ergebnis hingegen negativ oder sind die biochemischen Reaktionen untypisch, das serologische Ergebnis aber positiv, kann es sich um Salmonellen handeln. Nur wenn die biochemischen Reaktionen untypisch erscheinen, Selbstagglutination ausgeschlossen ist und die serologischen Ergebnisse negativ ausfallen, werden die Stämme nicht als Salmonellen angesehen. Stämme, die als Salmonellen eingestuft werden oder bei denen es sich um Salmonellen handeln kann, müssen zur endgültigen Bestätigung an ein anerkanntes Referenzlaboratorium gesandt werden, um durch Serotypisierung, Lysotypisierung und Resistenzbestimmung eine weitere Charakterisierung zu ermöglichen (SELBITZ et al., 1995; Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG, 1998; ROLLE und MAYR, 2002).

Besonders bei den nicht wirtsadaptierten Serovaren, die als Zoonoseerreger auftreten, kann die Salmonellendiagnostik nicht beim Nachweis des Serovar stehen bleiben. Um Infektketten aufdecken und Übertragungswege zwischen verschiedenen Tierbeständen, aber auch zwischen Tieren, Lebensmitteln und Menschen identifizieren zu können, ist die epidemiologische Typisierung verschiedener Stämme bzw. Klone innerhalb einer Serovar wesentlich. Die biochemische oder serologische Differenzierung der Salmonellen erlauben bereits eine über die Serovar hinausgehende Charakterisierung von Salmonellenstämmen in Form von serologischen Varietäten, Bio- bzw. Biochemovaren. Die Bestimmung der Phagovaren (Lysotypen) und die Resistenzbestimmung sind von besonderer Bedeutung. Vor Einführung der molekularbiologischen Methoden war die kombinierte Analyse von Phagovaren und Resistenzmustern sowie von Biovaren für die epidemiologische Typisierung von größter Bedeutung. Heute werden v.a. molekularbiologische Methoden wie Plasmidprofilanalyse, Restriktionsanalyse, Nachweis der *spv*-Gene mittels Sonden, Ribotyping, *IS* 200-Typing und Makrorestriktionsanalyse eingesetzt (ROLLE und MAYR, 2002).

2.2.2 Indirekter (Antikörper-) Nachweis

2.2.2.1 Allgemeines zum Antikörpernachweis

Die mikrobiologische Untersuchung von Kot oder Blinddarminhalt auf Salmonellen gilt als nicht besonders sicher, da besonders chronisch infizierte Tiere, die die besondere Problematik in der Schweineproduktion darstellen, Salmonellen nicht kontinuierlich, sondern periodisch ausscheiden und es so zu falsch negativen Ergebnissen kommen kann. Die Anzucht dauert drei Tage und eine weitere genauere Identifizierung im positiven Fall benötigt zusätzliche Tage, so dass diese Art der Untersuchung zudem lange und aufwändig erscheint (BAGGESEN et al., 1996). Mit dem Nachweis von Antikörpern, also einem indirekten Nachweis der Salmonellen, wird die Untersuchung nicht nur beschleunigt, sondern außerdem auch unabhängig von der diskontinuierlichen Ausscheidung der Erreger mit dem Kot. Der AK-Nachweis mittels ELISA-Technik ermöglicht es, einen hohen Stichprobenumfang zu untersuchen, bei dem persistierende AK sicher erfasst werden, auch nach bereits überstandener Infektion (KRAMER et al., 1999). Die Untersuchung von Serum- oder Fleischsaftproben von Tieren auf Antikörper gegen Salmonellen wird in verschiedenen europäischen Ländern bereits als Prophylaxe im Bereich der Qualitätssicherung

eingesetzt. Nach STEINBACH (2002) beweisen positive serologische Salmonellenbefunde mit hoher Sicherheit eine vorliegende oder vorausgegangene Infektion. Salmonellenfreiheit eines Tieres oder eines Bestandes kann jedoch durch einen serologisch negativen Befund nicht belegt werden. Bei der Einstufung von Schlachtposten gemäß dem Verordnungsentwurf zur Schweine-Salmonellen-VO ergab sich für Tiere aus der Kategorie III eine etwa siebenmal höhere Salmonellenbelastung als für Tiere aus Posten, die der Kategorie I oder II zugerechnet wurden. Serologisch erhobene Befunde sind charakteristisch für den Herkunftsbestand und nicht nur den betroffenen Mastdurchgang. Die serologischen Ergebnisse sind bei der Untersuchung verschiedener Mastdurchgänge eines Betriebes häufig erheblichen Schwankungen ausgesetzt, was durch die Einbeziehung von Tieren mehrerer Lieferungen relativiert wird.

Aus den Untersuchungen von STEINBACH (2002) geht hervor, dass auch Schweine, bei denen Salmonellen bakteriologisch in Kot oder Darmlymphknoten nachgewiesen wurden, in den meisten Fällen niedrige Antikörperprozentwerte aufwiesen und gemäß dem Verordnungsentwurf als serologisch negativ einzustufen wären. Ein serologisch negativer Befund kann also nicht dazu berechtigen, auf die Salmonellenfreiheit eines Tieres zu schließen. LETELLIER et al. (2001) stellten in einer kanadischen Studie fest, dass eine klinische Salmonellose eine Wirkung auf den serologischen Status der betroffenen Herde hat. Im Ergebnis zeigte sich bei Herden, die Zeichen von klinischer Salmonellose bei ihren Tieren aufwiesen, ein höheres AK-Ergebnis (30%) im Vergleich zu den untersuchten Herden ohne klinische Anzeichen einer Erkrankung (11,1%). In den höher mit AK belasteten Herden konnte auch gleichzeitig eine höhere Schlachtkörperkontamination nach der Schlachtung festgestellt werden (13,6%) als bei Herden ohne klinische Anzeichen einer Salmonellose und niedrigerem AK-Ergebnis (2,9%).

Im Rahmen einer deutschen Studie, wurden mittels bakteriologischer Kot- und Darmlymphknotenbefunde und serologischer Ergebnisse der Fleischsaftuntersuchung auf AK das Vorkommen von Salmonellen bei Mastschweinen überprüft. Weiter sollte analysiert werden, inwieweit serologische Befunde und daraus abgeleitete serologische Parameter für die Salmonellenbelastung des Schlachtpostens bzw. des Herkunftsbestandes hinweisend sind. Um den serologischen Status von Beständen

vergleichen oder Untersuchungen zur Dynamik der Antikörperentwicklung innerhalb eines Bestandes anstellen zu können und somit die Möglichkeit zu bekommen, eine epidemiologische Erhebung zu erarbeiten, war die mittlere Antikörperkonzentration des Betriebes der am besten geeignete Parameter. Über die wirkliche oder absolute Salmonellenfreiheit eines Tieres oder Bestandes konnte durch die Ergebnisse serologischer Untersuchungen keine Aussage gemacht werden. Die Korrelation zwischen der Höhe der Konzentration von *Salmonella*-Antikörpern im Serum bzw. Fleischsaft der Tiere und dem Vorkommen von Salmonellen ermöglichte aber Aussagen zur Intensität der von einem Posten bzw. Bestand ausgehenden Infektionsbelastung (NIELSEN et al., 1995; STEINBACH und STAAK, 2001). Im Ergebnis der Studie von STEINBACH und STAAK (2001) wird deutlich, dass die in der Studie wie auch in den Leitlinien zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung des BML festgelegte Klassifizierung in die höchste Kategorie bei einem Anteil von über 40% AK-positiver Tiere des Bestandes als effektiv anzusehen ist.

Salmonellen aus Salmonellenausscheidungen leben nach NIELSEN et al. (1995) kürzer als gegen Salmonellen gerichtete Antikörper. Außerdem ist die Anzahl AK-tragender Schweine in Beständen mit Salmonellenproblemen höher und die Anzahl an Tieren, die serologische Reaktionen zeigen, somit ein Indikator für die Größe des Salmonellenproblems im Bestand. Damit wird der indirekte Erregernachweis als Hinweis auf ein bestehendes Salmonellenproblem im Bestand genutzt. Die Frage, ob zur serologischen Untersuchung auf Salmonellen Serum- oder Fleischsaftproben die eindeutigeren Werte ergeben, beziehungsweise, ob bei ein- und demselben Tier unterschiedliche Ergebnisse bei Fleischsaft- oder Serumproben gefunden werden, wurde durch LEYK und SEIFFERT (2003) bearbeitet. Bei Untersuchungen auf drei verschiedenen Schlachthöfen erhielten die Untersucher bei Fleischsaft- und Serumproben, die mittels Enterisol[®] (Boehringer Ingelheim) untersucht wurden, nahezu die gleichen ELISA-Ergebnisse. Im Ergebnis waren somit beide Probenmöglichkeiten Erfolg versprechend. Serumproben werden in ihrem PP (Prozentsatz der optischen Dichte, s. Kapitel 3) durch Kontamination weniger stark beeinflusst als Fleischsaftproben, bei denen es durch Kontamination mit Blut während der Schlachtung eher zu einer Verschiebung der PP-Werte kommen kann. Pro-

ben, die zu einem späteren Zeitpunkt entnommen werden, sind weniger gefährdet, mit Blut kontaminiert zu sein, da der Ausblutungsgrad des Tieres bereits hoch ist.

2.2.2.2 ELISA-Technik

Antikörpertests messen entweder die direkte Bindung des Antikörpers an das komplementäre Antigen, welche auf primären Wechselwirkungen basiert, oder sie bestimmen die Menge der vorhandenen Antikörper aufgrund von Veränderungen des physikalischen Zustandes, die der Antikörper hervorruft, wie beispielsweise die Präzipitation von gelöstem Antigen oder die Verklumpung von Antigenpartikeln, was auf sekundären Wechselwirkungen beruht. Spezifische AK lassen sich aus einem Antiserum mittels Affinitätschromatographie isolieren, bei der man die spezifische Bindung eines Antikörpers an ein Antigen nutzt, das an eine feste Matrix gekoppelt ist (JANEWAY et al., 2002).

Zu den direkten Bindungstests für Antikörper bzw. Antigene zählen der Radioimmunoassay (RIA) und der enzymgekoppelte Immunadsorptionstest (ELISA, enzyme-linked immunosorbent assay). Beiden Verfahren muss eine reine Präparation entweder eines bekannten Antikörpers oder eines Antigens oder auch beides vorausgehen, um den Test zu standardisieren. Untersucht man ein Antigen im **RIA**-Test, so markiert man den gereinigten Antikörper gegen das nachzuweisende Antigen radioaktiv, die nicht markierte Komponente (hier AG) wird an einem festen Träger befestigt. Der markierte AK kann an das unmarkierte Antigen binden. Nach einem Waschvorgang, der ungebundenes Material entfernt, wird die Menge an gebundenen Antikörpern durch Messung der verbleibenden Radioaktivität gemessen. Der **ELISA**-Test funktioniert nach demselben Prinzip, besitzt jedoch den Vorteil der fehlenden Radioaktivität. Das ELISA-Prinzip besteht in einer Antigen-Antikörperreaktion, die auf einer monomolekularen Schicht sichtbar gemacht wird. Es werden verschiedene Formen des ELISA unterschieden, in denen entweder Antigen oder Antikörper nachgewiesen werden. Zum Nachweis bzw. für die Messung spezifischer Antikörper im Serum wird besonders der **indirekte ELISA** eingesetzt, bei dem gereinigtes Antigen an eine Mikrotiterplatte aus Polystyrol oder Polyvinylchlorid als feste Phase absorbiert wird. Bei Zugabe von Serum mit kompatiblen Antikörpern kommt es zur kovalenten Antigen-Antikörper-Bindung. Durch einen Waschvorgang wird ungebundenes Material entfernt. Es folgt die Zugabe von mit Enzym gekoppelten, gegen den ersten spezifi-

schen Antikörper gerichteten Immunglobulinen (Konjugat). Nach einer bestimmten Inkubationszeit folgt ein weiterer Waschvorgang, um überschüssiges Konjugat zu entfernen. Zugefügtes Substrat wird vom konjugatgekoppelten Enzym umgesetzt, was als Farbreaktion sichtbar wird. Die Farbintensität dieser Reaktion kann photometrisch gemessen werden und ist proportional der Konzentration an Antikörper (Bestimmung der optischen Dichte-OD oder des Prozentsatzes der optischen Dichte-PP). Die Quantifizierung erfolgt mit Hilfe von Antikörper-Vergleichsstandards mit bekannter Konzentration. Beim **direkten ELISA** werden direkt komplementäre Antikörper bzw. Antigene, an die bereits ein Enzym gekoppelt ist, zu einer mit Antigen oder Antikörper beschichteten Mikrotiterplatte gegeben. Nach der Antigen-Antikörper-Bindung folgt die Substratzugabe und die Reaktion nimmt denselben Verlauf wie im indirekten ELISA. Der Nachteil des direkten ELISA besteht darin, dass verschiedene Antigene für ihren Nachweis verschiedene enzymgekoppelte Antiseren benötigen und auch enzymgekoppelte Antigene kaum verfügbar sind. Beim **kompetitiven ELISA** konkurrieren gleichzeitig zwei unterschiedliche Reaktionspartner, wie beispielsweise zwei Antikörperarten, um die Bindung an einen dritten Reaktanten, wie ein an eine Mikrotiterplatte gebundenes Antigen. Beim **nicht kompetitiven ELISA** wird lediglich ein zur Mikrotiterplatte komplementäres Agens (Antikörper bzw. Antigen) zugegeben (CROWTHER, 1995; JANEWAY et al., 2002). Der Test wird so konzipiert, dass es nach Möglichkeit nicht zu falsch-negativen Ergebnissen kommt, der ELISA also eine gute Sensitivität aufweist, spezifisch ist und somit möglichst wenige falsch-positiven Ergebnisse zustande kommen (SELBITZ et al., 1995).

2.2.2.3 ELISA-Testsysteme

Beim ELISA zum Nachweis von Salmonellen-AK dienen Lipopolysaccharide aus heißer Phenolextraktion von Salmonellenkulturen als Antigen. Für den Mix-ELISA werden die O-Antigene von *S. Typhimurium* (1, 4, 5, 12) und von *S. Cholerasuis* (6, 7) verwendet. Das Problem besteht darin, dass diese Form des ELISAs aus dem Dänischen Modell übernommen wurde und die O-Antigene 3 und 10 nicht identifiziert werden können, welche in Deutschland jedoch nahezu 8% der Gesamtisolate ausmachen. Das positive Kontrollserum wird hergestellt, indem Schweine mit *S. Typhimurium* immunisiert wurden. Negatives Kontrollserum stammt von negativ getesteten Schweinen (STAAK et al., 1998).

2.2.2.3.1 Dänemark

NIELSEN et al. (1995) entwickelten in Dänemark einen indirekten, nicht kompetitiven ELISA zum Nachweis von Antikörpern gegen Salmonellen experimentell mit Feldstämmen von *S. Typhimurium* und *S. Infantis* infizierter Schweine aus SPF-Herden. Ursprünglich bestand das eingesetzte Antigen aus Lipopolysacchariden (LPS) vom Schwein stammender Isolate von *S. Typhimurium*, mit den O-Antigenen 1, 4, 5 und 12, *S. Infantis* mit dessen O-Antigenen 6 und 7 und *S. Cholerasuis* var. Kunzendorf mit den O-Antigenen 6 und 7, gewonnen aus mit Formalin abgestoppten Anreicherungskulturen. Getestet wurden drei ELISA-Systeme, das erste mit gereinigten LPS aus *S. Typhimurium*, das zweite mit LPS aus *S. Infantis* oder *S. Cholerasuis* und das dritte System aus einer Mischung von LPS aus *S. Typhimurium* und *S. Cholerasuis*. Diese Mischung aus den O-Antigenen 1, 4, 5, 6, 7 und 12 wurde als „Mix-ELISA“ bezeichnet. Der Einsatz von *S. Cholerasuis* als Antigen zeigte sich als geeigneter als der Einsatz von *S. Infantis*, da der AK-Nachweis von experimentell mit dieser Serovar infizierten Schweinen zu starken Abweichungen der Extinktionswerte führte. Somit wurden *S. Cholerasuis* und *S. Typhimurium* als Antigenformulierung des „Mix-ELISAs“ gewählt.

Die LPS wurden an PolySorp Mikrotiterplatten gebunden (Fa. Nunc, Dänemark). Die geeignete Konzentration von LPS-Antigen und Serum wurde anhand des höchstmöglichen P/N-Quotienten (Positiv/Negativ-Quotient) bestimmt, der sich aus dem Verhältnis der Extinktion des positiven Referenzserums mit der höchsten Antikörperkonzentration zu der des negativen Referenzserums ergab. Die optimale Serumverdünnung lag bei 1:400, optimale Werte für die LPS-Beschichtung bei 24 ng *S. Typhimurium* LPS und 30 ng *S. Cholerasuis* LPS. Die optimale Farbreaktion der Optischen Dichte (OD) der Extinktion wurde bei einer Messwellenlänge von 490 nm und einer Referenzwellenlänge von 690 nm bestimmt. Auf jeder Testplatte wurden sieben Referenzseren eingesetzt, um die auftretenden Variationen der Probenextinktionen der einzelnen Testdurchgänge zu relativieren. Als Referenzseren dienten ein negatives Serum der Kontrollgruppe, vier Seren von mit *S. Typhimurium* infizierten Schweinen und zwei Seren von mit *S. Infantis* infizierten Schweinen. Die Mittelwerte der erhaltenen Extinktionen wurden zur Erstellung einer linearen Regressionsgleichung verwendet, wobei der geringste mittlere Extinktionswert von OD = 0,167 vom Serum aus der negativen Kontrollgruppe stammte, der höchste mittlere

Extinktionswert von $OD = 3,068$ von einem mit *S. Infantis* infizierten Tier. Über eine lineare Regression zwischen den in einem ELISA erhaltenen Extinktionswerten der Kontrollseren und ihren durchschnittlichen Extinktionswerten in den vorangegangenen 24 Untersuchungen wurden die Extinktionswerte der untersuchten Proben in kalibrierte Extinktionswerte umgerechnet. Die OD%-Werte wurden berechnet, indem der kalibrierte Probenextinktionswert $- 0,167$ durch $3,068 - 0,167$ geteilt und mit 100 multipliziert wurde.

Bei den Untersuchungen von NIELSEN et al. (1995), bei denen in drei Experimenten Schweine vor und 2, 4 und 8 Wochen nach experimenteller Infektion mit *S. Typhimurium* untersucht wurden, lagen die Ausgangsextinktionswerte der Probentiere vor der Inokulation von infektiösem Material unter 0,16. Bei dem ELISA auf der Basis von *S. Typhimurium*-Antigen und dem „Mix-ELISA“ zeigten die Seren von drei untersuchten Tieren 14 Tage nach der Inokulation einen kontinuierlichen Anstieg der OD-Werte. Im ELISA auf der Basis der O-Antigene 6 und 7 war dies nicht der Fall, es konnte kein Anstieg der Extinktion festgestellt werden. Im zweiten Versuch, bei dem Schweine mit *S. Infantis* infiziert und nach Ablauf der gleichen Zeitspanne wie im ersten Experiment untersucht wurden, stiegen die Extinktionswerte in allen drei ELISAs an, am stärksten im O:6, 7 – ELISA und im „Mix-ELISA“. Nach der vierten Woche sanken die OD-Werte leicht ab und blieben dann bis zur neunten Woche konstant.

In einem dritten Versuch wurden die Seren von mit *S. Typhimurium* infizierten Tieren und einer negativen Kontrollgruppe untersucht. Die Autoren legten mittels Mittelwerten und Standardabweichung der Extinktionswerte aus der Kontrollgruppe einen Grenzwert von 3,5 OD% (Cut-off-Wert) fest, über dem die untersuchten Tiere als positiv einzustufen waren. Sieben Tage nach experimenteller Infektion wurden die ersten Serokonversionen ermittelt. Bis zum 22. Tag nach der Infektion war bei 86% der Schweine im „Mix-ELISA“ eine Serokonversion messbar. Am Tag 30 und 37 p.i. reagierten 92% der Tiere seropositiv (NIELSEN et al., 1995). Um den Einsatz von Fleischsaftproben im ELISA zu untersuchen und mit den Ergebnissen von Serumproben zu vergleichen, wurden Schweine experimentell mit *S. Typhimurium* infiziert und die Proben in verschiedenen Verdünnungen untersucht. Bei einer Serumverdünnung von 1:400 und einer Verdünnung der Fleischsaftproben von 1:30 erga-

ben sich vergleichbare Ergebnisse der Extinktionswerte. Nach Meinung von NIELSEN et al. (1998) kann die ELISA-Untersuchung von Fleischsaft auf Antikörper gegen Salmonellen, aufgrund der Ergebnisse der Untersuchung, als geeignete „post-mortem“ Methode zum AK-Nachweis eingesetzt werden.

2.2.2.3.2 Deutschland

Mittlerweile werden in Deutschland verschiedene ELISA-Testsysteme angeboten, um in Serum oder Fleischsaft AK gegen Salmonellen mittels indirektem, nicht-kompetitivem ELISA als standardisiertem Verfahren nachzuweisen. Bei dem „Fleischsaft-ELISA nach der Anleitung zur Durchführung vom Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin“ (**BgVV**) handelt es sich um einen nicht kommerziellen **Mix-ELISA**, basierend auf dem Dänischen Mix-ELISA mit der Nachweismöglichkeit der O-Antigene 1, 4, 5, 6, 7 und 12. Die im Ergebnis erhaltenen Extinktionswerte werden in OD% (optische Dichte) -Werte entsprechend dem dänischen ELISA umgerechnet. OD%-Werte > 40% gelten als positiv. Das Testsystem des BgVV wurde in den in Deutschland durchgeführten Ringversuchen in den 90er Jahren eingesetzt. Bei diesem Test muss die Testplatte mindestens einen Tag vor Versuchsbeginn beschichtet werden und die einzelnen Testreagenzien müssen vor Testbeginn selbst hergestellt werden (GREIL, 2001).

Der kommerziell erhältliche **SALMOTYPE[®]-Fleischsaft-ELISA** (Labor Diagnostik GmbH, Leipzig) wird ebenfalls zum Nachweis von Antikörpern gegen Salmonellen aus Fleischsaft und Serum eingesetzt. Auch hierbei werden AK gegen die O-Antigene 1, 4, 5, 6, 7 und 12 quantitativ bestimmt. Im Gegensatz zu dem vom BgVV entwickelten ELISA wurde die Herstellung der Kontrollseren und der übrigen Testreagenzien standardisiert und erleichtert somit die Anwendbarkeit. BLAHA et al. (1999) untersuchten das Leistungsvermögen des Tests bei der Anwendung in sieben amerikanischen Laboratorien. Dabei konnte durch die sehr niedrigen Variationskoeffizienten mit einem durchschnittlichen Mittelwert von 6,4% dem Testkit eine hohe Reproduzierbarkeit der Ergebnisse auch in unterschiedlichen Labors bescheinigt werden. Diverse Untersuchungen von Schweinebeständen auf Antikörper gegen Salmonellen beruhten auf dem SALMOTYPE[®]-Fleischsaft-ELISA, wie beispielsweise die Untersuchungen zur Salmonellensituation sächsischer Mastschweinebestände

von LUDEWIG und FEHLHABER (2001) oder das von KÖFER et al. (2001) beschriebene Salmonellen-Surveillanceprogramm steirischer Mastschweine.

Das **Enterisol[®] Salmonellen-Diagnostikum** (Boehringer Ingelheim) ist ein weiterer, seit 2001 kommerziell erhältlicher Testkit zum Nachweis von Salmonellen-Antikörpern. Die Durchführung des ELISA wird in Kapitel 3 ausführlich beschrieben. Die aus dem hydrophoben Lipid A und dem hydrophilen Polysaccharid-Teil bestehenden Lipopolysaccharide (LPS) als Bestandteile der äußeren Membran von gramnegativen Bakterien enthalten die O-Kette im Polysaccharidanteil. Diese O-Kette ist sowohl stark immunogen als auch Serotyp-spezifisch. Die Beschichtung von Mikrotiterplatten mit LPS durch passive Adsorptionsmethoden gestaltet sich aufgrund der amphiphilen Struktur der LPS als z.T. unbefriedigend. Es kann zu einer schlechten Reproduzierbarkeit und mangelhafter Stabilität der Beschichtung kommen, weiterhin sind Kreuzreaktionen durch die Verwendung des LPS einschließlich der gruppenspezifischen Lipid-A-Komponente möglich. Durch Wissenschaftler des dänischen Unternehmens Exiqon wurde eine alternative Technik entwickelt, bei dem ausschließlich der Polysaccharidanteil (PS) der LPS an die Mikrotiterplatte gebunden wird. Diese Technik wird auch beim Enterisol[®] Salmonellen-Diagnostikum eingesetzt. Bei diesem so genannten PS-ELISA, zu dem das Enterisol[®] Salmonellen-Diagnostikum gehört, ist die Lipid-A-Komponente durch milde Hydrolyse abgespalten. Das für die Antikörperbindung spezifische Polysaccharid-Antigen ist über einen photochemischen Prozess kovalent an die Mikrotiterplatte gebunden. Die Herstellung des PS-ELISA ist schematisch in Abbildung 2 dargestellt. Der Test ist in der Lage, Antikörper gegen *S. Typhimurium*, *S. Cholerasuis* und *S. Infantis* in Serum, Blutplasma und Fleischsaft von Schweinen nachzuweisen, wobei der Test auf die Salmonellen-PS-O-Antigene 1, 4, 5, 6, 7 und 12 reagiert. Die Platte wird mit von *S. Typhimurium* und *S. Cholerasuis* gewonnenen Antigenen beschichtet und durch das neuartige Verfahren wird eine hohe Reproduzierbarkeit des Verhältnisses sowie der absoluten Menge der an die Mikrotiterplatte gebundenen Antigenfraktion erzielt mit im Vergleich zu herkömmlichen Adsorptionsverfahren niedrigen Intra- und Interplatte-Variationen. Durch die stabile Bindung kann die Platte bei Raumtemperatur aufbewahrt werden (NILSSON und LANGE, 2001; LANGE, 2001).

Das Enterisol[®] Salmonellen-Diagnostikum wurde durch einen Ringversuch, an dem sich zehn Untersuchungsinstitutionen aus ganz Deutschland beteiligten, getestet. Dabei gelangten je fünf Fleischsaft- und fünf Serum-Feldproben zur Untersuchung, wobei eindeutig negative, fragliche und eindeutig positive Proben gekühlt versandt wurden. Alle Untersuchungseinrichtungen erzielten auf Anhieb valide Ergebnisse, bei einer hohen Übereinstimmung der Ergebnisse eindeutig positiver und negativer Proben. Bei Proben im Bereich des Cut-off (Grenzwertes) wurden unter den beteiligten Laboratorien leicht unterschiedliche Resultate erzielt und die Proben teilweise als positiv und teilweise als negativ beurteilt. Beim Vergleich mit einem laboreigenen ELISA wurden in einer der untersuchenden Einrichtungen drei Proben von den beiden ELISA-Systemen unterschiedlich bewertet. Im Vergleich mit einem anderen seit Jahren kommerziell erhältlichen ELISA wurden alle Proben identisch beurteilt. Ein weiterer kommerziell erhältlicher Test wurde vergleichend eingesetzt und erbrachte bei den Serumproben übereinstimmende, in 4 von 5 Fleischsaftproben jedoch abweichende Ergebnisse (NILSSON und LANGE, 2001; LANGE, 2001).

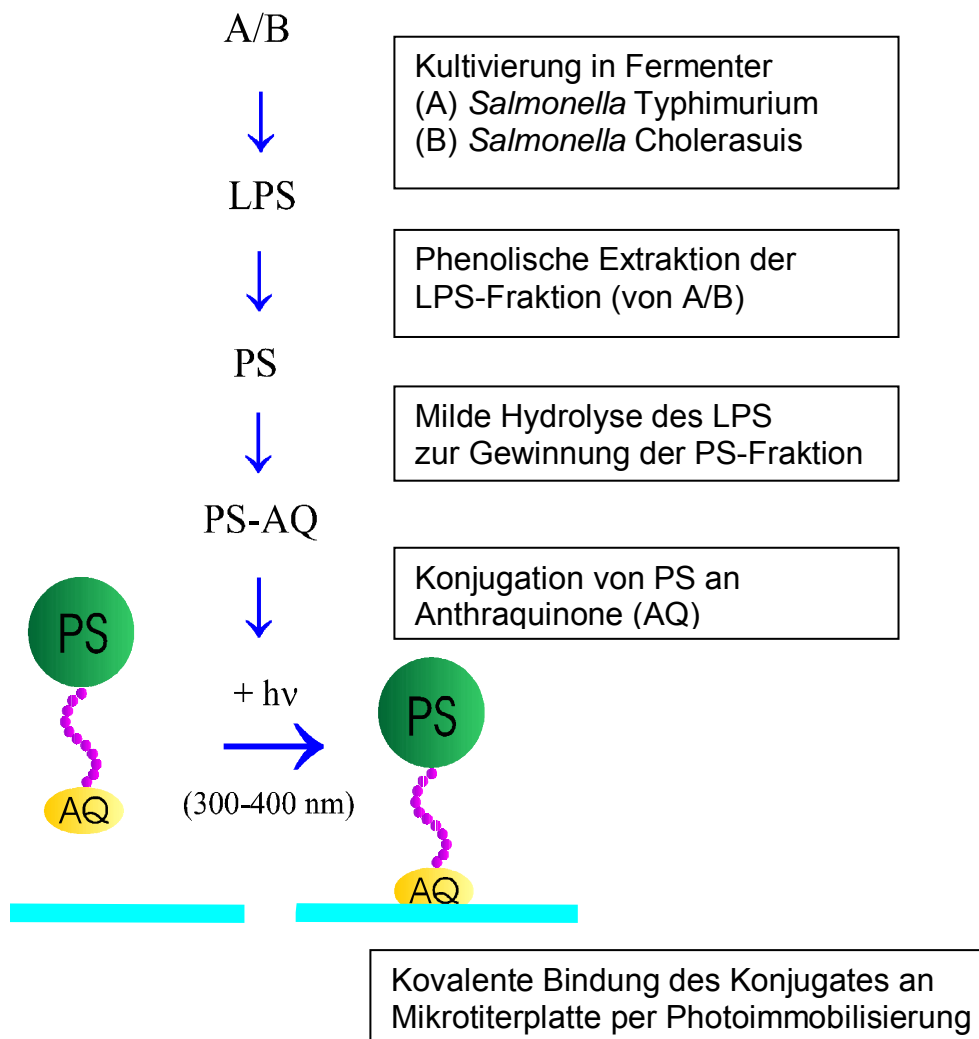


Abbildung 2: PS-ELISA (nach NILSSON und LANGE, 2001)

Um die Vergleichbarkeit von Blut- und Fleischsaftproben desselben Tieres zu untersuchen, wurden unmittelbar nach der Schlachtung beide Proben von Tieren aus vorberichtlich salmonellenbelasteten Herkunftsbetrieben entnommen. Auch der Einfluss des Zeitpunktes der Blutprobenentnahme wurde untersucht und Tieren eines Betriebes am Tag 0, 7 und 10 der Untersuchung Blut entnommen. Um den Einfluss des Fleischprobenmaterials auf das ELISA-Ergebnis abschätzen zu können, wurden Proben von verschiedenen Tierkörperstellen analysiert. Es wurden Proben des Zwerchfellpfeilers, des Zwerchfellsaums, der Nackenmuskulatur direkt nach der Schlachtung und der Zwerchfellpfeiler zwei Stunden nach der Schlachtung genommen. Die korrespondierenden Serum- und Fleischsaftproben aus Schlachtbetrieb 1 wurden qualitativ gleich bewertet und zeigten auch in der quantitativen Auswertung

nahezu identische Werte. Die Übereinstimmung fiel im zweiten Schlachtbetrieb deutlich geringer aus. Dabei stimmte die qualitative Bewertung der korrespondierenden Proben zumeist überein, die Ergebnisse lagen jedoch quantitativ zum Teil stark auseinander. Bei der vergleichenden Untersuchung des ELISA-Ergebnisses von Fleischsaftproben aus Fleischstücken unterschiedlicher Herkunft kam es teilweise zu quantitativ deutlich abweichenden Ergebnissen, dennoch erzielten die Proben bei einem Cut-off von 40% eine gleiche Bewertung. Bei Vergleich der Ergebnisse der Blutproben, die an verschiedenen Tagen genommen wurden, zeigte sich, dass in einem Zeitraum von bis zu 10 Tagen keine gravierenden Unterschiede in der Probenbewertung auftraten, auch wenn die Titer der einzelnen Tiere zum Teil etwas anstiegen oder abfielen. Obwohl es sich bei den untersuchten Schweinen um Tiere aus Betrieben mit vorberichtlich hoher Salmonellenbelastung handelte, war ein Großteil der Proben zum Zeitpunkt der Untersuchung im ELISA negativ. Durch die Untersuchung konnte gezeigt werden, dass Serum- und Fleischsaftproben desselben Tieres annähernd identische Ergebnisse lieferten, dennoch ist eine korrekte Probenentnahme bzw. korrektes Probenhandling wichtig, worauf die unterschiedlichen Ergebnisse in Fleischsaft- und Serumergebnissen des zweiten Schlachtbetriebes hindeuten. Die Lokalisation der Probennahme am Schlachtkörper ist von eher untergeordneter Bedeutung, da die Ergebnisse keine deutliche Veränderung aufzeigten (LEYK et al., 2003).

2.2.3 Unterschiede im Ergebnis direkter und indirekter Nachweise

Der Nachweis von Salmonellen bzw. ihren Antikörpern ist aus verschiedenen Materialien und auf verschiedene Weise möglich. Wichtig ist hierbei, dass es zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen kann, da Salmonellen beispielsweise nicht kontinuierlich mit dem Kot ausgeschieden werden. Für den Verbraucherschutz sind Untersuchungen wichtig, die die Höhe der Korrelation zwischen serologischem und bakteriologischem Ergebnis untersuchen. Nur bei einer hohen Korrelation von serologischen und bakteriologischen Ergebnissen, wie sie zahlreichen Studien belegen (SØRENSEN et al., 2001b; MÜFFLING et al., 2002; NOLLET et al., 2003; LO FO WONG et al., 2003), sind Monitoringprogramme auf der Basis von AK-Untersuchungen geeignet, die Salmonellenproblematik wiederzuspiegeln. Der serologische AK-Nachweis wird eingesetzt, da er tendenziell, wenn auch nicht hundert-

prozentig das Salmonellen-AG-Ergebnis widerspiegelt. Beispielsweise eine Pilotstudie 1996 in Deutschland konnte diese Korrelationen zwischen Bakteriologie und Serologie verdeutlichen. Das serologische Ergebnis mit 7,7% der untersuchten Proben, war mit dem Gesamtergebnis von 6,2% aus der kulturellen Salmonellenisolierung vergleichbar. 34,4% der Tiere mit positiven Befunden in den Lymphknoten und 49,5% mit positivem bakteriologischem Befund im Kottupfer zeigten auch serologisch ein positives Ergebnis. Gleichzeitig wiesen nur 6% der Tiere mit einem negativen bakteriologischen Befund ein positives serologisches Ergebnis auf. In einer zweiten Studie wurden Serum- und Fleischsaftuntersuchungsergebnisse verglichen. Die Übereinstimmung zur bakteriologischen Auswertung betrug 81,6% für Serum und 79,2% für Fleischsaft. Auf Herdenniveau konnte durch alle Methoden eine vergleichbare Schätzung der Salmonellensituation erreicht werden. In Herden ohne Salmonellenbefund zeigten beide ELISA-Proben niedrige Antikörperlevel. Dabei erreichte keine den Cut-off. Bei Herden, in denen Salmonellen isoliert werden konnten, hatten auch einige Tiere ein klar positives serologisches Ergebnis. Beide Tests wurden somit als geeignet bewertet, Salmonelleninfektionen in Herden nachzuweisen (KÄSBOHRER et al., 1997 und 1998; RABSCH et al., 1998).

In einer Studie von STEINBACH (2002), in der die Sicherheit ermittelt werden sollte, mit der Salmonellenträger unter den Schlachttieren durch bakteriologische Untersuchung einer Kotprobe oder eines Darmlymphknotens oder durch die serologische Untersuchung von Fleischsaft erkannt werden können, zeigte sich, dass die Sensitivität der Kot- bzw. Lymphknotenuntersuchung 20,5% bzw. 23,3% betrug, während die Sensitivität der serologischen Untersuchung bei 30% lag. Aktuelle Salmonellenträger wurden somit durch die serologische Untersuchung mit höherer Wahrscheinlichkeit erkannt als durch die bakteriologische Untersuchung. Die Ursache hierfür ist in der geringen Sensitivität der bakteriologischen Untersuchung zu suchen. Trotzdem ergaben sich in der Untersuchung statistisch hochgesicherte Rangkorrelationen zwischen der Häufigkeit bakteriologisch positiver Salmonellenbefunde und der Häufigkeit, mit der Antikörperprozentwerte > 40% auftraten. Serologische Befunde bieten sich demnach auch nach dieser Studie an, die von den Tieren ausgehende Salmonellengefährdung abzuschätzen.

LETELLIER et al. (2001) stellten in einer kanadischen Studie fest, dass eine klinische Salmonellose eine Erhöhung des serologischen Status der betroffenen Herde verursachte und dass das Auftreten einer klinischen Salmonellose mit einer steigenden Zahl von Schlachtkörperkontaminationen nach der Schlachtung in Zusammenhang stehen kann. In den höher mit AK belasteten Herden konnte auch gleichzeitig eine höhere Schlachtkörperkontamination festgestellt werden (13,6%) als bei Herden ohne klinische Anzeichen einer Salmonellose und niedrigerem AK-Ergebnis (2,9%).

Es gibt im Vergleich zu den genannten Studien auch Untersuchungen, die keine oder eine schlechte Korrelation zwischen direktem und indirektem Salmonellennachweis belegen. In einer deutschen Studie von VON ALTROCK (2000) beispielsweise stimmten Serologie und Bakteriologie nicht überein; das serologische Ergebnis lag insgesamt höher. In einer englischen Studie zeigten die Ergebnisse von zwei untersuchten ELISA-Systemen signifikante Übereinstimmungen, während nur eines der beiden signifikant mit der kulturellen Untersuchung beider Kotproben übereinstimmte und keines einen Zusammenhang zu den Ergebnissen aus den Blinddarmproben aufwies (DAVIES et al., 2003).

2.3 Epidemiologie der Salmonellen

2.3.1 Übertragungswege der Salmonellen in der Massentierhaltung

Salmonellen sind bedeutende Zoonoseerreger, die im Darm von Menschen und Tieren vorkommen und wochen- bzw. monatelang in der kontaminierten Umwelt überleben können. Die Tatsache, dass die meisten Salmonellenserovare nicht wirtsadaptiert sind, erleichtert die Ausbildung von unüberschaubaren Infektketten (SELBITZ, 1992; ROLLE und MAYR, 2002). Eine Übertragung der Salmonellen ist direkt oder indirekt auf vertikalem oder horizontalem Wege möglich. Beim Schwein verbleiben die Ferkel längere Zeit bei der Sau und somit ist die vertikale neben der horizontalen Übertragung als wichtig zu bewerten (BLAHA, 1993).

2.3.1.1 Vertikale Übertragung

Die teilweise sehr hohe Belastung von Zuchttieren mit Salmonellen und die damit einhergehende Gefahr der vertikalen Salmonellenweitergabe an die Jungtiere wur-

den mehrfach untersucht. In einer dänischen Studie wurde die Salmonellen-AK-Prävalenz junger Zuchttiere, tragender Erstlingsauen und Sauen, die bereits zwei- oder mehrmals geworfen hatten, in 20 dänischen Zucht- und Vermehrungsbetrieben ermittelt. Die mittlere Seroprävalenz der 1.205 Proben, die mittels ELISA untersucht wurden, lag bei 4-7 Monate alten Zuchtieren bei 7,2%, 29,3% wurden bei Erstlingsauen und 40,4% bei den älteren Zuchtsauen (Cut-off= 10 OD%) festgestellt (NIELSEN et al., 2001a). Um einen Überblick über das Auftreten von Salmonellen bei deutschen Zuchtschweinen zu erhalten, untersuchte QUANTE (2000) das Vorkommen von Salmonellen-AK in Blutproben von 2288 Jung- und Altsauen aus 88 Zucht- und gemischten Betrieben. 153 Blutproben (6,69%) wiesen dabei ein positives AK-Ergebnis auf. In einer weiteren Studie konnten KRANKER et al. (2001) bezüglich der Salmonelleninfektkette einen starken Zusammenhang zwischen dem Auftreten von *S. Typhimurium* bei Absatzferkeln und dem Vorkommen des Erregers in Sauen herstellen. In der Untersuchung konnten in 13 Sauherden (19%) Salmonellen isoliert werden. Außer bei den 4 Wochen alten Absatzferkeln wurden bei den anderen Altersklassen Salmonellen im selben Umfang gefunden. Es bestand ein Zusammenhang zwischen den Sauen mit einem OD% > 10 und dem Auftreten von *S. Typhimurium* bei Absatzferkeln. In Sauenställen wurden durch eine sächsische Studie wiederholt Salmonellen im Kot nachgewiesen und einer der untersuchten Ferkelerzeugerbetriebe konnte dabei als bedeutende Eintragsquelle für *S. Agona* in die Mastbetriebe, an die die Ferkel geliefert wurden, identifiziert werden (LUDEWIG und FEHLHABER, 2001; LUDEWIG et al., 2001).

Die Übertragung von Salmonellen des Muttertieres auf seine Nachkommen konnte durch eine weitere dänischen Studie belegt werden, die die Eliminierung von *S. Typhimurium* durch die strategische Umstallung von Schweinen überprüfte (DAHL et al., 1997). Es wurden drei Untersuchungen durchgeführt, um die Möglichkeit zu bewerten, *Salmonella*-freie Mastschweine aus Schweinen aufzuziehen, die in infizierten Herden geboren worden waren, indem man diese Tiere in saubere, desinfizierte Stallungen verbrachte, bevor sie sich mit möglicherweise in ihrer Umgebung befindlichen Salmonellen auseinandersetzen mussten. Drei Mastherden mit persistierend hohem Level an subklinischen *S. Typhimurium*-Infektionen wurden in die Untersuchung einbezogen. Insgesamt wurden 844 Schweine aus dem Absetzer-, Ferkel- und Läuferstall in rigoros gesäuberte und desinfizierte Mastbuchten, in denen

keine vorherige Salmonelleninfektion stattgefunden hatte, oder in völlig neue Gebäude verbracht. Bei diesen Tieren konnte zum Zeitpunkt der Schlachtung weder serologisch noch bakteriologisch eine Infektion nachgewiesen werden, wobei die in der gleichen Zeit in den infizierten Ställen aufgezogenen Schlachtschweine nachgewiesenermaßen infiziert waren.

2.3.1.2 Horizontale Übertragung

Beim Übertragungsmodus der Salmonellen handelt es sich in der Regel um eine fäkale Ausscheidung und eine orale Aufnahme der Erreger. Wie stark die Ausbreitung der Salmonellen in einem Bestand ist, hängt von der Exposition (Infektionsdosis) und der Disposition (Anfälligkeit der Wirte) ab. Faktoren wie das Lebensalter, das Zusammenstellen von Tieren verschiedenen Alters und unterschiedlicher Herkunft, Stressoren wie Transport, Rankkämpfe und Erkrankungen anderer Genese, besonders zur gleichen Zeit auftretende Infektionen spielen eine entscheidende Rolle bei der Ausbreitung der Salmonellen. Eine bedeutende Co-Infektion der Salmonellose stellt beim Schwein beispielsweise die Dysenterie dar (BLAHA, 1993). Nach BLAHA (1993) ist es möglich, salmonellenfreie Bestände aufzubauen, wenn komplexe Maßnahmen ergriffen werden, um die Salmonellenmenge unter der Menge zu halten, ab der eine Infektkette entsteht. Voraussetzung dafür ist die Kenntnis der verschiedenen Möglichkeiten der Salmonellen, in einen Bestand einzudringen und sich dort zu verbreiten.

2.3.1.2.1 Salmonellenbelastung der Umwelt

Salmonellen befinden sich primär im Darm, aber ebenfalls in vielen Bereichen der Umwelt, wie beispielsweise in landwirtschaftlichen Abwässern, menschlichen Abwässern und überall dort, wo es zu einer fäkalen Kontamination kommen kann. Nach KÖHLER et al. (2001) gelangen Ausscheidungen in die Umwelt und können auf diesem Weg zur Kontamination von Trinkwasser, Salat und Gemüse nach Fäkaldüngung führen.

Wie lange Salmonellen in der Umwelt überleben können, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Auf festen Oberflächen sind Ausgangskeimzahl, relative Luftfeuchte, konservierende Schutzsubstanzen und natürliche UV-Strahlung, in Flüssigkeiten hingegen der pH-Wert, gelöste Stoffe und antagonistische Keime von Bedeutung. All-

gemein hat die Temperatur Einfluss auf das Überleben der Salmonellen (SELBITZ et al., 1995). In einer Abhandlung über das Verhalten ausgewählter Salmonellen in der Umwelt stellte BÖHM (1993) fest, dass es in der Regel eine lineare logarithmische Beziehung zwischen Absterbezeit von Salmonellen und der auf sie einwirkenden Temperatur gibt. *S. Enteritidis* und *S. Typhimurium* können sich bei minimalem Nährstoffangebot (ca. 60 mg Protein/l) bei +7°C bis +47°C vermehren, so dass die Vermehrungsvorgänge die Absterbevorgänge eventuell überlagern können. Studien von LIMPITAKIS et al. (1999), HARTUNG (2001), sowie HALD und ANDERSEN (2001) belegten jahreszeitliche, temperaturabhängige Schwankungen im Vorkommen von Salmonellen bei Mastschweinen bzw. in Schweinefleisch und beim Menschen mit einer erhöhten Nachweisrate in der wärmeren Jahreszeit. Durch strohlose Haltung wird die Überlebensmöglichkeit von Erregern erhöht, da die abtötende Selbsterhitzung des Dungs fehlt (SELBITZ et al., 1995). Salmonellen können über 200 Tage im Erdboden und 10 Monate in Staub überleben (KÖHLER et al., 2001). Um die Überlebenszeit und Infektiösität von *S. Cholerasuis* außerhalb ihres Wirtes zu untersuchen, wurden in einer Studie von GRAY und FEDORKA-CRAY (2001) Schweine mit *S. Cholerasuis* infiziert. Kotproben wurden am 2., 4., 7. und 10. Tag nach der Infektion genommen, zu Poolproben zusammengefasst und in Trocken- und Feuchtform über 13 Monate aufbewahrt. *S. Cholerasuis* konnte 3 Monate lang nachgewiesen werden, in einer trockenen Form sogar 13 Monate lang. Die verbleibende Infektiösität wurde ermittelt, indem 6 oder 13 Wochen alten Schweinen trockener Kot mit dem Futter verabreicht oder intranasal appliziert wurde, der 2 oder 4 Monate aufbewahrt worden war. Klinische Anzeichen waren mild, aber *S. Cholerasuis* konnte bei den jungen Tieren nachgewiesen werden.

In einer Langzeituntersuchung wurde die Anreicherung von Salmonellen in der Umwelt anhand des Vorkommens und der Übertragung von Salmonellen auf Haushaltsmülldeponien in der Umgebung von Berlin, sowie im Umfeld von Futterhefefabriken und Tierkörperverwertungsbetrieben untersucht. In Deponieproben wurden Bodenproben, Wasserproben, und normaler Haushaltsmüll untersucht, und es konnten in 15,1% der Proben (77 von 511) Salmonellen nachgewiesen werden. Häufigste Serovaren waren *S. Typhimurium*, *S. Saint Paul* und *S. Enteritidis*. Es war möglich, eine Infektkette von erkrankten Berliner Kindern über den Haushaltsmüll bis zur Deponie und zu Wildvögeln zu verfolgen. Während der vierjährigen Kontrollunter-

suchungen betrug die Salmonellenbelastung in Futterhefe 12% (2044 Proben) und in Tierkörpermehl 6,2% (337 Proben). Für die Ausbildung latenter Erregerreservoir sprach der Tatbestand, dass eine Persistenz der gleichen Serovare zu finden war. In einer Zeit von 51 Monaten wurden mittels Filterstaubuntersuchungen in einem Kraffuttermischwerk $\frac{2}{3}$ aller im Untersuchungszeitraum im Futter festgestellten Serovare nachgewiesen. Von Haustieren und Menschen ausgehende Salmonellen verbreiteten sich demnach im kommunalhygienischen Bereich, auf Deponien und bei Wildtieren. Die lange Überlebensdauer der Erreger führte zur Bildung latenter Infektionsquellen. Eiweißhaltige Rohstoffe waren hierbei einem besonderen Erregerdruck ausgesetzt. Organischer salmonellenhaltiger Staub stellte eine wichtige Infektionsquelle für Futtermittel produzierende Betriebe und Entsorgungsanlagen dar (KÖHLER, 1993).

2.3.1.2.2 Salmonellenübertragung durch Kontakt mit anderen Schweinen

Die meisten Salmonelleninfektionen kommen durch Kontakt mit anderen Tieren zustande, vor allem mit Tieren derselben Art und zwar auf fäkal-oralem Weg. Durch GRAY et al. (1996) konnte gezeigt werden, dass experimentell infizierte Tiere zwischen 10^3 und 10^6 CFU/g Kot während der klinischen Erkrankung ausscheiden. Von besonderer Bedeutung sind hierbei latent infizierte Tiere, die nicht nur in der Phase der klinischen Rekonvaleszenz sondern auch ohne eine klinische Manifestation ausgebildet zu haben, Erregerträger sind und diese Erreger unbemerkt in einen Bestand einschleppen (SELBITZ, 1992; SELBITZ et al., 1995; WRAY und DAVIES, 1997; ROLLE und MAYR, 2002). GRAY et al. (1996) berichteten weiterhin, dass sie 4×10^2 CFU *S. Cholerasuis*/g Kot bei 49 -Tage alten Schweinen gefunden haben, denen zuvor 10^8 CFU *S. Cholerasuis* intranasal appliziert worden waren. Natürlich infizierte Schweine begannen 24 Stunden nachdem sie mit infizierten Tieren Kontakt hatten, *S. Cholerasuis* auszuschleiden. Die Problematik des Tierkontakts wird ebenfalls durch eine Studie von ANDERSON et al. (1998) belegt, in der je eine Gruppe experimentell und auf natürlichem Wege mit *S. Cholerasuis* infizierter, früh abgesetzter Ferkel untersucht wurden. Zehn Schweinen wurde eine orale Dosis von 10^8 CFU *S. Cholerasuis* verabreicht und es ergab sich eine Infektionsrate von 100%. Insgesamt schieden 30% der Schweine *S. Cholerasuis* aus, ausreichend um weitere vier von zehn Tieren auf natürlichem Wege zu infizieren. Die

Übertragung von Salmonellen auf aerogenem und konjunktivalem Weg, über den Nasen-Rachen-Raum in einen Organismus konnten FEDORKA-CRAY et al. (1995) bei oesophagostomierten 6-8 Wochen alten Schweinen, die intranasal mit *S. Typhimurium* infiziert worden waren, nachweisen, indem sie zeigten, dass der Erreger nur 3 Stunden p.i. aus verschiedenen Organen isoliert werden konnte. GRAY et al. (1995) konnten weiterhin nachweisen, dass intranasal mit 10^8 CFU *S. Cholerasuis* oder über den Magenweg infizierte Schweine in der Autopsie nach 2, 4, 6 und 12 Wochen klinische Zeichen und mikroskopische Verletzungen aufwiesen (v.a. die intranasal infizierten Tiere).

2.3.1.2.3 Salmonellenübertragung durch Kontakt mit artfremden Tieren

Haustiere, wie Hund und Katze, Schadhager und andere Wildtiere werden neben dem Menschen als lebende Vektoren der Salmonellen angesehen. Wildtiere gelten dabei oft als Indikator für die Kontamination einer Gegend mit Erregern wie Salmonellen. Die Epidemiologie von *S. Enteritidis* für Geflügel in England hat beispielsweise den Vektor Maus als besonders bedeutungsvoll herausgestellt (WRAY und DAVIES, 1997). Auch eine Studie aus Sachsen ermittelte Schadhager wie Mäuse als Salmonellenträger. So wurden 1997 48 und 1998 68 Schadhager (durch Gift getötete Mäuse) mit positivem Ergebnis auf Salmonellen untersucht. Dabei stimmten die Lyso-typen der *S. Typhimurium*- bzw. die Plasmidprofile der *S. Agona*-Stämme bei den aus den Schadhagern, aus den Futtermitteln und aus dem Kot isolierten Erregern überein (LUDEWIG und FEHLHABER, 2001; LUDEWIG et al., 2001). KICH et al. (2001) konnten für schweinehaltende Betriebe in einer Studie einen Zusammenhang zwischen einer hohen Seroprävalenz von Salmonellen und einem fehlenden Schadhagerkontrollprogramm feststellen. In Ratten muss man im Allgemeinen je nach Biotop mit einer Salmonellen-Befallsrate von 4%-30% rechnen. Es wurden Salmonelleninfektionen bei Vögeln beobachtet, die zu Verschmutzungen des Futterlagers oder von Gerätschaften führen können (WRAY und DAVIES, 1997). Nach HELLMANN (1977) entwickeln Möwen durch die Aufnahme zwar geringer aber ständiger Dosen von Salmonellen latente Salmonelleninfektionen, indem sie ständigen Kontakt mit kontaminiertem Oberflächen- oder Abwasser haben. Somit haben sie, wie anderes Wassergeflügel, große Bedeutung als Reservoir und Vektor (BÖHM,

1993). Besonders Fliegen wie Schmeißfliegen können unter den Insekten mit Salmonellen kontaminiert sein (WRAY und DAVIES, 1997).

2.3.1.2.4 Salmonellenübertragung durch Futtermittel

Futter spielt eine entscheidende Rolle bei der Ausbreitung der Salmonellen. Futtermittel können direkt durch Ausscheidungen erkrankter Tiere, über Gülle, Jauche, Dung bzw. Siedlungsabwässer kontaminiert werden und werden dann oral von gesunden Tieren aufgenommen. Aber auch die Einfuhr von Erregern mit Lebens- und Futtermitteln aus dem Ausland ist möglich (SELBITZ, 1992; SELBITZ et al., 1995; ROLLE und MAYR, 2002;). So sieht auch der jährliche Trendbericht über Zoonosen gemäß Zoonoserichtlinie 92/117/EWG eine Gefahr der Salmonellenkontamination von tierischem und pflanzlichem Protein in Futtermitteln. Besonders Fischmehl ist unter den tierischen Futtermitteln belastet, höher als Fleisch- und Knochenmehl (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 1999 und 2000). Im Zoonosetrendbericht für das Jahr 2000 wurden erhöhte Salmonellenwerte für Tiermehle, Grießenmehle und Fleischfresserfutter mitgeteilt, wobei *S. Typhimurium* nachgewiesen wurde, *S. Enteritidis* hingegen nicht. Von 18 Fischmehlproben waren 25% *Salmonella*-positiv, ähnlich wie im Vorjahresergebnis. In Mischfuttermitteln wurden nur vereinzelt Salmonellen nachgewiesen (HARTUNG, 2001 und 2002). Weitere Salmonellennachweisraten in tierischen und pflanzlichen Futtermittelproben der Jahre 1999, 2000 und 2001 sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

	1999	2000	2001
Tiermehl	2,02%	0,80%	3,92%
Fleischfresserfutter	7,14%	1,42%	0,44%
Grießenmehl	2,65%	2,76%	9,09%
Rapssaat	18,18%	11,76%	15,63%
Ölextraktions-schrote	9,14%	3,78%	1,69%
Silage	keine Angabe	3,13%	keine Sal. nachgew.
Hühnerfutter	2,35%	5,37%	3,84%
Fischmehlimporte	10,64%	5,81%	5,03%

Tabelle 2: Salmonellennachweisraten in verschiedenen Futtermitteln (modifiziert nach HARTUNG (2001 und 2002))

Nach BISPING (1993) konnte bereits im Jahre 1955 durch BISCHOFF das Auftreten seltener Salmonellen-Serotypen bei den Nutztieren auf den Import kontaminierter Futtermittelkomponenten, besonders Fischmehl, zurückgeführt werden. Gemäß den Zoonosentrendberichten der Jahre 2000 und 2001 konnten in 5,03% der Fischmehlimporte vor allem aus Peru Salmonellen nachgewiesen werden. Die Serovare *S. Typhimurium* und *S. Enteritidis* wurden in keinem der Fälle isoliert. Aus Fleischfressernahrungsimporten wurden 2000 Salmonellen bei Waren aus Polen und Thailand nachgewiesen. Auch in Mischfuttermittel aus der Schweiz konnten im selben Jahr Salmonellen isoliert werden. In Tiermehl und Fleischknochenmehl konnten keine Salmonellen nachgewiesen werden (HARTUNG, 2001 und 2002).

Salmonellen kommen somit in Futtermitteln häufig vor, die für Mensch und Tier häufigsten Serovare *S. Typhimurium* und *S. Enteritidis* sind jedoch keine ausgesprochenen Futtermittelsalmonellen, was bereits aus Untersuchungen von KEMPF und PIETZSCH (1981) an Proben inländischer Tierkörper-, Fleisch-, Fleischknochen- und Knochenmehle hervorging, bei denen *S. Typhimurium* und *S. Enteritidis* nur vereinzelt oder nicht nachgewiesen wurden.

2.3.1.2.5 Einfluss von Stress auf Salmonellen

Alle Tiere können durch Salmonellen infiziert werden, besonders betroffen sind allerdings junge, tragende oder gestresste Tiere aus Hochleistungsbetrieben (WRAY und DAVIES, 1997). Durch Stressoren, die auf das Schlachttier vor und während der Schlachtung einwirken, kommt es zur Aktivierung von Keimen der Darmflora oder aus isolierten Entzündungsherden im Organismus, was zu einer primären mikrobiellen Kontamination führt (SCHÜPPEL et al., 1994). Während des Transportes und auf dem Schlachthof selbst sind die Schlachttiere vielen Stressoren wie Lärm, Vermischung und Überbelegung von Herden, Verschmutzungen und infektiösen Agentien ausgesetzt. In Untersuchungen wurde gezeigt, dass nach dem Transport eine vermehrte, endogene Kontamination der Schlachtkörper nachgewiesen werden kann. SEIDLER et al. (2001) stellten in einer Studie der Universität Leipzig über Transportstress dar, dass während und nach verschiedenen langen Transporten höhere bakterielle Translokationsraten in Mesenteriallymphknoten und Organen bei Extremtemperaturen auftraten. Bei einer Untersuchung über Auswirkungen von Transportbelastungen auf den Endotoxingehalt im Blut von Schlachtschweinen stellten

ZUCKER und KRÜGER (1998) fest, dass die mit dem Transport für Schweine verbundenen Belastungen, zumindest bei einigen der untersuchten Tiere, zu einer erhöhten Translokation von Endotoxinen aus dem Verdauungstrakt führten. In einer weiteren Studie über den Einfluss von Stress auf die Abwehrlage von Schlachtschweinen wurden verschiedene Gruppen männlicher kastrierter Masthybriden den Stressoren Kurzzeittransport zum Schlachthof (ca. 2 h), Hitze (ca. 42°C/12 h) und Hitze, hohe Luftfeuchte, anschließendes Treiben (ca. 35°C, 90% relative Luftfeuchte/12 h) ausgesetzt, um das Risiko für eine mikrobielle Besiedelung der Muskulatur aufgrund der prämortalen Belastung einzuschätzen. Im Ergebnis bewirkten einige der untersuchten Stressoren eine Verringerung der Serumbakterizidie und der Komplement-Gesamtaktivität, zweier unspezifischer Faktoren des Immunsystems. Die Möglichkeit des Überlebens von in den Blutstrom eingedrungenen Erregern stieg kontinuierlich mit der Dauer der auf den Organismus wirkenden belastenden Prozesse. Die Qualität des Transportes schien wesentlich über den Umfang des Verlustes der Abwehrleistung zu entscheiden (ALTER und FEHLHABER, 1997). Auch eine Studie von MARG et al. (2001) konnte einen Einfluss von Transportstress bei einem Langzeittransport von acht Stunden auf die Salmonellenbelastung von Schlachtschweinen nachweisen. Eine Untersuchung von HURD (2002a) konnte dagegen Stress als Ursache einer Infektion mit Salmonellen nicht belegen. Der Stress-Effekt der Umstallung über 18 Stunden mit Wechsel der Gruppengenossen und Futterentzug veränderte die Salmonellenbelastung in der Studie im Vergleich zur Kontrollgruppe nicht.

2.3.1.2.6 Salmonellenübertragung während des Transports und des Aufenthaltes von Schweinen auf dem Schlachthof

In einer Umfrage unter Experten stellten STÄRK et al. (2001) fest, dass bei einem Transport von Schweinen aus einem chronisch mit Salmonellen infizierten Betrieb 18% dieser Tiere infiziert seien, 7% den Erreger auch ausschieden und 25% der Tiere eine mit Salmonellen kontaminierte Haut aufwiesen. Bei Transport einer Gruppe nicht mit Salmonellen infizierter Schweine zusammen mit einer Gruppe aus einem chronisch mit Salmonellen infizierten Bestand würden sich nach Expertenmeinung 20% der Tiere ohne Salmonellenbelastung infizieren und weitere 40% würden mit Salmonellen kontaminiert werden. Eine amerikanische Studie von MCKEAN et al. (2001) konnte belegen, dass Transport zum und Aufenthalt der Tiere

auf dem Schlachthof als kritische Kontrollpunkte bezüglich der Kontaminationsmöglichkeit mit Salmonellen und deren schneller Weiterverbreitung anzusehen sind. Die in der Studie kulturell festgestellte Salmonellenprävalenz von im Betrieb obduzierten Tieren betrug 5,3%, während gleichzeitig auf den Schlachthof verbrachte und dort obduzierte Tiere einen Wert von 39,9% aufwiesen. Auch eine belgische Studie von KORSAK et al. (2003) und eine amerikanische Untersuchung von HURD et al. (2001b) bestätigten diese Tendenz, dass die Salmonellenprävalenz in Proben, die auf dem Schlachthof genommen wurden, höher war als die von Proben, die im Mastbetrieb selbst genommen worden waren.

Um den Einfluß der Mischung von Tiergruppen aus verschiedenen Beständen auf die oberflächliche und tiefe Salmonellenkontamination aufzuzeigen, untersuchten FRAVALO et al. (2003) die Salmonellenbelastung, nachdem SPF-Tiere mit salmonellenkontaminierten Tieren vor und während der Schlachtung gemischt worden waren. Dabei konnte nach dem Schlachtprozeß kein Unterschied in der Schlachtkörperoberflächenbelastung der vorher kontaminierten und der SPF-Tiere gefunden werden, was für eine Kreuzkontamination spricht. HURD et al. (2001a) stellten in einer Studie, die die Vorwartebuchtsituation auf dem Schlachthof nachempfinden sollte, fest, dass bei Schweinen, die mit kontaminiertem Material wie beispielsweise Kot in Kontakt kamen, innerhalb von 2 Stunden in Lymphknoten und Magen-Darm-Trakt Salmonellen nachgewiesen werden konnten. Auch LARSEN et al. (2003) konnten zeigen, dass Sauen direkt nach Ankunft auf dem Schlachthof eine geringere *S. enterica*-Belastung aufwiesen (39%-44%) als Sauen, die noch 2 Stunden in einer Wartebucht gehalten wurden (55%-59%), bevor sie geschlachtet wurden. In einer neueren Studie konnte sogar gezeigt werden, dass nach Kontakt mit salmonellenkontaminiertem Kot Salmonellen bei Kontakttieren bereits nach weniger als den üblichen 2 Aufenthaltsstunden auf dem Schlachthof aus verschiedenen Organproben isoliert werden konnten. In Proben aus den Tonsillen waren bereits 15 min nach Salmonellenkontakt des Tieres Salmonellen nachweisbar (GRIFFITH et al., 2003).

In einer weiteren Studie von HURD (2002b) wurden Umgebungsuntersuchungen angestellt, bei denen Vorwartebuchten auf zwei Schlachthöfen mittels Fußbodenabstrichen, Kotproben und Restwasserproben auf Salmonellen untersucht wurden. In allen Buchten konnten Salmonellen nachgewiesen werden, auch nach Reinigung von 50%

der Buchten mit Hochdruckreiniger. Wasserproben aus der Tränke waren zu 33% mit Salmonellen belastet. Bei Vergleich der Serotypen wurde deutlich, dass die Schweine in den Wartebuchten neue Serotypen aufnahmen. 25% der Proben von Schlachtschweinen wiesen Serotypen auf, die zwar in den Vorwartebuchten, nicht aber auf den Transportern gefunden wurden. Ebenso zeigten Untersuchungen an Schlachtschweinen von WINGSTRAND et al. (1997) einen positiven statistischen Zusammenhang zwischen einem positiven kulturellen Ergebnis der Buchtproben und positiven Schlachtkörpertupferproben. Auch ROSTAGNO et al. (2001) konnten die Aufenthaltsbuchten der Schweine auf dem Schlachthof als Salmonellenquelle identifizieren, indem Kotproben von Schweinen auf Transportfahrzeugen, Buchtenproben vor der Belegung und Organproben der Tiere nach der Schlachtung untersucht wurden. Dabei waren alle Tiergruppen *Salmonella*-positiv, einschließlich der Gruppen, die vor dem Aufenthalt negativ waren. 25% der Tiere waren mit Salmonellenserovaren infiziert, die auch in den Buchten nachgewiesen wurden, 25% mit Serovaren aus den Transportfahrzeugen und 45,8% waren mit Serovaren infiziert, die sowohl in den Wartebuchten als auch in den Transportfahrzeugen isoliert wurden. Um die genetische Verwandtschaft von aus Vorwartebuchten und nach der Schlachtung aus Schweinen isolierten Salmonellen nachzuweisen, wurden Untersuchungen mittels Pulsfeldgelelektrophorese (PFGE) eingesetzt. Im Ergebnis waren 26% der *S. enterica* Isolate aus den Buchtproben und aus den von geschlachteten Schweinen entnommenen Gastrointestinaltraktproben identisch (O'CONNOR et al., 2003). Ebenso zeigten Untersuchungen an Schlachtschweinen von WINGSTRAND et al. (1997) einen positiven statistischen Zusammenhang zwischen einem positiven kulturellen Ergebnis der Buchtproben und positiven Schlachtkörpertupferproben.

2.3.1.2.7 Salmonellenübertragung durch Zukauf von Ferkeln

Auf die vertikale Übertragung von Salmonellen der Muttertiere auf ihre Nachkommen wurde bereits im Kapitel 2.3.1.1 eingegangen. Die gesamte Problematik des Transports, des Tierverkehrs allgemein, der Stressfaktoren, denen die Tiere durch Transport, Umstallen und Neugestaltung von Tiergruppen ausgesetzt sind, und die damit zusammenhängende Salmonellenverbreitung wird in den verschiedenen Abschnitten des Kapitels 2.3.1.2 näher beschrieben. Alle diese Faktoren haben Einfluss aufeinander und sind oftmals nicht strikt voneinander zu trennen. Somit haben sie ebenfalls

einen großen Einfluss auf die Verbreitung von Salmonellen durch Ferkelzukauf, der einen kritischen Punkt in der Epidemiologie von Salmonelleninfektketten darstellt.

Nach DAHL und WINGSTRAND (2000) gilt der Zukauf von infizierten Tieren als größter Risikofaktor für den Eintrag von Salmonellen in Mastbetriebe. Insgesamt erhöht das Umstallen von Tieren die Infektionsgefahr. In einer Studie aus Sachsen wurde einer der untersuchten Ferkelerzeugerbetriebe als bedeutende Eintragsquelle für *S. Agona* in den belieferten Mastbetrieb identifiziert (LUDEWIG und FEHLHABER, 2001; LUDEWIG et al., 2001). Eine Untersuchung von MÜFFLING et al. (2002), in der 383 Schweine bakteriologisch und serologisch auf das Vorkommen von Salmonellen untersucht wurden, konnte darlegen, dass Eintrag und Verbreitung von Salmonellen in beiden untersuchten Betrieben zum großen Teil durch den Zukauf von Ferkeln beeinflusst wurden. Die Isolation von Salmonellen aus Absatzferkeln bedeutet nach KRANKER et al. (2001) weiterhin eine verdreifachte Wahrscheinlichkeit, dass man seropositive Masttiere erhält. In einer Untersuchung von LO FO WONG et al. (2001) konnte diese Tendenz ebenfalls festgestellt werden, wobei es sogar zu einer viermal höheren Wahrscheinlichkeit eines seropositiven Testergebnisses bei Masttieren kam, wenn auch die heranwachsenden Tiere seropositiv getestet wurden. Auch PRÖHL et al. (1998) konnten die Infektkette der von ihnen untersuchten Schweine von den Masttieren zurück über die Läufer, Ferkel und zu den Sauen darstellen, wobei die Serovare durch die Ferkel in die Produktionskette eingetragen und über die Läufer weiter in die Mastbetriebe geschleppt wurden.

2.3.1.2.8 Einfluss der Herdengröße

Um Infektionen zu verhindern, ist es wichtig, das jeweilige landwirtschaftliche System und das Marketing zu betrachten. Bezüglich der Herdengröße stieg in einigen Untersuchungen das Risiko einer Salmonelleninfektion mit steigender Herdengröße. Der höchste Anteil an seropositiven Tieren wird bei Betrieben mit ca. 2000 Mastplätzen gefunden. So wurden in einer Studie in Dänemark 510.915 Fleischsaftproben von 14.593 Herden aus 13 Bundesländern Dänemarks untersucht, um einen Zusammenhang zwischen Herdengröße und Salmonellen-AK-Prävalenz zu überprüfen. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Herdengröße in einer positiven Beziehung zur Seroprävalenz von *S. enterica* stand (CARSTENSEN und CHRISTENSEN, 1998). BAGGESEN et al. (1996) fanden heraus, dass mehr Herden

(23,1%) mit > 2600 Schlachtungen pro Jahr *Salmonella*-positiv waren, als kleinere Herden (14,7%) mit 500 bis 550 Schlachtungen pro Jahr. MOUSING et al. (1997) konnten für Untersuchungen im Jahr 1995 feststellen, dass kleine Bestände mit 101-200 Schlachtschweinen/Jahr durchschnittlich 2,9% positive Fleischsaftproben aufwiesen und große Bestände mit mehr als 5000 Schlachtschweinen/Jahr 6,1%. VAN DER WOLF et al. (2001a) konnten jedoch in einer Studie aufzeigen, dass eine kleine bis mittlere Herdengröße (< 800 Schlachtschweine) im Zusammenhang mit einer höheren Salmonellenseroprävalenz stand.

2.3.1.2.9 Einfluss des Betriebssystems

In kontinuierlichen Systemen ist die Infektion jüngerer Tiere durch ältere denkbarer als bei Rein/Raus-Verfahren, auch wenn kein direkter Kontakt, sondern nur ein solcher beispielsweise über Stallpersonal besteht (DAHL und WINGSTRAND, 2000). Auch andere Autoren, wie PLONAIT und BICKHARDT (1997) sehen das Rein/Raus-Verfahren bezüglich der Salmonellenproblematik als das überlegenere System an. Die Annahme, dass ein Rein/Raus-Management den Salmonellenstatus verbessern könnte, belegen auch Untersuchungen von DAHL et al. (1997), die beweisen, dass die Verbringung von Ferkeln aus salmonellenbelasteten Beständen in eine saubere Umgebung dazu führte, dass bei diesen Tieren im Schlachtalter keine Salmonellen nachweisbar waren, wie das bei der in der ursprünglichen Umgebung verbleibenden Kontrollgruppe der Fall war.

Demgegenüber steht eine Studie aus Bayern von 1998, in der nachgewiesen wurde, dass Mastbestände, die nach dem Rein/Raus-Prinzip arbeiteten, mehr Salmonellen-AK aufwiesen (2,1%) als Betriebe mit kontinuierlicher Belegung (0,8%) (CZERNY et al., 2002). In einer Studie aus den USA wurde die Prävalenz von Salmonellen in Kotproben von Mastschweinen und in Futterproben untersucht. 14 Betriebe waren Mastbetriebe mit Rein/Raus-Verfahren, 15 Betriebe waren Systeme mit kontinuierlichem Verfahren. Salmonellen konnten aus 565 von 2288 (24,6%) Kotproben und aus mindestens einer Kotprobe von 24 der 29 Betriebe (83%) isoliert werden. Es wurden weniger kontinuierlich arbeitende Betriebe als positiv bewertet als Rein/Raus-Betriebe. Moderne Methoden, bei denen die unterschiedlichen Produktionsphasen in verschiedenen Abteilungen jeweils mit Rein/Raus-System ablaufen, schienen in der Studie keinen Vorteil in der Verminderung der Salmonellenprävalenz

gegenüber konventionellen kontinuierlichen Systemen zu haben (DAVIES et al., 1997).

2.3.1.2.10 Kontamination von Betriebsgebäuden

Die persistierende Kontamination von Betriebsgebäuden ist von Bedeutung, v.a. da die Bauweise dieser Gebäude oft nicht an die heutigen Hygieneansprüche angepasst ist. Überbelegung von Ställen kann die korrekte Durchführung von Hygienemaßnahmen zusätzlich verhindern (DAHL und WINGSTRAND, 2000). Für die Zoonoseberichte der Länder wurden in Stallungen und Gehegen im Jahr 2000 in 2,16% der Fälle Salmonellen isoliert, 2001 waren es 14,46%. *S. Typhimurium* machte im Jahr 2000 87% der Isolate aus, *S. Enteritidis* wurde im Jahr 2001 nachgewiesen, im Vorjahr hingegen nicht. 5,45% der Kompostmistproben waren 2001 mit Salmonellen kontaminiert, im Jahr 2000 waren es 6,67%. *S. Typhimurium* wurde allerdings nicht isoliert. 11% der untersuchten Tränkewasserproben wiesen 2000 Salmonellen auf, wobei jeweils einmalig *S. Typhimurium* und *S. Dublin* isoliert wurden, in Abwasser aus Stallungen wurden bei 18% der Proben Salmonellen nachgewiesen (HARTUNG, 2001 und 2002).

Auch die Stalleinrichtung kann einen Einfluss auf die Kontamination mit Salmonellen haben. In einer Untersuchung konnte gezeigt werden, dass Schweine, die vor der Schlachtung für vier Stunden auf Spaltenboden gehalten wurden, signifikant weniger Salmonellen in Proben von Blinddarminhalt aufwiesen, als Schweine, die vier Stunden auf festen Böden gehalten wurden (HURD et al., 2003). In einer Schweizer Studie wurden 1430 Zwerchfellproben aus 41 Schweinemastbetrieben auf AK gegen Salmonellen untersucht. Ein Fragenkatalog stellte fest, dass die subjektive Gesamtbeurteilung des Stalles bei einem Betriebsbesuch als „schmutzig“ gegenüber der Beurteilung als „sauber“ einen signifikanten Einfluss auf das AK-Ergebnis hatte (LEDERGERBER et al., 2003).

2.3.2 Übertragung bei Gewinnung und Verarbeitung

Bereits 1876 wies BOLLINGER auf die Bedeutung von Pyämien und Septikämien der Schlachttiere für „Fleischvergiftungen“ hin. Der erste Zusammenhang zwischen einer „Fleischvergiftung“ nach dem Genus von rohem Rinderhackfleisch, der tödlich verlaufenden Erkrankung eines jungen Mannes und dem kausalen Erreger *S.*

Enteritidis wurde 1889 von KARLINSKI hergestellt, der den aus den Organen des Verstorbenen und dem Rinderhack isolierten Erreger als „Bacillus enteritidis Gaertner“ bezeichnete, nach heutiger Nomenklatur als *S. Enteritidis* bekannt (SELBITZ et al., 1995; SELBITZ und BISPING, 1995).

Die Wege der Salmonellen vor der Schlachtung in das Schlachtvieh stellen wichtige Kontrollstellen in der Salmonellenbekämpfung dar. Eine Kontamination der vom Tier stammenden Lebensmittel während oder nach der Schlachtung sind ebenso wichtige Schwachstellen. So können Produkte tierischen Ursprungs bereits ursprünglich salmonellenbehaftet sein, wenn das sie produzierende Tier Salmonellenträger war. Für die sekundäre Kontamination sind die Hygiene des bearbeitenden Menschen, sowie die Hygiene der Be- und Verarbeitungsgegenstände entscheidend (SELBITZ et al., 1995). BAGGESEN et al. (1997) untersuchten in einer Studie 25 in Kategorie 3 eingestufte Schweineherden bakteriologisch auf das Vorkommen von Salmonellen. Es sollte ermittelt werden, zu welchem Anteil die mikrobiologische Qualität des Schlachtkörpers durch den mikrobiologischen Status des Schlachtschweins selbst oder durch Kontamination auf dem Schlachthof bestimmt wurde. Bei den Schlachtschweinen konnten auf dem Schlachthof dieselben Salmonellenarten nachgewiesen werden wie im Mastbetrieb, zusätzlich konnten jedoch auch noch andere, nicht herdenzugehörige Arten isoliert werden, was für eine Kreuzkontamination auf dem Schlachthof spricht. Auch JACOB et al. (2001) und HURD et al. (2001b) wiesen in Untersuchungsmaterial vom Schlachthof zusätzliche zu den im Mastbetrieb nachgewiesenen Salmonellenarten nach.

Nicht nur der „unreine Teil“ der **Schlachtung**, sondern gerade auch der „reine Teil“ sind oftmals Ausgangspunkte für die Kontamination des Lebensmittels mit Infektionserregern. Wird das Darmkonvolut nicht oder nicht richtig an der oberen und an der unteren Stelle der Herausnahme abgebunden, kann es zum Austritt von Darminhalt kommen, der dann am Tierkörper herunterläuft. Da oftmals nicht mit den sog. „Knopfmessern“ gearbeitet wird, kommt es zum ungewollten Einstechen in das Darmkonvolut, was ebenfalls zur Verunreinigung des Tierkörpers mit Darminhalt führt. Ein sofortiges Abduschen führt nicht zur Dekontamination, sondern im Gegenteil dazu, dass sich die Mikroorganismen auf dem Tierkörper verteilen (GISSEL, 1993). In einer dänische Studie konnte in diesem Zusammenhang festgestellt wer-

den, dass bei einer logistischen Schlachtung, bei der salmonellenkontaminierte Tiere zeitlich getrennt von salmonellenfreien Tieren geschlachtet wurden, im Ergebnis keine Unterschiede in der Salmonellenkontamination der beiden Gruppen auftraten. Dies konnte vor allem auf kontaminiertes Schlachtwerkzeug zurückgeführt werden, da 80% der bei den Tieren gefundenen Salmonellastämme auch auf den Schlachthofgerätschaften nachweisbar waren (SWANENBURG et al., 2003).

Zerlegebetriebe nehmen eine Schlüsselstellung im Infektionsgeschehen mit Salmonellen ein. Fehlerhafter Transport mit falschen Transporttemperaturen und Mängel bei der Tierkörperannahme, z.B. bei großen Tieren, die mit Partien wie der Nackenregion über den Boden schleifen, sind Problempunkte. Die Zerteilung der Tierkörper mit Sägen führt sehr häufig zur Übertragung unerwünschter Mikroorganismen auf die Teilstücke. Die stationäre Bandsäge, das Laufband, das noch oft aus Gummi und nicht aus V2A-Stahl besteht, sind als häufige Kontaminationsquellen festgestellt worden. Kontamination und Keimvermehrung nehmen mit dem Zerkleinerungsgrad zu. Die Reinigung mit Hochdruckreinigern während des Arbeitsprozesses führt zu nicht unerheblicher Kontamination der Teilstücke, auf die sich durch Aerosolbildung und Wasserspritzer vom Fußboden aufgewirbelte Bakterien niederlassen. Laut Untersuchungen waren bearbeitete Schweinefleischteile etwa dreimal so häufig belastet wie unbearbeitete Tierkörper (GISSEL, 1993). Nach Berichten der epidemiologischen Situation in Deutschland wurde aus Schweinefleisch *S. Typhimurium* am häufigsten isoliert, *S. Enteritidis* nur in Einzelfällen. So konnte im Jahr 2001 in 3,81% der untersuchten Proben von Schweinefleisch Salmonellen nachgewiesen werden. Im Jahr 2000 waren es 3,72% und 1999 2,96% der untersuchten Proben (HARTUNG, 2001 und 2002).

In den **Bearbeitungsbetrieben** kommt es zu einer weiteren mikrobiologischen Belastung durch falsches Auftauen, Kutterfleischvorbereitung mit Zusätzen von Retouren, zu langes Aufbewahren der Spritzlaken, schlecht zu reinigende Sammelbehälter sowie verschmutzte Spritzlakeinjektoren, Tumbeln bei zu hohen Temperaturen, zu lange Zwischenlagerung der Bräte, Sporenbelastung durch Stäube während der Gewürzzugabe im Verarbeitungsraum, fehlerhafte Fülltechnik mit stark verschmutzten Spritzen bei der Rohwurstfüllung, falsche Aufbewahrung von Därmen, zu hohe Temperaturen bei Umrötung und Reifung, Unterkochung, Dosenundichtigkeit, Abkühlung

der Produkte in stark kontaminiertem Kühlwasser mit Kühlwasserrückgewinnung. Hygienemängel entstehen außerdem durch Gegenstände, die mit Fleisch in Berührung kommen, beispielsweise treten Schmierkontaminationen durch Fleischhaken, Schwenktüren u.ä. auf. Weitere Schwachstellen für mikrobielle Verunreinigungen können die Räume sein, in denen Fleisch gewonnen, zerlegt oder bearbeitet wird, Wasser, das bei Schlachtung, Zerlegung oder zur Herstellung von Fleischerzeugnissen verwendet wird, Luft, Luftführung und Belüftung sowie Kleidung der Fahrer und Beschaffenheit der Transporter beim Transport (GISSEL, 1993).

In **Küchen- und Kantinenbetrieben** werden kühlungsbedürftige Waren oftmals ohne Kühlung angeboten, Speisen werden unzureichend heißgehalten. Insgesamt besteht die Gefahr, dass Personal infiziert ist, dass schon kalte mit noch heißen Komponenten gemischt werden, Waren unzureichend erhitzt oder mangelhaft wiedererhitzt werden, dass mikrobiell belastete Rohware eingesetzt wird und allgemein Hygienemängel im Küchenbereich vorzufinden sind (GISSEL, 1993). In küchenmäßig vorbereiteten Fleischteilstücken konnten in Deutschland im Jahr 2001 bei 3,00% der Proben Salmonellen nachgewiesen werden, 2000 bei 2,49% und 1999 bei 0,47% (HARTUNG, 2001 und 2002).

Die Vermehrung von Salmonellen in Lebensmitteln hängt einerseits von den „intrinsic factors“, den Substrat-Eigenschaften des Lebensmittels, wie Nährstoffgehalt, Wasseraktivität, pH-Wert und Redoxpotential, andererseits von den „extrinsic factors“, den Außenfaktoren, wie Temperatur und atmosphärischen Einflüssen ab. Salmonellen sind in der Lage, sich in einem Temperaturbereich von +5 bis +47°C, optimal bei +35 bis +37°C zu vermehren. Für die Bedürfnisse der Salmonellen liegt die untere Grenze für den a_w -Wert bei 0,94/0,95. Eine optimale Vermehrung für Salmonellen ist in einem Bereich von pH 6,5 bis 7,5 gegeben. Jedoch ist eine Vermehrung bei sonst optimalen Bedingungen noch bis zu einem Wert von pH 4,05 möglich. Salmonellen als fakultativ anaerob wachsende Mikroorganismen sind dem Redoxpotential gegenüber unempfindlich und werden erst bei einem Eh-Wert < 30 mV in ihrem Wachstum gehemmt (KÖHLER et al., 2001). Die Kenntnis der optimalen Lebensbedingungen ist wichtig, um Salmonellen wirkungsvoll bekämpfen zu können. Beim Tiefkühlen nimmt die Zahl der Salmonellen ab 0°C ab, wobei diese Abnahme stärker im Bereich des Nullpunktes zu sehen ist als bei -18°C. Es muss mit einer längeren Überlebenszeit

auch bei Lagerung im Tiefkühlbereich gerechnet werden. So konnten *S. Enteritidis* und *S. Typhimurium* auch nach siebenjähriger Lagerung bei -23°C in Speiseeis nachgewiesen werden (D'AOUST, 1989). Die Lagerung bei Kühltemperaturen hat keinen abtötenden, lediglich einen wachstumshemmenden Effekt auf Salmonellen. Lagerung bei Raumtemperatur bewirkt normalerweise ein Wachstum der Salmonellen, jedoch nicht bei zu niedrigem a_w -Wert, wie beispielsweise bei Trockenfleisch. Der Erreger bleibt jedoch auch bei nicht optimalen Bedingungen über lange Zeit am Leben. So ist der Erreger in bestimmten Produkten wie Milchpulver, Nudeln und Schokolade monatelang überlebensfähig. Aufgrund einer Hitzeresistenz, die maßgeblich auch vom a_w -Wert beeinflusst wird, ist eine Erhitzung von Lebensmitteln auf 70°C für mindestens 10 Minuten erforderlich, um „Salmonellenfreiheit“ sicher zu erlangen (SELBITZ et al., 1995).

2.3.3 Vorkommen von Salmonellen bzw. Salmonellen-AK in Schweinebeständen in Deutschland

In einer bundesweiten Pilotstudie in Deutschland 1996 wurden 11.942 Schlachtkörper aus 7 Schlachthöfen mikrobiologisch und serologisch sowie 1.064 Schlachtkörper mittels PCR auf das Vorkommen von Salmonellen und Salmonellen-AK untersucht. Für die mikrobiologische Untersuchung wurden Kotproben, Lymphknoten und Oberflächentupferproben verwendet. Das Ergebnis der Studie zeigte, dass 6,2% aller Schlachtkörper ein positives Ergebnis bezüglich des Salmonellenbefundes in Kot- und Lymphknotenproben aufwiesen, bzw. 10,3%, wenn die Oberflächentupferproben mitbeurteilt wurden. Insgesamt konnten 28 Serotypen isoliert werden, wobei *S. Typhimurium* mit 72% dominierte. Die zehn häufigsten Serovaren sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Durch Phagentypisierung konnten für *S. Typhimurium* 23 verschiedene Phagentypen identifiziert werden, wobei die Phagentypen DT 104 (v.a. var. Kopenhagen) und DT 193 besonders häufig nachgewiesen werden konnten. In 79 der 255 Salmonella-positiven Gruppen konnte mehr als ein Serotyp isoliert werden. Meist wurden auf der Oberfläche, im Kot und in den Lymphknoten die gleichen Serotypen nachgewiesen. Serologisch zeigten 7,7% der untersuchten Tiere ein positives Ergebnis bezüglich des Vorkommens von Antikörpern gegen Salmonellen (KÄSBOHRER et al., 1997; RABSCH et al., 1998).

Salmonella Serotyp	Nachweisrate in [%]
S. Typhimurium O5-	40,4
S. Typhimurium O5+	31,9
S. Give	6,0
S. Derby O5-	5,9
S. I 9, 12:1, v:-	4,4
S. Enteritidis	2,6
S. I 4, 12:d:-	2,5
S. London	1,0
S. Rough form	0,9
S. Bovismorbificans	0,6

Tabelle 3: Salmonella-Serotypen der bundesweiten Pilotstudie in Deutschland 1996 (nach KÄSBOHRER et al., 1997)

Für Deutschland wurde für das Jahr 2000 eine Salmonelleninfektionsrate in Schweineherden von 6,5% beschrieben, mit S. Typhimurium als dominierendem Erreger (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2000). Auch die Trendberichte über Zoonosen der Jahre 2001 und 2000 bestätigen diesen Trend. Danach machten zwei Drittel der Salmonellenisolate bei Schweinen in Untersuchungen für die Jahre 2000 und 2001 S. Typhimurium aus, S. Enteritidis wurde nur in wenigen Fällen nachgewiesen. Bei bakteriologischen Untersuchungen (BU) im Jahr 2001 wurden in 2,07% der Fälle Salmonellen isoliert (1999 in 1,4% und 2000 in 1,83% der Fälle), vorwiegend S. Typhimurium. Tabelle 4 fasst einige der Ergebnisse aus den Trendberichten über Zoonosen der Jahre 2001 und 2000 bezüglich der Salmonellensituation von Schweinen aus überwiegend Anlassuntersuchungen zusammen (HARTUNG, 2001 und 2002).

Jahr	Mastschweine Nachweisrate auf Herden-niveau in [%]	Mastschweine Nachweisrate auf Einzeltier-niveau in [%]	Zuchtschweine Nachweisrate auf Herden-niveau in [%]	Zuchtschweine Nachweisrate auf Einzeltier-niveau in [%]	Salmonellen-Titer [%] bei Fleischsaft-untersuchung
2001	7,27%	4,34%	1,67%	1,97%	0,88%
2000	6,45%	3,77%	22,54%	5,28%	0,74%
1999	7,00%	2,86%	keine Angaben	keine Angaben	keine Angaben

Tabelle 4: Salmonellennachweisraten gemäß den Trendberichten über Zoonosen der Jahre 2000 und 2001 (nach HARTUNG, 2001 und 2002)

Zur Salmonellensituation bei Mastschweinen existieren zahlreiche Studien, die sich auch mit dem Erfassen der Salmonellen-Prävalenz auf der Basis des Antikörper-

Nachweises befassen. In einer bayrischen Studie wurden nach der Schlachtung Zwerchfellpfeilerproben von 3.048 Schlachtschweinen aus 52 Mastbeständen genommen und mittels Fleischsaft-ELISA auf das Vorkommen von Salmonellen-AK untersucht. Dabei wurden bei 1,6% der Tiere Antikörper festgestellt. Ein Betrieb wurde nach dem Bewertungsschlüssel der Leitlinien des BML in die Kategorie III (Prävalenz der Stichprobe > 40%) eingeteilt. Die verbleibenden 51 Betriebe fielen in die Kategorie I (Prävalenz der Stichprobe < 20%) (CZERNY et al., 2002). In einer weiteren Studie aus Bayern wurden 176 Schlachtkörper serologisch mittels Fleischsaft-ELISA-BgVV (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin) sowie Salmotype[®] Fleischsaft ELISA (Labor Diagnostik Leipzig GmbH) auf Salmonellen-AK untersucht. Zusätzlich wurden 102 Schlachtschweine und 31 Sammelkotproben mikrobiologisch auf Salmonellen untersucht. Von 439 mikrobiologisch untersuchten Proben waren nur in einer Sammelkotprobe Salmonellen nachzuweisen (0,23%). Im Fleischsaft-ELISA-BgVV waren alle untersuchten Proben negativ. Im Salmotype[®] Fleischsaft ELISA waren zwei von 54 Fleischsaftproben (3,7%) und zwei von 176 Serumproben (1,1%) positiv (GREIL et al., 2001).

In einer sächsischen Studie wurden von 11.711 Schlachtkörpern aus 89 Betrieben Proben genommen, deren Fleischsaft dann mittels ELISA auf das Vorkommen von Salmonellen-AK untersucht wurde. Dabei schwankte die AK-Prävalenz in den einzelnen Betrieben zwischen 0 und 93,3%. Insgesamt reagierte ein Prozentsatz von 8,9% der Tiere im ELISA serologisch positiv. 78 Betriebe (87,6%) konnten in Kategorie I, 6 Betriebe (6,8%) in Kategorie II und 5 Betriebe (5,6%) in Kategorie III eingestuft werden (LUDEWIG und FEHLHABER, 2001). In einer weiteren Studie aus Sachsen wurden seit 1997 an einem sächsischen Schlachthof 3276 Schlachtschweine aus sächsischen Mastbetrieben untersucht. Es wurden Kottupferproben, Proben der distalen Jejunallymphknoten, der Zwerchfellmuskulatur und von 1631 Tieren Oberflächentupfer von der Oberschenkelinnenseite sowie der Brustinnen- und -außenseite genommen. Das *Salmonella*-Vorkommen der Schlachtkörper lag zwischen 1 und 8% je nach Herkunftsbestand (PRÖHL et al., 1998). In sechs Studien an drei Schlachtbetrieben in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Bayern wurden von 1992-1996 insgesamt 4.242 klinisch gesunde, tauglich beurteilte Schlachtschweine auf Salmonellen überprüft. Kottupfer, Muskulatur, Leber, Mesenterial-Lymphknoten und Bauchhöhlentup-

fer wurden dabei untersucht. Die Nachweisrate lag bei 0,5 bis 2,7% der untersuchten Tiere, die durchschnittliche Nachweisrate bei 1,7% (KRÜGER et al., 1996). Eine internationale Studie mit dem Titel „Salmonella in Pork (Salinpork)“ wurde in den Jahren 1996 bis 1999 unter Teilnahme von sechs verschiedenen EU-Mitgliedsländern durchgeführt. Ziel in Deutschland war die Bestimmung der Salmonellenprävalenz von 60 Mast-, 20 Zucht- und 20 Ferkelproduktionsbetrieben in Schleswig-Holstein. Bei 2.947 untersuchten Mastschweinen wurde eine Seroprävalenz von 7,3% (213 Tiere), bei 797 Sauen aus Zuchtbetrieben eine von 9,2% (73 Tiere) und bei 399 Sauen aus Ferkelproduktionsbetrieben von 4,5% (18) festgestellt. Insgesamt zeigten sich 28,3% der Mast-, 50,0% der Zucht- und 15,0% der Ferkelproduktionsbestände serologisch positiv (VON ALTROCK et al., 2000).

2.3.4 Vorkommen von Salmonellen bzw. Salmonellen-AK in Schweinebeständen anderer europäischer Länder

2.3.4.1 Dänemark

Alljährlich werden im Rahmen des 1995 ins Leben gerufenen nationalen Programms zur Überwachung von Salmonellen mehr als 700.000 Fleischsaftproben auf Salmonellen-AK untersucht, 16.000 Bestände stehen unter ständiger Überwachung. Nach einer Informationsbroschüre der DANSKE SLAGTERIER (2003) erkrankten im Jahr 1993 ca. 22 aus 100.000 Menschen durch Salmonellen in Schweinefleisch. Untersuchungen aus dem Jahr 2000 zeigten, dass die Zahl der Erkrankungen auf ca. 3 Menschen aus 100.000 gefallen war. Die Seroprävalenz bei Mastschweinen wurde durch das dänische Überwachungs- und Kontrollprogramm innerhalb von vier Jahren von 4-7% im Jahr 1995 auf 2,3% im Jahr 1998 gesenkt. Die Salmonellenbelastung von dänischem Schweinefleisch konnte von 3,5% im Jahr 1993 auf 0,7% im Jahr 2000 gesenkt werden. Gleichzeitig konnten die Salmonellosefälle des Menschen, die auf salmonellenbelastetes Schweinefleisch zurückzuführen sind, von 1.144 im Jahr 1993 auf 166 im Jahr 2000 verringert werden (NIELSEN, 1998; NIELSEN et al., 2001b).

In einer Untersuchung zum Vorkommen von Salmonellen Mitte der neunziger Jahre wurden von 13.468 Schlachtschweinen aus 1363 Schweineherden jeweils 5 g Blinddarminhalt in einem landesweiten Programm der Salmonellenbekämpfung auf Salmonellen untersucht. Von 832 Schweinen (6,2%) konnten dabei 30 verschiedene

Serotypen von *S. enterica* isoliert werden. Aus 536 (64,4%) dieser Proben wurde *S. Typhimurium* isoliert, von denen 448 durch Phagentypisierung in 17 verschiedene Phagentypen eingeteilt werden konnten, wobei DT 12 mit 49,1% am häufigsten vorkam. *S. Enteritidis* wurde in 302 Herden (22,2%) gefunden (BAGGESEN et al., 1996). In einer ähnlichen Studie von HOLST (in: BAGGESEN et al., 1996) wurden von 687 Schweinen Blinddarmproben von 25 g entnommen und untersucht, dabei zeigten sich 9,8% der Tiere *Salmonella*-positiv, mit einer Herdenprävalenz von 11,8%. Diese unterschiedlichen Ergebnisse weisen auf verschiedene Testsensitivitäten hin (BAGGESEN et al., 1996).

In einer dänischen Langzeitstudie über zwei Jahre konnten LO FO WONG et al. (2001) zeigen, dass während dieser Zeit 20 (62%) der 32 untersuchten Herden von ihrem Salmonellenstatus zu Beginn abwichen. Bei einem Cut-off von OD% > 10 der insgesamt 9844 untersuchten Blutproben, wurden insgesamt 17 der Herden als seropositiv, 15 als seronegativ eingestuft, wobei eine Herde als seropositiv eingestuft wurde, wenn mehr als 4% der Proben einer Herde positiv beurteilt wurden. Für Dänemark wurde durch die EUROPÄISCHE KOMMISSION (2000) eine Herdenprävalenz AK-positiver Schlachtschweine von 4,1% angegeben, die Belastung von *Salmonella*-positivem Schweinefleisch lag zwischen 0,4% und 1,5%, mit einem Mittelwert von 0,8%.

2.3.4.2 Niederlande

Das niederländische Gesundheitsamt schätzt, dass in den Niederlanden bis zu 75% der durch Lebensmittel übertragbaren Krankheiten auf Lebensmittel tierischen Ursprung zurückzuführen sind. Die beiden wichtigsten Mikroorganismen in diesem Zusammenhang sind *Campylobacter* spp. und *Salmonella enterica* (NOTERMANS und BEUMER, 2003). Ein Viertel der humanen Salmonellosefälle in den Niederlanden wird durch den Konsum von Schweinefleisch oder Schweinefleischprodukten ausgelöst. Nach VAN DER WOLF et al. (2001b) betrug die *Salmonella*-Prävalenz bei Untersuchungen von Masttieren in den Jahren 1996 und 1999 23,7% bzw. 24,5% und für Sauen 40,5% bzw. 60,4%, von 406 Mastherden waren 9% seronegativ bezüglich *Salmonella* bei einem Cut-off von > 10. 69,7% der Herden besaßen *Salmonella*-Status I, mit niedriger Prävalenz, 21,7% Status II, mit mäßiger Prävalenz und 8,6% Status III, mit hoher Prävalenz, bei einem Cut-off OD% > 40. Bei diesem

Cut-off betrug die Salmonella-Prävalenz von Masttieren 1996 und 1999 10,4% bzw. 11,1% und für Sauen 10,1% bzw. 9,9%. Von 1998 bis 2002 wurde ein Überwachungsprogramm zur Bestimmung des Vorkommens von zoonotischen Bakterien bei Schweinen auf Herdenebene durchgeführt. In den Jahren 2000-2002 lag die Prävalenz für *Salmonella* spp. bei annähernd 30%. Durch Serotypenbestimmung konnte die Dominanz von *S. Typhimurium* und hier mit steigender Bedeutung der Phagentyp DT 104 bestimmt werden. 1997 wurde ein nationales Überwachungsprogramm für landwirtschaftliche Nutztiere eingeführt, um das Vorkommen zoonotischer Bakterien wie *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. und Shiga-Toxin produzierende *E. coli* [STEC] O157 zu überwachen. Die Hauptziele des Programms bestehen darin, Trends über das Vorkommen dieser Mikroorganismen zu beobachten und Risikofaktoren zu identifizieren, die zur Infektion von landwirtschaftlichen Nutztieren führen. Im Oktober 1998 wurde das Programm auf Mastschweine ausgedehnt (VAN DE GIESSEN et al., 2003).

Auch in den Niederlanden ist die Überprüfung auf Salmonellen noch nicht verpflichtend vorgeschrieben, im Jahr 2003 wurde eine umfangreiche Kontrolle auf Salmonellen über 12 Monate (*2003 Salmonella Control Programme for the Pig Sector*) durchgeführt, deren Ergebnisse jedoch momentan noch nicht vorliegen (HANSSEN, 2003).

2.4 Qualitätssicherung

Die Verpflichtung der EU-Mitgliedstaaten, den Gesundheitsstatus von landwirtschaftlichen Nutztieren zu verbessern, dadurch die Risiken für die menschliche Gesundheit durch den Konsum von Lebensmitteln tierischer Herkunft zu verringern, und einen freien innergemeinschaftlichen Handel aufrechtzuerhalten, führte zu einer Erweiterung der Aufgaben im Veterinärwesen. Die Kommission der EU hat im Januar 2000 das „Weißbuch zur Lebensmittelsicherheit“ veröffentlicht, in welchem die Grundsätze der Überwachung und der Rechtsvorschriften im Bereich der Lebensmittelsicherheit verankert sind (KÖFER et al., 2002). Hieraus resultierte der Erlass der Verordnung 178/2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit vom 28.01.2002. Diese Verordnung sieht u.a. vor, im Sinne des Verbraucherschutzes auf

allen Ebenen der Lebensmittelgewinnung und –verarbeitung Risikoanalysen durchzuführen. Hierzu sind in im weiteren Sinne auch Überwachungsmaßnahmen im Bereich der Salmonellenkontamination von Lebensmitteln zu zählen.

2.4.1 „Monitoring- oder Surveillanceprogramme“

Unter dem Begriff Monitoring (lateinisch monere = ermahnen, warnen) versteht man gemäß KÖFER et al. (2002) „ein System von sich wiederholenden Beobachtungen, Messungen und Auswertungen, die zum Erreichen festgelegter Ziele mit Hilfe von zufällig ausgewählten Proben durchgeführt werden, die repräsentativ für das einzelne Lebensmittel oder für die Ernährung des Landes oder der Region als Ganzes sind. Monitoringprogramme finden sich in allen Bereichen der Qualitätssicherung für Lebensmittel. Sie werden bei nationalen und bei betriebsspezifischen Kontrollstrategien angewandt. Das Ziel von so genannten „Surveillance-Programmen“ ist es, laufende Kontrollen einer Tierpopulation durchzuführen mit dem Ziel, Änderungen im Gesundheitsstatus der Population frühzeitig zu erkennen und durch konkrete Interventionen unmittelbar zu steuern. Nach Meinung der WHO sind diese Programme derzeit die wichtigsten Konzepte, um „foodborne diseases“ lenken zu können. Maßnahmen zur Früherkennung bzw. zur Aufrechterhaltung der Seuchenfreiheit stehen im Vordergrund. *Salmonella*-Überwachungsprogramme beispielsweise stellen einen wichtigen Bestandteil im Aufbau integrierter Kontrollsysteme dar und sind Grundlage eines effizienten Konsumentenschutzes. Aus den dadurch gewonnenen Daten werden mit Hilfe statistischer Methoden Hypothesen erstellt und die Ergebnisse der statistisch/epidemiologischen Untersuchungen als Basis für Interventionsprogramme genutzt (KÖFER et al., 2002). Problematisch erscheint in diesem Zusammenhang jedoch die Tatsache, dass innerhalb der EU und auch weltweit mit unharmonisierten Zoonose-Surveillance-Programmen gearbeitet wird, was zu einer verschlechterten Daten-Qualität und einer schlechten Vergleichbarkeit der Daten verschiedener EU-Mitgliedsstaaten führt. Die verwendeten diagnostischen Verfahren sollten nach Meinung von ENØE et al. (2003) genauer beschrieben werden, beispielsweise bezüglich der Spezifität und der Sensitivität eines verwendeten Untersuchungsverfahrens wie es der ELISA darstellt. Durch die Richtlinie 2003/99/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 wird die bisher geltende Richtlinie 92/117/EWG, die ein System zur Überwachung bestimmter Zoonosen auf einzelstaatlicher und auch Gemeinschaftsebene einführen sollte, zum 12. Juni 2004 auf-

gehoben, da aufgrund wissenschaftlicher Untersuchungen die durch diese Richtlinie geforderten Maßnahmen zur Bekämpfung lebensmittelbedingter Zoonosen unzulänglich waren und die von den Mitgliedstaaten zusammengetragenen epidemiologischen Daten nicht einfach vergleichbar waren. Die bestehenden Überwachungs- und Datenerfassungssysteme sollen durch die neue Richtlinie 2003/99/EG verbessert werden. Gleichzeitig soll die Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 zur Bekämpfung von Salmonellen und bestimmten anderen durch Lebensmittel übertragbaren Zoonoseerregern die mit der Richtlinie 92/117/EWG eingeführten Bekämpfungsvorschriften ersetzen. Durch die VO sollen angemessene und wirksame Maßnahmen zur Feststellung und Bekämpfung von Salmonellen und anderen Zoonoseerregern auf allen relevanten Herstellungs-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen, insbesondere auf der Stufe der Primärproduktion getroffen werden. Die Mitgliedstaaten müssen für die im Anhang der VO aufgeführten Erreger, unter denen sich auch die Salmonellen befinden, nationale Bekämpfungsprogramme erstellen.

Auf Untersuchungen, die zeigen, dass die serologische Untersuchung von Schlachtieren geeignet erscheint, eine Aussage zur Salmonellensituation einer Herde zu machen, wurde bereits in Kapitel 2.2.2 hingewiesen. Sie ist somit als Methode für Monitoring- bzw. Surveillanceprogramme einsetzbar. Es erscheint jedoch nur eine fortlaufende Testung auf AK aussagekräftig bezüglich der Salmonellensituation, da sich die Prävalenzen mit der Zeit immer wieder verändern, wie Untersuchungen von GIBSON et al. (2001) zeigten. Vorteile dieser Art der Testung sind der niedrige Preis, die leichte Durchführbarkeit und Handhabung der Proben. Positiv bewertet werden muss ebenfalls, dass diese serologische Kontrolle eine Aussage über die Salmonellensituation in einem längeren Zeitraum erlaubt. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse soll ein Überwachungs- und Kontrollprogramm in Deutschland eingeführt werden, an dem Regierung, wissenschaftliche und industrielle Organisationen beteiligt sind. Die ermittelten und dokumentierten Werte werden in Datenbanken eingespeist und sollen eine Einteilung der Betriebe nach ihrer Salmonellenprävalenz in Kategorien ermöglichen, als ersten Schritt in der Qualitätskontrolle von Schweinefleisch vor der Schlachtung.

Problematisch erscheint die Tatsache, dass die Struktur deutscher Schweinebetriebe nicht national oder regional organisiert ist, dass es wenig Gruppenbildung unter den Schweineproduzenten gibt. Außerdem verlangt ein „Monitoringprogramm“ eine Infrastruktur, die Mastbetrieb, Transport zum Schlachthof und die Schlachteinrichtung an sich ebenso wie die Laboreinrichtungen zur Probestellung und ein Informationsfeedback zum Betriebsbesitzer und zum Schlachthof und schließlich zur überwachenden Behörde beinhaltet. Das BMVEL hat im Jahre 2003 damit begonnen, ein System der Nachvollziehbarkeit der Herkunft der verschiedenen Schlachtschweine zu etablieren. Nach der Einführung der Zentralen Datenbank für Rinder wurde jetzt eine Zentrale Datenbank für Schweine eingerichtet, mit der es möglich ist, durch zentrale Registrierung aller Betriebe, die Schweine im Besitz haben, und einer zentralen elektronischen Erfassung der Verbringung von Schweinen die Herkunft und sämtliche Aufenthaltsorte von Schweinen schnell und zuverlässig zurückzuverfolgen. Dieses System soll bei der Ermittlung von Infektionsquellen und deren schneller Beseitigung hilfreich sein. So setzte die Änderungsrichtlinie 2000/15/EG vom 10. April 2000 fest, dass eine zentrale elektronische Datenbank in jedem Mitgliedstaat betriebsbereit zur Verfügung stehen muss. Ab dem 31.12.2000 musste die Datenbank ein zentrales Register aller Schweine haltenden Betriebe enthalten, was im Oktober 2000 durch die Entscheidung 2000/678/EG der Europäischen Kommission gefordert wurde. Ab dem 31.12.2001 mussten alle Verbringungen von Schweinen aus dem Geburtsbetrieb und ab dem 31.12.2002 alle Verbringungen von Schweinen aus jedem Betrieb enthalten sein. Diese beiden Veränderungen sind auf nationaler Ebene durch die entsprechende Änderung der Viehverkehrsverordnung vom 20.12.2002 geregelt. Das Registrierungssystem baut auf der Kennzeichnung durch Ohrmarken, welche den Geburtsbetrieb kennzeichnen, auf. Die gemäß der Viehverkehrsverordnung erforderlichen Meldungen erfasst und speichert die Zentrale Datenbank HI-Tier (Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere) (BMVEL, 2003).

2.4.2 Die Leitlinien des BML

Die „**Leitlinien**“ des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten „**zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung**“ vom 05.02.1998 sind durch Zusammenarbeit des BML mit dem Bundesministerium für Gesundheit, den für das Veterinärwesen zuständigen

obersten Landesbehörden und der Wirtschaft entstanden. Durch dieses freiwillige Programm können Schweinebestände nach einem bestimmten Beprobungsschlüssel und Untersuchung nach einer einheitlichen Methode auf ihre Salmonellenprävalenz überprüft und in Belastungskategorien eingeteilt werden. Eine erste Phase dient der Befunderhebung und der Orientierung über die Belastung des Betriebs, in einer zweiten Phase wird der Betrieb in eine von drei Belastungskategorien eingeteilt. Ziele sind Erhebung des Salmonellenstatus in den Betrieben, Einstufung beteiligter Betriebe als „salmonellenüberwacht“, Verbesserung des Salmonellenstatus in den Betrieben, Verringerung des Salmonelleneintrags in die Schlachtbetriebe, Verbesserung des Salmonellenstatus des erschlachteten frischen Fleisches und somit Verringerung des Salmonelleneintrags in die Be- und Verarbeitungsbetriebe. Dies erfordert einen einheitlichen Probenschlüssel, ein einheitliches Untersuchungsverfahren und einen einheitlichen Bewertungsschlüssel. Teilnehmende Betriebe erklären ihre Teilnahme schriftlich nach Anlage 2 und 3 der Leitlinien und verpflichten sich damit, die Anforderungen zu erfüllen. Der Schlachtbetrieb hat dann die Beprobungspflicht der Schweine, muss die Proben kennzeichnen, verschicken und die Ergebnisse an den Betriebsbesitzer weiterleiten. „Salmonellenüberwacht“ ist ein Betrieb, wenn er die Teilnahme am Programm schriftlich erklärt hat, eine ausreichende Zahl von Proben serologisch untersuchen lässt, und eingestuft wurde. Vor allem Betriebe mit > 100 Schlachtschweinen pro Jahr sollen teilnehmen. Der Stichprobenumfang richtet sich nach der erwarteten Gesamtjahresproduktion und beträgt für Betriebe mit einer erwarteten Jahresproduktion bis 100 Schlachtschweinen 45 Proben, bei 100-200 Schlachtschweinen 50 Proben und bei > 200 Schlachtschweinen 60 Proben pro Jahr. Die Proben sollen gleichmäßig über das Jahr verteilt genommen werden. Der Salmonellenantikörpernachweis erfolgt mittels ELISA und in vom BgVV als geeignet eingestuften Untersuchungseinrichtungen. Die Einteilung der Betriebe in Belastungskategorien ist in der Tabelle 5 dargestellt.

Kategorie	AK-Prävalenz der Stichprobe	Maßnahmen
I	< 20%	keine Maßnahmen
II	20 bis 40%	Beratung durch betreuenden Tierarzt/Schweinegesundheitsdienst; evtl. Maßnahmen gemäß Anlage 1
III	> 40%	siehe Anlage 1

Tabelle 5: Einteilung der Betriebe gemäß den Leitlinien

Demnach unterteilt man in drei Belastungskategorien: Betriebe, bei denen bei unter 20%, zwischen 20 und 40% und über 40% der Schweine Antikörper (AK) gegen Salmonellen in Stichprobenuntersuchungen gefunden wurden. Eine erste Einstufung erfolgt nach frühestens 12 Monaten, danach quartalsweise unter Einbeziehung der Ergebnisse der letzten 12 Monate. Das Veterinäramt kann die Bescheinigung „salmonellenüberwachter Betrieb“ ausstellen, diese ist ein Jahr gültig. Betriebe der Kategorie III müssen Maßnahmen zur Erkennung und Beseitigung von Eintragsquellen ergreifen, individuell auf den jeweiligen Betrieb und dessen Struktur abgestimmt. Anlage 1 enthält einen Maßnahmenkatalog mit Mindestanforderungen. Das erwünschte Ziel besteht darin, den Eintritt der Salmonellen in die Fleischverarbeitende Industrie zu senken (BML, 1998; PROTZ et al. 1998).

2.4.3 Entwurf der Schweine-Salmonellen-VO

Um in Zukunft eine rechtliche Grundlage zu schaffen, wurde bezüglich der Überwachung des Salmonellenstatus von Betrieben ein Verordnungsentwurf geschaffen. Das BMVEL setzt im **Entwurf der Schweine-Salmonellenverordnung** fest, dass die Schweinehalter verpflichtet sind, für ihre zu schlachtenden Schweine die Probennahme zur stichprobenweisen Überprüfung auf Salmonellen bei den Schlachtbetrieben zu veranlassen, wenn nicht bereits Blutproben im Erzeugerbetrieb genommen wurden. Der Stichprobenumfang entspricht den Angaben in den Leitlinien. Dabei kann jede Betriebsabteilung gesondert beprobt werden. Der Betriebsinhaber muss die Untersuchungsergebnisse fortlaufend aufzeichnen, den Prozentsatz der positiven Tiere nach jedem Jahr/Mastdurchgang ermitteln, dokumentieren und 3 Jahre aufbewahren. Bei > 40% AK-positiven Tieren müssen die Tiere bei Abgabe zur

Schlachtung im Inland eine rote deutlich sichtbare Ohrmarke tragen, außerdem muss eine tierärztliche Untersuchung des Betriebes erfolgen, um die Quelle des *Salmonellen*eintrags zu ermitteln. Transporteure sind verpflichtet zu gewährleisten, dass Viehtransportfahrzeuge, Behältnisse oder sonstige Beförderungsmittel für diese Tiere unverzüglich nach jeder Benutzung gereinigt und desinfiziert werden. Schlachtbetriebe müssen sicherstellen, dass mit roter Ohrmarke gekennzeichnete Tiere nicht zusammen mit anderen Tieren aufgestellt werden und die Aufstallungseinrichtungen sofort gereinigt und desinfiziert werden. Zusätzlich soll bei Inkrafttreten des Entwurfes die Fleischhygieneverordnung geändert werden. „Tauglich nach Brauchbarmachung“ ist dann auch Fleisch von Mastschweinen, die mit roter Ohrmarke gekennzeichnet wurden, oder Fleisch, das mit diesen Tierkörpern oder deren Nebenprodukten in Berührung gekommen ist. Diese Schlachtschweine dürfen nicht gleichzeitig mit anderen Schweinen geschlachtet werden (BMVEL, 2002).

2.4.4 Ausgewählte Beispiele der Qualitätssicherung in der Schweineproduktion

2.4.4.1 Deutschland

In Deutschland wird seit geraumer Zeit die Einführung eines nationalen *Salmonella*-Monitoring-Systems in der Schweinefleischerzeugungskette diskutiert. In einer 1996 durchgeführten, bundesweiten Pilotstudie wurde die Prävalenz von *Salmonella* spp. und die Art der Serovare, die bei der Untersuchung von Blinddarminhalt und ileocaecalen Lymphknoten gefunden wurden, und auch die Prävalenz der *Salmonella*-AK, mit den Befunden aus dänischen Untersuchungen verglichen und man fand heraus, dass die Ergebnisse vergleichbar waren. Der dänische Mix-ELISA ist somit in Deutschland einsetzbar und die Unterteilung in Herden mit niedrigem, mittlerem und hohem Risiko, ebenso möglich. Es bestanden zunächst Bemühungen, ein „Salmonellenüberwachungs- und -reduzierungsprogramm“ auf freiwilliger Basis einzuführen, was sich in einem Land wie Deutschland mit nichtintegrierter Schweineproduktion als schwierig herausstellte, da kein Schlachthof mit dem Programm beginnen wollte, aus Angst Kunden, nämlich Mastbetriebsbesitzer, zu verlieren. Das Landwirtschaftsministerium benötigte somit ein rechtliches Werkzeug, um ein solches Programm durchzuführen.

Es wurde ein sogenanntes QS-System (QS = Qualität und Sicherheit GmbH), um dem Verbraucher und dem Markt zu versichern, dass die Produktionsbedingungen bestimmten Qualitätskriterien folgen. Einer der größten Bausteine dieses QS-Systems ist die Einführung eines „Salmonellenüberwachungs- und -reduzierungsprogramms“. Die Teilnahme am QS-System ist freiwillig, jedoch sind die Regelungen beim Entschluss zur Teilnahme verpflichtend. Das QS-System wurde offiziell am 01.04.03 für alle Teilnehmer gestartet. Im Bereich Salmonellenüberwachung basiert das Programm auf der Entnahme von 60 Fleischsaftproben pro Herde und Jahr, die dann auf Salmonellen-AK untersucht werden. Die Einteilung der Betriebe in drei Kategorien entspricht dabei den „Leitlinien zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung“ des BML. Tiere aus Herden „mit hohem Risiko“ müssen getrennt von anderen Tieren geschlachtet werden. Außerdem muss der Betrieb einen betriebsspezifischen Salmonelleninterventionsplan ausarbeiten, der die Salmonelleneintragsquelle berücksichtigt (BLAHA, 2003). Es können so genannte Checklisten für Mastherden und Sauenherden, aber auch für den Transport und die Aufenthaltszeit auf dem Schlachthof erstellt werden, wie eine Studie von BLAHA et al. (2003a) zeigt.

Transparenz für den Verbraucher ist ein wichtiges Prinzip im QS-System. Ein Kontrollsystem soll Sicherheit garantieren, indem zusätzlich zu betriebseigenen Kontrollen alle Prozessbeteiligten regelmäßig durch akkreditierte Prüfinstitute kontrolliert werden. Auch die Prüfinstitute und das gesamte QS-System werden durch neutrale Dritte überprüft. Bis Januar 2004 nahmen in Deutschland 760 Unternehmen mit über 50.000 Standorten, davon 40.700 landwirtschaftliche Betriebe am QS-System teil. Eigenkontrollen, das Einhalten von festgesetzten Produktionsbedingungen und die Aufzeichnung von Daten sind die wichtigsten Bausteine des QS-Systems. Für die Vergabe des QS-Prüfzeichens ist die CMA zuständig. Die Verantwortung für das Salmonellenmonitoring liegt beim Bündler bzw. beim Schlachtbetrieb. Die Firma Qualitype AG ist von QS beauftragt, die Zentrale Salmonellendatenbank (Qualiproof[®]-Salmonellendatenbank der QS Datenbank GmbH) zu betreiben. Seit 2002 dient Qualiproof[®] der Informationsverwaltung, Ergebnisauswertung, wobei die Informationen von jedem Teilnehmer über PC abgerufen werden können.

Die Probennahme für das Salmonellen-Monitoring erfolgt als Fleischsaft- oder Blutprobe und wird gemeinsam mit der Eingabe der Begleitdaten auf dem Schlachthof oder durch einen Veterinär vor Ort vorgenommen. Die erste verbindliche Kategorisierung eines Betriebes in die Kategorie I-III erfolgt dann frühestens nach zwölf Monaten und nur wenn das vorgegebene Jahres-Proben-Soll eingehalten wurde. Die fortlaufende Aktualisierung erfolgt quartalsweise und rückwirkend für die vergangenen zwölf Monate. Der Erzeuger selbst, sein Bündler und der Schlachtbetrieb haben Zugang zu den Daten. Seit dem 01.04.2003 müssen QS-Mastbetriebe ihre Ferkel von QS-Ferkelerzeugern beziehen. Der Landwirt meldet die Schlachtung seiner Tiere über den Bündler an die Zentrale Datenbank, bei der Schlachtung entnommene Proben von Tieren, die nach Betriebszugehörigkeit gemäß der Viehverkehrs-Verordnung registriert sind, werden mittels Barcode identifiziert (QS – Qualität und Sicherheit GmbH, 2003 und 2004).

Bei Handelsbeziehungen, die über Grenzen hinweg existieren, ist die Herausforderung für eine integrierte Versorgungskette noch größer. GIQS ist ein niederländisch-deutsches Projekt, das für eine an der Lebensmittelkette orientierte Qualität im niederländischen und deutschen Schweinesektor arbeitet. Ziel ist es auch hier, eine integrierte Qualitätssicherung aufzubauen oder zu verbessern. Die fünf Kernbausteine der GIQS, Identifikation und Rückverfolgbarkeit, Vor- und Rückmeldesystem, präventives Risikomanagement, Dokumentenmanagement und schließlich Audit-Management, stellen die Grundlage dar (SCHULZE ALTHOFF, 2002; SCHULZE ALTHOFF et al., 2002; SCHULZE ALTHOFF et al., 2003).

2.4.4.2 Dänemark

Im Sommer 1993 kam es durch salmonellenkontaminiertes Schweinefleisch aus einem kleinen Schlachthof in Dänemark zu einem Salmonellenausbruch (MOUSING et al., 1997). Aufgrund des dadurch entstandenen Handlungsbedarfes wurde 1995 ein nationales Programm für die Überwachung von Salmonellen eingeführt, das durch die Zusammenarbeit der dänischen Schweinefleischbranche und dem Veterinär- und Lebensmitteldirektorat entstehen konnte. 1994 wurde in Dänemark mit einer provisorischen Überwachung von 1.850 Beständen begonnen und anhand einer ersten Betriebseinstufung bei hochbelasteten Betrieben eine Schlachtung unter besonderen Hygienemaßnahmen angeordnet. Seit 1995 werden Mastbetriebe

allgemein auf das Vorkommen von Salmonellen-AK überprüft. Fünf Jahre nach der landesweiten Einführung des Überwachungs- und Kontrollprogramms sollte die Probengröße besser den Betrieben angepasst werden. Kleine Herden mit einer Schlachtrate von ≤ 2000 Schlachtungen/Jahr sollten mit 60 Tieren beprobt, Betriebe von mittlerer Größe mit einer Schlachtrate von 2001-5000 Schlachtungen/Jahr mit 75 Tieren und große Herden mit einer Schlachtrate von > 5000 Schlachtungen/Jahr sollten mit 100 Tieren pro Jahr beprobt werden. Seit 1. Januar 2001 werden keine Betriebe, die < 200 Schlachtschweine/Jahr produzieren, beprobt, da zu viele Tiere pro Betrieb überprüft werden müssten, um eine Aussage über die Herdenprävalenz machen zu können. Vor diesem Stichtag lag die Grenze bei 100 Mastschweinen. Das bedeutet, dass insgesamt 1,6% der Schlachtschweine (193.000) nicht kontrolliert werden (NIELSEN et al., 2001b).

In der dänischen Genossenschaftsstruktur sind Zucht, Primärproduktion, Schlachtung und Verarbeitung unter einer übergeordneten Leitung durch gewählte Schweineproduzenten zusammengefasst. Die Vorstände der Schlachthofgesellschaften und die Organisation DANSKE SLAGTERIER (Dachorganisation der drei bäuerlich-genossenschaftlich organisierten Schlachtviehgesellschaften; schlachtet, verarbeitet und vermarktet 95% der Schweine in 22 Schlachtbetrieben) bestehen somit aus Schweineproduzenten (DANSKE SLAGTERIER, 2003). Nach einer Informationsbrochure der DANSKE SLAGTERIER besteht der Dänische Handlungsplan in der Überwachung von Futter, Mastschweinebeständen mit einer Jahresproduktion von >200 Schlachtschweinen, Sonderschlachtungen aus Niveau-3-Beständen, der Überwachung von frischem Schweinefleisch, Zucht- und Vermehrungsbeständen und Sauenbeständen, die Ferkel an in Niveau 2 und 3 eingestufte Mastschweinebestände liefern. Demnach müssen fertige Futtermischungen aus Futtermühlen wärmebehandelt werden. Futterproduzierende Unternehmen werden durch das Pflanzendirektorat kontrolliert. Seit 1998 gesetzlich vorgeschrieben, kontrolliert der Bestandstierarzt die Zucht- und Vermehrungsbestände durch monatliche Blutprobenentnahme und Untersuchung auf Salmonellen-AK. Bei positivem Ergebnis werden Dungproben genommen, um Serotyp und Infektionsquelle zu ermitteln. Bei Grenzwertüberschreitung dürfen keine Tiere aus dem Bestand verkauft werden, bis neue Untersuchungen ein Sinken der Belastung anzeigen. Bei hoher Salmonellen-AK-Prävalenz in einem Bestand wird auch der ferkelliefernde Sauenbestand mittels

Dungproben auf Salmonellen überprüft. Diese Bestände müssen dem Veterinär- und Lebensmitteldirektorat gemeldet werden. Mastschweinebestände werden mittels ELISA auf AK untersucht. Hierfür werden auf der Grundlage der Anzahl produzierter Schweine zufällige Stichproben auf dem Schlachthof genommen. Die Ergebnisse der ELISA-Untersuchung werden in einem Zoonoseregister des Ministeriums für Lebensmittel, Landwirtschaft und Fischerei gesammelt. Das Ergebnis der Salmonellenüberwachung wird monatlich berechnet und an den Produzenten weitergeleitet.

Auf der Grundlage der vorangegangenen drei Monate wird für jeden Betrieb ein Schlachtschweineindex berechnet, mit dem jeder Betrieb in eine Niveaustufe eingeteilt wird:

Niveau 1: Keine oder nur wenige positive Proben. Keine Maßnahmen werden gefordert.

Niveau 2: Eine größere Anzahl positiver Proben, je nach Herdengröße zwischen 10% und 50%. Dem Eigentümer des Bestandes wird auferlegt, Dungproben zu entnehmen. Dem Betriebsbesitzer entgeht ein Abzug von 2% vom Abrechnungspreis nach der Schlachtung seiner Tiere.

Niveau 3: Der Anteil positiver Proben ist viel zu hoch und liegt für die meisten Herdengrößen bei über 50%. Dem Eigentümer des Bestandes wird die Entnahme von Dungproben wie im Niveau 2 auferlegt. Außerdem sind alle Schweine aus dem Bestand unter verschärften hygienischen Maßnahmen zu schlachten. Der Abzug vom Abrechnungspreis beträgt 4%, nach 6 Monaten 6% und nach 12 Monaten 8%.

Gemäß dieser Einteilung wurden beispielsweise im Februar 2003 14.197 Bestände (97,4%) in Niveau 1, 286 Bestände (2,0%) in Niveau 2 und 89 Bestände (0,6%) in Niveau 3 eingeteilt. Schweine aus Niveau-3-Beständen müssen für die Schlachtung möglichst spät angeliefert werden, eine Übernachtung der Tiere auf dem Schlachthof ist nicht möglich. Sie werden prinzipiell als letzte Partie des Tages geschlachtet. Am Schlachtband werden die Tiere auf Kontamination mit Salmonellen überprüft und bei Feststellung dieser Erreger eine Wärmebehandlung oder ein Salzen der Schlachtkörper durchgeführt. Anschließend wird bei je fünf Schlachtkörpern jeder Partie überprüft, ob die Abtötung der Mikroorganismen erfolgreich gewesen ist. Werden keine Salmonellen entdeckt, können alle Schlachtkörper zum Konsum freigegeben

werden. Außerdem werden die Köpfe der Schlachtkörper nicht gespalten, um den Kontakt mit kontaminierten Mundhöhlen und Schlünden zu vermeiden (DANSKE SLAGTERIER, 2003; NIELSEN et al., 2001b; SØRENSEN et al., 2001a).

In Dänemark werden die Schlachtschweine direkt vom Produzenten an den Schlachtbetrieb geliefert. Der Auslieferungsraum ist möglichst so eingerichtet, dass die Buchtengröße der Raumeinteilung des LKWs entspricht, der die Schweine transportiert, dadurch werden die Tiere buchtenweise und nicht vermischt transportiert, was das Stressniveau senkt. Die Transportdauer beträgt im Durchschnitt 1,5 Stunden, für >95% unter drei Stunden. Das Entladen am Schlachtbetrieb erfolgt durch justierbare Rampen, Elektrotreiber sind verboten. Diese Maßnahmen erklären die niedrigen Sterberaten im Jahr 2000 von 0,015 - 0,011% während des Transportes und 0,004% während der Aufstallung (DANSKE SLAGTERIER, 2003).

Eine große Gefahr in der Verbreitung von Salmonellen im Schlachtprozess birgt die Entnahme des Magens und des Darmes in sich. In Dänemark dürfen Schweine deshalb generell später als 12 Stunden vor dem Schlachten nicht gefüttert und nur nach Bedarf mit Trinkwasser versorgt werden, um eine Magenperforation und Kontamination des Schlachtkörpers oder der Organe zu verhindern. Des Weiteren werden alle Geräte in 82°C heißem Wasser sterilisiert. Bis zum 1. Januar 2001 wurden monatlich im Schlachtbetrieb Proben aus verschiedenen frischen Teilstücken entnommen, seit dem 1. Januar 2001 werden Proben aus frischen, gekühlten Schlachtkörpern entnommen. In jedem Betrieb ist eine tägliche Probenahme aus fünf Schlachtkörpern an 3 verschiedenen Stellen (Backe, Brust und Schinken beim Schwanz) vorgeschrieben. 2001 wurden ca. 1,3-2,0% positive Proben registriert. Durch die Kontrolle konnte das Vorkommen von Salmonellen in frischem dänischem Schweinefleisch von 1,2% im Jahr 1996 auf 0,7% im Jahr 2000 gesenkt werden (SØRENSEN, 2003).

In Dänemark werden nur dänische Schweine geschlachtet. Die Vieh- und Schweinebestände sind mit einer CHR-Nummer im Zentralen Nutztierregister (Centralt Husdyrbrugsregister) des Ministeriums für Lebensmittel, Landwirtschaft und Fischerei registriert. Vor Auslieferung an den Schlachthof werden alle Schweine mit einer fünfstelligen Nummer auf jedem Schinken gekennzeichnet, die den Lieferanten identifiziert. Die Spreizhakenummer wird beim Eingangswiegen automatisch abgelesen, mit der Lieferantenummer verknüpft und im Computer gespeichert. Fleischteilstücke

und Fleischprodukte werden so gekennzeichnet, dass sie bis zum Produzenten rückverfolgt werden können. Fleisch aus dem Einzelhandel kann durch die Veterinärkontrollnummer des Zerlegebetriebes zu diesem und dann zur Lieferantenummer im Schlachtbetrieb zurückverfolgt werden. Dieses gesamte System soll eine Verfolgbarkeit des Lebensmittels Schweinefleisch vom Produzenten zum Konsumenten und zurück gewährleisten. Die Qualitätssicherungssysteme aller Schlachthöfe in Dänemark beruhen auf dem HACCP-Prinzip. Alle Daten werden im zentralen Zoonoseregister (ZOOR) gespeichert (NIELSEN und WEGENER, 1997, MOUSING et al., 1997; DANSKE SLAGTERIER, 2003).

Um das Programm bezüglich des Salmonellen-AK-Nachweises weiter zu verbessern, wurde der Cut-off im Mix-ELISA von 40 auf 20 OD % gesenkt, da Datenmaterial darauf hinwies, dass der beste Zusammenhang zum AK-Vorkommen bei einem OD % von 11 lag und der Zusammenhang schlechter wurde, je höher die Cut-off-Grenze gesetzt wurde. Um ein Level 0 für Herden einführen zu können, die in allen Proben ein seronegatives Ergebnis aufwiesen, wurde jedoch der Cut-off von 20 OD% eingesetzt, da kleinere Werte die Gefahr von falsch-positiven Ergebnissen zu stark erhöht hätte. Durch Absenken auf 20 OD % werden fast doppelt so viele Proben als positiv gewertet, als mit dem früheren Cut-off. Der eigentliche Salmonellenindex einer Herde wird ab 2001 ebenfalls aus den Ergebnissen der vergangenen drei Monaten, aber neuerdings mit der Gewichtung der einzelnen Monate mit 1:1:3 berechnet. Dieser Index wird als „serologischer Salmonellen Index“ bezeichnet. Somit kann ein Betrieb aus hohem Salmonellen-Niveau bei Verbesserung schneller aus dem schlechteren in ein besseres Level gelangen und umgekehrt. Der Grenzwert zwischen Level 1 und 2 liegt bei einem Index von 40, der Grenzwert zwischen Level 2 und 3 liegt bei einem Index von 70 (NIELSEN et al., 2001b).

2.4.4.3 Niederlande

Auch in den Niederlanden existiert, wie in Deutschland, keine gesetzliche Verpflichtung von Mastbetrieben, ihre Schweine auf Salmonellen-AK untersuchen zu lassen. Es gibt jedoch auch in den Niederlanden zahlreiche Bemühungen, die auf ein Monitoring hinarbeiten, das auch die Salmonellenüberwachung beinhaltet. Durch die PVE wurde im Jahr 2003 ein Monitoring über 12 Monate durchgeführt (*2003 Salmonella Control Programme for the Pig Sector*) mit dem Ziel, die Salmonellenkontamination

von Schlachtkörpern zu verringern. Nach der PVE sollten in diesem Monitoring alle Schweinemäster alle vier Monate 12 Blutproben, also 36 im Jahr, im Bestand entnehmen lassen. Nach einem Jahr erfolgt dann die Einteilung in die Kategorien I-III gemäß der Salmonellenbelastung (HANSSEN, 2003).

Ähnlich dem deutschen QS-System arbeitet das niederländische IKB (Integrated Chain Control; Integrale Keten Beheersing) Qualitätssicherungssystem für Schweinefleisch, das Mitte der 80er Jahren aus Eigeninitiative der Branche entwickelt und im September 1992 eingeführt wurde. Seit 1995 gehören alle Glieder der Schweinefleisch-Produktionskette wie Schweinezüchter und -mäster, Futterlieferanten, Tierärzte, Viehhändler und -transporteure, Schlachthöfe, Zerlegebetriebe und der Einzelhandel dem IKB-System an. Dieses System garantiert den Abnehmern und Verbrauchern von niederländischem Schweinefleisch bestimmte Produktionsverfahren. Über $\frac{2}{3}$ der niederländischen Schweinehaltungsbetriebe erfassen ihre Produktionsdaten mittlerweile mit Hilfe automatisierter Verfahren, was die Kontrolle der Schweinefleischproduktion erleichtert. Die Arbeit nach dem IKB ist freiwillig, bei Eintritt sind die IKB-Auflagen jedoch bindend. Im Jahr 2000 waren fast 90% der geschlachteten Schweine IKB-Schweine. Alle Schlachthöfe mit einer Jahresschlachtungsrate von > 100 000 Tieren arbeiten nach den Richtlinien des IKB-Systems. Seit September 1995 sind auch frischfleischverarbeitende Betriebe, Schlachter und Handelsketten in das IKB-System integriert. Die integrierte Kettenüberwachung bedeutet Überwachung und gegenseitigen Informationsfluss vom Zuchtbetrieb, über den Mastbetrieb, über Händler, Schlachthof, Be- und Verarbeitungsbetriebe, Einzelhandel bis hin zum Verbraucher, um Garantien für die Unbedenklichkeit der innerhalb der Kette produzierten Lebensmittel, Rückverfolgbarkeit und Kontrollierbarkeit der Arbeiten bieten zu können. Nachdem sich Schweinehalter oder Schlachthof bei einem zertifizierten Betrieb (für Schweinehalter die Stiftung VERIN in Utrecht) zur Teilnahme am IKB-System angemeldet haben, sind sie zum gegenseitigen Informationsaustausch mit den übrigen Kettengliedern verpflichtet.

Die behördlichen Kontrollen in Schweinehaltungsbetrieben werden durch den Allgemeinen Inspektionsdienst (AID) des Ministeriums für Landwirtschaft, Natur und Lebensmittelqualität durchgeführt. Behördliche Kontrollen auf dem Schlachthof, im Zerlegebetrieb sowie in den fleischverarbeitenden Betrieben werden durch den

staatlichen Dienst für Vieh- und Fleischschau (RVV) durchgeführt. Forscher des Gesundheitsdienstes haben bei Schweinen aus über 400 Mastbetrieben mittels Blutprobenentnahme während der Schlachtung den Salmonellenstatus der Betriebe ermittelt. Die Daten dieser Untersuchungen, sowie Daten aus den angestellten Risikofaktoruntersuchungen bilden die Grundlage für ein Salmonellenbekämpfungsprogramm, das durch die Wirtschaftsgruppen für Vieh, Fleisch und Eier (PVE) entwickelt wird. Seit 1995 wird an der Entwicklung automatischer Blutprobenanalysen, beispielsweise zur Salmonellendiagnostik gearbeitet, bei denen während der Schlachtung automatisch eine Blutprobe von jedem Tier entnommen und anschließend in einem Labor untersucht wird. Die Daten werden dem Gesundheitsdienst für Tiere übermittelt. Die Schlachtkörper in der Schlachtlinie werden mittels mikrobiologischer Kontrollen auf die zulässigen Richtwerte überprüft, dabei darf der Wert von 10.000 KBE (koloniebildende Einheiten) pro cm² Schlachtkörperoberfläche nicht überschritten werden (DUTCH MEAT BOARD, 2003; HOLLAND MEAT – QUALIÄTSPFLEGE, 2003).

3 Material und Methoden

3.1 Probenmaterial

Für die Situationsanalyse am Schlachthof Karlsruhe wurden innerhalb von 4 Monaten, von Januar 2003 bis April 2003, 57 Betriebe in Anlehnung an den Entwurf zur Schweine-Salmonellen-Verordnung beprobt und mittels ELISA auf das Vorkommen von Salmonellen-AK gegen die gängigen, beim Schwein vorkommenden Salmonellen (*S. Typhimurium*, *S. Cholerasuis* und *S. Infantis*) untersucht. Im Jahre 2002 wurden am Karlsruher Schlachthof insgesamt 35.501 Tiere (Schweine und Rinder) geschlachtet, was den Schlachtraten der Vorjahre in etwa entspricht. 2002 wurden 31.887, im Jahr 2001 42.263 und im Jahr 2000 34.764 Schweine geschlachtet. Die jährliche Schweine-Schlachtrate der vergangenen Jahre betrug im Durchschnitt zwischen 30.000 und 40.000 Schweinen. Die Entfernung der in die Untersuchung eingehenden Schweinemastbetriebe zum Schlachthof betrug bis zu ca. 250 km. Fast die Hälfte der Betriebe (27) lieferten ihre Tiere selbst oder über einen kleineren Viehhändler, die restlichen (30) durch die Viehzentrale Südwest.

Im Untersuchungszeitraum konnten insgesamt 1920 Mastschweine beprobt werden. Die Auswahl der Tiere war dem Zufallsprinzip überlassen. Die Anlieferung von Schlachtschweinen erfolgt am Schlachthof Karlsruhe ohne vorherige Anmeldung. Die Anzahl der beprobungsfähigen Tiere konnte erst am Schlachttag selbst festgelegt werden. Es wurden alle Tiere aus gesicherter Herkunft mit einem maximalen Probenumfang von 60 Tieren pro Betrieb beprobt. Der Beprobungsschlüssel richtete sich nach den in den „Leitlinien des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung“ und dem Entwurf der „Verordnung zur Verminderung des Salmonelleneintrags durch Schlachtschweine bei der Fleischgewinnung“ geforderten Probenumfängen.

Die Aufteilung der 57 untersuchten Betriebe in eine von drei Gruppen verschiedener Betriebsgröße, sowie das geforderte Probensoll gemäß den Leitlinien des BML und dem Verordnungsentwurf einer Schweine-Salmonellen-VO des BMVL, sind in der Tabelle 6 wiedergegeben.

Die Tiere wurden mittels Schlagstempel und Anlieferungsschein identifiziert und so eindeutig dem jeweiligen Betrieb zugeordnet.

Betriebsgröße	Anzahl der Betriebe	Probensoll	Probensoll erfüllt
> 200	47	60	17
101-200	4	50	0
45-100	6	45	0

Tabelle 6: Probenzahlen der einzelnen Betriebe nach Betriebsgröße

3.2 Chemikalien und Reagenzien

Bestandteile des Testkits

Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum (Boehringer Ingelheim, Ingelheim, Deutschland)

- Mikrotiterplatte, mit *Salmonella*-Antigen (inaktiviertes *Salmonella* Typhimurium und *Salmonella* Cholerasuis-Polysaccharid Antigen) beschichtet, 96 Vertiefungen pro Platte
- Kaninchen-Anti-Schwein-IgG-HPR(Meerrettichperoxydase)-Konjugat-Konzentrat
- PBS-Tween-Lösung, 20-fach konzentriert
- Verdünnungspuffer, 6-fach konzentriert
- Substrat-Lösung, Tetramethylbenzidin und H₂O₂ gelöst in Substratpuffer (gebrauchsfertig)
- Stopplösung, 2 M Schwefelsäure (gebrauchsfertig)
- Reagenz A: positives *Salmonella* Typhimurium-Kontrollserum, konserviert mit 0,05% Merthiolat
- Reagenz B: negatives *Salmonella* Typhimurium-/*Salmonella* Cholerasuis-/*Salmonella* Infantis-Kontrollserum, konserviert mit 0,05% Merthiolat

3.3 Fragebogen

Es wurde ein Fragebogen ausgearbeitet, um die Besitzer der beprobten Betriebe nach einigen Details zu ihren Betrieben zu befragen. Ziel war es, eventuelle Zusammenhänge zwischen Betriebsmanagement und ELISA-Ergebnis herzustellen. Zu diesem Zweck wurde der Fragebogen, der in der Abbildung 3 wiedergegeben ist, mit den Betriebsbesitzern per Telefoninterview ausgefüllt, um eventuelle Zusammenhänge zwischen Managementfaktoren des Betriebs und dem Ergebnis des ELISA herstellen zu können und eventuelle epidemiologische Schwachstellen aufzudecken. Bei der Ausarbeitung des Fragebogens wurden einige wenige Betriebsparameter, wie Betriebsgröße, Arbeitsweise nach dem „Rein/Raus“-Verfahren oder nach kontinuierlichem System, Ferkelzukauf oder gemischter Betrieb ausgewählt, die bereits durch Untersuchungen anderer Autoren in Zusammenhang mit der Epidemiologie der Salmonellenausbreitung in Mastbetrieben gebracht wurden. Die Frage, ob den Betriebsbesitzern der Begriff „Salmonellen-Monitoring“ bekannt sei und die Frage, ob der Betrieb an einem solchen Programm teilnähme, sollten einen Hinweis auf eventuell vorhandenes Engagement in Richtung Hygiene- und Qualitätsmanagement der Betriebe geben. Die Fragen sollten später hinsichtlich ihres Einflusses auf das Salmonellen-ELISA-Ergebnis mit Hilfe des Statistikprogramms SAS und Microsoft Excel überprüft werden.

FRAGEBOGEN zum Management der beprobten Mastbetriebe

Betriebsadresse Name des Betriebsbesitzers:
Strasse, Hausnummer:
Ort:
Telefonnummer:
Handy:
Fax:
Viehzentrale Südwest ____ ja

Fragen zum Betrieb

- 1 Betriebsgröße ca.:
Bis zu 100 ____
100 – 200 ____
über 200 ____
- 2 Arbeitet Ihr Betrieb nach „Rein/Raus“-Verfahren ____ oder handelt es sich um ein kontinuierliches System ____ ?
- 3 Betreiben Sie Ferkelzukauf? ____ ja ____ nein
- 4 Sagt Ihnen der Begriff „Salmonellen-Monitoring“ etwas? ____ ja ____ nein
- 5 Nehmen Sie bereits an einem Salmonellen-Monitoringprogramm teil?
____ ja ____ nein

Wenn ja, seit wann? Seit _____
- 6 Werden alle Schweine am Schlachthof Karlsruhe geschlachtet? ____ ja ____ nein

Abbildung 3: Fragebogen

3.4 Geräte und Hilfsmittel

3.4.1 Probennahme

- Universal-Reagenzglasgestell (Carl Roth GmbH&Co.KG, Karlsruhe, Deutschland)
- Rotilabo Zentrifugenröhrchen 50 ml (Carl Roth GmbH&Co.KG, Karlsruhe, Deutschland)
- Untersuchungshandschuhe (Rotiprotect Latex, Carl Roth GmbH&Co.KG, Karlsruhe, Deutschland)
- Chirurgische Pinzette (Hauptner, Solingen, Deutschland)
- Messer mit Kunststoffgriff

3.4.2 Fleischsaftgewinnung

- Eppendorf-Tubes 1,5 ml (Eppendorf, Hamburg, Deutschland)
- Rotilabo-Cryoboxen Höhe 50 mm und Stegeinsätze (Carl Roth GmbH&Co.KG, Karlsruhe, Deutschland)
- Kühl- und Gefrierkombinationsgerät (HRT-368/2/B, Haier, Homberg, Deutschland)
- Rotilabo-Ständer (Carl Roth GmbH&Co.KG, Karlsruhe, Deutschland)

3.4.3 Serologische Untersuchung mit Enterisol[®] Salmonellen-Diagnostikum

- Präzisionspipetten DIN/ISO 9001
Eppendorf Research[®], Modell fix 3112 (2-20 µl) (Eppendorf, Hamburg, Deutschland)
Eppendorf Reference[®], Modell variable (10-100 µl) (Eppendorf, Hamburg, Deutschland)
- Pipettenspitzen
Standardtips 10-100 µl (ep T.I.P.S. Filter, Eppendorf, Hamburg, Deutschland)
Standardtips 100-1000 µl (ep T.I.P.S. Filter, Eppendorf, Hamburg, Deutschland)
- Multipette[®]plus, Modell 4981 (Eppendorf, Hamburg, Deutschland)
- Multipettespitzen
Combitips plus 5 ml (Eppendorf, Hamburg, Deutschland)
Combitips plus 1 ml (Eppendorf, Hamburg, Deutschland)
- Reaktionsgefäße, Safe-Lock 1,5 ml (Eppendorf, Hamburg, Deutschland)

- Weithals-Erlenmeyerkolben, 250 ml, aus Duranglas (Carl Roth GmbH&Co.KG, Karlsruhe, Deutschland)
- Standmeßzylinder 500 ml (Messzylinder Klasse B, Hirschmann, Eberstadt, Deutschland)
- Standmeßzylinder 50 ml (Messzylinder Klasse B, Hirschmann, Eberstadt, Deutschland)
- Mikrotiterplattenschüttler: Heidolph Instruments Titramax 1000 (Heidolph Instruments GmbH&Co.KG, Schwabach, Deutschland)
- Waschautomat Multi Wash Advantage (TriContinent Inc, Suffolk, UK)
- Mikrotiterplattenphotometer: Opsys[®] MR DYNEX Technologies (The Microtiter[®] Company, Thermo LabSystems, Franklin, USA)
- Photometer-Software: Revelation QuickLink[®] (Dynex Technology, Thermo LabSystems, Franklin, USA)
- Heizblock für Reaktionsgefäße: Eppendorf Thermomixer Comfort (Eppendorf, Hamburg, Deutschland)
- Reagenzglaschüttler: Heidolph Reax top (Heidolph Instruments GmbH&Co.KG, Schwabach, Deutschland)
- Zeitmesser: Rotilabo[®]-Signal-Timer (Carl Roth GmbH&Co.KG, Karlsruhe, Deutschland)
- Klebefolie: Kaschierfolie 609, 10 cm x 50 m (Carl Roth GmbH&Co.KG, Karlsruhe, Deutschland)

3.4.4 Auswertung des Fragebogens

SAS (Statistical Analysis System Version 8.2, Cary/North Carolina, USA)

3.5 Methode

3.5.1 Vorbereitung und Probennahme

Vor Beginn der Probennahme wurden am Schlachttag, vor Beginn der Schlachtung, die Anmeldebögen der einzelnen Anlieferer gesichtet. Es wurde festgelegt, welche Tiere von welchem Betrieb beprobt werden sollten. Dabei wurde überprüft, wie viele Tiere aus dem jeweiligen Betrieb bereits beprobt worden waren und ob alle nötigen Angaben zu den Betrieben bei den Tieren vorlagen, um eine eindeutige Identifizierung der Schweine bezüglich der Zugehörigkeit zu einem Betrieb gewährleisten zu können. Die Entnahme der Zwerchfellpfeilerproben erfolgte, geordnet nach Schlachtnummern, im Verlauf der Schlachtkette, vor der Klassifizierung. Vom Tierkörper wurde vor der Trichinenprobennahme mittels sauberer Pinzette und Messer ein ca. zeigefingerlanges und daumenstarkes Stück Zwerchfellpfeiler (mindestens 10 g) entfernt. Die Probe wurde anschließend in ein Rotilabo-Zentrifugenröhrchen verbracht und mit dem mit der Schlachtnummer beschrifteten Deckel verschlossen. Die Proben wurden nach der Probennahme bei -18°C tiefgefroren.

3.5.2 Fleischsaftgewinnung

Die weitere Probenbehandlung und Untersuchung wurden im KSB-Labor (Labor der Karlsruher-Schlacht-Betriebe) durchgeführt. Die nach Schlachttagen sortierten, eingefrorenen Proben wurden aufgetaut, die Zwerchfellpfeilerprobe entfernt und 1 ml des verbliebenen Fleischsafts in ein 1,5 ml Eppendorf-Tube pipetiert. Die Eppendorf-Tubes wurden im Voraus mit einer Labornummer beschriftet. In einem Protokoll wurden die Schlachtnummer, die laufende Labornummer, die Schlagstempelnummer und der zugehörige Betrieb eingetragen. Danach wurden die Eppendorf-Tubes in Rotilabo-Cryoboxen erneut bis zur Untersuchung eingefroren. Im Anhang befindet sich ein Beispiel einer AK-Laborbuch-Seite (Abbildung 2).

3.5.3 Serologische Untersuchung mit Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum

Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum (Boehringer Ingelheim) ist ein ELISA-Testkit zum Nachweis von Antikörpern gegen *S. Typhimurium*, *S. Cholerasuis* und *S. Infantis* im Serum oder im Fleischsaft von Schweinen. Bei der Untersuchung werden Antikörper gegen Salmonellen-Polysaccharid-O-Antigene 1, 4, 5, 6, 7 und 12 erfasst. Die Mikrotiterplatte enthält 96 Reaktionsvertiefungen und ist mit den genannten Antigenen beschichtet. Die Antigene sind kovalent gebunden und aufgrund ihrer sehr stabilen Oberfläche unempfindlich gegen die Waschprozesse. Sind im Probenmaterial AK vorhanden, bilden sie einen Komplex mit dem Antigen. Durch einen Waschvorgang wird ungebundenes Material von der Platte entfernt. Im Folgenden zugegebene Konjugatlösung enthält AK, die an Meerrettichperoxydase (HRP) konjugiert sind und an den AG-AK-Komplex binden. Durch einen weiteren Waschvorgang werden nichtgebundene Bestandteile wieder entfernt. Das anschließend zugegebene Substrat reagiert mit dem HRP-Konjugat, was in einer Farbreaktion sichtbar wird. Enthält die Probe keine Salmonellen-AK, bindet das HRP-Konjugat nicht; es wird beim Waschvorgang entfernt und kann nicht zur Umsetzung des Substrats führen. Es kommt zu keiner Farbreaktion und der Test ist negativ. Bei der photometrischen Auswertung bei 450 nm ist die Intensität der Farbreaktion proportional zur AK-Konzentration der Probe. Der genaue Arbeitsablauf ist in Abbildung 5 dargestellt.

3.5.3.1 Vorbereitung der Testreagenzien

Vor Beginn des ELISA wurden die Reagenzien des Testkits, der in Abbildung 4 dargestellt ist, aus dem Kühlschrank genommen, um sie auf die erforderliche Raumtemperatur (18 bis 25°C) zu bringen. Zur Herstellung des Verdünnungspuffers wurden 10 ml des 6-fach-Konzentrates mit 50 ml Aqua dest. in einem Erlenmeyerkolben verdünnt. Um die Kontrollseren anzusetzen, wurden in zwei dafür beschrifteten 1,5 ml Eppendorf-Tubes jeweils 10 µl der konzentrierten Kontrollseren (A und B) in 390 µl Verdünnungspuffer (1:40) verbracht und danach für 60 min in den Eppendorf Thermomixer Comfort bei Raumtemperatur (23°C) gestellt. Zur Herstellung der Waschlösung wurden 25 ml des 20-fach-Konzentrats mit 475 ml Aqua dest. vermischt, in die zugehörige Waschflasche gefüllt und an den Waschautomaten angeschlossen.



Abbildung 4: Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum

3.5.3.2 Vorbereitung der Fleischsaftproben

Die 1,5 ml Eppendorf-Tubes aus dem Gefrierschrank wurden ebenfalls bei Raumtemperatur belassen, um den Fleischsaft aufzutauen. In jede der für die Proben vorgesehenen, beschrifteten Eppendorf-Tubes wurden je 90 µl Verdünnungspuffer pipettiert. Von jeder Fleischsaftprobe wurden jeweils 30 µl Fleischsaft in das zugehörige, beschriftete Eppendorf-Tube pipettiert.

Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum

Beschickung der Platte

Probeninkubation

Je 90 µl Verdünnungspuffer in jede Kavität der beschichteten Platte geben.

Je 10 µl der Kontrollseren (im Doppelansatz; Verdünnung 1:40) und der Proben (Verdünnung 1:4) in Kavität pipettieren. Platte verkleben, vorsichtig schwenken und 1h bei RT inkubieren.



3 x waschen mit Waschlösung (mind. 300 µl pro Vertiefung)

Konjugatinkubation

Je 100 µl Konjugatlösung in jede Reaktionsvertiefung geben.

Platte verkleben und 1h bei RT inkubieren.



3 x waschen mit Waschlösung (mind. 300 µl pro Vertiefung)

Farbreaktion

Je 100 µl Substratlösung in jede Reaktionsvertiefung geben.

10 min bei RT inkubieren (Zeitmessung ab Befüllung der ersten Kavität).



Stoppen der Reaktion

Je 50 µl Stopplösung in jede Reaktionsvertiefung geben (gleiche Reihenfolge wie Substratzugabe).



Extinktionsmessung (innerhalb von 15 min) im Photometer bei 450 nm.

Abbildung 5: Schematische Darstellung des Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum (Boehringer Ingelheim)

3.5.3.3 Testdurchführung

Um den Farbkontrast zu verstärken und das Pipettieren zu erleichtern, wurde die Mikrotiterplatte auf eine weiße Unterlage gestellt. Auf einem vorbereiteten Arbeitsblatt wurden die Lokalisationen der Kontrollseren im Doppelansatz und der Proben entsprechend der Aufteilung der Mikrotiterplatte aufgetragen. Gemäß der Arbeitsanleitung des ELISA wurden in die einzelnen Reaktionsvertiefungen der Mikrotiterplatte im ersten Schritt je 90 µl Verdünnungspuffer vorgelegt. In die Vertiefungen 1A und 1B wurden 10 µl des vorverdünnten Reagenz B (negativ) und in die Vertiefungen 1C und 1D jeweils 10 µl des vorverdünnten Reagenz A (positiv) pipettiert. Aus den vorkontrollierten Probenbehältern wurden 10 µl der vorverdünnten Probe in die Reaktionsvertiefungen der Mikrotiterplatte pipettiert. Zuvor musste jedes Tube auf einem Reagenzglasschüttler (Heidolph Reax Top) durchgemischt werden. Danach wurde die Platte mit einem Streifen Klebefolie verklebt, 2-3 min auf einem Mikrotiterplatten-Schüttler (Heidolph Instruments Titramax 1000) geschwenkt und danach 60 min bei Raumtemperatur belassen. Anschließend erfolgte der erste Waschvorgang im Waschautomaten, bei dem dreimal mit mindestens 300 µl Waschlösung gewaschen wurde. Während des Waschvorgangs wurde die Konjugatlösung hergestellt, indem 10 µl des Anti-Schwein-IgG-HRP-Konjugat-Konzentrats in 190 µl des Verdünnungspuffers (1:20) und anschließend vom vorverdünnten Konzentrat 37 µl in 11 ml des Verdünnungspuffers gegeben wurden. Die gespülte Mikrotiterplatte wurde auf einem Papiertuch ausgeklopft. In jede Reaktionsvertiefung wurden 100 µl Konjugatlösung gegeben. Die Platte wurde erneut verklebt und 60 min bei Raumtemperatur belassen. Es erfolgte ein erneuter Durchgang im Waschautomaten mit anschließendem Ausklopfen auf einem Papiertuch. Nun wurden in jede Reaktionsvertiefung 100 µl Substratlösung gegeben und exakt 10 min bei Raumtemperatur inkubiert. Die Zeitmessung begann dabei nach Befüllen der ersten Reaktionsvertiefung. Mit 50 µl Stopplösung wurde die Reaktion abgestoppt. Die Extinktion wurde bei 450 nm im Photometer gemessen und über das Programm Revelation QuickLink[®] tabellarisch dargestellt. Im Anhang befindet sich eine Beispieltabelle, in der dargestellt ist, in welcher Reihenfolge die Labornummern auf der ELISA-Platte aufgetragen wurden.

3.5.3.4 Testauswertung

Die Extinktionswerte der Proben und der Kontrollseren wurden für die weiteren Berechnungen herangezogen. Unter Verwendung der im Doppelansatz vorliegenden

optischen Dichten der Positiv- und Negativkontrollen wurde zunächst die Gültigkeit des durchgeführten ELISA-Ansatzes überprüft. Anschließend konnte durch Berechnung mit der entsprechenden Formel ein positives bzw. negatives Ergebnis bezüglich der Existenz von Salmonellen-AK in den einzelnen Proben erhalten werden.

Zu Beginn wurden die Mittelwerte der optischen Dichten (\bar{x} OD) der Kontrollseren A und B berechnet. Danach erfolgte die Berechnung des Prozentsatzes der optischen Dichte (PP) des Kontrollserums B, um den Grenzwert festzustellen, nach folgender Formel:

$$PP = \frac{\bar{x}OD_{\text{Kontrolle B (negativ)}} \times 100}{\bar{x}OD_{\text{Kontrolle A (positiv)}}$$

Dabei war die Testauswertung korrekt, wenn die Werte für das positive Kontrollserum A $2,0 > \bar{x} OD > 0,8$ und für das negative Kontrollserum B $PP < 25$ lagen.

Danach musste der Prozentsatz der optischen Dichte (PP) der Proben berechnet werden:

$$PP = \frac{xOD_{\text{der Probe}} \times 100}{\bar{x}OD_{\text{Kontrolle A (positiv)}}$$

Bei einem $PP < 40$ war die Probe als negativ, bei einem $PP \geq 40$ als positiv zu bewerten. Dieser Cut off entspricht den Vorschriften in den Leitlinien für ein Programm zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung.

Um nicht jede einzelne Probe berechnen zu müssen, wurde die Formel so umgestellt, dass letztendlich der Grenzwert der Extinktion für die vorliegende Mikrotiterplatte mit bekannter Positiv- und Negativkontrolle berechnet wurde, ab dem eine Probe dieser Platte als positiv zu bewerten war:

$$xOD_{\text{der Probe}} \geq \frac{40 \cdot \bar{x}OD_{\text{Kontrolle A (positiv)}}}{100}$$

Der Wert, ab dem eine Probe als positiv zu bewerten war, konnte somit ermittelt und mit den Extinktionswerten aus der Photometerauswertung verglichen werden.

4 Ergebnisse

4.1 Serologische Untersuchung der Fleischsaftproben

4.1.1 Charakteristika der eingesetzten Mikrotiterplatten und Probenverteilung

In Tabelle 7 und Tabelle 8 sind die in der Untersuchung verwendeten Mikrotiterplatten der jeweiligen Charge Enterisol[®] Salmonellen-Diagnostikum aufgelistet und den untersuchten Proben zugeordnet. Die Plattenbezeichnung ist in der jeweiligen Extinktionstabelle im Anhang wieder zu finden. Unter Verwendung der im Doppelansatz vorliegenden optischen Dichten der Positiv- und Negativkontrollen wurden deren Mittelwerte berechnet. Weiterhin befinden sich für jede Mikrotiterplatte der jeweilig errechnete PP-Wert (Prozentsatz der optischen Dichte) der Negativkontrolle B und der ebenfalls ermittelte Grenzwert der Extinktion, ab dem auf der jeweiligen Platte ein Probenextinktionswert als positiv eingestuft wurde.

Teilweise wurden während der Doktorarbeit Probenaufträge an das KSB-Labor auf denselben Mikrotiterplatten bearbeitet. Diese Daten sind ebenfalls in den Extinktionstabellen im Anhang enthalten, flossen jedoch nicht in den Probensatz der Doktorarbeit ein. Angegebene Lücken in der Labornummernfolge sind darauf zurückzuführen.

Die Validität jeder Mikrotiterplatte wurde anhand der Mittelwerte der positiven und negativen Kontrollseren bestimmt. Der Mittelwert der Positivkontrolle (\bar{x} OD A) musste im Bereich zwischen 0,8 und 2,0 liegen, der Mittelwert der Negativkontrolle (\bar{x} OD B) einen PP-Wert < 25 garantieren, was bei allen in die Untersuchung einbezogenen Platten erfüllt war.

Nr.	Plattenbezeichnung	Chargen-Nr.	untersuchte Proben	Mittelwert Negativkontrolle	Mittelwert Positivkontrolle	PP	Grenzwert der Extinktion
1	1-92Sal03	2020HPD	1-10, 16-92	0,206	1,696	12,1	0,678
2	93-184Sal03	2020HPD	93-97, 100-133, 136-184	0,158	1,112	14,2	0,445
3	185-276Sal03	2020HPD	185-262	0,135	1,040	13,0	0,416
4	277-368Sal03	2702HPD	285-326, 337-368	0,107	1,021	10,5	0,408
5	369-383+ 465-526+ 538+542+ 327-336Sal03	2702HPD	369-494, 538-542	0,137	0,863	15,8	0,347
6	1828-1842+ 542-619Sal03	2702HPD	1828-1842, 543-564, 576-584, 595-619	0,189	1,052	18,0	0,421
7	2004-2018+ 620-696Sal03	2702HPD	620-696	0,198	1,494	13,3	0,598
8	697-768+ 770-778+ 791-801Sal03	2702HPD	697-768, 770-774, 791-801	0,185	1,313	14,1	0,525
9	802-862+ 866-896Sal03	2702HPD	802-862, 866-896	0,170	1,070	15,9	0,428
10	N897-988Sal03	2702HPD	897-986	0,216	1,379	15,7	0,552
11	989+1014- 1027+1032- 1108Sal03	2702HPD	1014-1027, 1032-1108	0,279	1,564	17,8	0,626
12	1109-1200Sal03	2702HPD	1109-1200	0,199	1,279	15,6	0,512
13	1201-1251+ 1273-1314Sal03	2702HPD	1201-1314	0,192	1,595	12,0	0,638
14	1315- 1325+1328- 1344+1353- 1406Sal03	2702HPD	1315-1316, 1328-1344, 1353-1406	0,176	1,196	14,7	0,478

Tabelle 7: Charakteristika der eingesetzten Mikrotiterplatten und Probenverteilung (Teil 1)

Nr.	Plattenbezeichnung	Chargen-Nr.	untersuchte Proben	Mittelwert Negativkontrolle	Mittelwert Positivkontrolle	PP	Grenzwert der Extinktion
15	1407-1439+ 1441-1499Sal03	2702HPD	1407-1439, 1441-1499	0,224	1,288	17,4	0,515
16	1500-1567+ 1574-1597Sal03	2702HPD	1500-1567, 1574-1597	0,209	1,425	14,7	0,570
17	1599-1600+ 1602+1603+ 1605+1607- 1616+1667- 1743Sal03	2702HPD	1599-1600+ 1602+1603+ 1605+ 1607-1616+ 1667-1734, 1737-1743	0,159	1,039	15,3	0,416
18	1744-1762+ 1768-1775+ 1811-1827+ 1843-1892Sal03	2702HPD	1744-1761, 1768-1775, 1811-1827, 1843-1887, 1890-1892	0,208	1,579	13,2	0,632
19	1893-1901+ 1912-1974+ 1983-2002Sal03	2702HPD	1893- 1901+1912- 1974+1983- 2002	0,196	1,209	16,2	0,484
20	2003+2019- 2055+2066- 2096+2105- 2127Sal03	2702HPD	2003+2019- 2055+2066- 2096+2105- 2127	0,238	1,364	17,5	0,546
21	2128-2151+ 2155-2174+ 2180-2227Sal03	2702HPD	2128-2151+ 2155-2174+ 2180-2227	0,217	1,466	14,8	0,586
22	2228-2241+ 2264-2341Sal03	2702HPD	2228-2241+ 2264-2341	0,209	1,350	15,5	0,540
23	2342-2387+ 1861+702- 853Sal03	2702HPD	2342-2387, 1861	0,174	1,177	14,8	0,471

Tabelle 8: Charakteristika der eingesetzten Mikrotiterplatten und Probenverteilung (Teil 2)

4.1.2 Probenumfang der einzelnen Betriebe

Für die Situationsanalyse am Schlachthof Karlsruhe wurden insgesamt 1920 Zwerchfellpfeilerproben von Mastschweinen aus 57 Betrieben mittels Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum von Boehringer Ingelheim auf AK gegen Salmonellen im Fleischsaft untersucht, wobei sich die Anzahl der untersuchten Proben pro Betrieb am Beprobungsschlüssel der „Leitlinien zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung“ des BML vom 05.02.1998 und dem Entwurf der „Verordnung zur Verminderung des Salmonelleneintrags durch Schlachtschweine bei der Fleischgewinnung“ durch das BMVEL von 2002 orientierte.

Die Anzahl der pro Betrieb genommenen Proben hing von der Menge der durch die einzelnen Mastbetriebe angelieferten Schweine ab. Durch die teilweise diskontinuierliche Anlieferung einiger Betriebe im Untersuchungszeitraum kam es zum Teil zu sehr geringen Probenmengen für einige Betriebe. Der Probenumfang verteilt auf die einzelnen Betriebe wird in Tabelle 9 und in Abbildung 6 wiedergegeben. Bei 11 der 57 Betriebe konnten lediglich 1-10 (bzw. 2-10) Proben genommen werden.

Gruppe	Probenzahl	Anzahl der Betriebe
I	1-10	11
II	11-20	13
III	21-30	6
IV	31-40	1
V	41-50	5
VI	51-60	21

Tabelle 9: Verteilung der Probenumfänge auf die Anzahl der Betriebe

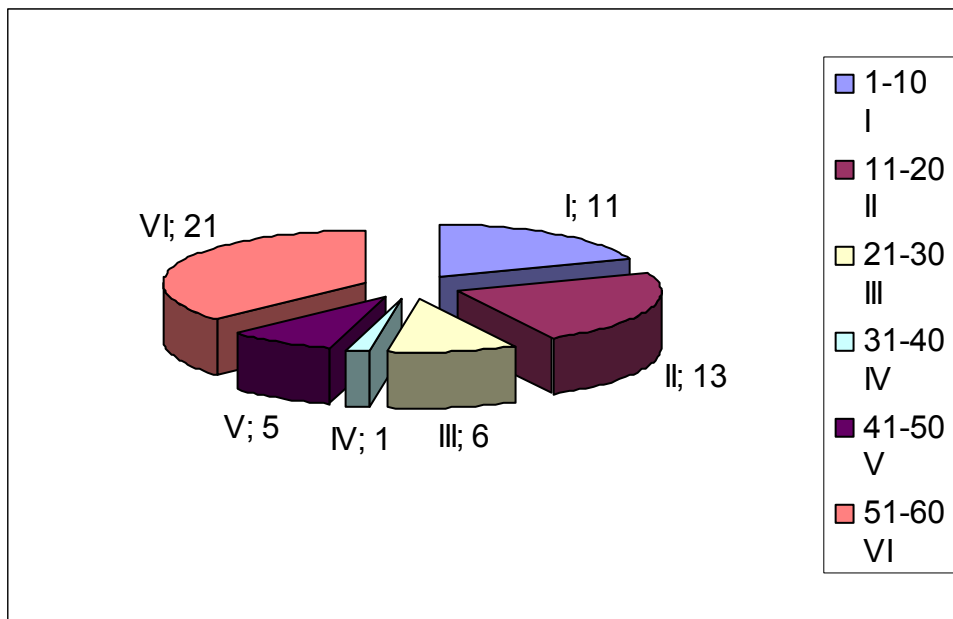


Abbildung 6: Verteilung der Probenumfänge auf die Anzahl der Betriebe

4.1.3 Überblick über Salmonellen-AK-Prävalenzen

Bei insgesamt 125 Schweinen (6,51%) konnte ein PP (Prozentsatz der optischen Dichte) von ≥ 40 festgestellt und die Proben somit als positiv bewertet werden. Die genaue Anzahl der AK-positiven Tiere kann Tabelle 10 und Tabelle 11 entnommen werden, in denen die Betriebe anhand der ihnen zugeteilten Betriebsnummern von 1-57 aufgelistet sind. Von den insgesamt 57 Betrieben wiesen 30 (52,63%) mindestens ein positives Tier in ihrer Stichprobe auf.

Die in den ELISA-Untersuchungen der Fleischsaftproben ermittelten Extinktionen sind im Anhang dargestellt, ebenso weitere Hilfstabellen, die die zugehörigen Labornummern enthalten. Jedem Extinktionswert kann somit die entsprechende Labornummer und mit Hilfe einer weiteren Tabelle der jeweilige Betrieb zugeordnet werden.

Betriebs-Nr.	Anz. der beprobten Tiere	Anz. d. AK-Positiven	AK-Prävalenz
1	60	1	1,7%
2	60	14	23,3%
3	60	2	3,3%
4	60	6	10,0%
5	60	6	10,0%
6	60	0	0,0%
7	60	0	0,0%
8	60	2	3,3%
9	60	0	0,0%
10	60	1	1,7%
11	60	0	0,0%
12	60	17	28,3%
13	60	3	5,0%
14	60	0	0,0%
15	60	2	3,3%
16	60	7	11,7%
17	60	4	6,7%
18	19	4	21,1%
19	21	5	23,8%
20	54	0	0,0%
21	43	10	23,3%
22	44	15	34,1%
23	19	0	0,0%
24	54	1	1,9%
25	50	2	4,0%
26	53	2	3,8%
27	20	0	0,0%
28	48	1	2,1%

Tabelle 10: Vorkommen AK-positiver Fleischsaftproben in den einzelnen Betrieben (Teil 1)

Betriebs-Nr.	Anz. der beprobten Tiere	Anz. d. AK-Positiven	AK-Prävalenz
29	7	0	0,0%
30	53	1	1,9%
31	48	0	0,0%
32	4	0	0,0%
33	40	3	7,5%
34	4	0	0,0%
35	7	0	0,0%
36	15	0	0,0%
37	10	1	10,0%
38	15	0	0,0%
39	29	1	3,4%
40	25	0	0,0%
41	13	1	7,7%
42	12	0	0,0%
43	7	0	0,0%
44	25	0	0,0%
45	13	7	53,8%
46	17	2	11,8%
47	16	0	0,0%
48	21	0	0,0%
49	4	1	25,0%
50	27	0	0,0%
51	14	0	0,0%
52	2	2	100,0%
53	12	0	0,0%
54	6	0	0,0%
55	8	0	0,0%
56	9	1	11,1%
57	12	0	0,0%

Tabelle 11: Vorkommen AK-positiver Fleischsaftproben in den einzelnen Betrieben (Teil 2)

4.1.4 Einteilung der Betriebe gemäß den Leitlinien des BML

Die Einteilung der Betriebe nach dem Salmonellen-Antikörperstatus erfolgte gemäß den „Leitlinien“ des BML. Von den untersuchten Betrieben besaßen demnach 48 einen niedrigen Salmonellen-Antikörperstatus, da die von ihnen untersuchte Stichprobe insgesamt < 20% positive Tiere beinhaltete. Bei sieben Betrieben wurde ein Anteil von Salmonellen-AK-positiven Tieren von 20% – 40% ermittelt, was eine Einstufung in einen mittleren AK-Status darstellt. In zwei der untersuchten Betriebe lag der Anteil der positiven Tiere bei > 40%, weshalb diesen Betrieben ein hoher AK-Status zu attestieren war. Die Einteilung der Betriebe nach dem Salmonellen-Antikörperstatus in drei verschiedene Kategorien und somit Prävalenzklassen wird in Tabelle 12 und Abbildung 7 dargestellt.

Salmonellen-Antikörperstatus	Kategorie	AK-Prävalenz der Stichprobe [%]	Anzahl der Betriebe
Niedriger Status	I	< 20	48 (84,21%)
Mittlerer Status	II	20 bis 40	7 (12,28%)
Hoher Status	III	> 40	2 (3,51%)

Tabelle 12: Einteilung der Betriebe anhand der AK-Prävalenz

Bei den beiden Betrieben mit hohem Salmonellen-AK-Status handelt es sich zum einen um einen Betrieb, bei dem von 13 zur Untersuchung gebrachten Tieren der Grenzwert bei 7 der Tiere überschritten wurde. Der Anteil Salmonellen-AK-positiver Tiere lag somit bei 53,8%. Der zweite Betrieb der Kategorie III konnte lediglich mit einer Stichprobe von zwei Tieren beprobt werden. Beide waren positiv bezüglich des Grenzwertes ihres AK-Gehaltes und somit ergab sich für diesen Betrieb eine AK-Belastung von 100%. Dieser Betrieb wird im weiteren Verlauf aufgrund seines Ergebnisses, das wegen der Stichprobe von lediglich zwei untersuchten Tieren nicht repräsentativ ist, als „Ausreißerbetrieb“ bezeichnet.

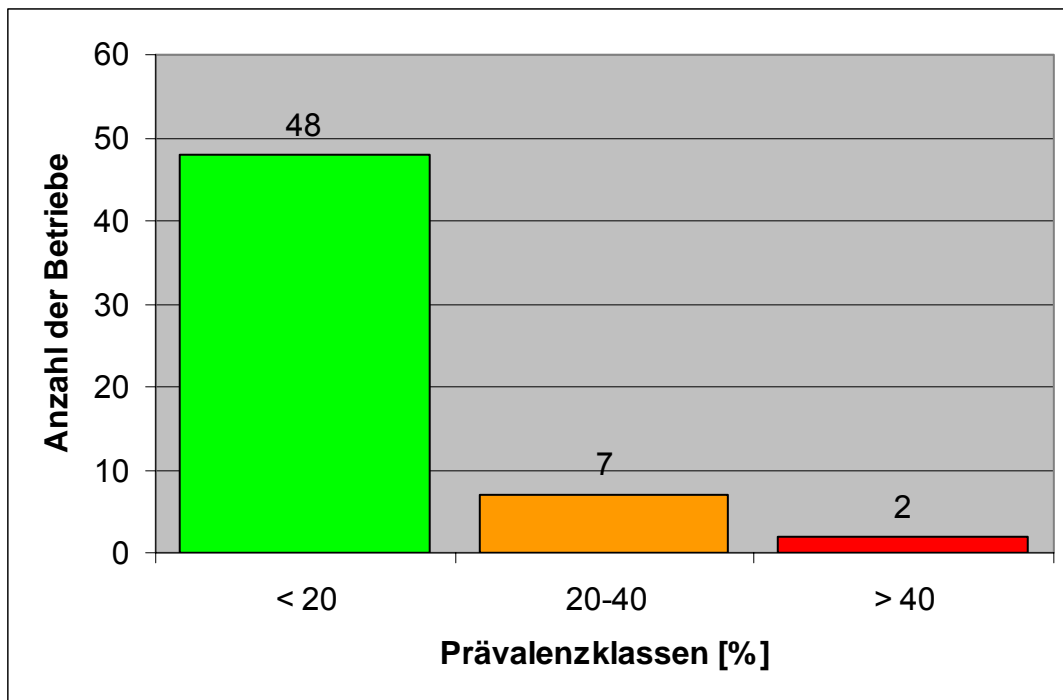


Abbildung 7: Prävalenzhäufigkeit gemäß den Leitlinien des BML

4.1.5 Genauere Aufteilung der Betriebe nach ihren AK-Prävalenzwerten

Von den 1920 untersuchten Tieren zeigten im ELISA 125 Tiere ein positives Ergebnis. Dies entspricht einer AK-Prävalenz von 6,51% bezogen auf die Gesamtzahl der Proben, errechnet als Verhältnis der 125 positiven Tiere zu den insgesamt untersuchten 1920 Tieren. Geht man von den in der vorliegenden Studie untersuchten 57 Betrieben aus, lässt sich eine mittlere Prävalenz von 7,97% für die Gesamtzahl der Betriebe errechnen, indem die Prävalenz-Prozentwerte der einzelnen Betriebe aufsummiert und durch die Anzahl der Betriebe (57) geteilt werden. Dieser Wert wird in die weiteren Auswertungen einbezogen, da vor allem bezüglich des Einflusses von bestimmten Betriebsparametern auf das ELISA-Ergebnis nicht über die einzelnen Tiere, sondern über die Betriebe eine Aussage getroffen werden soll. Die Tabelle 13 zeigt die Zuordnung der Betriebe in enger umfasste AK-Prävalenzklassen, um die Verteilung genauer darstellen zu können.

Die ELISA-Untersuchungsergebnisse zeigen, dass beinahe die Hälfte der untersuchten Betriebe (27 Betriebe; 47,37%) keine positiven Reagenten in ihrer Stichprobe aufwiesen, also komplett „negative“ Betriebe darstellen. Weitere 31,58% hat-

ten $\leq 10\%$ AK-positive Tiere in der untersuchten Stichprobe. Von den insgesamt 57 untersuchten Betrieben zeigten demnach 45 (78,95%) einen Anteil von Salmonellen-AK-positiven Tieren zwischen 0% und 10%. Lediglich 12 (21,05%) der Betriebe wiesen höhere Werte auf.

AK-Prävalenzwerte der Betriebe	Betriebszahl	Prozentanteil
negative Betriebe	27	47,37%
AK-positiv $\leq 10\%$	18	31,58%
$10\% < \text{AK-positiv} \leq 20\%$	3	5,26%
$20\% < \text{AK-positiv} \leq 30\%$	6	10,50%
$30\% < \text{AK-positiv} \leq 40\%$	1	1,75%
AK-positiv $> 40\%$	2	3,51%

Tabelle 13: AK-Prävalenzwerte der Betriebe

Die Streuung der Werte kann auch anhand von Quartilen verdeutlicht werden, wie in Tabelle 14 dargestellt. Der Median, das 50%-Quartil, bezogen auf die gesamten Betriebe beträgt 1. Jeweils die Hälfte der Betriebe besaßen demnach kein oder ein AK-positives Tier in der untersuchten Stichprobe. Das dritte oder 75%-Quartil liegt bei 2 AK-positiven Proben bzw. 10% der jeweiligen Stichprobe. 75% der Betriebe wiesen demnach unter 10% AK-positive Tiere in ihrer individuellen Stichprobe auf, während in einem Viertel der Betriebe zwischen 10 und 100% positive Proben vorlagen. Die Standardabweichung von einem Mittelwert von 7,97% positiven Schweinen pro Betrieb beträgt in der vorliegenden Untersuchung 16,33%.

	Anz. der AK-Positiven	Anteil der AK-Positiven
1. Quartil	0,00	0,00%
Median	1,00	1,67%
3. Quartil	2,00	10,00%
4. Quartil	17,00	100,00%
Standardabw.	3,82	16,33%
Mittelwert	2,19	7,97%

Tabelle 14: Anzahl der AK-Positiven verteilt auf die einzelnen Quartile

4.2 Auswertung des Fragebogens

4.2.1 Allgemeine Eindrücke aus der telefonischen Befragung

Erfreulicherweise erwiesen sich die befragten Betriebsbesitzer als zumeist sehr kooperativ und waren nach kurzer Erklärung über den Zweck meiner Arbeit und die Zusicherung der Anonymität des eigenen Betriebes und dessen Ergebnisse schnell zu einem Interview bereit. Es zeigte sich, dass besonders die von der Viehzentrale Südwest vermarkteten Betriebe Kenntnis von den durch die Salmonellenproblematik entwickelten Programmen zum „Salmonellen-Monitoring“ hatten. Durch die Auflage der Viehzentrale Südwest für so genannte QS-Betriebe, hatten einige Betriebe bereits mit der Beprobung auf AK gegen Salmonellen begonnen, andere befanden sich nach eigener Aussage gerade in Verhandlungen mit der Viehzentrale, in deren Folge ein baldiger Beginn der Testung auf AK gegen Salmonellen stehen sollte. Die Reaktionen auf die eventuell gesetzlich verpflichtende Einführung eines „Salmonellen-Monitoringprogrammes“ durch eine Umsetzung des Entwurfs der Schweine-Salmonellen-VO, wurde besonders von den Betrieben, die bereits Untersuchungen durchführten bzw. sich in der Vorbereitungsphase dazu befanden, aber auch von anderen als positiv und sinnvoll eingestuft. Einige wenige der Befragten äußerten jedoch die Befürchtung, dass die Betriebe einer noch größeren finanziellen Belastung ausgesetzt würden und zeigten sich den neuen Entwicklungen gegenüber eher negativ eingestellt.

4.2.2 Parameter Schlachtungen am Schlachthof Karlsruhe

Um die Organisation deutscher kleinbäuerlicher Betriebe im Einzugsgebiet des Schlachthofes Karlsruhe zu verdeutlichen, wurde zusätzlich zu den Fragen nach Parametern des Betriebsmanagements nachgefragt, ob alle Tiere des Betriebes am Karlsruher Schlachthof geschlachtet würden. Lediglich 5 (8,8%) der 57 Betriebe bejahten diese Frage. Zwei Betriebe konnten bezüglich der Frage nach dem Schlachtort der eigenen Tiere keine Angaben machen, da sie diese Information nicht bei der Viehzentrale Südwest erfragt hatten. Die verbleibenden 50 Betriebe verneinten die Frage nach Karlsruhe als dem alleinigen Schlachtort, wobei 6 Betriebe keine genaueren Angaben machen konnten, welchen Anteil die nach Karlsruhe gelieferten Tiere ausmachten. 16 Betriebe schlachteten 50% oder mehr der Schlachtschweine in Karlsruhe, die übrigen 28 weniger als 50%.

4.2.3 Betriebsgröße und weitere Betriebsparameter

Die Verteilung der Antworten der 57 Betriebe auf die verschiedenen Fragen zum Betriebsmanagement wird zusammenfassend in Abbildung 8 dargestellt, um die Tendenz der Parameter Betriebsart, Ferkelzukauf, Kenntnis und Teilnahme von/an Monitoringprogrammen aufzuzeigen. Insgesamt 12 (21,05%) der 57 Betriebe arbeiteten nach dem „Rein/Raus“-Verfahren, 45 (78,95%) mit kontinuierlichem System. 29 (50,88%) Betriebe betrieben Ferkelzukauf, 28 (49,12%) produzierten ihre Nachkommen im eigenen Betrieb. 54 (94,74%) Betriebsbesitzer hatten mehr oder weniger gute Informationen zum Begriff „Salmonellen-Monitoring“, lediglich drei Besitzer (5,26%) konnten keine Aussage dazu machen. 12 Betriebe (21,05%) nahmen bereits an einem Programm zum „Salmonellen-Monitoring“ teil, 45 (78,95%) hingegen nicht.

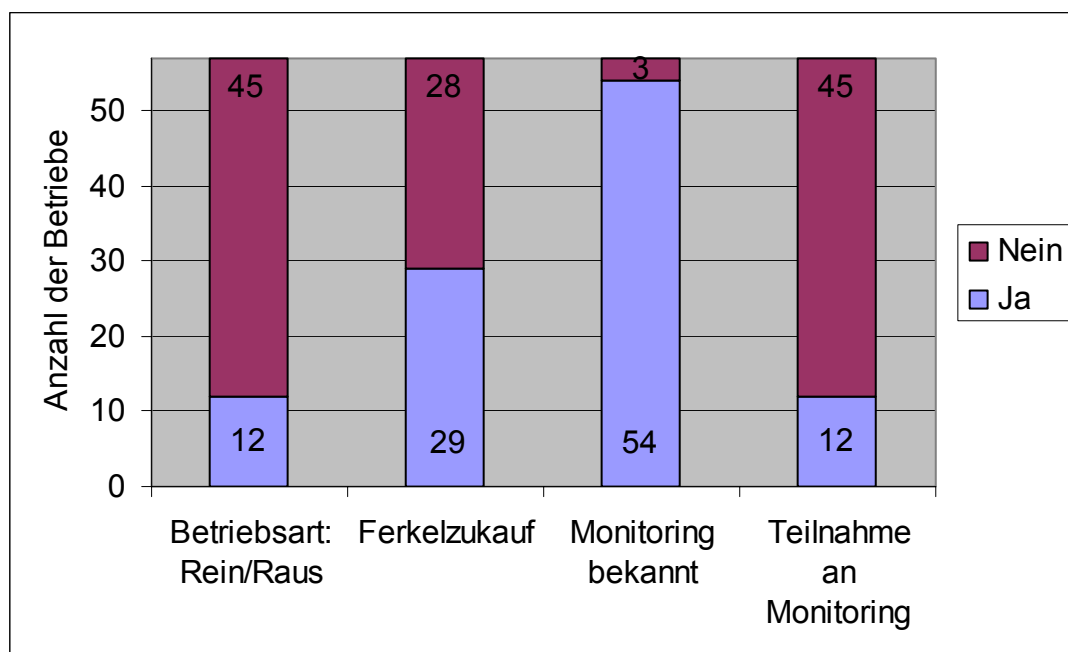


Abbildung 8: Ergebnisse der Fragebögen in Bezug auf Parameter des Betriebsmanagements

Bezüglich der Betriebsgröße ist festzustellen, dass 47 Betriebe (82,45%) > 200 Masttiere, 4 (7,02%) zwischen 101 und 200 und 6 Betriebe (10,53%) 46 bis 100 Mastschweine besaßen, was in der Abbildung 9 veranschaulicht wird. Trotz der großen Anzahl an Betrieben mit > 200 Mastplätzen muss darauf hingewiesen werden, dass es sich lediglich bei 6 Betrieben um eine Größenordnung von 1000 bis 2000 Tieren handelte, alle weiteren Betriebe besaßen lediglich mehrere Hundert Mast-

schweine. Bei den an den Schlachthof Karlsruhe liefernden Betrieben handelt es sich somit um eher kleinbäuerliche Betriebe.

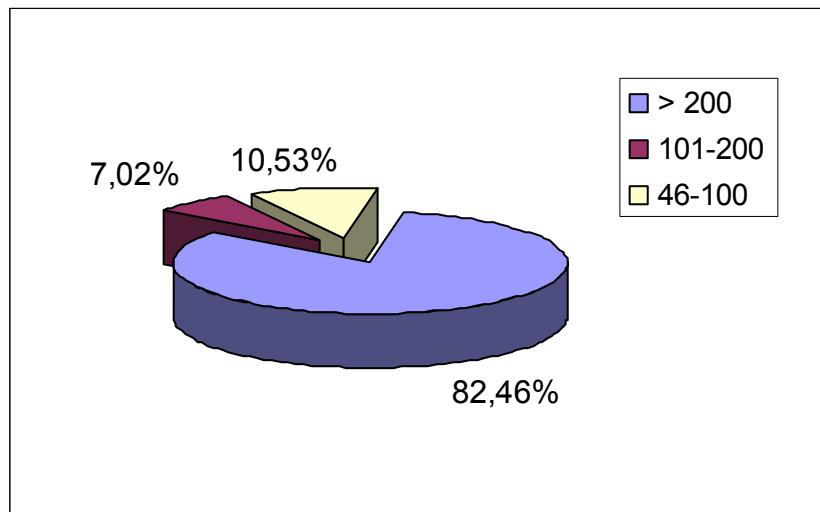


Abbildung 9: Einteilung der Betriebe anhand ihrer Betriebsgröße

Die Ergebnisse der einzelnen Betriebsparameter sowie die Größe der Betriebe sind in Tabelle 15 und Tabelle 16 (Teil 1 und 2) wiedergegeben. Der Nummerncode der einzelnen Antwortmöglichkeiten ist in der jeweiligen Spaltenüberschrift angegeben.

Betriebs-Nr.	Betriebsgröße	Betriebsart	Ferkelzukauf	Monitoring bekannt	Teilnahme an Monitoring
		1 - Rein/Raus 2 - Kontinuierlich	1 - Ja 2 - Nein	1 - Ja 2 - Nein	1 - Ja 2 - Nein
1	>200	1	1	1	2
2	>200	1	1	1	2
3	>200	2	2	1	2
4	>200	2	1	1	2
5	>200	2	2	1	1
6	>200	2	2	1	2
7	>200	1	1	1	2
8	>200	1	1	1	2
9	>200	2	1	1	1
10	>200	1	2	1	1
11	>200	2	1	2	2
12	>200	1	1	1	2
13	>200	2	1	1	1
14	>200	1	1	1	2
15	>200	2	1	1	1
16	>200	2	1	1	2
17	>200	2	2	1	2
18	>200	1	1	1	2
19	>200	2	1	1	2
20	>200	2	1	1	2
21	>200	2	2	1	2
22	>200	2	1	1	2
23	>200	2	2	1	2
24	>200	2	2	1	2
25	>200	1	2	1	2
26	>200	2	1	1	2
27	>200	2	1	1	2
28	>200	2	2	1	2

Tabelle 15: Ergebnisse der Fragebögen (Teil 1)

Betriebs-Nr.	Betriebsgröße	Betriebsart	Ferkelzukauf	Monitoring bekannt	Teilnahme an Monitoring
		1 - Rein/Raus 2 - Kontinuierlich	1 - Ja 2 - Nein	1 - Ja 2 - Nein	1 - Ja 2 - Nein
29	>200	1	2	1	1
30	>200	2	2	1	2
31	>200	2	2	1	2
32	>200	2	2	1	2
33	>200	2	1	1	1
34	>200	2	2	1	2
35	>200	2	1	2	2
36	>200	2	1	1	2
37	>200	2	1	1	2
38	>200	2	2	1	1
39	>200	2	2	1	2
40	>200	2	2	1	2
41	>200	2	2	1	1
42	>200	2	2	1	2
43	>200	2	1	1	2
44	>200	2	1	1	2
45	>200	2	1	1	2
46	>200	2	2	1	2
47	>200	2	1	1	1
48	101-200	2	2	1	2
49	101-200	2	2	1	1
50	101-200	1	2	1	2
51	101-200	2	1	1	2
52	46-100	2	2	2	2
53	46-100	2	1	1	2
54	46-100	2	1	1	2
55	46-100	2	2	1	1
56	46-100	1	2	1	2
57	46-100	2	2	1	2

Tabelle 16: Ergebnisse der Fragebögen (Teil 2)

4.3 Zusammenhang zwischen ELISA-Ergebnis und bestimmten Betriebsparametern

4.3.1 Mittlere AK-Prävalenz in Abhängigkeit von den einzelnen Parametern

Nachdem die ELISA-Untersuchungen abgeschlossen und die Telefoninterviews ebenfalls beendet waren, sollte der Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von

Salmonellen-AK bei den untersuchten Mastschweinen und dem Ergebnis aus der telefonischen Befragung zu den im Fragebogen aufgeführten Betriebsparametern hergestellt werden. Ob der Einfluss eines der erfragten Parameter auf das ELISA-Ergebnis als signifikant anzusehen war, wurde mittels des Statistikprogramms SAS ermittelt. Mit Microsoft Excel war es möglich, alle verbleibenden Werte zu berechnen, auszuwerten und die Ergebnisse in Form von Tabellen und Abbildungen darzustellen. Wichtig hierbei ist festzustellen, dass aufgrund der diskontinuierlichen Anlieferung von Tieren im Untersuchungszeitraum von einigen Betrieben nur sehr wenige Schlachtschweine für die Studie untersucht werden konnten, was bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen war. Die Frage nach der Betriebsgröße ließ drei Antwortmöglichkeiten zu, ansonsten besaß jede Frage des Fragebogens zwei Antwortmöglichkeiten. Meist konnte eine Frage mit „ja“ oder „nein“ beantwortet werden, bzw. bei der Frage nach der Betriebsform mit Rein/Raus oder kontinuierlich. Die Antwortmöglichkeiten jeder einzelnen Frage zum Betriebsmanagement wurden zum ELISA-Ergebnis in Form der mittleren AK-Prävalenz aus dem Durchschnitt der AK-Prävalenzen der jeweils betroffenen Betriebe ins Verhältnis gesetzt. Aus den Ergebnissen der Situationsanalyse des Schlachthofes Karlsruhe ergab sich eine mittlere Prävalenz von 7,97% (gerundet auf 8,0%) für die Gesamtzahl der 57 Betriebe.

Mit dem Statistikprogramm SAS wurde untersucht, ob die verschiedenen Parameter einen statistisch signifikanten Einfluss auf die mittlere Prävalenz ausübten. Hierzu wurde der F-Test unter Zugrundelegung einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 eingesetzt. Die mittels Fragebögen analysierten Parameter des Betriebsmanagements hatten in der vorliegenden Studie bis auf den Parameter „Kenntnis von Monitoringprogrammen“ keinen signifikanten Einfluss auf das ELISA-Ergebnis. Im Folgenden sollen die Parameter dennoch im Einzelnen analysiert werden, um aufzuzeigen, ob tendenzielle Einflüsse auf die AK-Prävalenz festzustellen sind.

4.3.1.1 Mittlere AK-Prävalenz in Abhängigkeit zur Betriebsgröße

Die mittlere Prävalenz aller 57 Betriebe betrug ca. 8% und wurde in der Abbildung 10 zu den durchschnittlichen Ergebnissen der Betriebsgruppen aus verschiedenen Betriebsgrößen ins Verhältnis gesetzt.

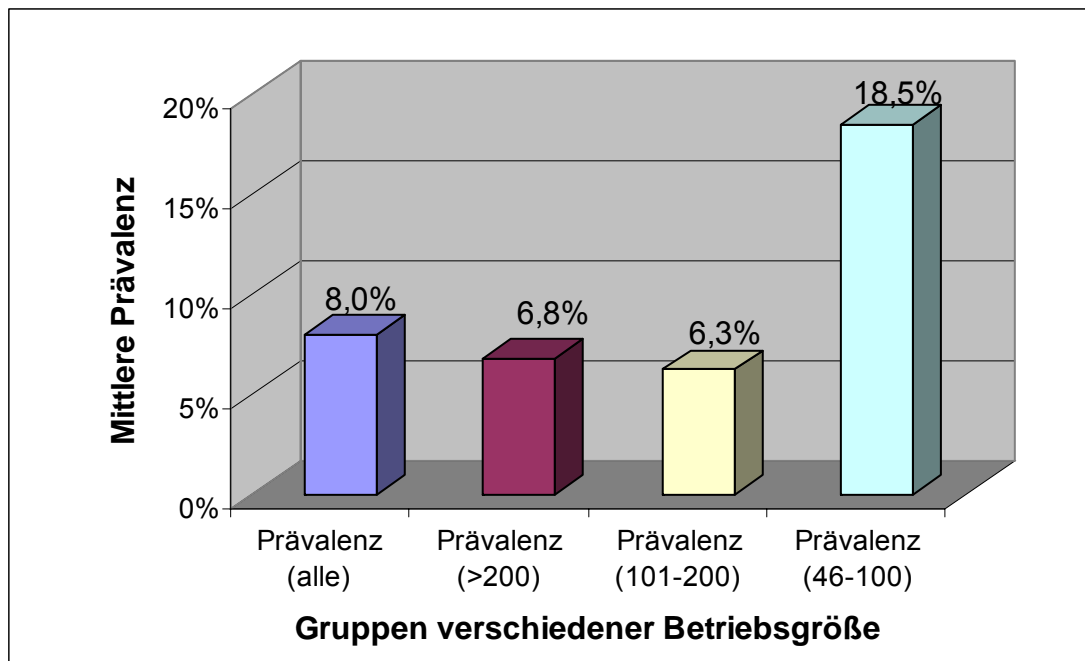


Abbildung 10: Mittlere AK-Prävalenz in Abhängigkeit zur Betriebsgröße

In der vorliegenden Untersuchung zeigten Betriebe mit > 200 und solche mit 101-200 Mastplätzen, also größere und mittlere kleinbäuerliche Betriebe, eine vergleichbare mittlere Prävalenz, die etwas unter dem Durchschnitt aller 57 Betriebe lag. Kleine Betriebe mit 46-100 Mastplätzen wiesen im Vergleich zur mittleren Prävalenz aller Betriebe bzw. zu den beiden größeren Betriebsklassen eine weit höhere mittlere AK-Prävalenz von 18,5% auf. Insgesamt sechs der untersuchten Betriebe wurden aufgrund ihrer Größe in die Gruppe 46-100 Mastplätze eingeteilt. Zu dieser Gruppe zählt auch der bereits genannte „Ausreißerbetrieb“, bei dem beide beprobten Tiere ein positives AK-Ergebnis aufwiesen. Von den übrigen fünf Betrieben zeigten vier keine Salmonellen-AK positiven Tiere und ein Betrieb wies ein AK-positives Tier auf. Dies bedeutet bei neun untersuchten Schweinen eine Häufigkeit von 11,1%. Die mittlere Prävalenz der Gruppe der kleinen Betriebe von 18,5% wird demnach durch den Betrieb mit zwei beprobten Tieren und in beiden Fällen positivem ELISA-Ergebnis (100,0%) und einen Betrieb mit einem (11,1%) positiven Tier ausgemacht. Streicht man den „Ausreißerbetrieb“ erhält man eine mittlere Prävalenz von 2,2% für die nunmehr 5 Betriebe dieser Gruppe.

4.3.1.2 Mittlere AK-Prävalenz in Abhängigkeit zur Betriebsart

Im Vergleich der Ergebnisse der mittleren AK-Prävalenz der 45 Betriebe, die nach kontinuierlichem System arbeiteten und der 12 Betriebe, die ein Rein/Raus-Management betrieben, konnte kein Einfluss der Betriebsart auf das Ergebnis festgestellt werden, wie in der Abbildung 11 dargestellt wird. Wird der „Ausreißerbetrieb“ nicht mit in die Auswertung einbezogen, verändert sich die mittlere Prävalenz der Betriebe, die nach kontinuierlichem System arbeiten und zu denen dieser Betrieb gezählt wird, von 8,0% auf 5,91%.

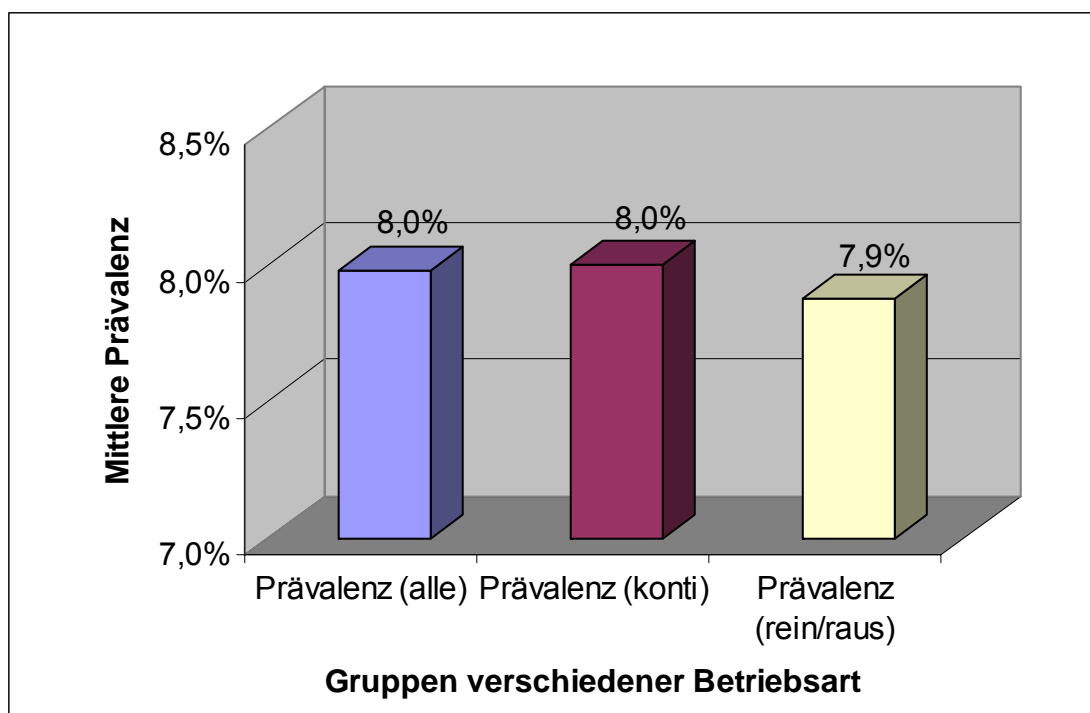


Abbildung 11: Mittlere AK-Prävalenz in Abhängigkeit zur Betriebsart

4.3.1.3 Mittlere AK-Prävalenz und Ferkelzukauf

Bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der mittleren AK-Prävalenz und dem Betriebsverfahren, Ferkelzukauf aus anderen Betrieben zu betreiben oder die Ferkel im eigenen Betrieb zu produzieren, zeichnete sich die Tendenz ab, dass Betriebe mit Ferkelzukauf eine insgesamt höhere mittlere AK-Prävalenz aufwiesen, als Betriebe, die auf den Zukauf von Fremdferkeln verzichteten. 29 der untersuchten Betriebe kauften ihre Ferkel zur Mast, wobei nicht weiter unterschieden wurde, ob die Ferkel von einem Ferkellieferanten oder von mehreren verschiedenen zugekauft wurden. Für diese Betriebe wurde eine mittlere AK-Prävalenz von 8,3% ermittelt. Die

mittlere AK-Prävalenz von 7,6% der 28 Betriebe, die ihre Ferkel selbst produzierten, liegt demzufolge 0,7%-Punkte unter der durchschnittlichen AK-Prävalenz der Betriebe, die Ferkel zukaufen, was in der Abbildung 12 veranschaulicht wird.

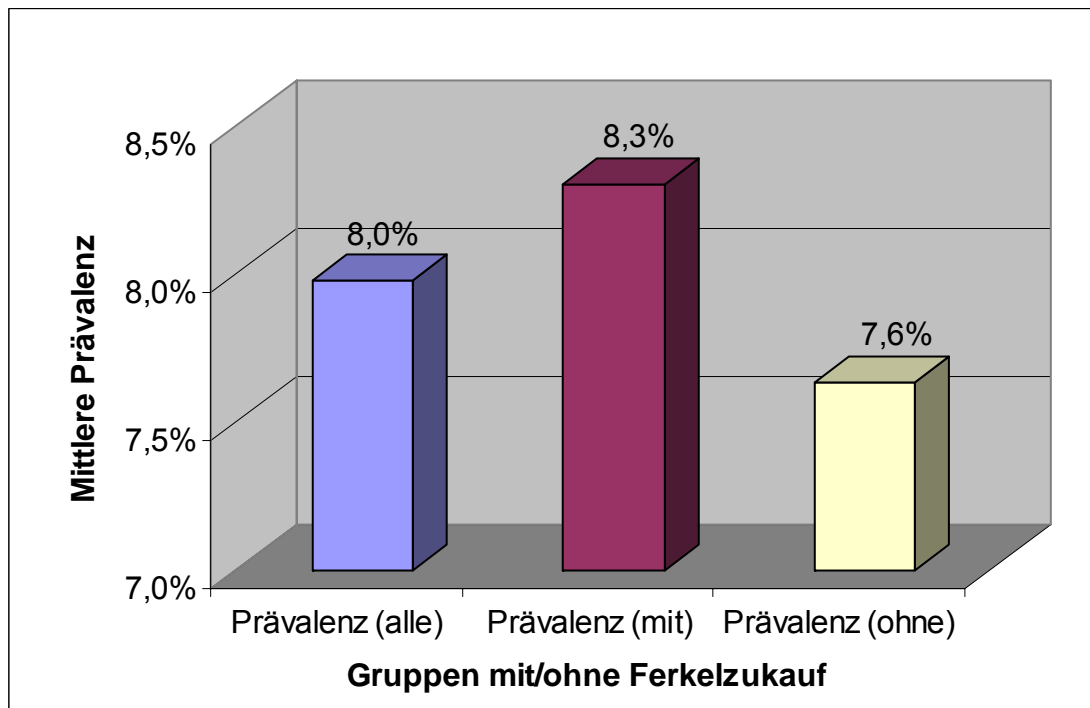


Abbildung 12: Mittlere AK-Prävalenz und Ferkelzukauf

Auch bei dieser Auswertung ändert sich die mittlere Prävalenz der Betriebe, zu denen der „Ausreißerbetrieb“ gerechnet wird. Für Betriebe, die keinen Ferkelzukauf betreiben, beträgt die mittlere Prävalenz 4,2%, wenn der „Ausreißerbetrieb“ nicht in die Bewertung einbezogen wird.

4.3.1.4 Mittlere AK-Prävalenz und Kenntnis von Monitoringprogrammen

Einzig die Frage, ob der Begriff des „Salmonellen-Monitoring“ bekannt sei, ergab einen signifikanten Einfluss auf das Testergebnis. Die mittlere AK-Prävalenz der Betriebe, denen der Begriff fremd war, betrug 33,3%, während die Betriebe, denen Salmonellen-Monitoring bekannt war, im Durchschnitt eine AK-Prävalenz von 6,6% aufwiesen. Bei dieser Frage wurde allerdings nur ermittelt, ob der Begriff „Salmonellen-Monitoring“ generell bekannt war und nicht, wie genau die Betriebsbesitzer zum Salmonellen-Antikörpernachweis als Methode des Monitoring und der Qualitätssicherung Aussagen machen konnten.

In die Interpretation dieses Ergebnisses muss einbezogen werden, dass lediglich drei der 57 befragten Besitzer negativ auf die Frage reagierten und dass auch bei diesen Betrieben der „Ausreißerbetrieb“ einbezogen war. Von den drei Betrieben hatten zwei keine AK-positiven Tiere im ELISA-Ergebnis. Die hohe mittlere AK-Prävalenz, die in Abbildung 13 dargestellt ist, wurde also lediglich durch den „Ausreißerbetrieb“ in einen Wertebereich von 33,3% gebracht. Ohne Einbeziehung des „Ausreißerbetriebes“ in die Berechnung der mittleren Prävalenz würde diese bei zwei verbleibenden AK-negativen Betrieben auf 0% absinken. Trotz Signifikanz des Ergebnisses muss seine Interpretierbarkeit durch diese Tatsache stark abgeschwächt und die Aussagekraft eingeschränkt werden.

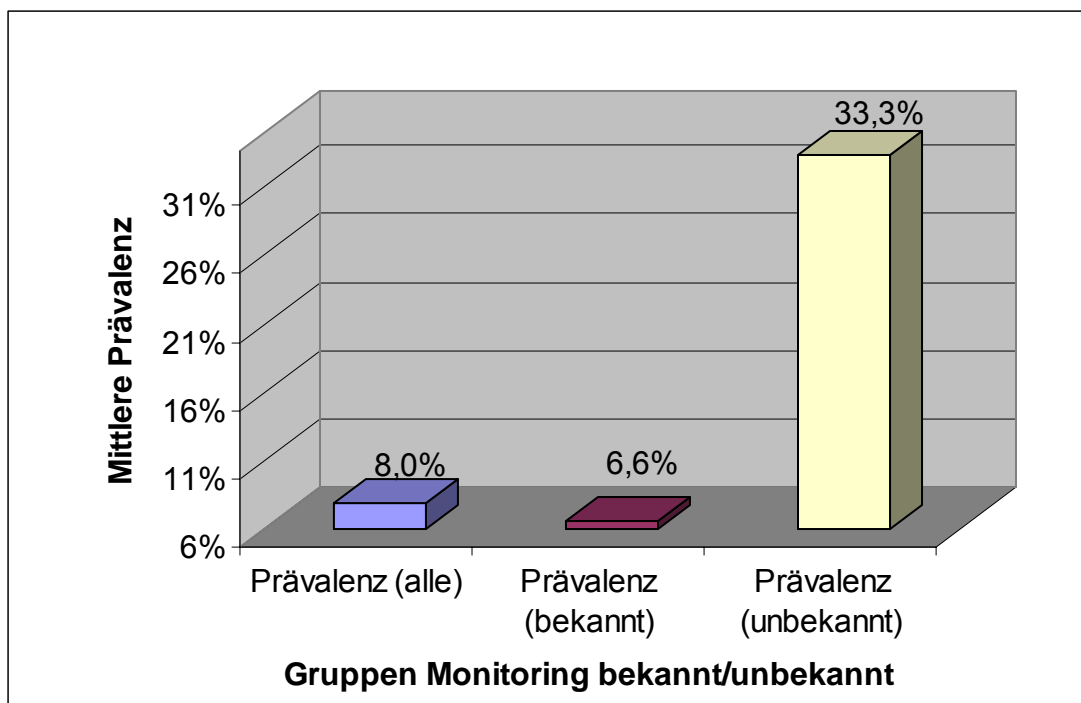


Abbildung 13: Mittlere AK-Prävalenz und Monitoringkenntnis

4.3.1.5 Mittlere AK-Prävalenz und Teilnahme an Monitoring

Insgesamt 12 der in der Studie befragten Betriebe nahmen zum Zeitpunkt der Befragung bereits an einem Salmonellen-Monitoringprogramm teil und ließen ihre Tiere stichprobenweise auf AK gegen Salmonellen untersuchen. Die mittlere AK-Prävalenz dieser Betriebe von 5% lag unter der mittleren Prävalenz aller 57 Betriebe und den 8,8% der Betriebe, die nicht an einem solchen Programm teilnahmen, wie aus Abbildung 14 ersichtlich wird.

Für die zum Zeitpunkt der Befragung an einem Salmonellen-AK-Überwachungsprogramm teilnehmenden Betriebe ist jedoch festzustellen, dass keiner dieser Betriebe die Beprobung bereits länger als ein halbes Jahr durchführte. Auch bei dieser Auswertung verändert sich der Wert der mittleren Prävalenz der Betriebe, die nicht an einem Salmonellen-Monitoringprogramm teilnehmen, streicht man den „Ausreißerbetrieb“ aus der Bewertung. Die mittlere Prävalenz der Betriebe ohne Teilnahme an einem Monitoringprogramm verringert sich in diesem Fall von 8,8% auf 6,69%.

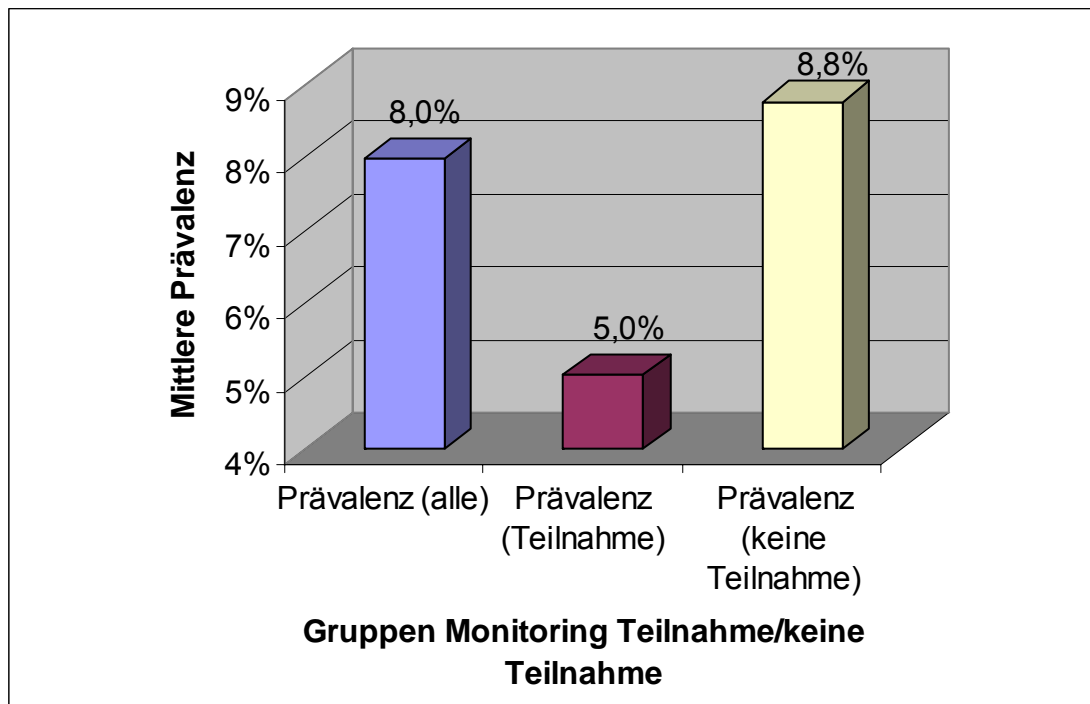


Abbildung 14: Mittlere AK-Prävalenz und Monitoringteilnahme

4.3.2 Mögliche Fehlerquellen der Interpretation

In den einzelnen Abschnitten wird immer wieder darauf hingewiesen, dass das Ergebnis teilweise durch einen „Ausreißerbetrieb“ stark beeinflusst und somit eventuell verzerrt wird. Bei diesem Betrieb handelt es sich um einen Mastbetrieb, der zu den kleinen Betrieben mit 46-100 Mastplätzen zählt. Im Untersuchungszeitraum war es bei diesem Betrieb lediglich möglich, zwei Proben zur Untersuchung zu gewinnen. Beide Proben waren bezüglich des Grenzwertes, ab dem die Proben als positiv zu bewerten waren, positiv. Somit ergab sich für diesen Betrieb eine AK-Prävalenz von 100,0%, was zu einer starken Veränderung der Bewertung einer bestimmten Frage

führen konnte, war dieser Betrieb beteiligt. Auf diese Tatsache wurde bereits hingewiesen. Da die Probennahme dem Zufallsprinzip unterlag, wurde dieser Betrieb ebenfalls in die Untersuchung miteinbezogen, wobei zu berücksichtigen war, dass sein Ergebnis im Vergleich zu anderen Betrieben, die ihr Ergebnis aus einer höheren Stichprobe bezogen und somit repräsentativer zu beurteilen waren, mit Vorsicht zu interpretieren war.

Um das Problem zu verdeutlichen, ist die mittlere AK-Prävalenz verschiedener Stichprobengruppen in Abbildung 15 dargestellt. Es wird deutlich, dass die mittlere Prävalenz bei Betrieben, von denen 10 oder mehr Schweine beprobt und auf AK im Fleischsaft untersucht wurden, mit 6,8% nahe der mittleren Prävalenz der allgemeinen Untersuchung liegt. Die mittlere AK-Prävalenz der Betriebe, von denen weniger als 10 Tiere zur Untersuchung gelangten, liegt mit 13,6% schon weit über der mittleren Prävalenz aller untersuchten 57 Betriebe. Eindeutig wird das Ergebnis, wenn dieselbe mittlere AK-Prävalenz betrachtet wird, ohne den „100%-Ausreißerbetrieb“. Sie liegt ohne den „Ausreißer“ bei 3,1%. Somit wird deutlich, dass dieser eine Betrieb einen starken Einfluss auf die Auswertung der einzelnen Betriebsparameter hat; bei Interpretationen ist dies zu berücksichtigen.

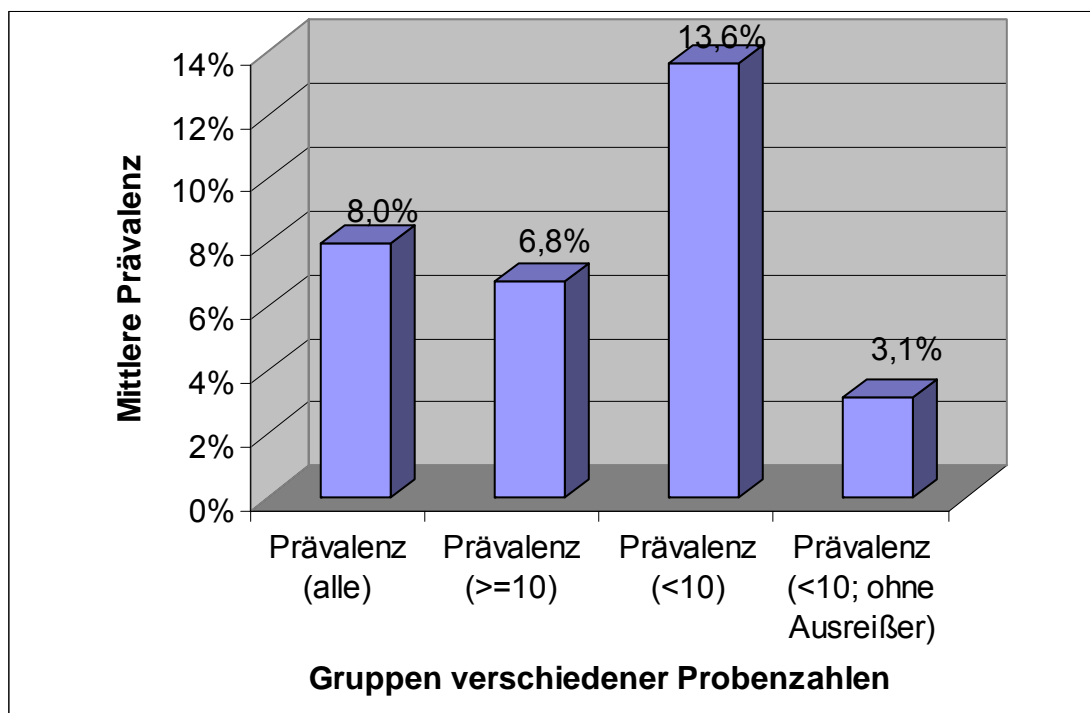


Abbildung 15: Einfluss der Probenzahl auf die mittlere AK-Prävalenz

5 Diskussion

5.1 Serologische Untersuchungen

5.1.1 Salmonellen-Antikörper-Prävalenzen der eigenen Untersuchungen im Überblick

In der vorgenommenen Situationsanalyse am Schlachthof Karlsruhe wurden bei 125 der insgesamt 1920 serologisch mittels Enterisol[®] Salmonellen-Diagnostikum untersuchten Mastschweine Salmonellen-Antikörpergehalte festgestellt, die über einem Grenzwert PP von 40 lagen und somit als positiv zu bewerten waren. Die Ergebnisse der Einzeltiere bezogen auf die Gesamtzahl der Proben ergaben eine Antikörper-Prävalenz von 6,51%.

Serologische Untersuchungsergebnisse eignen sich nur bedingt, um den Salmonellenstatus eines Einzeltieres zu beschreiben. Nach einer Infektion setzt die Immunantwort zeitverzögert ein und verläuft zusätzlich bei jedem Tier zeitlich individuell verschieden. So konnten NIELSEN et al. (1995) in Untersuchungen zum Antikörpergehalt von Schweineseren nachweisen, dass es nach experimenteller Infektion von Schweinen erst ab dem siebten bzw. vierzehnten Tag p.i. zu einem Anstieg der OD%-Werte im dänischen „Mix-ELISA“ kam. Unter den einzelnen Tieren der Untersuchung konnten die Autoren eine erhebliche Variabilität bezüglich der Zeit bis zur Serokonversion, die zwischen sechs und 36 Tagen p.i. lag und den maximalen OD%-Werten von 8% bis 130% des Referenzserums und der Persistenz positiver Antikörperspiegel feststellen. In einer Studie von GRAY et al. (1996) reagierten eine Gruppe experimentell infizierter Tiere und eine Kontaktgruppe ab der zweiten Woche p.i. mit hohen IgG-Spiegeln. Die OD%-Werte stiegen bis zur sechsten Woche an. Ein IgM-Antikörperanstieg wurde bei den direkt infizierten Tieren bereits innerhalb der ersten Woche, bei den Kontakttieren erst zwischen der ersten und der zweiten Woche festgestellt.

Ein positives Salmonellen-Antikörper-Ergebnis deutet auf eine entweder vorliegende oder in der Vergangenheit stattgefundene Salmonelleninfektion hin. Ein negatives Ergebnis in der Serologie kann jedoch nicht mit einer Salmonellenfreiheit gleichgesetzt werden, da die Serologie lediglich auf ein Salmonellenproblem im Bestand hin-

weist, jedoch, aufgrund der Latenzzeit zwischen Antigenkontakt und Reaktion des Immunsystems in Form eines messbaren Anstiegs an Salmonellen-Antikörper, keine Aussage zum momentanen tatsächlichen Salmonellenstatus des Einzeltieres zulässt. Dies belegt eine Untersuchung von STEINBACH (2002), in der festgestellt wurde, dass Schweine, bei denen Salmonellen bakteriologisch im Kot oder in Darmlymphknoten nachgewiesen werden konnten, in der serologischen Untersuchung in den meisten Fällen niedrige Salmonellen-Antikörper-Werte aufwiesen und gemäß dem in den Leitlinien geforderten Grenzwert von 40% als negativ eingestuft würden. Serologische Befunde charakterisieren somit den Herkunftsbestand und eignen sich nicht zur Darstellung des Infektionsstatus eines Einzeltieres. Eine Aussage über die Bestandssituation ist jedoch möglich, worauf die Untersuchungsergebnisse von STEINBACH (2002) hinweisen, da in dessen Untersuchungen Betriebe, die nach dem Verordnungsentwurf in Kategorie III eingeteilt würden, eine siebenmal höhere Salmonellennachweisrate aufwiesen, als Betriebe aus den Kategorien I und II.

Dementsprechend wurde in der eigenen Studie zur Überprüfung des Einflusses von verschiedenen Faktoren auf das ELISA-Ergebnis die errechnete mittlere Prävalenz der Betriebe von 7,97%, die sich aus den Prävalenzprozentwerten der einzelnen Betriebe bezogen auf die Gesamtzahl von 57 errechnete, als aussagekräftiger eingestuft, als die Gesamtprävalenz von 6,51% bezogen auf die Gesamtzahl der Einzeltiere, da auch hier das Ergebnis auf Betriebsebene beurteilt werden sollte.

5.1.2 Salmonellen-Antikörper-Prävalenzen im Vergleich zu anderen Untersuchungen

Die ermittelte Antikörper-Prävalenz von 6,51% bezogen auf die Einzeltiere ist mit anderen Ergebnissen aus Deutschland, in denen die Salmonellen-Antikörper-positiven Ergebnisse je nach Untersuchung zwischen 0,74% (HARTUNG, 2001 und 2002) bis 1,6% (CZERNY et al., 2002) und 7,3% (VON ALTROCK et al., 2000) bis 8,9% (LUDEWIG und FEHLHABER, 2001) lagen, vergleichbar. So erhielt man in der 1996 in Deutschland durchgeführten Pilotstudie von 11.942 Tieren aus 752 Buchten ein serologisches Ergebnis von 7,7% (KÄSBOHRER et al., 1997 und 1998). In Sachsen untersuchten LUDEWIG und FEHLHABER (2001) 11.711 Schlachttiere aus 89 Betrieben und insgesamt reagierten 8,9% der Tiere serologisch positiv. In einer internationalen Studie mit dem Titel „Salmonella in Pork (Salin pork)“ wurden in den Jahren

1996 bis 1999 in Schleswig-Holstein mittels Blutproben unter anderem 2.947 Mastschweine untersucht und bei ihnen eine Seroprävalenz von 7,3% festgestellt (VON ALTROCK et al., 2000). Zum Teil gibt es jedoch auch Untersuchungen, die in ihrem Ergebnis eine niedrigere Antikörper-Belastung der Tiere aufwiesen. So wurden in einer bayrischen Studie 3.048 Mastschweine aus 52 Betrieben auf Salmonellen-Antikörper untersucht und bei lediglich 1,6% der Tiere Antikörper festgestellt (CZERNY et al., 2002). Bei Fleischsaftuntersuchungen von Schweinen während der Schlachtung im Jahr 2000 wurde in Berichten der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern und Bayern bei 5538 untersuchten Proben von einem Salmonellen-Titer bei 0,74% der Tiere berichtet, im Jahr 2001 waren es bei 17940 untersuchten Proben aus vier Bundesländern (Mecklenburg-Vorpommern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt) 0,88% (HARTUNG, 2001 und 2002).

Die eigenen Ergebnisse sind auch mit Angaben aus anderen Ländern, wie beispielsweise aus Dänemark vergleichbar. MOUSING et al. (1997) konnten für Untersuchungen in Dänemark im Jahr 1995 feststellen, dass kleine Bestände mit 101-200 Schlachtschweinen/Jahr durchschnittlich 2,9% positive Fleischsaftproben aufwiesen und große Bestände mit mehr als 5000 Schlachtschweinen/Jahr 6,1%. Die Einrichtung des Salmonellen-Überwachungsprogramms in Dänemark führte dazu, dass die Seroprävalenz bei Mastschweinen bereits innerhalb von vier Jahren von 4-7% im Jahr 1995 auf ein Minimum von 2,3% im Jahr 1998 absank (NIELSEN, 1998). Für Dänemark wurde durch die EUROPÄISCHE KOMMISSION (2000) eine Herdenprävalenz Antikörper-positiver Schlachtschweine von 4,1% angegeben. Werte aus Dänemark zu vergleichen, ist in neuerer Zeit schwieriger, da das Dänische Salmonellenüberwachungsprogramm seit dem Jahr 2001 mit einem niedrigeren Cut-off von 20 OD% arbeitet. Die dadurch erschwerte Vergleichbarkeit von dänischen Werten mit Ergebnissen aus anderen Ländern unterstreichen Untersuchungen von CARSTENSEN und CHRISTENSEN (1998), die zeigen, dass in einer Untersuchung 1698 Proben mit OD% 20 als positiv beurteilt wurden, bei einem OD% von 40 waren es lediglich 922. In Dänemark wird das Salmonellen-Monitoringprogramm bereits seit Mitte der 90er Jahre erfolgreich eingesetzt und es führte zu einer stetigen Verminderung der Salmonellen-Prävalenz dänischer Mastschweine. Die angegebene mittlere Herdenprävalenz von 4,1% ist vergleichsweise niedrig und weist auf die erfolgreiche Strategie der Salmonellenüberwachung auf Länderebene hin.

Nach VAN DER WOLF et al. (2001b) betrug die *Salmonella*-Prävalenz in den Niederlanden, die mittels Antikörper-Bestimmung durch ELISA bei Untersuchungen von 3375 niederländischen Masttieren im Jahr 1996 feststellbar war, 10,4%, bei einem Cut-off von OD% > 40. Im Jahr 1999 wurden 1750 Schlachtschweine untersucht und 11,1% erwiesen sich als positiv. Die niederländischen Studien zeigen vergleichbar zu der eigenen und anderen angegebenen Untersuchungen aus Deutschland hohe Werte. In den Niederlanden ist die Teilnahme an einem Salmonellen-Monitoring wie auch in Deutschland noch nicht gesetzlich verpflichtend vorgesehen.

Insgesamt liegen die *Salmonella*-Antikörper-Prävalenzwerte in Deutschland und in den Niederlanden bedeutend höher als in Dänemark. Für Dänemark kann die Wirkungsweise des straff durchorganisierten Salmonellen-Monitoringprogrammes nicht nur anhand der sinkenden Zahlen des eigenen Landes bestätigt werden, sondern auch durch die vergleichbar höheren Ergebnisse der beiden Vergleichsländer, in denen ein solches Monitoring noch nicht rechtlich vorgeschrieben ist.

5.1.3 Organisation der deutschen Fleischwirtschaft im Hinblick auf Salmonellen-Monitoringprogramme

Verglichen mit der straffen dänischen Organisation steht die Durchorganisation der deutschen Schweinemastbetriebe und ihrer Vermarktungsstruktur erst am Anfang. Auch die geringe Organisation der zumeist kleinbäuerlichen Mastbetriebe im Einzugsgebiet des Schlachthofs Karlsruhe wird durch die Tatsache deutlich, dass lediglich fünf der 57 Betriebe alle Tiere durch den Schlachthof Karlsruhe schlachten ließen. 16 Betriebe schlachteten nach eigenen Angaben 50% oder mehr in Karlsruhe, 28 schlachteten weniger als 50% und die restlichen Betriebe konnten keine Angaben machen. Die meisten Betriebe wählen mindestens zwei Schlachthöfe aufgrund subjektiver Gründe aus. In Deutschland existiert keine Bindung des Mastbetriebes an einen bestimmten Schlachthof, wie dies beispielsweise in Dänemark der Fall ist. Am Schlachthof Karlsruhe erfolgt die Zulieferung der Tiere ohne vorherige Anmeldung und bei vielen Betrieben mehr oder weniger diskontinuierlich. Ein Monitoringprogramm mit nachweisbarer Verbesserung des Antikörper-Status der untersuchten Betriebe, wie es in Dänemark nach mehreren Jahren der Beprobung und der Durchführung entsprechender Maßnahmen zur Vorbeugung und Bekämpfung der Salmonellen praktiziert wird, basiert auf einer straffen Organisation vom Erzeugerbe-

trieb über den Mastbetrieb, den Schlachthof und den Zerlegebetrieb bis hin zum Verbraucher. Nur die stetige und konsequente Nachvollziehbarkeit der Herkunft jedes Tieres und eine straffe Organisation, die eine freie Wahl des Schlachthofs nach eigenem Interesse des Betriebsbesitzers ausschließt, kann den Tierverkehr zum Schlachthof auf das nötige Maß verringern und somit auch die Gefahr der Weiterverbreitung von Erregern wie Salmonellen.

Insgesamt scheint die deutsche Fleischwirtschaft auf dem richtigen Weg in Richtung Qualitätssicherung durch Programme wie das Salmonellen-Monitoring zu sein, jedoch fehlen einige Konsequenzen in der Durchführung und vor allen Dingen eine gesetzliche Festlegung von solchen Forderungen. Die ausgeführten deutschen Beispiele mit QS (Qualitäts- und Sicherungsmanagementsystem) -Programm und das deutsch-niederländische GIQS (Grenzüberschreitende Integrierte Qualitätssicherung e.V.) scheinen Vorreiter in die anzustrebende Richtung zu sein. Trotzdem ist in Deutschland die gesamte Infrastruktur der Fleischwirtschaft noch wenig miteinander verkettet. Um die Infrastruktur von Mastbetrieben, Transportunternehmen, Schlachthöfen, Zerlegebetrieben und überwachenden Behörden zu verbessern bzw. untereinander zu verbinden hat das BMVEL 2003 eine zentrale Datenbank für Schweine eingerichtet, in der alle Schweinemastbetriebe registriert und deren Tierverkehr nachvollziehbar wird. Auch die erste Organisation einiger Mastbetriebe durch Bündler wie die Viehzentrale Südwest ist aufgrund der eigenen Ergebnisse als positiv anzusehen. Die verbindlichen Vorschriften, die solche Organisationen den Mastbetrieben auferlegen, üben einen gewissen Zwang auf die Betreiber von Mastbetrieben aus und helfen gleichzeitig, die Tierbesitzer über Neuerungen zu informieren und ihnen bei der Durchführung von Maßnahmen verschiedener Art zu helfen. In Dänemark geht dieser Druck bereits etwas weiter und sieht vor, dass Betrieben bei Einstufung des Bestandes in Niveau 2 ein Abzug von 2% vom Abrechnungspreis nach der Schlachtung auferlegt wird. Bei Einstufung in Niveau 3 beträgt dieser Abzug 4%, nach 6 Monaten 6% und nach 12 Monaten 8%.

Bemühungen, ein „Salmonellenüberwachungs- und -reduzierungsprogramm“ auf freiwilliger Basis einzuführen, schlugen bisher größtenteils fehl, da nach BLAHA (2003) kaum ein Schlachthof mit dem Programm beginnen wollte, aus Angst Kunden, die Mastbetriebsbesitzer, zu verlieren. In Zusammenarbeit mit Erzeugergemeinschaften haben jedoch bereits einige Betriebe entsprechende Systeme eingeführt

(BABBEL et al., 2003). Außerdem ist anzumerken, dass die Teilnahme an einem Salmonellen-Monitoringprogramm ein KO-Kriterium für die Aufnahme von Betrieben in das QS-Programm darstellt. Dennoch ist ein Salmonellen-Monitoringprogramm für die Betriebsbesitzer mit finanziellen Aufwendungen verbunden. Somit ist es erforderlich, durch eine gesetzlich verpflichtende Verankerung eines solchen Programms einen gewissen Druck auf die Betriebe auszuüben, mit einem solchen Programm zu beginnen und es konsequent durchzuführen. Betriebsbesitzer, die von Salmonellen-Monitoringsystemen nicht überzeugt sind, wie dies teilweise in den im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführten Telefongesprächen zum Ausdruck kam, müssen besser und z.T. auch überhaupt über die Thematik aufgeklärt werden. Es muss gezeigt werden, dass ihnen nicht nur ein finanzieller Nachteil, sondern im Gegenteil die Wettbewerbsfähigkeit mit anderen Ländern ermöglicht wird. Für eine einheitliche Regelung in Deutschland muss der Gesetzgeber handeln, um für das Landwirtschaftsministerium eine rechtliche Grundlage zu schaffen, ein solches Programm ein- und durchzuführen.

5.1.4 Umsetzbarkeit der Leitlinien bzw. einer künftigen Schweine-Salmonellen-VO

Ansätze des Gesetzgebers, eine rechtliche Basis für Salmonellen-Monitoringprogramme zu schaffen, bestehen durch die „Leitlinien zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung“ des BML vom 05.02.1998 und dem Entwurf der „Verordnung zur Verminderung des Salmonelleneintrags durch Schlachtschweine bei der Fleischgewinnung“ des BMVEL von 2002. Deren Umsetzbarkeit wird jedoch nicht einfach sein in einem Land wie Deutschland ohne Schweineexport, das 357.000 km² groß ist und aus 16 z.T. großen und autonomen Bundesländern besteht und ein nicht integriertes System der Schweineproduktion aufweist. Die Betriebe sind weder national noch regional organisiert und es existiert lediglich eine geringe Gruppenbildung unter den Schweineproduzenten. Die Erzeugerstruktur ist nach BUSCHULTE et al. (1997) in Deutschland sehr heterogen, wobei relativ viele kleine Betriebe vorhanden sind. 1993 betrug die durchschnittliche Bestandsgröße eines Mastbetriebes 43 Tiere mit regionalen Unterschieden. Im Vergleich waren es in Dänemark 120 Tiere und in den Niederlanden 221 Tiere. In Deutschland führen 200.000 Mastbetriebe zu einer jährlichen Schweineproduktion von 37 Mio. Schlachtschweinen (PROTZ et al., 1998; BLAHA, 2003;

BMVEL, 2003). In Dänemark erzeugen 20.000 Produzenten 20 Mio. Schweine im Jahr und in den Niederlanden wurden 2002 19,6 Mio. Tiere in über 18.000 Mastschweinebeständen produziert (DANUSER und JEMMI, 1999; HOLLAND MEAT – QUALIÄTSPFLEGE, 2003).

Viele Regionen Deutschlands, wie auch das Einzugsgebiet des Schlachthofes Karlsruhe, zeichnen sich durch eine vorwiegend kleinbäuerliche Erzeugung aus. Für Betriebe, die eine jährliche Schlachtrate von 100 oder weniger Masttieren aufweisen, wird eine Untersuchung auf Salmonellen-Antikörper wie in der Schweine-Salmonellen-VO vorgesehen, unverhältnismäßig teuer, da in dieser Größenordnung 45 Tiere zu beproben sind. Bei unter 45 Tieren eines Betriebes sind alle Tiere zu beproben. Aufgrund dieser Problematik werden seit 1. Januar 2001 in Dänemark keine Betriebe, die < 200 Schlachtschweine/Jahr produzieren, beprobt, um sie auf Antikörper gegen Salmonellen zu untersuchen. Für Dänemark bedeutet dies, dass insgesamt 1,6% der Schlachtschweine (193.000) nicht kontrolliert werden (NIELSEN et al., 2001b). In der eigenen Untersuchung besaßen von 57 untersuchten Betrieben 6 (10,52%) weniger als zwischen 45 und 100 Mastplätze, produzierten meist weniger als 200 Schlachtschweine jährlich und würden bei gleicher Vorgehensweise wie in Dänemark aus dem Untersuchungsraster fallen. Für diese kleinen Betriebe müsste folglich nach einer anderen Lösung gesucht werden.

In Dänemark werden alle an der Schweinefleischproduktion beteiligten Branchen, wie Futtermittelhersteller, Mastschweinebestände mit einer Jahresproduktion > 200 Schlachtschweine, Zucht- und Vermehrungsbestände und Sauenbestände, die Ferkel an Niveau 2- und 3 –Mastbetriebe liefern, überwacht. Insgesamt müsste es in Deutschland eine Organisation ähnlich dem Dänischen Modell geben, in dem alle Glieder der Lebensmittelproduktionskette miteinander verknüpft sind und dies nicht nur durch einzelne Organisationen wie QS oder GIQS sondern auf gesamtdeutscher Ebene.

Alle Arbeitsweisen werden in Dänemark vereinheitlicht und die Schlachtschweine direkt vom Produzenten an den Schlachtbetrieb geliefert. In Deutschland ist der Mastbetrieb nicht an einen bestimmten Schlachthof gebunden und so schlachten, wie auch die eigene Untersuchung zeigt, viele Betriebe an verschiedenen Schlachthöfen. In der eigenen Untersuchung konnte während der Probennahmen festgestellt

werden, dass Tiere eines Anlieferers oft nicht in einer geschlossenen Partie zur Schlachtung gelangten, sondern auf die gesamte Schlachtdauer verteilt waren. Auch diese Vermischung der Tiere fördert durch den Stress und den Kontakt mit fremden Tieren die Weiterverbreitung von Salmonellen, was überdenkenswert erscheint, auch wenn diese Tatsache auf das Ergebnis der Antikörper-Untersuchung keinen Einfluss haben konnte. Durch die freie Schlachthofwahl ist es in Deutschland möglich, nicht den nächstgelegenen Schlachthof anzufahren, wodurch es für viele Schlachttiere zu oftmals stundenlangen Transportzeiten kommt. In den eigenen Untersuchungen kamen die Tiere teilweise aus den an Baden-Württemberg angrenzenden Bundesländern. In Dänemark beträgt dagegen die Transportdauer im Durchschnitt 1,5 Stunden, für >95% unter drei Stunden. Eine möglichst kurze Transportdauer der Schlachtschweine zum Schlachthof ist für die Fleischqualität und den Salmonellenstatus positiv zu bewerten, was auch Untersuchungen von SEIDLER et al. (2001), ZUCKER und KRÜGER (1998) und MARG et al. (2001) belegen.

Auf dem Schlachthof sind die Tiere in Dänemark eindeutig durch die fünfstellige CHR-Nummer des Ministeriums für Lebensmittel, Landwirtschaft und Fischerei registriert, das vor der Fahrt zum Schlachthof auf jedem betreffenden Schwein aufgebracht wird und den Lieferanten eindeutig identifiziert. Die Spreizhakenummer wird beim Eingangswiegen automatisch abgelesen, mit der Lieferantenummer verknüpft und im Computer gespeichert. Durch die auch in Deutschland vorgeschriebene Kennzeichnung der Schweine anhand der häufig verwendeten und manchmal schlecht leserlichen Kennzeichnung mittels Schlagstempel eines Mastbetriebes durch einen Klassifizierer kam es dazu, dass manche Schweine während der Schlachtungen in der Probenahmezeit der vorliegenden Studie nicht mit 100%iger Sicherheit einem Betrieb zugeordnet werden konnten, was für die korrekte Probenahme im Ernstfall einer gesetzlich verpflichtenden Beprobung bedenkenswert erscheint. In der eigenen Untersuchung wurden auf die Verwendung solcher, nicht eindeutig zuzuordnenden Proben verzichtet, sie wurden verworfen und flossen nicht in die Doktorarbeit ein. In den Leitlinien ist lediglich eine Stichprobennahme, die sich auf die zu erwartende jährliche Produktion bezieht, gefordert, die bei unzureichender Zuordnung der Tiere bei der nächsten Schlachtpartie wiederholt werden könnte, trotzdem erscheint die Einführung einer maschinellen Lesung von Nummern bei der

Einwaage in allen Schlachtbetrieben, wie in Dänemark, auch für Deutschland wünschenswert.

5.1.5 Probenumfang

In der Untersuchung sollte der von den „Leitlinien zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung“ und dem Entwurf einer „Verordnung zur Verminderung des Salmonelleneintrags durch Schlachtschweine bei der Fleischgewinnung“ vorgegebene Beprobungsschlüssel soweit möglich eingehalten werden. Durch die Anwendung des Zufallsprinzips bei der Probenahme, der diskontinuierlichen Anlieferung der Betriebe und die Festlegung auf einen bestimmten Probenahmezeitraum konnten jedoch für einige Betriebe teilweise sehr wenige Proben entnommen und mittels ELISA untersucht werden. Ein Betrieb, der lediglich mit zwei Proben zur Untersuchung gelangte, wurde in den Studienergebnissen als „Ausreißerbetrieb“ bezeichnet, da die beiden von ihm untersuchten Proben positiv bezüglich der grenzwertüberschreitenden Antikörper-Gehalte waren und der Betrieb somit mit einer Antikörper-Prävalenz von 100% ins Gewicht fiel. Die Aussagekraft von lediglich zwei Proben als Stichprobe eines Betriebes muss prinzipiell als zu gering und nicht repräsentativ angesehen werden, da eine größere Stichprobe ein solches Ergebnis normalerweise relativiert hätte. Die Probleme in der vorliegenden Studie, Stichproben zu erfüllen, deuten auf die allgemeine Problematik der Wahl des Stichprobenumfangs hin.

Der geforderte Beprobungsschlüssel sieht einen von der erwarteten jährlichen Produktion abhängigen, gestaffelten Stichprobenumfang vor, der nach Meinung anderer Autoren, wie beispielsweise OSTERKORN et al. (2001), reduzierbar ist. In letzteren Untersuchungen wurde mittels Modellrechnung dargelegt, dass unter Beibehaltung der statistischen Sicherheit eine deutliche Reduktion des Prüfaufwandes erreicht werden kann. Dabei hängt der jeweils erforderliche Stichprobenumfang zur richtigen Kategorisierung bei vorgegebener Sicherheit von der vorliegenden Prävalenz ab. Je weiter die tatsächliche Belastung unter einem Schwellenwert von 20% bzw. über 40% liegt, umso geringer kann der Untersuchungsaufwand sein. Nach den o.g. Autoren reicht bei einer Jahresproduktion von 100 Schweinen eine Stichprobengröße von 25 Tieren aus, um mit 95%iger Wahrscheinlichkeit den Betrieb von der Einstufung in Kategorie III abzugrenzen. Nach OSTERKORN et al. (2001) wäre es vorstell-

bar, 30 Tiere zu testen. Bei einer Prävalenz, die angemessenermaßen den Wert 10% übersteigt bzw. bei mehr als zwei positiven Tieren, würde man den Untersuchungsaufwand um die Anzahl der Tiere, wie in den Leitlinien vorgegeben, erhöhen. In der eigenen Untersuchung handelte es sich um eine zufällige Stichprobe, die teilweise auch unter Berücksichtigung der Erkenntnisse von OSTERKORN et al. (2001) für einige Betriebe eine geringe Stichprobe beinhaltete. So konnten bei 11 der untersuchten Betriebe aufgrund der diskontinuierlichen Anlieferung im Untersuchungszeitraum lediglich zwischen 2 und 10 Proben genommen werden, was zu der Möglichkeit des Auftretens des „Ausreißerbetriebs“ führte. Optimal für die Untersuchung wäre die Probennahme bis zu einem Zeitpunkt gewesen, an dem alle 57 Betriebe ihr individuelles Probensoll erfüllt hätten, was aufgrund des Arbeitsaufwandes und unter finanziellen Aspekten im Zuge dieser Studie nicht realisierbar war.

5.1.6 Auswahl des Probenmaterials

Die **mikrobiologische** Untersuchung von Kot oder Blinddarminhalt auf Salmonellen gilt als nicht besonders sicher, da besonders chronisch infizierte Tiere, die die spezielle Problematik in der Schweineproduktion darstellen, Salmonellen nicht kontinuierlich, sondern periodisch ausscheiden und es so zu falsch negativen Ergebnissen kommen kann. Der **Antikörper-Nachweis** mittels ELISA-Technik ermöglicht es, einen hohen Stichprobenumfang zu untersuchen, bei dem nach KRAMER et al. (1999) auch persistierende Antikörper sicher erfasst werden und dies auch nach bereits überstandener Infektion. Aus zahlreichen Untersuchungen ergibt sich, dass der indirekte Erregernachweis in Form von Antikörpern als Indikator für ein bestehendes Salmonellenproblem im Bestand genutzt werden kann. Nach STEINBACH (2002) ist die Sensitivität zur Feststellung von Salmonellenträgern bei der serologischen Untersuchung von Fleischsaft stärker ausgeprägt als bei der besonders im Falle inapparenter Infektionen durch die intermittierende Ausscheidung der Salmonellen mit dem Kot wenig sensitiven bakteriologischen Untersuchung einer Kotprobe oder eines Darmlymphknotens. Auch laut LETELLIER et al. (2001) hat die Serologie eine höhere Aussagekraft bezüglich des Kontaminationsstatus des Herkunftsbetriebes der untersuchten Tiere.

In der im Jahre 1996 in Deutschland durchgeführten Pilotstudie waren die Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen von Salmonellen im Kot und in den Lymph-

knoten gering. Das serologische Ergebnis der Antikörper-Untersuchung mittels ELISA mit einer Prävalenz von 7,7% war mit dem Gesamtergebnis von 6,2% aus der kulturellen Salmonellenisolierung vergleichbar. 34,4% der Tiere mit positiven Befunden in den Lymphknoten und 49,5% mit positivem bakteriologischem Befund im Kottupfer zeigten auch serologisch ein positives Ergebnis. Gleichzeitig wiesen nur 6% der Tiere mit einem negativen bakteriologischen Befund ein positives serologisches Ergebnis auf (KÄSBOHRER et al., 1997 und 1998). Auch LETELLIER et al. (2001) stellten in einer kanadischen Studie fest, dass eine klinische Salmonellose den serologischen Status der betroffenen Herde erhöht. Bei 15 untersuchten Herden, deren Tiere Zeichen einer klinischen Salmonellose aufwiesen, wurde ein höheres Antikörper-Ergebnis (30%) im Vergleich zu den 15 untersuchten Herden ohne klinische Anzeichen einer Erkrankung (11,1%) erreicht.

Demzufolge sehen auch die Leitlinien des BML serologische Untersuchungen vor. Bei der in den Leitlinien des BML geforderten Beprobung von Mastschweinen sollen **Serum- oder Fleischsaftproben** auf Antikörper gegen Salmonellen untersucht werden. Die Frage, welche Probenart ein sichereres und aussagekräftigeres Ergebnis liefert, ist schwer zu beantworten. Beide Verfahren liefern laut LEYK und SEIFFERT (2003) nahezu identische Ergebnisse. Bei Fleischsaftproben besteht eine gewisse Gefahr durch Blutkontamination während des Schlachtprozesses, welche zu einer Veränderung des Wertes der optischen Dichte führen kann. Proben, die zu einem späten Zeitpunkt der Schlachtung genommen werden, wie dies in der eigenen Untersuchung der Fall war, sind weniger stark kontaminationsgefährdet, da der Schlachtkörper bereits stark ausgeblutet ist (LEYK und SEIFFERT, 2003). Die Probennahme von Zwerchfellpfeilerproben oder Proben anderer Muskulatur erfolgt schneller und ist einfacher als dies bei Blutprobenentnahme am lebenden Tier der Fall ist. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, dass in einer Untersuchung von LEYK et al. (2003) auch eine um zwei Stunden verzögerte Fleischprobenahme keinen negativen Einfluss auf das Testergebnis hatte. Auch die Untersuchung von im Bestand entnommenen Blutproben zeigte bei Untersuchungen im Abstand von bis zu zehn Tagen bei lediglich leichten Schwankungen des Antikörper-Titers keine Abweichungen im ELISA-Ergebnis. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Untersuchungen von LEYK et al. (2003) zu zum Teil starken Abweichungen im Fleischsaft-ELISA-Ergebnis von Fleischstücken verschiedener Herkunft

am Tierkörper führten, obwohl die innerhalb einer Studie untersuchten Proben letztendlich qualitativ übereinstimmend beurteilt wurden und die Autoren somit die Lokalisation der Probennahme am Schlachtkörper als von untergeordneter Bedeutung einstuften.

In einer Studie von KÄSBOHRER et al. (1997 und 1998), wiesen Tiere mit einem positiven Serumergebnis auch im Fleischsaft ein positives Antikörper-Ergebnis im ELISA auf. Insgesamt wurden mittels Fleischsaft zusätzliche Tiere als positiv getestet, die im Serum ein negatives Salmonellen-Antikörper-Ergebnis aufwiesen. Die Übereinstimmung zur bakteriologischen Auswertung war 81,6% für Serum und 79,2% für Fleischsaft. Auf Herdenniveau konnte durch alle Methoden eine vergleichbare Schätzung der Salmonellensituation erreicht werden. Bei einer Serumverdünnung von 1:400 und einer Verdünnung der Fleischsaftproben von 1:30 ergaben sich in Untersuchungen von NIELSEN et al. (1998) vergleichbare Ergebnisse der Extinktionswerte. STEINBACH (2002) stellte in einer Studie fest, dass hochgesicherte Rangkorrelationen zwischen der Häufigkeit bakteriologisch positiver Salmonellenbefunde und der Häufigkeit, mit der Antikörperprozentwerte > 40% auftraten, existierten.

5.1.7 ELISA-Untersuchungsverfahren

Problematisch erscheint die Tatsache, dass das Untersuchungsverfahren in Deutschland nicht einheitlich ist. In Deutschland sind derzeit drei ELISA-Systeme als "QS"-geeignet einzustufen, die von den Firmen Labordiagnostik Leipzig, IDEXX und Boehringer Ingelheim entwickelt wurden (BLAHA et al., 2003b). Bei Vergleichen verschiedener Testsysteme traten jedoch teilweise unterschiedliche Ergebnisse auf. So waren bei Untersuchungen von GREIL et al. (2001) alle von den Autoren untersuchten Proben im Fleischsaft-ELISA des BgVV negativ, während im Salmotype[®] Fleischsaft ELISA (Labor Diagnostik GmbH, Leipzig) zwei von 54 Fleischsaftproben (3,7%) und zwei von 176 Serumproben (1,1%) positiv reagierten. Auch ein Ringversuch, der zur Einsatzfähigkeitsprüfung des Enterisol[®] Salmonellen-Diagnostikums (Boehringer, Ingelheim) durchgeführt wurde, ergab bei den beiden Proben, die im Grenzwertbereich lagen, in den verschiedenen untersuchenden Laboratorien abweichende Ergebnisse und die Proben wurden dann unterschiedlich bewertet (LANGE, 2001). Um einen einheitlichen Untersuchungserfolg und vergleichbare Ergebnisse zu

garantieren, sollte darüber nachgedacht werden, inwieweit die Wahl zwischen verschiedenen ELISA-Testsystemen und die Wahlmöglichkeit zwischen Serum- oder Fleischsaftprobe zu einer Veränderung der Ergebnisse führen kann und ob eine generelle Vorschrift ohne Auswahlmöglichkeit nicht als sinnvoller zu betrachten ist, denn auch STEINBACH et al. (2000) stellten in Frage, ob und wie unter den Bedingungen in Deutschland durch die Arbeit mit unterschiedlichen Testkits und somit unterschiedlichen Referenzseren und in unterschiedlichen Laboratorien eine Vergleichbarkeit von ermittelten Extinktionswerten gesichert werden kann.

Für die eigene Untersuchung kann die Arbeit mit dem Enterisol[®] Salmonellen-Diagnostikum als insgesamt schnell erlernbar und anwenderfreundlich beurteilt werden, auch wenn es bei hohen Labortemperaturen über 25°C zweimal zu nicht validen Plattenlesungen der Extinktionswerte kam und der Test wiederholt werden musste. Bedauerlicherweise werden die Reaktionen im Test nicht besonders gut farblich dargestellt, was beim Einpipetieren der transparenten Fleischsaftproben in die Plattenvertiefungen teilweise irritierend war und weswegen eine farbliche Unterlage gewählt wurde, um den Kontrast zu verstärken und ein Pipetieren in eine falsche Kavität zu vermeiden.

5.1.8 Einteilung der Betriebe gemäß den Leitlinien des BML

Untersuchungen von STEINBACH und STAAK (2001 und 1997), sowie LETELLIER et al. (2001), SØRENSEN et al. (2001b), NOLLET et al. (2003), LO FO WONG et al. (2003) und NIELSEN et al. (1995) unterstreichen, dass die Korrelation zwischen der Höhe der Konzentration von Salmonellenantikörpern im Serum bzw. Fleischsaft der Tiere und dem Vorkommen von Salmonellen eine Aussage zur Intensität der von einem Posten bzw. Bestand ausgehenden Infektionsbelastung ermöglicht. Im Rahmen verschiedener Studien wurden mittels bakteriologischen Kot- und Darmlymphknotenbefunden und serologischen Ergebnissen der Fleischsaftuntersuchung auf Antikörper das Vorkommen von Salmonellen bei Mastschweinen überprüft, um den Informationsgehalt zu analysieren, inwieweit serologische Befunde und daraus abgeleitete serologische Parameter für die Salmonellenbelastung des Schlachtpostens bzw. des Herkunftbestandes hinweisend sind. Um den serologischen Status von Beständen vergleichen oder Untersuchungen zur Dynamik der Antikörperentwicklung innerhalb eines Bestandes anstellen zu können und somit die Möglichkeit zu be-

kommen, eine epidemiologische Erhebung zu erarbeiten, war in verschiedenen Untersuchungen die mittlere Antikörperkonzentration der am besten geeignete Parameter (STEINBACH und STAAK, 2001; STEINBACH und STAAK, 1997; NIELSEN et al., 1995). Um die Antikörper-Prävalenz zu ermitteln, ist der Einsatz des dänischen Mix-ELISA nach BLAHA (2003) in Deutschland möglich, ebenso wie die auf dieser basierenden Unterteilung in Herden mit niedrigem, mittlerem und hohem Risiko.

Gemäß den Leitlinien des BML werden dementsprechend die Betriebe in drei Belastungskategorien eingeteilt, um die von ihnen ausgehende Infektionsgefahr zu beurteilen. Ein Maßnahmenkatalog zur Erkennung und Beseitigung der Eintragsquellen für Salmonellen in schweinehaltenden Betrieben, der im Anhang der Leitlinien enthalten ist, stellt eine sinnvolle Hilfe für Mastbetriebsbesitzer dar, auf die Art und Weise des Salmonelleneintrags aufmerksam zu werden und die Eintragsquellen ausfindig machen und bekämpfen zu können. Die Kennzeichnung von Schweinen aus Kategorie III-Beständen mittels roter Ohrmarke, wie es der Verordnungsentwurf einer Schweine-Salmonellen-VO vorsieht, stellt ein einprägsames Zeichen für den Schlachtbetrieb dar.

Bezüglich der vorliegenden Studie muss insgesamt angemerkt werden, dass die Einteilung der Betriebe in Kategorien lediglich theoretisch erfolgte, da eine solche Einteilung nach den Leitlinien frühestens nach einem Jahr und auch nur dann möglich ist, wenn der erforderliche Stichprobenumfang erfüllt wurde. In der eigenen Untersuchung konnte der Großteil der untersuchten Betriebe in die Kategorie I mit niedrigem Status eingeteilt werden. Von diesen 48 Betrieben, in denen < 20% der in der Stichprobe untersuchten Tiere positiv reagierten, geht demnach eine geringe Gefahr aus, Salmonellen als Erreger selbst zu beherbergen und auch weiterverbreiten zu können. Sieben der untersuchten Betriebe wurden in die Kategorie II mit mittlerem Status eingeteilt und lediglich zwei der untersuchten Betriebe mussten in die III. Kategorie mit hohem Status eingeteilt werden, wobei einer dieser Betriebe der so genannte „Ausreißerbetrieb“ war, bei dem bei lediglich zwei untersuchten Tieren beide positiv reagierten und somit eine Antikörper-Prävalenz von 100% ermittelt wurde. Besonders bei diesem Betrieb wäre es interessant, weitere Tiere zu beproben, um dessen Entwicklung zu betrachten und um festzustellen, ob die Einteilung in die Kategorie III bestehen bleiben würde, wenn das Probensoll dieses Betriebes, das sich auf 45 Tiere beläuft, erfüllt würde. Es ist anzunehmen, dass der Betrieb eine gerin-

gere Antikörper-Prävalenz als 100% aufweisen würde. Nach der Einteilung in die Kategorien I, II oder III ist auch der weitere Verlauf des Salmonellen-Status der anderen 56 Betriebe interessant, besonders im Hinblick auf eine eventuell unterschiedliche Entwicklung der Betriebe, die an einem Salmonellen-Monitoring teilnehmen, und denen, die dies nicht tun.

Die Untersuchungs- und Einteilungsergebnisse anderer deutscher Studien liegen in ähnlichen Bereichen, auch wenn die einzelnen Untersuchungen geringe Abweichungen zeigen. Von den in einer bayrischen Studie von CZERNY et al. (2002) auf Salmonellen-Antikörper untersuchten Betrieben wurde einer in die Kategorie III eingeteilt, die restlichen 51 Betriebe in Kategorie I. LUDEWIG und FEHLHABER (2001) untersuchten 89 schweinehaltende Betriebe und durch ELISA-Untersuchung auf Salmonellen-Antikörper konnten 78 dieser Betriebe (87,6%) in Kategorie I, 6 Betriebe (6,8%) in Kategorie II und 5 Betriebe (5,6%) in Kategorie III eingestuft werden. Nach VAN DER WOLF et al. (2001b) besaßen bei Untersuchungen in den Jahren 1996 und 1999 69,7% der Mastschweineherden Salmonellen-Status I, mit niedriger Prävalenz, 21,7% Status II, mit mäßiger Prävalenz, und 8,6% Status III, mit hoher Prävalenz, bei einem Cut-off OD% > 40.

5.1.9 Genauere Aufteilung der Betriebe nach ihren Antikörper-Prävalenzwerten

In der Situationsanalyse am Schlachthofes Karlsruhe zeigte nahezu die Hälfte der Betriebe kein einziges positiv reagierendes Tier in ihrer Stichprobe. Von 57 Betrieben wurden 27 (47,4%) als „negative“ Betriebe bewertet. Weitere 31,6% waren zwar positiv, wiesen jedoch $\leq 10\%$ Antikörper-positive Tiere in der untersuchten Stichprobe auf. 52,6% der Betriebe wiesen mindestens ein positives Tier in ihrer Stichprobe auf. In einer vergleichbaren deutschen Studie von VON ALTROCK (2001) konnte bei 28,3% der 60 untersuchten Mastbetriebe mindestens ein Antikörper-positives Tier festgestellt werden. Dabei muss beachtet werden, dass die Beurteilung eines Betriebes als „negativ“ nicht mit einer „Salmonellenfreiheit“ gleichgesetzt werden kann, denn eine Bewertung des Salmonellenstatus auf der Grundlage von Antikörpern kann keine Aussage zum tatsächlichen Infektionsstatus einzelner Tiere oder sogar des gesamten Bestandes erlauben. Er dient, wie bereits ausgeführt, lediglich als hinweisend auf ein mögliches Salmonellenproblem.

Die Antikörper-Prävalenzwerte der einzelnen 57 untersuchten Betriebe schwankten zwischen 0 und 100%, was eine starke Schwankungsbreite bedeutet, jedoch gleichzeitig wieder auf die Bedeutung des „Ausreißerbetriebes“ hinweist. Aber auch Untersuchungen von LUDEWIG und FEHLHABER (2001) zeigten Schwankungen der Antikörper-Prävalenzwerte in den einzelnen Betrieben zwischen 0 und 93,3%. Auch eine Untersuchung von VAN DER WOLF et al. (2001b) zeigte eine Ergebnisspanne der Herdenprävalenzen von 0%-98%.

Der Median der eigenen Untersuchung beträgt 1, somit liegen jeweils die Hälfte der Antikörper-Positiven zwischen keinem und einem Antikörper-positiven Tier im Betrieb. Mit diesem Wert wird verdeutlicht, dass der Hauptteil der Untersuchungsergebnisse in einem sehr niedrigen Antikörper-Bereich zu finden ist. Die Standardabweichung von 16,33% deutet auf die etwas stärker ausgeprägte Abweichung einiger Werte von ihrem Mittelwert 7,97% hin.

Weiterhin ist die Wiederholung derartiger Untersuchungen geboten, wie sie in den Leitlinien gefordert wird, da sich der Salmonellenstatus von Herden in einem ständigen Wechsel befindet. So konnten beispielsweise LO FO WONG et al. (2001) zeigen, dass während der Untersuchungsperiode ihrer Untersuchung 62% der Herden von ihrem Salmonellenstatus zu Beginn abwichen. Ein gleich bleibender Salmonellenstatus konnte dabei von einem Monat bis zu über zwei Jahren andauern. Nur eine fortlaufende Kontrolle der Masttiere kann den Salmonellenstatus gering halten, bzw. helfen diesen wieder zu verringern. Um die Problematik von Kategorie-III-Betrieben zu untersuchen, denen es oftmals nicht gelingt, diese Kategorie wieder zu verlassen, müssten Untersuchungen erfolgen, um feststellen zu können, wie sich die Entwicklung in der eigenen Untersuchung verhält. Nach BAGGER und NIELSEN (2001) kann es durch Beratung, Durchführung von Handlungsplänen, aber auch durch ökonomischen Druck gelingen, einen Betrieb aus der „Kategorie-III-Falle“ zu befreien.

5.2 Auswertung des Fragebogens

Bis auf wenige Ausnahmen war der Eindruck der persönlichen Befragung der Betriebsbesitzer per Telefoninterview überraschend positiv, denn alle zeigten sich kooperativ und waren bereit, die Ihnen gestellten Fragen zu beantworten. Allein diese Tatsache steht für die Bereitschaft der Betriebe, sich mit der Salmonellenproblematik auseinanderzusetzen. Viele Betriebsbesitzer waren über die Salmonellenproblematik

und die Überlegungen zu einer gesetzlichen Verankerung eines Salmonellen-Monitoringprogrammes erstaunlich gut informiert. Lediglich drei der untersuchten Betriebe konnten zu dem Begriff des „Salmonellen-Monitoring“ keine Aussage machen.

Die eventuelle gesetzliche Verankerung eines „Salmonellen-Monitoringprogrammes“ in einer Schweine-Salmonellen-VO in naher Zukunft wurde durch die befragten Betriebsbesitzer zumeist positiv bewertet. Die Viehzentrale Südwest fordert ihre Mastbetriebe zur Teilnahme an der stichprobenweisen Überprüfung der Mastschweine auf Antikörper gegen Salmonellen gemäß den Anforderungen der Leitlinien des BML auf, um werbewirksame „QS-Betriebe“ aus ihnen machen zu können. Inwieweit die Betriebsbesitzer ihre positiven Äußerungen im Telefongespräch aufgrund der Abhängigkeit von der Viehzentrale machten, kann nicht beurteilt werden, die Betriebsbesitzer schienen jedoch aus eigener Überzeugung zu antworten. Einige wenige der Befragten äußerten sich negativ über das Vorhaben der gesetzlichen Umsetzung des Programms, welches noch immer auf mehr oder weniger freiwilliger Basis agiert, und deuteten es als weiteres Mittel, die Betriebe einer noch größeren finanziellen Belastung auszusetzen. Letztendlich sind es die Betriebe, die die Kosten der Untersuchung tragen, und so war die im Falle ihres Auftretens sehr scharfe Kritik an der geplanten Verordnung als gering einzustufen.

Der Informationsstand der Mastbetriebsbesitzer über die Salmonellenproblematik, der durch ein teilweise länger dauerndes Zwiegespräch am Telefon festgestellt werden konnte, kann als größtenteils gut beurteilt werden. Die Tatsache, dass sich besonders Mitglieder der Viehzentrale Südwest als gut informiert, im Bezug auf die angesprochene Salmonellenproblematik als fortschrittlich denkend und bezüglich des geforderten eigenen Engagements als bereitwillig zeigten, weist darauf hin, dass die Organisation der Betriebe durch ein übergeordnetes Organ wie die Viehzentrale Südwest für die Information der Tierbesitzer und die Hilfestellung bei der Planung und der eigentlichen Durchführung eines Salmonellen-Monitoringprogrammes selbst als hilfreich und positiv bewertet werden kann.

5.3 Zusammenhang zwischen ELISA-Ergebnis und bestimmten Betriebsparametern

Die mittlere Salmonellen-Antikörper-Prävalenz wurde in Zusammenhang zu den im Fragebogen untersuchten Betriebsparametern gesetzt, um eventuelle Einflüsse bestimmter Betriebseigenheiten auf das ELISA-Ergebnis festzustellen und zu beurteilen. Zu den mannigfaltigen Risikofaktoren auf die Salmonellenprävalenz von schweinehaltenden Betrieben existieren unterschiedliche Untersuchungen, wobei in der eigenen Untersuchung nur auf einige wenige eingegangen wurde, da das Gewicht auch auf andere Aspekte gelegt werden sollte.

5.3.1 Einfluss der Betriebsgröße

Im Allgemeinen ist das Risiko einer Salmonelleninfektion größerer Betriebe mit größeren Herden höher. So steigt nach CARSTENSEN und CHRISTENSEN (1998) dieses Risiko mit steigender Herdengröße. Der höchste Anteil an seropositiven Tieren wird bei Betrieben mit ca. 2000 Mastplätzen gefunden. In den eigenen Untersuchungen muss von eher kleinbäuerlichen Betrieben gesprochen werden. Lediglich sechs der Betriebe besaßen 1000-2000 Tiere, alle weiteren Betriebe lediglich wenige Hundert Mastschweine, so dass der o.g. Sachverhalt nicht überprüft werden konnte. In einer Studie in Dänemark, in der 510.915 Fleischsaftproben von 14.593 Herden untersucht wurden, konnten die Autoren zeigen, dass die Herdengröße in einer positiven Beziehung zur Seroprävalenz von *S. enterica* stand (CARSTENSEN und CHRISTENSEN, 1998). BAGGESEN et al. (1996) fanden heraus, dass mehr Herden (23,1%) mit > 2600 Schlachtungen pro Jahr *Salmonella*-positiv waren, als kleinere Herden (14,7%) mit 500 bis 550 Schlachtungen pro Jahr. Diese Hypothese wird auch von MOUSING et al. (1997) untermauert, die in Untersuchungen im Jahr 1995 feststellten, dass kleine Bestände (101-200 Schlachtschweine/Jahr) weniger positive Fleischsaftproben (durchschnittlich 2,9%) aufwiesen als große (mehr als 5000 Schlachtschweine/Jahr) Bestände (6,1%).

In der eigenen Untersuchung zeigten größere und mittlere Betriebe eine ähnliche mittlere Antikörper-Prävalenz. Hier waren es die kleineren Betriebe, die eine höhere mittlere Antikörper-Prävalenz aufwiesen, als die übrigen Betriebe. Auch VAN DER WOLF et al. (2001a) stellten in einer Studie fest, dass eine kleine bis mittlere Herdengröße (< 800 Schlachtschweine) in Zusammenhang mit einer höheren

Salmonellen-Seroprävalenz stand. Dennoch ist bei der Bewertung der Ergebnisse der vorliegenden Studie zu beachten, dass es sich bei dem Einfluss der Betriebsgröße auf die mittlere Antikörper-Prävalenz nicht um einen signifikanten Einfluss, sondern lediglich um eine Tendenz handelt. Zu der Gruppe der „kleinen Betriebe“ zählt auch der „Ausreißerbetrieb“, der durch zwei untersuchte und als positiv bewertete Proben eine Antikörper-Prävalenz von 100% aufwies. Das Gesamtergebnis wird durch die Tatsache, dass lediglich sechs Betriebe die untersuchte Gruppe der „kleinen Betriebe“ ausmachten und ein Betrieb eine Antikörper-Prävalenz von 100% aufwies, stark beeinflusst. Vier der sechs Betriebe enthielten im Gegensatz zu dieser Tendenz kein einziges positives Tier in ihrer Stichprobe und stellten somit „negative Betriebe“ dar. Der verbleibende Betrieb wies bei neun untersuchten Tieren eine positive Probe auf (11,1%).

5.3.2 Einfluss der Betriebsart

Viele Autoren wie beispielsweise PLONAIT und BICKHARDT (1997) sehen das Rein/Raus-Verfahren bezüglich der Salmonellenproblematik als das der kontinuierlichen Arbeitsweise überlegenere System an. Eine Infektion erscheint nach DAHL und WINGSTRAND (2000) im kontinuierlichen System wahrscheinlicher als beim Rein/Raus-Verfahren, da jüngere Tiere durch ältere infiziert werden können, auch wenn sie nur indirekt über Stallpersonal Kontakt haben. Die Annahme, dass ein Rein/Raus-Management den Salmonellenstatus verbessern könnte, belegen auch Untersuchungen von DAHL et al. (1996), die bewiesen, dass die Verbringung von Ferkeln aus salmonellenbelasteten Beständen in eine saubere Umgebung dazu führte, dass bei diesen Tieren im Schlachtalter keine Salmonellen nachweisbar waren, wie dies bei der in der ursprünglichen Umgebung verbleibenden Kontrollgruppe der Fall war.

In der eigenen Untersuchung konnte hingegen kein signifikanter Unterschied in der mittleren Prävalenz der 45 Betriebe, die nach kontinuierlichem System arbeiteten, von 8,0% und der 12 Betriebe, die ein Rein/Raus-Management bevorzugten, mit 7,9%, ermittelt werden. Dies zeigt, wie auch andere Untersuchungen, dass es in Bezug auf Management- und Risikofaktoren immer wieder zu verschiedenen Ergebnissen kommt. Nach einer Studie von CZERNY et al. (2002) weisen Mastbestände, die nach dem Rein/Raus-Prinzip arbeiten, sogar mehr Salmonellen-Antikörper auf

(2,1%), als Betriebe mit kontinuierlicher Belegung (0,8%). Auch eine amerikanische Studie von DAVIES et al. (1997) bewertete weniger der untersuchten kontinuierlich arbeitenden Betriebe als *Salmonella*-positiv, als der Betriebe, die in Multiple-Site-Systemen nach Rein/Raus-Verfahren arbeiteten, und konnten somit keinen Vorteil von modernen Methoden, Schweine in Multiple-Site-Produktionssystemen zu halten, bezüglich der Verminderung der Salmonellenprävalenz gegenüber konventionellen kontinuierlichen Systemen belegen.

5.3.3 Einfluss des Ferkelzukaufes

Die Verbreitung von Salmonellen in Mastbeständen findet hauptsächlich auf dem fäkal-oralen Weg statt, dabei darf die vertikale Übertragung der Erreger von der Muttersau auf die Nachkommen jedoch nicht unterschätzt werden. In einer Untersuchung zum Salmonellen-Antikörper-Status von Sauen konnten NIELSEN et al. (2001a) feststellen, dass die Seroprävalenz bei 4-7 Monate alten Zuchttieren bei 7,2%, bei Erstlingssauen bei 29,2% und bei älteren Zuchtsauen bei 40,4% lag. KRANKER et al. (2001) konnten weiter einen starken Zusammenhang zwischen dem Auftreten von *S. Typhimurium* bei Absatzferkeln und dem Vorkommen des Erregers in Sauen herstellen. Die Isolation von Salmonellen aus Absatzferkeln bedeutet nach KRANKER et al. (2001) weiterhin eine verdreifachte Wahrscheinlichkeit, dass man seropositive Masttiere erhält. In einer Untersuchung von LO FO WONG et al. (2001) wurde diese Tendenz ebenfalls festgestellt, wobei es zu einer viermal höheren Wahrscheinlichkeit eines seropositiven Testergebnisses bei Masttieren kam, wenn auch die heranwachsenden Tiere seropositiv getestet wurden.

Der Zukauf von Ferkeln erhöht nicht nur durch die vertikale Übertragung der Salmonellen von Sauen auf ihre Nachkommen in einem anderen Betrieb die Gefahr einer Weiterverschleppung von Salmonellen in den eigenen Betrieb, sondern auch allgemein durch den Tierverkehr. Die meisten Salmonelleninfektionen kommen durch Kontakt mit anderen Tieren, auf fäkal-oralem Weg zustande. Von GRAY et al. (1996) konnte gezeigt werden, dass experimentell infizierte Tiere zwischen 10^3 und 10^6 CFU/g Kot während der klinischen Erkrankung ausscheiden. Natürlich infizierte Schweine begannen bereits 24 Stunden, nachdem sie mit infizierten Tieren Kontakt hatten, *S. Cholerasuis* auszuschcheiden. Prinzipiell sind junge und gestresste Tiere für eine Infektion mit Salmonellen nach WRAY und DAVIES (1997) besonders empfäng-

lich. Eine Ansteckung durch andere Tiere im Bestand vor dem Verkauf an einen Mastbetrieb kann bei Ferkeln demnach leicht auftreten. Zusätzlich stellt der Transport der Tiere einen nicht zu unterschätzenden Stressfaktor für die Jungtiere dar, der, wie Studien von ALTER und FEHLHABER (1997) und SEIDLER et al. (2001) belegen, die Ausbreitung der Salmonellen begünstigt. Nach DAHL und WINGSTRAND (2000) gilt der Zukauf von infizierten Tieren als größter Risikofaktor für Mastbetriebe. Eine amerikanische Studie von MCKEAN et al. (2001) zeigt, dass der Transport von Tieren als Risikofaktor bezüglich der Kontaminationsmöglichkeit mit Salmonellen und deren schneller Weiterverbreitung anzusehen ist. In einer sächsischen Studie in den Jahren 1997/1998 wurden in Sauenställen wiederholt Salmonellen im Kot nachgewiesen und einer der untersuchten Ferkelerzeugerbetriebe konnte dabei als bedeutende Eintragsquelle für *S. Agona* identifiziert werden (LUDEWIG und FEHLHABER, 2001; LUDEWIG et al., 2001). Auch eine Untersuchung von Schweinen auf das Vorkommen von Salmonellen von MÜFFLING et al. (2002) konnte darauf hinweisen, dass Eintrag und Verbreitung von Salmonellen in beiden untersuchten Betrieben zum großen Teil durch den Zukauf von Ferkeln beeinflusst wurde. PRÖHL et al. (1998) kamen zu dem Ergebnis, dass sich die Infektkette der von ihnen untersuchten Tiere von den Masttieren zurück über die Läufer, Ferkel und zu den Sauen darstellt, wobei die Serovare durch die Ferkel in die Produktionskette eingetragen und über die Läufer weiter in die Mastbetriebe geschleppt wurden.

Auch die eigenen Untersuchungen weisen tendenziell darauf hin, dass der Zukauf von Ferkeln einen besonderen Risikofaktor bezüglich des Auftretens von Salmonellen bzw. die gegen sie gerichteten Antikörper darstellt. Bei einem nahezu ausgewogenen Verhältnis zwischen der Anzahl der Betriebe, die in der eigenen Studie Ferkelzukauf betrieben (29) und den Betrieben, die auf den Zukauf von Fremdferkeln verzichteten (28), zeigten beim Vergleich der ELISA-Ergebnisse Betriebe mit Ferkelzukauf tendenziell eine höhere Salmonellen-Antikörper-Prävalenz von 8,3% als Betriebe, die ihre Masttiere selbst produzierten, mit 7,6% (bzw. 4,2% unter Ausschluss des „Ausreißerbetriebes“). In der Untersuchung wurden keine genaueren Angaben zu den ferkelliefernden Betrieben oder deren Anzahl erfragt, Faktoren, die möglicherweise einen Einfluss auf das Ergebnis haben.

5.3.4 Einfluss der Kenntnis von Monitoringprogrammen

Von den im Fragebogen befragten Parametern ergab allein die Frage, ob der Begriff des „Salmonellen-Monitoring“ bekannt sei, einen signifikanten Einfluss auf das Testergebnis. Die mittlere Antikörper-Prävalenz der Betriebe, denen der Begriff unbekannt war, betrug 33% und lag somit weit über der mittleren Antikörper-Prävalenz aller 57 Betriebe von 8%. Bei der Frage wurde allerdings nur ermittelt, ob der Begriff generell bekannt war und nicht, wie genau die Betriebsbesitzer zum Salmonellen-Antikörpernachweis als Methode des Monitoring und der Qualitätssicherung Aussagen machen konnten, auch wenn im Telefongespräch teilweise genauer über diese Thematik diskutiert wurde. Das Ergebnis weist möglicherweise darauf hin, dass Betriebe, die sich bereits mit der Thematik des Salmonellen-Monitoring auseinandergesetzt haben, engagierter und auch erfolgreicher gegen Krankheitserreger wie Salmonellen vorgehen. Eventuell zeigen diese Betriebsinhaber bezüglich Hygiene, Krankheitsvorbeuge bei den eingestellten Tieren und bei sonstigen Parametern, die die Ausbreitung von Krankheitserregern wie Salmonellen verhindern oder einschränken können, mehr und auch erfolgreichen Aktionismus und gelangen somit in der Untersuchung zu besseren Ergebnissen mit weniger Antikörper-positiven Tieren, als die Betriebe, deren Besitzer unaufgeklärt sind.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss jedoch auch an dieser Stelle berücksichtigt werden, dass lediglich drei der 57 befragten Besitzer negativ auf die Frage reagierten und dass auch bei diesen Betrieben der „Ausreißerbetrieb“ mit seiner Antikörper-Prävalenz von 100% einbezogen war und das Ergebnis stark beeinflusste. Von den drei Betrieben hatten zwei keine Antikörper-positiven Tiere im ELISA-Ergebnis. Die hohe mittlere Antikörper-Prävalenz wird also allein durch den „Ausreißerbetrieb“ in einen Wertebereich von 33% gebracht. Trotz Signifikanz des Ergebnisses muss seine Interpretierbarkeit durch diese Tatsachen stark abgeschwächt gesehen werden.

5.3.5 Einfluss der Teilnahme an Monitoringprogrammen

Bei dieser Frage sollte überprüft werden, inwieweit eine Teilnahme an einem Monitoringprogramm generell einen Einfluss auf die Salmonellen-Prävalenz der Betriebe hat. Insgesamt zwölf der in der Studie befragten Betriebe nahmen zum Zeitpunkt der Befragung bereits an einem Salmonellen-Monitoringprogramm teil und ließen ihre

Tiere stichprobenweise auf Antikörper gegen Salmonellen untersuchen. Bei diesen Betrieben konnte die Tendenz festgestellt werden, dass die Teilnahme an einem Salmonellen-Monitoringprogramm, bereits ohne die Durchführung von Maßnahmen nach einem in den Leitlinien des BML vorgelegten Maßnahmenkatalog, eine positive Auswirkung auf die Antikörper-Prävalenz der Tiere solcher Betriebe hat. Die mittlere Antikörper-Prävalenz dieser Betriebe von lediglich 5% liegt demnach unter der mittleren Prävalenz aller 57 Betriebe und der mittleren Antikörper-Prävalenz (8,8%) der Betriebe, die nicht an einem solchen Programm teilnahmen.

Dieses Ergebnis erscheint, obwohl auch hier keine Signifikanz vorliegt, hinweisend darauf, dass sich die Durchführung eines Salmonellen-Monitoring positiv auf das Antikörper-Ergebnis des Betriebes auswirkt. Für die zum Zeitpunkt der Befragung an einem Salmonellen-Antikörper-Überwachungsprogramm teilnehmenden Betriebe gilt jedoch, dass keiner dieser Betriebe die Beprobung bereits länger als ein halbes Jahr durchführte. Bei einer besseren Ergebnislage dieser Betriebe kann nicht angenommen werden, dass die Verbesserung der Antikörper-Ergebnisse durch eventuell durchgeführte Maßnahmen im Betrieb aufgrund erhöhter Antikörper-Nachweise früherer Untersuchungen zustande kam. Derartige Untersuchungen führen erst nach frühestens einem Jahr zu einer Einstufung des Betriebes in eine bestimmte Kategorie und eventuell zu Maßnahmen, die den Eintrag und die Verbreitung von Salmonellen verhindern sollen. Es kann jedoch auch in dieser Frage angenommen werden, dass sich Betriebsbesitzer, die bereits an einem Salmonellen-Monitoringprogramm teilnehmen, mit der Salmonellenproblematik auseinandergesetzt haben und ein Monitoringprogramm durchführen, um die Situation im eigenen Betrieb zu verbessern oder auf gutem Niveau zu halten, was durch die Eindrücke, die beim Telefongespräch gesammelt wurden, bestätigt werden konnte.

5.3.6 Mögliche Fehlerquellen der Interpretation

Bei allen zu interpretierenden Ergebnissen ist auch der „Ausreißerbetrieb“ mit einer Antikörper-Prävalenz von 100% bei lediglich zwei untersuchten Tieren zu beachten. Die gemäß den Leitlinien des BML und des Verordnungsentwurfes einer Schweine-Salmonellen-VO des BMVEL festgelegten Stichprobengrößen basieren auf Untersuchungen, die die Aussagekraft der Stichprobe bei einer einkalkulierten Irrtumswahrscheinlichkeit belegen. Ausgehend von der Jahresproduktion eines Betriebes wird

dabei die Stichprobengröße auf 45, 50 oder 60 Tiere pro Betrieb festgelegt. Die eigene Untersuchung basierte auf der Stichprobenauswahl einer zufällig in einem bestimmten Zeitraum am Schlachthof Karlsruhe zu schlachtenden Probenzahl. Die Zufälligkeit der Probenauswahl und Probennahme führte dazu, dass teilweise nur geringe Stichprobenzahlen eines Betriebes genommen und untersucht werden konnten. Bei einem dieser Betriebe handelte es sich um den so genannten „Ausreißerbetrieb“. Die Antikörper-Prävalenz von 100% dieses Betriebes beeinflusst viele Ergebnisse der Untersuchung und besonders jene, bei denen wenige Betriebe zu einer Aussage führen, wie beispielsweise die Frage nach der Kenntnis von Monitoringprogrammen. Bei dem Betrieb wäre laut Leitlinien eine jährliche Probennahme bei 45 Tieren erforderlich gewesen. Eine Stichprobe aus lediglich zwei beprobten Tieren muss als nicht sehr aussagekräftig gesehen werden, zum einen in Bezug auf den Betrieb selbst, als auch in Hinblick auf den Vergleich mit Betrieben mit einer höheren Probenzahl von bis zu 60 Proben. Durch die Größe der Stichprobe werden zufällige Extremwerte relativiert. Bei Betrieben wie dem „Ausreißerbetrieb“ ist dies nicht möglich. Andererseits muss ebenfalls bemerkt werden, dass Betriebe mit einer ähnlich geringen Probenzahl niedrige Antikörper-Prävalenzwerte aufwiesen. Dieser Sachverhalt kann ebenfalls bewirken, dass eventuell kein übertragbares Bild des gesamten Bestandes geliefert wird. Wie stark der Einfluss eines einzelnen „Ausreißerbetriebes“ sein kann, wird durch die Tatsache deutlich, dass die mittlere Antikörper-Prävalenz der Gruppe der Betriebe, bei denen nur 2 bis 10 Proben untersucht werden konnten, bei 13,6%, jedoch ohne den „Ausreißer“ bei lediglich 3,1% lag.

6 Schlussfolgerungen

1. Von 1920 Fleischsaftproben wurden 125 als positiv bewertet. Die AK-Prävalenz von 6,51% der Einzeltiere bezogen auf die Gesamtzahl der Proben sind mit anderen Ergebnissen aus Deutschland, in denen die Salmonellen-AK-positiven Ergebnisse je nach Untersuchung zwischen 0,74% (HARTUNG, 2001 und 2002) bis 1,6% (CZERNY et al., 2002) und 7,3% (VON ALTOCK et al., 2000) bis 8,9% (LUDEWIG und FEHLHABER, 2001) lagen, vergleichbar. Untersuchungen aus den Niederlanden zeigten etwas höhere, solche aus Dänemark, durch das Greifen des Salmonellen-Monitoring, erwartungsgemäß niedrigere Werte.
2. Der Median von 1 zeigt, dass die Hälfte der Betriebe lediglich ein oder kein einziges AK-positives Tier aufwiesen. Insgesamt ergibt sich daraus ein erfreulich gutes Ergebnis, auch wenn eine Standardabweichung von 16,33% auf eine vermehrte Streuung von Werten um den Mittelwert hinweist.
3. In der eigenen Untersuchung konnte der Großteil der untersuchten Betriebe gemäß der Anforderungen der Leitlinien des BML in die Kategorie I mit niedrigem Salmonellen-Status eingeteilt werden. Von diesen 48 Betrieben geht demnach eine geringe Gefahr aus, Salmonellen als Erreger selbst zu beherbergen und auch weiterverbreiten zu können. Sieben der untersuchten Betriebe wurden in die Kategorie II mit mittlerem Status eingeteilt und lediglich zwei der untersuchten Betriebe mussten in die III. Kategorie mit hohem Status eingeteilt werden.
4. Die vorliegende Studie gibt durch die Ermittlung der Salmonellen-AK-Situation der Betriebe einen Hinweis auf mögliche Salmonellenprobleme einzelner Betriebe, lässt jedoch keine Aussage über den Infektionsstatus zu. Ein direkter Erregernachweis wäre ratsam, um eine individuelle Ursachenforschung des Salmonelleneintrags in einen bestimmten Betrieb anzuschließen. Zudem sind Wiederholungsuntersuchungen erforderlich, um das in den Leitlinien geforderte Probensoll tatsächlich zu erfüllen und am Jahresende eine reguläre Einstufung in eine Kategorie zu gewährleisten.

5. Durch die mittels Fragebogen ermittelten Parameter Betriebsgröße, Betriebsart, Ferkelzukauf, Kenntnis von Monitoringprogrammen und Teilnahme an Monitoringprogrammen, konnten kaum signifikante Einflüsse auf die AK-Prävalenz der Betriebe ermittelt werden, sondern lediglich Tendenzen in Richtung einer höheren oder niedrigeren AK-Prävalenz. Tendenziell wiesen kleinere Betriebe, Betriebe mit Ferkelzukauf und solche Betriebe, die nicht an einem Salmonellen-Monitoring teilnahmen, eine höhere mittlere AK-Prävalenz auf. Eine bessere Bewertung von Betrieben mit Rein/Raus-Verfahren konnte nicht bestätigt werden.
6. Die tendenziell niedrigeren AK-Prävalenzwerte der Betriebe, die bereits an Monitoringprogrammen teilnahmen, und die Situation in Dänemark mit sinkenden Belastungsraten in Schweinebeständen bestätigen das Salmonellen-Monitoring auf der Grundlage einer serologischen Untersuchung als sinnvolle und geeignete flächenübergreifende Kontrollmaßnahme der Salmonellenproblematik in schweinehaltenden Betrieben.
7. Betriebsbesitzer, die noch keine ausreichende Information bezüglich Salmonellen-Monitoringsystemen besitzen und nicht an derartigen Programmen teilnehmen, müssen besser aufgeklärt werden. Für eine einheitliche Regelung dieser Thematik in Deutschland sollte der Gesetzgeber eine rechtliche Grundlage schaffen, um den Druck auf die gesamte Fleischverarbeitende Industrie zu erhöhen, auch wenn beispielsweise im Raum Karlsruhe bereits eine gute Bereitschaft zur Durchführung von Salmonellen-Monitoringprogrammen besteht.
8. Der Informationsstand der meisten der befragten Mastbetriebsbesitzer über die Salmonellenproblematik kann als größtenteils gut beurteilt werden. Besonders Mitglieder der Viehzentrale Südwest erwiesen sich als gut informiert, im Bezug auf die angesprochene Salmonellenproblematik als fortschrittlich denkend und bezüglich des geforderten eigenen Engagements als bereitwillig, ein Salmonellen-Monitoring konsequent durchzuführen.
9. Verglichen mit der straffen dänischen Organisation steht die Durchorganisation der deutschen Schweinemastbetriebe und ihrer Vermarktung erst am

Anfang. Auch die geringe Organisation der zumeist kleinbäuerlichen Mastbetriebe im Einzugsgebiet des Schlachthofes Karlsruhe wird durch die Tatsache deutlich, dass lediglich fünf der 57 Betriebe zum Zeitpunkt der Untersuchung alle Tiere durch den Schlachthof Karlsruhe schlachteten. Die verbleibenden Betriebe brachten ihre Mastschweine demnach zu mindestens zwei Schlachthöfen, was die Durchführbarkeit von Salmonellen-Monitoringprogrammen erschwert.

7 Zusammenfassung

Für die vorliegende Arbeit wurden zwischen Januar 2003 und April 2003 von 1920 Mastschweinen aus 57 Betrieben während der Schlachtung Zwerchfellpfeilerproben entnommen. Nach dem Einfrieren und späteren Auftauen wurde der so gewonnene Fleischsaft mittels ELISA-Technik auf Antikörper gegen Salmonellen untersucht, um die Situation bezüglich der Salmonellenbelastung der Mastschweine bzw. der Mastbetriebe im Einzugsgebiet des Schlachthofes Karlsruhe durch den Nachweis von Antikörpern darzustellen. Zusätzlich wurden die Betriebsbesitzer mittels Fragebogen im Telefoninterview zu bestimmten Betriebsparametern befragt, die Antworten in Zusammenhang mit dem Antikörper-Ergebnis der ELISA-Untersuchung gebracht und diskutiert.

Bei 125 der 1920 Fleischsaftproben konnte ein positives Salmonellen-Antikörperergebnis und somit eine Antikörper-Prävalenz von 6,51% bezogen auf die Gesamtzahl der Proben, ermittelt werden. Dieses Ergebnis liegt in einem Prozentbereich, der mit anderen Untersuchungsergebnissen aus Deutschland, die zwischen einer Antikörper-Prävalenz von 0,74% (HARTUNG, 2001 und 2002) bis 1,6% (CZERNY et al., 2002) und 7,3% (VON ALTOCK et al., 2000) bis 8,9% (LUDEWIG und FEHLHABER, 2001) lagen, vergleichbar ist. Untersuchungsergebnisse aus den Niederlanden zeigten etwas höhere, aus Dänemark niedrigere Werte. Anhand der Ergebnisse konnten 48 (84%) Betriebe gemäß der Leitlinien des BML in die Kategorie I (< 20% Salmonellen-Antikörperpositive), 7 Betriebe (12%) in die Kategorie II (20-40% Salmonellen-Antikörperpositive) und lediglich 2 Betriebe (4%) in die Kategorie III (> 40% Salmonellen-Antikörperpositive) eingeteilt werden.

Die Auswertung des Fragebogens ergab, dass 47 (82,45%) Betriebe mehr als 200 Masttiere besaßen, vier (7,02%) zwischen 101 und 200 und sechs (10,53%) Betriebe zwischen 46 und 100 Mastschweine. Lediglich fünf (8,77%) der untersuchten Betriebe schlachteten ihre Tiere ausschließlich am Schlachthof Karlsruhe, zwölf (21,05%) Betriebe arbeiteten nach Rein/Raus-, 45 (78,95%) nach kontinuierlichem Verfahren. 29 (50,88%) Betriebe kauften Ferkel zu, 28 (49,12%) zogen ihre Tiere selbst auf, 54 (94,74%) Betriebsbesitzer wiesen Kenntnisse zum Begriff „Salmonellen-Monitoring“ auf, drei (5,26%) hatten keine Vorstellung von dieser The-

matik und zwölf (21,05%) der Betriebe nahmen zum Befragungszeitpunkt bereits an einem Salmonellen-Monitoringprogramm teil.

Für die Gesamtzahl der 57 untersuchten Betriebe ergab sich eine mittlere AK-Prävalenz von 7,97%. Zudem wurden die mittleren Prävalenzen für Gruppen von Betrieben, die gleiche Betriebseigenschaften aufwiesen, herangezogen, um zu überprüfen, ob einzelne dieser anhand des Fragebogens ermittelten Betriebsparameter einen Einfluss auf die Antikörper-Prävalenz der Betriebe hatten. Hierbei wiesen kleinere Betriebe (46-100 Mastplätze), Betriebe mit Ferkelzukauf und Betriebe, die nicht an einem Salmonellen-Monitoringprogramm teilnahmen, tendenziell eine höhere mittlere Antikörper-Prävalenz auf. Eine bessere Bewertung von Betrieben mit Rein/Raus-Verfahren konnte nicht bestätigt werden.

Ein Salmonellen-Monitoring erscheint insgesamt sinnvoll, für die erfolgreiche Durchführung eines solchen Programms ist jedoch die Schaffung einer rechtlichen Grundlage erforderlich, um alle Betriebsbesitzer zur Teilnahme an einer solchen Kontrollmaßnahme zu verpflichten und um mehr Einheitlichkeit in der deutschen Qualitätssicherung zu erreichen. Der geringe Organisationsgrad der deutschen Schweinefleisch-Produktionskette erschwert jedoch sowohl die Durchführbarkeit eines solchen Programms, als auch die Erfolg versprechende Umsetzung bestimmter Maßnahmen zur Reduzierung des Salmonelleneintrags.

8 Summary

Studies on the incidence of *Salmonella* antibodies in fattening pigs in the area of the slaughterhouse Karlsruhe with regard to the establishment of a national *Salmonella* monitoring programme.

For this study between January and April 2003 meat samples from diaphragm pillars of 1920 finisher pigs out of 57 farms were taken on the slaughter line. After freezing and subsequent thawing the thus obtained meat juice was analysed for antibodies against salmonella by means of ELISA, in order to determine the salmonella status of the fattening pigs, respectively of the fattening farms in the area of the slaughterhouse Karlsruhe via antibody detection. In addition, the farm owners were asked about some of the farm's management factors in a telephone interview by means of questionnaire; the answers were correlated to the ELISA antibody results and were discussed.

125 out of 1920 meat juice samples were tested positive regarding their salmonella antibody result and an overall antibody prevalence of 6.51% was detected in the total of the samples. This result is within a percentage range which is comparable to other studies' results from Germany, which stated antibody prevalences ranging from 0.74% (HARTUNG, 2001 and 2002) to 1.6% (CZERNY et al., 2002) to values of 7.3% (VON ALTROCK et al., 2000) to 8.9% (LUDEWIG and FEHLHABER, 2001). Investigation results from the Netherlands showed slightly higher, such from Denmark lower values. Based on the results of this study, 48 (84%) farms could be classified in category I (< 20% Salmonella-antibody-positive samples), 7 farms (12%) in category II (20-40% Salmonella-antibody-positive samples) and only 2 farms (4%) in category III (> 40% Salmonella-antibody-positive samples), corresponding to the guidelines of the German Ministry of Food, Agriculture and Forestry outlining a *Salmonella* surveillance programme.

The evaluation of the questionnaire yielded that 47 (82.45%) farms had more than 200 fattening pigs, four (7.02%) had between 101 and 200 and six (10.53%) farms between 46 and 100 finisher pigs. Only five (8.77%) of the farms included in the study slaughtered their animals exclusively at the slaughterhouse Karlsruhe, twelve (21.05%) farms worked with an in/out-management, 45 (78.95%) with continuous

stabling. 29 (50.88%) farms bought their piglets, 28 (49.12%) reared their animals on their own, 54 (94.74%) farm owners had knowledge about the concept “*Salmonella* monitoring”, three (5.26%) had no idea of this topic and twelve (21.05%) of the farms did already take part in a *Salmonella* monitoring programme at the time of questioning.

The total of the 57 farms yielded an average antibody prevalence of 7.97%. Furthermore, the average prevalences for groups of farms with the same management factors were determined in order to investigate if individual management factors included in the questionnaire had an influence on the antibody prevalence of the farms. Smaller farms (46-100 slaughter pigs), farms which bought their piglets and farms which did not take part in a *Salmonella* monitoring programme showed a tendency towards higher average antibody prevalences. A better evaluation of farms with in/out management could not be confirmed.

In general, *Salmonella* monitoring seems to be sensible. Yet, for the successful implementation of such a programme the establishment of a legal foundation is essential, in order to oblige all farm owners to participate in these control measures and in order to achieve more uniformity in the German quality insurance. Unfortunately, the low grade of organisation in the German pork production chain impedes both the feasibility of such a programme and the successful establishment of certain measures to reduce the entry of salmonella into the food chain.

9 Literaturverzeichnis

ALTER Th. und FEHLHABER K. (1997)

Einfluß von Streß auf die Abwehrlage von Schlachtschweinen.

38. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Partenkirchen, 29.09.-02.10.1997, Tagungsbericht, 100-106.

ANDERSON R.C., NISBET D.J., BUCKLEY S.A., GENOVESE K.J., HARVEY R.B., DELOACH J.R., KEITH N.K. und STANKER L.H. (1998)

Experimental and natural infection of early weaned pigs with *Salmonella cholerasuis*. Res. Vet. Sci., **64**, 261-262.

BABEL I., NABER M., gr. BEILAGE E., SCHUMACHER H. und STOLLE A. (2003)

Möglichkeiten und Grenzen eines Qualitätssicherungssystems in Schweinebeständen.

44. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Partenkirchen, 29.09.-02.10.2003.

BAGGER J. und NIELSEN B. (2001)

Salmonella reduction in chronic *Salmonella* infected Danish swineherds by use of a special task force.

Salin pork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5.Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 66-68.

BAGGESEN D.L., WEGENER H.C., BAGER F., STEGE H. und CHRISTENSEN J. (1996)

Herd prevalence of *Salmonella enterica* infections in Danish slaughter pigs determined by microbiological testing.

Prev. Vet. Med. **26**, 201-213.

BAGGESEN D.L., WINGSTRAND A., THOMSEN L.K., MCFADDEN C. und NIELSEN B. (1997)

Salmonella contamination of carcasses from „*Salmonella* high risk pig herds“ and documentation of cross-contamination at abattoirs by use of epidemiological markers. International Symposium Salmonella and Salmonellosis, Ploufragan, Frankreich, 20.-22.05.1997, Proceedings, 321-324.

BAUER J. und HÖRMANSDORFER S. (1995)

Salmonellosen bei Nutztieren.

Fleischwirtsch. **75**, 958-960.

BEAL J., MORAN C. und BROOKS P. (2003)

Fermented Liquid Feed: The potential for eliminating enteropathogens from feed.

5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 155-157.

- BECKER H. (1998)
Nachweis von Salmonellen.
Behr's Seminar, München, 29.-30.04.1998.
- BERG R.D. (1995)
Bacterial translocation from the gastrointestinal tract.
Trends Microbiol. **3**, 148-153.
- BISCHOFF H. (1955)
Ein Beitrag zur Klärung der Frage nach der Herkunft seltener *Salmonella*-Typen.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **68**, 306-307.
- BISPING W. (1993)
Salmonellen in Futtermitteln.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. **100**, 262-263.
- BLAHA T. (1993)
Die Ausbreitungsdynamik von Salmonellen in Tierbeständen.
Dtsch. tierärztl. Wschr. **100**, 278-280.
- BLAHA T. (2003)
Implementing a salmonella monitoring programme for pork in Germany.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 200-202.
- BLAHA T., GABERT J., KRAMER T. und WEBER C. (1999)
Testing the proficiency of the German Test Kit „SALMOTYPE®“-ELISA to identify *Salmonella* antibodies in porcine sera and meat juice in USA diagnostic laboratories.
3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, 05.-07.08.1999, Washington DC, USA, Proceedings, 24-25.
- BLAHA T., GROSSE AUSTING M. und KUEHNEL K. (2003a)
Semi-quantitative risk evaluation for the occurrence of *Salmonella* spec. in swine herds and slaughter plants.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 290-293.
- BLAHA T., EHLERS J., METHNER U., LEYK W., ROHN K. und KREIENBROCK L. (2003b)
Proficiency test of four *Salmonella* antibody ELISA-tests for their harmonization.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 105-107.
- BOLLINGER (1876)
Zit. in: SELBITZ H.-J. und BISPING W. (1995)
Tierseuchen und Zoonosen. Alte und neue Herausforderungen.
Gustav Fischer Verlag, Jena.

BÖHM R. (1993)

Verhalten ausgewählter Salmonellen in der Umwelt.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. **100**, 275-278.

BOONE D.R., CASTENHOLZ R.W. und GARRITY G.M. (2001)

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Second Edition. Volume One: The Archaea and the Deeply Branching and Phototrophic Bacteria.
Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, S. 160/161.

BROOKS P.H., BEAL J.D., DEMECKOVÁ V. und NIVEN S.J. (2003)

Fermented Liquid Feed (FLF) can reduce the transfer and the incidence of salmonella in pigs.

5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 21-27.

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft –BMVEL (2002)

Entwurf der Schweine-Salmonellenverordnung, Stand 2002

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft-BMVEL (2003)

Zentrale Datenbank – jetzt auch für Schweine.

In: AID Infodienst 1493/2003.

BUSCHULTE A., UPMANN M. und REUTER G. (1997)

Vermarktungsstruktur für Schweine. Voraussetzung für ein vereinfachtes Untersuchungssystem im Fleischhygieneprogramm.

Fleischwirtsch. **77**, 114-119.

CARSTENSEN B. und CHRISTENSEN J. (1998)

Herd size and sero-prevalence of *Salmonella enterica* in Danish swine herds: a random-effects model for register data.

Prev. Vet. Med. **34**, 191-203.

CROWTHER J. (1995)

ELISA. Theory and Practice.

Humana Press, Totowa, New Jersey, USA.

CZERNY C.-P., OSTERKORN K., WITTKOWSKI G. und HUBER M. (2002)

Fleischsaft-ELISA zur Beurteilung der Salmonellen-Inzidenz von Schlachtschweinen in Bayern.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **114**, 35-39.

DAHL. J. und WINGSTRAND A. (2000)

Salmonellenreduktion in Dänemark, Risikofaktoren und Durchführung (Zusammenfassung).

Federation of Danish pig producers and Slaughterhouses, Copenhagen, 01.04.2000.

[www.pigpool.de /archive/artikel.asp?Nummer=60](http://www.pigpool.de/archive/artikel.asp?Nummer=60).

DAHL J., WINGSTRAND A., NIELSEN B. und BAGGESEN D.L. (1997)
Elimination of *Salmonella* Typhimurium infection by the strategic movement of pigs.
Vet. Rec. **140**, 679-681.

DANSKE SLAGTERIER (2003)
Information, Salmonellenhandlungsplan mit Wirkung.
Informationsbroschüre Marketingabteilung DANSKE SLAGTERIER, Kopenhagen, Dänemark.

DANUSER J. und JEMMI T. (1999)
Das dänische Salmonellen-Überwachungsprogramm für Schweineerzeugnisse.
Reisebericht Kopenhagen 1999, Besichtigung des dänischen Salmonellen-Überwachungsprogramms, Besuch des dänischen Zoonose-Zentrums in Kopenhagen, 19.-22. April 1999.
www.bvet.admin.ch/konsumschutz/d/berichte_publicationen/tagungsberichte/99...

D'AOUST J.-Y. (1989)
Salmonella.
In: M.P. DOYLE (Ed): Foodborne Bacterial Pathogens.
M. Dekker, New York/Basel, 327-445.

DAVIES P.R., MORROW W.E.M., JONES F.T., DEEN J., FEDORKA-CRAY P.J. und HARRIS I.T. (1997)
Prevalence of *Salmonella* in finishing swine raised in different production systems in North Carolina, USA.
Epidemiol. Infect. **119**, 237-244.

DAVIES R.H., HEATH P.J., COXON S.M. und SAYER R.A. (2003)
Comparison of two commercial ELISA kits and bacteriology for *Salmonella* monitoring in pigs.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 86-89.

DUTCH MEAT BOARD (2003)
IKB moves forward.
Informationsbroschüre, www.hollandmeat.nl

EKPERIGIN H.E. und NAGARAJA K.V. (1998)
Salmonella.
Vet. Clin. North Am. Food Animal Practice, **14**, 17-28.

ENØE C., BOES J. und NIELSEN B. (2003)
Evaluation of diagnostic methods used in zoonosis-surveillance programs.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland. Proceedings, 5-11.

Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum

In vitro-Diagnostikum zum Nachweis von Antikörpern gegen *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Cholerasuis und *Salmonella* Infantis in Blutserum, Blutplasma und Fleischsaft bei Schweinen.

Gebrauchsinformation. Zul.-Nr.: BGVV-B 341; Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (1999)

Trends and sources of zoonotic agents in animals, feedingstuffs, food and man in the European Union and Norway in 1999.

EUROPEAN COMMISSION, Health and Consumer Protection Directorate –General.
www.bfr.bund.de

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2000)

Trends and sources of zoonotic agents in animals, feedingstuffs, food and man in the European Union and Norway in 2000.

EUROPEAN COMMISSION, Health and Consumer Protection Directorate –General.
www.bfr.bund.de

FEDORKA-CRAY P.J., KELLEY L.C., STABEL T.J., GRAY J.T. und LAUFER J.A. (1995)

Alternate routes of invasion may affect pathogenesis of *Salmonella* Typhimurium in swine.

Infect. Immun. **63**, 2658-2664.

FRAVALO P., CARIOLET R., QUEGUINER M. und SALVAT G. (2003)

Individual effect of the steps preceding slaughtering on *Salmonella* contamination of pigs.

5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 61-64.

GIBSON K., RITTER L., BLAHA T., CARLSON A., SZASZAK A., MAES D., GRASS J. und HARRIS-TURNEY L. (2001)

Monitoring the dynamics of *Salmonella* prevalence in commercial swine herds.

Salinork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 274-280.

GISSEL C. (1993)

Keimvermehrung in Lebensmitteln.

Dtsch. Tierärztl. Wschr. **100**, 280-282.

GLYNN J.R. und BRADLEY D.J. (1992)

The relationship between infecting dose and severity of disease in reported outbreak of salmonellosis.

Am. J. Epidemiol. **139**, 903-909.

GRAY J.T., FEDORKA-CRAY P.J., STABEL T.J. und ACKERMANN M.R. (1995)

Influence of inoculation route on the carrier state of *Salmonella* Cholerasuis in swine.

Vet. Microbiol. **47**, 43-59.

- GRAY J.T., FEDORKA-CRAY P.J., STABEL T.J. und KRAMER T.T. (1996)
Natural transmission of *Salmonella* Cholerasuis in swine.
Appl. Environ. Microbiol. **62**, 141-146.
- GRAY J.T. und FEDORKA-CRAY P.J. (2001)
Long Term Survival and Infectivity of *Salmonella* Cholerasuis.
Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 444-446.
- GROSSKLAUS D., GERIGK K., KOLB H. und ZASTROW K.-D. (1991)
Zur weltweiten Zunahme von Enteritis-infectiosa-Fällen.
Arch. Lebensmittelhyg. **42**, 133-160.
- GREIL B. (2001)
Vergleichende Untersuchungen zur selektiven Erfassung von Salmonellen bei Schlachtschweinen unter besonderer Berücksichtigung des Salmonellen-Antikörperstatus in Schweinebeständen.
Diss. Vet. Med., Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- GREIL B., SPERNER B., SCHALCH B. und STOLLE A. (2001)
Salmonellenvorkommen bei Schlachtschweinen bayrischer Herkunft unter Berücksichtigung des Salmonellen-Antikörperstatus.
42. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Partenkirchen, 25.-28.09.2001, Tagungsbericht Teil 2, 487-494.
- GRIFFITH R.W., HURD H.S., MCKEAN J.D., GAILE J.K., LARSEN S.T. und HARBAUGH E.M. (2003)
Peracute infection of swine with salmonella.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 321-322.
- HALD T. und ANDERSEN J.S. (2001)
Trends and seasonal variations in the occurrence of *Salmonella* in pigs, pork and humans in Denmark, 1995-2000.
Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 220-229.
- HANSSEN C.F., MIKKELSEN L.L., BACH KNUDSEN K.E. und JENSEN B.B. (2003)
The stomach acts as a barrier against *Salmonella* in pigs fed a meal diet.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, 130-132.
- HANSSEN M. (2003)
Salmonella policy in the pig sector in the Netherlands.
Stellungnahme der PVE zum Thema Salmonellen.

HARTUNG M. (2001)

Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 2000. Übersicht über die Meldungen der Bundesländer.

Zusammengestellt vom Nationalen Referenzlaboratorium für die Epidemiologie der Zoonosen im Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin. BgVV-Hefte 6/2001.

HARTUNG M. (2002)

Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 2001. Übersicht über die Meldungen der Bundesländer.

Zusammengestellt vom Nationalen Referenzlaboratorium für die Epidemiologie der Zoonosen im Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin. BgVV-Hefte 6/2002

HELLMANN G., HÖPKEN W. und MÜHLENBERG W. (1973)

Salmonellen bei Lachmöwen – ein neues Programm für die Landwirtschaft. Gesh. Wes. Desinfektion **65**, 145-147.

HOLLAND MEAT – QUALITÄTSPFLEGE (2003)

Informationsbüro der Niederländischen Fleischwirtschaft.

<http://www.hollandmeat.nl>

HUME M.E. et al. (1993)

Effectiveness of dietary propionic acid in controlling *Salmonella* Typhimurium colonization in broiler chicks.

Avian Dis. **37**, 1051-1056.

HURD H.S. (2002a)

Salmonellen: Übertragung beim Transport und in Warteställen auf dem Schlachthof – Untersuchungen in den USA. Auswirkungen von Stress vor der Schlachtung.

Swine Disease Conference for Swine Practitioners

<http://www.pigpool.de/archiv/artikel.asp?Nummer=682>

HURD H.S. (2002b)

Salmonellen: Übertragung beim Transport und in Warteställen auf dem Schlachthof – Untersuchungen in den USA. Umgebungsuntersuchungen.

Swine Disease Conference for Swine Practitioners

<http://www.pigpool.de/archiv/artikel.asp?Nummer=682>

HURD H.S., MCKEAN J.D., WESLEY I.V. und KARRIKER L.A. (2001a)

The effect of lairage on *Salmonella* isolation from market swine.

Salin pork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 289-291.

HURD H.S., GAILEY J.K., MCKEAN J.D. und ROSTAGNO M.H. (2001b)

Experimental rapid infection in market swine following exposure to a *Salmonella* contaminated environment.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **114**, 382-384.

HURD H.S., MCKEAN J.D., GAILEY J.K., GRIFFITH R.W. und OCONNOR A.C. (2003)

Slatted pen floors reduce *Salmonella* in market swine held in abattoirs.

5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings 203-204.

JACOB B., KORSAK N., ETIENNE G., FLAMENT E. und DAUBE G. (2001)

Serotypes and antimicrobial patterns of *Salmonella* strains isolated from three different pig production systems: farrow to finish pig herds, weaner to finish pig herds and slaughtered pigs of all origin.

Salinork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 214-216.

JANEWAY C.A., TRAVERS P., WALPORT M. und SHLOMCHIK M. (2002)

Immunologie.

5. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Gustav Fischer, Heidelberg.

JØRGENSEN L., KJÆRSGAARD H.D., WACHMANN H., JENSEN B.B. und KNUDSEN K.E.B. (2001)

Effect of pelleting and use of lactic acid in feed on *Salmonella* prevalence and productivity in weaners.

Salinork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 109-111.

KARLINSKI J. (1889)

Zur Kenntnis des *Bacillus enteritidis* Gaertner.

zit. in: SELBITZ et al. (1995)

Das Salmonellenproblem.

Zentrbl. Bakteriöl. Parasitenkd. **6**, 289-292.

KÄSBOHRER A.-M., GEUE L., STAAK C., STEINBACH G., RABSCH W., HELMUTH R., BLAHA T. und PROTZ D. (1997)

Prevalence of salmonellae in German slaughter pigs as detected by cultural, serological and PCR techniques.

International Symposium *Salmonella* and Salmonellosis, Ploufragan, Frankreich, 20.-22.05.1997, Proceedings, 315-320.

KÄSBOHRER A., STAAK C., STEINBACH G., GEUE L., CONRATHS F.J., BLAHA T., HELMUTH R., RABSCH W. und PROTZ D. (1998)

Evaluation of the serological method for *Salmonella* detection in slaughter pigs.

4. Weltkongreß Lebensmittelinfektionen und –intoxikationen, Berlin, 7.-12. Juni 1998, Proceedings, Band 1, 395-399.

KEMPF G. und PIETZSCH O. (1981)

Salmonella-Probleme in Tierkörperbeseitigungsanlagen. 1. Mitt.: Salmonellen in Tierkörpermehl.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **94**, 189-194.

KICH J.D., MORÉS N., VIDAL C.E., PIFFER I., JUNIOR W.B., AMARAL A., RAMMINGER L. und CORDOSO M. (2001)

Risk factors associated with serological *Salmonella* prevalence in finishing pig herds in Southern Brasil.

Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 253-255.

KÖFER J., FUCHS K. und WAGNER P. (2002)

Risikominimierung beginnt im Stall.

Fleischwirtsch. **82**, 13-18.

KÖFER J., PLESS P. und FUCHS K. (2001)

Serological *Salmonella* surveillance in Styrian swine herds.

Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 33-35.

KÖHLER B. (1993)

Beispiele für die Anreicherung von Salmonellen in der Umwelt.

Dtsch. Tierärztl. Wschr. **100**, 264-274.

KÖHLER W., EGGERS H.J., FLEISCHER B., MARRE R., PFISTER H. und PULVERER G. (2001)

Medizinische Mikrobiologie.

8. Auflage, Urban & Fischer Verlag, München.

KORSAK N., JACOB B., GROVEN B., ETIENNE G., CHINA B., GHAFIR Y. und DAUBE G. (2003)

Salmonella contamination of pigs and pork in an integrated pig production system.

J. Food Prot., **66**, 1126-1133.

KRAMER T., SCHARNER E. und GABERT J. (1999)

Rationelle Durchführung des Salmonellen-Antikörpernachweises bei Schlachtschweinen.

40. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Partenkirchen, 29.09.-01.10.1999, Tagungsbericht Teil 1, 313-318.

KRANKER S., DAHL J. und WINGSTRAND A. (2001)

Bakteriologische und serologische Untersuchungen sowie Risikofaktor-Analyse zum Vorkommen von Salmonellen in Sauenherden unter Einbeziehung der Risikofaktoren für eine hohe Salmonellen-Seroprävalenz in den nachgegliederten Mastherden.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **114**, 350-352.

KRÜGER A., SCHNABEL M., KRUTSCH H. W. und FEHLHABER K. (1996)

Untersuchungen zum *Salmonella*-Vorkommen bei tauglich beurteilten Schlachtierkörpern verschiedener Herkunft.

37. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Partenkirchen, 30.09.-02.10.1996, Tagungsbericht Teil 1, 33-40.

LANGE S. (2001)

Ringversuch 3-4/2001 zur Diagnostik von Antikörpern gegen Salmonellen in Serum- und Fleischsaftproben vom Schwein.

AVID Tagung Bakteriologie, Kloster Banz 26.-28.09.2001.

LARSEN S.T., MC KEAN J.D., HURD H.S. und WESLEY I.V. (2003)

Eliminating the abattoir pen lairages to decrease the prevalence of Salmonella in cull sows.

5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 42-44.

LEDERGERBER U., REGULA G., DANUSER J., BISSIG-CHOISAT B., JEMMI T. und STÄRK K.D.C. (2003)

Prävalenz latenter Zoonoseerreger in tierfreundlicher Schweineproduktion.

Arch. Lebensmittelhyg. **54**, 90-94.

LE MINOR L. und POPOFF M.Y. (1987)

Designation of *Salmonella enterica* sp. Nov., nom. Rev., as the type and only species of the genus *Salmonella*.

Int. J. Syst. Bact. **37**, 465-468.

LETELLIER A., CÔTÉ S., SURPRENANT C. und QUESSY S. (2001)

Use of serology to evaluate the impact of clinical salmonellosis in swine on the herd status and on the contamination of pig carcasses from affected herds.

Salinork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 319-321.

LEYK W., SEIFFERT B. und LANGE S. (2003)

Vergleichende Untersuchung zur Salmonellenserologie beim Schwein: Probenmaterial, Zeitpunkt der Probenentnahme, Ort der Probenentnahme.

AVID Tagung Bakteriologie, Kloster Banz 17.-19.9.2003;

LEYK W. und SEIFFERT B. (2003)

Salmonella serology – which samples should be used: Comparison of meatjuice and serum samples of the same pig.

5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 271-273.

LIMPITAKIS N., GENIGEORGIS C., ABRAHIM A., LEONTIDIS L., GRAFANAKIS S. und IOSIFIDOU I. (1999)

Post harvest epidemiology of *Salmonella enterica* in pork: Prevalence in the environment, carcasses and by-products in two slaughterhouses in Greece (1996-1998).

3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, 05.-07.08.1999, Washington DC, USA, Proceedings, 140-150.

LO FO WONG D.M.A., DAHL J., ANDERSEN J.S., WINGSTRAND A., VAN DER WOLF P.J., VON ALTROCK A. und THORBERG B.-M. (2001)

A European longitudinal study in *Salmonella* seronegative- and seropositive classified finishing pig herds.

Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 262-264.

LO FO WONG D.M.A., DAHL J., VAN DER WOLF P.J., WINGSTRAND A., LEONTIDES L. und VON ALTROCK A. (2003)

Isolation of *Salmonella enterica* in seropositive classified finishing pig herds.

5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 109-112.

LUDEWIG M. und FEHLHABER K. (2001)

Verbreitung von Salmonellen in der Schweinefleischerzeugungskette im Freistaat Sachsen. Serologische Untersuchungen von Schlachttierkörpern.

Fleischwirtsch. **7**, 96-98.

LUDEWIG M., PRÖHL J. und FEHLHABER K. (2001)

Verbreitung von Salmonellen in der Schweinefleischerzeugungskette im Freistaat Sachsen. Untersuchungen in der Primärproduktion.

Fleischwirtsch. **6**, 95-98.

LUMSDEN J.S. und WILKIE B.N. (1992)

Immune response of pigs to parenteral vaccination with an aromatic-dependent mutant of *Salmonella* Typhimurium.

Can. J. Vet. Res. **56**, 296-302.

MARG H., SCHOLZ H.C., ARNOLD T., RÖSLER U. und HENSEL A. (2001)

Influence of long-time transportation stress on re-activation of *Salmonella* Typhimurium DT 104 in experimentally infected pigs.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **114**, 385-388.

MCKEAN J.D., HURS H.S., ROSTAGNO M.H., GRIFFITH R.W. und WESLEY I.V. (2001)

Transport and Holding at the Abattoir: a Critical Control Point for *Salmonella* in Market Swine?

Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 292-294.

MCLAREN I.M., DAVIES R.H. und BEDFORD S. (2001)

Observations of the effect of „on-farm“ interventions in relation to *Salmonella* infection.

Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 72-74.

MEIER-HELLMANN A. und REINHART K. (1995)
Effects of catecholamines on regional perfusion and oxygenate in critically ill patients.
Acta Anaesthesiol. Scand. Suppl. **107**, 239-248.

MEYER H., STEINBACH G. und METHNER U. (1993)
Bekämpfung von *Salmonella*-Infektionen in Tierbeständen-Grundlage der Reduzierung des Salmonelleneintrags in Lebensmitteln.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. **100**, 292-295.

MOUSING J., THODE JENSEN P., HALGAARD C., BAGER F., FELD N., NIELSEN B., NIELSEN J.P. und BECH-NIELSEN S. (1997)
Nation-wide *Salmonella enterica* surveillance and control in Danish slaughter swine herds.
Prev. Vet. Med. **29**, 247-261.

MÜFFLING T.v., CHAUNCHOM S., SEYBOLDT C., NOWAK B., HARTUNG J. und WENZEL S. (2002)
Rückverfolgung des Eintrags von Salmonellen in die Erzeugerkette von Schweinefleisch.
43. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Partenkirchen, 24.09.-27.09.2002, Tagungsbericht, 156-161.

NIELSEN B. (1998)
Update des Salmonellen Reduktionsprogrammes in Dänemark (Zusammenfassung).
Konferenz Schweinekrankheiten, Iowa, USA, Nov. 98.
<http://www.pigpool.de/archiv/artikel.asp?Nummer=48>

NIELSEN B. und WEGENER H.C. (1997)
Public health and pork and pork products: regional perspectives of Denmark.
Rev. Sci. Tech. Off Int. Epiz. **16**, 513-524.

NIELSEN B., BAGGESEN D., BAGER F., HAUGEGAARD J. und LIND P. (1995)
The serological response to *Salmonella* serovars Typhimurium and Infantis in experimentally infected pigs. The time course followed with an indirect anti-LPS ELISA and bacteriological examinations.
Vet. Microbiol. **47**, 205-218.

NIELSEN B., EKEROTH L., BAGER F. und LIND P. (1998)
Use of muscle fluid as a source of antibodies for serological detection of *Salmonella* infection in slaughter pig herds.
J. Vet. Diagn. Invest. **10**, 158-163.

NIELSEN J.P., JENSEN A. und WINGSTRAND A. (2001a)
Age related *Salmonella* sero-prevalence in 4-7 month old breeding animals, gilts and sows from Danish breeding and multiplying herds.
Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 281-284.

- NIELSEN B., ALBAN L., STEGE H., SØRENSEN L.L., MØGELMOSE V., BAGGER J., DAHL J. und BAGGESEN D.L. (2001b)
A new *Salmonella* surveillance and control programme in Danish pig herds and slaughterhouses.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **114**, 323-326.
- NILSSON E. und LANGE S. (2001)
Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum. Neuartiger Polysaccharid-ELISA zur Bestimmung von Antikörpern gegen Salmonellen in Fleischsaft und Serum von Schweinen.
AVID Tagung Bakteriologie, Kloster Banz, 26.-28.09.2001.
- NOLLET N., HUYSMANS K., MAES D., HOUF K., IMBERECHTS H., DE KRUIF A., DE ZUTTER L., VAN HOOFF J. und GEERS R. (2003)
Correlation between bacteriology of lymph nodes and serology for *Salmonella* diagnosis in slaughter pigs.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 96-98.
- NOTERMANS S. und BEUMER H. (2003)
Ensuring the safety of animal feed.
5th International Symposium of the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, 11-21.
- O'CONNOR A.M., GRAY J.T., HURD H.S., MCKEAN J.D. und ROSTAGNO M.H. (2003)
Genetic relatedness of *Salmonella enterica* isolates from pens and swine at slaughter.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, 78-80.
- OSTERKORN K., CZERNY C.-P., WITTKOWSKI G. und HUBER M. (2001)
Stichprobenplanung für die Etablierung eines serologischen Salmonellen-Monitoringprogramms bei Mastschweinen mittels Fleischsaft-ELISA.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **114**, 30-34.
- PIETZSCH O. und KEMPF G. (1984)
Salmonellen in Futtermitteln.
Zbl. Vet. Med. B., **31**, 343-357.
- PLESS P., KÖFER J., FUCHS K. (2000)
Salmonella-Überwachung in der steirischen Schweinefleischzerlegung.
41. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Partenkirchen, 25.-28.09.2000, Tagungsbericht Teil 1, 104-109.
- PLONAIT H. und BICKHARDT K. (1997)
Salmonelleninfektion und Salmonellose.
In: PLONAIT H. und BICKHARDT K. (Hrsg.) Lehrbuch der Schweinekrankheiten. Parey Verlag, Berlin, 344-348.

PÖHN H.-Ph.(1982)

Salmonellose-Überwachung beim Menschen in der Bundesrepublik Deutschland. Jahresberichte 1978-1980 des Zentralen Überwachungsprogramms für Salmonellen des Bundesgesundheitsamtes, Berlin, Dietrich Reimer Verlag, Berlin.

PRÖHL J., KÖGLER A. und FEHLHABER K. (1998)

Salmonellen-kontrollierte Schweinefleischherzeugung in Sachsen- Erfahrungen und Probleme.

39. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Partenkirchen, 22.-25.09.1998, Tagungsbericht Teil 1, 121-128.

PROTZ D., KÄSBOHRER A., STAAK CH., WEISE E. und POLTEN B. (1998)

German guidelines for the reduction of salmonella prevalence in fattening pigs as an initial step in quality control in the pork production chain.

4. Weltkongreß Lebensmittelinfektionen und –intoxikationen, Berlin, 7.-12. Juni 1998, Proceedings, Band 1, 409-413.

QS – Qualität und Sicherheit GmbH (2003 und 2004)

www.qs-info

QUANTE U. (2000)

Untersuchungen zum Vorkommen von Salmonellen bei Zuchtschweinen.

Diss. Vet. Med., Tierärztliche Hochschule, Hannover.

RABSCH W., KÄSBOHRER A., GEUE L., HELMUTH R., BLAHA T. und PROTZ D. (1998)

Occurrence of *Salmonella* Typhimurium in German slaughter pigs.

4. Weltkongreß Lebensmittelinfektionen und –intoxikationen, Berlin, 7.-12. Juni 1998, Proceedings, Band 1, 400-408.

ROBERT KOCH-INSTITUT (2003a)

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2002.

Mercedes-Druck, Berlin.

ROBERT KOCH-INSTITUT (2003b)

Aktuelle Daten und Informationen zu Infektionskrankheiten und Public Health.

Epidemiologisches Bulletin, 05.12.03 Nr.49.

ROLLE M. und MAYR A. (2002)

Grundlagen der Allgemeinen Medizinischen Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre; Mikrobielle Diagnostik; Salmonella.

In: ROLLE M. und MAYR A. (Hrsg.) Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre.

7. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, 1-65, 404-411, 462-472.

ROSTAGNO M., HURD S., MCKEAN J., ZIEMER C., GAILEY J., LEITE R. (2001)
Abattoir holding pens as a source of *Salmonella* for swine.
Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella and other Foodborne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 298-300.

SCHULZE-ALTHOFF G. (2003)
Vertrauen ist gut – Kontrolle ist besser.
Anuga 2003, Begleitprogramm, 13.10.03, Köln

SCHULZE-ALTHOFF G., SCHMITZ T. und PETERSEN B. (2002)
Netzwerk überwindet Grenzen. Systemlösungen für integriertes Kettenmanagement in der Schweinefleischerzeugung.
Fleischwirtsch. **10**, 17-18.

SCHULZE-ALTHOFF G., ZANDBERGEN J., SCHMITZ T. und PETERSEN B. (2003)
Cross Borders – Integrated Quality Assurance Systems in Pork Production Chains along the Dutch German Border.
EAAE, May 2003.

SCHÜPPEL H., FEHLHABER K. und STRYCZEK E. (1994)
Endogene Kontamination bei Schlachttieren (Literaturübersicht).
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **107**, 23-29.

SEIDLER T., ALTER T., KRÜGER M. und FEHLHABER K. (2001)
Transportstress-Konsequenzen für die bakterielle Translokation, endogene Kontamination und bakterizide Aktivität im Serum von Schlachtschweinen.
Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 447-453.

SELBITZ H. (1992)
Enterobacteriaceae, Salmonella.
In: SELBITZ H. (Hrsg.) Lehrbuch der veterinärmedizinischen Bakteriologie.
Gustav Fischer Verlag, Jena, 91-108.

SELBITZ H. und BISPING W. (1995)
Tierseuchen und Zoonosen. Alte und neue Herausforderungen.
Gustav Fischer Verlag, Jena.

SELBITZ H., SINELL H., SZIEGOLEIT A. (1995)
Das Salmonellenproblem.
Gustav Fischer Verlag, Jena

SØRENSEN L.L. (2003)
The intensified control programme for *Salmonella* at Danish swine slaughterhouses.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 169-170.

SØRENSEN L.L., WACHMANN H., DAHL J. und NIELSEN B. (2001a)
The new Danish *Salmonella* surveillance on fresh pig carcasses based on pooled swab samples including compatibility with levels of the former system.
Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 30-32.

SØRENSEN L.L., DAHL J. und NIELSEN B. (2001b)
Correlation between *Salmonella* serology and results from bacteriological examinations of caecal contents, carcass swabs, pharyngeal swabs and faecal lymph nodes from Danish slaughter pigs.
Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 316-318.

STAAK C., STEINBACH G., PROTZ D. und KÄSBOHRER A. (1998)
The „meat juice ELISA“ for detection of *Salmonella* antibodies in slaughter pigs: The technique.
4. Weltkongreß Lebensmittelinfektionen und –intoxikationen, Berlin, 7.-12. Juni 1998, Proceedings Band 1, 392-394.

STABEL T.J., MAYFIELD J.E., MORFITT D.C. und WANNEMUEHLER M.J. (1993)
Oral immunization of mice and swine with an attenuated *Salmonella* Cholerasuis [delta cya-12 delta(crp-cdt)19] mutant containing a recombinant plasmid.
Infect. Immun. **61**, 608-610.

STAINES N., BROSTOFF J. und JAMES K. (1997)
Immunologisches Grundwissen.
3. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena.

STÄRK K.D.C., WINGSTRAND A., DAHL J., MØGELMOSE V. und LO FO WONG D.M.A. (2001)
Eliciting expert knowledge on *Salmonella enterica* dynamics in swine at the pre-harvest level.
Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 256-258.

STEINBACH G. (2002)
Bekämpfung von Salmonellainfektionen bei Schweinen. Möglichkeiten und Grenzen von serologischen Untersuchungen.
Fleischwirtsch. **12**, 93-96.

STEINBACH G. und HARTUNG M. (1999)
Versuch einer Schätzung des Anteils menschlicher Salmonellenerkrankungen, die auf vom Schwein stammende Lebensmittel zurückzuführen sind.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **112**, 296-300.

- STEINBACH G. und KROELL U. (1999)
Salmonellainfektionen in Schweinebeständen- Zu ihrer Epidemiologie und Bedeutung für Erkrankungen des Menschen.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. **106**, 282-288.
- STEINBACH G. und STAAK C. (2001)
Zur Erfassung der Salmonellenbelastung von Schlachtschweinen durch die Ergebnisse des Fleischsaft-ELISA.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **114**, 174-178.
- STEINBACH G., DINJUS U. und KREUTZER B. (1995)
The specificity of antibodies reacting with *Salmonella* antigen in ELISA.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **108**, 28-30.
- SWANENBURG M., VAN DER WOLF P.J., URLINGS H.A.P. und SNIJDERS J.M.A. (2003)
Pilot experiment with the aim to reduce *Salmonella* prevalence in pork by logistic slaughter of pigs.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 161-163.
- VAN DE GIESSEN A.W., BOUWKNEG M., DAM-DEISZ W.D.C., WANNET W.J.B., NIENWENHUIS M., GRAAT E.A.M. und VISSER G. (2003)
Surveillance of zoonotic bacteria in finishing pigs in the Netherlands.
5th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, 1.-4. Okt. 2003, Kreta, Griechenland, Proceedings, 36-39.
- VAN DER GAAG M.A., SAATKAMP H.W. und HUIRNE R.B.M. (2001)
Elicitation of expert knowledge on dynamics of *Salmonella* infections and contamination in the pork chain.
Salin pork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Food Borne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 259-261.
- VAN DER WOLF P.J., WOLBERS W.B., ELBERS A.R.W., VAN DER HEIJDEN H., KOPPEN J., HUNNEMAN W.A., VAN SCHIE F.W. und TIELEN M.J.M. (2001a)
Herd level husbandry factors associated with the serological *Salmonella* prevalence in finishing pig herds in the Netherlands.
Vet. Micro. **78**, 205-219.
- VAN DER WOLF P.J., ELBERS A.R.W., VAN DER HEIJDEN H.M.J.F., VAN SCHIE F.W., HUNNEMAN W.A. und TIELEN M.J.M. (2001b)
Salmonella seroprevalence at the population and herd level in pigs in The Netherlands.
Vet. Microbiol. **80**, 171-184.

VON ALTROCK A. (2001)

Results of the German investigation in the EU-Project „*Salmonella* in Pork (Salinpork)“: Investigations on farms.

Salinpork 2001 – 4th Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* and other Foodborne Pathogens in Pork, 2.-5. Sept. 2001, Leipzig, Proceedings, 198-201.

VON ALTROCK A., SCHÜTTE A. und HILDEBRANDT G. (2000)

Untersuchungsergebnisse aus Deutschland zu dem EU-Projekt „*Salmonella* in pork (Salinpork)“ – 1. Mitteilung: Untersuchungen in den Beständen.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **113**, 191-201.

WIESNER E. und RIBBECK R.(Hrsg.) (2000)

Lexikon der Veterinärmedizin.

Enke im Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart, 706, 841.

WINGSTRAND A., BAGGESEN D.L., THOMSEN L.K. und NIELSEN B. (1997)

Prediction of bacteriological status of slaughter pigs in serologically identified „*Salmonella* high risk herds“.

International Symposium *Salmonella* and Salmonellosis, Ploufragan, Frankreich, 20.-22. Mai 1997, Proceedings, 411-413.

WRAY C. und DAVIES R.H. (1997)

Reflections on the epidemiology of *Salmonella*: a challenge for disease control.

International Symposium *Salmonella* and Salmonellosis, Ploufragan, Frankreich, 20.-22. Mai 1997, Proceedings, 309-314.

ZUCKER B.A. und KRÜGER M. (1998)

Auswirkungen von Transportbelastungen auf den Endotoxingehalt im Blut von Schlachtschweinen.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **111**, 208-210.

Gesetze und Verordnungen

Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln, Tabakerzeugnissen, kosmetischen Mitteln und sonstigen Bedarfsgegenständen (Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz-LMBG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 9. September 1997 (BGBl. I S. 2296)

Tierseuchengesetz (TSeuchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Dezember 1995 (BGBl. I S. 2038)

Gesetz zur Neuordnung seuchenrechtlicher Vorschriften (Seuchenrechtsneuordnungsgesetz-SeuchenRNeuG) vom 20. Juli 2000, Artikel 1: Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz-IfSG) (BGBl. I S. 1045)

Verordnung über die hygienischen Anforderungen und amtlichen Untersuchungen beim Verkehr mit Fleisch (Fleischhygiene-Verordnung-FIHV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Mai 1997 (BGBl. I S. 1138)

Verordnung über Betriebe, die Tierkörper Teile und Erzeugnisse tierischer Herkunft zu Futtermitteln oder zu pharmazeutischen oder technischen Erzeugnissen verarbeiten (Futtermittelherstellungs-Verordnung) vom 27. Mai 1993 (BGBl. I S. 737)

Rinder-Salmonellose-Verordnung vom 14. November 1991 (BGBl. I 1991 S. 2118)

Verordnung zum Schutz gegen bestimmte Salmonelleninfektionen beim Haushuhn (Hühner-Salmonellen-Verordnung) vom 11. April 2001 (BGBl. I S. 544) geändert durch Verordnung vom 29.10.2001 (BGBl. I S. 2785 Art. 368)

Votum betr. Infektionsgefahr durch Salmonellen. BUNDESGESUNDHEITSRAT (1995) Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **98**, 432-433.

Verordnung 178/2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit vom 28.01.2002 (ABl. EG Nr. L 31, S. 1-24)

Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. November 2003 zur Bekämpfung von Salmonellen und bestimmten anderen durch Lebensmittel übertragbaren Zoonoseerregern (ABl. L Nr. 325 vom 12.12.2003, S. 1-15)

Vorschriften

Veterinär Vorschrift A I 1. 28a und 28b

Leitlinien für ein Programm zur Reduzierung des Eintrags von Salmonellen durch Schlachtschweine in die Fleischgewinnung.

Bekanntmachung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 05.02.1998 (BAnz. Nr. 44, S. 2905).

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1998)

Untersuchung von Lebensmitteln, Horizontales Verfahren für den Nachweis von Salmonellen.

L 00.00-20, 1-14

BEUTH Verlag GmbH, Berlin.

Richtlinien

Richtlinie 92/117/EWG des Rates vom 17. Dezember 1992 (ABl. EG Nr. L 62 S. 38), geändert durch Richtlinie 1999/72/EG vom 29. Juli 1999 (ABl. EG Nr. L 210 S.12) über Maßnahmen zum Schutz gegen bestimmte Zoonosen bzw. ihre Erreger bei Tieren und Erzeugnissen tierischen Ursprungs zur Verhütung lebensmittelbedingter Infektionen und Vergiftungen (ABl. L 62 S. 38, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 806/2003 (ABl. EG Nr. L 122 S. 1))

Richtlinie 2003/99/EG Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 zur Überwachung von Zoonosen und Zoonoseerregern und zur Änderung der Entscheidung 90/424/EWG des Rates sowie zur Aufhebung der Richtlinie 92/117/EWG des Rates (ABl. L 325 S. 31-40)

Richtlinie 64/433/EWG des Rates über die gesundheitlichen Bedingungen für die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch in der Fassung der Richtlinie 91/497/EWG des Rates vom 29. Juli 1991 (ABl. EG Nr. L 268, S. 71)

Richtlinie 71/118/EWG zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim Handelsverkehr mit frischem Geflügelfleisch vom 15. Februar 1971 (Abl. EG Nr. L55, S. 23)

Entscheidung Nr. 2001/471/EG der Kommission vom 8. Juni 2001 (ABl. EG Nr. L 165, S. 48)

Entscheidung 2000/678/EG der Kommission vom 23. Oktober 2000 mit Durchführungsbestimmungen für die Registrierung von Betrieben in nationalen Datenbanken für Schweine gemäß der Richtlinie 64/432/EWG des Rates (ABl. EG Nr. L 281, S. 16)

Richtlinie 2000/15/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 10. April 2000 zur Änderung der Richtlinie 64/432/EWG des Rates zur Regelung viehseuchenrechtlicher Fragen beim innergemeinschaftlichen Handelsverkehr mit Rindern und Schweinen (Abl. EG Nr. L 105, S. 34)

Normen

Deutsches Institut für Normung (DIN) (1994)

ISO/DIS 3565: Verfahren für den Nachweis von Salmonellen in Fleisch- und Fleischerzeugnissen, Ausgabe 6/1994

Deutsches Institut für Normung (DIN) (1993)

ISO 6579: Mikrobiologie. Allgemeine Richtlinie für Verfahren zum Nachweis von *Salmonella*, Ausgabe 9/1993

Deutsches Institut für Normung (DIN) (2000)

DIN EN ISO 6579: Mikrobiologie von Lebensmitteln und Futtermitteln-Horizontales Verfahren zum Nachweis von Salmonellen spp., Ausgabe 6/2000

10 Anhang

10.1 Formblätter zum ELISA

10.1.1 Legende und Erläuterungen zur Abbildung 1

neg. Negativkontrolle

pos. Positivkontrolle

Im ersten Teil befindet sich ein ELISA-Schema, in welches die Positionen der Proben gemäß ihrer Labornummern entsprechend der Beschickung der ELISA-Platte eingetragen wurden.

Aus den Positiv- und Negativkontrollen im Doppelansatz wurden nach der Extinktionsmessung die jeweiligen Mittelwerte, der PP-Wert, sowie derjenige Extinktionswert errechnet, ab dem die Werte einer bestimmten Probe als positiv zu bewerten waren. Die Validität der Platte wurde ebenfalls überprüft und die Chargennummer eingetragen.

10.1.2 Legende und Erläuterungen zur Abbildung 2

Im Labornummernverzeichnis (Abbildung 2) wurden folgende Informationen festgehalten:

- Datum der Bearbeitung
- Labornummer, die dem jeweiligen Tier zugeordnet wurde
- Schlachtnummer des Tieres
- Schlagstempel des Tieres
- Schlachttag
- Ergebnis der ELISA-Untersuchung (positiv oder negativ)
- Besitzer des Schlachttieres

Jedem Tier wurde somit eine entsprechende Labornummer zugeteilt, die für die weitere Bearbeitung verwendet wurde.

10.2 Extinktionswerte und zugehörige Labornummern

Als Tabellen sind die Revelation QuickLink[®]-Ausdrucke der Extinktionswerte der untersuchten Proben wiedergegeben. Auf A1 und B1 finden sich jeweils die Extinktionswerte der Negativkontrollen und auf C1 und D1 die Extinktionswerte der Positivkontrolle. Darauf folgen die Extinktionen der Proben, die durch die jeweils anschließende Tabelle der entsprechenden Labornummer zugeordnet werden können. Für Proben, die nicht für die Dissertation untersucht wurden, sind die Extinktionswerte, jedoch nicht die Labornummern angegeben. Werte in den Extinktionstabellen des Revelation QuickLink[®] können aus Sicherheitsgründen nachträglich nicht mehr verändert werden.

Enterisol® Salmonellen-Diagnostikum

Datum:

Untersucher:

Dateiname:

Labor-Nummern:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.											
B	neg.											
C	pos.											
D	pos.											
E												
F												
G												
H												

Mittelwert Negativkontrolle (\bar{x} B):

Mittelwert Positivkontrolle (\bar{x} A):

Prozentsatz der optischen Dichte (PP): $PP = \frac{\bar{x}OD \text{ Kontrolle B (negativ)} \times 100}{\bar{x}OD \text{ Kontrolle A (positiv)}}$

positiv = $xOD \text{ der Probe} \geq \frac{40 \cdot \bar{x}OD \text{ Kontrolle A (positiv)}}{100}$

Validierung: positives Kontrollserum A: $0,8 < \bar{x} OD < 2,0$

negatives Kontrollserum B: $PP < 25$

Chargen-Nummer:

Abbildung 1: Beispielformblatt des ELISA-Schemas

Datum	Labor- Nummer	Schlacht- Nr.	Schlagstempel	Schlachttag	Ergebnis	Besitzer
	S 0001					
	S 0002					
	S 0003					
	S 0004					
	S 0005					
	S 0006					
	S 0007					
	S 0008					
	S 0009					
	S 0010					
	S 0011					
	S 0012					
	S 0013					
	S 0014					
	S 0015					
	S 0016					
	S 0017					
	S 0018					
	S 0019					
	S 0020					
	S 0021					
	S 0022					
	S 0023					
	S 0024					
	S 0025					
	S 0026					
	S 0027					
	S 0028					
	S 0029					
	S 0030					
	S 0031					
	S 0032					
	S 0033					
	S 0034					
	S 0035					
	S 0036					
	S 0037					
	S 0038					
	S 0039					
	S 0040					

Abbildung 2: Formblatt Labornummernverzeichnis

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. :
 TEST NAME : ENTERISOL
 PLATE : 1-92Sal03
 W/L MODE : SINGLE
 TEST FILTER : 450 nm
 REF. FILTER : *
 DATE : 23.01.2003
 TIME : 13:55:48
 OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.214	0.356	0.296	0.413	0.275	0.154	0.315	0.269	0.372	0.580	0.170	0.198
B	0.198	0.859	0.216	0.894	0.239	0.422	0.332	0.468	0.372	0.232	0.171	0.459
C	1.636	0.997	0.187	0.357	0.180	0.316	0.214	0.407	0.623	0.293	0.302	0.224
D	1.755	0.159	0.430	0.190	0.266	0.375	0.316	0.624	0.564	0.303	0.348	0.311
E	0.272	0.330	0.261	0.505	0.406	0.263	0.643	1.370	0.446	0.446	0.244	0.376
F	0.585	0.366	0.287	0.220	0.209	0.297	0.561	0.344	0.556	0.379	0.466	0.308
G	0.204	0.231	0.457	0.352	0.352	0.767	0.498	0.368	1.158	0.315	0.270	0.254
H	0.198	0.223	0.436	0.288	0.352	0.456	0.541	0.334	0.411	0.429	0.316	0.265

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 1: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 1

Platte 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	5		21	29	37	45	53	61	69	77	85
B	neg.	6		22	30	38	46	54	62	70	78	86
C	pos.	7		23	31	39	47	55	63	71	79	87
D	pos.	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88
E	1	9	17	25	33	41	49	57	65	73	81	89
F	2	10	18	26	34	42	50	58	66	74	82	90
G	3		19	27	35	43	51	59	67	75	83	91
H	4		20	28	36	44	52	60	68	76	84	92

Tabelle 2: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 1

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 30.01.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 13:50:07
 PLATE : 93-184Sa03 REF. FILTER : * OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.158	0.621	0.147	0.159	0.190	0.243	0.172	0.248	0.184	0.182	0.149	0.249
B	0.157	0.185	0.300	0.108	0.308	0.256	0.647	0.167	0.835	0.644	0.317	0.231
C	1.139	0.163	0.327	0.142	0.164	0.270	0.669	0.245	0.246	0.463	0.603	0.393
D	1.048	0.147	0.135	0.209	0.201	0.150	0.232	0.621	0.248	0.235	0.381	0.390
E	0.187	0.132	0.201	0.125	0.209	0.188	0.227	0.305	0.284	0.307	0.280	0.392
F	0.221	0.198	0.142	0.118	0.184	0.234	0.283	0.290	0.250	0.279	0.368	0.513
G	0.228	0.180	0.213	0.170	0.140	0.197	0.219	0.269	0.224	0.234	0.291	0.408
H	0.184	0.172	0.278	0.307	0.328	0.775	0.268	0.208	0.379	0.430	0.304	0.344

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 3: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 2

Platte 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	97	105	113	121	129	137	145	153	161	169	177
B	neg.		106	114	122	130	138	146	154	162	170	178
C	pos.		107	115	123	131	139	147	155	163	171	179
D	pos.	100	108	116	124	132	140	148	156	164	172	180
E	93	101	109	117	125	133	141	149	157	165	173	181
F	94	102	110	118	126	134	142	150	158	166	174	182
G	95	103	111	119	127	135	143	151	159	167	175	183
H	96	104	112	120	128	136	144	152	160	168	176	184

Tabelle 4: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 2

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. :
 TEST NAME : ENTERISOL
 PLATE : 185-276Sal03
 W/L MODE : SINGLE
 TEST FILTER : 450 nm
 REF. FILTER : *
 DATE : 06.02.2003
 TIME : 10:43:14
 OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.124	0.197	0.385	0.116	0.225	0.130	0.134	0.133	0.128	0.174	0.147	0.273
B	0.145	0.278	0.278	0.381	0.168	0.198	0.243	0.167	0.251	0.230	0.195	0.214
C	1.008	0.245	0.135	0.204	0.199	0.151	0.274	0.330	0.172	0.244	0.236	0.267
D	1.079	0.549	0.339	0.136	0.213	0.234	0.226	0.196	0.293	0.261	0.291	0.285
E	0.247	0.192	0.155	0.129	0.177	0.205	0.182	0.274	0.194	0.203	0.393	0.327
F	0.400	0.251	0.314	0.226	0.254	0.285	0.235	0.193	0.301	0.250	0.288	0.385
G	0.320	0.267	0.217	0.148	0.201	0.199	0.182	0.306	0.252	0.336	0.287	0.283
H	0.229	0.177	0.202	0.205	0.176	0.313	0.172	0.408	0.451	0.267	0.299	0.443

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 5: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 3

Patte 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	189	197	205	213	221	229	237	245	253	261	
B	neg.	190	198	206	214	222	230	238	246	254	262	
C	pos.	191	199	207	215	223	231	239	247	255		
D	pos.	192	200	208	216	224	232	240	248	256		
E		185	193	201	209	217	225	233	241	249	257	
F		186	194	202	210	218	226	234	242	250	258	
G		187	195	203	211	219	227	235	243	251	259	
H		188	196	204	212	220	228	236	244	252	260	

Tabelle 6: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 3

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. :
 TEST NAME : ENTERISOL
 PLATE : 277-368Sal03
 W/L MODE : SINGLE
 TEST FILTER : 450 nm
 REF. FILTER : *
 DATE : 13.02.2003
 TIME : 13:28:10
 OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.096	0.147	0.272	0.424	0.147	0.117	0.190	0.543	0.307	0.220	0.197	0.233
B	0.118	0.111	0.327	0.129	0.146	0.136	0.189	0.595	0.246	0.218	0.212	0.196
C	0.992	0.150	0.228	0.124	0.192	0.184	0.312	1.600	0.275	0.912	1.605	0.369
D	1.050	0.174	0.206	0.127	0.185	0.241	0.221	0.910	0.363	0.306	0.269	0.242
E	0.128	0.218	0.239	0.245	0.183	0.175	0.207	0.967	0.280	0.200	0.357	0.187
F	0.156	0.133	0.154	0.243	0.328	0.225	0.280	1.685	0.287	0.321	0.401	0.343
G	0.107	0.124	0.180	0.211	0.246	0.198	0.445	1.568	0.236	0.318	0.397	0.309
H	0.217	0.185	0.225	0.175	0.132	0.948	1.663	0.697	0.286	0.287	0.345	0.303

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 7: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 4

Platte 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.		289	297	305	313	321		337	345	353	361
B	neg.		290	298	306	314	322		338	346	354	362
C	pos.		291	299	307	315	323		339	347	355	363
D	pos.		292	300	308	316	324		340	348	356	364
E		285	293	301	309	317	325		341	349	357	365
F		286	294	302	310	318	326		342	350	358	366
G		287	295	303	311	319			343	351	359	367
H		288	296	304	312	320			344	352	360	368

Tabelle 8: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 4

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 26.02.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 09:46:43
 PLATE : 369-383+465-526+538-542/REF. FILTER103 : * OPERATOR : Penner
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.119	0.216	0.157	0.283	0.140	0.182	0.155	0.245	0.274	0.149	0.163	0.704
B	0.155	0.129	0.292	0.202	0.139	0.214	0.221	0.135	0.210	0.188	0.242	0.671
C	0.933	0.436	0.143	0.150	0.170	0.153	0.147	0.240	0.254	0.180	0.250	1.696
D	0.801	0.234	0.195	0.164	0.196	0.241	0.407	0.400	0.201	0.194	0.236	1.013
E	0.106	0.222	0.150	0.174	0.165	0.215	0.190	0.141	0.162	0.195	0.294	1.088
F	0.188	0.190	0.215	0.227	0.163	0.213	0.210	0.167	0.239	0.300	0.343	1.676
G	0.363	0.161	0.240	0.154	0.131	0.344	0.177	0.177	0.195	0.265	0.466	1.728
H	0.133	0.134	0.193	0.307	0.176	0.144	0.197	0.236	0.269	0.220	1.604	0.769

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 9: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 5

Platte 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	373	381	470	478	486	494					
B	neg.	374	382	471	479	487					538	
C	pos.	375	383	472	480	488					539	
D	pos.	376	465	473	481	489					540	
E	369	377	466	474	482	490					541	
F	370	378	467	475	483	491					542	
G	371	379	468	475	484	492						
H	372	380	469	477	485	493						

Tabelle 10: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 5

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 10.04.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 13:24:30
 PLATE : 1828-1842+543-619Sal03 REF. FILTER : * OPERATOR : Penner
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.184	0.158	0.337	0.227	0.229	0.139	0.090	0.178	0.181	0.147	0.136	0.222
B	0.194	0.214	0.219	0.215	0.312	0.228	0.161	0.188	0.168	0.124	0.225	0.331
C	1.064	0.218	0.323	0.213	0.173	0.629	0.169	0.164	0.238	0.440	0.177	0.347
D	1.040	0.224	0.139	0.194	0.168	2.602	0.275	0.375	0.221	0.278	0.195	0.369
E	0.194	0.238	0.203	0.129	0.171	0.119	0.147	1.622	0.297	0.187	0.245	0.270
F	0.221	0.314	0.341	0.227	0.134	0.127	0.154	0.182	0.327	0.310	0.237	0.273
G	0.154	0.410	0.223	0.181	0.168	0.309	0.190	0.188	0.185	0.257	0.230	0.301
H	0.192	0.280	0.168	0.160	0.198	0.128	0.155	0.134	0.327	0.281	0.231	0.271

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 11: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 6

Platte 6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	neg.	1832	1840	548	556	564		580		596	604	612	
B	neg.	1833	1841	549	557			581		597	605	613	
C	pos.	1834	542	550	558			582		598	606	614	
D	pos.	1835	543	551	559			583		599	607	615	
E		1828	1836	544	552	560		576	584		600	608	616
F		1829	1837	545	553	561		577			601	609	617
G		1830	1838	546	554	562		578			602	610	618
H		1831	1839	547	555	563		579		595	603	611	619

Tabelle 12: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 6

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 15.04.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 12:33:04
 PLATE : 2004-2018+620-696Sal03REF. FILTER : * OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.188	0.173	0.145	0.144	0.323	0.107	0.127	0.107	0.102	0.155	0.136	0.597
B	0.208	0.262	0.148	0.143	0.118	0.193	0.192	0.362	0.201	0.195	0.242	0.438
C	1.475	0.331	0.227	0.271	0.181	0.130	0.252	0.275	0.204	0.211	0.204	1.037
D	1.512	0.194	0.151	0.290	0.163	0.218	0.163	0.527	0.153	0.166	0.314	0.512
E	0.177	0.197	0.185	0.174	0.166	0.142	0.194	0.267	0.198	0.263	0.264	0.324
F	0.131	0.184	0.183	0.212	0.281	0.273	0.367	0.242	0.281	0.386	0.233	0.484
G	0.222	0.252	0.183	0.159	0.244	0.127	0.202	0.175	0.162	0.304	0.312	0.921
H	0.138	0.159	0.228	0.110	0.346	0.126	0.180	0.192	0.315	0.348	0.256	0.427

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 13: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 7

Platte 7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.			625	633	641	649	657	665	673	681	689
B	neg.			626	634	642	650	658	666	674	682	690
C	pos.			627	635	643	651	659	667	675	683	691
D	pos.		620	628	636	644	652	660	668	676	684	692
E			621	629	637	645	653	661	669	677	685	693
F			622	630	638	646	654	662	670	678	686	694
G			623	631	639	647	655	663	671	679	687	695
H			624	632	640	648	656	664	672	680	688	696

Tabelle 14: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 7

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 29.04.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 13:31:44
 PLATE : 697-768+770-778+791-801 REF. FILTER : * OPERATOR : Penner+Frech
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.193	0.306	0.145	0.223	0.169	0.184	0.262	0.243	0.255	0.162	0.277	0.211
B	0.176	0.497	0.236	0.194	0.182	0.137	0.141	0.745	1.111	0.169	0.203	0.334
C	1.296	0.318	0.135	0.169	0.183	0.151	0.310	0.165	1.931	0.130	0.139	0.336
D	1.330	0.625	0.128	0.135	0.149	0.335	1.119	0.550	0.267	0.210	0.169	0.169
E	0.335	0.144	0.162	0.223	0.206	0.240	0.158	2.636	0.602	0.194	0.212	0.982
F	0.459	0.240	0.157	0.180	0.210	0.076	0.258	0.484	0.549	0.372	0.545	0.377
G	0.271	0.164	0.160	0.231	0.127	0.583	0.328	0.485	0.540	0.376	0.383	0.448
H	0.354	0.326	0.186	0.120	0.180	0.178	0.290	0.418	0.289	0.280	0.509	0.393

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 15: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 8

Platte 8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	701	709	717	725	733	741	749	757	765	774	794
B	neg.	702	710	718	726	734	742	750	758	766		795
C	pos.	703	711	719	727	735	743	751	759	767		796
D	pos.	704	712	720	728	736	744	752	760	768		797
E	697	705	713	721	729	737	745	753	761	770		798
F	698	706	714	722	730	738	746	754	762	771	791	799
G	699	707	715	723	731	739	747	755	763	772	792	800
H	700	708	716	724	732	740	748	756	764	773	793	801

Tabelle 16: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 8

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 30.04.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 14:33:11
 PLATE : 802-862+866-896Sal03 REF. FILTER : * OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.162	0.438	0.163	0.712	0.134	0.409	0.151	0.209	0.413	0.093	0.301	0.137
B	0.177	0.211	0.242	0.214	0.403	0.175	0.320	0.177	0.289	0.135	0.284	0.257
C	1.046	0.184	0.342	0.155	0.157	0.450	0.148	0.325	0.137	0.129	0.151	0.208
D	1.094	0.667	0.212	0.159	0.186	0.218	0.392	0.579	0.205	0.366	0.249	0.116
E	0.321	0.315	0.429	0.242	1.884	0.513	1.288	0.165	0.197	0.156	0.176	0.144
F	0.585	0.271	0.201	0.600	0.734	0.174	0.500	0.184	0.231	0.229	0.237	0.203
G	0.526	0.143	0.541	0.537	0.437	0.164	0.169	0.141	0.153	0.206	0.304	0.333
H	0.191	0.254	0.191	0.312	0.350	0.382	0.199	0.209	0.165	0.172	0.206	0.254

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 17: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 9

Platte 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	806	814	822	830	838	846	854	862	873	881	889
B	neg.	807	815	823	831	839	847	855	866	874	882	890
C	pos.	808	816	824	832	840	848	856	867	875	883	891
D	pos.	809	817	825	833	841	849	857	868	876	884	892
E		802	810	818	826	834	842	850	858	869	877	885
F		803	811	819	827	835	843	851	859	870	878	886
G		804	812	820	828	836	844	852	860	871	879	887
H		805	913	821	829	837	845	853	861	872	880	888

Tabelle 18: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 9

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. :
 TEST NAME : ENTERISOL
 PLATE : N897-988Sal03
 W/L MODE : SINGLE
 TEST FILTER : 450 nm
 REF. FILTER : *
 DATE : 14.05.2003
 TIME : 16:27:00
 OPERATOR : Penner
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.213	0.167	0.158	0.219	0.336	0.178	0.153	0.154	0.205	0.147	0.394	0.318
B	0.218	0.259	0.194	0.201	0.233	0.167	0.257	0.127	0.152	0.226	0.197	0.185
C	1.454	0.257	0.310	0.781	0.207	0.230	0.316	0.181	0.158	0.497	0.222	0.165
D	1.304	0.283	0.340	0.173	0.269	0.180	0.335	0.169	0.238	0.170	0.224	0.194
E	0.262	0.269	0.247	0.234	0.172	0.299	0.241	0.372	0.179	0.266	0.346	0.365
F	0.392	0.365	0.344	0.385	0.248	0.394	0.248	0.361	0.313	0.300	0.372	1.950
G	0.182	0.233	0.317	0.141	0.263	0.206	0.524	0.204	0.455	0.329	0.272	0.359
H	0.454	0.444	0.235	0.281	0.295	0.249	0.242	0.310	0.382	0.373	0.267	0.269

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 19: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 10

Platte 10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	901	909	917	925	933	941	949	957	965	973	981
B	neg.	902	910	918	926	934	942	950	958	966	974	982
C	pos.	903	911	919	927	935	943	951	959	967	975	983
D	pos.	904	912	920	928	936	944	952	960	968	976	984
E	897	905	913	921	929	937	945	953	961	969	977	985
F	898	906	914	922	930	938	946	954	962	970	978	986
G	899	907	915	923	931	939	947	955	963	971	979	
H	900	908	916	924	932	940	948	956	964	972	980	

Tabelle 20: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 10

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 15.05.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 14:01:29
 PLATE : 989+1014-1027+1032-11(REF. FILTER : * OPERATOR : Penner
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.286	0.602	0.307	0.581	0.257	0.161	0.152	0.961	0.532	0.270	0.292	1.676
B	0.271	0.302	0.214	1.542	0.265	0.248	0.436	0.838	0.395	0.342	0.826	0.420
C	1.593	0.279	0.443	0.298	0.288	0.212	0.228	1.330	0.458	0.569	0.633	0.811
D	1.534	0.250	0.305	0.678	0.274	0.257	0.867	0.369	0.378	0.223	0.841	0.728
E	0.427	0.352	0.264	0.995	0.298	0.291	0.298	0.648	0.463	0.375	0.328	0.597
F	0.467	0.404	0.721	2.249	0.472	0.291	0.662	0.390	0.410	0.376	0.442	0.768
G	0.394	0.586	0.267	0.983	0.279	0.391	0.263	1.934	0.310	0.390	0.515	0.619
H	0.366	0.383	0.499	0.523	0.288	0.212	0.444	0.451	0.400	0.826	0.712	0.748

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 21: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 11

Platte 11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	1017	1025	1037	1045	1053	1061	1069	1077	1085	1093	1101
B	neg.	1018	1026	1038	1046	1054	1062	1070	1078	1086	1094	1102
C	pos.	1019	1027	1039	1047	1055	1063	1071	1079	1087	1095	1103
D	pos.	1020	1032	1040	1048	1056	1064	1072	1080	1088	1096	1104
E		1021	1033	1041	1049	1057	1065	1073	1081	1089	1097	1105
F	1014	1022	1034	1042	1050	1058	1066	1074	1082	1090	1098	1106
G	1015	1023	1035	1043	1051	1059	1067	1075	1083	1091	1099	1107
H	1016	1024	1036	1044	1052	1060	1068	1076	1084	1092	1100	1108

Tabelle 22: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 11

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 22.05.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 15:34:13
 PLATE : 1109-1200Sal03 REF. FILTER : * OPERATOR : Penner
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.196	0.448	0.135	0.148	0.315	0.137	0.101	0.205	0.251	0.136	0.202	0.206
B	0.202	0.233	0.143	0.327	0.385	0.695	0.292	0.225	0.184	0.121	0.147	0.268
C	1.275	0.235	0.180	0.153	0.169	0.207	0.136	0.210	0.173	0.151	0.267	0.156
D	1.283	0.271	0.260	0.228	0.255	0.200	0.282	0.140	0.168	0.141	0.430	0.217
E	0.524	0.192	0.142	0.159	0.195	0.348	0.366	0.235	0.192	0.153	0.288	0.261
F	0.471	0.240	0.209	0.226	0.189	0.164	0.334	0.242	0.182	0.289	0.337	0.309
G	0.183	0.238	0.362	0.343	0.162	0.551	0.184	0.469	0.190	0.217	0.364	0.322
H	0.150	0.244	0.176	0.156	0.147	0.193	0.218	0.258	0.229	0.300	0.289	0.278

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 23: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 12

Platte 12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	1113	1121	1129	1137	1145	1153	1161	1169	1177	1185	1193
B	neg.	1114	1122	1130	1138	1146	1154	1162	1170	1178	1186	1194
C	pos.	1115	1123	1131	1139	1147	1155	1163	1171	1179	1187	1195
D	pos.	1116	1124	1132	1140	1148	1156	1164	1172	1180	1188	1196
E	1109	1117	1125	1133	1141	1149	1157	1165	1173	1181	1189	1197
F	1110	1118	1126	1134	1142	1150	1158	1166	1174	1182	1190	1198
G	1111	1119	1127	1135	1143	1151	1159	1167	1175	1183	1191	1199
H	1112	1120	1128	1136	1144	1152	1160	1168	1176	1184	1192	1200

Tabelle 24: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 12

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 28.05.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 13:20:44
 PLATE : 1201-1251+1273-1314sal REF. FILTER : * OPERATOR : Penner frech
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.196	0.138	0.138	0.143	0.164	0.242	0.190	0.133	0.315	0.167	0.223	0.293
B	0.188	0.197	0.272	0.409	0.341	0.138	0.235	0.189	0.181	0.229	0.257	0.199
C	1.697	0.305	0.339	0.145	0.234	0.172	0.208	0.286	0.276	0.243	0.458	0.575
D	1.494	0.272	0.226	0.191	0.134	0.195	0.199	0.242	0.231	0.250	0.270	0.373
E	0.246	0.266	0.173	0.252	0.139	0.240	0.187	0.192	0.261	0.300	0.371	0.448
F	0.173	0.242	0.155	0.191	0.239	0.227	0.243	0.246	0.301	0.330	0.323	0.347
G	0.261	0.384	0.378	0.475	0.149	0.175	0.264	0.262	0.225	0.273	1.581	0.346
H	0.243	0.236	0.387	0.162	0.193	0.289	0.270	0.238	0.277	0.378	0.490	0.409

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 25: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 13

Platte 13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	1205	1213	1221	1229	1237	1245	1274	1282	1290	1298	1307
B	neg.	1206	1214	1222	1230	1238	1246	1275	1283	1291	1299	1308
C	pos.	1207	1215	1223	1231	1239	1247	1276	1284	1292	1300	1309
D	pos.	1208	1216	1224	1232	1240	1248	1277	1285	1293	1301	1310
E	1201	1209	1217	1225	1233	1241	1249	1278	1286	1294	1303	1311
F	1202	1210	1218	1226	1234	1243	1250	1279	1287	1295	1304	1312
G	1203	1211	1219	1227	1235	1242	1251	1280	1288	1296	1305	1313
H	1204	1212	1220	1228	1236	1244	1273	1281	1289	1297	1306	1314

Tabelle 26: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 13

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 02.06.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 18:33:39
 PLATE : 1315-1325+1328-1344+1:REF. FILTER3 : * OPERATOR : Penner
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.176	0.292	0.200	0.128	0.126	0.119	0.189	0.110	0.098	0.091	0.126	1.346
B	0.175	0.137	0.142	0.100	0.120	0.183	0.107	0.100	0.099	0.102	0.101	1.594
C	1.208	0.180	0.109	0.152	0.262	0.109	0.319	0.109	0.148	0.117	0.088	0.485
D	1.183	0.273	0.114	0.126	0.105	0.281	0.123	0.209	0.130	0.087	0.237	0.373
E	0.191	0.441	0.161	0.147	0.262	0.145	0.135	1.209	0.168	0.126	0.131	0.675
F	0.219	0.297	0.160	0.287	0.150	0.344	0.150	0.129	0.139	0.115	0.344	1.127
G	0.155	0.182	0.149	0.144	0.116	0.133	0.122	0.174	0.150	0.149	2.220	0.315
H	0.155	0.176	0.211	0.161	0.143	0.133	0.220	0.120	0.153	0.157	1.269	0.725

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 27: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 14

Platte 14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.		1329	1337	1353	136	1369	1377	1385	1393	1401	
B	neg.		1330	1338	1354	1362	1370	1378	1386	1394	1402	
C	pos.		1331	1339	1355	1363	1371	1379	1387	1395	1403	
D	pos.		1332	1340	1356	1364	1372	1380	1388	1396	1404	
E	1315		1333	1341	1357	1365	1373	1381	1389	1397	1405	
F	1316		1334	1342	1358	1366	1374	1382	1390	1398	1406	
G			1335	1343	1359	1367	1375	1383	1391	1399		
H		1328	1336	1344	1360	1368	1376	1384	1392	1400		

Tabelle 28: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 14

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 03.06.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 17:50:06
 PLATE : 1407-1439+1441-1499Sal REF. FILTER : * OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.243	0.180	1.310	0.187	0.143	0.143	0.250	0.890	0.236	0.332	0.186	0.315
B	0.204	0.544	0.172	0.256	0.251	0.140	0.563	0.304	0.192	0.219	0.278	0.524
C	1.342	0.194	0.149	0.232	0.131	0.208	0.466	0.364	0.216	0.431	0.202	0.275
D	1.233	0.180	0.154	0.191	0.145	0.169	0.284	0.191	0.258	0.264	0.203	0.268
E	0.146	0.188	0.232	0.354	0.129	0.260	0.573	0.475	0.392	0.239	0.293	0.262
F	0.198	0.322	0.178	0.189	0.212	0.173	0.472	0.366	0.252	0.426	0.516	0.346
G	0.140	0.113	0.158	0.144	0.288	0.267	0.344	0.356	0.477	0.256	0.257	0.315
H	0.145	0.159	0.169	0.337	0.297	0.180	0.434	0.313	0.382	0.325	0.373	0.294

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 29: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 15

Platte 15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	1411	1419	1427	1435	1444	1452	1460	1468	1476	1484	1492
B	neg.	1412	1420	1428	1436	1445	1453	1461	1469	1477	1485	1493
C	pos.	1413	1421	1429	1437	1446	1454	1462	1470	1478	1486	1494
D	pos.	1414	1422	1430	1438	1447	1455	1463	1471	1479	1487	1495
E	1407	1415	1423	1431	1439	1448	1456	1464	1472	1480	1488	1496
F	1408	1416	1424	1432	1441	1449	1457	1465	1473	1481	1489	1497
G	1409	1417	1425	1433	1442	1450	1458	1466	1474	1482	1490	1498
H	1410	1418	1426	1434	1443	1451	1459	1467	1475	1483	1491	1499

Tabelle 30: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 15

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 04.06.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 09:17:46
 PLATE : 1500-1567+1574-1597Sal REF. FILTER : * OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.202	0.205	0.182	0.236	0.483	0.228	0.160	0.331	0.203	0.310	0.291	0.187
B	0.215	0.236	0.227	0.321	0.252	0.168	0.196	0.254	0.218	1.596	0.528	0.591
C	1.368	0.386	0.281	0.233	0.257	0.225	0.348	0.253	0.409	0.344	0.571	1.060
D	1.481	0.513	0.257	0.202	0.267	0.179	0.157	0.178	0.249	0.237	0.390	0.806
E	0.309	0.312	0.316	0.313	0.384	0.299	0.371	0.366	0.232	0.604	0.354	0.677
F	0.469	0.330	0.292	0.192	0.231	0.604	0.397	0.292	0.369	0.374	0.541	0.420
G	0.296	0.218	0.205	0.336	0.245	0.245	0.192	0.220	0.377	0.309	0.413	0.464
H	0.232	0.269	0.244	0.392	0.348	0.318	0.277	0.296	0.291	0.373	0.368	0.385

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 31: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 16

Platte 16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	1504	1512	1520	1528	1536	1544	1552	1560	1574	1582	1590
B	neg.	1505	1513	1521	1529	1537	1545	1553	1561	1575	1583	1591
C	pos.	1506	1514	1522	1530	1538	1546	1554	1562	1576	1584	1592
D	pos.	1507	1515	1523	1531	1539	147	1555	1563	1577	1585	1593
E	1500	1508	1516	1524	1532	1540	1548	1556	1564	1578	1586	1594
F	1501	1509	1517	1525	1533	1541	1549	1557	1565	1579	1587	1595
G	1502	1510	1518	1526	1534	1542	1550	1558	1566	1580	1588	1596
H	1503	1511	1519	1527	1535	1543	1551	1559	1567	1581	1589	1597

Tabelle 32: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 16

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 10.06.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 11:36:34
 PLATE : 1599-1600+1602+1603+1REF. FILTER16+1667-174: *I03 OPERATOR : Penner
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.162	0.483	0.122	0.248	0.119	0.297	0.105	0.223	0.085	0.085	0.108	0.158
B	0.155	0.127	0.195	0.270	0.727	0.165	0.206	0.202	0.279	0.233	0.175	0.126
C	1.105	0.119	0.074	0.151	0.151	0.368	0.631	0.410	0.123	0.169	0.108	0.262
D	0.972	0.112	0.246	0.119	0.178	0.181	0.275	0.104	0.094	0.108	0.179	0.134
E	0.271	0.276	0.163	0.123	0.173	0.135	0.130	0.149	0.084	0.131	0.164	0.135
F	0.228	0.340	0.155	0.426	0.328	0.127	0.456	0.194	0.144	0.161	0.258	0.147
G	0.113	0.127	0.295	0.235	0.121	0.207	0.471	0.113	0.112	0.142	0.256	0.170
H	0.217	0.170	0.298	0.128	0.123	0.250	1.318	0.141	0.149	0.193	0.231	0.178

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 33: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 17

Platte 17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	1605	1614	1672	1680	1688	1696	1704	1712	1720	1728	
B	neg.	1607	1615	1673	1681	1689	1697	1705	1713	1721	1729	1737
C	pos.	1608	1616	1674	1682	1690	1698	1706	1714	1722	1730	1738
D	pos.	1609	1667	1675	1683	1691	1699	1707	1715	1723	1731	1739
E	1599	1610	1668	1676	1684	1692	1700	1708	1716	1724	1732	1740
F	1600	1611	1669	1677	1685	1693	1701	1709	1717	1725	1733	1741
G	1602	1612	1670	1678	1686	1694	1702	1710	1718	1726	1734	1742
H	1603	1613	1671	1679	1687	1695	1703	1711	1719	1727		1743

Tabelle 34: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 17

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 11.06.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 16:19:28
 PLATE : 1744-1761+1768-1775+1811-1827+1843-1892Sam03 * OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.191	0.147	0.150	0.343	0.116	0.116	0.415	0.282	0.152	0.130	0.381	0.303
B	0.224	0.289	0.126	0.156	0.215	0.319	0.199	0.180	0.158	0.280	0.178	1.431
C	1.611	0.140	0.254	0.153	0.244	0.160	0.869	0.257	0.175	0.403	0.275	0.300
D	1.546	0.144	0.214	0.266	0.189	0.186	0.332	0.181	0.142	0.522	0.164	0.213
E	0.195	0.136	0.164	0.237	0.163	0.388	0.185	0.392	0.213	0.388	0.145	0.218
F	0.194	0.158	0.188	0.181	0.146	0.224	0.736	0.320	0.279	0.278	0.263	0.175
G	0.125	0.142	0.134	0.206	0.184	0.224	0.282	0.262	0.375	0.264	0.265	0.357
H	0.116	0.163	0.424	0.158	0.412	0.232	0.368	0.245	0.367	0.442	0.385	0.352

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 35: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 18

Platte 18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	1748	1756	1770	1813	1821	1844	1852	1860	1869	1877	1885
B	neg.	1749	1757	1771	1814	1822	1845	1853	1862	1870	1878	1886
C	pos.	1750	1758	1772	1815	1823	1846	1854	1863	1871	1879	1887
D	pos.	1751	1759	1773	1816	1824	1847	1855	1864	1872	1880	1888
E	1744	1752	1760	1774	1817	1825	1848	1856	1865	1873	1881	1889
F	1745	1753	1761	1775	1818	1826	1849	1857	1866	1874	1882	1890
G	1746	1754	1768	1811	1819	1827	1850	1858	1867	1875	1883	1891
H	1747	1755	1769	1812	1820	1843	1851	1859	1868	1876	1884	1892

Tabelle 36: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 18

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 04.06.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 12:23:52
 PLATE : 1893-1901+1912-1974+1983-2002Sal03 REF. FILTER3 : * OPERATOR : Penner
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.206	0.148	0.137	0.174	0.606	0.164	0.151	0.152	0.146	0.199	0.177	0.141
B	0.185	0.213	0.173	0.176	1.113	0.193	0.169	0.282	0.155	0.507	0.279	0.270
C	1.224	0.169	0.107	0.130	0.483	0.183	0.170	0.287	0.260	0.132	0.200	0.245
D	1.193	0.171	0.444	0.190	0.520	0.151	0.141	0.144	0.143	0.174	0.134	0.130
E	0.136	0.364	0.211	0.149	0.253	0.235	0.232	0.288	0.202	0.163	0.156	0.404
F	0.197	0.254	0.163	0.130	0.416	0.197	0.241	0.172	0.213	0.231	0.221	0.205
G	0.203	0.446	0.217	0.293	0.312	0.197	0.182	0.263	0.383	0.193	0.201	0.191
H	0.267	0.213	0.142	0.579	0.186	0.247	0.206	0.194	0.379	0.243	0.239	0.353

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle37: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 19

Platte 19	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	1897	1915	1919	1931	1939	1947	1955	1963	1971	1987	1995
B	neg.	1898	1916	1924	1932	1940	1948	1956	1964	1972	1988	1996
C	pos.	1899	1917	1925	1933	1941	1949	1957	1965	1973	1989	1997
D	pos.	1900	1918	1926	1934	1942	1950	1958	1966	1974	1990	1998
E		1893	1901	1923	1927	1935	1943	1951	1959	1967	1983	1991
F		1894	1912	1920	1928	1936	1944	1952	1960	1968	1984	1992
G		1895	1913	1921	1929	1937	1945	1953	1961	1969	1985	1993
H		1896	1914	1922	1930	1938	1946	1954	1962	1970	1986	1994

Tabelle 38: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 19

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 12.06.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 11:17:43
 PLATE : 2003+2019-2055+2066-2(REF. FILTER:7Sal03) : * OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.240	0.126	0.150	0.316	0.155	0.227	0.273	0.183	0.240	0.168	0.249	0.219
B	0.236	0.153	0.520	0.174	0.136	0.419	0.168	0.153	0.126	0.154	0.223	0.190
C	1.333	0.173	0.226	0.153	0.139	0.222	0.197	0.136	0.207	0.249	0.189	0.260
D	1.395	0.274	0.197	0.184	0.256	0.228	0.157	0.165	0.229	0.416	0.234	0.211
E	0.264	0.204	0.155	0.203	0.182	0.216	0.245	0.319	0.211	0.294	0.334	0.478
F	0.277	0.225	0.243	0.474	0.262	0.259	0.346	0.325	0.507	0.475	0.451	0.408
G	0.249	0.216	0.234	0.272	0.191	0.286	0.207	0.268	0.298	0.494	0.466	0.379
H	0.240	0.334	0.244	0.198	0.255	0.443	0.357	0.317	0.544	0.340	0.345	0.334

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 39: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 20

Platte 20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	2022	2030	2038	2046	2054	2072	2080	2088	2096	2112	2120
B	neg.	2023	2031	2039	2047	2055	2073	2081	2089	2105	2113	2121
C	pos.	2024	2032	2040	2048	2066	2074	2082	2090	2106	2114	2122
D	pos.	2025	2033	2041	2049	2067	2075	2083	2091	2107	2115	2123
E	2003	2026	2034	2042	2050	2068	2076	2084	2092	2108	2116	2124
F	2019	2027	2035	2043	2051	2069	2077	2085	2093	2109	2117	2125
G	2020	2028	2036	2044	2052	2070	2078	2086	2094	2110	2118	2126
H	2021	2029	2037	2045	2053	2071	2079	2087	2095	2111	2119	2127

Tabelle 40: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 20

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 13.06.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 13:02:26
 PLATE : 2128-2151+2155-2174+2REF. FILTER3 : * OPERATOR : Penner
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.210	0.177	0.139	0.175	0.199	0.146	0.096	0.183	0.159	0.103	0.209	0.154
B	0.223	0.150	0.123	0.204	0.271	0.131	0.137	0.113	0.178	0.100	0.183	0.206
C	1.441	0.167	0.137	0.351	0.163	0.211	0.112	0.195	0.153	0.170	0.161	0.173
D	1.491	0.155	0.202	0.339	0.141	0.193	0.141	0.220	0.175	0.103	0.217	0.132
E	0.162	0.198	0.170	0.229	0.194	0.183	0.149	0.155	0.159	0.127	0.174	0.134
F	0.314	0.215	0.231	0.223	0.187	0.283	0.243	0.218	0.330	0.212	0.238	0.229
G	0.154	0.196	0.220	0.206	0.204	0.353	0.282	0.325	0.305	0.287	0.212	0.360
H	0.136	0.303	0.194	0.241	0.211	0.514	0.247	0.270	0.380	0.262	0.309	0.272

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 41: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 21

Platte 21	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	2132	2140	2148	2159	2167	2180	2188	2196	2204	2212	2220
B	neg.	2133	2141	2149	2160	2168	2181	2189	2197	2205	2213	2221
C	pos.	2134	2142	2150	2161	2169	2182	2190	2198	2206	2214	2222
D	pos.	2135	2143	2151	2162	2170	2183	2191	2199	2207	2215	2223
E	2128	2136	2144	2155	2163	2171	2184	2192	2200	2208	2216	2224
F	2129	2137	2145	2156	2164	2172	2185	2193	2201	2209	2217	2225
G	2130	2138	2146	2157	2165	2173	2186	2194	2202	2210	2218	2226
H	2131	2139	2147	2158	2166	2174	2187	2195	2203	2211	2219	2227

Tabelle 42: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 21

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 15.06.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 21:44:23
 PLATE : 2228-2241+2264-2341 REF. FILTER : * OPERATOR : Penner
 OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.215	0.208	0.291	0.163	0.133	0.309	0.120	0.220	0.205	0.240	0.150	0.251
B	0.203	0.141	0.217	0.211	0.243	0.232	0.180	0.187	0.154	0.449	0.261	0.227
C	1.284	0.153	0.350	0.683	0.766	0.235	0.239	0.261	0.187	0.196	0.233	0.205
D	1.415	0.246	0.202	0.203	0.463	0.283	0.158	0.207	0.308	0.474	0.283	0.958
E	0.287	0.235	0.231	0.306	0.257	0.334	0.230	0.328	0.233	0.302	0.331	0.255
F	0.210	0.276	0.176	0.637	0.424	0.284	0.252	0.321	0.314	0.331	0.441	0.408
G	0.131	0.289	0.196	0.241	0.222	0.426	0.214	0.435	0.652	0.306	0.307	0.331
H	0.204	0.555	0.290	0.163	0.320	0.203	0.232	0.311	0.348	0.326	0.313	0.382

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 43: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 22

Platte 22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	2232	2240	2270	2278	2286	2294	2302	2310	2318	2326	2334
B	neg.	2233	2241	2271	2279	2287	2295	2303	2311	2319	2327	2335
C	pos.	2234	2264	2272	2280	2288	2296	2304	2312	2320	2328	2336
D	pos.	2235	2265	2273	2281	2289	2297	2305	2313	2321	2329	2337
E	2228	2236	2266	2274	2282	2290	2298	2306	2314	2322	2330	2338
F	2229	2237	2267	2275	2283	2291	2299	2307	2315	2323	2331	2339
G	2230	2238	2268	2276	2284	2292	2300	2308	2316	2324	2332	2340
H	2231	2239	2269	2277	2285	2293	2301	2309	2317	2325	2333	2341

Tabelle 44: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 22

DYNEX REVELATION 4.04

Name : KSB-Labor
 Address : Durlacher Allee 62
 : 76131 Karlsruhe
 Phone :
 FAX :

TEST NO. : W/L MODE : SINGLE DATE : 16.06.2003
 TEST NAME : ENTERISOL TEST FILTER : 450 nm TIME : 17:55:15
 PLATE : 2342-2387+1861+702-85:REF. FILTER : * OPERATOR : Penner

OVER limit : 3.600
 Calculation mode : Endpoint

DATA MATRIX/TABLE : OD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.174	0.280	0.246	0.148	0.321	0.132	0.201	0.917	0.478	0.224	1.313	0.579
B	0.174	0.242	0.119	0.103	0.197	0.155	0.179	0.181	0.909	0.580	0.810	0.224
C	1.168	0.222	0.138	0.132	0.219	0.203	0.185	0.873	0.089	0.235	0.845	0.634
D	1.185	0.191	0.150	0.186	0.276	0.307	0.790	2.750	0.518	0.213	0.402	0.187
E	0.171	0.173	0.196	0.153	0.180	0.333	0.651	1.076	1.065	0.884	2.917	1.740
F	0.158	0.194	0.185	0.141	0.173	0.325	0.686	2.028	0.321	0.288	0.802	0.456
G	0.231	0.126	0.166	0.134	0.143	0.225	1.390	0.211	0.628	0.347	0.591	0.230
H	0.157	0.226	0.215	0.150	0.189	0.294	0.248	0.437	0.652	0.855	0.471	0.264

***** Indicates an unread well or value out of range

DYNEX TECHNOLOGIES

Tabelle 45: Extinktionswerte der Proben auf Mikrotiterplatte 23

Platte 23	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	neg.	2346	2354	2362	2370	2378	2386					
B	neg.	2347	2355	2363	2371	2379	2387					
C	pos.	2348	2356	2364	2372	2380	1861					
D	pos.	2349	2357	2365	2373	2381						
E	2342	2350	2358	2366	2374	2382						
F	2343	2351	2359	2367	2375	2383						
G	2344	2352	2360	2368	2376	2384						
H	2345	2353	2361	2369	2377	2385						

Tabelle 46: Labornummern der Proben auf Mikrotiterplatte 23

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich sehr herzlich bedanken bei

Herrn Univ.-Prof. Dr. A. Stolle, Vorstand des Instituts für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die Überlassung des aktuellen Themas, die freundliche und großzügige Unterstützung bei der Anfertigung sowie der Durchsicht der Arbeit,

Herrn Dr. D. Stegen, Leiter des Stadtveterinäramtes Karlsruhe, des Schlachthofs und des KSB-Labors Karlsruhe, für die Anregung zu diesem Thema, die Finanzierung der Testdurchführung, die Bereitstellung des Arbeitsplatzes, die Ermöglichung der Beschäftigung innerhalb eines Angestelltenverhältnisses und die jederzeit geleistete Unterstützung sowie die Verbesserung des Manuskripts,

Frau Dr. B. Sperner, Fachtierärztin für Lebensmittel am Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die stets wertvolle Kritik und Hilfsbereitschaft bei der schriftlichen Ausarbeitung, sowie die zuverlässige Korrektur des Gesamtentwurfes,

Herrn Prof. Dr. K. Osterkorn für die statistische Beratung,

Frau Dr. K. Grossmann, Tierärztin am KSB-Labor Karlsruhe, für die Einarbeitung im KSB-Labor und die freundliche fachliche Beratung und Hilfsbereitschaft,

Herrn Dr. S. Lange, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, für die Bereitstellung eines Teils der ELISA-Testsysteme und die wiederholte fachliche Beratung, ebenso **Herrn E. Nilsson**, Product Manager SVANOVA Biotech AB für die fachliche Beratung,

Herrn Prof. Dr. R. Bauerfeind, Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten der Tiere der Justus-Liebig-Universität Giessen, für die fachliche Auskunft und die freundliche Bereitstellung von Fachliteratur,

Herrn Prof. Dr. L. H. Wieler, Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen der Freien Universität Berlin, **Herrn Prof. Dr. Th. Blaha**, Außenstelle für Epidemiologie der Tierärztlichen Hochschule Hannover, **Frau Dr. I. Schuett-Abraham**, Bundesinstitut für Risikobewertung, für ihre Hilfsbereitschaft in Literaturfragen,

Herrn Dr. von Breitenbuch, Veterinäramt Landkreis Osnabrück und **Frau Ch. Pöcker**, GIQS-Projekt, Außenstelle für Epidemiologie der Tierärztlichen Hochschule Hannover, für ihre Hilfsbereitschaft und die freundliche Bereitstellung von Fachliteratur,

Frau Dipl.-Ing. U.-B. Rangnick, Dutch Meat Board, für die Bereitstellung von Fachliteratur,

allen Mitarbeitern des Schlachthofs Karlsruhe, besonders **Herrn M. Bastida**, des Stadtveterinäramtes Karlsruhe, besonders **Herrn Dr. B. Hofschulte** und den Damen aus dem KSB-Labor für die freundliche Aufnahme und Zusammenarbeit,

Herrn Krüger, Viehzentrale Südwest, für die Unterstützung bei der Kontaktaufnahme mit den Betrieben,

Florian und **Klaus** für die Hilfe im Kampf mit der Statistik und anderen computerbedingten Problemen,

allen beteiligten Betriebsbesitzern, für die bereitwillige Auskunft,

Frau Dr. B. Schalch und **Herrn Dr. M. Bucher**, Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der Ludwig-Maximilians-Universität München, für ihre Hilfsbereitschaft.

Lebenslauf

Kirsten Barbara Penner

geboren am 05.05.1976 in Karlsruhe

Schulbildung

1982-1986 Grundschule Durmersheim

1986-1995 Gymnasium Durmersheim

1995 Allgemeine Hochschulreife

Studium

1995-2002 Studium der Veterinärmedizin an
der Freien Universität Berlin

Staatsexamen

24.05.2002

Approbation

16.07.2002

Berufliche Tätigkeit

ab Nov. 2002 Doktorandin am Institut für
Hygiene und Technologie der Lebensmittel
tierischen Ursprungs der Tierärztlichen
Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

ab Nov. 2002 Teilzeitlaborantin und
Durchführung des praktischen Teils der
Dissertation am KSB-Labor (Karlsruher
Schlacht Betriebe), Schlachthof und
Stadtveterinäramt Karlsruhe

