

**Wissenschaftliche Einrichtungen Veterinary Public Health  
Institut für Fleischhygiene und -technologie  
des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin**

**Zeitlich und lokal geschichtete Untersuchungen zur *Salmonella*-  
Prävalenz in einem Ferkelerzeuger-Mastbetrieb**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin  
an der  
Freien Universität Berlin**

**vorgelegt von**

**TOBIAS GÄNG  
Tierarzt aus Berlin**

**Berlin 2012**

**Journal-Nr.: 3616**

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek  
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Reinhard Fries  
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Karl-Heinz Lahrmann  
Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Lothar H. Wieler

*Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):*

*Salmonella* Typhimurium, pig farming, prevalence, horizontal transmission,  
vertical transmission, phenotypes

Tag der Promotion: 14.05.2013

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-315-8

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2012**

Dissertation, Freie Universität Berlin

**D 188**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2013

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

verlag@menschundbuch.de – [www.menschundbuch.de](http://www.menschundbuch.de)

**Für Peggy und Bakiri**



# Inhalt

<b>Inhalt</b> .....	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Abkürzungen</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Literaturübersicht</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1 Taxonomie und Nomenklatur</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2 Spezifische Eigenschaften von <i>Salmonella</i></b> .....	<b>4</b>
2.2.1 Biochemische Eigenschaften.....	5
2.2.2 Serologische Eigenschaften .....	6
2.2.3 Wirtsanpassung .....	6
2.2.4 Verbreitung .....	7
2.2.5 Salmonellen beim Menschen.....	8
2.2.6 Salmonellen beim Schwein.....	9
2.2.7 Monophasische <i>Salmonella</i> Typhimurium-Varianten .....	11
<b>2.3 Biosecurity in Haltungsbetrieben</b> .....	<b>13</b>
<b>2.4 Risikofaktoren in der Schweinehaltung</b> .....	<b>14</b>
2.4.1 Belebte und unbelebte Vektoren .....	15
2.4.1.1 Der Mensch.....	15
2.4.1.2 Andere Säuger .....	15
2.4.1.3 Invertebraten .....	16
2.4.1.4 Futter .....	16
2.4.1.5 Wasser .....	18
2.4.1.6 Luft .....	18
2.4.1.7 Erdboden.....	18
2.4.2 Management.....	18
2.4.2.1 Aufstallungsform .....	18
2.4.2.2 Temperatur.....	19
2.4.2.3 Tierzukäufe, Gruppenzusammensetzung .....	19
2.4.2.4 Belegungsverfahren, Belegungsdichte und Betriebsgröße .....	20
2.4.2.5 Reinigung und Desinfektion .....	20
2.4.3 Kontaminationen / Infektionen während des Transports und auf dem Schlachtbetrieb ..	21
<b>2.5 <i>Salmonella</i>-Monitoring in Deutschland (Schwein)</b> .....	<b>22</b>
<b>3. Material und Methoden</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1 Versuchsdesign</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2 Der Betrieb</b> .....	<b>24</b>
3.2.1 Das Betriebsgelände .....	25
3.2.2 Erhebung der Betriebsdaten.....	28
<b>3.3 Beprobungstechniken</b> .....	<b>29</b>
3.3.1 Material für die Beprobung .....	30
3.3.2 Probenqualitäten und Methoden der Beprobungen .....	30
3.3.3 Beprobungen auf dem Schlachtbetrieb .....	33
<b>3.4 Die mikrobiologische Untersuchung</b> .....	<b>34</b>
3.4.1 Laborgeräte und Einrichtungen .....	34
3.4.2 Die Nährmedien .....	34
3.4.2.1 Nicht selektive Nährmedien .....	34
3.4.2.2 Selektive Nährmedien.....	36

3.4.3	Aufarbeitung der Proben.....	37
3.4.3.1	Interne Kontrolle.....	37
3.4.4	Serotypisierung.....	38
<b>3.5</b>	<b>Auswertung.....</b>	<b>43</b>
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1</b>	<b>Betriebsdaten.....</b>	<b>45</b>
4.1.1	Bausubstanz und Tierplätze.....	45
4.1.2	Hygienemaßnahmen.....	46
4.1.3	Fütterung.....	47
4.1.4	Tierdaten / Tierbewegungen.....	47
4.1.5	Untersuchung auf Antikörper im Rahmen des <i>Salmonella</i> -Monitorings.....	49
<b>4.2</b>	<b>Ergebnisse der eigenen Untersuchungen.....</b>	<b>50</b>
4.2.1	Gesamtergebnis der Betriebsbeprobungen.....	50
4.2.2	Serovarverteilung innerhalb der gewonnenen Isolate der Betriebsbeprobungen.....	52
4.2.3	Zeitliche und lokale Schichtung der <i>Salmonella</i> -Funde.....	53
4.2.3.1	Betriebsgelände.....	53
4.2.3.2	Sauenhaltung (Stall 1).....	55
4.2.3.3	Abferkelbereich (Stall 1).....	56
4.2.3.4	Vormastbereich (Stall 1).....	59
4.2.3.5	Mastbereich (Stall 1, Mastabteilung 7 und 8).....	62
4.2.3.6	Mastbereich (Stall 2).....	64
4.2.4	Stuhlproben Mensch und Kotproben Hofhund.....	68
<b>4.3</b>	<b>Vergleich der Nachweise an den Stallinstallationen in Mast und Vormast.....</b>	<b>68</b>
<b>4.4</b>	<b>Ergebnisse der Untersuchung von NII. jejunales geschlachteter Masttiere... 68</b>	<b>68</b>
4.4.1	Allgemeine Verteilung.....	68
4.4.2	Serovarverteilung innerhalb der gewonnenen Isolate der Schlachtgruppen.....	70
<b>4.5</b>	<b>Die Salmonella-Prävalenz in der Abfolge der Tierbewegungen.....</b>	<b>71</b>
<b>5.</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>73</b>
<b>5.1</b>	<b>Allgemein.....</b>	<b>73</b>
<b>5.2</b>	<b>Zielsetzung.....</b>	<b>73</b>
<b>5.3</b>	<b>Die Untersuchung.....</b>	<b>74</b>
<b>5.4</b>	<b>Die Ergebnisse.....</b>	<b>75</b>
5.4.1	Betriebsdaten und Management.....	75
5.4.2	Die <i>Salmonella</i> -Prävalenz auf dem Betrieb.....	76
5.4.3	Antikörperstatus der geschlachteten Schweine.....	77
5.4.4	Nachgewiesene Serovaren.....	79
5.4.5	Prävalenz entlang der Produktionsschritte.....	80
5.4.6	Betriebsgelände (außerhalb der Stallungen).....	82
5.4.7	Der Mensch als Vektor.....	82
5.4.8	Prävalenz auf dem Gelände zeitlich und lokal geschichtet.....	82
5.4.9	Relative Häufigkeit und relatives Risiko an ausgewählten Probenqualitäten.....	84
5.4.10	Ergebnisse der Untersuchungen der NII. jejunales.....	84
5.4.11	Die <i>Salmonella</i> -Prävalenz in Abfolge der Tierbewegung.....	85
5.4.12	Fazit.....	87
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>88</b>
<b>7.</b>	<b>Summary.....</b>	<b>90</b>
<b>8.</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>92</b>
	<b>Publikationen.....</b>	<b>XII</b>
	<b>Danksagungen.....</b>	<b>XI</b>
	<b>Selbständigkeitserklärung.....</b>	<b>XIII</b>

# Abbildungsverzeichnis

## 2. Literaturübersicht

Abbildung 2.1: Gemeldete Fälle von Salmonellose beim Menschen in der EU (EFSA 2010 b, EFSA 2011)	8
--	---

## 3. Material und Methoden

Abbildung 3.1: Das Betriebsgelände	26
Abbildung 3.2: Grundriss und funktionelle Gliederung von Stall 1	27
Abbildung 3.3: Grundriss und funktionelle Gliederung von Stall 2	28
Abbildung 3.4: Beprobungspunkte im Außenbereich	33
Abbildung 3.5: Probenaufarbeitung (Labor)	38
Abbildung 3.6: Technische Durchführung der Untersuchung mit <i>Salmonella</i> -Antiseren	40
Abbildung 3.7: Arbeitsschritte für die Präparation der Isolate zur Gefrierkonservierung	41
Abbildung 3.8: Fließdiagramm der Arbeitsschritte zur Serotypisierung (FRIES 2005)	42

## 4. Ergebnisse

Abbildung 4.1: Bereichsüberschreitende Tierbewegungen im betrieblichen Ablauf	47
Abbildung 4.2: Anteil <i>Salmonella</i> -positiver Proben (in %), bezogen auf die Probenanzahl der einzelnen Probenahmeterminale	51
Abbildung 4.3: Gliederung des Betriebsgeländes	53
Abbildung 4.4: Die Sauenhaltung in Stall 1	55
Abbildung 4.5: Der Abferkelbereich in Stall 1	56
Abbildung 4.6: Der Vormastbereich in Stall 1	59

Abbildung 4.7: Der Mastbereich in Stall 1 .....	62
Abbildung 4.8: Gliederung von Stall 2 mit sechs Mastabteilungen .....	64
Abbildung 4.9: Beprobung auf dem Betrieb und zeitliche Zuordnung der Lymphknotenproben .....	69
Abbildung 4.10: Auftreten von <i>S. Typhimurium</i> Varianten bei den Beprobungen der drei begleiteten Mastgruppen im zeitlichen Verlauf .....	72
<b>5. Diskussion</b>	
Abbildung 5.1: Anteil der <i>Salmonella</i> -positiven Proben je Beprobungstermin (Pn) im Vergleich zu den Ergebnissen der Stichprobenuntersuchung auf Antikörper gemäß Schweine-Salmonellen-Verordnung (Ak) .....	78
Abbildung 5.2: Auftreten von <i>S. Typhimurium</i> -Varianten in den sukzessiven Produktionsab- schnitten der drei Mastgruppen .....	86



# Tabellenverzeichnis

## 2. Literaturübersicht

Tabelle 2.1: Vorschlag zu Nomenklatur & Taxonomie innerhalb des Genus <i>Salmonella</i> (TINDALL et al. 2005)	3
Tabelle 2.2: Anzahl der bei <i>Salmonella</i> bekannten Serovaren (GRIMONT und WEILL 2007)	3
Tabelle 2.3: Überlebenszeit von <i>Salmonella</i> in verschiedenen Habitaten (MARBURGER 2006 und ergänzt)	4
Tabelle 2.4: Charakteristische Eigenschaften der Gattung <i>Salmonella</i> (BAUMGART 2004)	5
Tabelle 2.5: Differenzierung von <i>Salmonella</i> anhand phänotypischer Merkmale (GRIMONT und WEILL 2007)	5
Tabelle 2.6: Einteilung der <i>Salmonella</i> -Serovaren nach Wirtsanpassung und Bedeutung für Tier und Mensch (SELBITZ 2011)	7
Tabelle 2.7: An das RKI gemeldete Fälle humaner Salmonellose in Deutschland in den Jahren 2001 bis 2010 und Anteil der Serovaren (RKI 2003 a,b; RKI 2004 a,b; RKI 2005 a,b; RKI 2006 a,b; RKI 2007 a,b; RKI 2008 a,b; RKI 2009 a,b; RKI 2010 a,b; RKI 2011 a,b)	9
Tabelle 2.8: Berichte über die Isolierung von <i>Salmonella enterica</i> Serovar 4,[5],12:i:- (SWITT et al. 2009, EFSA 2010a und ergänzt)	12
Tabelle 2.9: Maßnahme, um den Eintrag eines neue <i>Salmonella</i> -Typs in einem Betrieb zu verhindern (Expertenbefragung) (BROUWER et al. 2011)	14
Tabelle 2.10: Maßnahme, um die Ausbreitung eines neu in einem Betrieb auftretenden <i>Salmonella</i> -Typs zu verhindern (Expertenbefragung) (BROUWER et al. 2011)	14
Tabelle 2.11: Bewertung der Untersuchungsergebnisse auf <i>Salmonella</i> -Antikörper bei Schlachtschweinen (ANONYMUS 2007)	23

## 3. Material und Methoden

Tabelle 3.1: Bei den Beprobungen verwendetes Verbrauchsmaterial	30
Tabelle 3.2: Probenqualitäten und Technik der Beprobung	31/32

Tabelle 3.3: Auflistung der verwendeten Laborgeräte .....	34
Tabelle 3.4: Zur Serotypisierung verwendetes Material .....	38
Tabelle 3.5: Zur Serotypisierung verwendete Testseren (Sifin, Berlin) .....	39
<b>4. Ergebnisse</b>	
Tabelle 4.1: Tierplatzanzahl in den Produktionsbereichen .....	45
Tabelle 4.2: Verteilung von Tierplatzanzahl und Aufstallungsformen in den Stallungen .....	46
Tabelle 4.3: Betriebsinterne Maßnahmen zur Schädlingsbekämpfung .....	46
Tabelle 4.4: Termine der Betriebsbeprobungen .....	48
Tabelle 4.5: Stallbuchdaten zu Ein- und Ausstallung in den Mastabteilungen während des Beprobungszeitraumes .....	49
Tabelle 4.6: Ergebnisse der <i>Salmonella</i> -Antikörper-Untersuchungen (Zeitraum 3. Quartal 2008 bis 2. Quartal 2010) nach der Schweine-Salmonellen-Verordnung .....	50
Tabelle 4.7: Probenanzahl an den Probenahmeterminen und Anteil <i>Salmonella</i> -positiver Proben .....	51
Tabelle 4.8: Probenanzahlen und positive Funde insgesamt, gegliedert nach Funktions- bereichen .....	52
Tabelle 4.9: Ergebnisse der Serotypisierung der Isolate aus den Betriebsbeprobungen .....	53
Tabelle 4.10: Probenanzahl und <i>Salmonella</i> -positive Proben auf dem Betriebsgelände je Probenahmetermin und insgesamt in absoluten Zahlen .....	54
Tabelle 4.11: Zeitliche und lokale Schichtung der <i>Salmonella</i> -Prävalenz auf dem Betriebs- gelände .....	55
Tabelle 4.12: Probenanzahl und <i>Salmonella</i> -positive Proben im Abferkelbereich (Stall 1) je Probenahmetermin und insgesamt in absoluten Zahlen .....	57

Tabelle 4.13: Zeitliche und lokale Schichtung der <i>Salmonella</i> -Prävalenz im Abferkelbereich (Stall 1)	58
Tabelle 4.14: Probenanzahl und <i>Salmonella</i> -positive Proben im Vormastbereich (Stall1) je Probenahmetermin und insgesamt in absoluten Zahlen	59
Tabelle 4.15: Zeitliche und lokale Schichtung der <i>Salmonella</i> -Prävalenz im Vormastbereich (Stall1)	61
Tabelle 4.16: Probenanzahl und <i>Salmonella</i> -positive Proben im Mastbereich (Stall 1) je Probenahmetermin und insgesamt in absoluten Zahlen	62
Tabelle 4.17: Zeitliche und lokale Schichtung der <i>Salmonella</i> -Prävalenz im Mastbereich (Stall 1)	63
Tabelle 4.18: Probenanzahl und <i>Salmonella</i> -positive Proben im Mastbereich (Stall 2) je Probenahmetermin und insgesamt in absoluten Zahlen	65
Tabelle 4.19: Zeitliche und lokale Schichtung der <i>Salmonella</i> -Prävalenz im Mastbereich (Stall 2)	67
Tabelle 4.20: Relative Häufigkeit und relatives Risiko der <i>Salmonella</i> -Funde an den Stallinstallationen der Vormast- und Mastbereiche	68
Tabelle 4.21: Probenanzahlen der Lymphknoten-Untersuchungen und Anteil positiver Proben	70
Tabelle 4.22: Verteilung der Serotypen innerhalb der Isolate aus den NII. jejunales	70
 <b>5. Diskussion</b>	
Tabelle 5.1: Ergebnisse ausgewählter Studien zur <i>Salmonella</i> -Prävalenz in Schweinehaltungen	77
Tabelle 5.2: Ergebnisse der Untersuchungen an den Heizlüftern in den Mastabteilungen von Stall 2	83
Tabelle 5.3: Ausgewählte Probenqualitäten geordnet nach relativer Häufigkeit und relativem Risiko	84
Tabelle 5.4: Ergebnisse der Lymphknotenuntersuchungen an unterschiedlichen Schlachtschweinesendungen (LEUE (2005), vereinfacht)	85

## Abkürzungen

Abs.	Absatz
Art.	Artikel
Aqua dest.	Aqua destillata (destilliertes Wasser)
BHI	Brain-Heart-Infusion
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BPW	Buffered Pepton Water
bzw.	beziehungsweise
d	Tag
DIN	Deutsches Institut für Normung
EFSA	European Food Safety Authority
ELISA	Enzyme-linked Immunosorbent Assay
EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
et al.	et alii (und andere)
Fa.	Firma
g	Gramm
h	Stunde
HIV	Humanes Immundefizienz-Virus
KbE	Kolonie bildende Einheit
l	Liter
ml	Milliliter
MSRV	Modified Semisolid Rappaport Vasiliadis
NaCl	Natrium Chlorid
NII.	Nodi lymphatici
Nr.	Nummer
PCR	Polymerase Chain Reaction
Pn	Probenahmetermin
RKI	Robert Koch Institut
RV	Rapaport Vasilliadis
S.	<i>Salmonella</i>
Schlachtgr.	Schlachtgruppe
spp.	Spezies (plural)
ssp.	Subspezies
WHO	World Health Organisation
XLT 4	Xylose-Lactose-Tergitol-4
°C	Grad Celcius

# **Begriffsbestimmungen**

## **Jahresmittel, gleitendes**

(Gemäß Schweine-Salmonellen-Verordnung) Prozentualer Anteil der Masttiere mit Salmonellenantikörpern anhand einer für jedes Kalendervierteljahr erstellten Auswertung, dem die Ergebnisse der Untersuchungen der letzten 12 Monate zugrunde liegen.

## **Mastabteilung**

Raum, der ausschließlich für die Schweinemast verwendet wird und in dem sich eine oder mehrere Buchten für Masttiere befinden.

## **Mastdurchgang**

Zeitraum von der Belegung einer Mastabteilung mit einer Masteinheit bis zur endgültigen Räumung dieser Mastabteilung.

## **Masteinheit**

Tiere einer Altersgruppe, die gemeinsam in einer Mastabteilung gehalten werden.

## **Probenqualitäten mit direktem Tierkontakt**

Probenqualitäten, die sich direkt in den Buchten befinden.

## **Salmonella-Seroprävalenz**

Vorhandensein eines *Salmonella*-Antikörpertiters bei den Tieren.

## **Schlachtgruppe**

Gruppe von Masttieren aus einer oder mehreren Masteinheiten, die an einem Termin an den Schlachtbetrieb geliefert wurden.

## **Serviceperiode**

Zeitraum, für den die Vormast- oder Mastabteilung leer steht und in dem die Vorbereitung für den nächsten Mastdurchgang erfolgt.

## **Stallinstallationen**

Einrichtungsgegenstände, die nicht ohne technischen Aufwand aus einer Mastabteilung entfernt werden können (Türklinen, Böden, Nippeltränken, Futtertröge, Ketten).

**Vormast**

Phase vom Aufstallen der abgesetzten Ferkel bis zu einem Lebendgewicht von ca. 35-40 Kg. In dieser Phase werden die Tiere von der manuellen Fütterung mit Ferkelfutter auf Automatenfütterung mit Mastfutter umgewöhnt.

**Vormastabteilung**

Raum, der ausschließlich für die Vormast verwendet wird und in dem sich eine oder mehrere Buchten für Tiere in der Vormast befinden.

**Zugangstür zur Mast- / Vormastabteilung**

Tür, durch die Menschen und Schweine eine Abteilung betreten und verlassen.

# 1. Einleitung

Salmonellen sind trotz weitgehender Kenntnis ihrer Epidemiologie ein bedeutendes Problem in der Schweinehaltung. Die Eintragsquellen in landwirtschaftliche Betriebe und damit in die Lebensmittelkette sind durch viele Untersuchungen beschrieben. Doch gibt es in der Literatur widersprüchliche Angaben bezüglich der Verteilungswege innerhalb eines Betriebes, deren Bedeutung und den Möglichkeiten, diese zu unterbrechen. Für die Reduktion eines Erregers auf einem landwirtschaftlichen Betrieb ist es notwendig, die epidemiologischen Faktoren zu erkennen und die Veränderungen auch innerhalb der Population des Erregers zu beobachten. Ohne eine genaue Betrachtung der individuellen Situation auf einem Betrieb ist das Erreichen einer nachhaltigen Reduktion der Erreger-Prävalenz unwahrscheinlich. Dabei darf auch die Interaktion des Tieres mit seiner Umwelt nicht unberücksichtigt bleiben. Um die Bedeutung des Auftretens von Salmonellen in der Tierumgebung für die Salmonellen-Belastung im Tierkörper verifizieren und verdeutlichen zu können, ist eine Begleitung der Tiere mit regelmäßiger Untersuchung der Tierumgebung und abschließender Feststellung der Salmonellenbelastung des Tierkörpers notwendig.

Die hier vorgestellte Arbeit sollte durch zeitliche und lokale Schichtung ein Bild über Prävalenz und Dynamik von *Salmonella* im Ökosystem eines Schweinehaltungsbetriebes erbringen. Hierzu wurden Mastschweine in 14-tägigen Intervallen über die Dauer eines Mastdurchganges verfolgt. Dabei sollten Ergebnisse von kultureller Isolierung und Serotypisierung die möglichen Veränderungen der *Salmonella*-Prävalenz innerhalb des Beprobungszeitraumes aufzeigen, sodass gegebenenfalls durch die Darstellung der Entwicklung mögliche Prävalenz-Schwerpunkte im Betrieb erkennbar werden. Ergänzend erfolgte durch die Untersuchung der Nil. jejunales geschlachteter Tiere ab der zweiten Hälfte des Beprobungszeitraumes auf dem Haltungsbetrieb die Feststellung der Salmonellen-Belastung aus dem Betrieb herausgehender Tiere. Abschließend sollte durch die Verknüpfung der Haltungs- und Schlachtbetriebsdaten mit den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen für einzelne, über mehrere Produktionsschritte begleitete Masteinheiten die *Salmonella*-Prävalenz in der Tierbewegung dargestellt werden.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1 Taxonomie und Nomenklatur

Die Erstellung der wissenschaftlichen Namen der Procaryota wird im International Code of Nomenclature of Bacteria (Bacteriological Code) geregelt und durch das International Committee on Systematics of Prokaryotes (ICSP) überwacht und veröffentlicht.

Unterschiedliche Ansätze zur Taxonomie von *Salmonella* wurden diskutiert (EUZEBY 1999; EZAKI und KAWAMURA 2000, YABUUCHI und EZAKI 2000). Es gab vier Ansätze, die sich teilweise überschneiden (LE MINOR und POPOFF 1987).

Die auf klinischen Eigenschaften basierende Taxonomie war durch das ubiquitäre Vorkommen einiger *Salmonella*-Stämme schwierig. Die auf Antigen-Eigenschaften basierende Taxonomie von White (WHITE 1926) und Kauffmann führte zu dem „one serovar - one species concept“ (KAUFFMANN 1961, 1966), das bei 2100 Serovaren bereits damals nicht haltbar war. Zahlreiche Ansätze scheiterten daran, dass sich nicht alle Serovaren in ihren biochemischen Eigenschaften unterschieden (LE MINOR und POPOFF 1987).

Basierend auf Nucleotid-Sequenzen zeichnete sich eine Taxonomie ab, die lediglich eine einzige *Salmonella*-Spezies beinhaltete (CROSA et al. 1973). Als einzige *Salmonella*-Spezies führte die „Approved List of Bacterial Names“ *Salmonella cholerasuis* (SKERMAN et al. 1980), die als Genospezies alle anderen Vertreter als Serovaren beinhaltete. Da *S. cholerasuis* sowohl Spezies- als auch Serovarbezeichnung war, gab es unterschiedliche Auffassungen zur Nomenklatur (LE MINOR und POPOFF 1987, BRENNER et al. 2000).

Nach LE MINOR und POPOFF (1987) sollte es eine Taxonomie mit nur einer Spezies (*Salmonella enterica*) geben. LE MINOR et al. (1982) vermuteten die Existenz einer zweiten Spezies (Bongor), diese fand zunächst jedoch keine Berücksichtigung. Später wiesen REEVES et al. (1989) diese zweite Spezies, *Salmonella bongori*, nach. Eine weitere Spezies (*Salmonella subterranea*) wurde beschrieben (SHELABOLINA et al. 2004), jedoch nicht dem Genus *Salmonella* zugeordnet (GRIMONT und WEILL 2007). Diese Diskussion fand erst 2005 bzw. 2007 mit der heute verwendeten Nomenklatur einen vorläufigen Abschluss. Mit ihr wird die Empfehlung von TINDALL et al. (2005) vom WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella* umgesetzt (GRIMONT und WEILL 2007).



Tabelle 2.1: Vorschlag zu Nomenklatur und Taxonomie innerhalb des Genus *Salmonella* (TINDALL et al. 2005)

Genus	Spezies	Subspezies
<i>Salmonella</i>	enterica	
		enterica
		arizonae
		diarizonae
		houtanae
		indica
		salamae
	bongori	

Das Genus *Salmonella* besteht nach der aktuellen Auffassung aus den zwei Spezies *S. enterica* und *S. bongori* (LE MINOR und POPOFF 1987, REEVES et al. 1989, TINDALL et al. 2005, GRIMONT und WEILL 2007).

Die Zuordnung der sechs *S. enterica*-Subspezies erfolgt anhand biochemischer Merkmale. Nach GRIMONT und WEILL (2007) sind 2.579 Serovaren nachgewiesen, die gemäß Kauffmann-White-Le-Minor-Schema mit Hilfe der Antigen-Eigenschaften eingeteilt werden (Tabelle 2.2). Das Schema wird regelmäßig von dem WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella* aktualisiert und bildet die international verbindliche Grundlage für die Nomenklatur der Salmonellen (SELBITZ 2007).

Im Zeitraum von 2003 bis 2007 wurden 70 neue *Salmonella* Serovaren beschrieben (GUIBOURDENCHE et al. 2010).

Tabelle 2.2: Anzahl der bei *Salmonella* bekannten Serovaren (GRIMONT und WEILL 2007).

Spezies	Subspezies	Anzahl der Serovaren
<i>S. enterica</i>		(2.557)
	<i>S. enterica</i> ssp. <i>enterica</i>	1.531
	<i>S. enterica</i> ssp. <i>salamae</i>	505
	<i>S. enterica</i> ssp. <i>arizonae</i>	99
	<i>S. enterica</i> ssp. <i>diarizonae</i>	336
	<i>S. enterica</i> ssp. <i>houtanae</i>	73
	<i>S. enterica</i> ssp. <i>indica</i>	13
<i>S. bongori</i>		22
<b>Insgesamt (Genus <i>Salmonella</i>)</b>		<b>2.579</b>

Früher wurden für alle Serovaren Namen angegeben. Heute ist dies nur für die Serovaren von *Salmonella enterica* ssp. *enterica* üblich, da über 99,5% aller weltweit isolierten Stämme zu dieser Subspezies gehören (GRIMONT und WEILL 2007, SELBITZ 2011). Hier wird nur die Serovarbezeichnung, beginnend mit einem Großbuchstaben, angegeben. Bei allen

anderen Subspezies werden die Serovaren über ihre Antigenformel beschrieben (SELBITZ 2011).

Alle Serovaren werden der ehemals als Kauffmann-White-Schema bezeichneten Systematik zugeordnet. Aufgrund der Weiterentwicklung dieses Schemas durch die Entdeckung neuer Serovaren wird es nunmehr White-Kauffmann-Le-Minor-Schema genannt, da Le Minor einen großen Teil der heute bekannten Serovaren beschrieben hat (GRIMONT und WEILL 2007). Die Gruppen werden nicht mehr wie früher mit Buchstaben bezeichnet, sondern mit dem für die Gruppe charakteristischen O-Antigen (Beispiel: Die ehemalige Gruppe B ist im neuen Schema Gruppe O:4). Weiterhin wird von GRIMONT und WEILL (2007) empfohlen, statt der bisherigen Kurzschreibweise der Serovaren, z.B. S. Typhimurium, besser Spezies und Serovar zusammen, z.B. S. enterica Serovar Typhimurium, anzugeben.

## 2.2 Spezifische Eigenschaften von Salmonella

Salmonellen sind gramnegative, stäbchenförmige, fakultativ anaerobe Bakterien mit einer Größe von 0,7 - 1,5 µm x 2,0 – 2,5 µm. Die Vertreter von *Salmonella* spp. sind bis auf *S. gallinarum gallinarum* und *S. gallinarum pullorum* beweglich (BAUMGART 2004).

Beispiele für in Studien nachgewiesene Überlebenszeiten in verschiedenen Habitaten sind in Tabelle 2.3 aufgeführt.

Tabelle 2.3: Überlebenszeit von *Salmonella* in verschiedenen Habitaten (MARBURGER 2006 und ergänzt)

Habitat	Überlebenszeit	Literaturquelle
Kot (Kuh), trocken	2136 d	PLYM-FORSHELL und EKESBO (1996)
Kuhdung	183 – 204 d	FORSHELL und EKESBO (1993)
Kuhdung, kompostiert	≤ 7 d	FORSHELL und EKESBO (1993)
Schweinekot, trocken	364 d	GRAY und FEDORKA-CRAY (2001)
Schweinekot, feucht	84 d	GRAY und FEDORKA-CRAY (2001)
Flüssigmist von Schweinen	39 d	BÖHM (1993)
Hühnermist	14 – 154 d	HIMATHONGKHAN et al. (2000)
Kuhharn	≤ 5 d	PLYM-FORSHELL und EKESBO (1996)
Futter	≤ 553 d (bei 7°C)	NASHED (1986)
Erdboden	28 - 77 d	PLATZ (1981)
Wasser	≤ 54 d	MOORE et al. (2003)
Bodensatz im Wassertank	≤ 119 d	MOORE et al. (2003)
Staub	1400 d	BÖHM (1993)
Aerosole	≥ 2 h	McDERMID und LEVER (1996)
Glatte Metallflächen	14 d	BÖHM (1993)

d = Tage h = Stunden

## 2.2.1 Biochemische Eigenschaften

Tabelle 2.4 zeigt die für Salmonellen charakteristische Kombination von Eigenschaften.

Tabelle 2.4: Charakteristische Eigenschaften der Gattung *Salmonella* (BAUMGART 2004)

Untersuchung	Reaktion
Oxidase	-
Katalase	+
Bildung von Säure aus Lactose	-
Indol	-
Urease	-
H <sub>2</sub> S (TSI-Agar)	+
Citrat als einzige Kohlenstoffquelle (Ausnahme: <i>S. Typhi</i> )	+
Methylrot	+
Voges-Proskauer	-
Lysindecaboxylase	+
Ornithindecaboxylase	+

+ = positive Reaktion - = negative Reaktion

Anhand biochemischer Reaktionen kann eine Differenzierung der Spezies und Subspezies erfolgen (Tabelle 2.5).

Tabelle 2.5: Differenzierung von *Salmonella* anhand phänotypischer Merkmale (GRIMONT und WEILL 2007)

	<i>Salmonella enterica</i> ssp.						<i>Salmonella bongori</i>
	enterica	salamae	arizonae	diarizonae	houtenae	indica	
ONPG Test (2h)	-	-	+	+	-	d	+
β - Glukuronidase	d	d	-	+	-	d	-
α - Glutamyltransferase	+	+	-	+	+	+	+
Ducitol	+	+	-	-	-	d	+
Sorbitol	+	+	+	+	+	-	+
Galakturonat	-	+	-	+	+	+	+
Malonat Alkalisierung	-	+	+	+	-	-	-
L(+) Tartrat <sup>a</sup> Nutzung	+	-	-	-	-	-	-
Hydrolyse von Gelatine	-	+	+	+	+	+	-
Wachstum auf KCN	-	-	-	-	+	-	+
Mucate	+	+	+	- (70 %)	-	+	+
Salicine	-	-	-	-	+	-	-
Lactose	-	-	- (75 %)	+	-	d	-
Phage O1 empfindlich	+	+	-	+	-	+	d

+ = ≥ 90% der Stämme sind positiv

- = weniger als 10% der Stämme sind positiv

d = die verschiedenen Serovaren reagieren unterschiedlich

+\* = Typhimurium d, Dublin -

ONPG = ortho-nitrophenyl-β-D-Galactopyranoside

KCN = Kalium cyanide

<sup>a</sup> = d-Tartrat

## 2.2.2 Serologische Eigenschaften

Die Unterteilung der Serovaren erfolgt anhand der O- (Oberflächen-Lipopolysaccharide), H- (Flagella-Proteine) und Vi- (Kapsel-Polysaccharide) Antigene (GRIMONT und WEILL 2007). Das hochvariable O-Antigen ist der äußere Abschluss des Lipopolysaccharids in der Zellwand von gramnegativen Bakterien (SLAUCH et al. 1996). Welche O-Gruppe vorliegt, entscheidet sich durch die Wiederholungen der Oligosaccharid-Untereinheit, die jeweils aus drei bis sechs Zuckern besteht (HELLERQVIST et al. 1968).

Das H-Antigen ist ein Proteinantigen (Flagellin), wobei mehrere Flagellin-Untereinheiten das Geißelfilament bilden. Die mittlere oberflächenexponierte Region des Flagellins variiert in ihrer antigenetischen Eigenschaft. Salmonellen exprimieren in der Regel zwei verschiedene Geißelantigene, Phase 1 (H1-Antigen) und Phase 2 (H2-Antigen), treten also biphasisch auf (TSCHÄPE et al. 2009). Es gibt auch monophasische Vertreter, die aufgrund von Mutation bzw. Deletion der entsprechenden Gene nur die erste oder zweite Phase ausbilden. Auch biphasische Salmonellen können während eines Phasenwechsels monophasisch auftreten, da sie abwechselnd die beiden Antigene produzieren (McQUISTON et al. 2008).

Für den Nachweis von *S. Typhi* und *S. Paratyphi* wird zusätzlich der Nachweis eines Vi- (Polysaccharid-/Virulenz-) Antigens genutzt. Dieses spezielle Kapsel-Antigen verhindert die Reaktion der Bakterien mit O-Antikörpern. Es kommt nur bei diesen beiden Serovaren vor (VIRLOGEUX-PAYANT und POPOFF 1996).

## 2.2.3 Wirtsanpassung

Nur Serovaren von *S. enterica* ssp. *enterica* sind für Warmblüter von Bedeutung (BRENNER et al. 2000). Die anderen Subspezies von *S. enterica* und *S. bongori* haben für Kaltblüter und die Umwelt Bedeutung (BRENNER et al. 2000). Entsprechend ihrer Wirt-Prävalenz können Salmonellen in die Gruppen „wirtspezifisch“ und „nicht auf einen Wirt begrenzt“ eingeteilt werden (RABSCH et al 2002). Eine Übersicht der wichtigsten Vertreter gibt Tabelle 2.6.

Tabelle 2.6: Einteilung der Serovaren nach Wirtsanpassung und Bedeutung für Tier und Mensch (SELBITZ 2011)

Hauptmerkmale	Vertreter	Bedeutung für Tiere	Bedeutung für Menschen
Anpassung an den Menschen	S. Typhi, S. Paratyphi A, B, C	bedeutungslos	Erreger von Typhus und Paratyphus
Anpassung an bestimmte Tierarten	S. Dublin (Rind) S. Cholerasuis (Schwein) S. Gallinarum (Huhn) S. Abortusequi (Pferd) S. Abortusovis (Schaf)	ausgeprägte Krankheitsbilder, seuchenhafte Krankheitsverläufe	Infektionen selten, in Einzelfällen schwere Erkrankungen (S. Dublin, S. Cholerasuis)
keine Anpassung an bestimmte Tierarten, aber z.T. invasiv	S. Enteritidis, S. Typhimurium	latente Infektionen bis schwere seuchenhafte Krankheitsverläufe	Haupterreger von Zoonosen (Enteritis infectiosa)
keine Anpassung an bestimmte Tierarten, nicht invasiv	mehr als 2000 weitere Serovaren	vorwiegend latente Infektionen/Erkrankungen möglich	punktueller Bedeutung als Zoonoseerreger

## 2.2.4 Verbreitung

Im Jahr 2009 stammten von den 4057 an das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) eingesandten *Salmonella*-Isolaten 34,1 % von Nutztieren, 25,9 % von Lebensmitteln, 20,8 % von Heim-, Zoo- und Wildtieren, 9,2 % von Futtermitteln, 6,6% von Umweltproben und 3,4 % von sonstigen Proben. 91 % der Isolate aus Lebensmitteln stammen von Lebensmitteln tierischen Ursprungs (FRIEDRICH et al. 2011).

Gemäß der Verordnung über meldepflichtige Tierkrankheiten sind bei allen Tierarten festgestellte Salmonellen oder Salmonellose meldepflichtig. Ausgenommen sind Salmonelleninfektionen, für die eine Mitteilungspflicht nach §4 der Hühner-Salmonellen-Verordnung besteht sowie Salmonellose und ihre Erreger des Rindes, soweit eine Anzeigepflicht nach §1 Nr. 28 der Verordnung über anzeigepflichtige Tierseuchen besteht (ANONYMUS 2011a).

Fälle von Salmonellen-Übertragung durch Reptilien auf den Menschen sind beschrieben, dieser Weg macht jedoch derzeit nur einen kleinen Teil der *Salmonella*-Infektionen beim Menschen aus. Aufgrund der zunehmenden Zahl von Reptilien und anderen exotischen Tieren als Haustiere wird der Vektorfunktion dieser Tiergruppe zukünftig eine wachsende Bedeutung zukommen (BERTRAND et al. 2008). Die Zahl der an das Bundesinstitut für Risikobewertung gesandten Isolate aus dieser Gruppe ist steigend (FRIEDRICH et al 2011). Bei Obst, Gemüse und Sprossen liegen als Ursachen oftmals bereits kontaminiertes Saatgut, eine Kontamination aus der Umwelt (z.B. Fäkalien von Tieren, verunreinigtes

Wasser) oder menschliche Einflüsse (z.B. erkrankte Zwischenhändler) zugrunde (HANNING et al. 2009).

Auch Pflanzen können für *Salmonella* und andere *Enterobacteriaceae* als Wirt fungieren. Den Pflanzen kommt deshalb als Reservoir vermutlich eine größere Bedeutung zu als bisher angenommen (SCHIKORA et al. 2011).

Salmonellen eines Serovares konnten in verschiedenen ökologischen Nischen isoliert werden, woraus sich eine nischenübergreifende Verbreitung von Salmonellen ergibt (WEIGEL et al. 2007).

### 2.2.5 Salmonellen beim Menschen

Bei den meisten Patienten verursacht *S. enterica* lokale, selbstbegrenzende entzündliche und sekretorische Gastroenteritiden, nur bei ca. 5 % der Patienten kommt es zu einer systemischen Erkrankung (TSCHÄPE et al. 2009). Dagegen verlaufen Erkrankungen mit an den Menschen adaptierten Salmonellen (*S. Typhi* und *S. Paratyphi*) in 95 % der Fälle generalisiert und beschränken sich nur bei 5 % auf enterische Symptome (TSCHÄPE et al. 2009).

Beim gesunden erwachsenen Menschen liegt die minimale Infektionsdosis bei  $10^4$ - $10^6$  Keimen. Handelt es sich um stark fetthaltige Lebensmittel (z.B. Käse, Schokolade oder Salami), Gewürze oder besteht eine besondere Disposition, z. B. Abwehrschwäche (Säuglinge, Kleinkinder, alte Menschen, HIV-Kranke), sind Erkrankungen bereits bei Infektionsdosen von weniger als 100 Keimen beobachtet worden (RKI 2009c). Die Inkubationszeit beträgt in der Regel 12 bis 36 Stunden, kann aber auch in einem Zeitrahmen von 7 bis 72 Stunden liegen (KÜHN et al. 1994).

In der Europäischen Union (EU) sinkt die Zahl gemeldeter Salmonellosefälle des Menschen seit Jahren kontinuierlich (Abbildung 2.1).

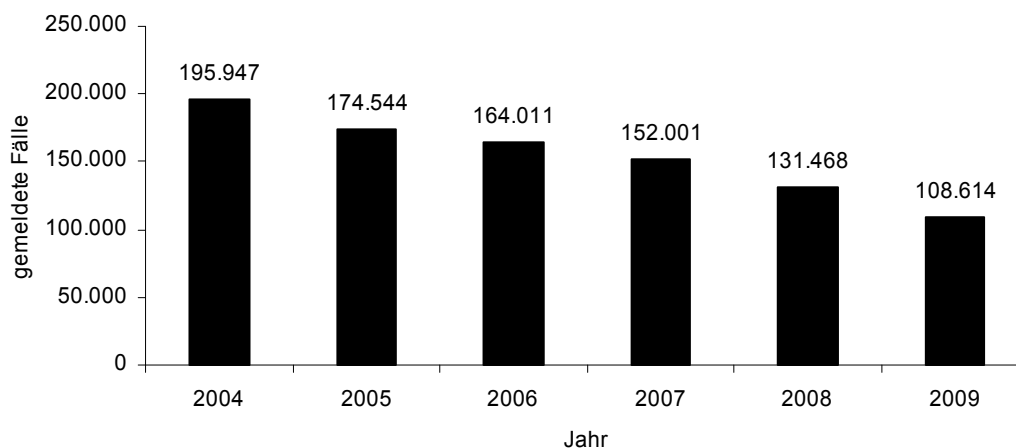


Abbildung 2.1: Gemeldete Fälle von Salmonellose beim Menschen in der EU (EFSA 2010b, EFSA 2011)

In Deutschland sind Verdacht, Erkrankung sowie Tod gemäß Infektionsschutzgesetz § 6 Abs. 1 Nr. 1n bei Typhus abdominalis und Paratyphus namentlich meldepflichtig. Nach § 6 Abs. 1 Nr. 2 sind der Verdacht auf und die Erkrankung an einer mikrobiell bedingten Lebensmittelvergiftung oder einer akuten infektiösen Gastroenteritis meldepflichtig, wenn die Person im Lebensmittelbereich tätig ist oder mögliche epidemische Zusammenhänge von gleichartigen Erkrankungen wahrscheinlich sind oder vermutet werden. Die Meldepflicht gilt für *Salmonella* bei direktem oder indirektem Nachweis, sofern der Nachweis auf eine akute Infektion hindeutet. Ausgenommen sind *S. Typhi* und *S. Paratyphi*, bei denen der direkte Nachweis erfolgen muss (ANONYMUS 2011b).

Es wird jedoch davon ausgegangen, dass nur 10-20 % gemeldet werden (STEINBACH und KROELL 1999).

Der Anteil von *S. Typhimurium* an den beim Menschen nachgewiesenen Serovaren ist steigend. Im Jahr 2010 machte das Serovar 41 % der Isolate aus. Dagegen sank der Anteil von *S. Enteritidis* an den Isolaten auf 47 % (Tabelle 2.7) (RKI 2011a).

Tabelle 2.7: An das RKI gemeldete Fälle humaner Salmonellose in Deutschland in den Jahren 2001 bis 2010 und Anteil der Serovaren (RKI 2003 a,b; RKI 2004 a,b; RKI 2005 a,b; RKI 2006 a,b; RKI 2007 a,b; RKI 2008 a,b; RKI 2009 a,b; RKI 2010a,b; RKI 2011 a,b)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Anzahl gemeldeter Fälle (absolut)</b>	77.386	72.377	63.044	56.947	52.245	52.602	55.408	42.909	31.408	25.307
<b>Inzidenz</b>	93,9	87,8	76,4	69	63,3	63,9	67,4	52,2	38,4	30,9
<b>Serovarverteilung</b>										
<b>S. Enteritidis</b>	68 %	75 %	70 %	67 %	68 %	70 %	71 %	62 %	58 %	47 %
<b>S. Typhimurium</b>	24 %	19 %	20 %	24 %	25 %	24 %	23 %	30 %	33 %	41 %
<b>Andere Serovaren</b>	8 %	6 %	10 %	10 %	7 %	6 %	6 %	8 %	9 %	12 %

Fleisch von Geflügel, Schwein und Kalb kann eine Infektionsquelle für den Menschen sein (KÄSBOHRER et al. 2011). Über 80 % der Salmonellen, die Lebensmittel kontaminieren, stammen von lebensmittelliefernden Tieren (BLAHA 2008). Es wird davon ausgegangen, dass ca. 20 % der Salmonellosefälle beim Menschen auf das Schwein zurückzuführen sind (STEINBACH und KRÖLL 1999).

## 2.2.6 Salmonellen beim Schwein

Schweine können sich mit einer Vielzahl von Salmonellen infizieren (BOYEN et al. 2008, FEDORKA-CRAY et al. 2000).

*S. Cholerasuis* ist das an das Schwein adaptierte *Salmonella*-Serovar (SELBITZ 2011). Früher war es das weltweit am häufigsten nachgewiesene Serovar beim Schwein,

heutzutage besteht immer noch eine relativ hohe Prävalenz in Nordamerika und Asien, seltener tritt es in Europa und Australien auf (FEDORKA-CRAY 2000, DAVIES et al. 2004, BOYEN et al. 2008).

In 10,9 % der deutschen Mastschweinebestände wurde 2006/2007 mit positivem Ergebnis auf Salmonellen untersucht (EU insgesamt: 10,3 %), dabei entfielen 6,1 % auf *S. Typhimurium* (EU insgesamt: 4,7 %), 1,2 % auf *S. Derby* (EU insgesamt 2,1 %) und auf andere Serovaren 4,3 % (EU insgesamt: 5,0 %) (EFSA 2008b). Beim Schwein typisch ist der meist subklinische Verlauf der Infektion mit nicht wirtsadaptierten *Salmonella*-Serovaren (VAN DER WOLF et al. 2001). Es muss daher zwischen den klinischen Erkrankungen des Schweins und den für die Fleisch- und Lebensmittelhygiene relevanten Infektionen mit nicht wirtsadaptierten Salmonellen unterschieden werden (MARBURGER 2006).

Infizierte Schweine können über einen langen Zeitraum asymptomatische Träger sein und somit auch als Vektor fungieren (SCHAREK und TEDIN 2007). Nach SCHERER et al. (2008) kam es bei Schweinen nach experimenteller Infektion 14 Tage lang kontinuierlich zur Ausscheidung von *Salmonella* in hohen Dosen, erst danach nahm die *Salmonella*-Ausscheidung ab und begann zu intermittieren.

Durch Immunsuppression kann eine Infektion mit Salmonellen begünstigt und die Erregerausscheidung gefördert werden (BOYEN et al. 2008). Faktoren, die zur Ausscheidung bei bestehender latenter Infektion führen können, sind nach QUINN et al. (2002):

- Infektionen mit anderen Erregern
- Transport
- Überbelegung
- Trächtigkeit
- Extreme Umgebungstemperaturen
- Wasserentzug
- Orale Antibiotikagabe
- Plötzliche Änderungen der Futterration mit Auswirkung auf die Darmflora
- Chirurgische Eingriffe mit Anästhesie

Im Tierversuch wurde gezeigt, dass ein Anteil von 20 % von mit *Salmonella* infizierten Schweinen einer Gruppe ausreicht, um innerhalb von 9 Tagen alle Tiere der Gruppe zu infizieren (PAPENBROCK 2004).

Die Tiere können sich horizontal, durch Kontaminationen in ihrer Umwelt oder vertikal über die Sau infizieren (BLAHA 2003). Der Hauptübertragungsweg für *Salmonella*-Infektionen ist fäkal-oral. Diverse Studien haben auch die oberen Atemwege und die Lunge als Eintrittspforte identifiziert (FEDORKA-CRAY et al. 2000, BOYEN et al. 2008). Die Bedeutung



der vertikalen Übertragung ist umstritten. BELCŒIL et al. (2003) fanden Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen dem Kontakt der Ferkel mit dem Kot der Sau und einem vermehrten Auftreten von *Salmonella* in der Mast. DAHL et al. (1996) bewerteten die Bedeutung des *Salmonella*-Transfers von der Sau auf die Ferkel als gering. Dennoch kann dieser Übertragungsweg nicht ausgeschlossen werden (FUNK et al. 2001).

### **2.2.7 Monophasische *Salmonella* Typhimurium-Varianten**

Seit 1986/1987 wird *Salmonella enterica* ssp. *enterica* Serovar 4,[5],12:i:- nachgewiesen (Tabelle 2.8). Auch Fälle humaner Erkrankungen sind beschrieben (AMAVISIT et al. 2005, TAVECHIO et al. 2009, TRÜPSCHUCH et al. 2010).

Ebenso wie biphasische *S. Typhimurium* können auch monophasische *Salmonella enterica* ssp. *enterica* Serovar 4,[5],12:i:- aufgrund von Veränderung des *oafA*-Gens (HAUSER et al. 2010b) O:5 positiv oder negativ sein (GRIMONT und WEILL 2007). Untersuchungen mittels PCR haben gezeigt, dass das Fehlen der zweiten Phase auf unterschiedliche Deletionen, die *fljA-fljB* Region oder die gesamte *fljA-fljB-hin*-Region, zurückzuführen ist (ECHEITA et al. 2001, AGASAN et al. 2002, ZAMPERINI et al. 2007, HOPKINS et al. 2010). Nach der Antigenstruktur kann *S. enterica* ssp. *enterica* Serovar 4,[5],12:i:- ein Stamm von *S. enterica* Serovar Typhimurium (4,[5],12:i:1,2) oder *S. enterica* Serovar Lagos (4,[5],12:i:1,5) sein. Aufgrund der antigenetischen und genotypischen Übereinstimmungen wird *Salmonella enterica* Serovar 4,[5],12:i:- als monophasische Variante von *S. Typhimurium* angesehen (GARAIZAR et al. 2002, DE LA TORRE et al. 2003, ZAMPERINI et al. 2007, TAVECHIO et al. 2009, HAUSER 2011). Da 4,[5],12:i:- nur die Geißeln einer Phase fehlen, kann dieses Serovar generell als monophasische Variante von *S. enterica* Serovar Typhimurium bezeichnet werden (FRIEDRICH et al. 2010). Nach EFSA (2010a) sollte diese Bezeichnung nur verwendet werden, wenn nach Abschluss der Serotypisierung die Zugehörigkeit zum Serovar Typhimurium durch Lysotypie und das Fehlen des Zweite-Phase-Antigens mittels PCR nachgewiesen wurde. Eine Kombination aus Serotypisierung und multiplex PCR für den schnelleren und sichereren Nachweis monophasischer *S. Typhimurium* wird empfohlen (BARCO et al. 2011).

Tabelle 2.8: Berichte über die Isolierung von *Salmonella enterica* Serovar 4,[5],12:i:- (SWITT et al. 2009, EFSA 2010a und ergänzt)

Jahr/Zeitraum	Land	Probenqualitäten	Quelle
1986-1987	Portugal	Hühnerfleisch	MACHADO und BERNADO (1990)
1993-1994	Thailand	Mensch	BOONMAR et al. (1998)
1997	Spanien	Mensch, Lebensmittel	ECHEITA et al. (1999)
1991-2000	Brasilien	Mensch, Lebensmittel, Tiere	TAVECHIO et al. (2009)
1998-2000	USA	Mensch, rohes Hühnerfleisch	AGASAN et al. (2002)
1998-2000	Spanien	Schwein	DE LA TORRE et al. (2003)
2000-2001	Thailand	Mensch, gefrorenes Fleisch, Lebensmittel	AMAVISIT et al. (2005)
2003-2004	Italien	Mensch, Schwein	BARONE et al. (2008)
2003-2004	Portugal	Schlachtkörper von Schweinen	VIEIRA-PINTO et al. (2005)
2003-2006	Italien	Mensch	DIONSI et al. (2009)
2003-2006	Thailand	Mensch, Schwein	PORNRUANGWONG et al. (2008)
2003-2008	Japan	Mensch, Rind	IDO et al. (2011)
2004	USA	Mensch, Rind	ALCAINE et al. (2006)
Nicht verfügbar	USA	Milchkühe, Geflügel, nicht domestizierte Vögel	ZAMPERINI et al. (2007)
2006	Luxemburg	Schweine, Schweinefleisch	MOSSONG et al. (2007)
2004-2008	Deutschland	Mensch, Lebensmittel, Schweine, Rind, Broiler	TRÜPSCHUCH et al. (2010), FRIEDRICH et al. (2010), HAUSER et al. (2010a)
2006/2007	Deutschland	Schweine	HAUSER et al. (2010b)
2009	Deutschland	Mensch, Lebensmittel, Schweine, Rind, Broiler	FRIEDRICH et al. (2011)
2009-2010	Slowakei	Mensch	MAJTAN et al. (2011)
2010	Frankreich	Mensch, Lebensmittel	BONE et al. (2010)
2011	Frankreich	Mensch, Lebensmittel	GOSSNER et al. (2011)

Im Zeitraum 2004-2008 war die Nachweisrate von *S. Typhimurium* (biphasisch) in Deutschland rückläufig. Die Nachweisrate von *S. enterica* ssp. *enterica* Serovar 4,[5],12:i:- stieg dahingegen von 4,9 % im Zeitraum 2004-2008 (FRIEDRICH et al. 2010) auf 13,1 % im Jahr 2009 an (FRIEDRICH et al. 2011). Die monophasische Variante von *S. Typhimurium* war 2009 damit das am zweithäufigsten im Bundesinstitut für Risikobewertung nachgewiesene *Salmonella* Serovar nach *S. Typhimurium* mit 23,2 % (FRIEDRICH et al. 2011). Bei der EU-weiten Datenermittlung 2006/2007 zur Feststellung der *Salmonella*-Prävalenz in Schweinebeständen wurde das monophasische Serovar in Schweinehaltungen (Zucht- und Mastbetriebe) in Deutschland und anderen Mitgliedsstaaten nachgewiesen (EFSA 2010c). Auch an Geflügelschlachtkörpern trat der Erreger auf (EFSA 2010c).

Es wird davon ausgegangen, dass *S. enterica* ssp. *enterica* Serovar 4,[5],12:i:- entlang der Lebensmittelkette auf den Verbraucher übertragen wird (HAUSER et al. 2010a). Die EFSA schätzt das Risiko für die öffentliche Gesundheit ähnlich wie für endemisch auftretende *S. Typhimurium*-Stämme ein (EFSA 2010a). In den vergangenen Jahren wurde in Deutschland *Salmonella enterica* ssp. *enterica* Serovar 4,[5],12:i:- zunehmend aus Proben humanen

Ursprungs isoliert. Da bis 2007 keine vollständige serologische Diagnostik dieser *Salmonella*-Stämme erfolgte, wurden sie nur summarisch auf Subspezies-Ebene und nicht auf Serovar-Ebene registriert (RKI 2010c). Auch auf EU-Ebene liegen erst seit 2007 durch TESSy (The European Surveillance System) Daten vor. Bis 2010 wurde das Serovar von 7 der 10 Mitgliedsstaaten, die an TESSy mit Angabe der Antigenstruktur weitergehen, festgestellt (EFSA 2010c).

Weitere Varianten von *S. Typhimurium* stellen *S. enterica* ssp. *enterica* Serovar 4,[5],12:-:1,2 und 4,[5],12:-:- dar. Die bei Vögeln (besonders Zeisigen) nachgewiesene Variante 4,[5],12:-:1,2 leitet sich von *S. Typhimurium* var. Copenhagen ab (HAUSER et al. 2009). Ein Zusammenhang der beiden Varianten (4,[5],12:-:1,2 und 4,[5],12:-:-) mit Erkrankungen bei Menschen oder Tieren wurde bisher nicht nachgewiesen (EFSA 2010a).

### **2.3 Biosecurity in Haltungsbetrieben**

Nach CASAL et al. (2007) ist Biosecurity die Durchführung von Präventivmaßnahmen zur Verhinderung des Eintrags und der Ausbreitung von Infektionen und Krankheiten in landwirtschaftlichen Betrieben.

BAHNSON et al. (2006) haben gezeigt, dass *Salmonella*-Infektionen auf dem Haltungsbetrieb eine bedeutende Quelle für die *Salmonella*-Belastung im Schlachtbetrieb sind. Deshalb müssen die Maßnahmen auf Ebene der Haltungsbetriebe Teil eines umfassenden Programms zur Reduktion der *Salmonella*-Belastung in Schweinefleisch sein (BAHNSON et al. 2006). Auch subklinisch infizierte Tiere können einen Risikofaktor für horizontale Übertragung durch Erregerausscheidung, stressinduziert bei Transport und in Wartebereichen von Schlachtbetrieben, darstellen (ISAACSON et al. 1999, VIERA-PINTO et al. 2005).

Um die *Salmonella*-Infektionen unter Kontrolle zu halten, müssen nach BELŒIL et al. (2007) hohe Maßstäbe für Maßnahmen zur Biosecurity, Hygiene und für Herdengesundheit gelten. Eine einzelne Maßnahme ist für eine erfolgreiche *Salmonella*-Bekämpfung nicht ausreichend (McLAREN et al. 2001).

Bei einer Umfrage durch BROUWER et al. (2011) zu Risikofaktoren in der Tierhaltung wurde deutlich, dass auch unter Experten kein einheitliches Ranking bezüglich der Wichtigkeit von Gegenmaßnahmen existiert (Tabelle 2.9 und 2.10).

Tabelle 2.9: Maßnahme, um den Eintrag eines neuen *Salmonella*-Typs in einem Betrieb zu verhindern (Expertenbefragung) (BROUWER et al. 2011)

Maßnahme	Anteil an der Anzahl der Antworten
Quarantäne	13 %
Desinfektion	11%
Biosecurity	11%
Bestandshygiene	5 %
Bewegungsbeschränkungen	6 %
Schädlingsbekämpfung	13 %
Impfung	7 %
Gute Herdengesundheit	6 %
Anderes	28 %

Tabelle 2.10: Maßnahme, um die Ausbreitung eines neu in einem Betrieb auftretenden *Salmonella*-Typs zu verhindern (Expertenbefragung) (BROUWER et al. 2011)

Maßnahme	Anteil an der Anzahl der Antworten
Biosecurity	9 %
Quarantäne	11 %
Rein-/Raus-Verfahren	7 %
Impfung	14 %
Müllkontrolle	11 %
Desinfektion	14 %
Anderes	34 %

## 2.4 Risikofaktoren in der Schweinehaltung

Die Epidemiologie von *Salmonella*-Infektionen in Schweinehaltungsbetrieben ist komplex (FUNK und GEBREYES 2004).

Risikofaktoren, die Einfluss auf die *Salmonella*-Prävalenz eines Betriebes haben können, sind umfassend beschrieben worden (BERENDS et al. 1996, BELCÉIL et al. 2004b, FUNK und GEBREYES 2004, BELCÉIL et al. 2007, HOTES und KRIETER 2009). CORREGE und GUYOMARD (2007) fanden dagegen bei der Untersuchung von vier Haltungsbetrieben keinen Zusammenhang zwischen verschiedenen Risikofaktoren und Veränderungen im *Salmonella*-Status. Nach BERENDS et al. (1996) besteht das Hauptproblem in Kreisläufen einer endemischen, hauseigenen *Salmonella*-Flora in den Haltungsbetrieben. Dadurch sei es schwierig, die Bedeutung einzelner Faktoren zu erkennen (BERENDS et al. 1996). Ausgehend von tierischen Ausscheidungen können sich über unbelebte und belebte Vektoren epidemiologische Kreisläufe bilden (BÖHM 1993).

## 2.4.1 Belebte und unbelebte Vektoren

### 2.4.1.1 Der Mensch

Der Mensch ist einer der wichtigsten Vektoren bei der *Salmonella*-Verbreitung (BERENDS et al. 1996). Auch LANGVAD et al. (2006) sprechen dem Menschen eine bedeutende Rolle bei der Einschleppung und Verteilung zu. Er spielt dabei als biologischer und mechanischer (Kleidung, Schuhe) Vektor eine Rolle (LO FO WONG et al. 2004a).

Betriebe mit Hygieneschleuse hatten ein geringeres Risiko des *Salmonella*-Eintrags in den Bestand als Betriebe ohne Schleuse (VAN DER WOLF et al. 2001, HAUTEKIET et al. 2008). Bei einer Untersuchung von LO FO WONG et al. (2004a) in Mastbetrieben war das Waschen der Hände die einzige Personalhygiene-Maßnahme mit signifikantem Einfluss auf den Salmonellen-Eintrag. LO FO WONG et al. (2004a) sehen darin die Bedeutung des Problembewusstseins und der Einstellung zur Hygiene beim Personal gezeigt. Auch bei Untersuchungen von FUNK et al. (2001b) war die Ausstattung mit Hygieneeinrichtungen und deren Nutzung von besonderer Bedeutung.

### 2.4.1.2 Andere Säuger

Nach MEJIA et al. (2006) begünstigen andere Tierarten im Betrieb eine *Salmonella*-Ausscheidung bei Mastschweinen.

In einer Studie von BARBER et al. (2002) wurden Salmonellen bei Katzen und Mäusen auf einem Schweinehaltungsbetrieb nachgewiesen. WEIGEL et al. (2007) isolierten Salmonellen aus dem Kot von Katzen, Vögeln, Waschbären und Opossums, die sich auf dem Gelände von Schweinehaltungsbetrieben bewegten. Bei Untersuchungen von NOLLET et al. (2004) war die *Salmonella*-Prävalenz in Betrieben niedriger, in denen Katzen Zugang zum Stall hatten. Dies stützt die Beobachtung von VIELING et al. (2002) bei Milchviehherden. Dort kamen die Autoren zu dem Schluss, dass Katzen Vögel und Schädner fernhalten und so positiv zu einer geringeren *Salmonella*-Prävalenz beitragen.

Vögel können als Vektor eine bedeutende Rolle beim Eintrag von *Salmonella* in die Betriebe spielen (DANIELS et al. 2003). Nach HARRIS et al. (1997) sind Vögel ein wichtiger Vektor, wenn es um die Kontamination von Futter bei der Herstellung, Lagerung und Mischung direkt auf dem landwirtschaftlichen Betrieben geht. Bei Betrieben mit gekauftem Fertigfutter ist die Gefahr dieses Kontaminationsweges geringer.

LIEBANA et al. (2003) zeigten mittels genetischen Fingerabdrucks die Verbindung zwischen Infektionen mit *S. Enteritidis* in Legehennenhaltungen und Wildtieren (Nager und Füchse). Die Wildtiere schleppten nicht nur Salmonellen in die Bestände ein, sondern verteilten sie auch innerhalb und außerhalb der Betriebe.

### 2.4.1.3 Invertebraten

Insekten können in Abhängigkeit von Jahreszeit, Entwicklungsstadium und ihrer Nahrungsquelle/Darmflora als biologische oder mechanische Vektoren fungieren. Die Vektorfunktion von Fliegen und Käfern gilt nach WALES et al. (2010) als erwiesen. Dies wird durch PFGE-Analysen von *Salmonella*-Isolaten aus Schweinekot und Fliegen gestützt (WANG et al. 2011). BARBER et al. (2002) konnten Salmonellen aus Fliegen, Schaben, Motten und Spinnen isolieren. Die bisherigen Untersuchungen reichen nach Auffassung von WALES et al. (2010) aber nicht aus, um Fliegen als Reservoir für *Salmonella* zu betrachten, da die Studien die Möglichkeit der Funktion als rein mechanischer Vektor offen lassen. Es müsse zwischen Kontamination auf der Fliege und *Salmonella*-Prävalenz in der Fliege unterschieden werden.

Eine indirekte *Salmonella*-Übertragung durch Milben in der Umwelt wurde bisher nicht eindeutig nachgewiesen, ist allerdings nach WALES et al. (2010) auch nicht auszuschließen. Die Vektorfunktion von Zecken bei der *Salmonella*-Übertragung bleibt laut WALES et al. (2010) spekulativ. Zwar wurden Salmonellen in Zecken nachgewiesen, doch sind durch Zecken bedingte *Salmonella*-Ausbrüche nicht belegt.

SMITH et al. (2011) gehen von Zusammenhängen zwischen *Salmonella*-Seroprävalenz und durch andere Erkrankungen bedingten pathologisch-anatomischen Veränderungen aus. Bei Untersuchungen von VAN DER WOLF et al. (1999) hatten über 16 % der Schlachtkörper mit Leberveränderungen auch eine *Salmonella*-Seroprävalenz. VAN DER WOLF et al. (2001) vermuten, dass durch die Schädigung der Organe infolge der Larvenmigration von Endoparasiten Eintrittspforten für Infektionen mit z.B. *Salmonella* entstehen. Eine Studie von STEENHARD et al. (2002) zeigte einen Einfluss von intestinalen Nematoden auf die Dynamik von Infektionen mit *S. Typhimurium*. Dagegen fanden STEENHARD et al. (2006) keine Hinweise darauf, dass eine Helminthen-*Salmonella*-Interaktion eine signifikante Rolle bei Fluktuation und Persistenz von *Salmonella Typhimurium*-Infektionen hinsichtlich Schweinen spielt. STEENHARD et al. (2006) gehen, auch in Hinblick auf die Ergebnisse von STEENHARD et al. (2002), von einer Dosis-Wirkung-Beziehung aus.

### 2.4.1.4 Futter

Kontaminiertes Tierfutter ist eine anerkannte Quelle für *Salmonella*-Infektionen bei lebensmittelliefernden Tieren und eine bedeutende Eintrittspforte in die Lebensmittelkette (EFSA 2008a). Die Auswirkungen auf das Risiko von Lebensmittel-assoziierten *Salmonella*-Infektionen bei Menschen durch die Reduktion der *Salmonella*-Kontamination im Tierfutter ist jedoch nur schwer zu beurteilen (DAVIES et al. 2004).

Das Futter beeinflusst die *Salmonella*-Prävalenz bei Tieren. Wichtige Einflussfaktoren in Zusammenhang mit der *Salmonella*-Prävalenz in Schweinen sind Fütterungsart (flüssig oder trocken), Ansäuerung (Futter und/oder Tränkwasser), Partikelgröße, Form des Futters

(Pellets oder Mehl), Hitzebehandlung und die Zusammensetzung (FUNK und GEBREYES 2004).

Einige Studien fanden bei mit Flüssigfutter gefütterten Tieren ein dreifach geringeres Risiko für eine *Salmonella*-Seroprävalenz als bei Tieren, die mit Trockenfutter gefüttert wurden (VAN DER WOLF et al. 2001, LO FO WONG et al. 2004b, BAHNSON et al. 2006, FARZAN et al. 2006). Bei einer Studie von RAJIC et al. (2007b) waren die Ergebnisse umgekehrt. RAJIC et al. (2007b) sehen den Grund dafür in der Fermentation oder dem Zusatz von Säuren, wie es in Europa bei der Flüssigfütterung oftmals üblich ist (FUNK und GEBREYES 2004). Bei einer Studie in den Niederlanden wiesen VAN DER WOLF et al. (1999) bei Tieren mit Nassfütterung ohne Fermentation oder Zusatz organischer Säuren eine höhere mikrobiologische Belastung mit *Salmonella* nach.

Nach HEDEMANN et al. (2005) ist die Partikelgröße für das Vorkommen von *Salmonella* in den Tieren relevant. Schweine, die pelletiertes Futter bekamen, produzierten Muzine, die es dem in der Untersuchung verwendeten *Salmonella*-Stamm ermöglichten, sich im Darm anzusiedeln. Nach MIKKELSEN et al. (2004) hat grobes Futter den Vorteil, dass es aufgrund der längeren Verweildauer im Magen stärker angesäuert wird.

Zwischen dem pH-Wert des Magens und dem Vorhandensein von Lactobazillen besteht eine positive Beziehung, während zwischen der Konzentration von undissoziierter Milchsäure im Magen und der Anzahl von *Enterobacteriaceae* eine negative Korrelation festgestellt wurde. Fermentiertes Futter beeinflusst so das bakterielle Milieu und reduziert den Gehalt an *Enterobacteriaceae* in den einzelnen Abschnitten des Gastrointestinaltrakts (VAN WINSEN et al. 2001). Die undissoziierte Säure gelangt in das Bakterium und dissoziiert. Der daraus resultierende pH-Wert-Abfall führt zu einer Inaktivierung der intrazellulären Enzyme sowie des Protonentransports. Die Folgen können zum Zelltod führen (RUSSEL und DIEZ-GONZALEZ 1997). Bei VAN DER WOLF et al. (1999) führte die Fütterung mit Flüssigfutter, dem fermentierte oder angesäuerte Nebenerzeugnisse zugefügt waren, zu einem Rückgang der *Salmonella*-Prävalenz.

Nach LO FO WONG et al. (2004a) haben Schweine, denen Molke gefüttert wurde, ein 2,6fach geringeres Risiko, *Salmonella*-seropositiv zu sein, als Schweine ohne Molke im Futter. Für mit Pellets gefütterte Schweine (trocken oder feucht) bestand ein 2 bis 2,5fach höheres Risiko einer positiven Seroprävalenz als für Tiere ohne Pelletfütterung. Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen der Zugabe von Säure in Tränkwasser oder Futter und *Salmonella*-seropositiven Ergebnissen festgestellt werden (LO FO WONG et al. 2004a). JØRGENSEN et al. (1999) stellten bei mit Futtermehl gefütterten Schweinen einen höheren Gehalt an Milchsäurebakterien im Magen fest als bei Schweinen, die mit pelletiertem Futter oder hitzebehandeltem Getreide gefüttert wurden. Bei den Untersuchungen war jedoch kein Zusammenhang zwischen dem Grad der Hitzebehandlung und den *Salmonella*-seropositiven

Ergebnissen bei den Tieren erkennbar. DAHL et al. (1997) konnten dagegen einen signifikanten Unterschied in der protektiven Wirkung zwischen Pelletfütterung, bei der nicht hitzebehandelter Weizen oder Gerste nachträglich untergemischt worden war und der reinen Fütterung konventionell hergestellter Pellets nachweisen. O'CONNOR et al. (2008) sehen als einzig wichtigen Aspekt die Form des Futters (Pellets oder nicht pelletiertes Futter), zwischen der *Salmonella*-Prävalenz und anderen Futtercharakteristika bestünde kein Zusammenhang.

#### **2.4.1.5 Wasser**

Wasser als mögliches Reservoir von *Salmonella* in den Tierhaltungen ist bekannt (LIM et al. 2011). Tränkwasser, das nicht aus einem kommunalen Anschluss stammt, erhöht das Risiko einer *Salmonella*-Prävalenz (VICO et al. 2011). Dagegen sinkt das Risiko bei Bezug des Tränkwassers aus dem kommunalen Netz (FEATHERSTONE et al. 2010)

Nach BAHNISON et al. (2006) ist das Tränkensystem ein wichtiger Risikofaktor, da es in Trogränken zu fäkalen Kontaminationen kommen kann.

#### **2.4.1.6 Luft**

Eine aerogene Übertragung von Salmonellen über kurze Distanzen ist möglich (OLIVEIRA et al. 2006). Staub stellt ein Risiko für die schnelle, Aerosol-gebundene Übertragung dar (HARBAUGH et al. 2006). BODE (2007) wies *Salmonella* an Heizlüftern nach und sah diese als möglichen Vektor.

#### **2.4.1.7 Erdboden**

Eine Kontamination kann von Tierkot, Tierverladungen/-umstellungen, Nagern, Wildvögeln, Abwasser oder Menschen stammen (RODRIGUEZ et al. 2006).

GLATHE et al. (1963) haben durch vergleichende Untersuchungen unterschiedlicher Böden gezeigt, dass die Überlebenszeit bzw. der Zeitraum der Nachweisbarkeit von der Bodenart, dem Serovar und dem Keimgehalt anhängig ist. Im Rahmen der Studie von GLATHE et al. (1963) überlebten die in die Böden eingepfropften Keime die Versuchsdauer von 60 Tagen. Bei einer Untersuchung von PLATZ (1981) betrug die Nachweisbarkeit im Erdboden 28-77 Tage (Tabelle 2.3).

### **2.4.2 Management**

#### **2.4.2.1 Aufstallungsform**

Bei Vollspaltenböden war die *Salmonella*-Prävalenz geringer als bei anderen Aufstallungsformen (DAVIES et al. 1997, NOLLET et al. 2004). Nach HOTES und KRIETER (2009) ist die Gefahr einer Infektion mit Salmonellen auf Teilspaltenböden doppelt so hoch als auf Vollspaltenböden.



Nach JENSEN et al. (2006) sind Schweine aus ökologischer Haltung anfällig für *Salmonella*-Infektionen, weil durch *Salmonella*-Kontaminationen der Weide bzw. Ausläufe ein zusätzlicher Risikofaktor entsteht.

#### **2.4.2.2 Temperatur**

Die Umgebungstemperatur kann in direktem Zusammenhang mit der *Salmonella*-Seroprävalenz stehen (HAUTEKIET et al. 2008). Durch eine außerhalb der thermoneutralen Zone des Tieres liegenden Umgebungstemperatur entsteht für die Tiere Stress, der bei latent infizierten Tieren zu einer Reaktivierung und damit der Ausscheidung des Erregers führen kann (BERENDS et al. 1996). Herden ohne automatische Steuerung der Stalltemperatur hatten in einer Studie von HAUTEKIET et al. (2008) die höchste Seroprävalenz. Nach FUNK et al. (2001a) ist nicht nur eine länger andauernde Erhöhung, sondern auch häufiges Verändern der Raumtemperatur im Tagesverlauf ein Problem.

#### **2.4.2.3 Tierzukäufe, Gruppenzusammensetzung**

Nach LETELLIER et al. (1999) sind die Tiere die primäre Quelle für Salmonellen in der Tierumgebung, da der *Salmonella*-Nachweis im Tierkot nicht mit einer hochgradigen *Salmonella*-Belastung der weiteren Umwelt einhergeht. Nach BELCÉIL et al. (2004b) ist die Salmonellen-Belastung der Tierumgebung ein Faktor, der das Infektionsrisiko der Tiere erhöht.

Die vertikale Übertragung in geschlossenen Systemen gilt als bewiesen, eine große Bedeutung liegt bei den Tieren als Träger der Salmonellen (BERENDS et al. 1996). Nach PATCHANEE et al. (2007) spielt der Sau-Ferkel-Transfer eine wichtige Rolle bei der Infektion, da infizierte Tiere dann bereits beim Absetzen Salmonellen ausscheiden. DAHL et al. (1996) messen dem Sau-Ferkel-Transfer dagegen eine geringere Bedeutung zu. Bei der horizontalen Übertragung von *Salmonella* ist das Verbringen von Schweinen ein wichtiger Faktor (NOLLET et al. 2005). Nach WEIGEL et al. (2007) findet *Salmonella*-Übertragung vor allem über kurze Distanzen statt, bereits die räumliche Trennung ist eine effektive Möglichkeit, diesem Problem zu begegnen. Nach LO FO WONG et al. (2004a) ist das Risiko einer positiven Seroprävalenz bei Gruppen, die sich aus Tieren von mehr als drei Zulieferern zusammensetzten, um das Dreifache erhöht. Allein durch Kontakt mit den Schnauzen kann eine Übertragung zwischen den Tieren erfolgen (OLIVEIRA et al. 2007).

Ergebnisse von MERIALDI et al. (2008) zeigen die Vormast als kritische Phase bei der Verbreitung von *Salmonella*-Infektionen, da die infizierten Tiere in dieser Phase vermehrt Salmonellen ausscheiden. POLJAK et al. (2008) konnten mittels Kotuntersuchungen *Salmonella*-Infektionen am sichersten bei heranwachsenden Tieren nachweisen. LOMONACO et al. (2009) wiesen 1-2 Wochen vor der Schlachtung nur bei wenigen Kot-

Proben Salmonellen nach, kamen jedoch auf eine größere Anzahl von Nachweisen bei der Untersuchung von Lymphknoten und Tonsillen nach der Schlachtung.

#### **2.4.2.4 Belegungsverfahren, Belegungsdichte und Betriebsgröße**

In modernen Schweinehaltungsbetrieben erfolgt der Belegungsmodus nach dem Rein/Raus-Prinzip (WEIGEL et al. 2007).

Nach DAHL et al. (1997) ist es möglich, auch in Betrieben mit hoher *Salmonella*-Belastung eine Infektion von Masteinheiten zu verhindern. Ein zentraler Punkt der *Salmonella*-Bekämpfung ist dabei die Umstellung des Managements von einer kontinuierlichen Belegung zu einem Rein/Raus-Verfahren auf allen Produktionsebenen (DAHL et al. 1997). Nach RAJIC et al. (2007b) und DAVIES et al. (1997) besteht kein Unterschied in der *Salmonella*-Prävalenz zwischen Betrieben mit kontinuierlicher Belegung und Betrieben mit Rein/Raus-Verfahren. Anhand epidemiologischer Modellszenarien von LURETTE et al. (2011) wurde ein nur geringer Einfluss auf die *Salmonella*-Prävalenz durch das Belegungsmanagement gezeigt. Nach LURETTE et al. (2011) ist Flexibilität im Belegungsmanagement akzeptabel, um die Zahl untergewichtiger Tiere bei Lieferungen an Schlachtbetriebe zu verringern.

Entgegen der Meinung, eine Reinigung mit anschließender Stallruhe würde den Keimdruck reduzieren, trat bei HAUTEKIET et al. (2008) eine niedrigere Seroprävalenz auf, wenn die Abteilung am selben Tag wieder belegt wurde. Dies kann auf die Feuchtigkeit in nicht beheizten Räumen zurückzuführen sein, die das bakterielle Wachstum fördert (HAUTEKIET et al. 2008). Nach LURETTE et al. (2011) ist die Ruhephase der Abteilungen mit Reinigung und Desinfektion wesentlich für die Reduzierung der *Salmonella*-Prävalenz. In der Studie von AMASS et al. (2007) ließ sich keine Reduktion der Keimzahl bei Transportern nach einer Ruhezeit feststellen.

Bei der Untersuchung von 232 Mastbetrieben durch GARCÍA-FELIZ et al. (2009) war das Risiko der *Salmonella*-Ausscheidung in Betrieben mit Schlachtzahlen von über 3500 Schweinen im Jahr größer als in Betrieben mit geringeren Schlachtzahlen. Nach MEJIA et al. (2006) war bei 113 Masteinheiten und 74 Saueneinheiten in Spanien die Herdengröße ein wichtiger Faktor für die *Salmonella*-Ausscheidung.

#### **2.4.2.5 Reinigung und Desinfektion**

Eine gründliche Reinigung und Desinfektion nach Räumung der Abteilungen wird als wichtiges Instrument zur Reduktion der Umweltkontamination und damit der Seroprävalenz bei den Tieren betrachtet (DAHL et al. 1997, HAUTEKIET et al. 2008). Nach LURETTE et al. (2011) ist die Dekontamination der Abteilungen wichtiger als das Belegungsmanagement. Eine Untersuchung von VAN DER WOLF et al. (2001) zeigte jedoch bei Betrieben, die beim Rein/Raus-Verfahren in den Mastabteilungen eine Hochdruckreinigung ohne anschließende Desinfektion durchführten, eine niedrigere *Salmonella*-Prävalenz als bei Betrieben mit

unregelmäßiger oder regelmäßiger Desinfektion. Bei RAJIC et al. (2007b) trat kein signifikanter Unterschied zwischen Betrieben, die keine Reinigung, nur grobe Reinigung, Reinigung mit Wasser unter Hochdruck oder Reinigung und Desinfektion in der Serviceperiode der Mastabteilung durchführten, auf. Auch bei Untersuchungen von NOLLET et al. (2004) hatten Reinigung und Desinfektion keinen signifikanten Einfluss auf die *Salmonella*-Prävalenz. Nach POLJAK et al. (2008) besteht ein proportionaler Zusammenhang zwischen einer erhöhten Frequenz von Reinigung und Desinfektion und *Salmonella*-positiven Ergebnissen.

Bei fehlerhafter Reinigung und Desinfektion können *Salmonella*-Kontaminationen bestehen bleiben (FUNK et al. 2001). Da trotz augenscheinlich guter Reinigung und Desinfektion Salmonellen im Stall nachgewiesen werden konnten, sollten auch selten gereinigte Stallbereiche und Geräte in die regelmäßige Reinigung und Desinfektion einbezogen werden und eine Kontrolle von Desinfektionsmittelkonzentration und -ausbringung erfolgen (BODE 2007). SWANENBURG et al. (2001) beprobten die Böden und Wände von Warteställen in Schlachtbetrieben. Vor Reinigung und Desinfektion waren 70 - 90 % der Proben positiv, während nach einer normalen Reinigung und Desinfektion 25 % und nach verbesserter Reinigung und Desinfektion 10 % der Proben noch positive Ergebnisse zeigten. Insgesamt waren die Ergebnisse von Reinigung und Desinfektion unbefriedigend. Um diesen Aspekt besser verstehen und quantifizieren zu können, sind nach LURETTE et al. (2011) weitere Untersuchungen notwendig.

### **2.4.3 Kontaminationen / Infektionen während des Transports und auf dem Schlachtbetrieb**

Subklinisch infizierte Tiere können einen Risikofaktor für horizontale Übertragung durch stressinduzierte Erregerausscheidung beim Transport und in Wartebereichen (ISAACSON et al. 1999) darstellen (VIERA-PINTO et al. 2005). Bei einer Untersuchung von GEBREYES et al. (2004) trat in Ceacum und Lymphknoten von Schlachtschweinen *S. Typhimurium* auf, das Serovar wurde zuvor bei vier Untersuchungen der Tiergruppe während Aufzucht und Mast (letztmalige Beprobung 48 h vor dem Transport zum Schlachtbetrieb) nicht nachgewiesen. Dies gibt einen Hinweis auf Kreuzkontaminationen beim Transport und in den Warteställen des Schlachtbetriebes (GEBREYES et al. 2004). Nach SWANENBURG et al. (2001) besteht besonders für Tiere aus *Salmonella*-freien Betrieben in den Warteställen der Schlachtbetriebe das Risiko einer *Salmonella*-Infektion.

Es ist jedoch zu ergänzen, dass nach HURD et al. (2003) die Untersuchung von Kotproben zur Ermittlung infizierter Tiere nur sehr wenig sensitiv ist, da eine Ausscheidung zum Zeitpunkt der Probenahme stattfinden muss. KORSAK et al. (2003) fanden keine Korrelation zwischen dem *Salmonella*-Status während der Mast und dem Status bei der Schlachtung.

Die *Salmonella*-Nachweise nach der Schlachtung aus dem Colon waren deutlich höher als bei Kotuntersuchungen während der Mastperiode.

## **2.5 *Salmonella*-Monitoring in Deutschland (Schwein)**

Bei kultureller Anzucht und ELISA-Test wird die *Salmonella*-Prävalenz auf unterschiedliche Weise untersucht, weshalb die Ergebnisse nur schwer miteinander verglichen werden können. Tiere ohne Antikörper gegen *Salmonella* können trotzdem infiziert sein und umgekehrt (FARZAN et al. 2006). Selbst in Betrieben mit hoher Seroprävalenz können Untersuchungen von Kot- und Umgebungsproben auch wiederholt negativ ausfallen (SCHULTE-WÜLWER 2007). Ob eine mikrobiologische Untersuchung oder ein ELISA-Test angewandt werden sollte, ist von der jeweiligen Fragestellung abhängig (FARZAN et al. 2006). Nach NOWAK et al. (2007) sind ELISA-Untersuchungen sinnvoll, um Betriebe mit *Salmonella*-Belastung zu identifizieren, treffen aber keine Aussage über den *Salmonella*-Status des Einzeltieres oder der Tiergruppe zum Zeitpunkt der Schlachtung.

In Deutschland gilt seit dem 24.03.2007 die „Verordnung zur Verminderung der Salmonellenverbreitung durch Schlachtschweine“ (Schweine-Salmonellen-Verordnung). Sie schreibt für Inhaber von Endmastbetrieben die stichprobenartige Untersuchung von Schlachtschweinen auf *Salmonella*-Antikörper mittels ELISA vor. Die Anzahl der beprobten Tiere muss gleichmäßig über das Jahr verteilt sein und ist von dem in der Verordnung festgelegten Stichprobenschlüssel und der Betriebsstruktur abhängig. Die Beprobung der Tiere darf frühestens 14 Tage vor der Abgabe zur Schlachtung erfolgen. Sie kann auf dem Endmastbetrieb (Blut-Serum) oder dem Schlachtbetrieb (Fleischsaft) durchgeführt werden. Anhand der Ergebnisse wird der Anteil seropositiver Tiere an der Gesamtzahl geschlachteter Tiere je Quartal und im gleitenden Jahresmittel ermittelt. Die Festlegung des *Salmonella*-Status erfolgt quartalsweise für jeden einzelnen Betrieb. Je nach Betriebsstruktur kann der gesamte Betrieb oder Teile des Betriebes in eine der in Tabelle 2.11 aufgeführten Kategorien eingestuft werden (ANONYMUS 2007).

Tabelle 2.11: Bewertung der Untersuchungsergebnisse auf *Salmonella*-Antikörper bei Schlachtschweinen (ANONYMUS 2007)

<i>Salmonella</i> -Antikörperstatus des Betriebes oder der Stallabteilung	Kategorie	Positive Befunde in der Stichprobe in von Hundert
Niedriger Status	I	0 bis 20
Mittlerer Status	II	mehr als 20 bis 40
Hoher Status	III	mehr als 40

Im vierten Quartal 2008 lagen nach Untersuchungen von MERLE et al. (2011) in Kategorie I 81,9 % der Schweinemastbetriebe, 14 % in Kategorie II und 4 % in Kategorie III.

## **3. Material und Methoden**

### **3.1 Versuchsdesign**

Untersucht wurde die zeitliche und lokale Schichtung der *Salmonella*-Prävalenz auf einem Schweinehaltungsbetrieb mit Sauen- und Mastschweinehaltung über den gesamten Verlauf eines ausgewählten Mastdurchgangs.

Die Beprobungen fanden im Zeitraum von November 2009 bis April 2010 statt. Der erste Probenahmetermin erfolgte kurz vor der Belegung einer leer stehenden Mastabteilung mit einer Masteinheit. Die letzte Beprobung wurde nach Abschluss des Mastdurchgangs mit abschließender Reinigung durchgeführt. Diese beiden Probenahmetermine stellen den Anfang- und Endpunkt für den Beprobungszeitraum da, während dem der Betrieb an ausgewählten Stellen in 14-tägigen Intervallen beprobt wurde. Die Proben umfassten Stallgebäude, Gerätschaften, das Gelände außerhalb der Stallungen und die tierbetreuenden Personen.

Aufgrund der strukturellen und räumlichen Gegebenheiten auf dem Betrieb wurden bei den Beprobungen in den Ställen die Einzelproben einer Probenqualität innerhalb eines Raumes vor Ort zu einer Probe zusammengefasst (z.B. alle Futtertröge in einer Mastabteilung). Zusätzlich wurden Gerätschaften an ihren zum Zeitpunkt des jeweiligen Probenahmetermines aktuellen Standorten beprobt und der epidemiologischen Einheit zugeordnet.

In der zweiten Hälfte des Probenahmezeitraumes wurden zusätzlich die Nll. jejunales der zu diesem Zeitpunkt an den Schlachtbetrieb gelieferten Masttiere (Schlachtgruppen) untersucht.

### **3.2 Der Betrieb**

#### ***Salmonella*-Kategorie (gemäß Schweine-Salmonellen-Verordnung)**

Der Betrieb war in den beiden Quartalen vor der Beprobung und während des Beprobungszeitraumes in Kategorie II eingestuft.

#### **Betriebsstruktur/Produktionssystem**

Der Betrieb arbeitet mit einem geschlossenen System, bestehend aus Ferkelerzeugung (Sauenhaltung, Reproduktion, Vormast) und Mast. Als Vormast bezeichnete dieser Betrieb die Phase vom Aufstallen der abgesetzten Ferkel bis zu einem Lebendgewicht von ca. 35-40 Kg Lebendgewicht. In dieser Phase wurden die Tiere von der manuellen Fütterung mit Ferkelfutter auf Automatenfütterung mit Mastfutter umgewöhnt. Diese Definition deckt sich nicht exakt mit den in der Literatur aufgeführten Definitionen. So wird bei JEROCH et al.

(1999) die Vormast als Lebensabschnitt von 20 (25) bis 35 kg Lebendgewicht beschrieben, bei dem energiereiches, leicht verdaulich Futter mit hohem Proteingehalt eingesetzt wird. In dieser Arbeit wurde der Begriff so, wie er auf dem Betrieb verwendet wurde, übernommen.

### **Maßnahmen zur Biosecurity**

Das innerbetriebliche Hygienemanagement wurde vorab eingesehen. Während der Betriebsbegehung im Vorfeld der Untersuchung stellte sich heraus, dass der Betrieb in den Routineabläufen zwar reinigt, aber keine Maßnahmen zur Desinfektion durchführt. Es gab keine Hygieneschleusen an den Ein- und Ausgängen der Stallungen oder zwischen den einzelnen Tierbereichen.

#### **3.2.1 Das Betriebsgelände**

Der Betrieb verfügt über zwei Stallungen (Stall 1 und Stall 2), die ca. 200 m weit auseinander liegen. Das Betriebsgelände ist durch eine Straße (B) geteilt. Wohnhaus und Stall 1 liegen dicht an der Straße, Stall 2 ist über einen Feldweg zu erreichen. Dieser Weg ist zunächst als Auffahrt gepflastert (C) und geht in einen unbefestigten Feldweg (D, E) über. Die Bezeichnungen Stall 1 und Stall 2 ergeben sich aus der baulichen Entwicklung und funktionelle Gliederung des Betriebes.

Die Hoffläche (A) wird durch Wohnhaus, Stall 1 und Straße begrenzt. Auf dieser Fläche findet sowohl privater als auch betrieblicher (Schweineverladung, Futtermittelanlieferung, Gülleabholung) Verkehr statt (Abbildung 3.1).

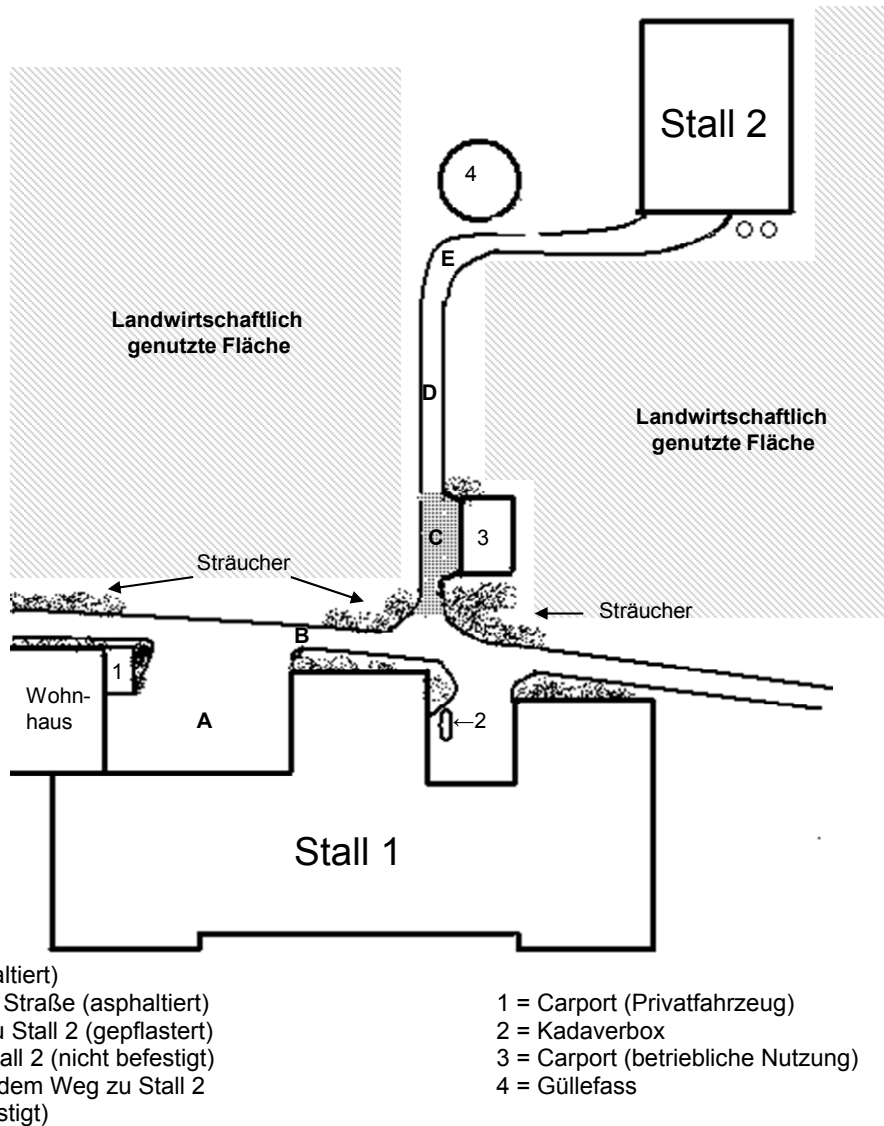
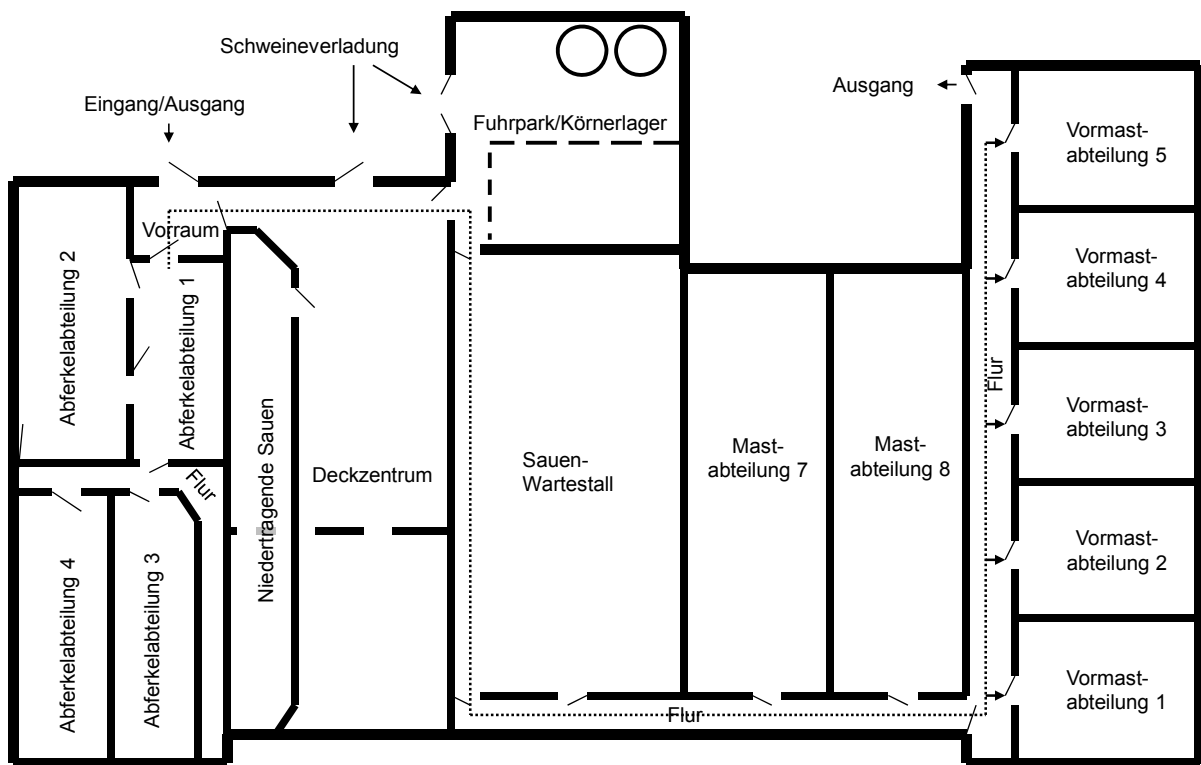


Abbildung 3.1: Das Betriebsgelände

Der Stall 1 (Abbildung 3.1 und 3.2) wird für die Produktionsstufen Ferkelerzeugung (Sauenhaltung, Reproduktion, Vormast (5 Vormastabteilungen)) und Mast (2 Mastabteilungen) genutzt. Die Tiere aus dem Vormastbereich werden auf die Mastabteilungen in Stall 1 und Stall 2 verteilt.

Die beiden Mastabteilungen (7 und 8) sind nur über den Vormastbereich oder die Sauenhaltung zu erreichen, da es keinen separaten Eingang gibt (Abbildung 3.2). Die Ferkel werden bei der Umstallung aus dem Abferkelbereich durch den Sauenbereich und an den Mastabteilungen vorbei in den Vormastbereich verbracht. Alle Schweine (Masttiere, Sauen) verlassen Stall 1 über die mit „Schweineverladung“ gekennzeichneten Türen. Dies gilt für die Mastschweine, die in Stall 2 verbracht werden als auch für die Schlachttiere.





..... = Weg, den der Tiere aus dem Abferkelbereich in die Vorkastabteilungen nehmen

Abbildung 3.2: Grundriss und funktionelle Gliederung von Stall 1

Der Stall 2 ist ein reiner Maststall. Er gliedert sich in die Mastabteilungen 1 bis 6 (Abbildung 3.3). Der gesamte Tierverkehr erfolgt über den in der Abbildung auf der linken Seite mit „Eingang/Ausgang (Schwein)“ gekennzeichneten Tür zwischen Vorraum und Mastabteilung 2. Material und Personen gelangen über den Vorraum in den Stall. Die mit „Lüftung“ beschrifteten Außentüren haben Lüftungsschlitze. Die Tür zwischen den Mastabteilungen 5 und 6 am Ende des Hauptganges wird nicht als Ein- oder Ausgang benutzt.

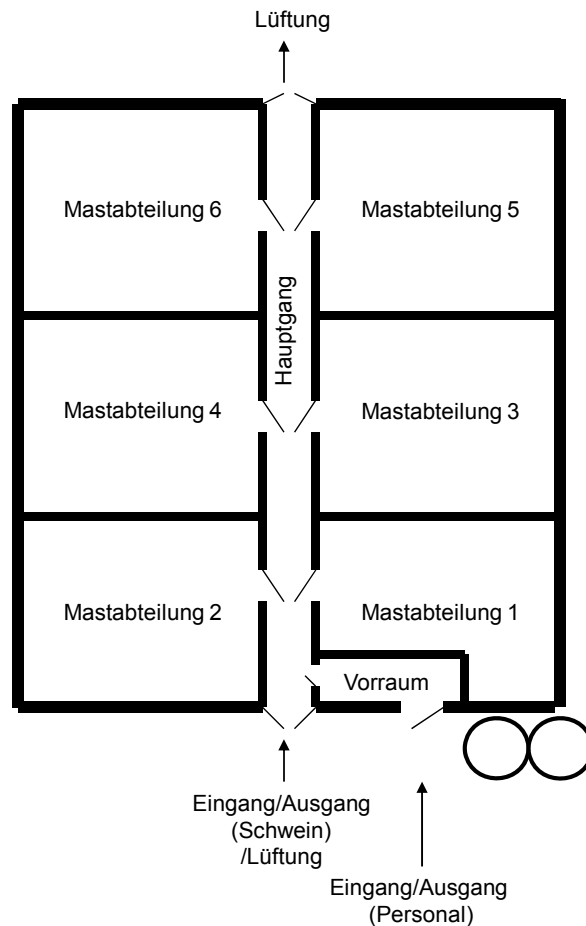


Abbildung 3.3: Grundriss und funktionelle Gliederung von Stall 2

### 3.2.2 Erhebung der Betriebsdaten

Die Betriebs- und Schlachthofdaten sind im Ergebnisteil unter **4.1 Betriebsdaten** aufgeführt. Die Daten wurden im Vorgespräch erhoben und kontinuierlich während der Probenahmetermine vervollständigt. Die Bestandsdaten sowie das Stallbuch wurden eingesehen. Auf Anfrage wurden die Ergebnisse der *Salmonella*-Antikörperbestimmung von Juli 2008 bis April 2010 sowie die Liefertermine des untersuchten Betriebes während des Beprobungszeitraumes vom Schlachtbetrieb zur Verfügung gestellt.

### **3.3 Beprobungstechniken**

Eingesetzt wurden Wisch- und Sockenproben, zusätzlich wurden Materialproben genommen. Die Wischproben wurden für die jeweilige Probenqualität nach einheitlicher Technik an einer hierfür definierten Stelle vorgenommen. Für die Sockenproben wurden Laufschemata für die einzelnen Räumlichkeiten festgelegt. Soweit möglich wurden die Umweltproben im Gelände (Erdproben) als Materialproben entnommen. Die Umweltproben mussten aufgrund der Witterungsverhältnisse im Winter (2009/2010) in Form von Wischproben genommen werden, da der Boden gefroren war.

Die Beprobung wurde immer in derselben Reihenfolge durchgeführt. Zunächst wurde in Stall 1 der Abferkelbereich, anschließend Sauen-, Mast-, und Vormastbereich beprobt. Danach erfolgte die Probenahme auf dem Gelände vom Stall 1 aus in Richtung Stall 2. In Stall 2 wurde zunächst der Eingang mit dem Vorraum beprobt. Nach den Sockenproben auf dem Hauptgang wurden die Mastabteilungen in umgekehrter Reihenfolge (beginnend mit Mastabteilung 6) beprobt. Den Abschluss eines jeden Probenahmetermines stellte die Untersuchung an Eingang des Wohnhauses sowie die Beprobung der Arbeitsstiefel und –schuhe des Landwirtes dar.

Um den Übertrag von Keimen zwischen den Bereichen zu verhindern, wurden in jedem Bereich und jeder Abteilung neue Überschuhe und Handschuhe benutzt. Die für die Wischproben verwendeten Kompressen waren in Alufolie eingeschlagen, sodass die Beprobung der Oberflächen erfolgen konnte ohne die Kompressen direkt anzufassen. Die Stallabteilungen wurden nur von der probennehmenden Person betreten. Beim Wechsel von Stall 1 zu Stall 2 wurden der Schutzanzug und die Stiefelüberzieher gewechselt.

### 3.3.1 Material für die Beprobung

Tabelle 3.1: Bei den Beprobungen verwendetes Verbrauchsmaterial

Material	Hersteller/Produktbezeichnung/ Produkt-Nr.	Eigenschaften/ Anmerkungen
Händedesinfektionsmittel	Bode Chemie Hamburg/ Sterilium	Bakterizid, fungizid, tuberkulozid, virusinaktivierend
Wasserfester Folienstift	Edding International GmbH/ Typ: Edding 400	Permanentmarker, schwarz
Einmalhandschuhe	medical care & serve industry/ Prod.-Nr.: 090921208 01	Vinylhandschuhe puderfrei
Stomacherbeutel	Nerbe plus GmbH/ Prod.-Nr.: 09-613-5000	PE 400ml, 180 x 300 mm, ohne Filter, steril R
Kotröhrchen	Henry Schein, Art.-Nr. 760-466	22 x 63 mm, Füllvolumen 18 ml
Baumwollkompressen	Dr. Ausbüttel & Co GmbH/ DracoFix- Mullkompressen/ DIN EN 14079 BW VM 17	10 x 10 cm groß, 8-lagig, unsteril
Hygienehauben	Care & Serve medical industry/ Vlies-Hauben, Baret	Größe M, Ø 49 cm, weiß, Material: Polypropylen
Überschuhe	Securesse/ CPE-Überschuhe/ Art.Nr.: 10010211	Größe M
Überstiefel	Clinhand/ Überziehtiefel	PE-Folie, Schaffhöhe 43 cm, mit Bindebändern
Atemschutzmasken	3M Deutschland GmbH/ Prod.-Nr: 8710E	Maske ohne Ausatemventil
Schutzanzug	Securesse/ Vlies-Overall mit Kragen/ Art.-Nr.: 12010024	Größe L- XL

Für die Wischproben wurden Baumwollkompressen mit NaCl (0,85 %ig) befeuchtet, in Alufolie eingeschlagen und 15 Minuten bei 121°C autoklaviert.

Für die Sockenproben wurden Hygienehauben verwendet, die über die Überschuhe gezogen wurden. Sie wurden vor dem Abgehen mit 15%iger BPW-Lösung (BPW + autoklaviertes Wasser) befeuchtet. Für jede epidemiologische Einheit bzw. jeden Raum wurden neue Überschuhe und Hygienehauben verwendet.

### 3.3.2 Probenqualitäten und Methoden der Beprobungen

Die Proben lassen sich aufgrund der Betriebsstruktur in die Kategorien „Stall“, „Gelände“ und „Human“ einteilen. Die Techniken zur Entnahme der einzelnen Probenqualitäten sind in Tabelle 3.2 beschrieben.

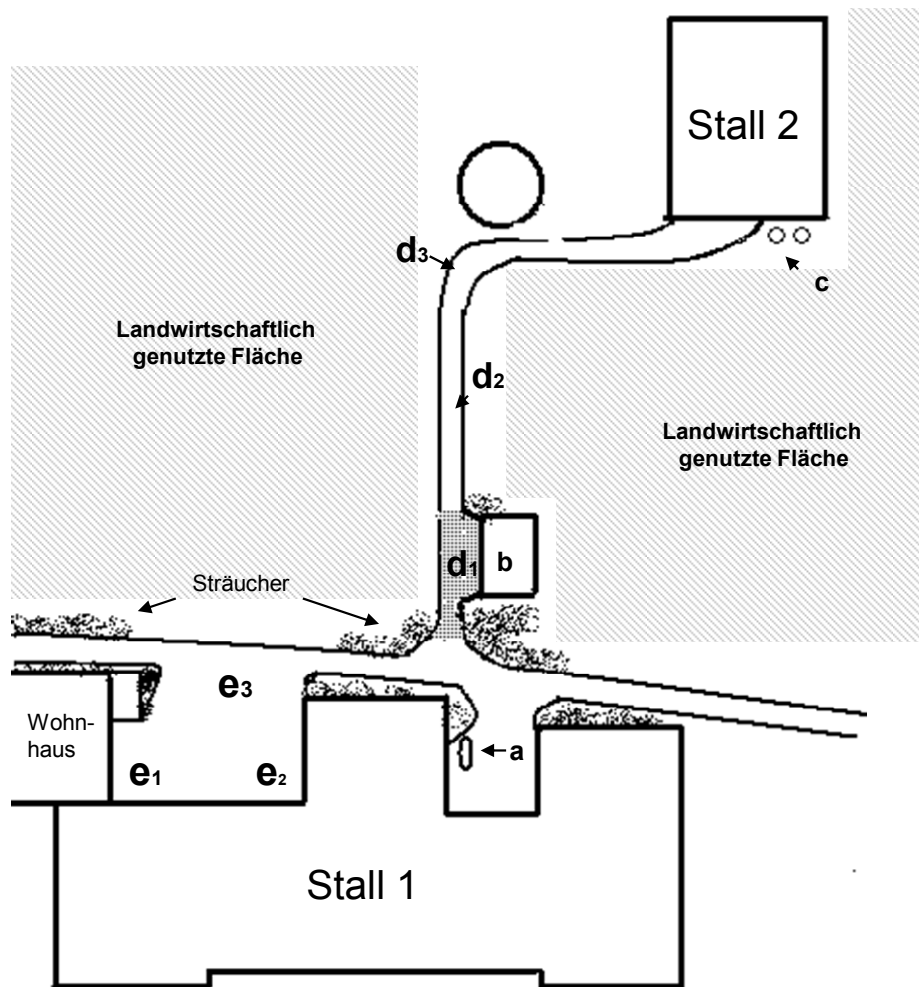
Tabelle 3.2: Probenqualitäten und Technik der Beprobung

Probenqualität	Methode	Technik	
Abferkelbuchten	Materialprobe	Mit einem puderfreien Vinylhandschuh wurde an drei verschiedenen Stellen in der Abferkelbucht Kot gesammelt und in einen Stomacherbeutel gegeben.	
Böden 1 (Vorräume der Stallungen und Eingang Wohnhaus)	Wischprobe	Auf einer Fläche von 20 x 20 cm wurde der Boden mit mäßigem Druck mit einem Feuchttupfer abgewischt.	
Böden 2 (Flure und Einheiten)	Sockenprobe	Nach festgelegtem Laufschemata für die einzelnen Bereiche.	
Nippeltränken	Wischprobe	Das Mundstück wurde mit einem Feuchttupfer mittels leichter Drehbewegung abgewischt.	
Futter	Materialprobe	Mit einem Handschuh wurde die obere Futterschicht abgetragen und mit einem neuen Handschuh eine Probe aus der Tiefe entnommen.	
Futtertröge (Längströge)	Wischprobe	Die Längsfläche des Troges wurde mit mäßigem Druck mittels Feuchttupfer auf einer Länge von 30 cm abgewischt.	
Futtertröge (Rundtröge)	Wischprobe	Die Außenkante wurde über die gesamte Länge mit einem Feuchttupfer mit mäßigem Druck abgewischt.	
Fütterungssystem	Wischprobe	Einzelne Verteilungsrohre zu den Futtertrögen wurden mit einem Feuchttupfer beprobt. Dabei wurde auf einer Länge von ca. 5 cm die Innenfläche des Rohres beprobt.	
Geräteoberflächen	Wischprobe	Leiter	Die vierte Sprosse von unten wurde auf der gesamten Trittlfläche beprobt.
		Hochdruck-reiniger	Die Schlauch-Außenseite (auf einer Länge von ca. 30 cm) und die Räder (Außenseite, ca. 20 cm) wurden mit einem Feuchttupfer abgewischt
		Treibbretter	Die Unterkante des Treibbretts wurde auf ca. 30 cm abgewischt
		Besen	Ein Feuchttupfer wurde 2x auf der gesamten Länge des Besenriegels durch die Borsten geführt.
		Schaufel	Die gesamte Fläche der Vorderseite des Schaufelblattes wurde mit einem Feuchttupfer abgerieben.
		Karren	Die Handgriffe wurden durch Drehbewegung, die Laufflächen der Räder auf ca. 15 cm beprobt.

Fortsetzung Tabelle 3.2: Probenqualitäten und Technik der Beprobung

<b>Probenqualität</b>	<b>Methode</b>	<b>Technik</b>
Heizlüfter	Wischprobe	Die Innenseite des Windkanalstahlrohrs wurde mit einem Feuchttupfer auf einer Fläche von 20 x 20 cm beprobt.
Hof	Wischprobe	Auf dem asphaltierten Hofgelände wurden an festgelegten Punkten (siehe Abbildung 3.4) mit einem Feuchttupfer eine Fläche von jeweils ca. 20 x 20 cm beprobt.
Kotprobe (Hofhund)	Materialprobe	Frisch abgesetzter Kot wurde in einem Stomacherbeutel gesammelt.
Kadaverbox	Wischprobe	Der Griff (gesamte Länge, ca. 30 cm.) und die Betonplatte (auf einer Fläche von ca. 20x20cm im vorderen Bereich der Box) wurden mit einem Feuchttupfer mit mäßigem Druck abgewischt.
Ketten	Wischprobe	Die Kette wurde mit einem Feuchttupfer umfasst und die letzten 20 cm der Kette durch die Komresse gezogen.
Stallstiefel/-schuhe	Wischprobe	Ein Stiefel/Schuh des jeweiligen Paares wurde ausgewählt und dreimal mit dem Feuchttupfer über die gesamte Länge der Sohle gewischt.
Stuhlproben	Materialprobe	Den tierbetreuenden Personen wurden beim jeweils vorherigen Besuch Kotröhrchen ausgeteilt, mit der Bitte, einen Tag vor der Beprobung auf dem Betrieb selbst Stuhlproben zu nehmen.
Türklinken	Wischprobe	Die Türklinke wurde mit einem Feuchttupfer umfasst und auf beiden Seiten der Tür abgewischt.
Zufahrt zu Stall 2	Materialprobe/ Wischprobe	Zwischen der öffentlichen Straße und Stall 2 wurden drei Punkte für Probenahmen festgelegt (siehe Abbildung 3.4). Die Probe im Bereich des Fuhrparks wurde als Wischprobe mit einem Feuchttupfer, die beiden Proben auf dem Feldweg als Materialprobe (Erde) mittels sterilen Kotröhrchen genommen.

Anmerkung: In den Monaten Januar und Februar (Probenahmetermin 5 - 8) war die Entnahme von Materialproben auf dem Gelände aufgrund der Witterungsverhältnisse nicht möglich. Zu den betroffenen Terminen erfolgte die Beprobung wie unter Böden 1 beschrieben.



a= Kadaverbox  
 b= Standort Schweinetransporter  
 c= Mastsilo-Befüllung

d<sub>1</sub>= Auffahrt zu Stall 2  
 d<sub>2</sub>= Halber Weg zu Stall 2  
 d<sub>3</sub>= Kurve zu Stall 2

e<sub>1</sub>= Hof (vor dem Wohnhaus)  
 e<sub>2</sub>= Hof (Schweineverladestelle)  
 e<sub>3</sub>= Hof (Zufahrt vorne)

Abbildung 3.4: Beprobungspunkte im Außenbereich

### 3.3.3 Beprobungen auf dem Schlachtbetrieb

Parallel zu der Beprobung des Betriebes wurden in der zweiten Hälfte des Beprobungszeitraumes die Nil. jejunales von Schlachttieren aus zeitlich versetzt gemästeten Masteinheiten untersucht. Hierzu wurde Mesojejenum mit den Nil. jejunales durch dortiges Personal einzeln nach Schlachtkörpern gewonnen und in Tüten verpackt. Die Zuordnung der Schlachtgruppen bzw. deren Lymphknoten zu den Masteinheiten und Mastabteilungen erfolgte im Anschluss über den Abgleich der Ausstellungsdaten und den Lieferterminen an den Schlachtbetrieb.

Im Labor wurden die Lymphknoten der einzelnen Tiere manuell frei präpariert. Die Dekontamination der Oberfläche erfolgte durch zweimaliges Tauchen der Lymphknoten in Alkohol und Abflammen. Im Anschluss wurden die so abgeflamten Lymphknoten mit einer

sterilen Schere angeschnitten und auf 10 g in einem Stomacherbeutel pro Tier eingewogen. Die weitere Aufarbeitung wurde wie unter 3.4.4 beschrieben vorgenommen.

### 3.4 Die mikrobiologische Untersuchung

#### 3.4.1 Laborgeräte und Einrichtungen

Tabelle 3.3: Auflistung der verwendeten Laborgeräte

Gerät	Hersteller	Typenbezeichnung
Stomacher	Seward Medical London	Stomacher 400 Typ: BA 7021
Brutschränke	Kendro Melag	Typ: UB 6420 Typ: B 6760 Typ: Z
Vortex	Bender & Hobein AG	Vortex Genie 2 Modell: G-560 E
Waage	Satorius GmbH	Typ: L22005-D

Zusätzlich verwendete Gerätschaften:

Glas-Pipetten (1ml)  
Pipettierhilfe  
Bunsenbrenner  
Impfösen

#### 3.4.2 Die Nährmedien

##### 3.4.2.1 Nicht selektive Nährmedien

###### **Gepuffertes Peptonwasser (Peptonwasser, gepuffert; BPW)**

(Fa. Merck, Art.-Nr. 1.07228.0500)

Die Lösung dient der nicht selektiven Voranreicherung von *Salmonella* und anderen Mikroorganismen. Das Peptonwasser besteht aus Caseinpepton, Natriumchlorid, Dinatriumhydrogenphosphat und Kaliumdihydrogenphosphat. Die Herstellung erfolgt, indem 25,5 g Substrat in 1 Liter Aqua dest. gelöst und für 15 Minuten bei 121°C autoklaviert wird.

Der pH beträgt bei Raumtemperatur pH: 7,0 ± 0,2. Die Bebrütung des beimpften Mediums findet über 16-20 Stunden bei 36 ± 1°C statt.



### **BHI-Lösung (Brain-Heart-Infusion; Hirn-Herz-Boullion; BHI)**

(Fa. Merck, Art.-Nr. 1.10493.0500)

Die Nährsubstanz besteht aus Hirn- und Herz-Extrakt sowie Peptonen. Weiterhin sind Glucose, Natriumchlorid und Dinatriumhydrogenphosphat zugefügt.

Bei der Herstellung werden 37 g BHI-Substrat in 1 Liter Aqua dest. gelöst und 15 Minuten bei 121°C autoklaviert. Der pH beträgt bei Raumtemperatur  $7,4 \pm 0,2$ . Nach Beimpfung des Mediums wird bei 37°C über 24h inkubiert.

Das Medium ist unbeimpft braun und klar, Keimwachstum lässt sich durch eine Trübung des Mediums erkennen.

### **Standard-I-Nähragar (Standard-I)**

(Fa. Merck, Art.-Nr. 1.07881.5000)

Der Standard-I-Agar wird zur nicht selektiven Anzucht von anspruchsvollen Bakterien verwendet, sein pH beträgt  $7,5 \pm 0,2$ . Er setzt sich aus Peptonen, Hefeextrakt, Natriumchlorid, D(+) Glucose sowie Agar-Agar zusammen. Die Herstellung erfolgt durch das Lösen von 37,5 g Substrat in 1l Aqua dest. und anschließendem Autoklavieren bei 121°C. Das Medium stellt sich unbeimpft gelblich und klar dar.

Die Bebrütung des beimpften Nähragars erfolgt bei 37°C über 24 Stunden.

### **Schwärmagar**

(Fa Sifin, Nähragar-I-Art.-Nr. TN 1164, Nährbouillon-I-Art.-Nr. TN 1172)

Der Schwärmagar ist ein gelbliches, von seinem Charakter gelartiges, halbfestes Nährmedium. Er ermöglicht ein besseres Schwärmverhalten von *Salmonella* und damit eine stärkere Ausbildung der H-Antigene. Inhaltsstoffe sind Fleischpepton, Gelatinepepton, Caseinpepton, Hefeextrakt, Natriumchlorid, Caseinhydrolysat und Agar.

Bei der Herstellung des Schwärmagars werden 20 g Nähragar-I-Substrat mit 16,5 g Nährbouillon-I in einem Liter Aqua dest. gemischt und anschließend bei 121°C für 15 Minuten autoklaviert. Von der heißen Lösung werden je 10 ml in sterile Röhrchen gegossen und mit einem Schraubdeckel verschlossen.

Die Herstellung der Platten erfolgte je nach Bedarf. Dazu wurden die Agarröhrchen bis zur Verflüssigung des Nährmediums in einem Dampftopf erhitzt. Das Nährmedium wurde in Petrischalen mit 6 cm Durchmesser gegossen und bei Zimmertemperatur bis zur Verfestigung abgekühlt. Nach der Beimpfung mit dem zu untersuchenden Isolat wird bei 37°C über 24 Stunden inkubiert.

### 3.4.2.2 Selektive Nährmedien

#### **Rappaport-Vassiliadis-Bouillon (RVS-Bouillon, RV)**

(Fa. Merck, Art.-Nr. 1.07700.0500)

Die Selektiv-Bouillon von Vasiliadis, modifiziert nach Rappaport, wird zur Anreicherung von *Salmonella*, ausgenommen *S. Typhi* und *S. Paratyphi A*, genutzt. Das Medium setzt sich aus Pepton von Sojamehl, Magnesiumchlorid-Hexahydrat, Natriumchlorid, Di-Kaliumhydrogenphosphat, Kaliumdihydrogenphosphat und Malachitgrün zusammen. Für die Herstellung werden 41,8 g Substrat in einem Liter Aqua dest. mit Hilfe eines Magnetrührers gelöst, der pH wird auf  $5,2 \pm 0,2$  eingestellt. Nach dem Abfüllen werden die mit Kappen verschlossenen Reagenzgläser 15 Minuten bei  $115^{\circ}\text{C}$  autoklaviert. Nach der Beimpfung des Mediums erfolgt die Inkubation bei  $42^{\circ}\text{C}$  über 24 bis 48 h.

#### **XLT4 (Xylose-Lactose-Tergitol-4)-Medium**

(Fa. Merck, Art.-Nr. 1.13919.0500 (Agar Basis), Art.-Nr. 108981.0100 (Supplement))

Der Selektiv-Nährboden dient der Isolierung und Identifizierung von Salmonellen. Die Begleitflora wird durch den Zusatz von Niaproof 4 (Tergitol-4/Natriumtetradecylsulfat) unterdrückt. Unbeimpft stellt sich der Nährboden klar und rot dar, er setzt sich aus Pepton, Hefeextrakt, L-Lysin, Xylose, Lactose, Sucrose, Ammonium-III-Citrat, Natriumthiosulfat, Natriumchlorid, Phenolrot (als Indikator) und Agar-Agar zusammen. Zur Herstellung werden 59 g Substrat in 1 Liter demineralisierten Wassers gegeben und 4,6 ml Supplement zugefügt. Der pH-Wert liegt bei einer Temperatur von  $25^{\circ}\text{C}$  bei  $7,4 \pm 0,2$ . Der Ansatz wird bis zum vollständigen Lösen im kochenden Wasserbad erhitzt. Nach dem Abkühlen auf ca.  $50^{\circ}\text{C}$  werden die Platten gegossen. Das Medium darf nicht autoklaviert werden.

Die Inkubation des beimpften Nährbodens erfolgt bei  $37^{\circ}\text{C}$  über 18-24 Stunden.

*Salmonella* bildet infolge der Reduktion von Thiosulfat mit Eisen-III-Ionen zu  $\text{H}_2\text{S}$  schwarze Kolonien vor einem rot/violetten Hintergrund. Dagegen stellt sich *E. coli* aufgrund von Ansäuerung als gelbe/farblose Kolonien vor einem gelben Hintergrund dar.

#### **MSRV (Rappaport-Vassiliadis-semi-solid-modified-medium)-Medium**

(Fa. Merck, Art.-Nr. 1.09878.0500 (Nährboden Basis), Art.-Nr. 1.09874.0010 (Supplement))

Bei dem Selektiv-Nährmedium MSRV handelt es sich um ein durch die Zugabe von Agar-Agar modifiziertes RV-Medium nach DE SMEDT et al. (1986). Die Zusammensetzung entspricht dem der RVS-Bouillon (s.o.) unter Zugabe von Agar. Durch die Substanzen Malachitgrün, Magnesiumchlorid und Novobiocin wird die Beweglichkeit von Mikroorganismen, bei denen es sich nicht um *Salmonella* handelt, stark herabgesetzt.

Die Herstellung erfolgt, indem 15,8 g Substrat in 500 ml Aqua dest. unter Erhitzung in einem Wasserbad aufgelöst wird. Das in sterilem destilliertem Wasser gelöste Supplement wird

dem Medium beigemischt, sobald das Medium eine Temperatur von 50°C erreicht hat. Das Medium darf nicht autoklaviert werden. Nach der Beimpfung wird das Medium bei 42°C über 24 Stunden inkubiert.

Unbeimpft ist der Nährboden blau und klar. *Salmonella*-positive Proben weisen ein schwärmendes Wachstum auf und zeigen einen deutlichen Präzipitathof. Bei negativen Proben hingegen fehlen das schwärmende Wachstum und die Ausbildung eines Hofes.

### **3.4.3 Aufarbeitung der Proben**

Die mikrobiologische Aufarbeitung der Proben erfolgte am Tag nach der jeweiligen Beprobung. Sie bestand zunächst in einer nicht selektiven Voranreicherung in gepuffertem Peptonwasser. Hierzu wurden 10 g der jeweiligen Probe in einem Stomacherbeutel eingewogen, 90 ml BPW hinzugefügt und anschließend 60 Sekunden gestomachert. Nach Inkubation über 24 Stunden bei 37°C folgte eine Anreicherung in RV (0,1 ml Probenlösung in 10 ml RV). Für die selektive Anzucht auf einem festen Nährmedium wurde der XLT4-Agar verwendet. Der 2fach fraktionierte Ausstrich auf XLT4-Agar mittels Impföse erfolgte nach einer 24-stündigen Inkubation bei 42°C im RV-Medium. Alle Proben, die sich hier *Salmonella* negativ darstellten, wurden nach weiterer 24-stündiger Inkubation bei 42°C im RV-Medium erneut auf XLT4-Agar 2fach fraktioniert ausgestrichen und inkubiert.

Bei den Stuhl- & Hundekotproben wurde parallel zum RV-Ansatz MSR/V mit jeweils 3 Tropfen à 0,1 ml der beimpften und inkubierten BPW-Lösung pro Probe beimpft. Die Inkubation erfolgte bei 42°C über 24h (Abbildung 3.5).

Von den verdächtigen Koloniebildenden Einheiten (KbE) wurden je Probe 5 KbE ausgewählt und auf Standard-I-Agar isoliert. Bei Proben mit weniger als 5 verdächtigen KbE wurden alle verdächtigen KbE auf Standard-I isoliert.

Alle Isolate auf Standard-I-Agar wurden mit Hilfe von polyvalenten *Salmonella*-Antiseren untersucht. Bei Agglutination wurden die Isolate für die weitere Serotypisierung tiefgefroren (siehe **3.4.5 Serotypisierung**).

#### **3.4.3.1 Interne Kontrolle**

Zur Kontrolle der Ergebnissicherheit und der laborinternen Qualitätskontrolle erfolgte bei jeder Probenaufarbeitung im Labor ein Parallelansatz mit den Laborstämmen *Salmonella* Enteritidis DSM 9898 und *Escherichia coli* ATCC 25922.

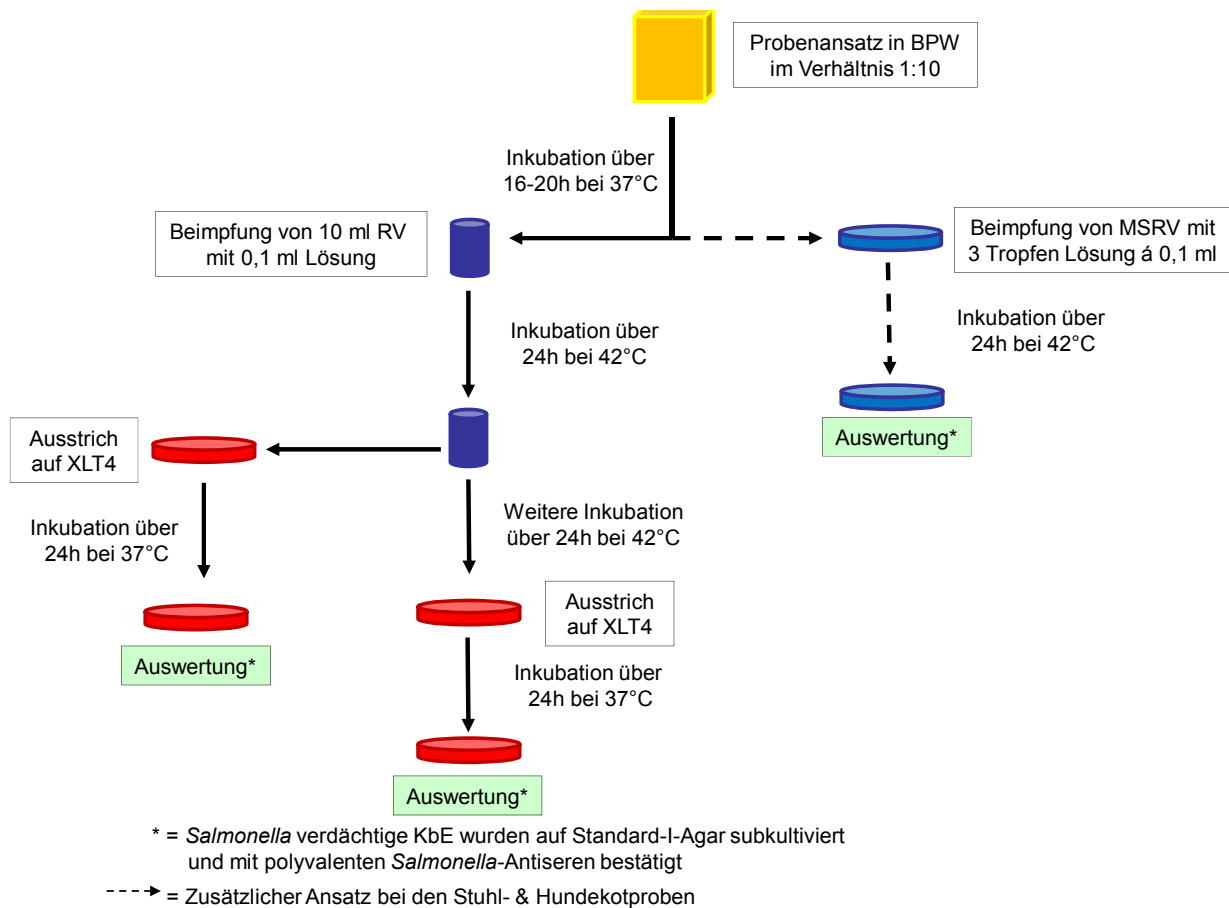


Abbildung 3.5: Probenaufarbeitung (Labor)

### 3.4.4 Serotypisierung

Die verdächtigen Isolate wurden serotypisiert (Tabelle 3.4) Die Untersuchung wurde mit Antisera der Firma Sifin durchgeführt. Tabelle 3.5 gibt die letztlich eingesetzten Seren wieder.

Tabelle 3.4: Zur Serotypisierung verwendetes Material

Material	Hersteller/Produktbezeichnung/ Produkt-Nr.	Eigenschaften/Anmerkung
Kryoprobengefäße	Nerbe Plus Best.-Nr.: 05-652-0100	Kryogefäß PP natur, 2,0 ml, mit Standering
Schraubdeckel für Kryoprobengefäße	Nerbe Plus Best.-Nr.: 05-662-0800	Schraubdeckel PP natur, mit O-Ring, für Kryogefäß
Pipettenspitzen	Greiner bio-one Best.-Nr.: 685 290  Best.-Nr.: 686 290	Vol.-Bereich: 10-100µl Farbe: gelb Vol.-Bereich: 100-1000µl Farbe: blau
Pipettoren	Eppendorf Typ: Reference Nichiryo Typ: SL Pette XE	Vol.-Bereich: 100-1000 µl Vol.-Bereich: 2-20 µl

Weitere verwendete Gerätschaften:

- Agglutinationsbank
- Objektträger
- Impfösen
- Bunsenbrenner

Tabelle 3.5: Zur Serotypisierung verwendete Testseren (Sifin, Berlin)

Serumbezeichnung	Produkt-Nr.
<i>Salmonella</i> -Screening	
Anti- <i>Salmonella</i> I (A-E)	TR 1115
Anti- <i>Salmonella</i> II (F-67)	TR 1125
Gruppenspezifisches Antiserum	
Anti- <i>Salmonella</i> Gr. B	TR 5201
Anti- <i>Salmonella</i> Gr. C	TR 1202
Anti- <i>Salmonella</i> Gr. D	TR 1203
Anti- <i>Salmonella</i> Gr. E	TR 1204
Anti- <i>Salmonella</i> O	
Anti- <i>Salmonella</i> O <sub>4</sub>	TR 5302
Anti- <i>Salmonella</i> O <sub>5</sub>	TR 5303
Anti- <i>Salmonella</i> O <sub>27</sub>	TR 1313
Anti- <i>Salmonella</i> H	
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>i</sub>	TR 1410
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>1</sub>	TR 5437
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>2</sub>	TR 1433
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>5</sub>	TS 1434
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>6</sub>	TS 1435
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>E</sub>	TR 1405
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>L</sub>	TR 1412
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>n</sub>	TR 1438
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>w</sub>	TS 1421
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>x</sub>	TR 1422
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>z</sub>	TR 1424
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>z6</sub>	TR 1426
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>z15</sub>	TR 1428
Anti- <i>Salmonella</i> H <sub>z35</sub>	TR 1445

Verdächtige KbE wurden auf Standard-I subkultiviert und im Anschluss mit polyvalenten Anti-*Salmonella*-Seren getestet. Der technische Ablauf der Agglutination ist in Abbildung 3.6 dargestellt. Um Spontanagglutinationen zu erkennen, wurde zunächst das Antiserum durch NaCl (0,85%ig) ersetzt.

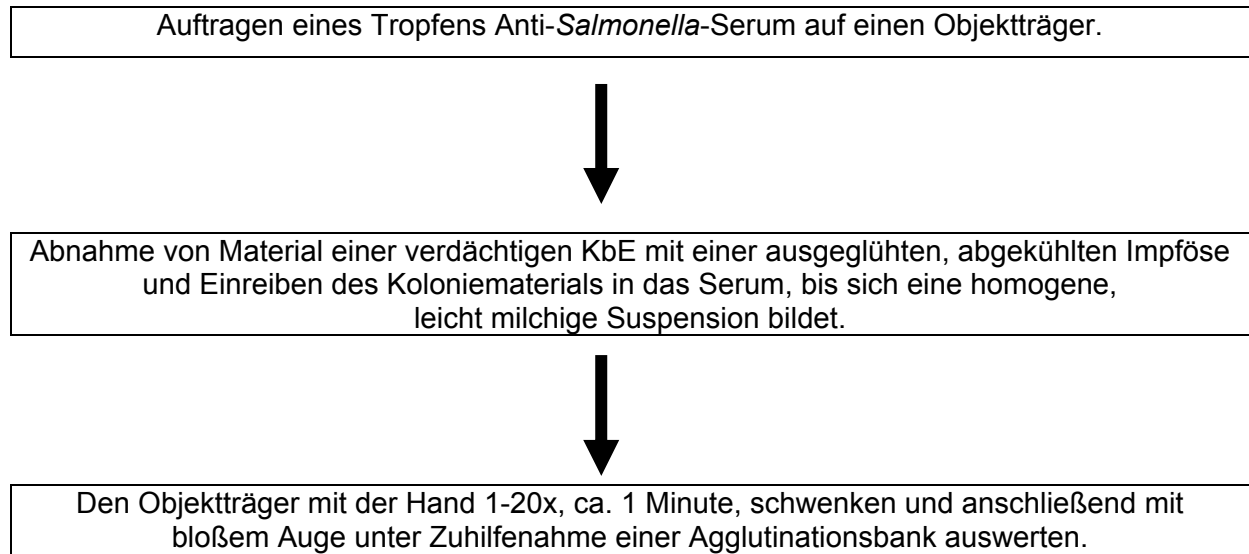


Abbildung 3.6: Technische Durchführung der Untersuchung mit *Salmonella*-Antiseren

Positive Reaktionen sind durch grob- oder feinflockige Agglutinationskomplexe mit Aufklärung des Hintergrunds gekennzeichnet, die nicht reversibel sind. Bleibt die Suspension milchig-trüb oder tritt eine Agglutination erst nach mehr als 20maligem Schwenken bzw. mehr als einer Minute auf, so gilt die Reaktion als negativ.

Aus zeitlichen Gründen wurden die verdächtigen KbE nicht parallel zu den weiteren Probenahmeterminen und der mikrobiologischen Aufarbeitung serotypisiert, sondern gefrierkonserviert. Deshalb wurde der eine Teil der KbE mit polyvalentem *Anti-Salmonella*-Serum untersucht. Der andere Teil der KbE wurde, bei positivem Agglutinationsergebnis, mittels Impföse in 3,5 ml BHI-Lösung gegeben. Nach dem Vortexen der beimpften BHI-Lösung erfolgte die Inkubation über 24 h bei 37°C. Im Anschluss wurden 800 µl dieser Lösung mit Hilfe einer Eppendorf-Pipette in ein mit 200 µl Glycerol beschicktes Kryoprobengefäß (Glycerolröhrchen) gegeben und gevortext. Die so befüllten und mit Proben-/Isolatnummer beschrifteten Glycerolröhrchen wurden nach Probenahmeterminen sortiert bei -30°C gelagert (Abbildung 3.7).

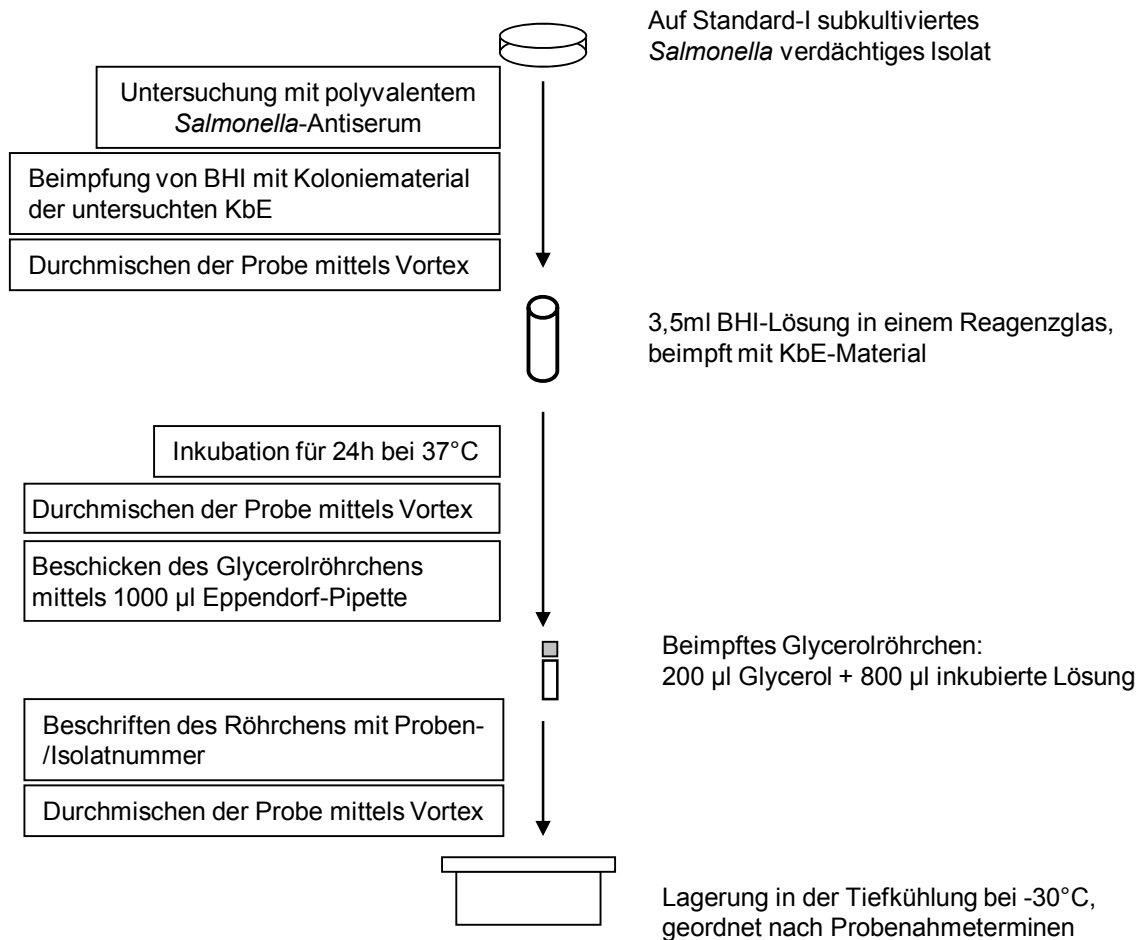


Abbildung 3.7: Arbeitsschritte für die Präparation der Isolate zur Gefrierkonservierung

Nach Abschluss der Felduntersuchungen und der Probenaufarbeitung wurden die Isolate aus Glycerol mit einem zweifach fraktionierten Ausstrich erneut auf Standard-I angezüchtet. Die Serotypisierung erfolgte innerhalb von 4 Stunden nach der Inkubation. Sämtliche Typisierungsschritte eines Isolats wurden an einer einzelnen KbE des jeweiligen Ausstrichs vorgenommen. Die Untersuchung der Isolate wurde wie in Abbildung 3.6 wiedergegeben durchgeführt. Die einzelnen Abschnitte der Serotypisierung sind in Abbildung 3.8 dargestellt. Da im Rahmen der Untersuchungen keine Spontanagglutinationen auftraten, wurden keine biochemischen Untersuchungen durchgeführt.

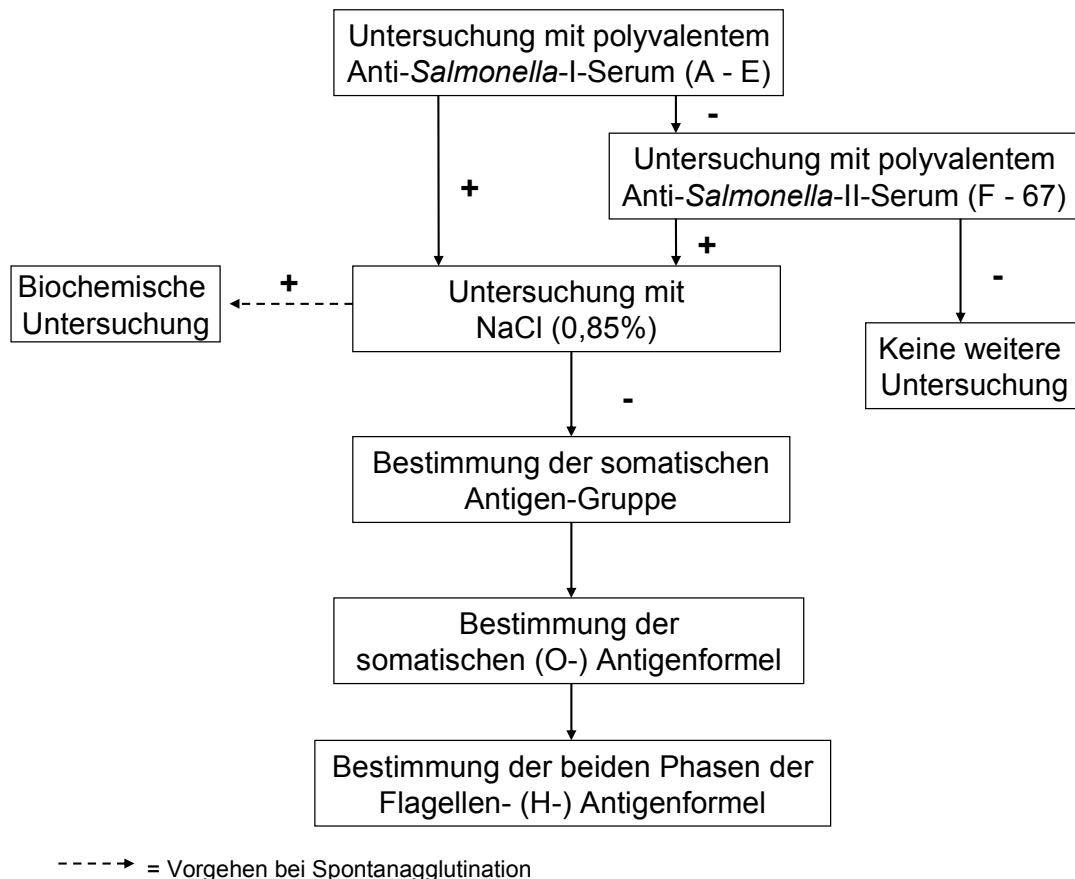


Abbildung 3.8: Fließdiagramm der Arbeitsschritte zur Serotypisierung (FRIES 2005)

Konnte bei keinem der bis zu fünf vorliegenden Isolate einer Probe die zweite H-Phase nachgewiesen werden, so wurde das erste Isolat dieser Probe mittels Induktion auf die zweite H-Phase untersucht. Gab es innerhalb der Isolate einer Probe unterschiedliche O-Antigenformeln, so wurde im Falle des Fehlens der zweiten H-Phase ein Isolat jeder O-Antigenformel für die Induktion ausgewählt. Da alle Isolate in der Versuchsreihe bei der Agglutination positiv auf H<sub>1</sub>-Antigen getestet wurden, erfolgte die Induktion immer mit Anti-*Salmonella*-H<sub>1</sub>-Serum.

Zur Induktion wurden Schwärmagarplatten mit je 100 µl Anti-*Salmonella*-H<sub>1</sub>-Serum überschichtet und KbE-Material mittels Impföse zentral auf den Agar beimpft. Die Inkubation erfolgte bei 37°C über 24 Stunden. Für den Test auf die zweite Phase wurde Material der geschwärmten KbE abgenommen und mit Anti-*Salmonella*-H<sub>1</sub>-Serum und Anti-*Salmonella*-H<sub>2</sub>-Serum untersucht.

Isolate, bei denen auch nach der Induktion keine zweite H-Phase auftrat, wurden als monophasisch angesprochen.



### 3.5 Auswertung

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen umfassen unterschiedliche Aspekte:

- **Betriebsdaten:**

Die Betriebsdaten gegliedert nach Bausubstanz/Tierplatzzahlen, Hygienemaßnahmen, Fütterungsmanagement, Tierdaten/Tierbewegungen und der Untersuchungen auf *Salmonella*-Antikörper.

- **Gesamtergebnisse der Untersuchung auf *Salmonella* und Gliederung der Gesamtergebnisse nach Funktionsbereichen:**

Der Anteil *Salmonella* positiver Proben an der Gesamtprobenanzahl je Probenahmetermin sowie für den gesamten Beprobungszeitraum absolut und prozentual.

Die Berechnungen der Signifikanzen zwischen den *Salmonella*-Prävalenzen der Probenahmetermine mit Hilfe des Programms IBM SPSS Statistics 20. Die Untersuchung hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen den einzelnen Beprobungen erfolgte über eine einfaktorielle, univariate Varianzanalyse mit Hilfe des Bonferroni Post Hoc Test. Das Signifikanzniveau wurde auf 5 % festgesetzt. Als Nullhypothese galt, dass kein Zusammenhang zwischen den Variablen besteht.

Unterteilung in die einzelnen Bereiche des Betriebs mit Angabe des Anteils positiver Proben an der Probenanzahl innerhalb des jeweiligen Bereichs und bezogen auf die Gesamtprobenanzahl. Ergebnisse der Serotypisierung für die einzelnen Probenahmetermine absolut und in Prozent.

- **Zeitlich und lokal geschichtete Analyse der *Salmonella*-Prävalenz geordnet nach Bereichen:**

Darstellung der Serotypen tabellarisch durch Aneinanderreihung der 12 Probenahmetermine mit einheitlicher Reihenfolge der untersuchten Probenqualitäten, zur besseren Übersicht geordnet in zeitlicher und lokaler Schichtung nach Bereichen.

- **Vergleich der Nachweise an den Stallinstallationen in Mast und Vormast:**

Die Anzahl der Beobachtungswerte mit der Merkmalsausprägung  $x_j$  heißt **absolute Häufigkeit** der Merkmalsausprägung und wird mit  $h(x_j)$  bezeichnet. Der relative Anteil der absoluten Häufigkeit einer Merkmalsausprägung  $x_j$  an der Gesamtzahl der Beobachtungswerte heißt **relative Häufigkeit**  $f(x_j)$  (SCHWARZE 1981).

Es wurde die relative Häufigkeit der *Salmonella*-Nachweise an einer Probenqualität ermittelt und mit derjenigen der anderen Probenqualitäten verglichen.

Die relative Häufigkeit wurde anhand der folgenden Formel berechnet:

$$f(x_j) = \frac{h(x_j)}{n}$$

$f(x_j)$  = relative Häufigkeit       $h(x_j)$  = absolute Häufigkeit       $n$  = Grundgesamtheit

Das **relative Risiko** ist definiert als der Quotient der Wahrscheinlichkeiten für die Kategorien eines dichotomen abhängigen Merkmals (BORTZ et al. 1990). Es wurde untersucht, um welchen Faktor das relative Risiko des *Salmonella*-Nachweises an einer speziellen Probenqualität beim Auftreten von *Salmonella* in einer Abteilung steigt. Für jede Probenqualität wurde eine Kreuztabelle nach folgendem Schema erstellt:

	Abteilungen mit <i>Salmonella</i> -positiver Probenqualität	Abteilungen mit <i>Salmonella</i> -negativer Probenqualität
<i>Salmonella</i> -positive Abteilungen	a	b
<i>Salmonella</i> -negative Abteilungen	c	d

Das relative Risiko (RR) wurde aus der Kreuztabelle über folgende Formel berechnet:

$$RR = \frac{\frac{a}{(a+c)}}{\frac{b}{(b+d)}}$$

- **Nach Masteinheiten gegliederte Darstellung der Ergebnisse aus den Untersuchungen der NII. jejunales der Schlachtgruppen:**

Zugordnung der untersuchten Schlachtgruppen zu den Mastabteilungen. Darstellung der Anteile *Salmonella*-positiver Lymphknotenproben je Schlachtgruppe und Verteilung der Serovaren.

- ***Salmonella*-Prävalenz in der Tierbewegung durch Verknüpfung der Stallbuchdaten, der Ergebnisse aus der Untersuchung des Betriebes und der Ergebnisse der Untersuchung von NII. jejunales.**

Zusammenführung der Betriebsdaten, der Ergebnisse der zeitlichen und lokalen Schichtung sowie der Ergebnisse der Lymphknotenuntersuchungen zur Darstellung der Serovaren in den einzelnen Produktionsschritten (Vormast, Mast, Schlachtung) von drei Mastgruppen, die während des Beprobungszeitraumes begleitet wurden.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Betriebsdaten

Die Betriebsdaten wurden auf Grundlage der Begehung des Betriebes im Vorfeld des Beprobungszeitraumes und bei Gesprächen an den Probenahmeterminen erhoben. Die Zahlen der an den Schlachtbetrieb gelieferten Tiere die für diese Untersuchung von Relevanz waren und die Daten zum *Salmonella*-Antikörperstatus gemäß Schweine-Salmonellen-Verordnung wurden vom Schlachtbetrieb zur Verfügung gestellt.

#### 4.1.1 Bausubstanz und Tierplätze

Die in Tabelle 4.1 gezeigte Tierplatzanzahl gibt die maximale Belegkapazität der gesamten Stallungen wieder, entsprechend der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung Abschnitt 5 § 28, § 29 und § 30 (ANONYMUS 2009). Dies entspricht den Tierzahlen, für die der Betrieb zugelassen ist.

Tabelle 4.1: Tierplatzanzahl in den Produktionsbereichen

<b>Nutzung</b>	<b>Tierplatzanzahl</b>
Eber	2
Sauen	130
Abferkelbuchten	36
Vormast	470
Mast	862

Tabelle 4.2 zeigt die Verteilung der Nutzungsbereiche auf die Stallungen und gibt eine Übersicht über die Tierplatzanzahl in den einzelnen Abteilungen.

Tabelle 4.2: Verteilung von Tierplatzanzahl und Aufstallungsformen in den Stallungen

Nutzungsbereich	Stallabteilung	Platzanzahl pro Stallabteilung	Aufstallungsform	Anzahl gesamt
<b>Stall 1</b>				
Abferkelbereich	Abferkelabteilung 1	5 Buchten	Abferkelbucht mit Kastenstand	36 Sauen
	Abferkelabteilung 2	15 Buchten		
	Abferkelabteilung 3	8 Buchten		
	Abferkelabteilung 4	8 Buchten		
Sauen-/Reproduktionsbereich	Sauen-Wartestall	40 Tiere	Einzelstände	130 Sauen
	Sauenstall	10 Buchten	3 Tiere pro Bucht	
	Deckzentrum (Sauen)	60 Tiere	Einzelstände bzw. 4 Tiere pro Bucht	
	Deckzentrum (Eber)	1 Tier	Einzelbucht	2
Vormastbereich	Vormastabteilung	94 Tiere	Gruppenhaltung	470 Absetzer
Mastbereich	Mastabteilung 7-8	70 Tiere	Gruppenhaltung	140 Masttiere
<b>Stall 2</b>				
Mastbereich	Mastabteilung 1	112	Gruppenhaltung	722 Masttiere
	Mastabteilung 2-6	je 120		

#### 4.1.2 Hygienemaßnahmen

Die Stallabteilungen werden nach Abschluss eines Mastdurchgangs bzw. nach Räumung des Stalls gereinigt. Nach einer groben Vorreinigung mittels Schaufel wird eine Endreinigung mit kaltem Wasser unter Hochdruck durchgeführt.

Maßnahmen zur Schädlingsbekämpfung sind in Tabelle 4.3 dargestellt.

Tabelle 4.3: Betriebsinterne Maßnahmen zur Schädlingsbekämpfung

Maßnahmen im Stall	Stall 1	Stall 2	Betriebsgelände
Einsatz von Insektiziden	+	+	-
Fangeinrichtungen für Schädner	-	-	**
Hund / Katzen	-	-	+

\* Fliegenfallen mit dem Wirkstoff Azamethiphos kontinuierlich in den Stallabteilungen

\*\* Haferflockenköder um Stall 2 herum

Die Sauen werden einmal pro Jahr entwurmt (Wirkstoff: Flubendazol), eine Entwurmung der Masttiere erfolgt nicht.

### 4.1.3 Fütterung

Im gesamten Abferkel- und Sauenbereich sowie bei den Vormasttieren (in den ersten drei Wochen nach Aufstallung) erfolgt die Fütterung mit Trockenfutter über manuell befüllte Futterspender. Im Anschluss werden die Vormasttiere schrittweise auf das Automatiksystem (Breifütterung) umgewöhnt. Zur Fütterung der Mastschweine werden ausschließlich Breiautomaten genutzt.

Je nach Bedarf und Betriebssituation werden zugekaufte und betriebseigene Trockenfuttermittel mit Ergänzung oder eine Kombination aus zugekauften und betriebseigenen Futtermitteln verwendet.

### 4.1.4 Tierdaten / Tierbewegungen

Der Sauenbestand remontriert sich aus betriebseigenen Jungsauen. Vereinzelt erfolgen Zukäufe. Abbildung 4.1 zeigt einen Überblick der bereichsüberschreitenden Tierbewegungen.

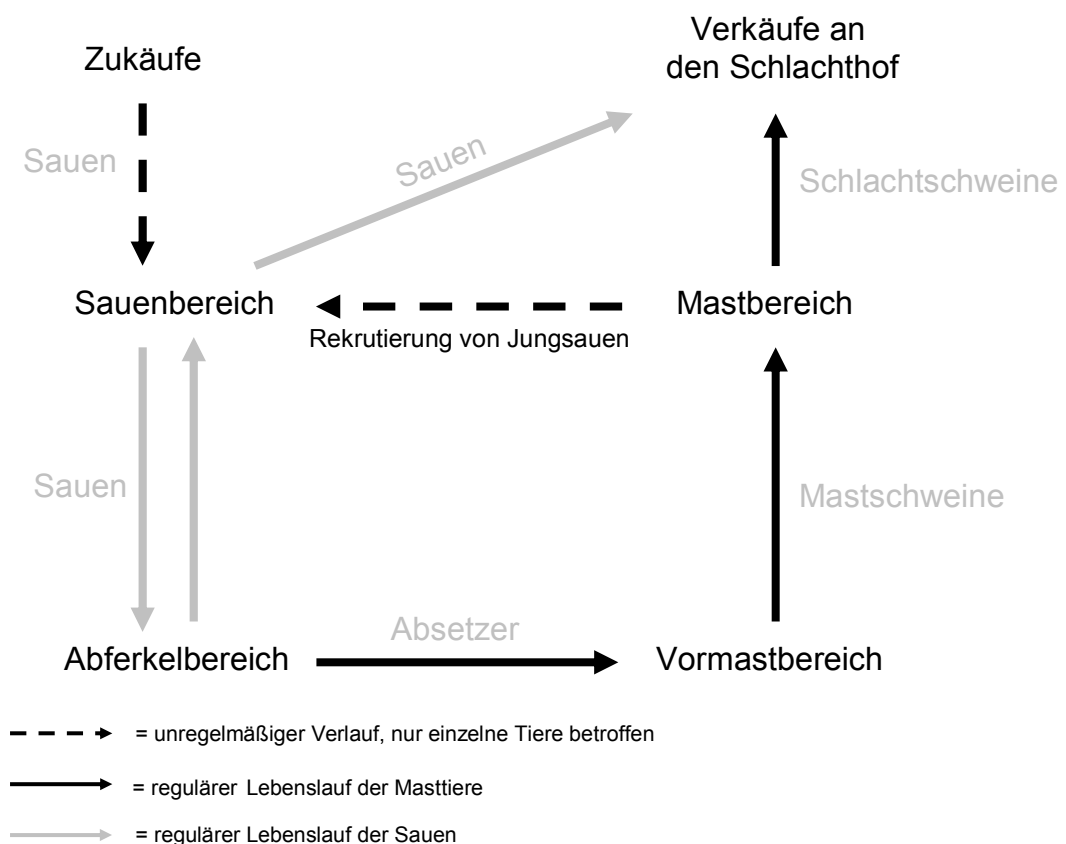


Abbildung 4.1: Bereichüberschreitende Tierbewegungen im betrieblichen Ablauf

Die Beprobungen erfolgten über 6 Monate in 14 tägigen Intervallen. Der Beprobungszeitraum lag zwischen November 2009 und April 2010 (Tabelle 4.4).

Tabelle 4.4: Termine der Betriebsbeprobungen

<b>Probenahmetermin</b>	<b>Datum</b>
1	23.11.2009
2	07.12.2009
3	21.12.2009
4	04.01.2010
5	18.01.2010
6	01.02.2010
7	15.02.2010
8	01.03.2010
9	15.03.2010
10	29.03.2010
11	12.04.2010
12	26.04.2010

Die Belegung der Mastabteilungen während des Beprobungszeitraumes wurde den Betriebsaufzeichnungen am letzten Probenahmetermin entnommen. In den Daten sind Aufstellungs- und Ausstellungsdaten der Masteinheiten sowie die Herkunft der Tiere aus den Vormastabteilungen aufgeführt (Tabelle 4.5).

Der Betrieb gibt, mit Ausnahme des Monats Dezember, in zehntägigem Rhythmus Schweine (Mastschweine und einzelne Sauen) an den Schlachtbetrieb ab. Die Tierzahl je Lieferung ist von der Belegung der jeweiligen Mastabteilung und der körperlichen Konstitution der Tiere abhängig und daher bei jedem Termin unterschiedlich. Aus diesem Grund werden in einzelnen Fällen Tiere aus zwei Mastabteilungen zu einer Lieferung zusammengefasst bzw. der Resttierbestand einer Masteinheit mit dem Teil einer anderen Einheit kombiniert. Es wird keine klare „Rein-Raus“-Strategie angewandt.

Tabelle 4.5: Stallbuchdaten zu Ein- und Ausstallung in den Mastabteilungen während des Beprobungszeitraumes

Stall	Mast- abteilung	Herkunft (Vormast- abteilung)	Tag der Einstellung	Tag der Ausstallung <sup>a</sup>	Liefertermine an den Schlachtbetrieb
Stall 2	4	4	12.08.09	02.12.09	02.12.09
		4	21.08.09		
Stall 2	1	1	04.09.09	22.1.10* <sup>1</sup>	12./22.1.10
		1	11.09.09		
Stall 2	6	5	29.09.09	11.02.10* <sup>2</sup>	02./11.2.10
		5	29.09.09		
Stall 2	5	3	14.10.09	05.03.10* <sup>3</sup>	23.02./05.03.10
		3	14.10.09		
Stall 2	2	2	03.11.09	15.03.10	05./15.3.10
		2	09.11.09		
Stall 1	8	4	23.11.09	26.03.10	26.03.10
		4	23.11.09		
Stall 1	7	1	07.12.09	06.04.10	06.04.10
		1	07.12.09		
Stall 2	1	5	23.12.09	26.04.10* <sup>4</sup>	16./26.04.10
		5	23.12.09		
Stall 2	3	3	12.01.10	-	-
		3	25.01.10	-	-
Stall 2	4	2	05.02.10	-	-
		2	17.02.10	-	-
Stall 2	6	4	03.03.10	-	-
		1	03.03.10	-	-
Stall 2	5	5	18.03.10	-	-
		5	21.03.10	-	-
Stall 2	2	3	16.04.10	-	-
		3	16.04.10	-	-

<sup>a</sup> Datum, an dem die Abteilung abschließend geräumt wurde

\*<sup>1</sup>Nicht verkaufte Tiere (16) von Mastabteilung 1 in Mastabteilung 6 umgestallt

\*<sup>2</sup>Nicht verkaufte Tiere (11) von Mastabteilung 6 in Mastabteilung 5 umgestallt

\*<sup>3</sup>Nicht verkaufte Tiere (7) von Mastabteilung 5 in Mastabteilung 2 umgestallt

\*<sup>4</sup>Nicht verkaufte Tiere (9) von Mastabteilung 1 in Mastabteilung 3 umgestallt

- =Mastabteilung wurde im Beprobungszeitraum nicht geräumt bzw. nicht an den Schlachtbetrieb geliefert

#### 4.1.5 Untersuchung auf Antikörper im Rahmen des *Salmonella*-Monitorings

Der Betrieb wurde gemäß Schweine-Salmonellen-Verordnung als Gesamtbetrieb und nicht nach Stallgebäuden kategorisiert. Im Zeitraum des 3. Quartals 2008 bis zum 2. Quartal 2010 kam es zu wechselnden Ergebnissen positiver Funde. Bei den Stichproben im 3. Quartal 2008 lag der Anteil positiver Tiere im gleitenden Jahresmittel bei 10,1 % und stieg dann bis zum 4. Quartal 2009 auf 35,7 % an. Im Folgenden fiel der Positiv-Anteil auf 20 % im 2. Quartal 2010 ab (Tabelle 4.6).

Tabelle 4.6: Ergebnisse der *Salmonella*-Antikörper-Untersuchungen (Zeitraum 3. Quartal 2008 bis 2. Quartal 2010) nach Schweine-Salmonellen-Verordnung

Quartal	Schlacht-termin	Proben					
		Anzahl	positiv	negativ	unklar	Positive Funde (in %) pro Quartal	Gleitendes Mittel* (in %)
3. Quartal 2008	03.07.2008	9	2	7	0	11	10,1
	14.07.2008	1	0	1	0		
	15.07.2008	8	0	8	0		
4. Quartal 2008	07.10.2008	9	1	8	0	29	11,1
	16.10.2008	8	4	4	0		
1. Quartal 2009	08.01.2009	12	5	7	0	53	23,2
	19.01.2009	5	4	1	0		
2. Quartal 2009	02.04.2009	9	3	6	0	35	31,9
	09.04.2009	8	3	5	0		
3. Quartal 2009	06.07.2009	10	1	9	0	11	31,9
	16.07.2009	8	1	7	0		
4. Quartal 2009	08.10.2009	9	3	6	0	27	35,7
	19.10.2009	9	5	4	0		
	06.11.2009	11	1	10	0		
	18.11.2009	5	0	5	0		
1. Quartal 2010	02.01.2010	8	2	6	0	24	25,0
	22.01.2010	9	2	7	0		
2. Quartal 2010	06.04.2010	9	2	7	0	18	20,0
	16.04.2010	8	1	7	0		

\* Vierteljährliche Berechnung der Befunde aus den letzten 12 Monaten zur Einstufung gemäß Schweine-Salmonellen-Verordnung

## 4.2 Ergebnisse der eigenen Untersuchungen

### 4.2.1 Gesamtergebnis der Betriebsbeprobungen

Insgesamt wurden im Beprobungszeitraum 1956 Proben genommen, von denen 196 *Salmonella*-positiv waren. Unabhängig von der Probenart entspricht dies einem Anteil von 10,0 % positiver Proben an der Gesamtprobenanzahl (Tabelle 4.7).

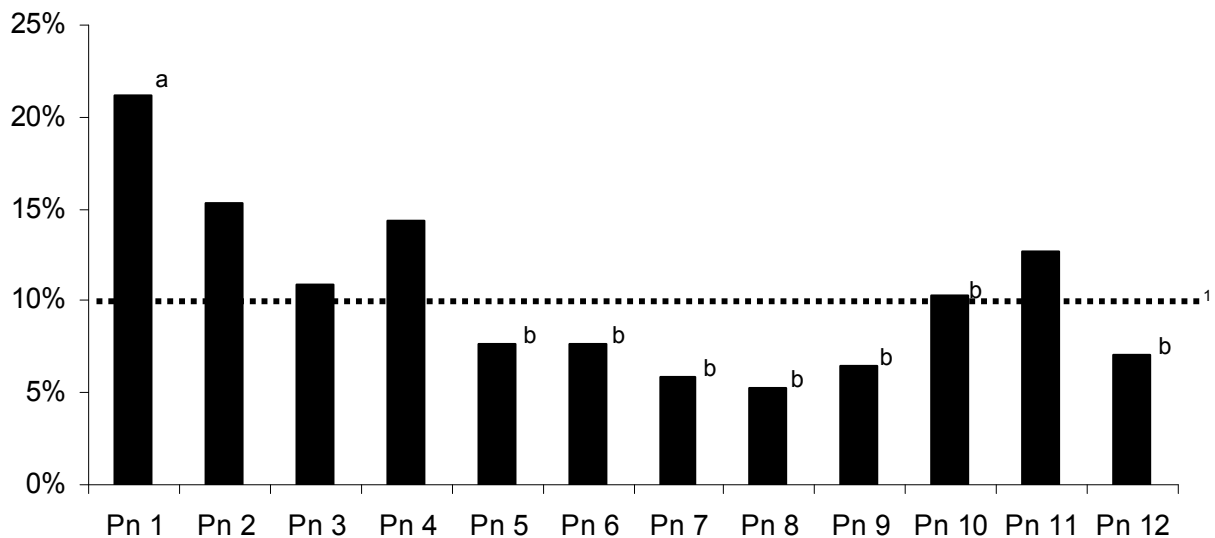
Die Zahl der Proben an den einzelnen Probenahmeterminen lag zwischen 113 Proben bei der ersten Beprobung und 171 Proben bei der neunten Beprobung. Je nach Probenahmetermin lag die Anzahl positiver Proben zwischen 9 und 25 (Tabelle 4.8).



Tabelle 4.7: Probenanzahl an den Probenahmeterminen und Anteil *Salmonella*-positiver Proben

	Probenahmetermin												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1 bis 12 (insgesamt)
<b>Genommene Proben (absolut)</b>	113	163	164	160	169	168	167	170	171	165	166	168	1956
<b>Positive Proben (absolut)</b>	24	25	20	24	13	13	10	9	11	17	21	12	198
<b>Anteil positiver Proben (in %)</b>	21,2	15,3	10,9	14,4	7,7	7,7	5,9	5,3	6,4	10,3	12,7	7,1	10,0

Die positiven Funde variierten bei den einzelnen Beprobungen zwischen 5,3 % und 21,2 %. Nach 21,2 % bei der ersten Beprobung fiel die Prävalenz bis zum Probenahmetermin 8 (5,3 %) ab. Danach stieg sie wieder bis auf 12,7 % an (Beprobung 11). Beim letzten Probenahmetermin lag die *Salmonella*-Prävalenz bei 7,1 % (Tabelle 4.7 und Abbildung 4.2). Abbildung 4.2 zeigt die Prävalenz bei den einzelnen Beprobungen im Vergleich zur durchschnittlichen Prävalenz aller Beprobungen und die signifikanten Unterschiede.



1: Durchschnittliche *Salmonella*-Prävalenz im gesamten Probenahmezeitraum  
a zu b: Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau  $p \leq 0,05$  zueinander signifikant

Abbildung 4.2: Anteil *Salmonella*-positiver Proben (in %) bezogen auf die Probenanzahl der einzelnen Probenahmetermine Pn = Probenahmetermin

Der Anteil positiver Funde variierte zwischen den Nutzungsbereichen (Tabelle 4.8). Am häufigsten wurde *Salmonella* im Vormastbereich (29,7 % bzw. 58,7 %), gefolgt vom Mastbereich Stall 1 (15,8 % bzw. 9,7 %), Mastbereich Stall 2 (9,2 % bzw. 23,5 %) und dem Abferkelbereich (1,7 % bzw. 4,6 %) nachgewiesen. In der Sauenhaltung trat keine positive

Probe auf (Tabelle 4.8). Bei den in Tabelle 4.8 unter „andere Proben“ aufgeführten Proben handelt es sich um die Stuhlproben sowie die Kotproben des Hofhundes.

Tabelle 4.8: Probenanzahlen und positive Funde insgesamt, gegliedert nach Funktionsbereichen

Stall/Stallbereich	Stall 1				Stall 2	Gelände	Andere Proben
	Sauenhaltung	Abferkelbereich	Vormastbereich	Mastbereich	Mastbereich		
<b>Proben (absolut)</b>	210	524	387	120	502	177	36
<b>Positive Proben (absolut)</b>	0	9	117	19	46	7	0
<b>Anteil der genommenen Proben des Bereichs an der Gesamtprobenanzahl</b>	10,7 %	26,8 %	19,8 %	6,1 %	25,7 %	9,1 %	1,8 %
<b>Anteil positiver Proben an der Probenanzahl in diesem Bereich</b>	0 %	1,7 %	29,7 %	15,8 %	9,2 %	4,0 %	0 %
<b>Anteil der positiven Proben des Bereichs an den positiven Proben insgesamt (n=196)</b>	0 %	4,6 %	58,7 %	9,7 %	23,5	3,6 %	0 %
<b>Anteil positiver Proben an der Gesamtprobenanzahl (n= 1956)</b>	0 %	0,5 %	5,9 %	0,98 %	2,4 %	0,4 %	0%

Andere Proben = Stuhlproben der Tierbetreuenden Personen und Kotprobe des Hofhundes

#### 4.2.2 Serovarverteilung innerhalb der gewonnenen Isolate der Betriebsbeprobungen

Die Anzahl der Isolate je Probenahmetermin lag zwischen 38 und 125 (Tabelle 4.9).

Es traten ausschließlich Varianten von *S. Typhimurium* auf. Dabei handelt es sich um die biphasischen Varianten 4,12:i:1,2 und 4,5,12:i:1,2 sowie um die monophasischen Varianten 4,12:i:- und 4,5,12:i:-. Bei den Probenahmeterminen 1 bis 5 traten die Varianten 4,12:i:- und 4,5,12:i:- auf. Ab Beprobung 6 kam Variante 4,12:i:1,2 (mit Ausnahme von Beprobung 10) und ab Beprobung 7 Variante 4,5,12:i:1,2 hinzu (Tabelle 4.8).

Der Anteil von 4,12:i:- betrug je nach Probenahmetermin 0 % bis 69,5 % und machte insgesamt 32,3 % der Isolate aus. Der Anteil von 4,5,12:i:- lag bei den Beprobungen zwischen 10,2 % bis 75,4 %. Insgesamt waren 44,6 % der Isolate aller Beprobungen der Variante 4,5,12:i:- zuzuordnen. Nach dem ersten Auftreten von Variante 4,12:i:1,2 bei Beprobung 6 lag deren Anteil zwischen 1,9 % bzw. 0 % und 20,4 % (4,2 % der Isolate insgesamt). Die Variante 4,5,12:i:1,2 machte ab Beprobung 7 20,4 % bis 59,2 % der Isolate bei den einzelnen Beprobungen aus und erreichte insgesamt einen Anteil von 16,4 % (Tabelle 4.9).

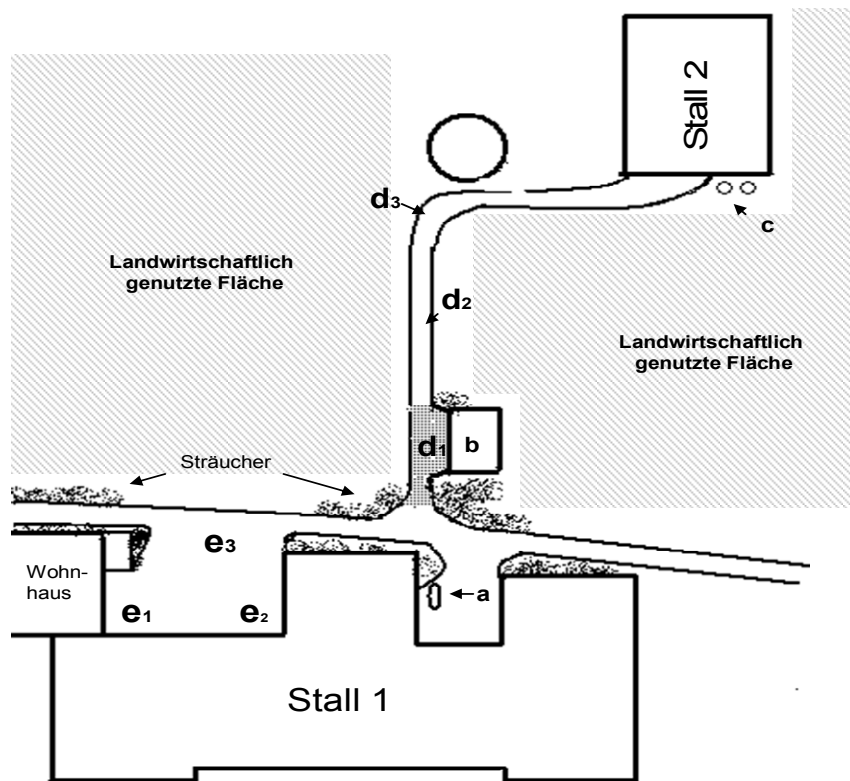
Tabelle 4.9: Ergebnisse der Serotypisierung der Isolate aus den Betriebsbeprobungen

	Probenahmetermin												Insgesamt (Pn 1-12)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4,12:i:-	49,6%	37,6%	69,5%	46,8%	58,5%	16,9%	10,2%	23,7%	33,3%	13%	5%	0%	32,3%
4,5,12:i:-	50,4%	62,4%	30,5%	53,2%	41,5%	75,4%	10,2%	13,2%	44,4%	48%	29%	42%	45,8%
4,12:i:1,2	0%	0%	0%	0%	0%	7,7%	20,4%	10,5%	1,9%	0%	10%	14,5%	4%
4,5,12:i:1,2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	59,2%	52,6%	20,4%	39%	56%	43,5%	17,8%
n	117	125	95	124	65	65	49	38	54	77	100	62	971

n = Anzahl der untersuchten Subkulturen absolut, Pn = Probenahmetermin

## 4.2.3 Zeitliche und lokale Schichtung der *Salmonella*-Funde

### 4.2.3.1 Betriebsgelände



a= Kadaverbox  
b= Standort Schweine-  
transporter  
c= Mastsilo-Befüllung

Weg zu Stall 2:  
d<sub>1</sub>= Auffahrt  
d<sub>2</sub>= Halber Weg  
d<sub>3</sub>= Kurve

Hof:  
e<sub>1</sub>= vor dem Wohnhaus  
e<sub>2</sub>= Schweineverladestelle  
e<sub>3</sub>= Zufahrt vorne

Abbildung 4.3: Gliederung des Betriebsgeländes

Von dem Betriebsgelände außerhalb der Stallungen wurden 177 Proben untersucht. Bei 7 Proben wurden Salmonellen nachgewiesen. Die meisten Nachweise waren an Gegenständen, nur in zwei Fällen erfolgte der Nachweis auf dem Boden des Hofplatzes bzw. dem Weg zu Stall 2 (Tabelle 4.10).

Tabelle 4.10: Probenanzahl und *Salmonella*-positive Proben auf dem Betriebsgelände je Probenahmetermin und insgesamt in absoluten Zahlen

Probenart	Pn 1		Pn 2		Pn 3		Pn 4		Pn 5		Pn 6		Pn 7		Pn 8		Pn 9		Pn 10		Pn 11		Pn 12		Insgesamt (Pn 1- 12)	
	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+
Hof	3	0	3	1	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	36	1
Weg zu Stall2	3	0	3	0	3	1	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	36	1
Objekte	9	1	9	1	9	2	9	0	9	0	8	0	8	0	9	0	9	0	8	1	9	0	9	0	105	5
Proben gesamt	15	1	15	2	15	3	15	0	15	0	14	0	14	0	15	0	15	0	14	1	15	0	15	0	177	7

Pn = Probenahmetermin, n = Anzahl genommener Proben, + = Anzahl positiver Proben, Objekte = Proben von Gegenständen

Auf dem Betriebsgelände außerhalb der Stallungen wurden im Außenbereich an drei Stellen Salmonellen nachgewiesen (Tabelle 4.11). Bei Probenahmetermin 2 trat Variante 4,5,12:i:- auf dem Hof im Bereich der Schweineverladung auf. An Probenahmetermin 3 wurde auf dem Weg zu Stall 2 Variante 4,12:i:- nachgewiesen. Am Hänger, mit dem die Schweine aus dem Vormastbereich von Stall 1 in Stall 2 verbracht werden, trat bei Beprobung 10 Variante 4,5,12:i:1,2 auf.

Die Arbeitsstiefel und -schuhe des Landwirtes und seiner Frau wurden in einem Abstellraum im Eingangsbereich des Wohnhauses gelagert. Bei den ersten drei Probenahmeterminen wurden Salmonellen an Arbeitsstiefelpaar 1 nachgewiesen (Termin 1 und 3: Variante 4,12:i:-, Termin 2: Variante 4,5,12:i:-). Am zweiten Paar Arbeitsschuhe trat bei Beprobung 3 Variante 4,12:i:- auf.

Tabelle 4.11: Zeitliche und lokale Schichtung der *Salmonella*-Prävalenz auf dem Betriebsgelände  
 + = positive Probe, +<sub>1</sub> = 4,12:i:-, +<sub>2</sub> = 4,5,12:i:-, +<sub>4</sub> = 4,5,12:i:1,2,  
 Leerfeld = negative Probe, \ = nicht vorhanden bzw. nicht beprobt

Probenqualität	Probenahmetermin											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Außenbereich</b>												
Hof (Zufahrt vorne)												
Hof (vor dem Wohnhaus)												
Hof (Schweineverladestelle)		+ <sub>2</sub>										
Entsorgung (Kadaverbox)						\	\			\		
Hänger (Schweinetransporter)										+ <sub>4</sub>		
Weg zu Stall 2 (Auffahrt)												
Weg zu Stall 2 (halber Weg)												
Weg zu Stall 2 (Kurve)			+ <sub>1</sub>									
Mastsilo-Befüllung												
<b>Wohnhaus</b>												
Türschwelle der Haustür												
Türklinke der Haustür												
Stiefel Paar 1	+ <sub>1</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>1</sub>									
Stiefel Paar 2												
Stallschuhe Paar 1												
Stallschuhe Paar 2			+ <sub>1</sub>									

#### 4.2.3.2 Sauenhaltung (Stall 1)

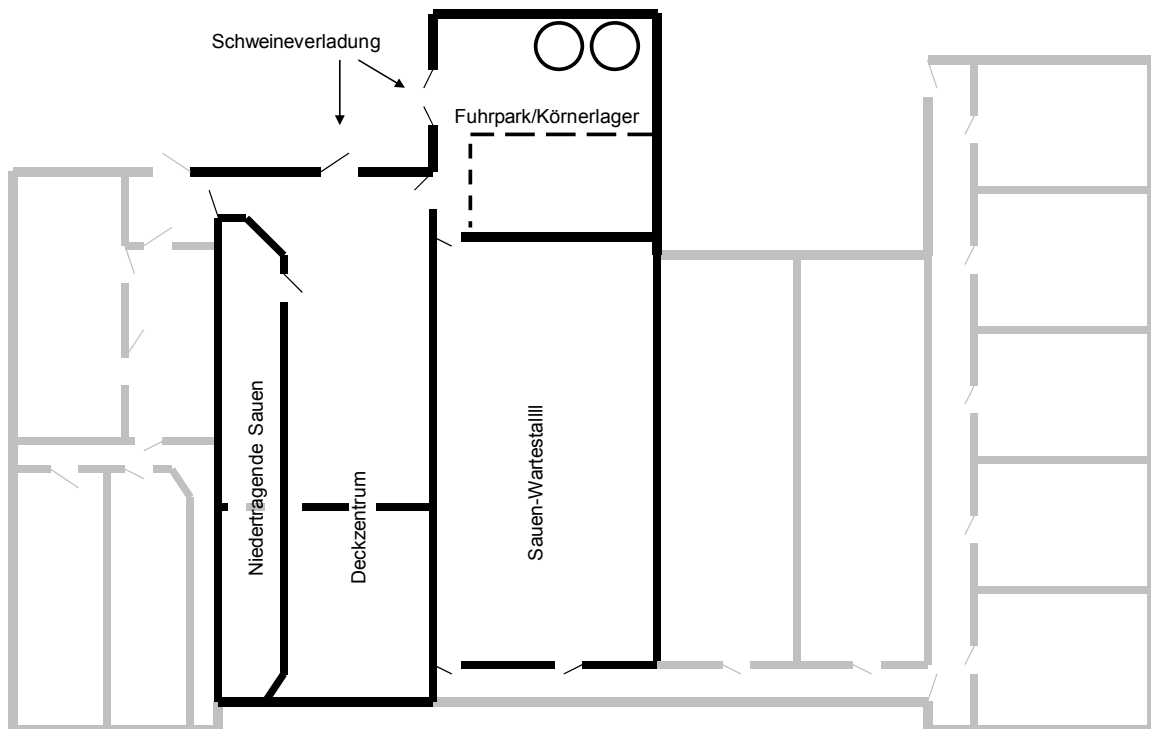


Abbildung 4.4: Die Sauenhaltung in Stall 1

In der Sauenhaltung wurden im Probenahmezeitraum insgesamt 210 Proben des Bodens, der Tränken und der Futtertröge genommen, die alle *Salmonella*-negativ waren. Die Stallabteilungen waren im gesamten Beprobungszeitraum durchgehend belegt.

Im Deckzentrum wurden zusätzlich ein Treibbrett, eine Schaufel und ein Besen beprobt. Bei diesen Proben und einem am Übergang zum Sauen-Wartestall beprobten Treibbrett wurden bei keiner der Beprobungen Salmonellen nachgewiesen.

#### 4.2.3.3 Abferkelbereich (Stall 1)

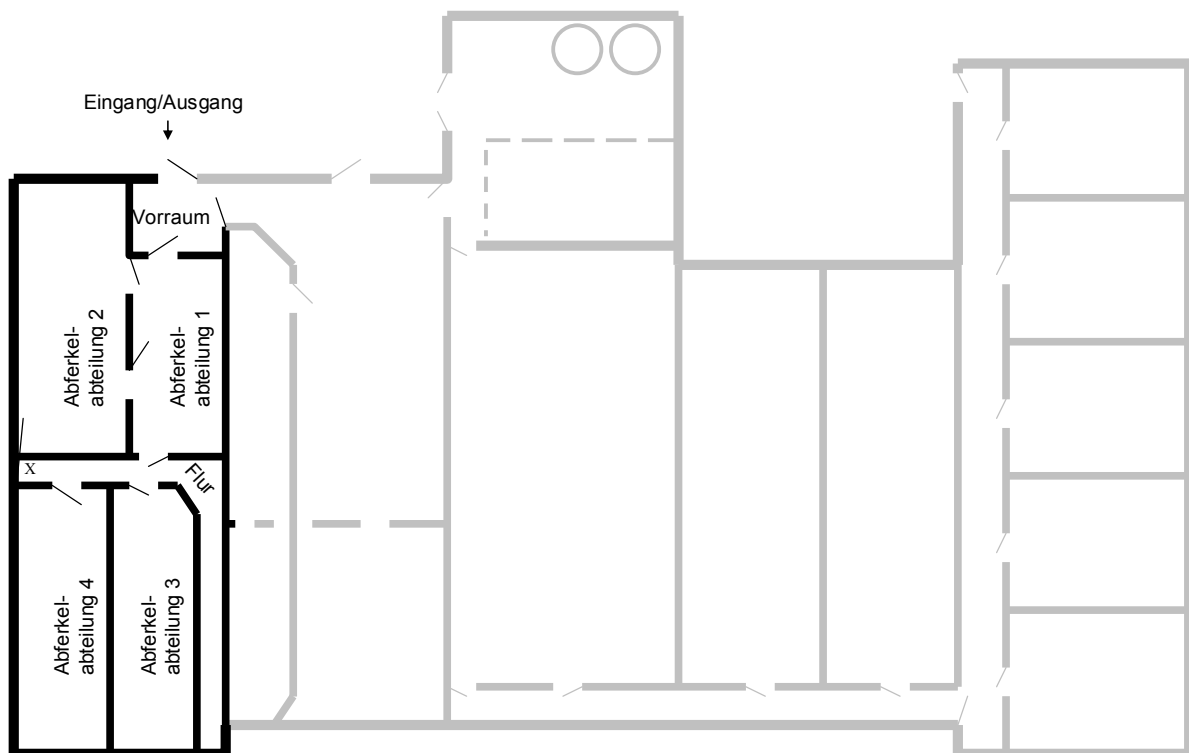


Abbildung 4.5: Der Abferkelbereich in Stall 1  
(x = Entsorgung)

Insgesamt wurden während des Beprobungszeitraumes 524 Proben im Abferkelbereich genommen. Von diesen 524 Proben waren 9 Proben *Salmonella*-positiv, sie traten bei den Beprobungen 6, 9, 10, 11 und 12 auf (Tabelle 4.12).

Tabelle 4.12: Probenanzahl und *Salmonella*-positive Proben im Abferkelbereich (Stall 1) je Probenahmetermin und insgesamt in absoluten Zahlen

Probenart	Pn 1		Pn 2		Pn 3		Pn 4		Pn 5		Pn 6		Pn 7		Pn 8		Pn 9		Pn 10		Pn 11		Pn 12		Insgesamt (Pn 1- 12)	
	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+
Türklinken	1	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	56	0
Gänge/Flur	1	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	1	6	0	6	0	6	0	67	1
Buchten	0	0	28	0	29	0	32	0	35	0	36	0	35	0	34	0	35	0	31	1	29	4	29	2	352	7
Objekte	0	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	49	1
Proben gesamt	2	0	43	0	44	0	47	0	50	0	51	1	50	0	50	0	51	1	47	1	45	4	45	2	524	9

Pn = Probenahmetermin, n = Anzahl genommener Proben, + = Anzahl positiver Proben, Objekte = Proben von Geräten und Futter

Im Vorraum des Eingangsbereichs wurden bei keiner der Beprobungen Salmonellen nachgewiesen (Tabelle 4.13).

Der Abferkelbereich ist in 4 Abteilungen untergliedert. Aufgrund innerbetrieblicher Abläufe konnte der Abferkelbereich erst ab Probenahmetermin 2 untersucht werden. Die einzelnen Abferkelbuchten in den Abteilungen waren bei den Beprobungen meist belegt, jedoch mit wechselnden Sauen. Eine bei den Beprobungen kontinuierlich belegte Abferkelbucht war somit im Zeitraum der Beprobungen mit unterschiedlichen Tieren belegt.

In der Abferkelabteilung 1 waren die Buchten bei allen Probenahmeterminen *Salmonella*-negativ, bei Beprobung 6 wurde die Variante 4,5,12:i:- an einem Besen nachgewiesen. Die Abferkelabteilungen 2 und 3 waren bei allen Beprobungen *Salmonella*-negativ. Dagegen wurde im Flur, der zwischen der Abferkelabteilung 1 und den Abteilungen 3 und 4 liegt (Abbildung 4.5), bei Beprobung 9 die Varianten 4,5,12:i:- und 4,12:i:1,2 nachgewiesen.

In der Abferkelabteilung 4 traten ab dem 10. Probenahmetermin Salmonellen in verschiedenen Abferkelbuchten auf. So war bei Beprobung 10 eine Abferkelbucht *Salmonella*-positiv (Variante 4,5,12:i:1,2), bei Beprobung 11 waren es 4 Buchten (3 Buchten mit Variante 4,5,12:i:- und eine Bucht mit Variante 4,5,12:i:1,2), bei Beprobung 12 eine Abferkelbucht (Variante 4,5,12:i:1,2). Bei Beprobung 12 wurde auf dem Boden des Gangs in Abteilung 4 die Variante 4,5,12:i:- nachgewiesen.

Tabelle 4.13: Zeitliche und lokale Schichtung der *Salmonella*-Prävalenz im Abferkelbereich (Stall 1)  
 + = positive Probe, +<sub>1</sub> = 4,12:i:-, +<sub>2</sub> = 4,5,12:i:-, +<sub>3</sub> = 4,12:i:1,2, +<sub>4</sub> = 4,5,12:i:1,2,  
 Leerfeld = negative Probe, Graues Feld = Bucht nicht belegt,  
 \ = nicht vorhanden bzw. nicht beprobt

Abferkelbereich	Probenqualität	Probenahmetermin											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Eingang Stall 1 (Vorraum)</b>													
	Türklinke												
	Boden												
<b>Abferkelabteilung 1-2</b>													
<b>Abferkel 1</b>	Türklinke												
	Gang (Boden)												
	Bucht 1-1												
	Bucht 1-2												
	Bucht 1-3												
	Bucht 1-4												
	Bucht 1-5												
	Karren												
	Hochdruckreiniger												
	Futter												
	Besen												
Treibbrett													
<b>Abferkel 2</b>	Türklinke												
	Gang (Boden)												
	Bucht 2-6												
	Bucht 2-7												
	Bucht 2-8												
	Bucht 2-9												
	Bucht 2-10												
	Bucht 2-11												
	Bucht 2-12												
	Bucht 2-13												
	Bucht 2-14												
	Bucht 2-15												
	Bucht 2-16												
	Bucht 2-17												
	Bucht 2-18												
	Bucht 2-19												
Bucht 2-20													
<b>Flur (Boden)</b>													
+ <sub>2/3</sub>													
<b>Entsorgung (Kühlschrank für Tiermaterial im Abferkelbereich)</b>													
<b>Abferkelabteilung 3-4</b>													
<b>Abferkel 3</b>	Türklinke												
	Gang (Boden)												
	Bucht 3-21												
	Bucht 3-22												
	Bucht 3-23												
	Bucht 3-24												
	Bucht 3-25												
	Bucht 3-26												
	Bucht 3-27												
Bucht 3-28													
<b>Abferkel 4</b>	Türklinke												
	Gang (Boden)												
	Bucht 4-29												
	Bucht 4-30												
	Bucht 4-31												
	Bucht 4-32												
	Bucht 4-33												
	Bucht 4-34												
	Bucht 4-35												
Bucht 4-36													



#### 4.2.3.4 Vormastbereich (Stall 1)

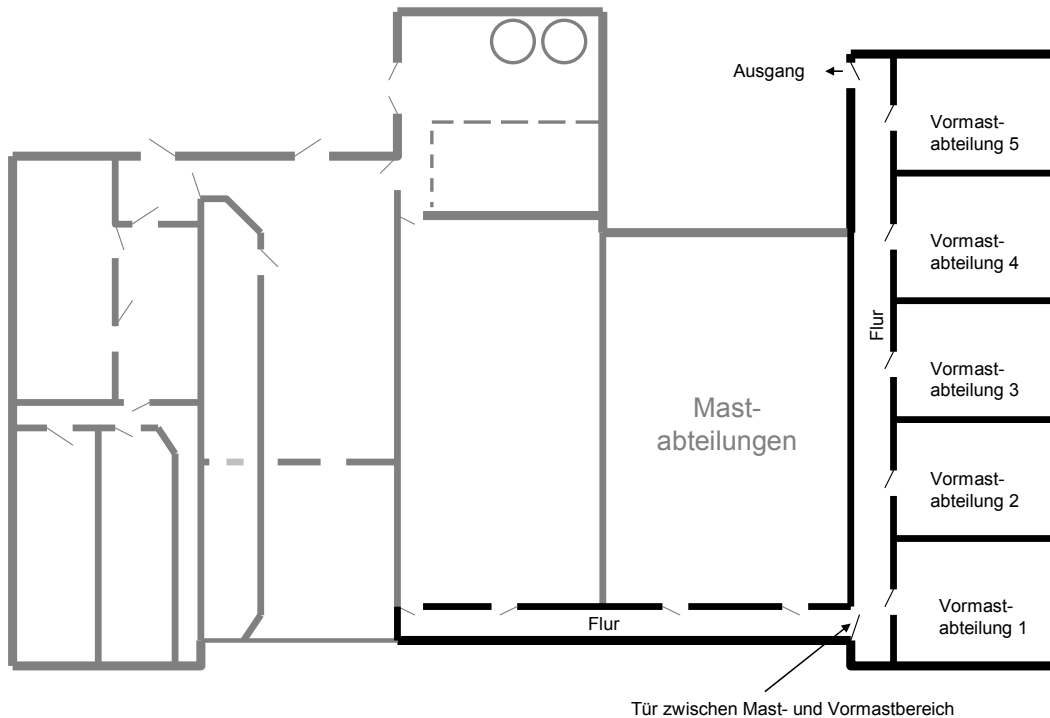


Abbildung 4.6: Der Vormastbereich in Stall 1

Die Gesamtprobenanzahl im Vormastbereich betrug 387 Proben, von denen 115 Proben *Salmonella*-positiv waren (Tabelle 4.14). An jedem der Probenahmeterminen traten positive Proben auf.

Tabelle 4.14: Probenanzahl und *Salmonella*-positive Proben im Vormastbereich (Stall 1) je Probenahmetermin und insgesamt in absoluten Zahlen

Probenart	Pn 1		Pn 2		Pn 3		Pn 4		Pn 5		Pn 6		Pn 7		Pn 8		Pn 9		Pn 10		Pn 11		Pn 12		Insgesamt (Pn 1-12)	
	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	N	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+
Türklinken	7	0	7	0	7	0	7	1	7	0	7	0	7	2	7	0	7	0	7	1	7	2	7	0	84	6
Boden im Flur	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	12	2
Boden in Abteilung	5	5	5	5	5	2	5	4	5	2	5	4	5	0	5	3	5	1	5	3	5	0	5	4	60	33
Nippeltränke	5	4	5	4	5	4	5	3	5	2	5	0	5	0	5	1	5	1	5	4	5	4	5	2	60	29
Futtertröge	5	4	5	5	5	3	5	5	5	2	5	0	5	3	5	1	5	1	5	3	5	3	5	2	60	31
Ketten	5	1	5	2	5	0	5	2	5	1	5	0	5	0	5	1	5	1	5	1	5	3	5	0	60	12
Objekte	3	0	5	1	5	0	3	1	4	0	4	0	4	0	6	0	2	0	3	0	5	1	7	0	51	2
Proben gesamt	31	15	33	17	33	9	31	16	32	8	32	4	32	5	34	6	30	4	31	12	33	13	35	8	387	117

Pn = Probenahmetermin, n = Anzahl genommener Proben, + = Anzahl positiver Proben, Objekte = Geräte und Futter

Ein langer Flur führt vom Ausgang des Sauen-Wartestall vorbei an den Mastabteilungen (7 und 8) und den Vormastabteilungen (Abbildung 4.6), der in eine Außentür mündet. Auf dem Boden des Flures wurden bei der ersten Beprobung die Variante 4,5,12:i:- und bei der

fünftens Beprobung Variante 4,12:i:- gefunden (Tabelle 4.15). An der Klinke der Tür, die den Gang zwischen den Mastabteilungen und den Vormastabteilungen unterteilt, wurden bei den Beprobungsterminen 7 und 11 jeweils die Variante 4,5,12:i:1,2 nachgewiesen. Auf dem Gang bei den Vormastabteilungen wurde an Probenahmetermin 2 an einem Besen, an Probenahmetermin 11 bei Futter in einem Handkarren Variante 4,5,12:i:- nachgewiesen. Bei Beprobung 4 trat Variante 4,12:i:- am Treibbrett auf. Die Türklinke am Ausgang von Stall 1 war bei allen Beprobungen negativ.

#### Vormastabteilung 1

Bei Beprobung 2 und 10 waren alle Probenqualitäten mit direktem Tierkontakt *Salmonella*-positiv. Es handelte sich um Variante 4,5,12:i:-. Bei Beprobung 7 bis 9 waren alle untersuchten Proben negativ. An den anderen Probenahmeterminen variierten die *Salmonella*-Nachweise bei den Probenqualitäten mit direktem Tierkontakt. Einmalig wurden Salmonellen (Variante 4,12:i:-) bei Beprobung 4 an der Türklinke der Zugangstür gefunden.

#### Vormastabteilung 2

Bei Beprobung 4, 8 und 9 wurden bei allen Probenqualitäten mit direktem Tierkontakt Salmonellen nachgewiesen. An 8 bzw. 10 und 11 von 12 Probenahmeterminen waren Boden bzw. Tränke und Tröge positiv, die Ketten waren bei Beprobung 3, 8, 9 und 11 positiv. An Probenahmetermin 6 und 7 stand die Mastabteilung leer. Während bei Beprobung 6 keine Salmonellen auftraten wurde bei Beprobung 7 Variante 4,5,12:i:1,2 nachgewiesen. Im Beprobungszeitraum traten in der Abteilung alle vier auf dem Betrieb nachgewiesenen Varianten von *S. Typhimurium* auf. Die Türklinke der Zugangstür war bei Probenahmetermin 10 (Variante 4,12:i:-) und 11 (Variante 4,12:i:1,2) positiv.

#### Vormastabteilung 3

Bei den ersten vier Beprobungen traten Salmonellen an unterschiedlichen Probenqualitäten auf. Ab der fünften Beprobung gab es maximal einen *Salmonella*-Nachweis pro Probenahmetermin (Beprobung 6, 8 und 12: Boden). Bei sechs Beprobungen der Abteilung wurden keine Salmonellen nachgewiesen. Mit Ausnahme des Nachweises der Variante 4,5,12:i:1,2 bei Probenahmetermin 8 trat in dieser Abteilung nur die Variante 4,5,12:i:- auf.

#### Vormastabteilung 4

Die *Salmonella*-Nachweise zwischen den Probenahmeterminen variierten, nur bei Probenahme 9 und 12 waren alle Proben negativ. Bei Beprobung 4 und 5 waren alle Probenqualitäten mit direktem Tierkontakt positiv. In dieser Abteilung waren im Probenahmezeitraum alle vier auf dem Betrieb nachgewiesenen *S. Typhimurium*-Varianten vertreten. Die am häufigsten auftretende Variante war 4,5,12:i:-.

## Vormastabteilung 5

An acht Beprobungsterminen wurden Salmonellen nachgewiesen. Bei Beprobung 1 und 2 waren allen Probenqualitäten mit direktem Tierkontakt positiv. An der Türklinke der Zugangstür trat bei Probenahmetermin 7 Variante 4,5,12:i- auf.

Tabelle 4.15: Zeitliche und lokale Schichtung der *Salmonella*-Prävalenz im Vormastbereich (Stall 1)

+ = positive Probe, +<sub>1</sub> = 4,12:i-, +<sub>2</sub> = 4,5,12:i-, +<sub>3</sub> = 4,12:i:1,2, +<sub>4</sub> = 4,5,12:i:1,2,  
 +<sub>x/y</sub> = Zwei Varianten in einer Probe nachgewiesen, Leerfeld = negative Probe,  
 Graues Feld = Serviceperiode, \ = nicht vorhanden bzw. nicht beprobt

Vormastabteilung	Probenqualität	Probenahmetermin											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flur	Boden	+ <sub>2</sub>				+ <sub>1</sub>							
	Türklinke zu Vormastbereich							+ <sub>4</sub>				+ <sub>4</sub>	
	Türklinke Ausgang Stall 1												
	Besen	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Leiter	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Treibbrett	\	\		+ <sub>1</sub>	\	\	\	\	\	\	\	\
	Karren 1	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Futter	\	\	\	\	\	\	\	\	\		+ <sub>2</sub>	\
	Karren 2	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Schaufel 1	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Schaufel 2	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Besen	\	+ <sub>2</sub>	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Hochdruckreiniger	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
<b>Vormastabteilungen</b>													
1	Türklinke				+ <sub>1</sub>								
	Boden	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>		+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>				+ <sub>4</sub>		+ <sub>4</sub>
	Nippeltränke	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>							+ <sub>2</sub>	+ <sub>4</sub>	+ <sub>2</sub>
	Futtertröge	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>						+ <sub>4</sub>	+ <sub>4</sub>	
	Ketten		+ <sub>2</sub>								+ <sub>2</sub>	+ <sub>4</sub>	
2	Türklinke										+ <sub>1</sub>	+ <sub>4</sub>	
	Boden	+ <sub>1/2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>1</sub>				+ <sub>4</sub>	+ <sub>1/4</sub>	+ <sub>2</sub>		+ <sub>4</sub>
	Nippeltränke	+ <sub>1/2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>			+ <sub>1/2</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>2</sub>
	Futtertröge	+ <sub>2</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1/2</sub>	+ <sub>1/2</sub>	+ <sub>1</sub>		+ <sub>4</sub>	+ <sub>4</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>3</sub>	+ <sub>4</sub>
	Ketten				+ <sub>1</sub>				+ <sub>4</sub>	+ <sub>1</sub>		+ <sub>3</sub>	
3	Türklinke												
	Boden	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>		+ <sub>2</sub>		+ <sub>2</sub>		+ <sub>4</sub>				+ <sub>2</sub>
	Nippeltränke	+ <sub>2</sub>			+ <sub>2</sub>								
	Futtertröge	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>		+ <sub>2</sub>								
	Ketten												
4	Türklinke												
	Boden	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1/2</sub>		+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>		+ <sub>2</sub>		+ <sub>2</sub>		
	Nippeltränke		+ <sub>2</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>					+ <sub>2</sub>	+ <sub>3</sub>	
	Futtertröge		+ <sub>2</sub>	+ <sub>1/2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>		+ <sub>4</sub>			+ <sub>2</sub>		
	Ketten				+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>							
5	Türklinke							+ <sub>2</sub>					
	Boden	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>		+ <sub>1</sub>		+ <sub>1</sub>						+ <sub>3</sub>
	Nippeltränke	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>							+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>	
	Futtertröge	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1/2</sub>		+ <sub>1</sub>			+ <sub>4</sub>				+ <sub>2</sub>	+ <sub>3</sub>
	Ketten	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>									+ <sub>2</sub>	

#### 4.2.3.5 Mastbereich (Stall 1, Mastabteilung 7 und 8)

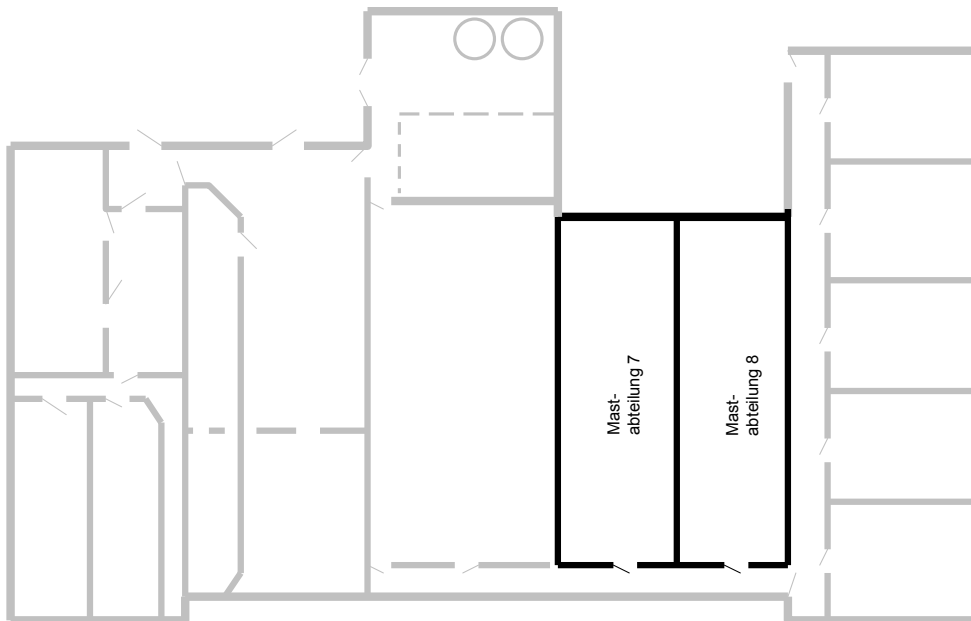


Abbildung 4.7: Der Mastbereich in Stall 1

Im Mastbereich von Stall 1 wurden insgesamt 120 Proben genommen. Bei 19 dieser Proben traten *Salmonellen* auf. An drei der Probenahmetermine (Termin 9, 11 und 12) waren alle Proben in diesem Bereich *Salmonella*-negativ (Tabelle 4.16).

Tab 4.16: Probenanzahl und *Salmonella*-positive Proben im Mastbereich (Stall 1) je Probenahmetermin und insgesamt in absoluten Zahlen

Probenart	Pn 1		Pn 2		Pn 3		Pn 4		Pn 5		Pn 6		Pn 7		Pn 8		Pn 9		Pn 10		Pn 11		Pn 12		Insgesamt (Pn 1- 12)			
	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+		
Türklinken	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	1	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	24	1
Boden in Abteilung	2	1	2	1	2	2	2	1	2	0	2	1	2	0	2	1	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	24	7
Nippeltränke	2	0	2	0	2	1	2	1	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	24	2
Futtertröge	2	0	2	1	2	1	2	2	2	1	2	0	2	0	2	0	2	0	2	1	2	0	2	0	2	0	24	6
Ketten	2	0	2	1	2	1	2	1	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	24	3
Proben gesamt	10	1	10	3	10	5	10	5	10	1	10	1	10	1	10	1	10	0	10	1	10	0	10	0	10	0	120	19

Pn = Probenahmetermin, n = Anzahl genommener Proben, + = Anzahl positiver Proben,

In Stall 1 befanden sich die Mastabteilungen 7 und 8 (Abbildung 4.7, Tabelle 4.17).

##### Mastabteilung 7

Die Abteilung stand bei den Probenahmeterminen 1 und 2 leer. Bei diesen Beprobungen wurden keine *Salmonellen* nachgewiesen. Bei den Probenahmeterminen 3 bis 10 war die Abteilung belegt. Die Türklinke der Zugangstür zu der Mastabteilung war bei allen Probenahmeterminen negativ. Dagegen wurden bei Beprobung 3 und 4 alle Probenqualitäten mit direktem Tierkontakt positiv getestet, wobei die Varianten 4,12:i:- und

4,5,12:i:- auftraten. Bei Probenahmetermin 5 und 10 wurde nur an den Futtertrögen, in beiden Fällen Variante 4,5,12:i:-, bei Probenahmetermin 6 (4,12:i:- und 4,5,12:i:-) und 8 (4,12:i:1,2) auf dem Boden Salmonellen nachgewiesen. Bei Probenahmetermin 7 und 9 sowie in der folgenden Serviceperiode (Probenahmetermin 11 und 12) traten keine Salmonellen auf (Tabelle 4.17).

#### Mastabteilung 8

Die Abteilung befand sich bei der ersten Beprobung in der Serviceperiode. An diesem Termin wurde die Variante 4,5,12:i:- auf dem Boden nachgewiesen. Während der Probenahmetermine 2 bis 9 war die Mastabteilung belegt. An Probenahmetermin 2 wurden Salmonellen an Boden, den Futtertrögen und den Ketten nachgewiesen, es handelte sich immer um die Variante 4,12:i:-. Bei Probenahmetermin 3 war der Boden, bei Beprobung 4 die Futtertröge mit Variante 4,12:i:- positiv. Bei den Terminen 5 und 6 wurden keine Salmonellen nachgewiesen. An der Türklinke der Zugangstür trat bei Beprobung 7 die Variante 4,5,12:i:1,2 auf. An den Probenahmeterminen 8 bis 12 war die Abteilung negativ (Tabelle 4.17).

Tabelle 4.17: Zeitliche und lokale Schichtung der *Salmonella*-Prävalenz im Mastbereich (Stall 1)

+ = positive Proben, +<sub>1</sub> = 4,12:i:-, +<sub>2</sub> = 4,5,12:i:-, +<sub>3</sub> = 4,12:i:1,2, +<sub>4</sub> = 4,5,12:i:1,2,  
+<sub>x/y</sub> = Zwei Varianten in einer Probe nachgewiesen, Leerfeld = negative Proben,  
Graues Feld = Serviceperiode

Mastabteilungen	Probenqualität	Probenahmetermin											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	Türklinke												
	Boden			+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>		+ <sub>1/2</sub>		+ <sub>3</sub>				
	Nippeltränken			+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>								
	Futtertröge			+ <sub>1</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>					+ <sub>2</sub>		
	Ketten			+ <sub>1/2</sub>	+ <sub>1/2</sub>								
8	Türklinke								+ <sub>4</sub>				
	Boden	+ <sub>2</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>									
	Nippeltränken												
	Futtertröge		+ <sub>1</sub>		+ <sub>1</sub>								
	Ketten		+ <sub>1</sub>										

#### 4.2.3.6 Mastbereich (Stall 2)

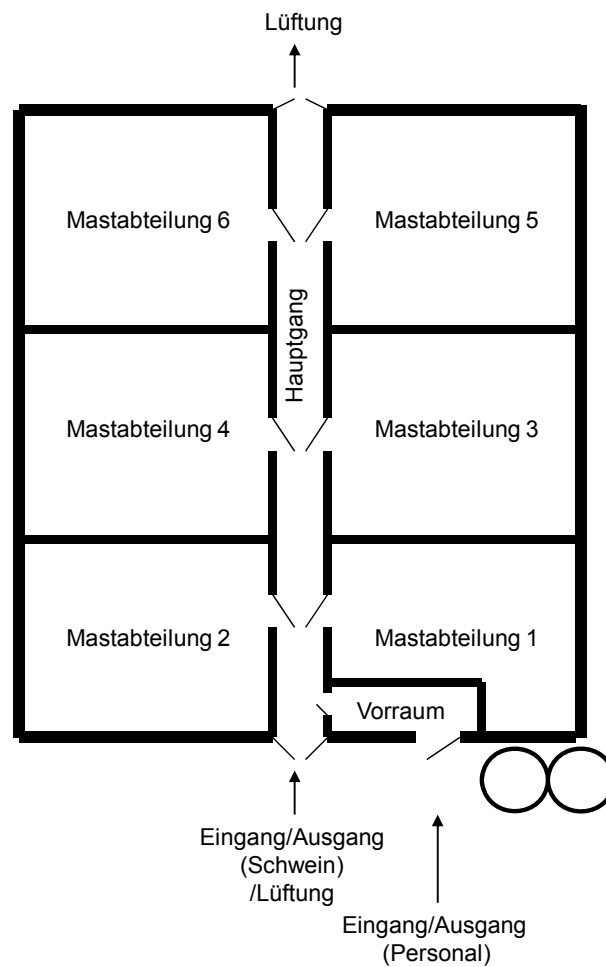


Abbildung 4.8: Gliederung von Stall 2 mit sechs Mastabteilungen

Insgesamt wurden 502 Proben genommen. Bei jeder der Beprobungen wurden Salmonellen nachgewiesen. Über den gesamten Beprobungszeitraum waren 46 Proben positiv (Tabelle 4.18).

Tabelle 4.18: Probenanzahl und *Salmonella*-positive Proben im Mastbereich (Stall 2) je Probenahmetermin und insgesamt in absoluten Zahlen

Probenart	Pn 1		Pn 2		Pn 3		Pn 4		Pn 5		Pn 6		Pn 7		Pn 8		Pn 9		Pn 10		Pn 11		Pn 12		Insgesamt (Pn 1- 12)	
	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+	n	+
Türklinken	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	1	8	0	8	0	8	0	8	1	8	1	96	3
Boden im Flur	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	1	2	0	2	0	24	1
Boden in Abteilung	6	4	6	1	6	1	6	1	6	2	6	3	6	1	6	1	6	3	6	1	6	0	6	1	72	19
Nippeltränke	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	1	6	0	6	0	6	1	6	0	6	1	6	0	72	3
Futtertröge	6	3	6	2	6	1	6	1	6	1	6	1	6	0	6	1	6	1	6	0	6	0	6	0	72	11
Ketten	6	0	6	0	6	0	6	1	6	0	6	1	6	1	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	72	3
Heizlüfter	3	0	3	0	3	0	3	0	3	1	3	1	3	1	3	0	4	0	4	0	3	2	3	0	38	5
Objekte	5	0	4	0	4	0	4	0	5	0	4	0	4	0	4	0	7	1	4	0	5	0	6	0	56	1
Proben gesamt	42	7	41	3	41	2	41	3	42	4	41	7	41	4	41	2	45	6	42	2	42	4	43	2	502	46

Pn = Probenahmetermin, n = Anzahl genommener Proben, + = Anzahl positiver Proben, Objekte = Geräte und Futter

In Stall 2 befanden sich die Mastabteilungen 1 bis 6 (Abbildung 4.8, Tabelle 4.19). Hier gab es 4 mobile Heizlüfter, die je nach Bedarf wechselnd zwischen den Mastabteilungen eingesetzt wurden.

#### Mastabteilung 1

Während des gesamten Probenahmezeitraumes war die Abteilung belegt. Bei Beprobung 1 wurde an zwei Probenqualitäten Salmonellen nachgewiesen (am Boden Variante 4,12:i:- und an den Futtertrögen Variante 4,5,12:i:-), an den Beprobungen 2 und 3 war die Abteilung *Salmonella*-negativ. Die Beprobung 4 und 5 ergab Salmonellen an jeweils drei Probenqualitäten. Bei Beprobung 4 trat nur Variante 4,5,12:i:- auf, bei Beprobung 5 waren wieder beide Varianten (4,12:i:- und 4,5,12:i:-) vertreten. An Probenahmetermin 6 wurde Variante 4,5,12:i:- an allen Probenqualitäten mit direktem Tierkontakt nachgewiesen. Ein mobiler Heizlüfter wurde an den Probenahmeterminen 5, 6 und 7 positiv auf *Salmonella* getestet. Der Nachweis der Variante 4,5,12:i:1,2 am Heizlüfter bei Beprobung 7 war der erste Nachweis dieser Variante in der Mastabteilung. An Probenahmetermin 9 trat die Variante 4,5,12:i:1,2 erneut auf, diesmal an den Nippeltränken.

#### Mastabteilung 2

Ausschließlich an zwei Probenqualitäten traten im gesamten Untersuchungszeitraum Salmonellen auf. Der Boden (positiv an Probenahmetermin 1, 2, 3, 5, 6 und 12) und die Futtertröge (positiv an Probenahmetermin 2 und 3). Es traten die Varianten 4,12:i:-, 4,5,12:i:- und 4,12:i:1,2 am Boden auf, an den Futtertrögen wurde nur Variante 4,12:i:- nachgewiesen. Bei den Beprobungen 10 und 11 befand sich die Abteilung in der Serviceperiode.

### Mastabteilung 3

Die Abteilung stand bei den Beprobungen 1 bis 4 leer. Bei Probenahmetermin 6 konnte Variante 4,12:i:- am Boden nachgewiesen werden. Dies war der einzige Nachweis von Salmonellen in dieser Mastabteilung.

### Mastabteilung 4

An Probenahmetermin 1 trat die Variante 4,12:i:- auf dem Boden und den Futtertrögen auf. Danach wurden bis Probenahme 7 (Variante 4,12:i:- an den Ketten) keine Salmonellen nachgewiesen. Bei Beprobung 8 trat Variante 4,12:i:1,2 erstmalig in der Abteilung auf und wurde bei Beprobung 12 erneut nachgewiesen, beide Male erfolgte der Nachweis auf dem Boden. Die Variante 4,5,12:i:1,2 wurde bei den Beprobungen 9,10 und 11 nachgewiesen. An Probenahmetermin 11 trat Variante 4,5,12:i:- an einen mobiler Heizlüfter auf, es war der erste Nachweis dieser Variante in der Abteilung. Insgesamt traten alle vier Varianten auf. Bei den Probenahmeterminen 3 bis 5 war diese Mastabteilung leer.

### Mastabteilung 5

An drei Probenahmeterminen wurden Salmonellen nachgewiesen. Auf dem Boden trat Variante 4,12:i:- bei Beprobung 1 und Variante 4,12:i:1,2 bei Beprobung 7 auf. An den Probenahmeterminen 1 und 2 wurde in Variante 4,5,12:i:- an den Futtertrögen nachgewiesen. Bei den Probenahmeterminen 8 und 9 war die Abteilung leer.

### Mastabteilung 6

An der Türklinke der Zugangstür wurde bei Probenahmetermin 7 Variante 4,12:i:1,2 nachgewiesen. Bei Beprobung 9 trat an Boden und Futtertrögen Variante 4,5,12:i:- auf. Die Variante 4,5,12:i:- wurde an Probenahmetermin 11 am Heizlüfter nachgewiesen. Bei Beprobung 12 trat Variante 4,5,12:i:1,2 an der Türklinke der Zugangstür auf. Im Zeitraum der Probenahmetermine 6 bis 8 stand die Mastabteilung leer.



Tabelle 4.19: Zeitliche und lokale Schichtung der *Salmonella*-Prävalenz im Mastbereich (Stall 2)

+ = positive Proben, +<sub>1</sub> = 4,12:i:-, +<sub>2</sub> = 4,5,12:i:-, +<sub>3</sub> = 4,12:i:1,2, +<sub>4</sub> = 4,5,12:i:1,2,  
 +<sub>x/y</sub> = Zwei Varianten in einer Probe nachgewiesen, Leerfeld = negative Proben,  
 Graues Feld = Serviceperiode, \ = nicht vorhanden bzw. nicht beprobt

Stallbereich	Probenqualität	Probenahmetermin											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Eingang zu Stall 2	Türklinke (Eingang)												+ <sub>4</sub>
	Boden (Vorraum)												
	Türklinke (Zutrieb)												
Hauptgang	Boden									+ <sub>2</sub>			
	Besen												
	Treibbrett		\	\	\		\	\	\	\	\	\	\
	Schaufel		\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Hochdruckreiniger	\	\	\	\	\	\	\	\	+ <sub>2</sub>	\	\	\
	Schürze	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
			\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
<b>Mastabteilungen</b>													
1	Türklinke												
	Boden	+ <sub>1</sub>			+ <sub>2</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>2</sub>			+ <sub>2</sub>			
	Nippeltränke						+ <sub>2</sub>			+ <sub>4</sub>			
	Futtertröge	+ <sub>2</sub>			+ <sub>2</sub>	+ <sub>1/2</sub>	+ <sub>2</sub>						
	Ketten				+ <sub>2</sub>		+ <sub>2</sub>						
	Heizlüfter					+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>4</sub>	\	\	\	\	\
	Zulauf gekauftes Futter	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Zulauf eigenes Futter	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
Hochdruckreiniger	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
2	Türklinke												
	Boden	+ <sub>1/2</sub>	+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>		+ <sub>1</sub>	+ <sub>3</sub>						+ <sub>2/3</sub>
	Nippeltränke												
	Futtertröge		+ <sub>1</sub>	+ <sub>1</sub>									
	Ketten												
	Heizlüfter	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Zulauf gekauftes Futter	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Zulauf eigenes Futter	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
3	Türklinke												
	Boden						+ <sub>1</sub>						
	Nippeltränke												
	Futtertröge												
	Ketten												
	Heizlüfter	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Zulauf gekauftes Futter	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	Zulauf eigenes Futter	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
4	Türklinke												
	Boden	+ <sub>1</sub>							+ <sub>1</sub>	+ <sub>4</sub>	+ <sub>4</sub>		
	Nippeltränke												+ <sub>4</sub>
	Futtertröge	+ <sub>1</sub>							+ <sub>3</sub>				
	Ketten								+ <sub>1</sub>				
	Heizlüfter	\	\	\	\	\	\	\	\				+ <sub>2</sub>
5	Türklinke												
	Boden	+ <sub>1</sub>							+ <sub>3</sub>				
	Nippeltränke												
	Futtertröge	+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>										
	Ketten												
	Heizlüfter								\	\	\	\	\
6	Türklinke								+ <sub>3</sub>				+ <sub>4</sub>
	Boden									+ <sub>2</sub>			
	Nippeltränke												
	Futtertröge									+ <sub>2</sub>			
	Ketten												
	Heizlüfter	\	\	\	\	\	\	\	\	\		+ <sub>2</sub>	\

#### 4.2.4 Stuhlproben Mensch und Kotproben Hofhund

In den untersuchten humanen Stuhlproben (n = 24) wurden keine Salmonellen nachgewiesen. Auch die Kotproben des Hofhundes (n = 12) waren negativ.

### 4.3 Vergleich der Nachweise an den Stallinstallationen in Mast und Vormast

Für die Berechnung der relativen Häufigkeiten und des relativen Risikos der Probenqualitäten wurden die Bereiche Vormast und Mast herangezogen (Tabelle 4.20), da in den Abteilungen beider Bereiche vergleichbare Bedingungen herrschten.

Im Vergleich der einzelnen Probenqualitäten zeigen die Böden mit einem Wert von 0,32 für die relative Häufigkeit die meisten Nachweise, wobei die Tröge mit 0,31 nur geringgradig unter diesem Wert liegen. Die Türklinken weisen mit 0,06 die geringste relative Häufigkeit auf.

Das relative Risiko ist mit 4,2 für die Böden am höchsten und liegt mit 1,9 bei den Türklinken am niedrigsten.

Tabelle 4.20: Relative Häufigkeit und relatives Risiko der *Salmonella*-Nachweise an den Stallinstallationen der Vormast- und Mastbereiche

	Probenqualitäten				
	Türklinken	Böden	Nippeltränken	Tröge	Ketten
Relative Häufigkeit	0,06	0,32	0,22	0,31	0,12
Relatives Risiko	1,9	4,2	2,4	3,1	2,0

### 4.4 Ergebnisse der Untersuchung von *Nll. jejunales* geschlachteter Masttiere

#### 4.4.1 Allgemeine Verteilung

In der zweiten Hälfte des Beprobungszeitraumes wurden zusätzlich zu den Beprobungen auf dem Betrieb auch die Lymphknoten von an den Schlachtbetrieb gelieferten Masttieren untersucht. Abbildung 4.9 zeigt die Belegung der Mastabteilungen während des Beprobungszeitraumes und ordnet die untersuchten Schlachtgruppen den Mastabteilungen entsprechend zu (Grundlage sind die Belegungs- und Räumungsdaten der Mastabteilungen sowie die Liefertermine an den Schlachtbetrieb, siehe Tabelle 4.5). Da der Betrieb manchmal auch nur Teile einer Masteinheit pro Liefertermin an den Schlachtbetrieb abgibt oder die



Die Probenanzahlen sind in Tabelle 4.21 in der Reihenfolge der Schlachttermine, d.h. nach den Probenahmeterminen, als Schlachtgruppen 1 bis 6 geordnet.

Insgesamt wurden bei 26,3 % der untersuchten NII. jejunales Salmonellen nachgewiesen. Die Zahl der gewonnenen Isolate je Schlachtgruppe variierte zwischen 15 (5. untersuchte Gruppe) und 118 (4. untersuchte Gruppe).

Tabelle 4.21: Probenanzahlen der Lymphknoten-Untersuchungen und Anteil positiver Proben

	Schlachtgruppe						Gesamt
	1	2	3	4	5	6	
<b>Probenanzahl absolut</b>	59	58	68	64	68	60	377
<b>Salmonella-positive Proben</b>	15	15	22	28	4	12	99
<b>Anteil positiver Proben</b>	30,5 %	25,9 %	32,4 %	43,8 %	5,9 %	20 %	26,3 %

#### 4.4.2 Serovarverteilung innerhalb der gewonnenen Isolate der Schlachtgruppen

Es trat ausschließlich das Serovar *S. Typhimurium* in vier Varianten auf. Mit 46,3,7 % wurde Variante 4,12:i:- insgesamt am häufigsten nachgewiesen (Tabelle 4.22).

In den NII. jejunales der Tiere der Schlachtgruppen 1, 2, 4 und 6 wurden alle vier auf dem Haltungsbetrieb aufgetretenen Varianten von *S. Typhimurium* nachgewiesen. In den NII. jejunales der Tiere aus Schlachtgruppe 3 trat Variante 4,12:i:1,2 nicht auf. Bei Schlachtgruppe 5 betrug der Anteil von Variante 4,12:i:- bei 100 %.

Tabelle 4.22: Verteilung der Serotypen innerhalb der Isolate aus den NII. jejunales

Variante	Schlachtgruppe						Gesamt
	1	2	3	4	5	6	
<b>4,12:i:-</b>	18,1 %	33,3 %	67,9 %	47,5 %	100 %	33,3 %	46,3 %
<b>4,5,12:i:-</b>	33,3 %	11,1 %	14,3 %	4,2 %	0 %	16,7 %	13,9 %
<b>4,5,12:i:1,2</b>	45,8 %	39,7 %	17,9 %	8,3 %	0 %	8,3 %	19 %
<b>4,12:i:1,2</b>	2,8 %	15,9 %	0 %	40 %	0 %	41,7 %	20,8 %
<b>n</b>	72	63	112	120	20	60	447

n = Anzahl der untersuchten Subkulturen absolut

## **4.5 Die Salmonella-Prävalenz in der Abfolge der Tierbewegungen**

Der Beprobungszeitraum orientierte sich an der Dauer der gesamten Mastperiode einer Masteinheit mit anschließender Serviceperiode. In diesem Zeitraum konnten drei Masteinheiten (der besseren Übersicht halber im Folgenden als Mastgruppe 1, 2 und 3 bezeichnet) beim Durchlaufen der Mastabschnitte Vormast und Hauptmast bis zur Schlachtung begleitet werden. Im Anschluss an die Schlachtung wurden Proben der Nll. jejunales genommen. Durch die Verknüpfung der Tierbewegungen und der Daten des Schlachtbetriebes (Tabelle 4.4), der Untersuchungen in den entsprechenden Abteilungen in Vormastbereich und Mastbereich (Abschnitt 4.2.3) und der Ergebnisse der Lymphknotenuntersuchungen (Abschnitt 4.9) kann für diese drei Mastgruppen ein Prävalenzprofil über den Beprobungszeitraum erstellt werden (Abbildung 4.10).

### Mastgruppe 1

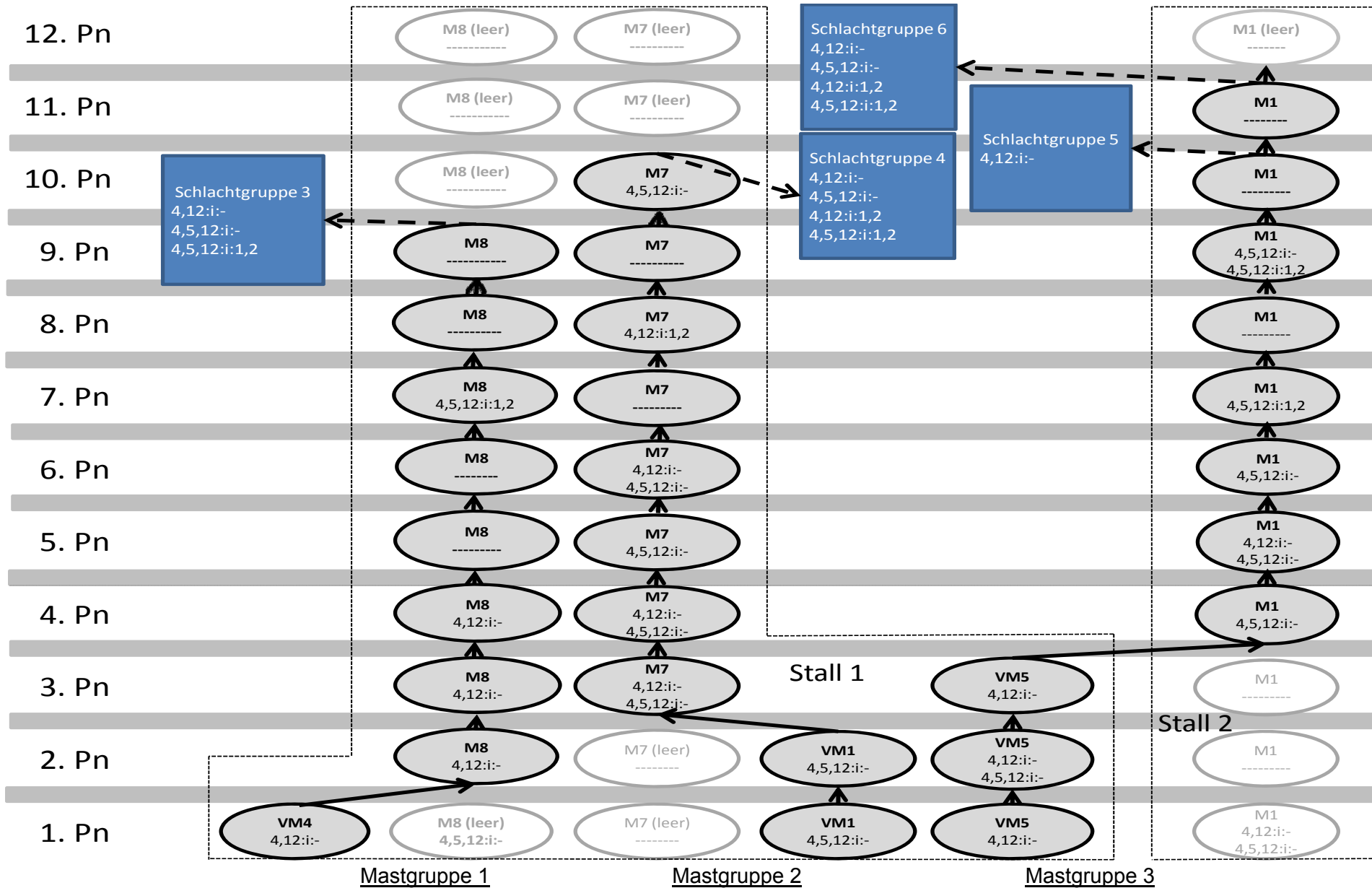
Bei der Beprobung der Vormastabteilung, in der sich die Tiere der Mastgruppe 1 befanden, trat Variante 4,12:i:- auf. In der Mastabteilung in Stall 1, in die Mastgruppe 1 umgestallt wurde, trat vor der Neubelegung Variante 4,5,12:i:- auf. Während der Mast von Gruppe 1 konnten in der Mastabteilung die Varianten 4,12:i:- und 4,5,12:i:1,2 festgestellt werden. In den Nll. jejunales dieser Tiere trat nach der Schlachtung, zusätzlich zu den in der Mast nachgewiesenen Varianten, die Variante 4,5,12:i:- auf (Abbildung 4.10).

### Mastgruppe 2

In der Vormastabteilung der Tiere von Mastgruppe 2 wurde Variante 4,5,12:i:- nachgewiesen. Die Mastabteilung in Stall 1, in die Mastgruppe 2 umgestallt wurde, war vor der Belegung negativ getestet worden. Während der Mast von Gruppe 2 traten die Varianten 4,12:i:-, 4,5,12:i:- und 4,12:i:1,2 auf. Nach der Schlachtung konnte in den Nll. jejunales der Tiere zusätzlich zu den zuvor bei der Mastgruppe nachgewiesenen Varianten auch Variante 4,5,12:i:1,2 festgestellt werden (Abbildung 4.10).

### Mastgruppe 3

In der Vormastabteilung von Mastgruppe 3 trat die Varianten 4,12:i:- und 4,5,12:i:- auf. Die Mastabteilung in Stall 2, in die Mastgruppe 3 umgestallt wurde, konnte nur belegt beprobt werden. Beim vorherigen Mastdurchgang in dieser Mastabteilung wurden die Varianten 4,12:i:- und 4,5,12:i:- nachgewiesen. Nach der Umstellung der Mastgruppe 3 in die Mastabteilung traten bei den Beprobungen die Varianten 4,12:i:-, 4,5,12:i:- und 4,5,12:i:1,2 auf. Die Untersuchung der Nll. jejunales ergab neben den bereits in der Masteinheit aufgetretenen Varianten zusätzlich die Variante 4,12:i:1,2 (Abbildung 4.10).



Pn = Probenahme, VM=Vormastabteilung, M=Mastabteilung, ----- = *Salmonella*-negativ

Abbildung 4.10: Auftreten von *S. Typhimurium* Varianten bei den Beprobungen der drei begleiteten Mastgruppen im zeitlichen Verlauf

## **5. Diskussion**

### **5.1 Allgemein**

Der Eintrag von Salmonellen auf der Ebene der Primärproduktion in die Lebensmittelkette ist in vielen Studien beschrieben. HAUSER et al. (2010a) zeigten die Verteilung der monophasischen Varianten von *S. Typhimurium* entlang der Lebensmittelkette Schwein und die in Zusammenhang mit Schweinefleisch stehende Gefahr für den Menschen.

Zur Reduktion eines Erregers auf einem landwirtschaftlichen Betrieb ist es notwendig, die epidemiologischen Faktoren zu erkennen und die Verteilung auch innerhalb der Population des Erregers zu beobachten. Ohne die Kenntnis der Zusammenhänge betrieblicher Gegebenheiten und der Prävalenz eines Erregers kann keine nachhaltige Reduktion erreicht werden. BODE (2007) beobachtete in drei Mastbetrieben Unterschiede in der Salmonellendynamik, obwohl alle Betriebe die Ferkel aus demselben Aufzuchtbetrieb bezogen. BERENDS et al. (1996) und BODE (2007) sehen das Problem vor allem in der stationären, zirkulierenden Salmonellen-Population innerhalb der Betriebe.

Die Schweine-Salmonellen-Verordnung hat in Deutschland die Möglichkeit eröffnet, die Salmonellen-Belastung der einzelnen Betriebe festzustellen. Allerdings lässt sich anhand der quartalsweise gestaffelten Stichprobenuntersuchungen auf Antikörpertiter bei den Tieren eines Betriebes keine Aussage über die wirkliche Situation in der Haltung treffen. Bei Betrieben mit seropositiven Tieren ist eine mikrobiologische Analyse vor Ort notwendig, um Verbreitungswege und Schwerpunkte zu erkennen und besser verstehen zu können.

### **5.2 Zielsetzung**

Ziel der vorliegenden Arbeit war die zeitlich und lokal geschichtete Untersuchung der *Salmonella*-Prävalenz auf einem Schweinehaltungsbetrieb während eines gesamten Mastdurchganges. Die Ergebnisse von kultureller Isolierung und Serotypisierung sollten die Veränderungen der *Salmonella*-Prävalenz innerhalb des Beprobungszeitraumes aufzeigen. Bereiche mit erhöhter Belastung sollten identifiziert und die Verteilung des Erregers innerhalb des Betriebes nachverfolgt werden.

Ergänzend erfolgte durch Untersuchung der Nil. jejunales geschlachteter Tiere die Feststellung der realen Salmonellen-Belastung der Tiere verschiedener Masteinheiten im Untersuchungszeitraum. Mittels Verknüpfung der Ergebnisse der Betriebsbeprobungen, der Lymphknotenuntersuchungen und der Daten des Belegungsmanagements wurde für ausgewählte Masteinheiten die Entwicklung der Salmonellen-Belastung dargestellt.

### 5.3 Die Untersuchung

Die Beprobung erfolgte zeitlich und lokal geschichtet in 14 tägigen Intervallen, mit dem Ziel der Erstellung eines möglichst eng gerasterten betriebspezifischen Prävalenzprofils. Insgesamt wurde an 12 Zeitpunkten beprobt. Das Profil soll eventuell vorhandene Schwerpunkte aufzeigen. Aus diesem Grund sind die örtlichen Gegebenheiten auf dem Betriebsgelände und das Betriebsmanagement detailliert dargestellt.

Es wurde ein einzelner Betrieb untersucht. Dies erforderte eine intensive Beprobung vor Ort, die Untersuchung mehrerer Betriebe parallel hätte eine Dehnung der Beprobungsintervalle oder eine Reduktion der Probenanzahl auf den einzelnen Betrieben zur Folge gehabt. Bei einem auf Eckpunkte beschränkten Beprobungsschema wäre kein deutliches Bild über die Veränderungen in den einzelnen Bereichen entstanden.

Die Beprobungen der Betriebsbereiche wurde immer von derselben Person nach demselben Beprobungsschema und mit derselben Technik durchgeführt. Aufgrund der betrieblichen Gegebenheiten variierte die Probenanzahl zwischen 113 und 171 bei den einzelnen Probenahmeterminen. So konnte aufgrund innerbetrieblicher Abläufe im Rahmen der ersten Beprobung der Abferkelbereich nicht beprobt werden. Außerdem waren Gerätschaften bei einzelnen Beprobungen nicht immer am Ort der vorherigen Beprobung auffindbar.

Die mikrobiologische Aufarbeitung erfolgte über eine flüssige nichtselektive Voranreicherung (gepuffertes Peptonwasser), eine flüssige Selektivanreicherung (Rappaport-Vassiliadis-Boullion) und Selektivanzucht auf einem festen Medium (XLT4). Eine mögliche Schwachstelle ist dabei der Ansatz mit nur einem flüssigen bzw. festen Selektivnährmedium. CARNEVALE (1998) kam zu dem Ergebnis, dass *Citrobacter freundii*-Stämme mit schwarzer FeS-Fällung auf XLT4 vorkommen und der XLT4 Schwächen bei Proben mit starker Begleitflora aufweist (bei CARNAVALE (1998) waren von 30 *Salmonella*-positiven Proben 17 falsch negativ). In der hier vorliegenden Arbeit erfolgte durch die flüssige Selektivanreicherung in Rappaport-Vassiliadis-Boullion eine Reduktion der Begleitflora. Durch die nach der Selektivanreicherung durchgeführte Serotypisierung konnten falsch positive Ergebnisse durch *Citrobacter freundii* ausgeschlossen werden.



## **5.4 Die Ergebnisse**

### **5.4.1 Betriebsdaten und Management**

Der untersuchte Betrieb arbeitet mit einem geschlossenen System und rekrutiert einen Teil der in der Reproduktion eingesetzten Sauen aus der eigenen Aufzucht. Vor allem in Betrieben mit geschlossenen Tierkreisläufen stellt die hauseigene Flora ein Problem dar (BERENDS et al. 1996). Bei einem von NATHUES (2011) untersuchten Betrieb waren Salmonellen nach Eintrag über mehrere Mastdurchgänge in verschiedenen Bereichen der Betriebe nachweisbar. NATHUES (2011) kam zu der Schlussfolgerung, dass die Salmonellen im Sinne eines Stallhospitalismus persistierten. Den Grund dafür sieht NATHUES (2011) im gleichbleibenden Erregervorkommen in geschlossenen Systemen. Jedoch konnten weder NATHUES (2011) noch LO FO WONG et al. (2004a) das Betriebssystem (reine Mast oder geschlossenes System) als Risikofaktor für den Eintrag und die Verteilung von Salmonellen identifizieren.

Besonders die Remontierung aus dem eigenen Bestand, wie von dem untersuchten Betrieb praktiziert, ist kritisch zu sehen, da die Bedeutung des Übertragungsweges von der Sau auf die Ferkel nicht eindeutig geklärt ist (BELCŒIL et al. 2004b, FUNK et al. 2001, DAHL et al. 1996). Auf diese Weise könnten ursprünglich erst in späteren Produktionsstufen auftretende Erreger in den Reproduktionsbereich eingetragen werden und den Erreger-Kreislauf im Betrieb schließen.

Der Betrieb führt zwischen den Mastdurchgängen keine standardmäßigen Desinfektionsmaßnahmen durch. Verschiedene Untersuchungen bewerten den Effekt von Desinfektionsmaßnahmen auf die Stallflora unterschiedlich (RAJIC et al. 2007b, HAUTEKIET et al. 2008, POLJAK et al. 2008). Bei den Beprobungen konnten in einigen Vormast- und Mastabteilungen Salmonellen sowohl in der Serviceperiode sowie bei anschließender Belegung nachgewiesen werden. Aufgrund der in der Literatur beschriebenen Probleme bei Reinigung und Desinfektion in der Praxis könnten Desinfektionsmaßnahmen die Keim-Übertragung in die nächste Tiereinheit verhindern, andererseits jedoch neu eingetragenen Keimen aufgrund der Vernichtung der Konkurrenzflora eine leichtere Ausbreitung ermöglichen.

Das von dem Betrieb angewandte Belegungsregime war kein konsequentes Rein-Raus-Prinzip. Die Tiereinheiten wurden nicht immer geschlossen durch Vormast und Mast bewegt, sondern es wurden einzelne Tiere aufgrund ihrer Entwicklung „zurückgestellt“, während der Rest der Einheit einen Schritt in der Produktionskette voran ging, blieben einzelne zurück und wurden einer neuen Einheit zugeordnet. Tabelle 4.5 zeigt die Komplexität der Tierbewegungen innerhalb des Betriebes. In einigen Arbeiten wird das konsequente Rein-Raus-Prinzip als wichtige Grundlage für die Salmonellen-Bekämpfung in einem Betrieb angesehen (WEIGEL et al. 2007, DAHL et al. 1997), andere Arbeiten sehen wiederum keine

Vorteile darin (RAJIC et al. 2007b, DAVIES et al. 1997). LURETTE et al. (2011) wiesen den Dekontaminationsmaßnahmen eine bedeutendere Funktion zu und sind deshalb der Meinung, ein Abweichen vom strikten Belegungsregime sei zu tolerieren. Nach FOSSE et al. (2011) hat der *Salmonella*-Gesamtstatus eines Betriebes eine größere Bedeutung als der Status einzelner Masteinheiten.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass durch jede Einheit der Neueintrag einer Serovariante in eine Abteilung erfolgen kann. Somit würde jede Umgruppierung eines einzelnen Tieres ein potentiell Risiko für einen Erreger-Übertrag darstellen.

#### **5.4.2 Die *Salmonella*-Prävalenz auf dem Betrieb**

Der durchschnittliche Anteil der *Salmonella*-positiven Proben auf dem Betrieb betrug 10,0 %, die Prävalenz bei den einzelnen Beprobungen lag zwischen 21,2 % und 5,3 %. Von 21,2 % bei Probenahmetermin 1 fiel die Prävalenz auf 5,3 % bei Probenahmetermin 8 ab und stieg bis Probenahmetermin 11 wieder auf 12,7 % an. Bei Probenahmetermin 12 betrug die Prävalenz 7,1 %. Der Durchschnittswert von 10,0 % liegt knapp unter der durch mikrobiologische Untersuchungen ermittelten Prävalenz in deutschen Mastschweinebetrieben (10,9 %) aus den Jahren 2006/2007 (EFSA 2008). Im Vergleich dazu liefern andere Studien unterschiedliche, betriebsspezifische Ergebnisse (Tabelle 5.1). Diese Studien unterscheiden sich von der hier vorgestellten Studie sowohl in der Anzahl von Beprobungen, der Anzahl der untersuchten Betriebe als auch in den gewählten Probenqualitäten.

Tabelle 5.1: Ergebnisse ausgewählter Studien zur *Salmonella*-Prävalenz in Schweinehaltungen

Durchschnittliche Prävalenz	Anzahl der beprobten Betriebe	Anzahl der Beprobungen (pro Betrieb)	Probenqualitäten	Quelle
0,0 % (Betrieb A) 1,7 % (Betrieb B) 0,0 % (Betrieb C) 3,5 % (Betrieb D) 5,1 % (Betrieb E) 14,0 % (Betrieb F) 0,0 % (Betrieb G) 6,5 % (Betrieb H) 7,5 % (Betrieb I) 10,5 % (Betrieb J) 0,0 % (Betrieb K) 18,3 % (Betrieb L)	12	6	Sammelkotproben, Futtertröge, Nippeltränken, Ketten, Buchtenwände, Gänge, Insekten, Stiefel, Nagerkot	NATHUES (2011)
0,0 % (Betrieb A) 0,0 % (Betrieb B) 13,3 % (Betrieb C) 28,1 % (Betrieb D) 0,0 % (Betrieb E) 3,5 % (Betrieb F)	6	2	Tränke, Futtertrog, Spaltenboden, Kot, Oberflächen, Erde, Kompost, Wasser, Futter, Stallumgebung	MARBURGER (2006)

### 5.4.3 Antikörperstatus der geschlachteten Schweine

Das gleitende Jahresmittel gemäß Schweine-Salmonellen-Verordnung betrug für den Betrieb im 4. Quartal 2009 35,7 %, im 1. Quartal 2010 25,0 % und im 2. Quartal 2010 20,0 %. Über den Beprobungszeitraum fiel der Anteil der Tiere mit einem *Salmonella*-Antikörpertiter von 27,0 % (4. Quartal 2009) auf 18,0 % (2. Quartal 2010). In dieser Zeit lag der *Salmonella*-Nachweis bei den mikrobiologischen Untersuchungen bei den einzelnen Beprobungen zwischen 5,3 % und 21,2 % (Abbildung 5.1).

Die Ergebnisse der eigenen mikrobiologischen Untersuchungen spiegeln den abfallenden Anteil positiver Tiere bei den Untersuchungen des Schlachtbetriebes auf Antikörper wider. Allerdings ist das Variieren der nachgewiesenen *Salmonella*-Prävalenz bei den einzelnen Beprobungsterminen auf dem Betrieb nicht in den Quartalszahlen der Antikörperuntersuchungen zu erkennen. Diese geben aufgrund des Beprobungsrhythmus grobmaschige Hinweise (Abbildung 5.1).

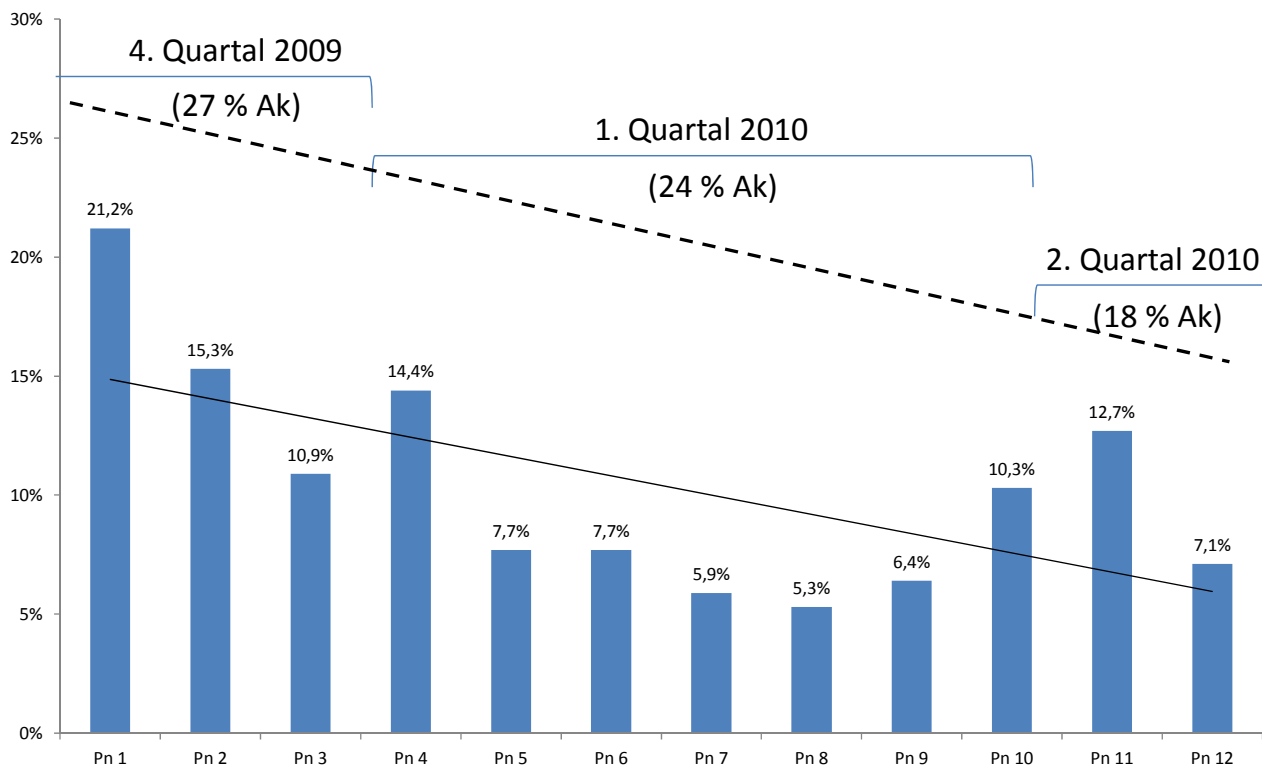


Abbildung 5.1: Anteil der *Salmonella*-positiven Proben je Beprobungstermin (Pn) im Vergleich zu den Ergebnissen der Stichprobenuntersuchung auf Antikörper gemäß Schweine-Salmonellen-Verordnung (Ak)

( — = Trendlinie bei den Betriebsbeprobungen, - - - = Trendlinie für die Antikörperuntersuchung)

Nach NOWAK et al. (2007) sind ELISA-Untersuchungen sinnvoll, um Betriebe mit *Salmonella*-Belastung zu identifizieren, sie treffen aber keine Aussage über den *Salmonella*-Status des Tieres oder der Gruppe zum Zeitpunkt der Schlachtung. Ein *Salmonella*-Nachweis bei Mastschweinen auf einem Betrieb, gleichgültig ob serologisch oder mikrobiologisch, lässt jedoch auf eine erhöhte Wahrscheinlichkeit eines asymptomatischen Trägertums von *Salmonella* bei der Schlachtung schließen (BELCÉIL et al. 2004a). Auch NATHUES (2011) kam zu dem Ergebnis, dass die Kategorisierung nach der Schweine-Salmonellen-Verordnung nicht immer Rückschlüsse auf die aktuelle *Salmonellen*-Belastung zulässt. In der Praxis zeigt sich, dass auch in Betrieben mit hoher Seroprävalenz auch wiederholt Untersuchungen von Kot- und Umgebungsproben negativ ausfallen können (SCHULTE-WÜLWER 2007). SCHULTE-WÜLWER (2007) empfiehlt deshalb Tiere zu Beginn der Mast und anschließend im Laufe der Mast serologisch zu untersuchen.

Nach FARZAN et al. (2006) sind kulturelle Anzucht und ELISA-Tests nur schwer miteinander zu vergleichen. Seronegative Tiere können in der mikrobiologischen Anzucht *Salmonella*

positiv sein und umgekehrt (FARZAN et al. 2006). Nach VAN DER WOLF et al. (2001) können mit der ELISA-Untersuchung *Salmonella*-Infektionen, die in den letzten 1-2 Wochen vor der Schlachtung erfolgt sind, aufgrund der verzögerten Antikörperbildung nicht nachgewiesen werden. BODE (2007) weist darauf hin, dass die Salmonellen-Ausscheidung in der ersten Woche post infectionem am höchsten ist und dann abfällt, der *Salmonella*-Antikörpertiter des Tieres dagegen langsam ansteigt und es deshalb in den ersten Wochen post infectionem zu einer Diskrepanz zwischen mikrobiologischem Nachweis und Serologie kommen kann. Nach LO FO WONG et al. (2004b) kann durch den Antikörperstatus des geschlachteten Tieres keinen Rückschluss auf die Produktionsstufe erfolgen, in der die Infektion erfolgt ist.

Gemäß Schweine-Salmonellen-Verordnung erfolgt die Bewertung des Antikörperstatus quartalsweise aufgrund der Untersuchungen nach festgelegtem Stichprobenschlüssel. Nach LO FO WONG et al. (2004b) sind bei Betrieben mit bekanntem Antikörperstatus die Veränderungen bei einer Neubewertung alle drei Monate möglicherweise auf neue Tiere, Futter, Stallflora, saisonale Veränderungen und aktuelle Hygieneprobleme zurückzuführen. DE VOS et al. (2007) sind der Auffassung, dass ein Beprobungsschema, in dem Betriebe einer höheren Kategorie intensiver beprobt werden, einen genauen Hinweis auf den *Salmonella*-Statuts geben kann. Zusätzlich würde ein größerer Anreiz zur Reduktion der *Salmonella*-Prävalenz vorliegen, wenn die Landwirte die Kosten für die Untersuchungen selbst zu tragen hätten (DE VOS et al. 2007).

#### **5.4.4 Nachgewiesene Serovaren**

Bei dem untersuchten Betrieb wurde ausschließlich *S. Typhimurium* in den biphasischen Varianten 4,5,12:i:1,2 und 4,12:i:1,2 sowie in den monophasischen Varianten 4,5,12:i:- und 4,12:i:- nachgewiesen.

In verschiedenen Studien traten mehr als ein Serovar auf einem Betrieb auf (VICO 2011, BODE 2007). PRÖHL (1999) konnte bei den Masttieren eines Betriebes verschiedene Serovaren nachweisen und innerhalb eines Betriebes verschiedene *S. Typhimurium* Lysotypen identifizieren. Hier scheint ein Wandel im Gange zu sein. Nach FRIEDRICH et al. (2011) waren *S. Typhimurium* und seine monophasische Variante das am häufigsten nachgewiesene *Salmonella*-Serovar bei diagnostischen Einsendungen von Proben vom Schwein an das Referenzlabor. Der Bericht „Erreger von Zoonosen in Deutschland im Jahre 2009“ des BfR zeigt, dass *S. Typhimurium* und *S. 4, [5], 12:i:-* über Jahre hinweg häufig in Schweinefleisch nachgewiesen wurde (HARTUNG und KÄSBOHRER 2011). Nachweise der monophasischen Varianten haben im Laufe der Jahre zugenommen, parallel war die Nachweisrate der biphasischen *S. Typhimurium*-Varianten rückläufig (FRIEDRICH et al. 2011).

In der vorliegenden Studie wurden mehrheitlich die monophasischen Varianten 4,12:i:- und 4,5,12:i:- nachgewiesen. Die *Salmonella*-Isolate ohne nachweisbare zweite H-Phase wurden aufgrund der Ergebnisse der Serotypisierung als monophasische Variante von *S. Typhimurium* angesprochen. Nach FRIEDRICH et al. (2010) und HAUSER et al. (2011) ist die Zugehörigkeit von *S. 4,[5],12:i:-* zu *S. Typhimurium* hinreichend nachgewiesen. Deshalb kann das Vorgehen in der vorliegenden Arbeit vertreten werden. Da die Identifizierung ausschließlich durch Serotypisierung erfolgte, kann jedoch trotz mehrfacher Induktion nicht endgültig ausgeschlossen werden, dass sich biphasische Vertreter in einem Phasenwechsel befanden und deshalb nur als monophasisch darstellten. Dies ist jedoch als eher unwahrscheinlich anzusehen.

Nach HAUSER et al. (2010) kann ein Verlust der O5-Antigen-Synthese einen möglichen Mechanismus zur Umgehung der Wirtabwehr und zur Anpassung an die Veränderung von Umweltbedingungen darstellen. Sollte es sich bei der untersuchten Salmonellenpopulation um eine ältere endemische Flora handeln, wäre bei einzelnen Vertretern eines Stammes der Verlust des O5-Antigens somit möglich.

#### **5.4.5 Prävalenz entlang der Produktionsschritte**

Mit 29,7 % positiven Proben zeigte der Vormastbereich die höchste *Salmonella*-Belastung der Tierumgebung von allen Produktionsabschnitten des Betriebes. Es folgen die Mastbereiche mit insgesamt 10,5 % (15,8 % bei Stall 1 bzw. 9,2 % bei Stall 2) und der Abferkelbereich (1,7 %).

In der Sauenhaltung waren alle Proben im Untersuchungszeitraum *Salmonella*-negativ. Da jedoch ein Teil der Sauen aus der eigenen Aufzucht stammt, können diese potentielle Träger sein. Hinzu kommen die *Salmonella*-Nachweise in einigen Abferkelbuchten der Abferkelabteilung 4, die darauf hindeuten, dass entweder zumindest einzelne Sauen Salmonellen-Träger sein müssen oder Carrier wie Betreuer die Ursache sind.

Eine Salmonellenbelastung in den Abferkelabteilungen 1-3 war, trotz des einmaligen *Salmonella*-Nachweises bei Beprobung 6 an einem Besen und Beprobung 8 auf dem Boden im Flur zwischen den Abteilungen, in der direkten Tierumgebung nicht nachweisbar. Im Abferkelbereich traten ab der 10. Beprobung Salmonellen in einzelnen Abferkelbuchten der Abferkelabteilung 4 auf. Nach QIUNN et al. (2002) kann Trächtigkeit bei latent infizierten Tieren zur *Salmonella*-Ausscheidung führen. NOLLET et al. (2005) und FUNK et al. (2001) beobachteten um den Geburtstermin und während der Laktation eine reduzierte *Salmonella*-Prävalenz bei den Sauen. Die Wahrscheinlichkeit der *Salmonella*-Ausscheidung in dieser Phase liegt bei 10 – 95 % und ist vom *Salmonella*-Status des Betriebes abhängig (WEHEBRINK et al. 2007). Die Infektion der Ferkel über den Kot der Sau (BELCÉIL et al. 2003, BERENDS et al. 1996) führt nachfolgend zu einer *Salmonella*-Ausscheidung der

Absetzer (PATCHANEE et al. 2007). Das Risiko der *Salmonella*-Übertragung von der Sau auf das Ferkel über den Kot liegt nach WEHEBRINK et al. (2007) zwischen 20 - 90 %. BODE (2007) wies bei 28,6 % der hochtragenden Sauen und in 26,8 % der Kolostrumproben *Salmonella*-Antikörper nach. Im Vergleich dazu waren 29,3 % der untersuchten Ferkel serologisch positiv, der Antikörpertiter fiel jedoch schnell ab, sodass am 20. Lebenstag nur noch bei 3,3% der Ferkel Antikörper nachweisbar waren. BODE (2007) kommt zu dem Schluss, dass die Ferkel seropositiver Sauen bis zum Absetzen durch maternale Antikörper geschützt sind. Durch das schnelle Abfallen des Titers nach dem Absetzen könnten sich die Tiere dann mit Salmonellen aus der Umgebung infizieren (BODE 2007). Nach DAHL et al. (1997) ist die Salmonellen-Übertragung von der Sau auf die Ferkel dagegen von untergeordneter Bedeutung.

Im Vormastbereich betrug der Anteil positiver Proben 29,7 %. Er war damit der am stärksten *Salmonella* belastete Bereich des Betriebes. Dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Arbeiten, die eine vermehrte *Salmonella*-Ausscheidung der Tiere in der Vormast und damit verbunden eine höhere Belastung der Tierumwelt zeigten (PATCHANEE et al. 2007; MERIALDI et al. 2008; POLJAK et al. 2008). BODE (2007) konnte durch Untersuchungen in einer Ferkelaufzucht zeigen, dass Salmonellen durch Absetzferkel in die Aufzucht eingetragen und verteilt wurden und sich trotz guter Reinigung und Desinfektion weiter in der Stallumgebung befanden.

Der Anteil positiver Proben in den Mastbereichen (15,8 % in Stall 1 bzw. 9,2 % in Stall 2) war geringer als in der Vormast. Auch LOMONACO et al. (2009) konnten trotz *Salmonella*-positiver Tiere die Salmonellen nur zu einem geringen Teil während der Mast nachweisen, da die Tiere zu diesem Zeitpunkt nicht in der Ausscheidungsphase waren. Die *Salmonella*-Nachweisrate in den Lymphknoten der Tiere war höher, als bei der Untersuchung der Kotproben (LOMONACO et al. 2009). Auch dies deckt sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie, bei der in den Mastbereichen beider Stallungen insgesamt 10,5 % der Proben positiv waren, aber in 26,3 % der untersuchten Lymphknoten Salmonellen nachgewiesen werden konnten. MERLIADI et al. (2008) sehen die frühe Mastphase als Hauptzeitraum für die Neuinfektion der Tiere mit Salmonellen an. Auch BODE (2007) konnte Salmonellen im Kot und der Umgebung vor allem in der ersten Hälfte der Mast mikrobiologisch nachweisen.

Die unterschiedliche *Salmonella*-Prävalenz in den Mastbereichen der beiden Stallungen (15,8 % in Stall 1 und 9,2 % in Stall 2) kann auf die isolierte Lage von Stall 2 zurückzuführen sein. In Stall 1 liegen die Mastabteilungen dicht am stark belasteten Vormastbereich.

#### **5.4.6 Betriebsgelände (außerhalb der Stallungen)**

Der Anteil positiver Proben auf dem Gelände betrug insgesamt 4,0 %. Der Anteil positiver Proben außerhalb des Stalls ist bei anderen Studien ebenfalls deutlich geringer als die Nachweise innerhalb der Stallungen. WINFIELD und GROISMAN (2003) sehen dies unter anderem begründet in der schlechten Anzüchtbarkeit von Salmonellen aus Umweltproben. Bei Untersuchungen von PLACHÁ et al. (2001) war *S. Typhimurium* in Schweinegülle im Winter (85 Tage) länger nachweisbar als im Sommer (26 Tage). MARBURGER (2006) konnte außerhalb der Stallungen Salmonellen in Umweltproben nachweisen, auch wenn die Untersuchungen innerhalb der Stallungen keinen Nachweis ergaben. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass eine allgemeine Präsenz des Agens auf dem Betriebsgelände vorliegt.

#### **5.4.7 Der Mensch als Vektor**

Die untersuchten Stuhlproben waren alle *Salmonella*-negativ. Im Rahmen der hier vorgelegten Studie war somit keine der beiden tierbetreuenden Personen asymptomatischer Träger in der Ausscheidungsphase.

Bei den ersten drei Beprobungen wurden Salmonellen an den Stiefeln, bei Beprobung 3 auch an den Stallschuhen, des Landwirtes nachgewiesen. Dies bestätigt die Rolle des Menschen als Vektor. Der Mensch als mechanischer Vektor ist bereits in mehreren Studien beschrieben (LANGVAD et al. 2006, LO FO WONG et al. 2004, BERENDS et al. 1996). In der vorliegenden Untersuchung waren nur die Stiefel als Vektor anzusprechen. Die *Salmonella*-Nachweise an den Türklinken in den Stallungen können indirekt ein Hinweis auf eine Kontamination der Hände sein.

#### **5.4.8 Prävalenz auf dem Gelände zeitlich und lokal geschichtet**

In dieser Studie wurde der Betrieb über einen Zeitraum von 6 Monaten in zwei- wöchigen Abständen nach festgelegtem Beprobungsschema untersucht. Bisher liegen keine Studien mit vergleichbar intensiver Beprobung und Darstellung der Prävalenz vor. NATHUES (2011) hat in 12 Betrieben jeweils während eines Mastdurchganges in 4 wöchigen Abständen beprobt. Diese Daten zeigen lediglich die Probenqualitäten von *Salmonella*-Nachweisen in den einzelnen Betrieben und für alle Betriebe zusammengefasst. Eine zeitliche und lokale Schichtung der Untersuchungen der Einzelbetriebe erfolgte jedoch nicht. BELOEIL et al. (2003) begleiteten ausgewählte Ferkel von der Geburt bis zur Schlachtung. Dabei wurden die Tiere und ihre direkte Umgebung in jeder Woche mikrobiologisch untersucht. Parallel wurden die Tiere auf *Salmonella*-Antikörper getestet. Im Gegensatz zu der vorliegenden



Studie beschränkten sich BELŒIL et al. (2003) auf die Tiere und ihre direkte Umgebung mit dem Ziel, die Immunantwort der Tiere auf ihre Umgebung zu zeigen.

Hier wurde die Verteilung der Salmonellen-Belastung auf dem Betrieb und deren Veränderungen über die Zeit dargestellt. Der *Salmonella*-Nachweis bei einer Probenqualität in einer Stallabteilung hatte nicht zwangsläufig den kontinuierlichen Nachweis von Salmonellen bei der betreffenden Probenqualität und auch nicht in der jeweiligen Abteilung zur Folge. Abteilungen, in denen Salmonellen nachgewiesen wurden, können sich zwischenzeitlich *Salmonella*-negativ darstellen (Mastabteilung 5 in Stall 2). Auch ein Einzelnachweis ist möglich (Mastabteilung 3 in Stall 2, Probenahmetermin 6). Probenahmetechnisch ist festzuhalten, dass eine mikrobiologische Untersuchung mit negativem Ergebnis nicht automatisch die Abwesenheit von *Salmonella* in diesem Bereich bedeuten muss. Dennoch zeigt die vorliegende Arbeit, dass sich bei geringer Probenzahl und einmaliger bzw. geringer Beprobung auf einem Betrieb eine falsche Einschätzung der *Salmonella*-Prävalenz ergeben kann.

In den Mastabteilungen von Stall 2 wurden Salmonellen wiederholt an mobilen Heizlüftern nachgewiesen (Tabelle 5.2). Aufgrund der Lokalisation des Probenahmeortes im Heizlüfter (Innenseite des Windkanalrohres) ist von einer Kontamination über Stäube/Aerosole innerhalb einer Mastabteilung auszugehen.

Tabelle 5.2: Ergebnisse der Untersuchungen an den Heizlüftern in den Mastabteilungen von Stall 2

	Pn 1	Pn 2	Pn 3	Pn 4	Pn 5	Pn 6	Pn 7	Pn 8	Pn 9	Pn 10	Pn 11	Pn 12
Heizlüfter in Mastabteilung 1					+ <sub>2</sub>	+ <sub>2</sub>	+ <sub>4</sub>					
Heizlüfter in Mastabteilung 2												
Heizlüfter in Mastabteilung 3												
Heizlüfter in Mastabteilung 4											+ <sub>2</sub>	
Heizlüfter in Mastabteilung 5												
Heizlüfter in Mastabteilung 6											+ <sub>2</sub>	

Querstrich = kein Heizlüfter in der Mastabteilung, graues Feld = Serviceperiode, Leerfeld = *Salmonella* negativ, +<sub>2</sub> = 4,5,12:i:-, +<sub>4</sub> = 4,5,12:i:1,2

Da die Heizlüfter zwischen den Abteilungen nach Bedarf gewechselt, aber nicht markiert wurden, kann nicht eindeutig nachvollzogen werden, ob durch die Heizlüfter eine Übertragung zwischen den Mastabteilungen in Stall 2 stattgefunden hat. Die Verbreitung von *Salmonella* in Stäuben/Aerosolen wurde durch HARABAUGH et al. (2006) experimentell belegt. Auch BODE (2007) konnte Salmonellen an einem Lüfter nachweisen und sah darin einen möglichen Verteilungsweg.

### 5.4.9 Relative Häufigkeit und relatives Risiko an ausgewählten Probenqualitäten

Da im Vormastbereich und Mastbereich ähnliche Bedingungen bei den Stallinstallationen vorhanden waren, konnten die Gewichtung der Häufigkeit des Auftretens der *Salmonella*-Nachweise für die beiden Bereiche zusammengefasst betrachtet werden. Die relative Häufigkeit und das relative Risiko des *Salmonella*-Nachweises waren bei den Böden am höchsten, d. h., treten Salmonellen in einem Bereich auf, so ist der Nachweis am Boden am wahrscheinlichsten.

Tabelle 5.3: Ausgewählte Probenqualitäten geordnet nach relativer Häufigkeit und relativem Risiko

Probenqualität	Relative Häufigkeit	Relatives Risiko
Böden	0,32	4,2
Tröge	0,31	3,1
Nippeltränken	0,22	2,4
Ketten	0,12	2,0
Türklinken	0,06	1,9

Das von den Tränken ausgehende Risiko variiert mit der Tränkenart, in der vorliegenden Studie waren nur Nippeltränken installiert. Bei Trogtränken ist die Wahrscheinlichkeit eines Salmonellen-Nachweises höher, da es häufiger zur fäkalen Verunreinigung der Tränken kommt (BAHNSON et al. 2006).

Die Türklinken sind separat zu betrachten, da kein direkter Tierkontakt bestand. *Salmonella*-Nachweise an den Türklinken können durch Kontakt- oder Schmierinfektion von den Händen der tierbetreuenden Personen oder durch sedimentierten Staub verursacht worden sein.

### 5.4.10 Ergebnisse der Untersuchungen der Nil. jejunales

Insgesamt wurden in 26,3 % der untersuchten Lymphknoten Salmonellen nachgewiesen. Die Anteile der positiven Proben in den Schlachtgruppen variierten zwischen 5,9 % und 43,8 %. Auch die Anteile der *S. Typhimurium* Varianten an den positiven Proben unterschieden sich bei den einzelnen Gruppen. LEUE (2005) untersuchte Lymphknotenproben geschlachteter Mastschweine von sechs Haltungsbetrieben an jeweils zwei Schlachtterminen, auch hier wurden unterschiedliche Anteile *Salmonella*-positiver Proben nachgewiesen (Tabelle 5.4).

Tabelle 5.4: Ergebnisse der Lymphknotenuntersuchungen an unterschiedlichen Schlachtschweinesendungen (LEUE (2005), vereinfacht)

Betrieb	Probenahmetermin	Anteil positiver Proben
Haltungsbetrieb 1	Termin 1	2,2 %
	Termin 2	6,7 %
Haltungsbetrieb 2	Termin 1	4,4 %
	Termin 2	21,6 %
Haltungsbetrieb 3	Termin 1	5,9 %
	Termin 2	11,8 %
Haltungsbetrieb 4	Termin 1	48,9 %
	Termin 2	11,1 %
Haltungsbetrieb 5	Termin 1	4,4 %
	Termin 2	0-5 %
Haltungsbetrieb 6	Termin 1	29,4 %
	Termin 2	4,4 %

Wie bei der Betriebsuntersuchung ist auch bei den Lymphknotenuntersuchungen ein Vergleich mit anderen Studien nur bedingt möglich. Untersuchungen erfolgten meist bei einer einzelnen Schlachtgruppe und nicht bei verschiedenen Schlachtgruppen eines Betriebes über einen längeren Zeitraum.

#### 5.4.11 Die *Salmonella*-Prävalenz in Abfolge der Tierbewegung

Innerhalb des Untersuchungszeitraumes durchliefen drei Masteinheiten die Abschnitte Vormast, Mast und Schlachtung. Somit war es möglich, für diese Masteinheiten in allen drei Abschnitten Daten zu erheben und über den Lebenslauf der Tiere darzustellen.

Die Ergebnisse zeigen das Auftreten neuer *S. Typhimurium*-Varianten in der Tierumgebung mit fortschreitendem Produktionsabschnitt. Bei den Masteinheiten 1 und 2 traten die während der Vormast und Mast in der direkten Tierumgebung nachgewiesenen Varianten von *S. Typhimurium* auch in den Lymphknoten der Tiere nach der Schlachtung auf. Die Nachweise in den Lymphknoten scheinen somit ein Gesamtbild der Erreger-Variation auf dem Lebensweg der Tiere zu zeigen.

Bei den Mastgruppen 1 und 2 trat nur jeweils eine der monophasischen Varianten bereits in der Vormast auf. In der Mast kamen dann bei der Mastgruppe 1 die biphasische Variante 4,5,12:i:1,2 hinzu. Während in Mastgruppe 1 die bei den Lymphknoten-Untersuchungen aufgetretenen Varianten denen der Ergebnisse der Tierumgebung-Untersuchungen

entsprechen (Variante 4,5,12:i:- trat in der Serviceperiode vor der Belegung auf), wurde bei Mastgruppe 2 zusätzlich die Variante 4,5,12:i:1,2 in den Lymphknoten nachgewiesen (Abbildung 5.1). Auch bei Mastgruppe 3 kamen im Laufe der Zeit Varianten hinzu. Bereits in der Vormast traten in Mastgruppe 3 die beiden monophasischen Varianten auf, in der Mast kam Variante 4,5,12:i:1,2 hinzu. Bei den Untersuchungen der Lymphknoten dieser Gruppe wurden alle vier Varianten nachgewiesen.

Von den *Salmonella*-positiven Proben wurden zwar bei allen Untersuchungen bis zu 5 verdächtige KbE serotypisiert, die vierte Variante kann jedoch durch Zufall nicht zur Identifizierung gekommen sein.

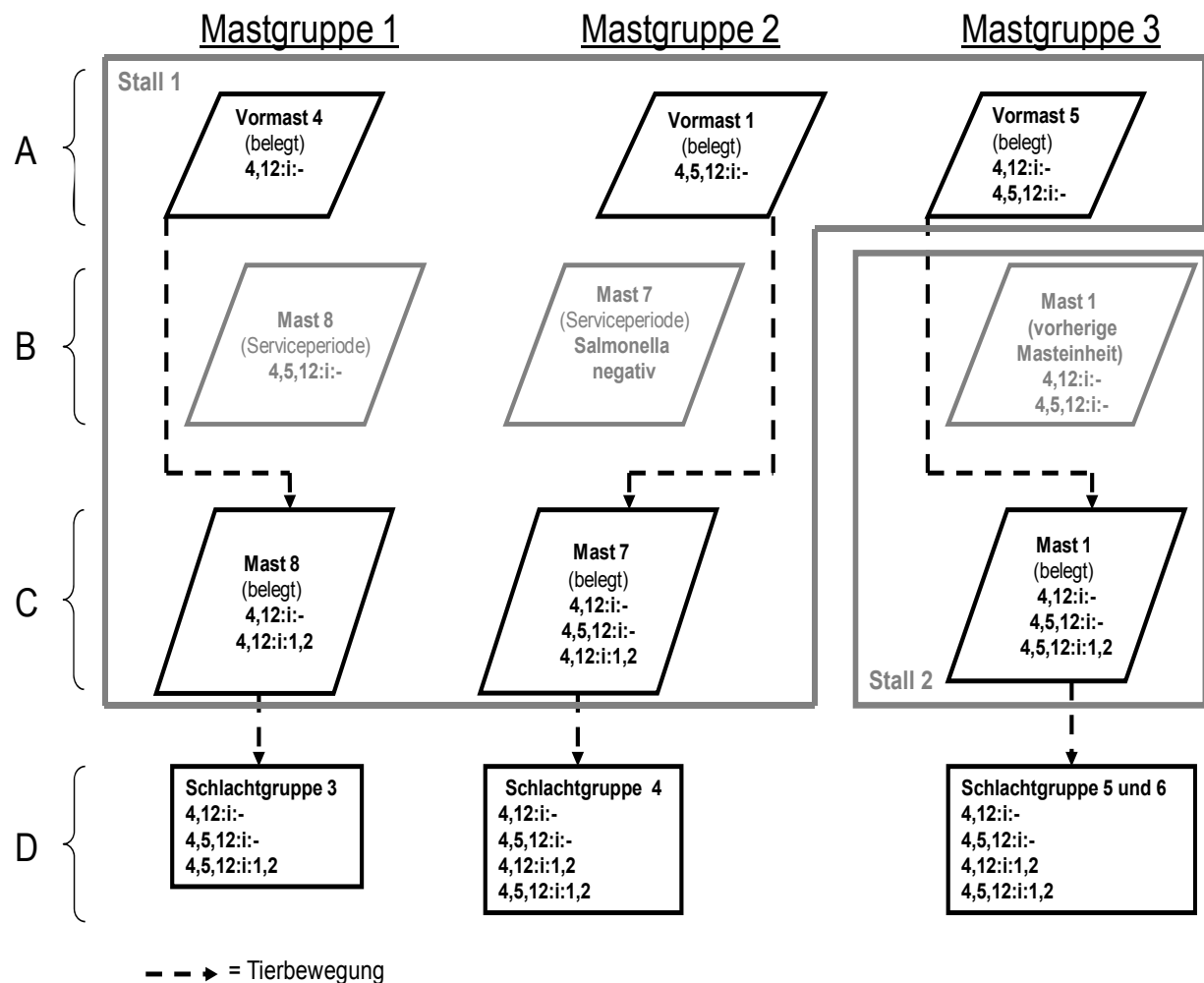


Abbildung 5.2: Auftreten von *S. Typhimurium*-Varianten in den sukzessiven Produktionsabschnitten der drei Mastgruppen

#### **5.4.12 Fazit**

Diese Arbeit zeigt, dass eine wiederholte Betrachtung in kurzen Zeiträumen Einblick in die Verteilung und Dynamik der Erreger-Prävalenz ermöglicht.

Der in diesem Projekt untersuchte Zeitraum erstreckte sich über eine einzige Mastperiode, für deren Abgrenzung der Mastdurchgang einer Masteinheit herangezogen wurde. Innerhalb dieses Zeitraumes wurden alle Produktionsbereiche des Betriebes auf Salmonellen untersucht. Innerhalb eines solchen Zeitabschnittes befinden sich unterschiedliche Tiergruppen in unterschiedlichen zeitmäßigen Lebensabschnitten.

Im Rahmen dieser Arbeit erfolgte die Serovar-Identifizierung durch Serotypisierung, es trat ausschließlich das *Salmonella*-Serovar Typhimurium in biphasischen und monophasischen Varianten auf.

## 6. Zusammenfassung

Auf einem Schweinehaltungsbetrieb mit geschlossenem System (Ferkelerzeugung und Mast) wurde die *Salmonella*-Prävalenz über die gesamte Dauer eines Mastdurchganges zeitlich und lokal geschichtet untersucht.

Die Beprobungen erfolgten von November 2009 bis April 2010 und waren so ausgewählt, dass sich der Zeitraum am Mastdurchgang einer Masteinheit orientierte. Der Betrieb wurde in 14-tägigen Intervallen beprobt. Die Proben stammten aus den Stallgebäuden, von Gerätschaften, vom Gelände außerhalb der Stallungen und von tierbetreuenden Personen. In der zweiten Hälfte des Beprobungszeitraumes wurden zusätzlich die NII. jejunales von sechs zur Schlachtung gehenden Gruppen von Mastschweinen (Schlachtgruppen) untersucht. Die Proben wurden durch Ausstattungsdaten und Liefertermine des Schlachtbetriebes den Masteinheiten zugeordnet.

Verdächtige Subkulturen wurden nach Isolierung und Reinkultivierung als *Salmonella* identifiziert und weitergehend serotypisiert.

Die Verknüpfung der Untersuchungsergebnisse mit den Stallbuchdaten ermöglichte bei drei Mastgruppen die Erstellung von *Salmonella*-Prävalenzprofilen über die Phasen Vormast, Mast und Schlachtung.

Die *Salmonella*-Prävalenz auf dem Betrieb betrug während des Beprobungszeitraumes im Durchschnitt 10 % und variierte bei den Beprobungen zwischen 5,3 % und 21,2 %. Es wurde ausschließlich *S. Typhimurium* in den monophasischen Varianten 4,5,12:i:-, 4,12:i:- und den biphasischen Varianten 4,5,12:i:1,2 und 4,12:i:1,2 nachgewiesen. Während die monophasischen Varianten über den gesamten Beprobungszeitraum auftraten, kamen die biphasischen Varianten ab der zweiten Hälfte der Untersuchungen hinzu. Die Anteile der einzelnen Varianten an den positiven Proben variierten zwischen den Beprobungen. Auch innerhalb der Produktionsbereiche und den Tiergruppen waren die *Salmonella*-Nachweise und die auftretenden Varianten nicht konstant.

Außerhalb der Stallungen traten bei 4 % der Proben Salmonellen auf. Im Sauenbereich wurden im gesamten Beprobungszeitraum keine Salmonellen nachgewiesen, im Abferkelbereich waren 1,7 % der Proben *Salmonella*-positiv. Der Schwerpunkt lag mit insgesamt 29,7 % positiver Proben im Vormastbereich. Im Mastbereich betrug die Prävalenz insgesamt 15,8%. Die untersuchten Humanproben waren durchgehend negativ.

Bei den Lymphknoten-Proben der sechs untersuchten Schlachtgruppen betrug der Anteil positiver Proben zwischen 5,9 % und 43,8 %, insgesamt waren 26,3 % aller Lymphknotenproben *Salmonella*-positiv. Die auftretenden Varianten von *S. Typhimurium* und die Anteile variierten auch hier.

Die drei der über den gesamten Verlauf der Vormast- und Mastphase beobachteten Mastgruppen zeigten unterschiedliche Variantenspektren. Bei den Lymphknoten-Untersuchungen konnte bei zwei der Mastgruppen eine *S. Typhimurium*-Variante in den Lymphknoten nachgewiesen werden, die bei den Untersuchungen der Tierumgebung (Vormast- und Mastabteilung) dieser Mastgruppen nicht aufgetreten war.

Der Nachweis von Salmonellen außerhalb der Stallungen weist auf eine allgemeine Präsenz des Agens auf dem Betrieb hin. Trotz einer im Vergleich zur Vormast niedrigeren Salmonellen-Belastung im Mastbereich zeigen die Lymphknoten-Ergebnisse, dass ein großer Teil der Tiere im Mastbereich weiterhin Träger von Salmonellen war. Es wird deutlich, dass jederzeit ein Neueintrag erfolgen kann und deshalb jede Umstallung ein potentielles Risiko für die Übertragung ist.

Es wird gefolgert:

- Die Salmonellen-Belastung auf dem Betrieb und deren Veränderung über die Zeit zeigt, dass es bei geringer Probenzahl und einmaliger/geringer Beprobung zu einer falschen Einschätzung der *Salmonella*-Prävalenz kommen kann.
- Eine Aussage über die Salmonellen-Belastung eines Betriebes durch Untersuchungen von zeitlich einmaligen Stichproben oder von einzelnen Schlachtgruppen alleine, kann nicht getroffen werden.

## 7. Summary

- *Salmonella* prevalence on a farrow-to-finish pig farm depending on time and site -

On a farrow-to-finish pig farm, *Salmonella* prevalence was monitored depending on time and site aiming to overview of a complete fattening period. Sampling was conducted from November 2009 to April 2010 at intervals of 14 days and included stables, the environment, farm equipment as well as the staff in charge of the animals. During the second part of the sampling period, Nll. jejunales from six shipments of finisher pigs were investigated. Using the records, the animals were associated to the fattening units. Suspicious subcultures were isolated and serotyped.

In the end, prevalence profiles along pre-fattening and finishing period as well as carcasses from three fattening units were available.

The *Salmonella* prevalence varied between 5.3 % and 21.2 %, with an average of 10.0 %. Only the monophasic variants of *Salmonella* Typhimurium with the antigenic structure 4,5,12:i:- and 4,12:i:- as well as the biphasic variants of *Salmonella* Typhimurium with the antigenic structure 4,5,12:i:1,2 and 4,12:i:1,2 were found. While the monophasic variants were obtained along the entire sampling period, the biphasic variants emerged in the second half of the sampling period, with different percentage at every sampling occasion.

4.0 % of the samples taken from the environment were *Salmonella* positiv. Within the sow area no sample was *Salmonella* positiv during the entire sampling period. 1.7 % of the samples taken in the farrowing area contained *Salmonella*, the highest proportion of positive samples was found in samples from the pre-fattening area (29.7 %). In the fattening area, a prevalence of 15.8 % was obtained. Samples taken from the farm staff were *Salmonella* negativ.

Of the six shipments sent to slaughter, 5.9 % to 43.8 % of the lymph nodes were *Salmonella* positive, on average, 26.3 % were positive. Parallel with the other samples, the serotypes were different.

A broad spectrum of variants was found in the three units which were monitored during pre-fattening and fattening.

Lymph node examinations of two fattening units revealed a variant of *Salmonella* Typhimurium which had not been found in those units previously.



A general prevalence of *Salmonella* on this farm was obtained. When compared to the pre-fattening period, lymph node examinations revealed a large percentage of fattening pigs as *Salmonella* carriers. There is a constant risk of a *Salmonella* reentry. Therefore, every regrouping poses a risk of potential transfer.

In conclusion:

- A low sampling frequency and a few number of samples taken, may lead to a false estimation of *Salmonella* prevalence.
- Microbiological investigations of randomly collected samples at one sampling occasion or of samples taken from single fattening units do not allow a general conclusion concerning the *Salmonella* load of all fattening pigs.

## 8. Literaturverzeichnis

### A

AGASAN, A., J. KORNBLUM, G. WILLIAMS, C.-C. PRAT, P. FLECKENSTEIN, M. WONG and A. RAMON (2002):

Profile of *Salmonella* enterica subsp. enterica (Subspecies I) Serotype 4,5,12:i:- Strains Causing Food-Borne Infections in New York City  
Journal of Clinical Microbiology 40 (6), 1924-1929

ALCAINE S. D., Y. SOYER, L. D. WARNICK, W. L. SU, S. SUKHNANAND, J. RICHARDS, E. D. FORTES, P. MCDONOUGH, T. P. ROOT, N. B. DUMAS, Y. GRÖHN and M. WIEDMANN (2006):

Multilocus Sequence Typing Supports the Hypothesis that Cow- and Human-Associated *Salmonella* Isolates Represent Distinct and Overlapping Populations  
Applied and Environmental Microbiology 72 (12), 7575-7585

AMASS, S. F., B. THOMPSON, K. M. DIMMICH, A. M. GAUL and J. L. SCHNEIDER (2007):

Impact of downtime on reducing aerobic bacterial counts in cleaned and disinfected trailers  
Journal of Swine Health and Production 15 (1), 37-41

AMAVISIT, P., W. BOONYAWIWAT and A. BANGTRAKULNONT (2005):

Characterization of *Salmonella* enterica Serovar Typhimurium and monophasic *Salmonella* Serovar 1,4,5,12:i:- Isolates in Thailand  
Journal of Clinical Microbiology 43 (6), 2736-2740

ANONYMUS (2007):

Verordnung zur Verminderung der Salmonellenverbreitung durch Schlachtschweine (Schweine-Salmonellen-Verordnung) vom 13. März 2007 (BGBl. I S. 322)

ANONYMUS (2009):

Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung) vom 25.10.2001 in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3223)

ANONYMUS (2011a):

Verordnung über meldepflichtige Tierkrankheiten in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. Februar 2011 (BGBl. I S. 252), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 19. Juli 2011 (BGBl. I S. 1403)

ANONYMUS (2011b):

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz)  
Vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1622)

### B

BAHNSON, P. B., P. J. FEDORKA-CRAY, S. R. LADELY and N. E. MATEUS-PINILLA (2006):

Herd-level risk factors for *Salmonella* enterica subsp. Enterica in U.S. market pigs  
Preventive Veterinary Medicine 76 (3-4), 249-262

- BARBER, D. A., P. B. BAHNSON, R. ISAACSON, C. J. JONES and R. M. WEIGEL (2002):  
Distribution of *Salmonella* in Swine Production Ecosystems  
*Journal of Food Protection* 65 (12), 1861-1868
- BARCO, L., A. A. LETTINI, E. RAMON, A. LONGO, C. SACCARDIN, M. C. D. POZZA and A. RICCI (2011):  
A Rapid and Sensitive Method to Identify and Differentiate *Salmonella* enterica Serotype Typhimurium and *Salmonella* enterica Serotype 4,5,12:i:- by Combining Traditional Serotyping and multiplex Polymerase Chain Reaction  
*Foodborne Pathogens and Disease* 8 (6), 741-743
- BARONE, L., V. A. DAL, N. PELLISSIER, A. VIGANO, C. ROMANI and M. PONTELLO (2008):  
Emergence of *Salmonella* Typhimurium monophasic serovar: determinants of antimicrobial resistance in porcine and human strains  
*Annali di igiene: medicina preventiva e di comunità* 20 (3), 199-209
- BAUMGART, J. (2004):  
Genus Enterobacteriaceae  
In: Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln, Hrsg: Jürgen Baumgart unter Mitarbeit von Barbara Becker, 5. aktualisierte und erweiterte Auflage, Behr's Verlag Hamburg, Seite 449-453  
ISBN 3-89947-159-8
- BELCÆIL, P.-A., C. CHAUVIN, K. PROUX, N. ROSE, S. QUEGUINER, E. EVENO, C. HOUDAYER, V. ROSE, P. FRAVALO, F. MADEC (2003):  
Longitudinal serological responses to *Salmonella* enterica of growing pigs in a subclinically infected herd  
*Preventive Veterinary Medicine* 60, 207-263
- BELCÆIL, P.-A., C. CHAUVIN, K. PROUX, F. MADEC, P. FRAVALO and A. ALIOUM (2004a):  
Impact of market-age pigs and the pre-slaughter process on *Salmonella* caecal contamination at slaughter  
*Veterinary Research* 35 (5), 513-530
- BELCÆIL, P.-A., P. FRAVALO, C. FABLET, J.-P. JOLLY, E. EVENO, Y. HASCOET, C. CHAUVIN and G. SALVAT and F. MADEC (2004b):  
Risk factors for *Salmonella* enterica subsp. enterica shedding by market-age pigs in French farrow-to-finish herds  
*Preventive Veterinary Medicine* 63 (1-2), 103-120
- BELCÆIL, P.-A., C. CHAUVIN, K. PORX, C. FABLET, F. MADEC and A. ALIOUM (2007):  
Risk factors for *Salmonella* seroconversion of fattening pigs in farrow-to-finish herds  
*Veterinary Research* 38 (6), 835-848
- BERENDS, B. R., H. A. P. URLINGS, J. M. A. SNIJDERS and F. VAN KNAPEN (1996):  
Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding *Salmonella* spp. in pigs  
*International Journal of Food Microbiology* 30 (1-2), 37-53

BERTRAND, S., R. RIMHANEN-FINNE, F.-X. WEILL, W. RABSCH, L. THORNTON, J. PEREVOSCIKOV, W. VAN PELT, M. HECK (2008):  
*Salmonella* infections associated with reptiles: The current situation in Europe  
Eurosurveillance 13 (24): pii=18902  
<http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=18902>, zuletzt aufgesucht am 4.5.2012

BLAHA, T. (2003):  
Die Bekämpfung beginnt im Stall  
Großtierpraxis 4 (1), 34-36

BLAHA, T. (2008):  
*Salmonella* in pig production: here today, gone tomorrow?  
In: Formula for the future: nutrition or pathology? Elevating performance and health in pigs and poultry, Hrsg.: J. A. Taylor-Pickard, Z. Stevenson and K. Glebocka,  
Wageningen Academic publishers, 97-117  
ISBN: 978-90-8686-088-3

BÖHM, R. (1993):  
Verhalten ausgewählter Salmonellen in der Umwelt  
Deutsche tierärztliche Wochenschrift 100 (7), 275-278

BODE, K. (2007):  
Serologische und epidemiologische Untersuchung zur Salmonellendynamik in Schweinebeständen für die Optimierung des Salmonellenmonitorings beim Schwein  
Vetmed. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover

BONE, A., H. NOEL, S. LE HELLO, N. PIHIER, C. DANAN, M. E. RAUENAUD, S. SALAH, H. BELLALI, V. VAILLANT, F. X. WEILL and N. JOURDAN-DA SILVA (2010):  
Nationwide outbreak of *Salmonella* enterica serotype 4,12:i:- infections in France, linked to dried pork sausage, March – May 2010  
Eurosurveillance, 15 (24), 19592  
Online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19592>, zuletzt aufgesucht am 4.5.2012

BOONMAR, S., A. BANGTRAKULNONT, S. PORNRUANGWONG, S. SAMOSORNSUK, K. KANEKO and M. OGAWA (1998):  
Significant increase in antibiotic resistance of *Salmonella* isolates from human beings and chicken meat in Thailand  
Veterinary Microbiology 62 (1), 73-80

BORTZ, J., G. A. LIENERT und K. BOEHNKE (1990):  
Kapitel 8: Zusammenhangsmaße und Regression  
In: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik, Hrsg.: J. Bortz  
Springerverlag, ISBN 3-540-50737-X, 325-449

BOYEN, F., F. HAESBROUCK, D. MAES, F. VAN IMMERSEEL, R. DUCATELLE, F. PASMANS (2008):  
Non-typhoidal *Salmonella* infections in pigs: A closer look at epidemiology, pathogenesis and control  
Veterinary Microbiology 130 (1-2), 1-19

BRENNER, F. W. and R. G. VILLAR (2000):  
*Salmonella* Nomenclature  
Journal of Clinical Microbiology 38 (7), 2465–2467

BROUWER, A., A. HILL and M. J. WOODWARD (2011):  
What makes a *Salmonella* strain epidemic? An expert opinion workshop  
Veterinary Record 168 (4), 98

## C

CARNEVALE, M. C. (1998):  
Vergleichende Untersuchung zum Nachweis von Salmonellen in Lebensmitteln und Faeces vom Schwein unter Berücksichtigung von Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Praxistauglichkeit verschiedener Methoden  
VetMed-Dissertation, Ludwig-Maximilian Universität München

CASAL, J., A. De MANUEL, E. MATEU and M. MARTIN (2007):  
Biosecurity measures on swine farms in Spain: Perceptions by farmers and their relationship to current on-farm measures  
Preventive Veterinary Microbiology 82 (1-2), 138-150

CORREGE, I. and F. GUYOMARD (2007):  
Evolution sur deux ans du statut sérologique d'élevages porcins à forte ou à faible prévalence en salmonelles  
Epidémiologie et Santé Animale 51, 15-23

CROSA, J. H., D. J. BRENNER, W. H. EWING and S. FALKOW (1973):  
Molecular Relationships among the Salmonellae  
Journal of Bacteriology 115 (1), 307-315

## D

DAHL, J., A. WINGSTRAND, D. L. BAGGESEN and B. NIELSEN (1996):  
Eradication of *S. Typhimurium* by strategic removal of pigs in infected herds  
Proceedings of the 14<sup>th</sup> IPVS Congress, Bologna, Italy, S. 173

DAHL, J., A. WINGSTRAND, B. NIELSEN and D. L. BAGGESEN (1997):  
Elimination of *Salmonella* Typhimurium infection by the strategic movement of pigs  
The Veterinary Record 140 (26), 679-681

DANIELS, M. J., M. R. HUTCHINGS and A. GREIG (2003):  
The Risk of disease transmission to livestock posed by contamination of farm stored feed by wildlife excreta  
Epidemiology and Infection 130 (3), 561-568

DAVIES, P. R., W. E. M. MORROW, F. T. JONES, J. DEEN, P. J. FEDORKA-CRAY and I. T. HARRIS (1997):  
Prevalence of *Salmonella* in finishing swine raised in different production systems in North Carolina, USA  
Epidemiology and Infection 119 (2), 237-244

DAVIES, P. R., H. S. HURD, J. A. FUNK, P. J. FEDORKA-CRAY and F. T. JONES (2004):  
The Role of Contaminated Feed in the Epidemiology and Control of *Salmonella* enterica in the Pork Production  
Foodborne Pathogens and Diseases 1 (4), 202-215

DE LA TORRE, E., D. ZAPATA, M. TELLO, W. MEJIA, N. FRIAS, F. J. GARCIA PENA, E. M. MATEU and E. TORRE (2003):

Several *Salmonella* enterica subsp. Enterica Serotype 4,[5],12:i:- Phage Types Isolated from Swine Samples Originate from Serotype Typhimurium DT U302

Journal of Clinical Microbiology 41 (6), 2395-2400

DE SMEDT, J. M., R. F. BOLDERDIJK, H. RAPPOLD and D. LAUTENSCHLAEGER (1986):  
Rapid *Salmonella* Detection in Foods by Motility Enrichment on a Modified Semi-Solid Rappaport-Vassiliadis Medium

Journal of Food Protection 49 (7), 510-514

DIONSI, A. M., C. GRAZIANI, C. LUCARELLI, E. FILETICI, L. VILLA, S. OWCZAREK, A. CAPRIOLOI and I. LUZZI (2009):

Molecular Characterization of Multidrug-Resistant Strains of *Salmonella* enterica Serotype Typhimurium and Monophasic Variant (S. 4,5,12:i:-) Isolated from Human Infections in Italy

Foodborne Pathogens and Diseases 6 (6), 711-717

## **E**

ECHEITA, M. A., A. ALANDUENA, S. CRUCHAGA and M. A. USERA (1999):

Emergence and Spread of an Atypical *Salmonella* enterica subsp. Enterica Serotype 4,5,12:i:- Strain in Spain

Journal of Clinical Microbiology 37 (10), 3425

ECHEITA, M. A., S. HERRERA and M. A. USERA (2001):

Atypical, fljB-Negative *Salmonella* enterica subsp. enterica Strain of Serovar 4,5,12:i:- Appears to be a Monophasic Variant of Serovar Typhimurium

Journal of Clinical Microbiology 39 (8), 2981-2983

EFSA (2008a):

Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazard on a request from the Health and Consumer Protection

Directorate General European Commission on Microbiological risk assessment in feedingstuffs for food-producing animals

The EFSA Journal 720, 1-84

EFSA (2008b):

Report of the Task Force on Zoonoses Data collection on the analysis of the baseline survey on the prevalence on *Salmonella* in slaughter pigs, Part A

The EFSA Journal 135, 1-111

EFSA (2010a):

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ)

Scientific Opinion on monitoring an assessment of the public health risk of “*Salmonella* Typhimurium-like” strains

The EFSA Journal 8 (10),1826

EFSA (2010b):

The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union 2008

The EFSA Journal 8 (1), 1496

EFSA (2010c):  
EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ)  
Scientific Opinion on a Quantitative Microbiological Risk Assessment of *Salmonella* in slaughter and breeder pigs  
The EFSA Journal 8 (4), 1547

EFSA (2011):  
The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union 2009  
The EFSA Journal 9 (3), 2090

EUZEBY, J. P. (1999):  
Revised *Salmonella* nomenclature: designation of *Salmonella* enterica (ex Kauffmann and Edwards 1952) Le Minor and Popoff 1987 sp. nov. nom. rev. as the neotype species of the genus *Salmonella* Lignieres 1900 (Approved Lists 1980), rejection of the name *Salmonella* choleraesuis (Smith 1894) Weldin 1927 (Approved Lists 1980), and conservation of the name *Salmonella* typhi (Schroeter 1886) Warren and Scott 1930 (Approved Lists 1980)  
Request for an Opinion  
International Journal of Systematic Bacteriology 49 (2), 927-930

EZAKI, T. and Y. KAWAMURA (2000):  
Recognition of nomenclature standing of *Salmonella* typhi (Approved Lists 1980), *Salmonella* enteritidis (Approved Lists 1980) and *Salmonella* Typhimurium (Approved Lists 1980), and conservation of the specific epithets enteritidis and typhimurium  
Request for an Opinion  
International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 50 (2), 945-947

## **E**

FARZAN, A., R. M. FRIENDSHIP and C. E. DEWEY (2006):  
Evaluation of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) tests and culture for determining *Salmonella* status of a pig herd  
Epidemiology and Infection 135 (2), 238-244

FEATHERSTONE, C. A., R. REICHEL, L. C. SNOW, R. H. DAVIES, K. H. CHRISTIANSEN, J. J. CARRIQUE-MAS and S. J. EVANS (2010):  
Investigation of risk factors for *Salmonella* on fattening-turkey farms  
Epidemiology and Infection 138 (10), 1427-1438

FEDORKA-CRAY, P. J., J. T. Gray and Clifford Wray (2000):  
Chapter 11: *Salmonella* Infections in Pigs  
In: *Salmonella* in Domestic Animals, Hrsg.: C. WRAY and A. WRAY  
CAB International Publishing, 191-207  
ISBN: 0851992617

FORSHELL, L. P. and I. EKESBO (1993):  
Survival of *Salmonella* in composted and not composted solid animal manure  
Zentralblatt für Veterinärmedizin, Reihe B 40 (9-10), 654-658

FOSSE, J., M. LAROCHE, N. OUDOT, H. SEEGER and C. MAGRAS (2011)  
On-farm-multi-contamination of pigs by food-borne bacterial zoonotic hazards: an exploratory study  
Veterinary Microbiology 147 (1-2), 213-219

FUNK, J. A., P. R. DAVIES and W. GEBREYES (2001a):  
Longitudinal study of *Salmonella* enterica in growing pigs reared in multiple site swine production systems  
Veterinary Microbiology 83 (1), 45-60

FUNK, J. A., P. R. DAVIES and W. GEBREYES (2001b):  
Risk factors associated with *Salmonella* enterica prevalence in three-site swine production system in North Carolina, USA  
Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 114, 335-338

FUNK, J. and A. GEBREYES (2004):  
Risk factors associated *Salmonella* prevalence on swine farms  
Journal of Swine Health and Production 12 (5), 246-251

FRIEDRICH, A., C. DORN, A. SCHROETER, I. SZABO, M. JABER, G. BERENDONK, M. BROM, J. LEDWOLORZ und R. HELMUTH (2010):  
Bericht des Nationalen Referenzlabors zur Durchführung von Analysen und Tests auf Zoonosen (Salmonellen) zum Vorkommen von Salmonellen in Nutztieren, Lebens- und Futtermitteln über den Zeitraum der letzten fünf Jahre in Deutschland (2004-2008)  
Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 123 (7/8), 265-277

FRIEDRICH, A., I. SZABO, C. DORN, A. SCHROETER, M. JABER, G. BERENDONK, M. BROWN, J. LEDWOLORZ, B. MALORNY und R. HELMUTH (2011):  
Bericht des Nationalen Referenzlabors zur Durchführung von Analysen und Tests auf Zoonosen (Salmonellen) über die im Jahr 2009 eingesandten *Salmonella*-Isolate  
Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 124 (9/10), 401-410

FRIES, R. (2005):  
Serotyping *Salmonella*: Procedure  
Institutsinterne Arbeitsanweisung zur Serotypisierung von *Salmonella* spp.

## G

GARAIJAR, J., S. PORWOLLIK, A. ECHEITA, A. REMENTERIA, S. HERRERA, R. M.-Y. WONG, J. FRYE, M. A. USERA and M. MCCLELLAND (2002):  
DNA Microarray-Based Typing of an Atypical Monophasic *Salmonella* enterica Serovar  
Journal of Clinical Microbiology 40 (6), 2074-2078

GARCÍA-FELIZ, C., A. CARVAJAL, J. Á. COLLAZOS and P. RUBIO (2009):  
Herd-level risk factors for faecal shedding of *Salmonella* enterica in Spanish fattening pigs  
Preventive Veterinary Medicine 91 (2-4), 130-136

GARRITY, G. M., T. G. LILBURN, J. R. COLE, S. H. HARRISON, J. EUZEBY and B. J. TINDALL (2007):  
Part 5 - The Bacteria: Phylum "Proteobacteria", Class Gammaproteobacteria.  
Taxonomic Outline of the Bacteria and Archaea, Release 7.7

GEBREYES, W. A., P. R. DAVIES, P.-K. TURKSON, W. E. M. MORROW, J. A. FUNK and C. ALTIER (2004):  
*Salmonella* enterica Serovars from pigs on Farms and after Slaughter and Validity of Using Bacteriologic Data to Define Herd *Salmonella*  
Journal of Food Protection 76 (4), 691-697

GLATHE, H., K. H. KNOLL und A. A. M. MAKAWI (1963):  
Das Verhalten von Salmonellen in verschiedenen Bodenarten  
Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 100 (3), 224-233



GOSSNER, C. M., D. VAN CAUTEREN, S. LE HELLO, F. X. WEILL, E. TESSIER, C. JANIN, A. BRISABOIS, V. DUSCH, V. AILLANT and N. JOURDAN-DA SILVA (2011)  
Nationwide outbreak of *Salmonella enterica* serotype 4,5,12:i:- infection associated with consumption of dried pork sausage, France, November to December 2011  
Euro Surveillance 17 (5), 20071

GRAY, J. T. and P. J. FEDORKA-CRAY (2001):  
Survival and infectivity of *S. choleraesuis* in swine faeces  
Journal of Food Protection 64 (7), 645-649

GRIMONT, P. A. D. and F.-X. WEILL (2007):  
9th edition Antigenetic formulae of the *Salmonella* serovars  
WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella, 1-167

GUIBOURDENCHE, M., P. ROGGENTIN, M. MIKOLEIT, P. I. FIELDS, J. BOCKEMÜHL, P. A. D. GRIMONT and F.-X. WEILL (2010):  
Supplement 2003-2007 (No. 47) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme  
Research in Microbiology 161 (1), 26-29

## **H**

HANNING, I. B., J. D. NUTT and S. C. RICKE (2009):  
Salmonellosis Outbreaks in the United States Due to Fresh Produce: Sources and Potential Intervention Measures  
Foodborne Pathogens and Disease 6 (6), 635-648

HARBAUGH, E. D., TRAMPEL, I. WESLEY, S. HOFF, R. GRIFFITH and H. S. HURDT (2006):  
Rapid aerosol Transmission of *Salmonella* Among Turkeys in a Simulated Holding-Shed Environment  
Poultry Science 85 (10), 1693-1699

HARRIS, I. T., P. J. FEDORKA-CRAY, J. T. GRAY, L. A. THOMAS and K. FERRIS (1997):  
Prevalence of *Salmonella* organisms in swine feed  
Journal of the American Veterinary Medical Association 210 (3), 382-385

HARTUNG, M. und A. KÄSBOHRER (2011):  
Erreger von Zoonosen in Deutschland im Jahr 2009  
Bundesinstitut für Risikobewertung, S. 31-36  
ISBN: 3-938163-77-1

HAUSER, E., S. HÜHNER, E. JUNKER, M. JABER, A. SCHROETER, R. HELMUTH, W. RABSCH, N. WINTERHOFF and B. MALORNY (2009):  
Charakterisierung einer phänotypischen Variante von *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Serovar Typhimurium bei Wildvögeln und deren mögliche Übertragung auf Hauskatzen und Menschen  
Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 122 (5/6), 169-177

HAUSER, E., E. TIETZE, R. HELMUTH, E. JUNKER, K. BLANK, R. PRAGER, W. RABSCH, B. APPEL, A. FRUTH and B. MALORNY (2010a):  
Pork Contaminated with *Salmonella enterica* Serovar 4,5,12:i:-, an Emerging Health Risk for Humans  
Applied and Environmental Microbiology 76 (14), 4601-4610

HAUSER, E., E. JUNKER, R. HELMUTH and B. MALORNY (2010b):  
Different mutations in the oaf A gene lead to loss of O5-antigen expression in *Salmonella* enterica serovar Typhimurium  
Journal of Applied Microbiology 110 (1), 248-253

HAUSER, E. (2011):  
Gefahrenidentifizierung der im Schwein epidemiologisch bedeutenden *Salmonella* enterica subsp. enterica Serovare 4,[5],12:i:- und Derby  
Dissertation, Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie, Freie Universität Berlin

HAUTEKIET, V., V. GEERT, V. MARC and G. RONY (2008):  
Development of a sanitary risk index for *Salmonella* seroprevalence in Belgian pig farms  
Preventive Veterinary Microbiology 86 (1-2), 75-92

HEDEMANN, M. S., L. L. MIKKELSEN, P. J. NAUGHTON and B. B. JENSEN (2005):  
Effect of feed particle size and feed processing on morphological characteristics in the small and large intestine of pigs and on adhesion of *Salmonella* enterica serovar Typhimurium DT12 in the ileum in vitro  
Journal of Animal Science 83 (7), 1554-1562

HELLERQVIST, C. G., B. LINBERG, S. SVENSSON, T. HOLME and A. A. LINDBERG (1968):  
Structural studies on the O-specific side-chains of the cell-wall lipopolysaccharide from *Salmonella* Typhimurium 395 MS  
Carbohydrate Research 8 (1), 43-55

HIMATHOGKHAN, S., H. RIEMANN, S. BAHARI, S. NUANUALSUWAN, P. KASS and D. O. CLIVER (2000):  
Survival of *Salmonella* Typhimurium and Escherichia coli O157:H7 in poultry manure and manure slurry at sublethal temperatures  
Avian Diseases 44 (4), 853-860

HOPKINS, K. L., M. KIRCHNER, B. GUERRA, S. A. GRANIER, C. LUCARELLI, M. C. PORRERO, A. JAKUBCZAK, E. J. THRELFALL and D. J. MEVIUS (2010):  
Multiresistant *Salmonella* enterica serovar 4, 5,12:i:- in Europe: a new pandemic strain?  
Eurosurveillance 15 (22), 19580  
<http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19580>, zuletzt aufgesucht 4.5.2012

HOTES, S. und J. KRIETER (2009):  
Salmonellen in der Schweinemast - Eine quantitative Analyse der bedeutendsten Risikofaktoren  
Züchtungskunde 81 (1), 46-50

HURD, H. S., J. D. McKEAN, R. D. GRIFFITH and M. H. ROSTAGNO (2003):  
Estimation of the *Salmonella* enterica prevalence in finishing swine  
Epidemiology and Infection 132 (1), 127-135

!

IDO, N., T. KUDO, K. SASAKI, M. MOTOKAWA, K. IWBUCHI, H. MATSUDATE, Y. M. SEIMIYA and M. AKIBA (2011):  
Molecular and Phenotypic Characteristics of *Salmonella* enterica Serovar 4,5,12:i:- Isolated from Cattle and Humans in Iwate Prefecture, Japan  
Journal of Veterinary Medicine Science 73 (2), 241-244

ISAACSON, R. E., L. D. FIRKINS, R. M. WEIGEL, F. A. ZUCKERMANN and J. A. DIPIETRO (1999):

Effect of transportation and feed withdrawal on shedding of *Salmonella* Typhimurium among experimentally infected pigs.

American Journal of Veterinary Research 60 (9), 1155-1158

## J

JENSEN, A. N., A. DALSGAARD, A. STOCKMARR, E. M. NIELSEN and D. L. BAGGESEN (2006):

Survival and transmission of *Salmonella* enterica serovar Typhimurium in an Outdoor organic Pig farming Environment

Applied and Environmental Microbiology 72 (3), 1833-1842

JØRGENSEN, L., J. DAHL and A. WINGSTRAND (1999):

The effect of feeding pellets, meal and heat treatment on the *Salmonella*-prevalence of finishing pigs

In: Proceedings of the 3rd International Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, August 5-7 in Washington, USA, 308-312

## K

KAUFFMANN, F. (1961):

The species definition in the *Enterobacteriaceae*

International Bulletin of Bacteriological Nomenclature and Taxonomy 11, 5-6

KAUFFMANN, F. (1966):

The bacteriology of *Enterobacteriaceae*

1st edition, Munksgaard, Copenhagen, Denmark, S. 400

KÄSBOHRER, A., K. ALT, A. SCHROETER, C. DORN und B.-A. TENHAGEN (2011):

*Salmonella*-Monitoringprogramme

In: Erreger von Zoonosen in Deutschland im Jahr 2009, Hrsg.: M. Hartung und A. Käsbohrer BfR, S. 31-36

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

*Salmonella* Contamination of Pigs and Pork in an Integrated Pig Production System

Journal of Food Protection 66 (7), 1126-1133

KÜHN, H., B. WONDE, W. RABSCH and R. REISSBRODT (1994):

Evaluation of Rambach agar for detection of *Salmonella* subspecies I to IV

Applied and Environmental Microbiology 60 (2), 749-751

## L

LANGVAD, B., M. N. SKOV, E. RATTENBORG, J. E. OLSEN and D. L. BAGGESEN (2006):

Transmission routes of *Salmonella* Typhimurium DT 104 between cattle and pig herds in Denmark demonstrated by molecular fingerprinting

Journal of Applied Microbiology 101 (4), 883-890

LE MINOR, L., M. VERON and M. POPOFF (1982):

The taxonomy of *Salmonella*

Annales de Microbiologie 133 (2), 223-243

- LE MINOR, L. and M. Y. POPOFF (1987):  
Designation of *Salmonella enterica* sp. nov., norn. rev., as the Type and Only Species of the Genus *Salmonella*  
International Journal of Systematic Bacteriology 37 (4), 465-468
- LEUE, C. (2005):  
Herkunftbezogenes Auftreten von Salmonellen und Campylobacter in Lymphknoten von Mastschweinen  
Vet. Med. Dissertation, Freie Universität Berlin, Journal-Nr. 2916
- LETELLIER, A., S. MESSIER, J. PARÉ, J. MÉNARD and S. QUESSY (1999):  
Distribution of *Salmonella* in swine herds in Quebec  
Veterinary Microbiology 67 (4), 299-306
- LIEBANA, E., L. GARCIA-MIGURA, C. CLOUTING, F. A. CLIFTON-HADLEY, M. BRESLIN and R. H. DAVIES (2003):  
Molecular fingerprinting evidence of the contribution of wildlife vectors in the maintenance of *Salmonella* Enteritidis infection in layer farms  
Journal of Applied Microbiology 94 (6), 1024-1029
- LIM, S.-K., J.-R. BYUN, H.-M. NAM, H.-S. LEE and S.-C. JUNG (2011):  
Phenotypic and Genotypic Characterization of *Salmonella* spp. Isolated from Pigs and their Environment in Korea  
Journal of Microbiology and Biotechnology 21 (1), 50-54
- LO FO WONG, D. M., A. J. DAHL, H. STEGE, P. J. VAN DER WOLF, L. LEONTIDES, A. VON ALTROCK and B. M. THORBERG (2004a):  
Herd-Level risk factors for subclinical Salmonella infection in European finishing-pig herds  
Preventive Veterinary Medicine 62 (4), 253-266
- LO FO WONG, D. M., A. J. DAHL, A. WINGSTRAND, P. J. VAN DER WOLF, A. VON ALTBROCK and B. M. THORBERG (2004b):  
A European longitudinal study in Salmonella seronegative- and seropositiven-classified finishing pig herds  
Epidemiology and Infection 132 (5), 903-914
- LOMONACO, S., L. DECASTELLI, D. M. BIANCHI, D. NUCERA, M. A. GRASSI, V. SPERONE and T. CIVERA (2009):  
Detection of Salmonella in Finishing Pigs on Farm and at Slaughter in Piedmont, Italy  
Zoonoses and Public Health 56 (3), 137-144
- LURETTE, A., S. TOUZEAU, P. EZANNO, T. HOCH, H. SEEGER, C. FOURICHON and C. BELLOC (2011):  
Within-herd Biosecurity and Salmonella seroprevalence in slaughter pigs: A simulation study  
Journal of Animal Science 89 (7), 2210-2219
- M**
- MACHADO, J. and F. BERNARDO (1990):  
Prevalence of *Salmonella* in chicken carcasses in Portugal  
The Journal of Applied Bacteriology 69 (4), 477-480
- MAJTAN, V., L. MAJTANOVA and J. MAJTAN (2011):  
Phenotypic and Molecular Characterization of Human *Salmonella enterica* Serovar 4,[5],12:i:- Isolates in Slovakia  
Current Microbiology 63 , 491-495

MARBURGER, JUTTA (2006):

Auftreten von *Salmonella* und *Campylobacter* in landwirtschaftlichen Betrieben  
Dissertation Freie Universität Berlin (2006)  
ISBN: 978-3-86664-178-5

McLAREN, I. M., R. H. DAVIES and S. BEDFORD (2001):

Observation of the effect "on-farm" interventions in relation to *Salmonella* infection  
In "Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium on the Epidemiology and Control of  
Salmonella and other Food Borne Pathogens in Pork", Hotel Inter Continental Leipzig,  
Germany, 2.-5. Sept. 2001, pp. 72-74

McDERMID, A. S. and M. S. LEVER (1996):

Survival of *Salmonella* enteritidis Pt4 and *Salm.* typhimurium Swindon in aerosols  
Letters in Applied Microbiology 23 (2), 107-109

McQUISTON, J. R., P. I. FIELDS, R. V. TAUXE and J. M. LOGSDOM (2008):

Do *Salmonella* carry tyres? Trends  
Microbiology 16 (4), 142-148

MEJIA, W., J. CASAL, D. ZAPATA, G. J. SÁNCHEZ, M. MARTIN and E. MATEAU (2006):

Epidemiology of salmonella infections in pig units and antimicrobial susceptibility profiles of  
the strains of *Salmonella* species isolated  
Veterinary Record 159 (9), 271-276

MERLE, R., S. KÖSTERS, T. MAY, U. PORTSCH, T. BLAHA and L. KREIENBROCK  
(2011):

Serological *Salmonella* monitoring in German pig herds: Results of the year 2003-2008  
Preventive Veterinary Medicine 99 (2-4), 229-233

MERIALDI, G., G. BERIGAZZI, P. BONILAUDI, C. TITTARELLI, M. BONCI and M. D'INCAU  
(2008):

Longitudinal Study of *Salmonella* Infection in Italian Farrow-To-Finish Swine Herds  
Zoonoses and Public Health 55 (4), 222-226

MIKKELSEN, L. L., P. J. NAUGHTON, M. S. HEDEMANN and B. B. JENSEN (2004):

Effects of the physical properties of feed on microbial ecology and survival of *Salmonella*  
enterica serovar Typhimurium in the pigs gastrointestinal tract  
Applied and Environmental Microbiology, 70 (6), 3485-3492

MOORE, B. C., E. MARTINEZ, J. M. GAY and D. H. RICE (2003):

Survival of *Salmonella* enterica in freshwater and sediments and transmission by the aquatic  
insect *Chironomus tentans* (Chironomidae: Diptera)  
Applied and Environmental Microbiology 69 (8), 4556-4560

MOSSONG, J., P. MARQUES, C. RAGIMBEAU, P. HUBERTY-KRAU, S. LOSCH, G.  
MEYER, G. MORIS, C. STROTTNER, W. RABSCH and F. SCHNEIDER (2007):

Outbreaks of Monophasic *Salmonella* Enterica Serovar 4, 5, 12:i:- in Luxembourg, 2006  
Eurosurveillance, 12 (6), 156-158

Online: <http://www.eurosurveillance.org/em/v12n06/1206-226.asp>, zuletzt aufgesucht  
4.5.2012

## **N**

NASHED, S. M. (1986):

Viability of *Salmonella* Typhimurium in different environmental conditions (feed, litter, temperature)

Beiträge zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinärmedizin 24 (4), 431-435

NATHUES, C. (2011):

Untersuchung zum Vorkommen von *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. und *Yersinia enterocolitica* und zur Dynamik der Salmonelleninfektion in Schweinemastbetrieben

Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover

NOLLET, N., D. MAES, L. DE ZUTTER, L. DUCHATEAU, K. HOUF, K. HUYMANS, H. IMBERECHTS, R. GEERS, A. DE KRUIF and J. VAN HOOFF (2004):

Risk factors for the herd-level bacteriologic prevalence of *Salmonella* in Belgian slaughter pigs

Preventive Veterinary Medicine 65 (1-2), 63-75

NOLLET, N., K. HOUF, J. DEWULF, L. DUCHATEAU, L. DE ZUTTER, A. DE KRUIF and D. MAES (2005):

Distribution of *Salmonella* Strains in Farrow-to-Finish Pig Herds: A Longitudinal Study

Journal of Food Protection 68 (10), 2012-2021

NOWAK, B., T. VON MÜFFLING, S. CHAUCHOM and J. HARTUNG (2007):

*Salmonella* contamination in pigs at slaughter and on the farm: A field study using an antibody ELISA test and a PCR technique

International Journal of Food Microbiology 115 (3), 259-267

## **O**

O'CONNOR, A. M., T. DENAGAMAGE, J. M. SARGEANT, A. RAJIC and J. McKEAN (2008):  
Feeding management practices and feces characteristics associated with *Salmonella* prevalence in live and slaughtered market-weight finisher swine: A systematic review and summation of evidence from 1950 to 2005

Preventive Veterinary Medicine 87 (3-4), 213-228

OLIVERA, C. J. B., L. F. O. S. CARVALHO and T. B. GARCIA (2006):

Experimental airborne transmission of *Salmonella* Agona and *Salmonella* Typhimurium in weaned pigs

Epidemiology and Infection 134 (1), 199-209

OLIVEIRA, C. J. B., T. B. GARCIA L, F. O. S. CARVALHO and P. E. N. GIVISIEZ (2007):

Nose-to-nose transmission of *Salmonella* Typhimurium between weaned pigs

Veterinary Microbiology 125 (3-4), 355-361

## **P**

PAPENBROCK, S. (2004):

Untersuchung zum Einfluss einer groben Vermahlung des Futter und/oder eines Kalium Diformiat-Zusatzes auf die Chymusqualität sowie die Aktivität und Zusammensetzung der Magen-Darm-Flora unter den Bedingungen einer experimentellen Infektion von Absatzferkeln mit *Salmonella* Derby

Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover

PATCHANEE, P., T. D. CRENSHAW and P. B. BAHNSON (2007):  
Oral Sodium Chlorate, Topical Disinfection, and Younger Weaning Age Reduce *Salmonella enterica* shedding in Pigs  
*Journal of Food Protection* 70 (8), 1798-1803

PLACHÁ I., J. VENGLOVSKÝ, N. SASÁKOVÁ and I. F. SVOBODA (2001):  
The effect of summer and winter seasons on the survival of *Salmonella typhimurium* and indicator micro-organisms during the storage of solid fraction of pig slurry  
*Journal of Applied Microbiology* 91, 1036-1043

PLATZ, S. (1981):  
Studies on survival of salmonellae on agricultural areas  
*Zentralblatt Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene B* 173 (6), 452-456

PLYM-FORSHELL, L. and I. EKESBO (1996):  
Survival of salmonellas in urine and dry faeces from cattle-an experimental study  
*Acta Veterinaria Scandinavica* 37 (2), 127-131

POLJAK, Z., C. E. DEWEY, R. M. FRIENDSHIP, S. W. MARTIN and J. CHRISTENSEN (2008):  
Multilevel analysis of risk factors for *Salmonella* shedding in Ontario finishing pigs  
*Epidemiology and Infection* 136 (10), 1388-1400

PORNRUANGWONG, S., T. SRIYAPAI, C. PULSRIKAN, P. SAWANPANYALERT, S. BOOMAR and A. BANGTRAKULNONT (2008):  
The epidemiological relationship between *Salmonella enterica* serovar typhimurium and *Salmonella enterica* serovar 4,[5],12:i:- isolates from humans and swine in Thailand  
*The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* 39 (2), 288-296

PRÖHL, J. (1999):  
Epidemiologische Untersuchungen zum Vorkommen von Salmonellen in sächsischen Schweinezucht- und Mastbetrieben sowie bei der Fleischgewinnung  
Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät Universität Leipzig

## Q

QUINN, P. J., B. K. MARKEY, M. E. CARTER, W. J. C. DONNELLY and F. C. LEONARD (2002):  
Chapter 18: Enterobacteriaceae  
In: *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*, Hrsg.: P. J. Quinn, B. K. Markey, M. E. Carter, W. J. C. Donnelly, F. C. Leonard  
Blackwell Science Ltd, 106-123  
ISBN: 0-632-05525-1

## R

RABSCH, W., H. L. ANDREWS, R. A. KINGSLEY, R. PRAGER, H. TSCHÄPE, L. G. ADAMS and A. J. BÄUMLER (2002):  
*Salmonella enterica* Serotype Typhimurium and Its Host-Adapted Variants  
*Infection and Immunity* 79 (5), 2249-2255

RAJIC, A., J. KEENLISIDE, M. E. McFALL, A. E. DECKERT, A. C. MUCKLE, B. P. O'CONNOR, K. MANNINEN, C. E. DEWEY and S. A. McEWEN (2005):  
Longitudinal Study of *Salmonella* Species in 90 Alberta swine finishing farms  
*Veterinary Microbiology* 105 (1), 47-56

RAJIC, A., E. Y. W. CHOW, J. T. Y. WU, A. E. DECKERT, R. REID-SMITH, K. MANNINEN, C. E. DEWEY, M. FLEURY and S. A. McEWEN (2007a):

*Salmonella* Infections in Ninety Alberta Swine Finishing Farms: Serological Prevalence, Correlation Between Culture and Serology, and Risk Factors for Infection  
*Foodborne Pathogens and Diseases* 4 (2), 169-177

RAJIC, A., B. P. O'CONNOR, A. E. DECKERT, J. KEENLISIDE, M. E. McFALL, R. J. REID-SMITH, C. E. DEWEY and S. A. McEWEN (2007b):

Farm-level risk factors for the presence of *Salmonella* in 89 Alberta swine-finishing barns  
*The Canadian Journal of Veterinary Research* 71 (4), 264-270

REEVES, M. W., G. M. EVINS, A. A. HEIBA, B. D. PLIKAYTES and J. J. FARMER III (1989):

Clonal nature of *Salmonella typhi* and its genetic relatedness to other salmonellae as shown by multilocus enzyme electrophoresis, and proposal of *Salmonella bongori* comb. nov."  
*Journal of Clinical Microbiology* 27 (2), 313-320

RKI (2003a):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2002

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2003b):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2002 – Jahresstatistik meldepflichtiger Krankheiten nach Bundesland, Deutschland, 2001 und 2002

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2004a):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2003

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2004b):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2003 – Jahresstatistik meldepflichtiger Krankheiten nach Bundesland, Deutschland, 2002 und 2003

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2005a):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2004

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2005b):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2004 – Jahresstatistik meldepflichtiger Krankheiten nach Bundesland, Deutschland, 2003 und 2004

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012



RKI (2006a):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2005

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2006b):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2005 – Jahresstatistik meldepflichtiger Krankheiten nach Bundesland, Deutschland, 2004 und 2005

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2007a):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2006

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2007b):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2006 – Jahresstatistik meldepflichtiger Krankheiten nach Bundesland, Deutschland, 2005 und 2006

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2008a):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2007

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2008b):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2007 – Jahresstatistik meldepflichtiger Krankheiten nach Bundesland, Deutschland, 2006 und 2007

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2009a):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2008

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2009b):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2008 – Jahresstatistik meldepflichtiger Krankheiten nach Bundesland, Deutschland, 2007 und 2008

Robert-Koch-Institut, Berlin

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2009c):

Salmonellose (Salmonellen-Gastroenteritis)

Robert-Koch-Institut, Epidemiologisches Bulletin Nr. 13, S. 117-126

ISSN: 1430-0265

RKI (2010a):  
Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2009  
Robert-Koch-Institut, Berlin  
[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt  
aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2010b):  
Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2009 – Jahresstatistik  
meldepflichtiger Krankheiten nach Bundesland, Deutschland, 2008 und 2009  
Robert-Koch-Institut, Berlin  
[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt  
aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2010c):  
Aus der Arbeit des Nationalen Referenzzentrums für Salmonellen und andere bakterielle  
Enteritiserreger  
Epidemiologisches Bulletin 15/2010, p. 125-136

RKI (2011a):  
Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2010  
Robert-Koch-Institut, Berlin  
[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt  
aufgesucht: 4.5.2012

RKI (2011b):  
Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2010 – Jahresstatistik  
meldepflichtiger Krankheiten nach Bundesland, Deutschland, 2009 und 2010  
Robert-Koch-Institut, Berlin  
[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuecher/jahrbuecher_node.html), zuletzt  
aufgesucht: 4.5.2012

RODRIGUEZ, A., P. PANGLOLI, H. A. RICHARDS, J. R. MOUNT and F. A. DRAUGHON  
(2006):  
Prevalence of *Salmonella* in Diverse Environmental Farm Samples  
Journal of Food Protection 69 (11), 2576-2580

RUSSEL, J. B. and F. DIEZ- GONZALEZ (1997):  
The Effects of Fermentation Acids on Bacterial Growth  
Advances in Microbial Physiology 39, 205-234

## **S**

SCHAREK, L., und K. TEDIN (2007):  
Das Immunsystem des Schweins – Unterschiede zu Mensch und Maus und mögliche Folgen  
für Infektionen mit Salmonellen  
Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 120 (7-8), 347-354

SCHERER, K., I. SZABÓ, U. RÖSLER, B. APPEL, A. HENSEL and K. NÖCKLER (2008):  
Time course of infection with *Salmonella* Typhimurium an it`s influence on fecal shedding,  
distribution in inner organs, and antibody response in fattening pigs  
Journal of Food Protection 74 (4), 699-705

SCHIKORA, A., I. VIRLOGEUX-PAYANT, E. BUESO, A. V. GARCIA, T. NILAU, A. CHARRIER, S. PELLETIER, P. MENANTEAU, M. BACCARINI, P. VELGE and H. HIRT (2011):

Conservation of Salmonella Infection Mechanisms in Plant and Animals  
PLoS ONE 6 (9), e24112  
doi:10.1371/journal.pone.0024112

SCHULTE-WÜLWER, J. (2007):  
Die Rolle der TSG in der Salmonellenreduzierung  
Nutztierpraxis Aktuell, 23, 50-51

SCHWARZE, J. (1981)  
Grundlage der Statistik: beschreibende Verfahren  
Verlag neue Wirtschafts-Briefe  
ISBN: 3-48256431-0, S. 44

SELBITZ, H.-J. (2007):  
Gramnegative, fakultativ anaerobe Stäbchen – Salmonella  
In: Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, Hrsg. A. MAYR  
Enke Verlag, 8. Auflage, S. 437-452  
ISBN: 978- 3-8304-1060-7

SELBITZ, H.-J. (2011):  
Gattung Salmonella  
In: Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, Hrsg.: H. J. Selbitz, U. Truyen, P. Valentin-Weigand  
9. vollständig überarbeitete Auflage, Enke Verlag 2011, 199-215  
ISBN: 978-3-8304-10805

SHELOBOLINA, E. S., S. A. SULLIVAN, K. R. O'NEILL, K. P. NEVIN and D. R. LOVLY (2004):  
Isolation, Characterization, and U (VI)-Reducing Potential of a facultatively Anaerobic, Acid-Resistant Bacterium from Low-pH, Nitrate- and U(VI)-Contaminated Subsurface Sediment and Description of *Salmonella* subterranea sp. nov.  
Applied and Environmental Microbiology 70 (5), 2959-2965

SKERMAN, V. B. D., V. MCGOWAN and P. H. A. SNEATH (1980):  
Approved list of bacterial names  
International Journal of Systematic Bacteriology 30, 225-420

SLAUCH, J. M., A. A. LEE, M. J. MAHAN and J. J. MEKALANOS (1996):  
Molecular characterization of the oafA locus responsible for acetylation of *Salmonella* Typhimurium O-Antigen: oafA is a member of a family of integral membrane trans-acylases  
Journal of Bacteriology 178 (20), 5904-5909

SMITH, R. P., M. J. SANCHEZ-VAZQUEZ, A. J. C. COOK and S. A. EDWARDS (2011):  
Abattior-based study investigating the association between gross pathological lesions and serological tests for *Salmonella* infection in pigs  
Veterinary Record 168 (9), 240-245

STEENHARD, N. R., T. K. JENSEN, D. L. BAGGESEN, A. ROEPSTORFF, K. MØLLER (2002):  
Excretion in faeces and mucosal persistence of *Salmonella* ser. Typhimurium in pigs subclinically infected with *Oesophagostomum* spp  
American Journal of Veterinary Research 63 (1), 130-136

STEENHARD, N. R., A. ROEPSTROFF, D. L. BAGGESEN, J. BOES, T.K. JENSEN, B. AASTED and N. ØRNBJERG (2006):

Studies on the interaction between *Salmonella* enterica ser. Typhimurium and intestinal helminths in pigs

Veterinary Parasitology 139 (1-3), 158-167

STEINBACH, G. und U. KROELL (1999):

*Salmonellainfektionen* in Schweinebeständen – Zu ihrer Bedeutung und Epidemiologie für Erkrankungen des Menschen

Deutsche tierärztliche Wochenschrift 106 (7), 282-288

SWANENBURG, M., H. A. P. URLINGS, D. A. KEUZENKAMP and J. M. A. SNIJDERS (2001):

*Salmonella* in the Lairage of Pig Slaughterhouses

Journal of Food Protection 64 (1), 12-16

SWITT, A.I.M., Y. SOYER, L.D. WARNICK and M. WIEDMANN (2009):

Emergence, Distribution, and Molecular and Phenotypic Characteristics of *Salmonella* enterica Serovar 4,5,12:i:-

Foodborne Pathogens and Diseases 6 (4), 407-415

## I

TAVECHIO, A. T., S. A. FERNANDES, Â. CR. GHILARDI, G. SOULE, R. AHMED and C. EA. MELLES (2009):

Tracing lineage by phenotypic and genotypic markers in *Salmonella* enterica subsp. Enterica serovar 1, 4, [5], 12:i:- and *Salmonella* Typhimurium isolated in state of Sao Paulo, Brazil

Memórias Instituto Oswaldo Cruz 104 (7), 1042-1046

THOMSONS, N. R., D. J. CLAYTON, D. WINDHORST, G. VERNIKOS, S. DAVIDSON, C. CHURCHER, M. A. QUAIL, M. STEVENS, M. A. JONES, M. WATSON, A. BARRON, A. LAYTON, D. PICKARD, R. A. KINGSLEY, A. BIGNELL, L. CLARK, B. HARRIS, D. ORMOND, Z. ABDELLAH, K. BROOKS, I. CHEREVACH, T. CHILLINGWORTH, J. WOODWARD, H. NORBERCZAK, A. LORD, C. ARROWSMITH, K. JAGELS, S. MOULE, K. MUNGALL, M. SANDERS, S. WITHEHEAD, J. A. CHABALGOITY, D. MASKELL, T. HUMPHRY, M. ROBERTS, P. A. BARROW, G. DOUGAN and J. PAKHILL (2008) :

Comparative genome analysis of *Salmonella* Enteritidis PT4 and *Salmonella* Gallinarum 287/91 provides insights into evolutionary and host adaptation pathways

Genome Research 18 (10), 1624-1637

TINDALL, B. J., P. A. D. GRIMONT, G. M. GARRITY and J. P. EUZÈBY (2005):

Nomenclature and taxonomy of the genus *Salmonella*

International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 55 (1), 521-524

TRÜPSCHUCH, S., J. A. L. GOMEZ, I. EDIBERIDZE, A. FLIEGER and W. RABSCH (2010):

Characterisation of multidrug-resistant *Salmonella* Typhimurium 4,5,12:i:- DT 193 strains carrying a novel genomic island adjacent to the thrW tRNA locus

International Journal of Medical Microbiology 300 (9), 279-288

TSCHÄPE, H., R. REISSBRODT und R. PRAGER (2009):

*Salmonella* spp.

In: Mikrobiologische Diagnostik, Kapitel 21: Gramnegative aerobe und fakultativ anaerobe Stäbchen, Hrsg.: B. Neumeister, H. K. Geiss, R.W. Braun, P. Kimmig

2. Auflage, Thieme Verlag, S. 450-454

ISBN: 978-3-13-743602-7

## U

-

## V

VAN DER WOLF, P. J., J. H. BONGERS, A. R. W. ELBERS, F. M. M. C. FRANSSSEN, W. A. HUNNEMAN, A. C. A. VAN EXSEL and M. J. M. THIEL (1999):

*Salmonella* infections in finishing pigs in The Netherlands: bacteriological herd prevalence, serogroup and antibiotic resistance of isolates and risk factors for infection  
Veterinary Microbiology 67 (4), 263-275

VAN DER WOLF, P. J., W. B. WOLBERS, A. R. W. ELBERS, H. M. J. F. VAN DER HEJIDEN, J. M. C. C. KOPPEN, W. A. HUNNEMANN, F. W. VAN SCHIE and M. J. M. TIELEN (2001):

Herd level husbandry factors associated with the serological *Salmonella* prevalence in finishing pig herds in The Netherlands  
Veterinary Microbiology 78 (3), 205-219

VAN WINSEN, R. L., B. A. P. URLINGS, L. J. A. LIPMAN, J. A. SNIJDERS, D. KEUZENKAMP, J. H. M. VERHEJDEN and F. VAN KNAPEN (2001):

Effect of Fermented Feed on the Microbial Population of the Gastrointestinal Tracts of Pigs  
Applied and Environmental Microbiology 67 (7), 3071-3076

VICO, J. P., I. ROL, V. GARRIDO, B. SAN ROMAN, M. J. GRILLO and R. C. MAINAR-JAIME (2011):

Salmonellosis in finishing pigs in Spain: prevalence, antimicrobial agent, susceptibilities, and risk factors analysis  
Journal of Food Protection 74 (7), 1070-1078

VELING, J., H. WILPSHAAR, K. FRANKENA, C. BARTELS and H. W. BARKEMA (2002):

Risk factors for clinical *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium infection on Dutch dairy farms  
Preventive Veterinary Medicine 54 (2), 157-168

VIERA-PINTO, M., P. TEMUDO and C. MATINS (2005):

Occurrence of *Salmonella* in the Ileum, Ileocolic Lymph Nodes, Tonsils, Mandibular Lymph Nodes and Carcasses of Pig Slaughtered for Consumption  
Journal of Veterinary Medicine, B, infectious diseases and veterinary public health 52 (10), 476-481

VIRLOGEUX-PAYANT, I. and M. F. POPOFF (1996):

The Vi antigen of *Salmonella typhi*  
Bulletin de l'Institut Pasteur 94 (3), 237-250

## W

WALES, A. D., J. J. CARRIQUE-MAS, M. RANKIN, B. BELL, B. B. THIND and R. H. DAVIES (2010):

Review of the Carriage of Zoonotic Bacteria by Arthropods with Reference to *Salmonella* in Mites, Flies and Litter Beetles  
Zoonoses and Public Health 57 (5), 299-314

WANG, Y.-C., Y.-C. CHANG, H.-L. CHUANG, C.-C. CHUI, K.-S. YEH, C.-C. CHANG, S.-L. HSUAN, W.-H. LIN and T.-H. CHEN (2011):

Transmission of *Salmonella* between Swine Farms by the Housefly (*Musca domestica*)  
Journal of Food Protection 74 (6), 1012-1016

WEHEBRINK, T., N. KEMPER and J. KRIETER (2007)  
Simulation study on the epidemiology of *Salmonella* spp. In the pork supply chain  
In: Campylobacter spp., Yersinia spp. and *Salmonella* spp. as Zoonotic pathogens in Pig  
Production”, Hrsg.: T. Wehebrink  
Schriftenreihe des Instituts für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität  
zu Kiel, S. 53-72  
ISSN: 0720-4272

WEIGEL, R. M., D. NUCERA, B. QIAO, B. TEFEREDEGNE, D. K. SUH, D. A. BARBER, P.  
B. BAHNSON, R. E. ISAACSON and B. A. WHITE (2007):  
Testing an ecological model for transmission of *Salmonella* enterica in swine production  
ecosystems using genotyping data  
Preventive Veterinary Medicine 81 (4), 274-289

WHITE, B. (1926):  
Further studies of the *Salmonella* group  
Analyst 51 (609), 632-633

WINFIELD, M. D. and E. A. GROISMAN (2003):  
Role of non-host environments in the lifestyle of *Salmonella* and Escherichia coli  
Applied and Environmental Microbiology 69 (7), 3687-3694

X  
-

Y

YABUUCHI, E. and T. EZAKI (2000):  
Arguments against the replacement of type species of the genus *Salmonella* from  
*Salmonella* choleraesuis to ‘*Salmonella* enterica’ and the creation of the term ‘neotype  
species’, and for conservation of *Salmonella* choleraesuis  
International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 50 (4), 1693–1694

Z

ZAMPERINI, K., V. SONI, D. WALTMAN, S. SANCHEZ, E. C. THERIAULT, J. BRAY and  
J.-J. MAURER (2007):  
Molecular Characterization Reveals *Salmonella* Enterica Serovar 4,5,12:i:- from Poultry Is a  
Variant Typhimurium Serovar  
Avian Diseases 51 (4), 958-964

## Publikationen

GÄNG T., D. MISCHOK und R. FRIES (2010/Vortrag):

*Salmonella* in einer Sauen- und Schweinemastanlage: Zeitlich und lokal geschichtete Analyse.

10. Fachtagung Fleisch- und Geflügelfleischhygiene, Berlin, 2./3.3.2010, Tagungsband 10. Fachtagung Fleisch- und Geflügelfleischhygiene, ISBN:978-3-00-031226-7

GÄNG T., D. MISCHOK, R. FRIES (2010/Poster):

Die Dynamik in der *Salmonella*-Prävalenz eines Schweinemastbetriebes mit geschlossenem System.

51. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene DVG, Garmisch-Partenkirchen, 28.9.-1.10.2010, Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle (Sonderausgabe), ISSN: 0945-3296

GÄNG T., H. IRSIGLER, D. MEERMEIER, D. MISCHOK und R. FRIES (2011/Vortrag):

Geschichtete Untersuchungen auf Salmonellen in einer kombinierten Sauen- und Schweinemast-Anlage.

11. Fachtagung Fleisch- und Geflügelfleischhygiene, Berlin Dahlem, 1./ 2.3.2011, Tagungsband 11. Fachtagung Fleisch- und Geflügelfleischhygiene, ISBN:978-3-00-035067-2

GÄNG T., H. IRSIGLER, D. MEERMEIER, D. MISCHOK und R. FRIES (2011/Poster):

*Salmonella*-Prävalenz-Profil einer Schweinemastanlage während einer Mastperiode .

52. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG. Garmisch-Partenkirchen, 27. - 30.9.2011, Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle (Sonderausgabe), ISSN 0945-3296

FRIES, R., H. IRSIGLER, A. SANGUANKIAT, D. MISCHOK, D. MEERMEIER and T. GÄNG (2012/Vortrag):

Position and time related *Salmonella* findings in a swine holding

Proc.: 13<sup>th</sup> International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics (ISVEE 13), Maastricht, The Netherlands, 20<sup>th</sup> – 24<sup>th</sup> August 2012,

<http://www.isvee13.org/programme/scientific-programme>

zuletzt abgerufen am 03.12.2012

GÄNG T., H. IRISIGLER, D. MEERMEIER, D. MISCHOK und R. FRIES (2012/Vortrag):

*Salmonella* in einer Schweinehaltung und die Konsequenzen.

In: Nutztiere - Fälle, aktuelles Recht und Fragen der praktischen Umsetzung -, Institut für Fleischhygiene und -technologie , ISBN: 978-3-00-036886-8

GÄNG T., H. IRSIGLER, D. MEERMEIER, D. MISCHOK und R. FRIES (2012/Poster):

Die räumliche Verteilung von Salmonellen in einem Schweinehaltungsbetrieb.

53. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG in Garmisch-Partenkirchen, 25.-28.9.2012, Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle (Sonderausgabe), ISSN: 0945-3296

GÄNG T., L. BRÄUTIGAM, H. IRSIGLER, D. MEERMEIER, D. MISCHOK, A. SANGUANKIAT und R. FRIES (2013/Vortrag):

Analyse eines Schweinehaltungsbetriebes unter dem Gesichtspunkt des *Salmonella*-Transfers

13. Fachtagung Fleisch- und Geflügelfleischhygiene, Berlin Dahlem, 5./ 6.3.2013, Tagungsband noch nicht veröffentlicht (Stand: Mai 2013)

## Danksagungen

Herrn Univ.-Prof. Dr. Reinhard Fries danke ich für die Überlassung des Themas, die Betreuung sowie die Bereitstellung des Labors. Ich danke ihm besonders für die gegebene Chance und das Vertrauen, mich als Mitarbeiter in das Institut aufzunehmen.

Den Mitarbeitern des Instituts für Fleischhygiene und -technologie (Ilona Kern, Herlinde Irsigler, Rosemarie Ludewig, Dorothea Jaeger, Lieselotte Bräutigam, Annika Feiler, Yvonne Schneider, Dr. Nina Langkabel, Maria Kohnen, Norbert Brandes) danke ich für die Aufnahme in ihr Team. Insbesondere bedanke ich mich bei Dorothea Jaeger, Herlinde Irsigler, Ilona Kern und Rosemarie Ludewig für die Einarbeitung im Labor.

Herrn Dr. Dieter Mischok danke ich für die Vermittlung des Mastbetriebes.

Herrn Dr. Dieter Meermeier danke ich für die Entnahme der Lymphknoten-Proben auf dem Schlachtbetrieb.

Yvonne Schneider gilt mein ganz besonderer Dank, da sie gerade zu Beginn der Arbeit immer für mich da war, wenn sich Nervosität bei mir breit gemacht hat.

Bedanken möchte ich mich beim Landwirt und seiner Familie, ohne deren umfangreiche Kooperationsbereitschaft die Arbeit nicht möglich gewesen wäre und die mich und meine Begleitung immer freundlich mit Kaffee und Kuchen empfangen haben. Ich werde diese Zeit nie vergessen.

Den aktiven und ehemaligen Mitarbeitern der Veterinärmedizinischen Bibliothek (Camillo Krawczyk, Doro Janowski, Dr. Anna Kosmol, Dr. Holger Kuhlemeyer, Alice Lauterbach, Rita Lehmann, Gerd Maarzahl) danke ich für die Einführung in die Literaturrecherche. Mein ganz besonderer Dank gilt dabei Herrn Camillo Krawczyk.

Weiterhin bedanke ich mich bei meinen Begleitern auf den langen Fahrten zu den Beprobungen: Peggy Haimerl, Anika Hilgefort, Tonkorn Meeyam und Yvonne Schneider.



# Selbständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit

„Zeitlich und lokal geschichtete Untersuchungen zur *Salmonella*-Prävalenz in einem Ferkelerzeuger-Mastbetrieb“

selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 13.11.2012

(Tobias Gäng)