

Tierärztliche Hochschule Hannover

**Ermittlung von Risikofaktoren in Schweinemastbetrieben in unterschiedlicher
Kategorisierung des Salmonellenmonitorings in Niedersachsen**

INAUGURAL-DISSERTATION

Zur Erlangung des Grades einer

Doktorin der Veterinärmedizin

(Dr. med. vet.)

vorgelegt von

Verena Gotter

aus Bonn

Hannover 2011

Wissenschaftliche Betreuung: Univ.-Prof. Dr. Günter Klein
Institut für Lebensmittelqualität und -sicherheit

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Günter Klein
Institut für Lebensmittelqualität und –sicherheit

2. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Karl-Heinz Waldmann
Klinik für kleine Klauentiere und Forensische Medizin /
Ambulatorische Klinik

Tag der mündlichen Prüfung: 25. November 2011

Diese Arbeit wurde vom Forschungsverbund Agrar- und Ernährungswissenschaften
Niedersachsen (FAEN) gefördert.

“Think P.I.G. – that’s my motto. P stands for persistence, I stands for integrity and G stands for Guts. These are the ingredients for a successful business and a successful life.” – Linda Chandler

Meiner Familie

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Die vorliegende Arbeit

A case-control study on the occurrence of *Salmonella* sp. in the environment of pigs

ist am 28. Januar 2011 vom Journal „Epidemiology and Infection“ zur Publikation angenommen worden.

Die vorliegende Arbeit

Main risk factors for *Salmonella*-infections in pigs in north-western Germany

wurde am 11. Oktober 2011 beim Journal “Preventive Veterinary Medicine” zur Publikation eingereicht.

Ergebnisse dieser Dissertation wurden auf folgenden Fachtagungen präsentiert:

GOTTER, V., G. KLEIN, T. BLAHA (2009):

Evaluation of risk factors for the occurrence of *Salmonella* in pig farms in Lower Saxony, Germany.

In: Proc. of the 14th International Congress of the International Society for Animal Hygiene, Vechta, Germany, Vol. II, 665-668.

GOTTER, V., G. KLEIN, T. BLAHA (2009):

A comparative multi-farm study on *Salmonella* risk factors for pig farms in a high pig density area in Germany.

In: Proc. of the 8th International Symposium of Epidemiology and Control of foodborne pathogens in Pork (SafePork), Québec City, Canada, 67-70.

GOTTER, V., A. OVELHEY, S. KÖSTERS, T. BLAHA, G. KLEIN (2010):

Comparison of risk factors and bacteriological findings in the environment of pig herds with high or low *Salmonella* prevalence.

In: Proc. of the 21st International Pig Veterinary Society (IPVS) Congress, Vancouver, Canada, 175.

GOTTER, V., T. BLAHA, S. KOESTERS, A. CAMPE, L. KREIENBROCK, G. KLEIN (2011):

The influence of good farming practice on the occurrence of *Salmonella* on pig farms.

In: Proc. of the 9th International Symposium of Epidemiology and Control of foodborne pathogens in Pork (SafePork), Maastricht, The Netherlands, 93.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1. Einleitung | 9 |
| 2. Literaturübersicht | 13 |
| 2.1. <i>Rechtsgrundlagen</i> | 13 |
| 2.1.1. Die Ursprünge des europäischen Lebensmittelrechts..... | 13 |
| 2.1.2. Erneuerung der Rechtsvorschriften | 14 |
| 2.2. <i>Qualitätssicherungssysteme</i> | 15 |
| 2.2.1 QS – Qualität und Sicherheit GmbH..... | 15 |
| 2.2.2. Das Salmonellen-Monitoring | 16 |
| 2.3. <i>Salmonella spp.</i> | 18 |
| 2.3.1. Allgemeines | 18 |
| 2.3.2 Epidemiologie | 19 |
| 2.4. <i>Risikofaktoren</i> | 20 |
| 3. Material und Methoden | 27 |
| 3.1. <i>Der Fragebogen</i> | 27 |
| 3.1.1. Aufbau und Validierung | 27 |
| 3.1.2. Auswahl der Betriebe..... | 28 |
| 3.1.3. Ablauf der Untersuchung auf dem Betrieb | 29 |
| 3.1.4. Die PC-gestützte Datenbank | 29 |
| 3.2. <i>Die Probenentnahme</i> | 29 |
| 3.2.1. Vorbereitung der Proben | 29 |
| 3.2.2. Die Probenentnahme..... | 31 |
| 3.3. <i>Probenanalyse</i> | 33 |
| 3.3.1. Ankunft im Labor..... | 33 |
| 3.3.2. Molekularbiologische Untersuchungen..... | 33 |
| 3.4. Auswertung des Fragebogens | 35 |
| 4. Manuskript 1 A case-control study on the occurrence of <i>Salmonella spp.</i> in the environment of pigs..... | 37 |
| 5. Manuskript 2 Main risk factors for <i>Salmonella</i> -infections in pigs in north-western Germany..... | 39 |
| 6. Übergreifende Diskussion | 57 |
| 7. Zusammenfassung | 63 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 8. Summary | 65 |
| 9. Literaturverzeichnis | 67 |
| 10. Anhang | 79 |

Verzeichnis der Abkürzungen

| | |
|----------------|-------------------------------------|
| BPW | gepuffertes Peptonwasser |
| °C | Grad Celcius |
| CP | Crossing Point |
| EFSA | European Food Safety Authority |
| EG | Europäische Gemeinschaft |
| ELISA | Enzyme linked Immunoabsorbent Assay |
| EU | Europäische Union |
| EWG | Europäische Wirtschaftsgemeinschaft |
| Fa | Firma |
| g | Gramm |
| IPC | Internal Positive Control |
| KbE | Kolonie bildende Einheiten |
| L | Liter |
| ml | Milliliter |
| mml | Millimol |
| µl | Mikroliter |
| m ² | Quadratmeter |
| OD | Optische Dichte |
| PCR | Polymerase Chain Reaction |
| QS | Qualität und Sicherheit GmbH |
| R+D | Reinigung und Desinfektion |
| RNA | ribonucleic acid |
| t | Tonne |
| upm | Umdrehungen pro Minute |
| VVVO | Vieh-Verkehrs-Verordnung |

1. Einleitung

Die Sicherheit von Lebensmitteln ist durch Skandale seit den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts zunehmend in den Blickpunkt der öffentlichen Wahrnehmung geraten. Die Europäische Union (EU) reagierte auf den Druck der Öffentlichkeit mit der völligen Umgestaltung des Lebensmittelrechts. Seit der Vorlage des Weißbuches zur Lebensmittelsicherheit im Jahre 2000 und den darauf folgenden Gesetzen des sog. Hygienepakets (Verordnung (VO) Europäische Gemeinschaft (EG) 178/2002, VO (EG) 852/2004, VO (EG) 853/2004 und VO (EG) 854/2004) steht nun nicht mehr die reine Endproduktkontrolle im Vordergrund, sondern die gesamte Lebensmittel- bzw. Produktionskette.

Vom Landwirt als Erzeuger bis hin zur Ladentheke als letzte Stufe der Lebensmittelproduktion, soll seitdem überprüft und reguliert werden, bevor das Produkt den Verbraucher erreicht, um die gesundheitliche Unbedenklichkeit eines Lebensmittels zu gewährleisten. Bezogen auf Schweinefleisch hat die Diskussion über eine davon ausgehende Gesundheitsgefahr durch Salmonellen national 2007 zur „Verordnung zur Verminderung der Salmonellenverbreitung durch Schlachtschweine“ (Schweine-Salmonellen Verordnung) geführt, welche eine Reglementierung des Eintrags von Salmonellen in die Lebensmittelkette durch Schweinefleisch ermöglichen soll. Dies ist die Umsetzung der Verordnung (EG) Nr. 2160/2003, der sog. Zoonosenverordnung.

Somit ist der Landwirt als Primärproduzent und Lebensmittelunternehmer mit in die Verantwortung für die Lebensmittelsicherheit genommen worden. Hinsichtlich der Zoonose „Salmonellen“ bedeutet dies, dass sein Betrieb an dem sog. Salmonellen-Monitoring teilnehmen muss.

Sollte der Betrieb eine hohe intra-herden Prävalenz an Salmonellen-Antikörpern aufweisen (sprich, sich in Kategorie III des Monitorings befinden), so muss der Landwirt aufklären, wie die Bakterien in seinen Betrieb kamen. Außerdem muss er durch geeignete Maßnahmen eine Reduzierung erzielen, damit seine Mastschweine nicht weiterhin Salmonellen in den Schlachthof und damit in die zweite Produktionsstufe des Lebensmittels „Schweinefleisch“ tragen. Da der Landwirt selbst

meist keine Kenntnisse über Salmonellen hat, zieht er an dieser Stelle, wie auch in der nationalen Verordnung vorgesehen, seinen Hoftierarzt zu Rate.

Ein einfaches Konzept gegen die Salmonellen-Infektion eines Betriebes zu erstellen, ist schwierig. Der Fundus an Informationen ist riesig, denn seit den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts wird regelmäßig und zahlreich in bekannten Fachzeitschriften zu Salmonellen und Risikofaktoren der Infektion publiziert (O'CONNOR et al. 2008).

Obwohl nicht eindeutig der wichtigste Risikofaktor für eine Salmonellen-Infektion zu identifizieren ist (STÄRK et al. 2002), so gibt es doch mehrere Faktoren, die, basierend auf verschiedensten Studien, immer wieder genannt werden: eine stetige Hygiene im Tierbereich, ein konsequentes Rein - Raus Management der Altersgruppen, die Bekämpfung von Schadnagern, die strikte Abgrenzung von anderen Tierarten sowie die Nutzung von bestandseigener Kleidung (Overalls und Stiefel) (BERENDS et al. 1996, FUNK et al. 2001, STÄRK et al. 2002, LO FO WONG et al. 2004).

Da diese Risikofaktoren auch im Zusammenhang mit der Bekämpfung von anderen Erkrankungen beim Schwein genannt werden, ist ihre Umsetzung für die meisten Landwirte selbstverständlich geworden. Diese Tatsache erweckt jedoch den Eindruck, dass, wenn ein Betrieb in die Kategorie III eingestuft werden sollte, die Bekämpfung der Salmonellen-Infektion auf dem Betrieb einfach durch Abarbeiten der genannten Faktoren erfolgen kann, da es „offensichtlich“ Defizite bei den oben genannten Punkten auf dem Betrieb geben muss. Dies entspricht nicht der Erfahrung aus der Praxis.

Die Ziele dieser Arbeit waren demnach wie folgt:

1. die Überprüfung der Hypothese, dass sich „Risiko-“ (Kategorie III) und „Nicht-Risiko-Betriebe“ (Kategorie I) tatsächlich in den wichtigsten Punkten eines guten Managements unterscheiden.
2. basierend auf den festgestellten Unterschieden eine Checkliste für Tierärzte und Landwirte zu erstellen, welche die Erkennung von Risikofaktoren auf dem Betrieb und deren effektive Bekämpfung so einfach wie möglich gestaltet.

Für die Arbeit wurde ein Fragebogen erstellt, welcher die bekanntesten Risikofaktoren der Literatur beinhaltet (siehe Anhang). Die Literaturrecherche beinhaltete Ergebnisse

mehrerer Suchdurchläufe bei PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) sowie Dissertationen und Kongressbände. Aus den Antworten zu diesen Fragebögen sollten die entsprechenden Schlussfolgerungen gezogen werden.

Dieser Fragebogen, welcher in sechs Abschnitten sowie fünf Anlagen die Bereiche Tierbestand, Management, Futter und Wasser, Hygiene und Motivation des Landwirtes behandelt, wurde an zwei Arten von Betrieben angewandt, nämlich Kategorie I vs. Kategorie III. Ausgewertet wurden die Ergebnisse mittels einer PC-gestützten Datenbank (Microsoft® Access 2003) sowie dem Statistik-Programm SAS® 9.1 (SAS® Institute).

Zusätzlich wurden Umgebungsproben (z.B. Proben von den Futterautomaten, Treibbrettern und Zentralgängen) sowie Sammelkotproben gezogen, um die Ergebnisse der Befragungen zu untermauern.

Die Proben wurden an bekannten, kritischen Punkten, welche auch im Fragebogen angesprochen wurden, in den jeweiligen Betrieben gezogen. Für die Wischproben wurde eine Unterteilung in Proben aus der direkten Tierumgebung und Proben aus der indirekten Tierumgebung vorgenommen. Als direkte Tierumgebung wurde die Umgebung definiert, zu welcher das Schwein permanent Kontakt mittels Schnauze oder Körper haben kann. Umgekehrt wurde die indirekte Tierumgebung als solche definiert, zu welcher die Schweine nur selten oder gar keinen Kontakt mittels Schnauze oder Körper haben (siehe 3.2.1).

Alle Proben wurden an der Außenstelle für Epidemiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover weiterbearbeitet und auch dort mittels real-time PCR untersucht.

2. Literaturübersicht

2.1. Rechtsgrundlagen

2.1.1. Die Ursprünge des europäischen Lebensmittelrechts

Das Lebensmittelrecht dient seit jeher dem Schutz der Verbraucherinteressen. Dazu beinhaltet es drei Prinzipien:

- 1) den Schutz vor gesundheitlicher Gefährdung
- 2) den Schutz vor Täuschung
- 3) den Schutz vor Übervorteilung

Um diese Prinzipien in der Neuzeit umzusetzen, wurde auf nationaler Ebene im Jahr 1876 in Berlin das Kaiserliche Gesundheitsamt gegründet. Aus ihm wurde 1918 das Reichsgesundheitsamt und 1952 das Bundesgesundheitsamt (ANONYMOUS 2009a). Mit der Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG) im Jahre 1957 wird der freie Handel der sechs Mitgliedsstaaten auf sämtliche Waren und Dienstleistungen ausgebreitet (ANONYMOUS 2009b). Selbstverständlich musste auch das Lebensmittelrecht sich dieser Ausbreitung anpassen. So wurde am 30.06.1964 die Richtlinie 64/432/EWG über die „Regelung viehseuchenrechtlicher Fragen beim innergemeinschaftlichen Handelsverkehr mit Rindern und Schweinen“ erlassen. Auch die Richtlinie 64/433/EWG zur „Regelung gesundheitlicher Fragen beim innergemeinschaftlichen Handelsverkehr mit frischem Fleisch“ stellt eine solche Regelung dar. Obwohl Salmonellen in beiden Richtlinien keine Rolle spielen, so stellen doch die darin genannten Maßnahmen gegen Trichinen und Brucellen die ersten Regelungen zu einer Zoonose dar.

Ob national oder europaweit, eins haben diese frühen Gesetze zum Verbraucherschutz gemeinsam: sie basieren auf einer reinen Kontrolle des Endprodukts.

2.1.2. Erneuerung der Rechtsvorschriften

Mit dem Ausbruch der sog. BSE-Krise 1990 als Höhepunkt einer Reihe von Lebensmittelskandalen wandelte sich das Bild des Verbraucherschutzes. Man verstand, dass eine reine Endproduktkontrolle nicht ausreichte, um die Sicherheit von Lebensmitteln, vor allem solchen tierischen Ursprungs, zu garantieren. Das Motto „from farm zu fork“, also „vom Hof zum Teller“, fand Einzug in das Recht. Es sollten nun alle Stufen der Produktion, d.h. von der Primärproduktion über die Verarbeitung bis hin zum Verkauf des Produktes im Lebensmitteleinzelhandel überwacht werden. Mit dieser Idee als Grundlage wurde die Verordnung 178/2002, die sog. „Basisverordnung“ geschrieben. Diese legt die Grundsätze des neuen Lebensmittelrechtes fest und dient als Quelle für die Errichtung einer neuen, europäischen Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA). Auf dieser Verordnung bauen drei weitere Verordnungen aus dem Jahre 2004 auf: die 852 (Lebensmittelhygiene), 853 (spezifische Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs) und 854 (besondere Verfahrensvorschriften für die amtliche Überwachung). Diese beinhalten die Grundsätze sowie die Ausführungsvorschriften des neuen Lebensmittelrechtes.

Bei einer so grundlegenden Erneuerung der Rechtslage durften natürlich auch neue Vorschriften zur Überwachung und Bekämpfung von Zoonosen nicht fehlen. Somit wurde auch die Richtlinie 92/117/EWG über „Maßnahmen zum Schutz gegen bestimmte Zoonosen bzw. ihre Erreger bei Tieren und Erzeugnissen tierischen Ursprungs zur Verhütung lebensmittelbedingter Infektionen und Vergiftungen“ novelliert. Darin werden Salmonellen als Zoonose beschrieben und Bekämpfungsmaßnahmen dagegen etabliert (allerdings nur für Geflügel).

Die neue Strategie ruht auf zwei Säulen:

- 1) der Überwachung,
- 2) der Bekämpfung von Zoonosen.

In der „neuen“ Zoonosen-Richtlinie von 2003 (RL 2003/99/EG) werden die Vorgaben der „alten“ Richtlinie von 1992 aufgehoben und folgendes wird etabliert bzw. ausgebaut:

- 1) die Überwachung von Zoonosen und Zoonoseerregern
- 2) die Überwachung von Antibiotikaresistenzen dieser Erreger
- 3) die epidemiologische Untersuchung lebensmittelbedingter Krankheitsausbrüche
- 4) der Austausch von Informationen über Zoonosen und Zoonoseerreger

Um gemeinsam Zoonosen zu bekämpfen, müssen auch gemeinsame, vergleichbare Daten vorliegen. Dies sind wichtige Grundlagen dieser Richtlinie.

Wie die Mitgliedstaaten die Zoonosen bekämpfen sollen, gibt VO 2160/2003 vor. Sie legt die Grundlage dafür, wie die nationalen Bekämpfungsprogramme für die verschiedenen Erreger und Tierarten erstellt werden sollen. Deutschland setzte am 23.03.2007 mit der „Verordnung zur Verminderung der Salmonellenverbreitung durch Schlachtschweine“ (Schweine-Salmonellen Verordnung) einen wesentlichen Teil dieser EU-Verordnung um.

2.2. Qualitätssicherungssysteme

2.2.1. QS – Qualität und Sicherheit GmbH

Auf diese Umgestaltung des Lebensmittelrechts und die damit gestiegene Verantwortung des Einzelnen der Lebensmittelkette musste die Wirtschaft reagieren. Es etablierten sich daher Firmen zur Umsetzung von Qualitätssicherungssystemen der Wirtschaft. Die Firma QS- Qualität und Sicherheit GmbH (QS) ist eine von ihnen. Sie wurde im Herbst des Jahres 2001 gegründet. Ihr Qualitätssicherungskonzept umfasst sowohl Futtermittel als auch Obst, Gemüse und Nutztiere (Rind, Schwein und Geflügel) (ANONYMOUS 2009d). Im Jahre 2002 etablierten sie ihr Salmonellen-Monitoring welches ab 2004 einsatzbereit war. Alle QS-zertifizierten Betriebe mit Mastschweinen waren und sind verpflichtet, an diesem System teilzunehmen. Auch Nicht-QS Betriebe können daran teilnehmen, um ihre Verpflichtungen gemäß der Salmonellen-VO von 2007 nachzukommen.

2.2.2. Das Salmonellen-Monitoring

Nach Zertifizierung eines Betriebes durch ein Audit werden die Stammdaten des Betriebes in die zentrale Salmonellendatenbank eingetragen

Die Stammdaten beinhalten:

1. Adresse
2. VVVO (Vieh Verkehrs Verordnung)-Nr.
3. Anzahl Mastplätze oder Jahresproduktion an Mastschweinen

Wie viele Proben im Laufe eines 12-monatigen Zeitraumes genommen werden, hängt von einem Schlüssel ab, welcher sich auf die Anzahl pro Jahr angelieferter Tiere bezieht. Die Salmonellen-VO legt diesen Schlüssel fest:

Tabelle 1 Probensollzahlen des Salmonellen-Monitorings gemäß VO

| Anzahl der Schlachtschweine pro Jahr | Probensoll pro Jahr |
|--------------------------------------|---------------------|
| Weniger als 45 | 26* |
| 45 bis 100 | 38 |
| 101 bis 200 | 47 |
| Mehr als 200 | 60 |

*sollten weniger als 26 Schweine geschlachtet werden, so sind alle Tiere zu beproben

Es können den Schweinen, gemäß der Gesetzeslage, entweder maximal 14 Tage vor der Schlachtung Blutproben oder am Schlachthof eine sog. Fleischsaftprobe entnommen werden. Diese Probe besteht aus einem Stück Zwerchfells- oder Nackenmuskulatur, welche nicht zu sehnig oder voller Blut sein darf. Eingefroren und wieder aufgetaut erhält man den sog. Fleischsaft welcher mittels ELISA (Enzyme linked Immunoabsorbant Assay) untersucht wird. Nur Labore, die von QS anerkannt worden sind, dürfen Fleischsaft und Blutproben untersuchen. Die Proben selbst dürfen nur per Salmotype® Pigscreen (Hersteller: Labor Diagnostik Leipzig) oder per IDEXX Herd Check® Salmonella (Hersteller: Fa. Idexx) untersucht werden. Eine Probe gilt als

positiv, wenn sie über 40% Optische Dichte (OD) aufweist. In der Regel werden aus Kostengründen Fleischsaftproben genommen.

Nach Untersuchung werden die Ergebnisse in die zentrale Salmonellendatenbank namens „Qualiproof® Pig Release 2.0“ eingegeben (<http://qualitype.de/qualiproof/>). Diese Datenbank ist ein Passwort geschütztes System, auf welches der Landwirt sowie sein zuständiger Bündler und der Schlachthof per Internet jederzeit Zugriff haben.

In der Datenbank werden folgende Parameter erfasst:

1. Stammdaten
2. Probeentnahmeplan sowie Beprobungsübersicht
3. Salmonellenstatus (Kategorie)
4. Einzelergebnisse der Laboruntersuchungen

Die Kategorisierung eines Betriebes oder Betriebsanteils erfolgt erstmals nach der Eingabe des Probensolls eines Jahres in die Datenbank. Die Entnahme muss gleichmäßig über einen 12-monatigen Zeitraum verteilt sein. Dieses Jahr ist nicht mit einem Kalenderjahr identisch und muss auch nicht an dem 1. oder 15. eines Monats beginnen.

Die Kategorisierung erfolgt in 3 Stufen:

1. niedriges Eintragsrisiko, Kategorie 1, weniger als 20% positive Proben
2. mittleres Eintragsrisiko, Kategorie 2, 20 - 40% positive Proben
3. hohes Eintragsrisiko, Kategorie 3, mehr als 40% positive Proben

Betriebe in Kategorie 3 müssen in Zusammenarbeit mit dem bestandsbetreuenden Tierarzt Untersuchungen zum Eintrag der Salmonellen und Maßnahmen zu deren Bekämpfung ergreifen. Betriebe, welche sich in Kategorie 2 befinden, wird dies empfohlen. Diese Verbesserungen waren für QS- zertifizierte Betriebe auch vor der Salmonellen- VO Pflicht (ANONYMOUS 2009d).

2.3. *Salmonella* spp.

2.3.1. Allgemeines

Salmonellen gehören zur Familie der *Enterobacteriaceae*, sind Gram-negative Stäbchen, 0,7-1,5 x 2-5 µm groß und ubiquitär in der Umwelt vorhanden (SELBITZ 2002). Um die korrekte Nomenklatur der Salmonellen herrschte Unsicherheit, bis 2005 die Vorschläge von Le Minor, Popoff und Reeves angenommen wurden, obwohl alte Bezeichnungen, welche auf dem Kauffmann-White Schema basieren, immer noch vorkommen. Demnach gibt es drei Spezies: *Salmonella bongori*, *Salmonella enterica* und *Salmonella subterranea*. (EUZÉBY 2011). Als tier- und/oder humanpathogen wird aber nur *Salmonella enterica* mit seinen über 2500 Serovaren angesehen (TUDOR 2008). Diese Serovare können wie folgt in epidemiologische Gruppen sortiert werden (BLAHA 1993):

1) endemisch vorkommend und speziesadaptiert

- *S. Cholerasuis* und *S. Typhisuis* beim Schwein
- *S. Gallinarum* beim Huhn
- *S. Typhi* und *S. Paratyphi A* beim Menschen

Diese Serovare haben kein zoonotisches Potenzial, können aber bei der jeweiligen Tierart bzw. beim Menschen schwerwiegende Erkrankungen auslösen.

2) sporadisch vorkommend und nicht-speziesadaptiert

- S. Agona*
- S. Infantis*
- S. Thompson*

Diese Serovare sind Zoonoseerreger, da sie aber selten vorkommen, stellen sie nur ein geringes Risiko dar.

3) endemisch vorkommend und nicht-spezies adaptiert

-S. Enteritidis

-S. Typhimurium

Gerade diese endemisch vorkommenden und nicht-speziesadaptierten Serovare zusammen mit der generellen hohen Tenazität der Salmonellen spielen eine wichtige Rolle in ihrer Epidemiologie als Zoonosen.

2.3.2. Epidemiologie

Generell können Salmonellen entweder direkt (Schwein zu Schwein, Mensch zu Schwein oder andere Tierarten zu Schwein) oder indirekt (kontaminierte Umwelt) übertragen werden. Da Salmonellen nicht das Schwein oder einen anderen tierischen bzw. menschlichen Wirt zum Überleben brauchen, spielen gerade die indirekten Übertragungswege eine große Rolle (QUANTE 2000, WEIGEL et al. 2007). Die Tenazität ist als sehr hoch anzusehen, da sie sich trotz eines Minimums an Proteinen (ca. 60 mg Protein/l) und in einem Temperaturbereich von +7 - +47⁰C vermehren können (BÖHM 1993). Die Überlebensraten in verschiedenen Milieus sind wie folgt: (HEINRITZI et al. 2006):

Tabelle 2 Überlebensrate von Salmonellen in der Umwelt (nach Heinritzi et al. 2006)

| Milieu | Überlebensrate |
|------------------|----------------|
| Feuchte Erde | 14 Tage |
| Getrocknete Erde | 1 Jahr |
| Gülle | > 1 Jahr |
| Abwasser | 2,5 Jahre |
| Staub | 4 Jahre |

Jedoch hängen das Überleben sowie die Vermehrung der Salmonellen in der Umwelt von mehreren Faktoren und nicht primär von der Temperatur ab. Laut BÖHM (1993) sind diese auf Oberflächen die Ausgangskeimzahl, der pH-Wert, relative Luftfeuchte,

Strahlung (z.B. UV-Licht) und in Flüssigkeiten zusätzlich die darin gelösten Stoffe. Schweine müssen mehr als 10^3 KbE/g Material Salmonellen nasal oder oral aufnehmen um sich zu infizieren (HURD et al. 2001, LOYNACHAN und HARRIS 2005).

2.4. Risikofaktoren

Die Ursache der Salmonellenproblematik eines Bestandes kann entweder bei einer Eintragsquelle oder durch die Zirkulation bereits im Bestand vorhandener Bakterien liegen. Es sind verschiedenste Einflussfaktoren bereits bekannt, sowohl mit positivem (erniedrigendem) wie auch negativem (erhöhendem) Effekt auf die Salmonellenprävalenz der Herde. Über den Stellenwert und teilweise sogar über den Effekt der Risikofaktoren gibt es widersprüchliche Angaben (STÄRK et al. 2002).

Schweine

Der primäre Weg der Salmonellen in den Stall oder generell gesehen in einen Betrieb ist durch die Tiere selbst. Besonders nicht-klinisch erkrankte Schweine (sog. Träger oder Carrier), welche jedoch mit ihrem Kot Salmonellen ausscheiden, stellen eine nicht unerhebliche Gefahr für alle Kontakttiere dar (FEDORKA-CRAY et al. 1994). Die vertikale Übertragung von Sau zu Saugferkel ist möglich (PATCHANEE 2008), wird jedoch meist, mit Blick auf die gesamte Herde und der Vielfalt an Eintrags- und Infektionsmöglichkeiten, als geringes Problem eingestuft (QUANTE 2000, KRANKER et al. 2003). Trotzdem sollte in geschlossenen Systemen bzw. bei Ferkelerzeugern die neu eingestellten Jungsauen als mögliche Salmonellenquelle in Betracht gezogen werden (LURETTE et al. 2007), welche bei diesen Betriebsformen den Haupttierverskehr von außerhalb ausmachen.

BERENDS et al. (1996) geben an, dass wahrscheinlich nur bei 1 - 10% aller Infektionen von Mastschweinen positive Ferkel die Ursache sind. Auch FUNK et al. (2001b) sind nach ihren Untersuchungen der Meinung, dass eine kontaminierte Umgebung der Mastschweine eine bedeutendere Rolle bei Salmonelleninfektionen von Mastschweinen spielt, als die vertikale Übertragung.

STEGE et al. (2001) konnten in ihrer Studie mit 96 Herden nicht bestätigen, dass die Herdengröße selber ein Risikofaktor für Salmonelleninfektionen ist.

Haustiere, Schadnager, Wildvögel und Insekten

Der Kontakt zu anderen Haustieren ist ein Risikofaktor (FUNK et al. 2001b). Ein interessantes Problem für Untersuchungen stellen dabei Katzen dar: so werden sie in verschiedenen Studien als Salmonellenreservoir und –ausscheider gesehen (WEIGEL et al. 2007, BARBER et al. 2002), dennoch wird deren Anwesenheit im Stall teilweise vom Landwirt sogar gewünscht und gefördert (Schadnagerbekämpfung). QUANTE (2000) konnte bestätigen, dass Hunde im Stall ebenfalls ein Risiko darstellen. In den Untersuchungen von PATCHANEE (2008) wurde nachgewiesen, dass der gleiche Klon von *Salmonella* Anatum, welcher von Rindern ausgeschieden wurde, deren Weide um den Schweinestall lag, von den Schweinen im Stall aufgenommen wurde.

Wildtiere, wie Möwen, Tauben, Ratten und Mäuse, sind als Eintragsquellen für Salmonellen schon seit langem bekannt und wurden oft bestätigt (STÄRK et al. 2002). Mäuse und auch Ratten sind dabei nicht nur als Vektoren (BERENDS et al. 1996) sondern besonders auch als direkte Quelle anzusehen, so können z.B. Mäuse 1 - 100 Salmonellen/Kotabsatz ausscheiden (GR. AUSTING 2005). Ein größeres Problem sind aber wohl tote Mäuse, welche oft nach der Reinigung und Desinfektion der Abteile auftreten und, wenn nicht entfernt, von den neugierigen Schweinen auch gefressen werden. Diese können 10^4 bis 10^5 KbE/g in Leber und 10^3 bis 10^4 KbE/g in Darminhalt an Salmonellen enthalten (DAVIES UND WRAY 1995). LIEBANA et al. wiesen 2003 nach, dass sowohl Mäuse, Ratten, Fliegen und Käfer mit den gleichen Serotypen infiziert sein können wie Haustiere. Mit einer Prävalenz von 8 % wies der von BARBER et al. (2002) untersuchte Vogelkot Salmonellen auf. Auch CREUS et al. (2004a) konnten bestätigen, dass Betriebe, welche den Zugang von Wildvögeln nicht verhindern können, ein höheres Risiko haben, Salmonellen-positive Schlachtschweine zu haben. Auch Insekten wie Fliegen (BARBER et al 2002) und Käfer (WEIGEL et al. 2007) können an der Verbreitung der Salmonellen beteiligt sein, da sie sich von der Gülle, zum Kot, zum Futter und zu den Tieren hin und her bewegen.

Personen und Personalhygiene

Laut BERENDS et al. (1996) stellt das für die Schweine zuständige Personal bzw. dessen mangelhafte Durchführung der Betriebshygiene, das größte Problem für die Verteilung von Salmonellen dar. Dies konnte durch BARBER et al. (2002) bei ihren Untersuchungen insofern bestätigt werden, da 11 % der von ihnen untersuchten Stiefel

kontaminiert waren, RAJIĆ et al. (2005) konnten sogar bei 38,6 % der von ihnen untersuchten Stiefel Salmonellen isolieren.

2004 zogen LO FO WONG et al. (2004) aus ihren Ergebnissen den Schluss, dass eine Hygieneschleuse nur im Zusammenhang mit einem Rein-Raus System wirklich sinnvoll ist. Praktiken wie das Händewaschen (LO FO WONG et al. 2004) und der Zugang zu Toiletten (FUNK et al. 2001b) werden ebenfalls als positive Faktoren gesehen. In diesem Zusammenhang muss daran gedacht werden, dass auch Salmonellen-ausscheidendes Personal eine mögliche Eintragsquelle darstellt (ANONYMOUS 2009c).

Futter

Das Futter kann durchaus eine Primärquelle darstellen, allerdings zeigen viele Studien, dass es sich auch hier eher um eine Rekontamination bei der Verarbeitung bzw. Lagerung in der Futtermühle handelt, als um einen Eintrag durch salmonellen-haltige Komponenten per se (BERENDS et al. 1996, DAVIES und WRAY 1997, SAULI et al. 2005, OSTERBERG et al. 2006).

Dennoch besteht die Frage, inwiefern salmonellen-haltiges Futter wirklich eine Rolle bei den Infektionen eines Betriebes spielt. So konnten FUNK et al. (2001a) bei ihrer Untersuchung von 800 Futterproben nur in 0,25 % davon Salmonellen kulturell isolieren. Jedoch geben die Autoren an, dass die Untersuchungsmethode eventuell eine Rolle spielen könnte, da sie nur 5 x 320 g Futter pro Gruppe untersucht haben, wo gegen 200 - 300 t Futter pro Gruppe angeliefert und verbraucht worden sind. Im allgemeinen spielt aber das Problem der Rekontamination des Futters während der Lagerung im Betrieb, verursacht durch Staub, Schädlinge und Insekten (BISPING 1993, DAVIES und WRAY 1997), eine größere Rolle, da durch den Verarbeitungsprozess (Erhitzung der einzelnen Komponenten) sowie durch den Zusatz von organischen Säuren (als Konservierungsstoff) Salmonellen meist abgetötet werden (DAVIES und WRAY 1997, SAULI et al. 2005). Die meisten Untersuchungen beziehen sich daher auf die Technik, die Konfektionsart sowie auf Zusatzstoffe.

Wenn es um Fütterungstechnik geht, so wird die Flüssigfütterung als vorteilhaft gegenüber der Trockenfütterung gesehen (BROOKS et al. 2003, FARZAN et al. 2004). Nebenprodukte, soweit in flüssiger Form verfüttert, können ebenfalls einen positiven Effekt haben (VAN DER WOLF et al. 1999). Auch die Benutzung von Breiautomaten

bzw. jede Fütterungstechnik, die es den Schweinen erlaubt, Wasser mit Futter zu mischen, ist vorteilhaft gegenüber einer reinen Trockenfütterung (BAHNSEN et al. 2006).

Die Konfektion des Futters spielt ebenfalls eine wichtige Rolle: pelletiertes Futter ist im Gegensatz zu einem grob-vermahlenden Futter ein Risikofaktor (HANSEN et al. 2003, KAMPHUES et al. 2006, GARCÍA-FELIZ et al. 2009).

Betriebseigenes Futter muss gegenüber Zukaufsfutter aus einer Futtermühle nicht unbedingt ein Nachteil sein, da dieses Futter meist natürlich und/oder durch den Verarbeitungsprozess einen hohen Anteil an organischen Säuren aufweist (WINGSTRAND et al. 1996). BENSHP et al. 2008 kamen sogar zu dem Schluss, dass Zukaufsfutter ein Risikofaktor ist. Allerdings weisen die Autoren darauf hin, dass dies nicht auf das Futter per se zurückzuführen ist, sondern eher daher, dass kommerziell hergestelltes Futter in Dänemark fast ausschließlich Pellets sind, welche aus fein-vermahlenden, hitzebehandelten Ausgangsprodukten bestehen. Interessanterweise konnten jedoch JØRGENSEN et al. schon 2003 feststellen, dass, wenn die Pellets aus einer Kombination von organischen Säuren (Ameisen- und Milchsäure), Gerste und grobvermahlenden Komponenten (z.B. Zuckerüben) bestehen, kann die Salmonellen-Prävalenz von Mastschweinen reduziert werden, ohne dabei Verluste bei der Futtermittelverwertung zu erleiden.

Ein weiteres Forschungsgebiet sind Futterzusatzstoffe. Hiermit ist die Hoffnung verbunden, durch eine einfache Maßnahme die Salmonellenausscheidung der Schweine und damit die Seroprävalenz der Herde zu senken. MISSOTTEN et al. (2009) konnten nachweisen, dass Laktobazillen (*L. johnsonii*, *L. salivarius* und *L. plantarum*) durch die Produktion von 100mmol/L Lactat die Vermehrung von Salmonellen verhindern konnten. Für Lactulose dagegen konnte kein protektiver Effekt nachgewiesen werden (KAMPHUES et al. 2007). 2008 konnten BOYEN et al. sowohl in vitro als auch in vivo die Effektivität von kurzkettigen (Ameisen-, Essig-, Propion-, und Buttersäure) und von mittelkettigen (Capron- und Caprylsäure), gekapselten Fettsäuren nachweisen. Ebenfalls einen positiven Effekt auf die Salmonellenausscheidung hat Kaliumdiformiat (KAMPHUES et al. 2006).

Wasser

Wasser kann ebenfalls eine Eintragsquelle für Salmonellen sein. LETELLIER et al. (1999) wiesen dies bei eigenen Untersuchungen nach. Betriebseigene Brunnen werden auch bei CREUS et al. (2004b) als Risikofaktor identifiziert. Einen positiven Effekt auf die Prävalenz hat allerdings die Zugabe von organischen Säuren z.B. Propion-, Ameisen-, Milchsäure (VAN DER WOLF et al. 2001b) oder auch von Fructooligosacchariden (LETTELIER et al. 2000) zum Wasser.

Zur Tränketchnik konnte BAHNSEN et al. (2006) feststellen, dass Tiere, welchen nur Schalentränken oder Schalen- und Nippeltränken zur Verfügung standen, ein 8 mal höheres Risiko hatten, sich mit Salmonellen zu infizieren, als Tiere, welche nur Nippeltränken als Wasserquelle hatten. HAUTEKIET et al. (2008). wiesen außerdem in ihrer Studie über Risikofaktoren in belgischen Herden nach, dass ein Tränkenippel, welcher sich am Fressplatz befindet, eine geringeres Risiko darstellt, als ein Tränkenippel, welche sich außerhalb des Fressplatzes befindet.

Haltung

Eine Maßnahme der Bekämpfung der Salmonellen ist es, kontinuierlich belegte Betriebe auf ein Rein-Raus-System umzustellen (DAHL et al. 1996, CREUS et al. 2004a). DAVIES et al. (1997) konnten dies nicht bestätigen und stellten in ihren Studien sogar fest, dass die Rein-Raus Belegung mit einem erhöhten Infektionsrisiko verbunden ist. Zur Belegdichte konnten FUNK et al. in ihrer Studie von 2007 nicht nachweisen, dass Tiere in einer dicht besetzten Bucht ($0,6 \text{ m}^2/\text{Schwein}$) ein höheres Risiko haben, Salmonellen auszuscheiden, als Tiere in einer weniger dicht besetzten Bucht ($0,74 \text{ m}^2/\text{Schwein}$). Allerdings gaben die Autoren zu, dass ihre Studie eventuell nicht repräsentativ sein könnte, da sie nur geringe Fallzahlen hatten. 2006 hatten ROSENDAL et al. eine Studie veröffentlicht, in welcher sie nachwiesen, dass mit steigender Zahl Tiere pro Bucht, auch das Risiko der Salmonelleninfektion steigt.

Beim Aufbau des Stalles bzw. der Buchten bringt ein Vollspaltenboden einen Vorteil gegenüber Teilspalten- oder planbefestigtem Boden (DAVIES et al. 1997, NOLLET et al. 2003). Ebenso sollen Buchtenwände, die den Kontakt von Tieren, zumindest den Kontakt mit Kot, aus verschiedenen Buchten verhindern, einen positiven Einfluss auf die Seroprävalenz haben (VAN DER WOLF et al. 1998). Jedoch fanden LO FO WONG et al. (2004) in ihrer Studie heraus, dass geschlossene Trennwände keinen

positiven Effekt haben, wenn die Schweine trotzdem nasalen Kontakt haben können. OLIVEIRA et al. (2007) konnten ebenfalls experimentell nachweisen, dass *S. Typhimurium* nasal übertragen werden kann. Da Salmonellen aber hauptsächlich oral aufgenommen werden (BLAHA 1993), stellen auch Gegenstände in der Tierumgebung, welche mit Kot oder Speichel kontaminiert und von den Schweinen angeknabbert oder abgeleckt werden können, z. B. Spielketten, Kanister, Spielbälle, in der horizontalen Verbreitung eine wichtige Rolle.

Bei ihrer Untersuchung von geschlossenen Systemen in Frankreich, kamen BELCÉIL et al (2004) zu dem Schluss, dass ein striktes rein-raus im Abferkelbereich, die Entleerung der Güllegrube vor jeder Neubelegung des Abteils sowie die mehrmals tägliche Entfernung des Sauenkotes wichtig ist, um die Salmonelleninfektion bei den Mastschweinen zu verhindern.

Hygienemanagement

Wie schon beschrieben, spielt der Mensch selbst bei der horizontalen Verbreitung als Vektor eine entscheidende Rolle, wenn er kontaminierte Gegenstände, wie z.B. Treibbretter oder Tierwaagen bei verschiedenen Tiergruppen innerhalb seines Betriebes benutzt (BLAHA 1993, BERENDS et al. 1996). Auch Tiertransporter stellen ein Risiko für die Verbreitung von Salmonellen dar (DORR et al. 2005, MAGISTRALI et al. 2008).

Die meisten Studien sehen eine Desinfektion als eine gute Maßnahme, um Salmonellen in der Umgebung der Schweine zu reduzieren (SCHMIDT et al. 2004), VAN DER WOLF et al. (2001a) kamen interessanterweise zu dem umgekehrten Schluss und RAJIĆ et al. (2007) konnten keinen Unterschied im Risiko zwischen Betrieben, welche regelmäßig reinigen und desinfizieren und solchen, die nicht desinfizieren oder solchen die weder reinigen noch desinfizieren, feststellen. Hier liegt der Grund wohl eher in der nicht korrekt durchgeführten Reinigung und Desinfektion, als in der Anwendung von Desinfektionsmitteln per se (FUNK et al. 2001a, RAJIĆ et al. 2007).

Interessanterweise haben jedoch RIBBENS et al. (2008) bei ihrer Befragung von 609 schweine-haltenden Betrieben in Belgien festgestellt, dass gerade kleine (< 486 Schweine) bis mittelgroße (486-1236 Schweine) Betriebe keine oder nur wenige

Biosecurity-Maßnahmen (z.B. Gästebuch, bestandseigene Kleidung für alle Besucher) haben und diese dann auch effektiv umsetzen.

3. Material und Methoden

3.1. Der Fragebogen

3.1.1. *Aufbau und Validierung*

Eine Studie der vorhandenen Literatur zu den Risikofaktoren der Salmonelleninfektion bildete die Basis für den Fragebogen. Die Fragen wurden im Laufe der Vorarbeiten zum Teil erweitert sowie auf Praxisrelevanz und –tauglichkeit hin ergänzt. Der Fragebogen umfasst auf 22 Seiten 5 Bereiche sowie 5 Anlagen (Anhang 1). Sie lauten:

- A. Allgemeine Angaben zum Betrieb
- B. Sauen und Ferkel
- C. Management im Mastbereich
- D. Haltungs- und Fütterungsmerkmale eines Stalles
- E. Hygiene
- F. Salmonellen

Anlage 1 Schweinehaltung im Freien

Anlage 2 Quarantäne

Anlage 3 Hygieneschleuse

Anlage 4 Arbeitsschritte bei Reinigung und Desinfektion

Anlage 5 Geographische Aspekte

Der Fragebogen wurde im Mai 2007 anhand von drei Betrieben validiert. Zwei dieser Betriebe waren geschlossene Systeme; einer war ein reiner Mastbetrieb. Nach jeder Begehung eines Betriebes wurden Fehler im Fragebogen ausgebessert sowie Fragen optimiert. Anfang August wurde der Fragebogen nochmals geringfügig verändert, da bei der Erstellung der PC-gestützten Datenbank Probleme auftraten, welche die

Auswertung mittels Computerprogramm erheblich erschwert hätten. Dieser endgültige Fragebogen wurde dann bei allen Betrieben der Studie eingesetzt (Anhang 1).

3.1.2. Auswahl der Betriebe

Die Teilnahme an dem Projekt beruhte auf freiwilliger Basis. Die meisten der Betriebe wurden durch Erzeugergemeinschaften sowie durch landwirtschaftliche Beratungsrings und die Hoftierärzte oder direkt angesprochen.

Dabei gab es nur zwei Auswahlkriterien: die Betriebe mussten Teilnehmer im QS-Salmonellenmonitoring sein und sicher entweder in Kategorie 1 (d.h. unter 20% positive Proben) oder Kategorie 3 (über 40% positive Proben) eingestuft sein. Insgesamt wurden in 103 Kategorie III-Betriebe und 67- Kategorie I untersucht. Diese befanden sich in folgenden Landkreisen:

| Landkreis | Kategorie I | Kategorie III |
|---------------------|--------------------|----------------------|
| Aurich | 0 | 2 |
| Cloppenburg | 10 | 22 |
| Diepholz | 8 | 2 |
| Emsland | 22 | 42 |
| Grafschaft Bentheim | 7 | 1 |
| Minden | 7 | 6 |
| Oldenburg | 2 | 1 |
| Osnabrück | 3 | 9 |
| Vechta | 8 | 18 |

3.1.3. Ablauf der Untersuchung auf dem Betrieb

Telefonisch wurde ein Termin mit dem Landwirt vereinbart; wenn möglich wurde dieser so gelegt, dass an jenem Tag des Besuches neue Ferkel in die Mast eingestallt wurden oder, wenn es sich bei dem Betrieb um ein geschlossenes System handelte, die Ferkel vom Flatdeck in die Mast umgestallt wurden. Der Grund war in jedem Produktionsabschnitt, d.h. Aufzucht und/oder Mast, junge und alte Tiere zu haben.

Nach Ankunft auf dem Betrieb und einer kurzen, mündlichen Vorstellung des Projektes wurde zuerst ein Rundgang durch die Ställe gemacht. Dabei wurde der Landwirt gebeten, genauso vorzugehen wie bei seinem täglichen Arbeitsablauf.

Die Proben wurden alle am selben Tag zur Außenstelle für Epidemiologie transportiert und ebenfalls am gleichen Tag wurden vor Ort mit der Einleitung für die Untersuchung begonnen. Die Untersuchung auf Salmonellen erfolgte mittels real-time PCR. Der Fragebogen wurde am selben Tag in die PC-gestützte Datenbank eingegeben.

3.1.4. Die PC-gestützte Datenbank

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Biometrie, Epidemiologie und Informationsverarbeitung der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover wurde eine PC-gestützte Datenbank erstellt. Diese basiert auf dem Programm Access® (Fa. Microsoft). Um die Maske zu erstellen, wurden im Juli 2007 15 bereits ausgefüllt Fragebögen zur Verfügung gestellt. Generell wurden ausgefüllte Fragebögen am Tage der Erhebung in die Datenbank eingegeben. Die Datenbank wurde mit Hilfe des SAS® Programmes (Fa. SAS Institute Inc., Cary, USA) ausgewertet (Ergebnisse: siehe Manuskript 2).

3.2. Die Probenentnahme

3.2.1. Vorbereitung der Proben

Es wurden zwei Arten von Proben entnommen: Sammelkotproben und Umgebungsproben. Die Sammelkotproben wurden mittels der sog. „Gaze-Strumpf“-Methode entnommen. Die Umgebungsproben waren Wischproben aus der Umgebung der Schweine. Sie wurden durch die Benutzung von sterilen Swabs gewonnen.

Herstellung der Gaze-Strümpfe

Für diese Methode wurde ein Schlauchverband aus Gaze (tg[®] Größe 7, Fa. Lohmann &Rauscher International GmbH Deutschland, Vertrieb WDT) benutzt. Diese Schläuche wurden auf ca. 50cm Länge zurechtgeschnitten, gefaltet und in Plastiktüten (VWR[®] International GmbH, Deutschland) bei Zimmertemperatur gelagert.

Herstellung der „Swabs“

Die Swabs (von engl. to swab, aufwischen) wurden ebenfalls aus Gaze (tg[®] Größe 7, Fa. Lohmann &Rauscher International GmbH Deutschland, Vertrieb WDT) hergestellt. Dazu wurden sie in 5 x 10cm große Quadrate geschnitten und gefaltet. Nun wurden sie in einem mit gepuffertem Peptonwasser (BPW, Oxoid Ltd., UK) gefüllten Gefäß getaucht. Die Swabs sollten danach feucht sein, aber nicht tropfen. Einzeln wurden die Swabs in Plastikbeuteln verpackt; diese wurden verschweißt und dann bei 121°C 20 Minuten lang autoklaviert (Autoklav der Fa. Webeco).

Gelagert wurden die Swabs im Kühlraum bei 7°C. Es wurde in Hinsicht auf den Bedarf Material hergestellt.

Das verwendete gepufferte Peptonwasser wurde auf folgende Weise hergestellt:

20g gepuffertes Pepton (BPW, Oxoid Ltd., UK) wurde mit einem Liter destilliertem Wasser gemischt. In verschließbaren Plastikflaschen mit zwei Größen (1000ml und 250ml Nalgene Schraubgefäß mit Deckel) wurden 225ml für die Sammelkotproben bzw. 90ml für die Umgebungsproben abgefüllt. Diese Becher wurden bei 121°C 20 Minuten lang autoklaviert und anschließend im Kühlraum bei 7°C gelagert.

3.2.2. Die Probenentnahme

Sammelkotproben

Bei der Entnahme der Sammelkotproben zog der Untersucher in der Bucht eines Abteils stehend Überziehtiefel aus Kunststoff (PE-Überstiefel „C“ Lot No #7609899 Fa. Hele) über die eigenen Stiefel. Dann wurde die Gaze wie ein Strumpf mit der behandschuhten Hand (Nobaglove[®]- Latex, puderfrei Fa. Noba Verbandmittel Danz GmbH u. Co KG) über einen der Überziehtiefel gezogen. Jetzt lief man durch alle vorhandenen Kotansammlungen der Bucht. Um zu einer weiteren Bucht zu gelangen, wurde über die Trennwand zwischen den Buchten gestiegen, damit man nicht über den Gang des Abteils laufen musste. War dies nicht möglich, weil z.B. die Trennwände zu hoch oder alle Buchten einer Seite bereits beprobt worden waren, dann wurde der Gang auf einem Bein hüpfend überquert, um die Probe nicht zu kontaminieren. Nachdem alle gewünschte Buchten eines Abteils beprobt worden waren, wurde die „Socke“ zurück in ihren Plastikbeutel getan, welcher inzwischen mit einer Nummer versehen wurde.

Umgebungsproben

Die Umgebungsproben wurden risikoorientiert, d. h. bekannte Risikofaktoren (Verschmutzungen, Schadnager- und oder Vogelkot) berücksichtigend, genommen.

Mit der behandschuhten Hand wurde ein Swab aus dem Beutel genommen und die zu beprobende Fläche wurde damit abgewischt. Dabei wurden die Proben in Proben der direkten Tierumgebung und Proben der indirekten Tierumgebung unterteilt. Als direkte Tierumgebung wurde der Bereich definiert, zu welchem die Schweine kontinuierlich Kontakt mittels Schnauze oder Körper haben konnten. Die indirekte Umgebung war hingegen die Umgebung, zu welcher die Schweine nur selten oder gar keinen Kontakt mittels Schnauze oder Körper haben konnten. Die Tabelle 3 listet die beprobten Stellen auf:

Tabelle 3 Entnahmestellen der Umgebungsproben

| Direkte Umgebung | Indirekte Umgebung | |
|---|---|---|
| | Innerhalb des Abteils | Außerhalb des Abteils |
| Futterautomat/Trog Tränken (außerhalb des Futterplatzes) Außenwände Trennwände Spielzeug (Ketten, Bälle, Kanister etc.) Boden (nur nach R+D) | Gang Decke Lüfter/Lüftung Heizung Leitungen | Zentralgang Treibbretter Tierwaage Transporter Stiefel Hygieneschleuse Verladerampe Sonstige |

Bei Gegenständen wie Treibbrettern oder Tränken, wurde die gesamte Fläche beprobt; bei Gängen im Stall bzw. Abteil wurde, je nach Länge des Ganges, an 4 - 5 Stellen großflächig gewischt. Nach der Probenentnahme wurde der Swab zurück in den, nun mit einer Nummer versehenen Beutel, getan.

Die Nummern der Proben wurden zusammen mit einer kurzen Beschreibung der Probe auf einem DIN-A4 Blatt festgehalten. Hierbei wurden die Proben in zwei Stufen identifiziert:

1. Beprobtes Material
2. Entnahmeort (Abteil und/oder Stall)

Bei der Bezeichnung der Ställe und Abteile wurde die Nomenklatur des Tierbesitzers übernommen. Zusätzlich wurde bei Sammelkotproben immer das Einstellungsdatum der Tiere in das Abteil vermerkt:

Beispiel für eine Sammelkotprobe: 1. Schweine, 23.04.08, Abt. 1, Neuer Stall,

Beispiel für eine Umgebungsprobe: 2. Treibbretter, Neuer Stall

Alle Proben wurden in einem Überziehtiefel gesammelt und so schnell wie möglich in das Labor der Außenstelle für Epidemiologie gebracht.

3.3. Probenanalyse

3.3.1. Ankunft im Labor

Alle entnommenen Proben wurden an der Außenstelle für Epidemiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover analysiert. Die Proben wurden nach Nummern sortiert und jeweils in einen mit der entsprechenden Nummer versehenen Beutel (Stomacher® Lab System BA604 I classic 400 standard bags, Fa. Seward Limited) transferiert. Zu den Proben wurde gepuffertes Peptonwasser gegeben, bei Umgebungsproben 90ml, bei Sammelkotproben 225ml. Diese Mengen waren vorher in verschließbaren Plastikbechern abgefüllt worden (siehe 3.3.). Das Peptonwasser war einige Stunden zuvor aus der Kühlung genommen worden, damit es bei der primären Verarbeitung der Proben Raumtemperatur besaß. Nun wurde die Probe im Laborhomogenisator (Easy Mix AES Labortoire, Vertrieb: TechnoLab GmbH) für 15 Sekunden homogenisiert. Zum Schluss wurden die Proben im Brutschrank bei 37°C 18 Stunden inkubiert.

3.3.2. Molekularbiologische Untersuchungen

Vorbereitung der Proben

Die Untersuchung der Proben mittels Real Time Polymerase Chain Reaction (real time-PCR) erfolgte nach Protokoll des TaqMan® Salmonella enterica Detection Kit (Fa. Applied Biosystems). Nach 18 Stunden Inkubation mit Peptonwasser (siehe 3.5.1.), wurde 1 ml der Probe in 2 ml sterile Eppendorf Reaktionsgefäße (Safe-Lock Eppendorf Tubes 2,0 ml, Fa. Eppendorf) mittels Pastuerplastpipette (Art-Nr. VWRI612-1681 Fa. VWR International) abgefüllt, wobei eine Pipette immer nur einmal benutzt wurde. Danach wurde die Probe für 3 Minuten in der Centrifuge 5424 (Fa. Eppendorf) bei 3000upm zentrifugiert. Der Überstand wurde verworfen, das Pellet wird mit 100 µl PrepMan® Ultra (Fa. Applied Biosystems) vermischt und bei 99°C für 10 Minuten auf dem Thermomixer comfort (Fa. Eppendorf) erhitzt. Jetzt wurde die Probe wieder bei 3000 upm für 3 Minuten zentrifugiert. 50 µl des Überstandes wurden wieder in eine neues Eppendorf-Cup gegeben. Hiervon wurden wiederum 10 µl mit 90 µl RNase-freiem Wasser vermischt. Die Extraktion der DNA geschah nicht nur manuell, sondern bei einer großen Probenanzahl auch automatisiert durch Gebrauch des QIAcube (Fa. Qiagen).

Vorbereitung und Durchführung der real-time PCR

Nach der Extraktion wurde die Probe weiterhin wie im Protokoll des TaqMan® *Salmonella enterica* Detection Kit (Fa. Applied Biosystems) vorgeschrieben behandelt. Es wurden nun 12 µl Probe mit 18 µl Master Mix in einer Microtiterplatte vermischt. Nachdem alle Proben angesetzt worden waren, kam noch eine negativ und eine positiv Kontrolle hinzu. Die Platte mit allen Proben wird vor dem PCR-Durchlauf noch einmal zentrifugiert. Im 7500 Real Time Cyclers (Fa. Applied Biosystems) werden die Proben 45 Zyklen lang untersucht.

Auswertung der real-time PCR

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte nach den Vorgaben der Fa. Applied Biosystems mittels PC und dazugehöriger Software.

Eine Probe wurde als positiv angesehen, wenn sowohl DNA von *Salmonella* spp. als auch die Internal Positiv Control (IPC) detektiert worden ist. Jede Probe, wie auch die IPC, besitzt einen Crossing Point (CP = „Kreuzpunkt“). Alle Proben, welche einen CP-Wert unter 45 aufweisen wurden als positiv bewertet. Wurde die IPC nicht detektiert, wird die Probe 1:100 und 1:1000 verdünnt, da sich möglicherweise Inhibitoren in der Probe befinden. Eine Probe wird als negativ angesehen, wenn zwar die IPC detektiert worden ist, aber keine DNA von *Salmonella* spp.

Die Ergebnisse der Probenauswertungen befinden sich in Manuskript 1.

3.4. Auswertung des Fragebogens

Nachdem im Dezember 2009 alle Daten in die Datenbank eingegeben worden waren, erfolgte eine Plausibilitätsprüfung derselben. Hierbei wurde überprüft, ob die Daten korrekt eingegeben worden waren, wo Eingaben fehlten etc. Diese wurde im Februar 2010 beendet.

Von den 295 Fragen des Fragebogens konnten die Fragen der Anlage 1 ($n = 19$) nicht ausgewertet werden, da es nur einen Betrieb gab, der die Sauen in Freilandhaltung hielt. Auch die Fragen der Anlage 5 ($n = 42$) konnten nicht bearbeitet werden, da die Erhebung der geographischen Daten nicht wie ursprünglich geplant möglich war. Weitere 27 Fragen wurden ebenfalls nicht ausgewertet, da diese sich als nicht plausibel oder unrealistisch gestalteten. Beispiel: die Frage danach ob mehr Gerste als Weizen im Futter ist, konnte nicht realistisch evaluiert werden, da bei zugekauftem Futter die Zusammensetzung von Charge zu Charge variiert und ein Mastdurchgang mehrere Chargen Futter verbraucht.

Der erste Teil der Auswertung bestand aus der deskriptiven Statistik der Daten von 207 Fragen. Diese beinhaltete folgende Punkte:

Grundauszählung (Median, Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient)

Odds Ratio (OR),

95% Konfidenzintervall

p-wert (signifikant < 0.05)

Da der Teil D des Fragebogens auf Stallebene erhoben wurde, wohingegen alle anderen Teile auf Betriebsebene erhoben wurden, wurde ein Stall per Zufall (mittels PROC SURVEYSELECT) ausgewählt, um einen Betrieb zu repräsentieren. Somit konnten weitere Analysen der Daten alle auf einer Ebene durchgeführt werden.

Für 89 Fragen wurde kein OR berechnet, weil sich die Untersucher dazu entschlossen, diese Teile aufgrund von geringerer Relevanz erst später auszuwerten. Die Ergebnisse der ein-faktoriellen Varianzanalyse befinden sich im Manuskript 2.

Im zweiten Teil der Auswertung wurden Modelle für eine logistische, multifaktorielle Regressionsanalyse durchgeführt. In die nachfolgende Analyse wurden zunächst 40

Variablen aufgenommen: diese hatten entweder einen signifikanten p-Wert ($p < 0,05$), einen relevanten p-wert ($p < 0,05 - 0,07$) oder ein relevantes OR ($OR \leq 0,05$ oder $OR \geq 2,00$).

Die ausgesuchten Variablen wurden dichotomisiert; qualitative Variablen wurde in Risikofaktor oder Nicht-Risikofaktor eingeteilt, bei quantitativen Variablen wurde der Median der Kategorien zur Orientierung der Setzung des cut-off Wertes benutzt. Aufgrund der Dichotomisierung fielen 10 Variablen aus der weiteren Auswertung raus, da diese nun nicht mehr den gesetzten Bereich von p-Wert oder OR fielen. Danach wurde nochmals der Besatz der Kontingenztafeln angesehen; durch fehlenden Besatz fielen 14 Variablen aus der Auswertung.

Die verbliebenen 19 wurden in 3 Komplexe aufgeteilt:

Komplex 1: Zirkulation der Salmonellen im Betrieb

Komplex 2: Eintrag der Salmonellen in den Betrieb

Komplex 3: Hygieneschleuse

Nach dieser Aufteilung wurden die Assoziationen zwischen den einzelnen Variablen innerhalb der Komplexe berechnet. Da die Assoziation zwischen den 4 Variablen der Hygieneschleuse sehr hoch war, wurde eine als repräsentative Variable ausgesucht und zum Komplex 2 (Eintrag) dazu gestellt. Da die Variable der „Besucherkleidung“ eine hohe Assoziation mit der „Bestandskleidung“ aufwies (Komplex 2), wurde diese Variable aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Somit gingen in Komplex 1 7 Variablen in die multifaktorielle Regressionsanalyse ein; in Komplex 2 waren es 6 Variablen.

Für jeden Komplex wurde ein Modell erstellt, welches mit der sog. forward-selection aufgebaut wurde (PROC GLIMMIX). Die Ergebnisse dieser Berechnungen befinden sich in Manuskript 2.

4. Manuskript 1

A case-control study on the occurrence of Salmonella spp. in the environment of pigs

V. Gotter¹, T. Blaha², G. Klein¹

¹University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation, Institute of Food Quality and Food Safety, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover, Germany

² University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation, Field Station for Epidemiology, Buescheler Str. 9, D-49456 Bakum, Germany

Corresponding author

Verena Gotter

Institute of Food Quality and Food Safety

University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation,

Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover, Germany

E-mail: verena.gotter@tiho-hannover.de

5. Manuskript 2

Main risk factors for *Salmonella*-infections in pigs in north-western Germany

V. Gotter^{1,3}, G. Klein¹, S. Koesters², L. Kreienbrock², T. Blaha³, A. Campe²

1. University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation
Institute for Food Quality and Food Safety
Bischofsholer Damm 15
30178 Hannover
Germany

2. University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation
Department of Biometry, Epidemiology and Information Processing
Buenteweg 2
30559 Hannover
Germany

3. University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation
Field Station for Epidemiology
Buescheler Strasse 9
49456 Bakum
Germany

Corresponding author:

Verena Gotter
University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation
Field Station for Epidemiology
Buescheler Strasse 9
49456 Bakum
Germany
Telephone: +49 4446 9599 156
Fax: +49 4446 9599 112
Email: verena.gotter@tiho-hannover.de

Abstract

Salmonellosis is one of the major zoonotic, food-borne diseases caused by pig derived food products. As infected pigs are one of the main sources of the introduction of the bacterium into the food chain, scientific research in the last years has focussed on identifying risk factors for infection as well as developing mitigation strategies on this level of production. In order to simplify these strategies, a case-control study was set up to identify the key contributing risk factors for farms located in the western part of Lower Saxony, a region with the highest pig density in Germany. Based on an extensive and systematic literature search, a comprehensive questionnaire with 302 questions concerning such topics as personnel hygiene, animal management, biosecurity, feeding management as well as cleaning and disinfection routines was utilized in a face-to-face interview on 104 case and 67 control farms.

40 factors were found to be either (moderately) hazardous or protective in one-way analyses. Within a forward selection process the preliminary identified factors were grouped contextually, associations between variables were calculated and multifactorial logistic regression models were conducted

Keywords: pork production, monitoring, questionnaire, case-control study, prevention measures

Introduction

Salmonellosis is a food-borne disease which causes about 100,000 registered cases in humans in the European Union (EU) each year (EFSA, 2011). While the majority of infections are transmitted via eggs and egg-products, pork and pork-products cause about 10 to 20 % of the reported cases (EFSA, 2011). Therefore, the EU has instructed its member-states to implement monitoring-systems for *Salmonella* on a

national level and thus to reduce the risk of *Salmonella* in pork. This reduction can be achieved on several stages of pork production: on farm, transport, lairage, slaughter, cutting and retail. In Germany, the farmers, as the primary producers, are responsible for the correct monitoring of the *Salmonella* prevalence of their herd (Merle et al., 2011). If the intra-herd prevalence is over 40 %, the farmers are required by law to work out a mitigation strategy in collaboration with their herd veterinarian.

Numerous studies on risk factors for *Salmonella* infections have been conducted throughout the USA ([Fedorka-Cray et al., 1994] and [Funk et al., 2001]) and in several countries in Europe, such as the Netherlands ([Berends et al., 1996] and [van der Wolf et al., 1998]), Denmark (Kranker et al., 2003) and Germany (de Vos et al., 2007). Thus the amount of literature and subsequently the knowledge on the subject is vast. Most of the risk factors highlighted in literature are part of the following topics: feed ([Berends et al., 1996], [Lo Fo Wong et al., 2004] and [Wales et al., 2011]), animal management ([van der Wolf et al., 1998], [Rajic et al., 2007] and [Vico et al., 2011]), hygiene ([Beloeil et al., 2007] and [Hautekiet et al., 2008]) and biosecurity ([Lo Fo Wong et al., 2004] and [Beloeil et al., 2007]). Therefore setting up a unique strategy to reduce *Salmonella* in pork production is difficult. Apart from being comprehensive, the strategy must also be simple for the farmer, so it can be easily inducted into the everyday farm routine.

Therefore the objectives of this case-control study were twofold:

(1) to identify the key risk factors for farms in western Lower Saxony among the many risk factors discussed in literature

(2) to develop a simple mitigation/control strategy based on the identified risk factors, which could potentially be implemented immediately on any farm within the study region

Material and Methods

As this study was part of a consort study on the subject of the sustainability of livestock production in high density regions of Lower Saxony, all study farms had to come from this area, i.e. seven counties located in the western part of Lower Saxony (Veauthier and Windhorst, 2007). This case-control study was conducted by utilizing an interview based questionnaire. This questionnaire had six parts and five appendices, with a total number of 302 questions (Table 1, questionnaire available from the corresponding author upon request). All questions were either closed or semi-closed. Except for part D (details of individual barns) which collected data on a barn-level, all other parts and appendices collected data on farm-level. The validation of the questionnaire was conducted on three farms. These farms were not included into the final analysis. The study period lasted from July of 2007 to December of 2009. All farms participated voluntarily. Contact information of likely candidates was acquired by asking veterinarians and producer associations. Candidates were chosen based on their recent categorization in the German *Salmonella* monitoring programme (Merle et al., 2011). This programme is based upon 60 meat-juice samples taken per year per herd at slaughter. The samples are analysed via Enzyme Linked Immunoabsorbant Essay (ELISA), which is considered to be positive at a cut off of 40 optical density (OD). Herds with less than 20 % positive samples are in Category I, herds with the percentage of positive samples ranging from 21 - 39 % are in Category II and herds with more than 40 % positive samples are in Category III. Cases (n = 104) were recruited from Category III-farms at that particular point in time of the visit; controls (n= 67) were selected from Category I farms. Beyond this categorisation of the herds and the localisation of the farm in the western part of Lower Saxony, no other requirement had to be met. Each farm was visited at least once and all farms were visited by the same investigator. The investigator had been trained prior to study begin on how to

administer the questionnaire and what to look for on the farms, that might suggest that the answers were not given truthfully. The questionnaire took one to three hours to complete, depending on size (i.e. number of barns) and type of farm (farrow to finish or finishing only).

Data was obtained by interviewing the farmer and by direct observation of certain factors by the investigator on-site (for example, the type of flooring in the compartments of the individual barns). The results of the questionnaire were entered into a database based on Microsoft Access 2003[®] by the investigator on the day of the farm visit.

All analyses were performed using the Statistical Analysis System (SAS[®] version 9.1). Plausibility checks were conducted in order to extinguish double data entries and typing errors. Affected data was checked and corrected whenever possible or necessary. Questions on outdoor/free range holdings (19 questions) could not be analysed as there was only one farm in the study population which kept its pigs outside. From the other parts and appendices a total of 69 questions were not included into the analysis because of no variation within the data.

The statistical analysis of the remaining questions (total = 241) was structured as a multi-step model selection process:

In preparation for the one-way analysis, the reference category for each question was defined by three experts of the study team. In order to avoid an overrepresentation of farms with more than one investigated barn (hierarchical data structure), respective data was selected randomly (via PROC SURVEYSELECT) to represent that particular farm. Thus analyses of data of all questionnaire parts could be conducted on the same level of hierarchy.

One-way analyses were conducted calculating descriptive statistics and odds ratios (OR) including 95%-WALD-like confidence intervals (CI). For some questions (total =

89) further analysis was postponed due to minor relevance. In total, an OR was calculated for 125 questions.

Statistically significant variables were defined with a p-value < 0.05 (total = 18). Relevant variables were defined by the study team as those with a p-value $\leq 0.05 - 0.07$ (total = 5) or with an OR ≥ 2.0 or ≤ 0.5 (total = 17). With this definition, 40 variables were found to be either significant or relevant in the one-way analyses (Table 2). To avoid multi-parameter settings all variables were then dichotomized for exposed to the respective risk factor or not exposed and again submitted to a one-way analysis. This step excluded eight further variables, as they now did not meet the requirements of significance or relevance as stated above. The remaining 32 variables were grouped into three complexes depending on the possible critical point they represented:

Complex 1: circulation of *Salmonella* within the barn

Complex 2: introduction of *Salmonella* into the barn

Complex 3: the hygienic lock.

Cross-tables were analysed only if cells included at least three subjects per cell. This caused a reduction of 15 further variables. Seven (complex 1), six (complex 2) and four (complex 3) variables respectively, remained for further analyses. In each complex associations were calculated between all of these variables. Due to the previous dichotomisation step only associations had to be calculated using the association measure Cramér's V. In case of statistically significant interactions between two variables ($p < 0.05$), the degree of the interaction was evaluated as small in case the Cramér's V was lower than 0.3, as medium between 0.3 and 0.5 and as high when Cramér's V was greater than 0.5 (David and Sutton, 2004). In complex 3 (hygienic lock) all variables were associated highly with each other. Therefore one variable was chosen to represent the others. This variable ("how often was the hygienic lock cleaned") was inducted into complex 2 (introduction of *Salmonella* into the barn). In

complex 2 the variable concerning the protective clothing for visitors was highly associated with the variable concerning the protective clothing for the farmer and was thus not included in the subsequent modelling process.

All remaining variables (7 in complex 1 and 6 in complex 2) were included into a forward selection process of multifactorial logistic regression analyses without interactions conducted to a significance level of 5% using the GLIMMIX Procedure in SAS[®] and accounting for a random farm effect.

For complex 1 (circulation) model selection started with the variable “functionality of the dosage system for disinfection (yes vs. no)” (p-value: 0.0018) and for complex 2 (introduction) this was the variable “clean boots available (yes vs. no)” (p-value: 0.0007). The selection of the new variable added to the model in each subsequent step was based on the smallest significant p-value of the F-statistic within the model with the smallest AIC. The risk factor satisfying most of the criteria was selected. The final models are shown in Table 3.

Results

Table 2 shows the statistically significant and relevant (as defined by the study team) variables of the one-way analysis after dichotomization as the basis for the model selection process.

18 variables were statistically significant and 14 variables had a relevant OR (≥ 2.0 or ≤ 0.5) (total = 32). Prior to dichotomization the numbers had been: 18 statistically significant variables, 5 with p-values below 7% and 17 with relevant OR (total = 40).

The variables with the most statistically significant p-values were “functionality of the dosage system for disinfection (yes vs. no)” (p-value: 0.0018) and “clean boots available (yes vs. no)” (p-value: 0.0007). The former was selected as the initial variable

for the forward-selection-process in complex 1 (circulation). The latter was chosen as the initial variable for the forward-selection-process in complex 2 (introduction).

Table 3 shows the main effect models of the two complexes. The models are listed with the OR of the exposed category, the lower (LCL) and upper 95% confidence levels (UCL) as well as the p-value. Not cleaning the transporter seems to decrease the risk of *Salmonella* circulation on farms (OR=0.19, p=0.0160) statistically significantly. Not using a separate transporter for each age group, however, statistically significantly increases the risk for *Salmonella* 11-fold (OR=11.36, p=0.0077). Another statistically significant five-fold increase of *Salmonella* risk was identified in case individual animals are moved within the barn/farm during the fattening period (OR=5.26, p=0.0172). Feeding pellets instead of any other structure of feeding was not identified as a notable risk factor, although the odds ratio was remarkable (OR=6.25, p=0.1154). Investigating risk factors for the introduction of *Salmonella* into a farm, it was found that contact of other animals to the pigs statistically significantly increased the risk of *Salmonella* (OR=4.26, p=0.0117). But, wearing the protective clothing outside the barn was not identified to increase the *Salmonella* risk (OR=5.08, p=0.2140) statistically significantly. However, having not clean boots available on the farm seemed to statistically significantly decrease the risk of *Salmonella* more than fourfold (OR=0.21, p=0.0065). As the frequency of “black-side” cleaning is a proxy of the cleaning and disinfection management of the hygienic lock in total, results for this variable indicate an almost fourfold decreased *Salmonella* risk in case of cleaning or disinfecting the hygienic lock (OR=0.27, p=0.0493).

Discussion

Case-control studies, as a type of observational studies, are often used as a method of identifying risk factors for diseases. They can be used to analyse diseases with long

incubation periods. There are no risks for the cases and controls involved, they are easy to manage and conduct, existing records can be used and they are relatively inexpensive (Thrusfield, 2007).

However, one disadvantage is that, as a retrospective study, it must rely on the memory of persons or the existence of records for past exposures and thus the validation of information is sometimes impossible. Therefore case-control studies are prone to misclassification bias. Another disadvantage is that the recruitment of the control may be linked to a selection bias (Thrusfield, 2007). In this case-control study an interview based questionnaire was used in order to find the key risk factors for *Salmonella* infections in pigs. All interviews were done by the same investigator with a standardised questionnaire and personal inspection of the farm site. Therefore non-differential misclassification is unlikely and only small variation by uncertain memory may appear, which may dilute some of the memory-based risk assessments. In addition, the cases and controls were clearly defined, by being either in Category III (cases) or Category I (controls) of the German national *Salmonella* monitoring programme. This is a national, government regulated programme based on analysing 60 samples (serum or meat juice) per herd per year via serological test. This sample size allows for a 95% detection rate if the prevalence is 5% (Cannon and Roe, 1982). Only two types of ELISAs are allowed to analyse the samples: Salmotype[®] Pig Screen (Labordiagnostik, Leipzig, Germany) and IDEXX Herdcheck[®] Salmonella (IDEXX Laboratories, Hoofddorp, The Netherlands). At an OD of 40 the Salmotype[®] has a sensitivity of 98.5% and specificity of 99.8%, the IDEXX Herdcheck[®] a sensitivity of 99.1% and specificity of 99.4% respectively (Source: manufactures' account). Therefore, it can be assumed that an effect from misclassification of cases and controls can be neglected.

In our study possible confounders were: the county in which the farm was located, a farm being either farrow-to-finish or a pure fattening farm and herd size. The voluntary nature of the study may have also led to a selection among the participants (especially those farms in Category III). These were perhaps those farmers, who have a greater motivation for combating the *Salmonella* infections in their pigs. However, it may be assumed that the risk of a selection bias is negligible, because cases and controls had the same likelihood of inclusion (Thrusfield, 2007).

Finally, it was also tried to respond to what the study team termed a “definition bias”. Because the terms “cleaning” and “disinfection” are so widely used by farmers and veterinarians, each may think that they know exactly what it means, but may actually have a very different definition when compared. That is why appendix 4 of the questionnaire checked as detailed as possible the implementation of an ideal cleaning and disinfection routine, based on an extensive literature search of the topic ([Quante, 2000], [Strauch and Böhm, 2002,] and [große Austing, 2005]). This accomplished a high informative discriminatory power. The relevance of this study as regards the conjoint data collection on a high number of risk factors covers possible restraints from inherent bias.

Logistic regression modelling is the method of choice to analyse case-control data (Dohoo et al., 2010). Due to the complexity of data obtained, it was necessary to select variables most important and interesting to enable a stepwise forward selection in regression modelling. However, using an automated selection process was unreasonable in this case, because of the partially comprehensive connectedness between variables as regards to content of information. Therefore, a content based sorting considering associations was conducted after one way analysis and before multiple modelling. A dichotomization of significant and relevant variables entailed a considerable loss of information. Nevertheless, it is necessary to

avoid missing data in contingency tables when modelling multiple variables. Some contextually important risk and protective factors failed to meet requirements after dichotomization and evaluation of the contingency tables (for example: rhythm of farrowing, feeding technology and the presence of a hygienic lock). Only the comparison of the two most different values of a variable as regards to *Salmonella*-risk was significant in those cases. Therefore, it can be reasoned that a graduation of *Salmonella*-risk is present along the values of a variable, which cannot be accounted for in dichotomization. However, in this study the predominant risk factors were to be found. It is therefore assumed, that those are obvious even after dichotomization.

Preparing the multifactorial analyses, investigations revealed a comprehensive pattern of associations between variables of the hygienic lock as well as between the protective clothing for the farmers and the visitors. It is reasonable to clean and disinfect different parts (“unclean”/“black” side, “clean”/“white”; Lo Fo Wong et al., 2004) of the hygienic lock at the same time. The same may be said of the protective clothing of the farmers and the visitors: it is logical to expect that a farmer requires a visitor to observe the same biosecurity measures as himself.

Therefore, results for these variables have to be interpreted as indications for the entire thematic complex of variables they are representing. Associations to not investigated variables can increase as well as decrease the calculated risks. Low OR values or not significant p-values can be due to these influences. Furthermore, it has to be considered that pairwise analyses of associations do not prevent multicollinearity in multiple modelling. Additionally, combinations of influences can occur without being identified with basic measures of association (Dohoo et al., 2010).

The first objective of this study, to identify the key risk factors for farms in western Lower Saxony among the many risk factors discussed in literature was fully achieved,

as three statistically significant risk factors were identified: moving individual animals from group to group during the fattening period, not having a separate transporter for each age group and allowing other animals to have contact with the pigs.

A consequent “all-in/all-out” management routine, thus not mixing animals from different groups or ages, has previously been identified as having a protective effect against *Salmonella* ([Dahl et al., 1996], [Farzan et al., 2006] and [Lo Fo Wong et al., 2004]). Not allowing domestic animals such as dogs and cats to have contact with the pigs has also often been addressed as being an effective measure against the transmission of the bacteria ([Barber et al., 2002], [Funk et al., 2001], [Patchanee, 2008], [Quante, 2000] and [Weigel et al., 2007]).

The transporter and transportation of the pigs likewise has been an often investigated factor, although most studies analyse the transportation from the farm to the abattoir only ([Rajkowski et al., 1998], [Vieira-Pinto et al., 2006] and [Mannion et al., 2008]) and not the transportation of the weaned pigs to the fattening unit, as in this study. Nevertheless, these studies have shown that the transporter can be a source of *Salmonella* and that ineffective cleaning and disinfection (C+D) measures are a risk for transmission ([Rajkowski et al., 1998], [Vieira-Pinto et al., 2006] and [Mannion et al., 2008]). In this study however, while the fact that not having different transporters for different age groups was identified as a risk factor, not cleaning the transporter was calculated to be a protective factor. This is in contrast to the afore mentioned studies. Since the variables of having a transporter and cleaning the transporter were not associated (data not shown), it can be hypothesized that farmers who had different transporters for the age groups did not clean them as often or as well as those who did not. They might misinterpret that having separate transporters for different age groups relieves them from cleaning. Thinking that the risk of

transmission is small, they do not realize that although of one age, different groups of pigs may still have different prevalences of *Salmonella*.

Two more significant, protective factors were identified, which seem to undermine the usual concept of hygiene: not having clean boots and not cleaning the hygienic lock. Multiple studies ([van der Wolf et al., 2001], [Funk et al., 2001], [Beloeil et al., 2007], [Hautekiet et al., 2008] and [Baptista et al., 2010]) have identified adequate protective clothing and a functional hygienic lock as key measures of biosecurity and being essential to an effective mitigation strategy against *Salmonella*.

It may be hypothesized that when the boots were clean, it was because the farmers were wearing them outside of the barn as well as inside. Knowing this to be a possible risk of introduction of *Salmonella* into the barn, the farmers therefore cleaned the boots. Supporting this hypothesis is another risk factor identified in this study: the fact of farmers wearing clothing outside of the barn. Although this risk factor did not calculate as significant in this study, it is an indicator and has been shown to be significant by others (Beloeil et al., 2007).

As for the cleaning of the hygienic lock also being a risk factor, this is most likely a fallacy. It might be that farmers of herds with a known *Salmonella* problem cleaned the hygienic lock more frequently, believing this to be the critical point of entrance for *Salmonella*. A higher frequency of C+D does not however automatically result in an effective C+D. Davies and Wray (1995) observed in their study of the C+D routine of poultry units, that incorrect C+D even amplified the amount of *Salmonella* in the environment. Similarly, Marin et al. (2011) reported that incorrect C+D procedures failed to eliminate *Salmonella* from broiler houses in Spain.

Another possibility may be that this question is an example of a social desirability bias which was not effectively controlled. Although the questionnaire did in total entail 15 detailed questions to the design and especially to the C+D routine of the hygienic

lock, there was no possibility for the investigator to note if this routine was in truth complied with.

Another surprising effect found to be protective was when the farmers didn't observe if the dosage system for disinfection was functioning correctly. This is probably another fallacy and might be explained by the fact that farmers who didn't examine the dosage system didn't have a system which could be examined (a fact not asked in the questionnaire). Since these farmers had to calculate the dosage by other methods, they may have used more disinfectant than actually required in order to be certain that the concentration was correct. Carrique-Maas et al. (2009) found in their study of C+D routines in egg laying houses that farmers often miscalculated the amount of disinfectant required.

The observation on what type of feed is given to the pigs is naturally one of the most frequently studied measures, as this represents an intervention point which the farmer can change easily and without additional cost. This study has shown the protective effect of feeding non-pelleted feed, a fact also shown by most other studies on the subject ([Bush et al., 1999], [Dahl, 1997] and [Lo Fo Wong et al., 2002]).

Within this study 13 variables could be processed into the multifactorial analyses in the two complexes of introduction of *Salmonella* into the barn and of the circulation of *Salmonella* within the barn. In accordance with the second objective of basing a simple intervention strategy on the identified risk factors, these two complexes represent exactly that: first prevent *Salmonella* coming into the barn and second prevent it from circulating within the barn. In terms of the identified risk factors the summary would be:

- 1) do not mix groups or individuals either directly (in the pens) or indirectly (via transportation)

2) do not allow contact to any other animals

Conclusions

Three statistically significant risk factors for *Salmonella* burden on the farms were identified in the designated region by this study on the population level. In order to control these factors, mitigation measures should concentrate on the prevention of *Salmonella* entering the barn and the prevention of *Salmonella* circulating within the barn. However, several other factors which defy conventional measures were also identified. This implies that the control of *Salmonella* infections on a farm level is extremely complex. While certain generalizations can be made, each farm must be investigated as an individual and measures for interventions must be based on an individual “risk profile”.

Acknowledgements

The authors would like to thank the participating farmers without whom this demanding study would not have been possible, as well as FAEN (Forschungsverbund Agrar- und Ernährungswissenschaften Niedersachsen) for the funding.

Table 1: Parts and Appendices of the questionnaire

| | |
|------------------------------------|--|
| A General information | Appendix 1 Outdoor holdings |
| B Sows and Piglets | Appendix 2 Quarantine |
| C Management in the fattening unit | Appendix 3 Hygienic Lock |
| D Details of individual barns | Appendix 4 Cleaning + Disinfection routine |
| E Hygiene | Appendix 5 Geographical information |
| F Motivation | |

Table 2: The significant and relevant variables of the one-way analysis (dichotomized)

| Variable | Cases | | Controls | | Odds Ratio | LCL | UCL | p-value |
|---|-------|------|----------|------|------------|------|-------|---------|
| | N | % | N | % | | | | |
| Complex 1 Circulation | | | | | | | | |
| Movement of individual animals during the fattening period (no vs. yes) | 54 | 52.4 | 22 | 32.8 | 2.25 | 1.18 | 4.30 | 0.0138 |
| Disinfection of equipment after use (yes vs. no) | 96 | 93.2 | 59 | 88.1 | 2.17 | 0.71 | 6.62 | 0.1722 |
| Structure of feed (not pellets vs. pellets) | | | | | 3.02 | 1.07 | 8.57 | 0.0374 |
| Separate transporter for each age group (yes vs. no) | 24 | 23.3 | 4 | 6.0 | 3.64 | 1.08 | 12.24 | 0.0374 |
| Cleaning of transporter (yes vs. no) | 18 | 17.5 | 13 | 19.4 | 0.39 | 0.15 | 1.05 | 0.0632 |
| Functionality of the dosage system for disinfection (yes vs. no) | 75 | 75.0 | 34 | 50.8 | 2.94 | 1.50 | 5.76 | 0.0018 |
| Documentation of C+D (yes vs. no) | 59 | 59.0 | 26 | 38.8 | 2.21 | 1.17 | 4.20 | 0.0151 |
| Complex 2 Introduction | | | | | | | | |
| Other animals on farm (no vs. yes) | 92 | 88.5 | 53 | 77.9 | 2.17 | 0.94 | 5.01 | 0.0694 |
| Contact of other animals to pigs (no vs. yes) | 50 | 48.1 | 20 | 29.4 | 2.22 | 1.16 | 4.27 | 0.0168 |
| Clean boots available (yes vs. no) | 59 | 57.3 | 56 | 84.6 | 0.26 | 0.12 | 0.56 | 0.0007 |
| Same protective clothing worn in multiple barns (no vs. yes) | 68 | 66.0 | 29 | 43.3 | 2.70 | 1.42 | 5.13 | 0.0026 |
| Protective clothing worn outside of barn (no vs. yes) | 17 | 16.5 | 4 | 6.0 | 3.12 | 0.99 | 9.78 | 0.0518 |
| How often is the "black side" cleaned (sometimes vs. never) | 5 | 8.9 | 15 | 35.7 | 0.18 | 0.06 | 0.55 | 0.0030 |

Table 3: Main effect models for complexes “circulation“ and “introduction“ after forward selection

| | OR | LCL | UCL | p-value (F-statistics) |
|---|-------|------|-------|---------------------------|
| Complex 2 (Circulation) | | | | |
| Functionality of the dosage system for disinfection (yes vs. no) | 0.40 | 0.09 | 1.84 | 0.2371 |
| Movement of individual animals during the fattening period (no vs. yes) | 5.26 | 1.35 | 20.35 | 0.0172 |
| Separate transporter for each age group (yes vs. no) | 11.36 | 1.94 | 66.18 | 0.0077 |
| Cleaning of transporter (yes vs. no) | 0.19 | 0.05 | 0.72 | 0.0160 |
| Type of feed (not pellets vs. pellets) | 6.25 | 0.63 | 62.30 | 0.1154 |
| AIC = 79.07, -2 Log L = 67.07 | | | | |
| Complex 3 (Introduction) | | | | |
| Clean boots available (yes vs. no) | 0.21 | 0.07 | 0.64 | 0.0065 |
| Contact of other animals to pigs (no vs. yes) | 4.26 | 1.39 | 12.96 | 0.0117 |
| How often is the “black side” cleaned (other options vs. never) | 0.27 | 0.07 | 1.00 | 0.0493 |
| Protective clothing worn outside of barn (no vs. yes) | 5.08 | 0.39 | 66.85 | 0.2140 |
| AIC= 113.78, -2 Log L = 103.78 | | | | |

6. Übergreifende Diskussion

Die Salmonellose war eine der ersten durch Lebensmittel übertragenen Zoonosen, welche unter nationale bzw. internationale Kontrolle fiel (ANONYMOUS 2011a). Die Gesetze zur Lebensmittelüberwachung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG) aus den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts und der ab 1992 formierten Europäischen Gemeinschaft (EG) bezogen sich allerdings nur auf das Lebensmittel selbst (ANONYMOUS 2011a, ANONYMOUS 2011b, ANONYMOUS 2011c). Mit der Umgestaltung des Lebensmittelrechts ab dem Jahre 2000, weg von einer Endproduktkontrolle hin zu einer stufen-übergreifenden Lebensmittelkettenkontrolle („farm-to-fork“), rückte die Bekämpfung des Erregers auf Betriebsebene in den Fokus von Tierärzten und Landwirten. Das Inkrafttreten der deutschen Verordnung zur Verminderung der Salmonellenverbreitung durch Schlachtschweine („Schweine-Salmonellen-Verordnung“) in 2007, welche das seit 2002 laufende sog. Salmonellen-Monitoring der Firma QS (Qualität und Sicherheit GmbH) rechtmäßig verankerte, bildet den gesetzlichen Rahmen für diese Bekämpfung (ANONYMOUS, 2009d).

Seit den 1950er Jahren gibt es neben den nationalen und internationalen Gesetzen auch eine Vielzahl an Untersuchungen zur Epidemiologie von Salmonellen-Infektionen und Erkrankungen (BULLING 1963, BULLING und PIETSCH 1968, EDEL et al. 1970, O'CONNOR et al. 2008). Schließlich handelt es sich bei *Salmonella* spp. nicht nur um einen Zoonoseerreger, sondern auch um eine potenziell verlustreiche Erkrankung von Schweinen und anderen Tierarten (plötzliche Todesfälle, Leistungsdepressionen durch Diarrhoe, Kümmern der chronisch erkrankten Tiere) (GRIFFITH et al. 2006).

Basierend auf den Ergebnissen dieser zahlreichen Studien, entsteht das mögliche Bild eines Betriebes mit einem hohen Risiko für eine Salmonellen-Infektion seiner Schweine (sprich ein Kategorie III - Betrieb): keine Hygieneeinrichtungen und Schutzkleidung für Mitarbeiter, freier Zugang von Katzen und Hunden zu den Ställen und Schweinen, kontinuierliche Belegung der Abteile, eine schlechte Reinigung und Desinfektion der Gebäude etc.

Diese scheinbar eindeutige Hypothese wollte die vorliegende Studie überprüfen: Lassen sich Kategorie III und Kategorie I – Betriebe wirklich so einfach in „schwarz“ / „schlecht“ und „weiß“ / „gut“ unterscheiden?

Das Salmonellen-Monitoring eröffnete in dieser Hinsicht neue Studienmöglichkeiten, denn zum ersten Mal in Deutschland war es nun möglich, großflächig „Risiko-Betriebe“ (Kategorie III) von „Nicht-Risiko-Betrieben“ (Kategorie I) zu unterscheiden, ohne langwierige und kostenintensive Voruntersuchungen in Form von Kotproben oder Serumproben durchzuführen.

Das gesetzlich vorgeschriebene Salmonellen-Monitoring basiert auf einem System, welches von der Firma QS GmbH schon 2002 vorgestellt wurde: alle Schlachtschweine haltenden Betriebe müssen pro Jahr eine bestimmte Anzahl an Fleischsaft- bzw. Serumproben mittels ELISA auf Antikörper gegen Salmonellen (*S. Typhimurium* und *S. Cholerasuis*) untersuchen lassen. Die Anzahl der zu untersuchenden Proben basiert auf der Anzahl der im Jahr zur Schlachtung abgelieferten Schweine. Diese Staffelung ist im Anhang 1 der Verordnung vorgegeben, z.B. bei über 200 Schlachtschweinen sind dies 60 Proben pro Jahr. Serumproben dürfen nicht von Schweinen stammen, die länger als 14 Tage vor der Schlachtung stehen. Die Fleischsaftproben werden am Schlachthof entnommen. Dazu wird ein Stück Muskulatur des Zwerchfellpfeilers oder des Nackens genommen, eingefroren und wieder aufgetaut. Bei dem hierbei gewonnenen Saft handelt es sich um den sog. Fleischsaft.

Weist eine Probe im ELISA eine OD von mehr als 40% auf, so gilt sie als positiv. Die Einstufung der Betriebe entsteht folgender Maßen:

Kategorie I : 0-20 % positive Proben

Kategorie II : 21-39 % positive Proben

Kategorie III : ≥ 40 % positive Proben

Die Untersuchung der Betriebe dieser Studie erfolgte mittels standardisiertem Fragebogen, welcher auf einer umfassenden Literaturrecherche basierte. Um die Ergebnisse des Fragebogens zu untermauern, wurden ebenfalls Kot- und Umgebungsproben gesammelt (siehe Manuskript 1).

Mittels des Fragebogens konnten einige, aus der Literatur bekannten Risikofaktoren bestätigt werden (z.B. kein Kontakt zu anderen Tierarten, kein Umsetzen von Einzeltieren während der Mast, grob-gemahlene Mehl vs. Pellets als Futter, siehe auch Manuskript 2). Der Unterschied zwischen den Kategorien war allerdings nicht so eindeutig, wie die Literatur vermuten ließ, denn von 125 ausgewerteten Fragen in der ein-faktoriellen Analyse ließen sich nur bei 17 statistisch signifikante Unterschiede nachweisen.

Überraschend war die Tatsache, dass die folgenden signifikanten Unterschiede in den Beprobungen sich nicht in den Ergebnissen des Fragebogens widerspiegeln.

So gaben z. B. 2 Betriebe an, die Abteile niemals zu reinigen und zu desinfizieren (R+D); 60 Betriebe in Kategorie I bzw. 86 Betriebe in Kategorie III jedoch sagten, sie würden vor jeder Neubelegung eine R+D durchführen. Ein signifikanter Unterschied dieser Befragung konnte allerdings nicht nachgewiesen werden (OR 1.3953 CI 95% 0.5314-3.6637, p-Wert 0.6355), bei den Beprobungen des Buchtenbodens (OR 3.69 CI 95% 1.38-6.92) oder des Ganges im Abteil (OR 3.45 CI 95% 1.61-7.41) sah dies anders aus. Auch für BERENDS et al. (1996) und für HAUTEKIET et al. (2008) war eine konsequente Reinigung und Desinfektion ein protektiver Faktor. Interessant ist allerdings, dass VAN DER WOLF et al. (2001a) zu einem anderen Ergebnis kamen: in dieser Studie reduzierte eine Reinigung ohne anschließende Desinfektion die Wahrscheinlichkeit einer Salmonellen-Infektion. Die Autoren jener Studie hatten jedoch den Verdacht, dass Landwirte, die desinfizieren, nicht gründlich genug reinigen, weil sie denken, eine Desinfektion tötet in jedem Fall alle Keime ab.

Für den Zentralgang ergab die Befragung eine Tendenz eines protektiven Effekts betreffend der R+D vor Neubelegung (OR 0.309 CI 95% 0.095-1.002 p-Wert 0.0505), was aber hinsichtlich der eindeutigen Probenergebnisse (OR 3.03 CI 95% 1.35-6.83) enttäuschend ist.

Bei den Treibbrettern ließ der Fragebogen ebenfalls keine signifikanten Unterschiede bei R+D erkennen (Reinigung nach Tierkontakt: p-Wert 0.9724, Reinigung vor Neubelegung: p-Wert 0.7509, Desinfektion nach Tierkontakt: p-Wert 0.1703, Desinfektion vor Neubelegung: p-Wert 0.1778); bei den Beprobungen konnte jedoch ermittelt werden, dass die Bretter der Kategorie III – Betriebe ca. 3 Mal so häufig mit Salmonellen kontaminiert waren wie die Treibbretter bei den Kategorie I – Betrieben

(OR 3.06 CI 95% 1.38-6.92). Es gibt aber keine Vergleichswerte aus der Literatur, da viele Studien zwar Untersuchungen zur R+D durchgeführt haben, aber dabei nicht detailliert die bei der R+D benutzten Gerätschaften betrachten oder dies zumindest nicht berichteten. Lediglich TWOMEY et al. (2010) berichten darüber gefragt zu haben, ob die gleichen Gerätschaften in- und außerhalb der Ställe benutzt wurden, doch auch sie differenzieren nicht, um welche Gerätschaften es sich handelte und ob bzw. wie diese gereinigt und desinfiziert wurden.

Diese Diskrepanzen zwischen den Beprobungen und dem Fragebogen könnten so erklärt werden: da Landwirte ja „wissen“, wie sie zu reinigen und desinfizieren haben, ist ihre eigene Einschätzung der Effektivität ihrer R+D besser, als sie in Wirklichkeit ist. Diese Theorie haben auch CASAL et al. (2007) in ihrer Studie über Biosecurity und die Selbsteinschätzung der Landwirte vertreten.

Alle bisherigen Studien (wie auch diese), die Untersuchungen zu Risikofaktoren für eine Salmonelleninfektion durchführen, benutzen einen Fragebogen. Die Befragungen weisen dabei fast immer folgende Probleme auf: entweder sie stellen keine genaueren Fragen zur Hygiene und/oder Biosecurity, oder sie validieren die Ergebnisse der Befragung nicht, weil sie diese per Post oder per Telefon durchgeführt haben. So haben MANNION et al. (2008) in ihrer Studie nachgewiesen, dass die alleinige Reinigung mittels Hochdruckreiniger und kaltem Wasser nicht ausreichend ist. Auch TAYLOR et al. (2009) wiesen in ihrer Studie nach, dass Defizite in der Biosecurity ein Risiko darstellen, jedoch validierten auch sie nicht die Ergebnisse ihrer per Post durchgeführten Befragung.

Die FAO definiert „Biosecurity“ als: „der strategische und integrierte Ansatz um Risiken zu Menschen-, Tier- und Pflanzenleben und Gesundheit und assoziierte Risiken für die Umwelt zu analysieren und zu managen“ (ANONYMOUS 2007). Diese Definition bezieht sich jedoch auf den internationalen Handel und Reiseverkehr und nicht auf den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb.

Vereinfacht könnte gesagt werden, dass zwar „alle“ (sprich Landwirte und Tierärzte) verstehen, was darunter gemeint ist, doch da eine offizielle Definition für die Betriebsebene fehlt, fehlt somit auch eine Zusammenfassung dessen, was eine „gute“ Biosecurity beinhalten sollte. Dies könnte ein Grund sein, weshalb in den

verschiedenen Studien verschiedene Aspekte der Biosecurity untersucht worden sind und deren Effektivität nicht überprüft oder zumindest nicht darüber berichtet wird.

Die Vermutung liegt somit nahe, dass doch Unterschiede zwischen den Kategorien vorhanden sind, diese sich aber nicht mit den „traditionellen“ Fragen nach Risikofaktoren erfassen lassen.

Somit wäre zum Beispiel nicht die Frage nach Reinigung und Desinfektion *per se* interessant, denn diese erfolgt in den meisten Fällen (s.o.), sondern die Frage *wie* diese R+D durchgeführt wird. Ein Ansatz in eine solche Richtung der Untersuchung befand sich in der Anlage 4 des Fragebogens. Diese Hypothese ist schon häufiger in der Literatur erwähnt worden (DAVIES und WRAY 1997, VAN DER WOLF et al. 2001a, BELOEIL et al. 2007). Genauere Untersuchungen dazu gibt es bei Legehennen (WALES et al. 2006), für das Schwein jedoch nur wenige (MANNION et al. 2008, WALES et al. 2009, TAYLOR et al. 2009), oder die einzelnen Studien berichten nicht genauer darüber.

Die Zukunft der Salmonellen-Bekämpfung (und auch der Forschung) auf Betriebsebene sollte sich daher auf die Gebiete außerhalb des Abteils (Zentralgang, Hygieneschleuse, Gerätschaften wie Treibbretter etc.) und die Details der Durchführung (Art der Reinigung, Art der Desinfektion, Wirkstoffe, Einwirkzeit etc.) konzentrieren.

7. Zusammenfassung

Verena Gotter

Ermittlung von Risikofaktoren in Schweinemastbetrieben unterschiedlicher Kategorisierung des Salmonellen-Monitorings in Niedersachsen

Basierend auf nationalen und internationalen Gesetzen wird der Eintrag von Salmonellen in die Lebensmittelkette unter anderem auf der Ebene der Primärproduktion (sprich der Betriebsebene) bekämpft. Die vorliegende Studie führte auf 67 Betrieben der Kategorie I und 104 Betrieben der Kategorie III des Salmonellen-Monitorings eine Fall-Kontroll-Studie durch. Aufgrund der Ergebnisse eines Fragebogens und den Untersuchungen von Umgebungsproben der Schweine sollte eine Checkliste für Landwirte und Tierärzte erstellt werden, welche die Bekämpfung der Salmonelleninfektion in Betrieben der Hochverdichtungsregion der Tierhaltung in Niedersachsen vereinfachen sollte. Der Fragebogen bestand aus 6 Abschnitten und 5 Anlagen. Er basierte auf einer umfassenden Literaturrecherche und umfasste die Themenbereiche: Haltung, Management, Futter/Wasser, Hygiene und Biosecurity (interne und externe). Die Proben waren Wischproben aus der Umgebung der Schweine, welche mittels real-time PCR auf Genomfragmente von Salmonellen untersucht wurden.

Die Auswertungen des Fragebogens bestätigten einige bekannte Risikofaktoren aus der Literatur (z.B. der Kontakt zu anderen Tierarten, Schweine aus mehr als einer Herkunft, Pellets als Futterkonfektion). Neue Faktoren wurden ebenfalls nachgewiesen: so erhöht das Tragen von Schutzkleidung außerhalb der Ställe das Salmonellen-Risiko um das fünf-fache, und sollte der Betrieb alle Altersgruppen an Schweinen mit demselben Transporter transportieren, so erhöht sich das Salmonellen-Risiko sogar um das 11-fache.

Allerdings wurden ebenfalls Risikofaktoren nachgewiesen, die widersprüchlich erscheinen: so verringern das Nicht-reinigen der Hygieneschleuse und die Anwesenheit von dreckigen Stiefeln das Risiko für eine Salmonelleninfektion.

Diese Risiken stehen außerdem im Gegensatz zu den Ergebnissen der Untersuchung der Tierumgebung auf Salmonellen. So konnte nachgewiesen werden, dass Kategorie III-Betriebe signifikant mehr Salmonellen-positive Proben beim Sammelkot, den Gängen im Abteil, den Treibrettern und den Zentralgängen hatten.

Aufgrund der Heterogenität der Ergebnisse lässt sich schlussfolgern, dass es zwar einerseits Faktoren gibt, welche man als „Grundrisikofaktoren“ bezeichnen könnte, andererseits es eine Vielzahl an weiteren Faktoren, vor allem im Bereich der Reinigung und Desinfektion (R+D) gibt, deren genaue Auswirkung auf die Salmonellenprävalenz eines Betriebes unterschiedlich sein kann.

Deshalb sollte bei der Salmonellen-Bekämpfung auf Betriebsebene zunächst geklärt werden, ob diese Grundrisikofaktoren bestehen oder nicht. Danach muss ein individuelles „Risikoprofil“ des Betriebes erstellt werden, welches die genauen Abläufe unter die Lupe nimmt. In diesem Zusammenhang geht es dann nicht nur darum, zu fragen, ob etwas, z.B. eine Reinigung und Desinfektion der Treibbretter gemacht wird, sondern vor allem, wie es gemacht wird.

8. Summary

Verena Gotter

Risk factors on farms with fattening pigs of different categorization according to the *Salmonella*-Monitoring in Lower Saxony, Germany

Based on national and international legislation, the prevention of the introduction of *Salmonella* into the food chain begins on the primary level of production – the farm level. This study is a case-control study conducted on 67 farms in Category I (controls) and 104 farms in Category III (cases) of the German *Salmonella*-Monitoring system. The objective of this study was to develop a “check-list of risk factors” against *Salmonella*-infections which could be easily implemented by farmers and veterinarians alike on farms within the study region. The risk factors were to be identified by use of a questionnaire and by taking samples from the surroundings of the pigs. The questionnaire consisted of 6 parts and 5 appendices which covered the topics of animal management, feed/water, hygiene and biosecurity (internal and external). The samples were swabs taken from the surroundings of the pigs and were analyzed via real-time PCR.

Several known risk factors from literature were confirmed by this study for example: the contact of other animals to the pigs, the pigs coming from more than one origin and the feeding of pellets. New factors were also identified: wearing the protective clothing outside of the barn increased the risk of *Salmonella*-infection five-times and having only one transporter for all age groups of the farm increased the risk 11-times.

However some factors were also identified which are inconsistent with previous knowledge: thus not cleaning the hygienic lock and wearing dirty boots seemed to decrease the risk of infection.

This is not only contrary to the general concept of hygiene, but also to the results from sampling the environment of the animals. Here it could be demonstrated that farms in Category III had a statistically significantly higher amount of *Salmonella*-positive samples in the pen floors, the hallways within the compartments, the driving boards and the central hallway of the barn.

Due to this heterogeneity of the results, it can be assumed that while on the one hand there are such risk factors which one can define as “basic-risks”, but that on the other hand there are factors, especially in the area of cleaning and disinfection (C+D), which can have a diverse effect on the *Salmonella*-prevalence of a farm.

For the mitigation strategies on farm level this means that first the so-called “basic-risks” must be assessed. After this step, an individual “risk-profile” of the farm based on the exact knowledge of all procedures must be established. The focus of this profile must then not be *if* certain measures are done, but *how* they are done.

9. Literaturverzeichnis

Anonyme Schriften

ANONYMOUS (2007):
FAO-Biosecurity Toolkit.
<http://www.fao.org/docrep/010/a1140e/a1140e00.html>
Abrufdatum: 13.08.11

ANONYMOUS (2008):
Grundlagenstudie zur Erhebung der Prävalenz von Salmonellen bei Mastschweinen.
Bericht des Bundesinstituts für Risikobewertung vom 20.02.2008

ANONYMOUS (2009a):
Kaiserliches Gesundheitsamt.
http://de.wikipedia.org/wiki/Kaiserliches_Gesundheitsamt.html
Abrufdatum: 24.01.2009

ANONYMOUS (2009b):
Geschichte der Europäischen Union.
http://europa.eu/abc/history/index_de.html
Abrufdatum: 24.01.2009

ANONYMOUS (2009c):
Salmonellen und ihre Bedeutung als Krankheitserreger.
<http://www.bfr.bund.de/cd/537>
Abrufdatum: 03.08.2009

ANONYMOUS (2009d):
Geschichte der Firma QS
<http://www.q-s.info/unternehmenorganisation/entstehungentwicklung/>
Abrufdatum: 23.01.2009

ANONYMOUS (2011a):
Richtlinie 88/657/EWG des Rates vom 14. Dezember 1988
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31988L0657:DE:HTML>
Abrufdatum: 08.06.2011

ANONYMOUS (2011b):
Geschichte der Europäischen Union
http://europa.eu/legislation_summaries/institutional_affairs/treaties/treaties_ecsc_de.htm
Abrufdatum: 08.06.2011

ANONYMOUS (2011c):
Zusammenfassungen der EU-Gesetzgebung - Lebensmittelsicherheit
http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/index_de.htm
Abrufdatum: 08.06.2011

BAHNSEN, P.B., P.J. FEDORKA-CREY, S.R. LADELY, N.E. MATEUS-PINILLA (2006):

Herd-level risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* in U.S. market pigs.
Prev. Vet. Med. 76, 249-262

BAPTISTA, F.M., L. ALBAN, L.R. NIELSEN, I. DOMINGOS, C. POMBA, V. ALMEIDA (2010):

Use of herd information for predicting Salmonella status in pig herds.
Zoonosis Public Health 57, 49-59

BARBER, D.A., P.B. BAHNSEN, R. ISAACSON, C.J. JONES, R.M. WEIGEL (2002):

Distribution of *Salmonella* in swine production ecosystems.
J. Food Prot. 65, 1861-1868

BELCÆIL, P.-A., P. FRAVALO, C. FABLET, J.-P. JOLLY, E. EVANO, Y. HASCOET, C. CHAUVIN, G. SALVAT, F. MADEC (2004):

Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* shedding bei market age pigs in French farrow-to-finish herds.
Prev. Vet. Med 63, 103-120

BELOEIL, P.A., C. CHAUVIN, K. PROUX, C. FABLET, F. MADEC, A. ALIOUM (2007):

Risk factors for Salmonella seroconversion of fattening pigs in farrow-to-finish herds.
Vet. Res. 6, 835-848

BENSHOP, J., M.A. STEVENSEN, J. DAHL, N.P. FRENCH (2008):

Towards incorporating spatial risk analysis for Salmonella sero-positivity into the Danish swine surveillance programme.
Prev. Vet. Med. 83, 347-359

BERENDS, B.R., H.A.P. URLINGS, J.M.A. SNIJERS, F. VAN KNAPEN (1996):

Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding *Salmonella spp.* in pigs.
Int. J. Food Microbiology 30, 37-53

BISPING, W. (1993):

Salmonellen in Futtermitteln.
Dtsch. tierärztl. Wochenschrift 100, 262-263

BLAHA, T. (1993):

Die Ausbreitungsdynamik von Salmonellen in Tierbeständen.
Dtsch. tierärztl. Wochenschr. 100, 278-280

BLAHA, T. (2004): Up-to-date information from the German QS salmonella monitoring and reduction programme.

Dtsch. tierärztl. Wochenschr. 111, 324-326

BÖHM, R. (1993):

Verhalten ausgewählter Salmonellen in der Umwelt.
Dtsch. tierärztl. Wochenschrift 100, 275-278

BOYEN, F., F. HAESEBROUCK, A. VANPARYS, J. VOLF, M. MAHU, F. VAN IMMERSSEEL, I. RYCHLIK, J. DEWULF, R. DUCATELLE, F. PASMANS (2008):
Coated fatty acids alter virulence properties of *Salmonella typhimurium* and decrease intestinal colonization of pigs.
Vet. Microbiol. 132, 319-327

BROOKS, P.H., J.D. BEAL, V. DEMECKOVÁ, S.J. NIVEN (2003):
Fermented Liquid Feed (FLF) can reduce the transfer and incidence of *Salmonella* in pigs.
In: Proc. of the 5th International Symposium on the Epidemiology and Control of foodborne pathogens in Pork, Crete, Greece, 2003, 21-27

BULLING, E. (1963):
Verbreitung und Bedeutung der Tiersalmonellosen in der Bundesrepublik.
Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe B 10, 216-225

BULLING, E. u. O. PIETZSCH (1968):
Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus fünfjährigen Salmonellose-Untersuchungen (1961–1965).
Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe B 9, 913-954

BUSH, E.J., B. WAGNER, P.J. FEDORKA-CRAY (1999):
Risk factors associated with shedding of *Salmonella* by U.S. finishing hogs.
In: Proceedings of the 3rd International Symposium on epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, Washington, USA, 106–108

CANNON, R.M. u. R.T ROE (1982): Livestock disease surveys: a field manual for veterinarians.
Australian Bureau of Animal Health, Canberra.

CARRIQUE-MAS, J.J., C. MARIN, M. BRESLIN, I. MCLAREN, R. DAVIES (2009):
A comparison of the efficacy of cleaning and disinfection methods in eliminating *Salmonella* spp. from commercial egg laying houses.
Avian Pathol. 38: 419-424

CASAL, J., A. DE MANUELA, E. MATEUA, M. MARTÍNA (2007):
Biosecurity measures on swine farms in Spain: Perceptions by farmers and their relationship to current on-farm measures.
Prev. Vet. Med. 82, 138-150

CREUS, E. , W. MEJÍA, F. BAUCCELLS, E. MATEU (2004a):
Prevalence of subclinical *Salmonella* infection and risk factors in finishing pig herds of Catalonia.
In: Proc. of the 18th IPVS Congress, Hamburg, Germany, 2004-Vol. 2, 677

CREUS, E. , F. BAUCCELLS, E. MATEU (2004b):
Salmonella Infection in a multiple-site swine production system in Catalonia.
In: Proc. of the 18th IPVS Congress, Hamburg, Germany, 2004-Vol. 2, 675

- DAHL, J., A. WINGSTRAND, D.L. BAGGESEN, B. NIELSEN (1996):
Eradication of *Salmonella* Typhimurium by strategic removal of pigs in infected herds.
In: Proc. of the 14th IPVS Congress, Bologna, Italy, 1996, 173
- DAVID, M. u. C.D. SUTTON (2004):
Social research: the basics.
SAGE Publications Ltd., London.
- DAVIES, R.H. u. C. WRAY (1995a):
Mice as carriers of *Salmonella enteritidis* on persistently infected poultry units.
Vet. Rec. 137, 337-341
- DAVIES, R.H. u. C. WRAY (1995b):
Observations on disinfection regimes used on *Salmonella enteritidis* infected poultry units.
Poult. Sci. 74, 638-647
- DAVIES, R.H. u. C. WRAY (1997):
Distribution of *Salmonella* contamination in ten animal feed mills.
Vet. Microbiol. 51, 159-169
- DAVIES, R.H., W.E. MORROW, F.T. JONES, J. DEEN, P.J. FEDORKA-CRAY, I.T. HARRIS (1997):
Prevalence of salmonella in finishing swine raised in different production systems in North Carolina, USA.
Epidemiol. Infect. 119, 237-244
- DAVIES, R. u. M. BRESLIN (2001):
Environmental contamination and detection of *Salmonella enterica* serovar *enteritidis* in laying flocks.
Vet. Rec. 149, 699-704
- DAVIES, R. u. M. BRESLIN (2003):
Observations on *Salmonella* contamination of commercial laying farms before and after cleaning and disinfection.
Vet. Rec. 152, 283-287
- DE VOS, C.J., H.W. SAATKAMP, J. EHLERS (2007):
Simulation evaluation of *Salmonella* monitoring in finishing pigs in Lower Saxony, Germany.
Prev. Vet. Med. 82, 123-137
- DOHOO, I., W. MARTIN, H.STRYHN (2010):
Veterinary Epidemiologic Research.
2nd ed. AVC Inc, Charlottetown.
- DORR, P.M., H. LOWMAN, W. GEBREYES (2005):
The role of truck wash practises in dissemination of *Salmonella* and *Campylobacter* in commercial swine production.
In: Proc. of the 6th International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, California, USA, 2005, 161-163

EDEL, W., M. VAN SCHOTHORST, P.A.M GUINÉE, E. H. KAMPELMACHER (1970):
Effect of Feeding Pellets on the Prevention and Sanitation of Salmonella
Infections in Fattening Pigs.

Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe B 17, 730-738

EUZÉBY, J.P. (2011): List of Prokaryotic names in Standing with Nomenclature:
Salmonella nomenclature.

<http://www.bacterio.cict.fr/salmonellanom.html>

Abrufdatum: 10.09.2011

FARZAN, V., R. FRIENDSHIP, C. DEWEY, C. DELANGE, C. POPPE, A. MUCKLE
(2004):

The effect of dry versus liquid feeding systems on the presence of Salmonella spp.

In: Proc. of the 18th IPVS Congress, Hamburg, Germany, 2004-Vol. 2, 682

FARZAN, A., R.M. FRIENDSHIP, C.E. DEWEY, K. WARRINER, C. POPPE., K.
KLOTINS (2006):

Prevalence of Salmonella spp. Canadian pig farms using liquid or dry-feeding.

Prev. Med. Vet. 73, 241-254

FEDORKA-CRAY, P.J., S.C.WHIPPI, R.E. ISAACSON, N. NORD, K. LAGER (1994):
Transmission of *Salmonella typhimurium* to swine.

Vet. Microbiol. 41, 333-344.

FOSSE, J., H. SEEGER, C. MAGRAS (2009):

Prevalence and risk factors for bacterial food-borne zoonotic hazards in slaughter pigs:
a review.

Zoonoses Public Health 56, 429-454

FOSSE, J., M. LAROCHE, N. OUDOT, H. SEEGER, C. MAGRAS (2011):

On-farm multi-contamination of pigs by food-borne bacterial zoonotic hazards: an
exploratory study.

Vet. Microbiol. 147, 209-213

FUNK, J.A., P.R. DAVIES, M.A. NICHOLS (2001a):

Longitudinal study of Salmonella enterica in growing pigs reared in multiple-site
production systems.

Vet. Microbiol. 83, 45-60

FUNK, J.A., P.R. DAVIES, W. GEBREYES (2001b):

Risk factors associated with Salmonella enterica prevalence in three-site swine
production systems in North Carolina, USA.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 114, 335-338

FUNK, J.A. u. W. GEBREYES (2004):

Risk factors associated with Salmonella prevalence on swine farms.

Journal of Swine Health and Production 12: 246-251

GARCÍA-FELIZ, C., A. CARVAJAL, J.A. COLLAZOS, P. RUBIO (2009):
Herd-level risk factors for faecal shedding of *Salmonella enterica* in Spanish fattening-herds.

Prev. Vet. Med. 91, 130-136.

GR. AUSTING, M. (2005):

Untersuchungen zum Auftreten von Salmonelleninfektionen in Schweinebeständen.
Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

GRIFFITH, R.W., K.J. SCHWARTZ, D.K. MEYERHOLZ (2006):

Salmonella

In: B.E. STRAW, J.J. ZIMMERMANN, S. D'ALLAIRE, D.J. TAYLOR (Hrsg.): Diseases of Swine, 9th Edition, Blackwell Publishing, Ames, S. 739-755

HANSEN, C.F., L.L. MIKKELSEN, K.E. BACH KNUDSEN, B.B. JENSEN (2003):

The stomach acts as a barrier against Salmonella in pigs fed a meal diet.

In: Proc. of the 5th International Symposium on the Epidemiology and Control of foodborne pathogens in Pork, Crete, Greece, 2003, 130-132

HARRIS, I.T., P.J. FEDORKA-CRAY, J.T. GREY, L.A. THOMAS, K. FERRIS (1997):

Prevalence of Salmonella organisms in swine feed.

J. AM. Vet. Med. Assoc. 210, 382-385

HAUTEKIET, V., V. GEERT, V. MARC, G. RONY (2008):

Development of a sanitary risk index for *Salmonella* seroprevalence in Belgian pig farms.

Prev. Vet. Med. 86, 75-92

HEINRITZI, K., H.R. GINDELE, G. REINER, U. SCHNURRBUSCH (2006):

Schweinekrankheiten.

1. Aufl., Verlage Ulmer, Stuttgart, S. 156-158

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

Rapid infection of market-age swine following exposure to a *Salmonella typhimurium*-contaminated environment.

Am. J. Vet. Res. 62, 1194-1197

JØRGENSEN, L., J. BOES, S. KRANKER, H. KJÆRSGAARD, H. WACHMANN (2003):

Effect of an optimised pelleted diet on *Salmonella* prevalence and pig productivity.

In: Proc. of the 5th International Symposium on the Epidemiology and Control of foodborne pathogens in Pork, Crete, Greece, 2003, 136-138

KAMPHUES, J., I. BRÜNING, M. HINRICHS, J. VERSPOHL (2006):

Investigations on counts of *Salmonella derby* in the content of the alimentary tract in piglets 4-6 hours after experimental oral infection related to dietary influences (grinding intensity, use of potassium diformate).

In: Proc. of the 19th IVPS Congress, Copenhagen, Denmark, 2006, Vol. 1, 208

- KAMPHUES, J., R. TABELING, O. STUKE, S. BOLLMAN, G. AMTSBERG (2007):
Investigations on potential dietetic effects of lactulose in pigs.
Livestock Science 109, 93-95
- KRANKER, S. , L. ALBAN, J. BOES, J. DAHL (2003):
Longitudinal study of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium infection in three
Danish farrow-to-finish swine herds.
J. Clin. Microbiol. 41, 2282-2288
- LETELLIER, A. , S. MESSIER, J. PARÉ, J. MÉNARD, S. QUESSY (1999):
Distribution of *Salmonella* in swine herds in Québec.
Vet. Microbiol. 67, 299-306
- LETTELLIER, A., S. MESSIER, L. LESSARD, S. QUESSY (2000):
Assesment of various treatments to reduce carriage of *Salmonella* in swine.
Can. J. Vet. Res. 64, 27-31
- LIEBANA, E., L. GARCIA-MIQUERA, C. CLOUTING, F.A. CLIFTON-HADLEY, M.
BRESLIN, R.H. DAVIES (2003):
Molecular fingerprinting evidence of the contribution of wildlife vectors in the
maintenance of *Salmonella enteritidis* infection in layer farms.
J. Appl. Microbiology 94, 1024-1029
- LO FO WONG, D.M.A., T. HALD, P.J. VAN DER WOLF, M. SWANENBURG (2002):
Epidemiology and control measures for *Salmonella* in pigs and Pork.
Livestock Production Science 76, 215-222
- LO FO WONG, D.M.A., J. DAHL, H. STEGE, P.J. VAN DER WOLF, L. LEONITIDES,
A. VON ALTROCK, B.M. THORBERG (2004):
Herd-level risk factors for subclinical *Salmonella* infection in European pig herds
Prev. Vet. Med. 62, 253-266
- LOYNACHAN, A.T., D.L. HARRIS (2005):
Dose determination for acute *Salmonella* infection in pigs.
Appl. Environ. Microbiol. 71, 2753-2755
- LURETTE, A., C. BELLOC, S. TOUZEAU, T. HOCH, H. SEEGER, C. FOURICHON
(2007):
Modelling the prevalence of *Salmonella* carrier pigs at slaughtering age: influence of
management systems and of the *Salmonella* status of replacement gilts.
In: Proc. of the 7th International Symposium on the Epidemiology and Control of
foodborne pathogens in Pork, Verona, Italy, 2007, 86.
- MADEC, F., F. HUMBERT, G. SALVAT, P. MARIS (1999):
Measurement of the residual contamination of post-weaning facilities for pigs and
related risk factors.
Zentralbl. Veterinarmed. B 46, 37-45.

MAGISTRALI, C., A.M. DIONISI, P. DE CURTIS, L. CUCCO, O. VISCHI, S. SCUOTA, A. ZIVACO, G. PEZZOTTI (2008):

Contamination of *Salmonella* spp. in a pig finishing herd, from the arrival of the animals to the slaughterhouse.

Research in Vet. Science 85, 204-207

NAMATA, H., E. MÉROC, M. AERTS, C. FAES, J.C. ABRAHANTES, H. IMBERECHTS, K. MINTIENS (2008):

Salmonella in laying hens: An identification of risk factors.

Prev. Vet. Med. 83, 323-336.

NIELSEN, B., D. BAGGESEN, F. BAGER, J. HAUGEGAARD, P. LIND (1995):

The serological response to *Salmonella* serovars typhimurium and infantis in experimentally infected pigs. The time course followed with an indirect anti-LPS ELISA and bacteriological examinations.

Vet. Microbiol. 47, 205-218

NOLLET, N., D. MAES, L. DUCHATEAU, K. HUYSMANS, R. GEERS, A. DE KRUIF, L. DE ZUTTER, J. VAN HOOFF (2003):

Risk factors for the prevalence of *Salmonella* in Belgian slaughter pigs.

In: Proc. of the 5th International Symposium on the Epidemiology and Control of foodborne pathogens in Pork, Crete, Greece, 2003, 72-73

MANNION, C., J. EGAN, B.P. LYNCH, S. FANNING, N. LEONARD (2008):

An investigation into the efficacy of washing trucks following the transportation of pigs – a salmonella perspective.

Foodborne Pathog. Dis. 5, 261-271

MARIN, C., S. BALASCH, S. VEGA, M. LAINEZ (2011):

Sources of *Salmonella* contamination during broiler production in Eastern Spain.

Prev. Vet. Med. 98, 39-45

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

Serological *Salmonella* monitoring in German pig herds: results if the years 2003-2008.

Prev. Vet. Med. 99, 229-233

MISSOTTEN, J.A.M., J. GORIS, J. MICHIELS, E. VAN COILLIE, L. HERMAN, S. DE SMET, N.A. DIERICK, M. HEYNDRIKX (2009):

Screening of isolated lactic acid bacteria as potential beneficial strains for fermented liquid feed pig feed production.

Animal Feed Science and Technology 150, 122-138

O'CONNOR, A.M., T. DENAGAMAGE, J.M. SARGEANT, A. RAJIĆ, J. MCKEAN (2008):

Feeding management practices and feed characteristics associated with *Salmonella* prevalence in live and slaughtered market-weight finisher swine: a systematic review and summation of evidence from 1950 to 2005.

Prev. Vet. Med. 87, 213-228

OLIVEIRA, C.J.B., T.B. GARCIA, L.F.O.S. CARVALHO, P.E.N. GIVISIEZ (2007):
Nose-to-nose transmission of *Salmonella typhimurium* between weaned pigs.
Vet. Microbiol. 125, 355-361

OSTERBERG, J., I. VÅGSHOLM, S. BOQUIST, S.S. LEWERIN (2006):
Feed-borne outbreak of *Salmonella cubana* in Swedish pig farms: risk factors and
factors affecting the restriction period in infected farms.
Acta Vet. Scand. 47, 13-21.

PATCHANEE, P. (2008)
Epidemiology of *Salmonella enterica* related to swine production system and food
safety.
Ohio State University, Diss.

QUANTE, U. (2000):
Untersuchungen zum Vorkommen von Salmonellen bei Zuchtschweinen.
Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

RAJIĆ, A. , J. KEENLISIDE, M.E. MCFALL, A.E. DECKERT, A.C. MUCKLE,
B.P.O'CONNOR, K. MANNINEN, C.E. DEWEY, S.A. MCEWEN (2005):
Longitudinal study of *Salmonella* species in 90 Alberta swine finishing farms.
Vet. Microbiol. 105, 47-56

RAJIĆ, A., B.P. O'CONNOR, A.E. DECKERT, J. KEENLISIDE, M.E. MCFALL, R.J.
REID-SMITH, C.E. DEWEY, S.A. MCEWEN (2007):
Farm-level risk factors for the presence of *Salmonella* in 89 Alberta swine-finishing
barns.
Can. J. Vet. Res. 71, 264-270

RAJKOWSKI, R.T., S. EBLEN, C. LAUBAUCH (1998): Efficacy of washing and
sanitizing trailers used for swine transport in reduction of *Salmonella* and *Escherichia*
coli.
J. Food Prot. 61, 31-35

ROSENDAL, T., R.M. FRIENDSHIP, A. FARZAN, Z. POLJAK (2006):
Salmonella in the finishing pig – does size really matter?
In: Proc. of the 19th IVPS Congress, Copenhagen, Denmark, 2006, Vol. 1, 212

RIBBENS, S., J. DEWULF, F. KOENEN, K. MINTIENS, L. DE SADELEER, A. DE
KRUIF, D. MAES (2008):
A survey on biosecurity and management practices in Belgian pig herds.
Prev. Vet. Med. 83, 228-241

SAULI, I., J. DANUSER, A.H. GEERAERD, J.F. VAN IMPE, J. RÜFENACHT, B.
BISSIG-CHOISAT, C. WENK, K.D. STÄRK (2005):
Estimating the probability and level of contamination with *Salmonella* of feed for
finishing pigs produced in Switzerland – the impact of the production pathway.
Int. J. Food Microbiol. 100, 289-310

SCHMIDT, P.L., A.M. O'CONNOR, J.D. MCKEAN, H.S. HURD (2004):
The association between cleaning and disinfection of lairage pens and the prevalence of *Salmonella enterica* in swine at harvest.
J. Food Prot. 67, 1384-1388.

SELBITZ, H.-J. (2002):
Bakterielle Krankheiten der Tiere: Salmonella.
In: ROLLE, M. u. A. MAYR (Hrsg.) Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, 7. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart. S. 462-478

STEGE, H., J. CHRISTENSEN, J.P. NIELSEN, P. WILLEBERG (2001):
Data-quality issues and alternative variable-screening methods in a questionnaire-based study on subclinical infection in Danish pig herds.
Prev. Vet. Med. 48, 35-54.

STÄRK, K.D.C, A. WINGSTRAND, J. DAHL, V. MØGELMOSE, D.M.A. LO FO WONG (2002):
Differences and similarities between experts' opinions on salmonella enterica dynamics in swine pre-harvest.
Prev. Vet. Med. 53, 7-20.

STRAUCH, D. u. R BÖHM (2002):
Reinigung und Desinfektion in der Nutztierhaltung und Veredelungswirtschaft.
Enke Verlag, Stuttgart.

TAYLOR, N.M., F.A. CLIFTON-HADLEY, A.D. WALES, A. RIDLEY, R.H. DAVIES (2009):
Farm-level risk factors for fluoroquinolone resistance in *E. coli* and thermophilic *Campylobacter* spp. on finisher pig farms.
Epidemiol. Infect. 137, 1121-1134

THRUSFIELD, M. (2007):
Veterinary epidemiology.
Wiley-Blackwell, Oxford.

TUDOR, K. (2008):
Salmonella and Salmonellosis.
http://www.textbookofbacteriology.net/salmonella_1.html
Abrufdatum: 10.09.2011

TWOMEY, D.F. , A. J. MILLER, L.C. SNOW, J.D. ARMSTRONG, R.H. DAVIES, S.M. WILLIAMSON, C.A. FEATHERSTONE, R. REICHEL, A.J. COOK (2010):
Association between biosecurity and *Salmonella* species prevalence on English pig farms.
Vet. Rec. 166, 722-724

VAN DER WOLF, P.J., A.R.W. ELBERS, W.B. WOLBERS, J.M.C.C. KOPPEN, H.M.J.F. VAN DER HEIJDEN, F.W. VAN SCHIE, W.A. HUNNEMANN, P.WILLEBERG, M.J.M. THIELEN (1998):
Risk factors for salmonella in slaughter-pigs in the Netherlands.
In: Proc. of the 15th IVPS Congress, Birmingham, England, 1998, 68

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

Salmonella infections in finishing pigs in The Netherlands: bacteriological prevalence, serogroup, and antibiotic resistance of isolates and risk factors for infection.

Vet. Microbiol. 67, 263-275

VAN DER WOLF, P.J., W.B. WOLBERS, A.R.W. ELBERS, H.M.J.F. VAN DER HEIJDEN, J.M.C.C. KOPPEN, W.A. HUNNEMAN, F.W. VAN SCHIE, M.J.M. THIELEN (2001a):

Herd level husbandry factors associated with the serological *Salmonella* prevalence in finishing pig herds in the Netherlands.

Vet. Microbiol. 78, 205-219

VAN DER WOLF, P.J., F.W. VAN SCHIE, A.R. ELBERS, B. ENGEL, H.M. VAN DER HEIJDEN, W.A. HUNNEMAN, M.J.M. THIELEN (2001b):

Administration of acidified drinking water to finishing pigs in order to prevent *Salmonella* infections.

Vet. Q. 23, 121-125

VAN WINSEN, R.L., A. VAN NES, D. KEUZENKAMP, H.A. URLINGS, L.J. LIPMAN, S. BIESTERVELD, J.M. SNIJDERS, J.H. VERHEIJDEN, F. VAN KNAPEN (2001):

Monitoring transmission of *Salmonella enterica* serovars in pigs using bacteriological and serological detection methods.

Vet. Microbiol. 80, 267-274

VEAUTHIER, A. u. H.-W. WINDHORST (2007): Betriebsgrößenstrukturen in der Erzeugung tierischer Nahrungsmittel – eine vergleichende Analyse zwischen Niedersachsen und seinen bedeutendsten nationalen und internationalen Wettbewerbern.

Vechter Druckerei und Verlag, Vechta.

VICO, J.P., V. GARRIDO, B. SAN ROMÁN, M.J. GRILLÓ, R.C. MAINAR-JAIME (2011):

Salmonellosis in finishing pigs in Spain: prevalence, antimicrobial agent susceptibilities and risk factor analysis.

J Food Prot. 74, 1070-1078

VIEIRA-PINTO, M., R. TENREIRO, C. MARTINS (2006):

Unveiling contamination sources and dissemination routes of *Salmonella* sp. in pigs at a Portuguese slaughterhouse through macrorestriction profiling by pulsed-field gel electrophoresis.

Int. J. Food. Microbiol. 110, 77-84.

VISSCHER, C. (2006):

Untersuchungen (Feldstudie) zur Salmonellenprävalenz bei Mastschweinen unter dem Einfluss einer größeren Futtermahlungs sowie von Futteradditiven (organische Säuren bzw. Kaliumdiformiat).

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

WALES, A., M. BRESLIN, R. DAVIES (2006):

Assessment of cleaning and disinfection in *Salmonella*-contaminated poultry layer houses using qualitative and semi-quantitative culture techniques.

Vet. Micro. 116, 283-293

WALES, A., I. M. MCLAREN, S. BEDFORD, J.J. CARRIQUE-MAS, A.J. COOK, R. DAVIES (2009):

Longitudinal survey of the occurrence of *Salmonella* in pigs and the environment of nucleus breeder and multiplier pig herds in England.

Vet. Rec. 165, 648-657

WALES, A.D., A.J. COOK, R.H. DAVIES (2011):

Producing *Salmonella*-free pigs: a review focusing on interactions at weaning.

Vet. Rec. 168, 267-276

WEIGEL, R.M., D. NUCERA, B. QIAO, B. TEFEREDEGNE, D.K. SUH, D.A. BARBER, P.B. BAHNSON, R.E. ISAACSON, B.A. WHITE (2007):

Testing an ecological model for the transmission of *Salmonella enterica* in swine production ecosystems using genotyping data.

Prev. Vet. Med. 81, 274-289

WINGSTRAND, A., L. JØRGENSEN, G. CHRISTENSEN, L.K. THOMSEN, J. DAHL U. B. BORG JENSEN (1996):

Reduction of subclinical *Salmonella* Infection by feeding coarse ground feed and adding formic acid to water.

In: Proc. of the 14th IPVS Congress, Bologna, Italy, 1996, 180.

10. Anhang

A. Allgemeine Angaben zum Betrieb

A.1. Lage: H ; R Landkreis: **Anlage 5 ausfüllen!**

A.2. Tierbestand

| Tiergruppe | Plätze |
|------------------|--------|
| Sauen | |
| Jungsauen | |
| Eber | |
| Saugferkel | |
| Absatzferkel | |
| Aufzuchtschweine | |
| Mastschweine | |

A.3. Standorte

| Stall | Abteile | | | Lage | | | Art Anlage 1! | |
|-------|-------------|------------|----------|--------|---------|-------------|------------------|----------|
| | Bezeichnung | Tiergruppe | Tierzahl | am Hof | einzeln | Fremder Hof | Frei-land | Aus-lauf |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

A.4. Teilnahme am QS seit | Bündeler:

A.5. Personenverkehr

1. Welche Personen haben Zutritt zum Bestand?

- Betriebspersonal einschließlich Tierarzt, Berater
 Familienmitglieder
 weitere Personen
 nicht bekannt

2. Werden von Personen, die Zutritt zum Bestand haben, andere Tierhaltungen betreut?

- nein (Ausnahme: behandelnder Tierarzt/Berater)
 ja, aber nicht am selben Tag
 ja, am selben Tag
 nicht bekannt

A.6. mögliche Tierkontakte

1. Werden folgende Tierarten auf dem Betrieb gehalten? Falls ja – besteht eine Kontaktmöglichkeit der Tiere zu den Schweinen?

| | nein | ja | mit Kontakt zu den Schweinen | | |
|-----------|------|----|------------------------------|----|---|
| | | | nein | ja | ? |
| Rinder | | | | | |
| Geflügel | | | | | |
| Schafe | | | | | |
| Ziegen | | | | | |
| Equiden | | | | | |
| Wildtiere | | | | | |

| | nein | ja | mit Kontakt zu den Schweinen | | |
|-----------|------|----|------------------------------|----|---|
| | | | nein | ja | ? |
| Hunde | | | | | |
| Katzen | | | | | |
| Kaninchen | | | | | |
| Tauben | | | | | |
| Ziervögel | | | | | |
| sonstige | | | | | |

2. Haben folgende Tiere der Umgebung Zutritt zu den Ställen?

| | nein | ja | ? |
|-----------|------|----|---|
| Wildvögel | | | |
| Mäuse | | | |
| Ratten | | | |
| sonstige | | | |

A.7. Umgebung

1. Gibt es einen Mist- oder Komposthaufen in Stallnähe?

- nein
 ja
 nicht bekannt

B. Bereich Sauen / Ferkel

B.1. Herkünfte

1. Werden Schweine zugekauft?

Jungsauen

nein

ja

Eber

nein

ja

sonstige

nein

ja, nämlich _____

2. Aus wie vielen Betrieben stammen die Schweine im Bestand?

Jungsauen aus _____ Betrieb(en)

Eber aus _____ Betrieb(en)

Sonstige aus _____ Betrieb(en)

3. Salmonellenstatus der Herkunftsbetriebe:

Alle Zukäufe stammen aus Kategorie – I – Betrieben.

Es werden auch Tiere aus Betrieben der Kategorie II oder III zugekauft.

Der Salmonellenstatus ist unbekannt.

nicht bekannt

4. Wie viele Tiere wurden im letzten Jahr zugekauft?

5. Wie viele Jungsauenlieferungen haben Sie pro Jahr bezogen?

B.2. Eingliederung

1. Erfolgt die Eingliederung von Schweinen nach Quarantäne?

| (Jung)sauen | Eber | Sonstige |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> nein |
| <input type="checkbox"/> ja, ohne Ausnahmen Anlage 2 ! | <input type="checkbox"/> ja, ohne Ausnahmen Anlage 2! | <input type="checkbox"/> ja, ohne Ausnahmen Anlage 2! |
| <input type="checkbox"/> unterschiedlich <input type="checkbox"/> nicht bekannt | <input type="checkbox"/> unterschiedlich <input type="checkbox"/> nicht bekannt | <input type="checkbox"/> unterschiedlich <input type="checkbox"/> nicht bekannt |

B.3. Stallbelegung

1. Wie werden die folgenden Stallbereiche in der Regel belegt?

| | kontinuierlich | Rein - Raus | | Entfällt wegen... | |
|-----------------|----------------|-------------|-------|----------------------------------|--------------------------|
| | | abteil | stall | arbeitsteiliger Ferkelproduktion | Keine räumliche Trennung |
| Eroscenter | | | | | |
| Wartestall | | | | | |
| Abferkelbereich | | | | | |
| Flatdeck | | | | | |
| Aufzuchtbereich | | | | | |
| Mastbereich | | | | | |

2. Wie ist der Abferkelrhythmus?

- Wöchentlich 3 Wochen
 2 Wochen sonstiges

3. Absetzalter: _____ Tage

4. Wann kommen die Sauen in die Abferkelbucht? _____ Tage vor dem Abferkeltermin

5. Erfolgen Reinigung und Desinfektion der **Abferkelabteile** vor Neubelegung?

- Reinigung: nie nicht jedes Mal immer
➤ Desinfektion: nie nicht jedes Mal immer

6. Erfolgen Reinigung und Desinfektion der **Flatdecks** vor Neubelegung?

- Reinigung: nie nicht jedes Mal immer
➤ Desinfektion: nie nicht jedes Mal immer

7. Wie häufig wird in den Abferkelbuchten der Sauenkot entfernt?

- täglich wöchentlich
 unregelmäßig nach dem Ausstallen
 sonstiges: _____
 nicht bekannt

B.4. Betreuung des Zuchtbestandes

1. Wie viele Personen haben täglichen Umgang mit den Tieren im Zuchtbereich?

_____ Personen (ohne vertretungsweise Aushilfen) [Anzahl]

2. Wie viel Zeit wenden Sie einschließlich aller Mitarbeiter für die tägliche Betreuung des Sauenbestandes auf?

➤ Betreuung der Tiere: ca. _____ Stunden.

➤ Servicearbeiten, Schreibarbeiten, Organisation: ca. _____ Stunden.

C. Management im Mastbereich

C.1. Herkunft

1. Woher stammen die Mastschweine?

- keine Tierzukäufe im Mastbereich
- aus **einem** Ferkelerzeugerbetrieb
- aus einem Ferkelaufzuchtbetrieb mit **einer** Herkunft
- aus einem Ferkelaufzuchtbetrieb mit **mehreren** Herkünften
- aus gleich bleibenden Ferkelerzeugerbetrieben [**Anzahl**]
- aus gleich bleibenden Ferkelaufzuchtbetrieben [**Anzahl**]
- aus **mehreren, wechselnden** Ferkelerzeugerbetrieben
- aus **mehreren, wechselnden** Ferkelaufzuchtbetrieben
- nicht bekannt

C.2. Tierbewegung

1. Wird während der Flatdeckphase (d.h. vom Absetzen bis zum Umsetzen in den Maststall) umgestallt?

- nein ja nicht zutreffend nicht bekannt

Werden während dieser Phase einzelne Schweine umgesetzt?

- nein ja nicht zutreffend nicht bekannt

2. Wird während der Mast (d.h. vom Ende der Flatdeckphase bis zum Abtransport zum Schlachthof) umgestallt?

- nein ja nicht zutreffend nicht bekannt

Werden während dieser Phase einzelne Schweine umgesetzt?

- nein ja nicht zutreffend nicht bekannt

3. Wo verbleiben üblicherweise (Ü) und in Ausnahmen (A) kranke Schweine und Kümmerer? (mehrere Antworten möglich)

- | Ü | A | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Alle kranken Schweine und Kümmerer bleiben in der Bucht. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | In einer Kranknbucht |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | In einem Krankenstall, -abteil |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Euthanasie, Notschlachtung |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Rückstallung zu jüngeren Tieren |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Sonstiges _____ |
| <input type="checkbox"/> | | nicht bekannt |

4. Wo verbleiben Restbestände?

- Restbestände bleiben bei Neueinstellung von Ferkeln im Abteil.
- Restbestände werden bei einer anderen Tiergruppe untergebracht.
- Restbestände werden in einen gesonderten Stall verbracht.
- Bei Neueinstellung sind **nie** Restbestände vorhanden. nicht bekannt

D. Haltungs- und Fütterungsmerkmale eines Stalls

Stall:

Anzahl Abteile:

Gemeinsame Merkmale: Futter Hygieneschleuse Schutzkleidung
R-R Geräte keine

D.1. Gebäude

1. Sind die Stalltüren geschlossen?

- nein
ja
es gibt keine Türen
nicht bekannt

2. Bleiben die Fenster **immer** geschlossen?

- nein
ja
es gibt keine Fenster
nicht bekannt

3. Angaben zur Ermittlung von Belegdichte, Tier-Fressplatz-Verhältnis, Tier-Tränke-Verhältnis:

| Stall | A | B | C | D | E | F | G | H |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tierzahl pro Abteil | | | | | | | | |
| Anzahl Buchten pro Abteil | | | | | | | | |
| Tierzahl pro Bucht | | | | | | | | |
| Buchtengröße in m ² | | | | | | | | |
| Anzahl Tränken pro Bucht | | | | | | | | |
| Troglänge in m | | | | | | | | |

Mast / Aufzucht:

4. Sind Schweine unterschiedlicher Herkunft **in einem Abteil** untergebracht?

- nein ja es gibt keine Abteile nicht bekannt

5. Sind Schweine unterschiedlicher Herkunft **in einer Bucht** untergebracht?

- nein ja es gibt keine Buchten nicht bekannt

6. Sind **verschiedene Altersgruppen** im selben Abteil untergebracht?

- nein ja es gibt keine Abteile nicht bekannt

7. Bodenart:

| | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Vollspaltenboden | <input type="checkbox"/> | Tiefstreu/ Tretmistverfahren | <input type="checkbox"/> |
| Teilspaltenboden | <input type="checkbox"/> | Erdboden | <input type="checkbox"/> |
| Vollsp. m. reduziertem Schlitzanteil | <input type="checkbox"/> | Sonstige | <input type="checkbox"/> |
| Boden plan befestigt | <input type="checkbox"/> | Nicht bekannt | <input type="checkbox"/> |

8. Ist beim befestigten Boden die Bodenoberfläche rissig?

- nein nicht beurteilbar
ja nicht bekannt

9. Verschmutzungsgrad des Bodes im **Tierbereich**:

- Kotansammlungen auf den Spalten sichtbar
Kotansammlungen auf den Liegeflächen sichtbar
Durchfallkot sichtbar
Flüssigkeitsansammlungen sichtbar
Der Tierbereich ist sauber.

10. Verschmutzungsgrad des Bodens im **Gang**:

- Staub- und Futterablagerung sichtbar
Flüssigkeitsansammlungen sichtbar
Der Gang ist sauber.

11. Oberflächenbeschaffenheit der **Decke**

- Glatte Oberfläche
Oberfläche weist viele Unebenheiten und/oder Risse auf
Holzbalken
Rieseldecke aus Schilf oder ähnlichem Material

12 a. Oberflächenbeschaffenheit der **Wände**:

- Glatte Oberfläche
Holz
Oberfläche weist viele Unebenheiten und/oder Risse auf

12 b. Oberflächenbeschaffenheit der **Trennwände**:

- Glatte Oberfläche
Holz
Oberfläche weist viele Unebenheiten und/oder Risse auf

13. Stroh

- Einstreu
Beschäftigungsmaterial
Kein Stroheinsatz

Herkunft: eigen

fremd

Lagerung: innen

außen

nicht bekannt

D.2. Gülle- und Festmistbeseitigungsmangement:

1. Lagerung der Gülle

| | | |
|--|-----------------------|---|
| Im Abteil | ▶ Entleerung | <input type="checkbox"/> Nach Ausstallung |
| | | <input type="checkbox"/> Nach Bedarf auch während der Haltung |
| | ▶ Maximaler Füllstand | <input type="checkbox"/> ≥ 10 cm Abstand zu Spalten |
| | | <input type="checkbox"/> ≤ 10 cm Abstand zu Spalten |
| <input type="checkbox"/> Gülle fließt kontinuierlich aus dem Abteil ab | | |

2. Falls Festmist anfällt, wie wird dieser gelagert?

- auf einer betonierten Platte auf dem Erdboden
 sonstiges kein Festmist

D.3. Fütterung und Tränke

1. Herkunft des Futters:

- Betriebseigenes gemischt
 Zukaufsfutter nicht bekannt

2. Welches Futter wird **zusätzlich** zum Grundfutter gefüttert?

- Frisches Gras Obst, Gemüse
 Heu, Stroh sonstiges
 Getreideschlempe kein zusätzliches Futter

3. Enthält das Futter folgende Futtermittelzusätze?

- Laktobazillen Benzoessäure
 Laktulose Zitronensäure
 Kaliumdiformiat Propionsäure
 Ameisensäure sonstige
 keine Futtermittelzusätze nicht bekannt

4. Struktur des Futtermittels:

- fein gemahlene Mehl CCM
 grob gemahlene Mehl fermentiertes Futter
 Granulat Mix
 Pellets sonstiges
 nicht bekannt

5. Wie hoch ist der Anteil von nicht wärmebehandelten Futter?

- weniger als 15% mehr als 15% nicht bekannt

6. Ist der Anteil von Gerste im Futter höher als der Anteil von Weizen?

- nein ja nicht bekannt

7. Fütterungstechnik:

- Trogfütterung per Hand
 Breiautomaten
 Trockenfutterautomat mit Quertrog
 Flüssigfütterung, pH-Wert
 Sensorfütterung
 sonstiges

8. Wie häufig werden Futterreste am Freßplatz entfernt?

- täglich
 nach Ausstallung
 nie
 wöchentlich
 unregelmäßig
 keine Futterreste
 nicht bekannt

9. Wie häufig werden Futterleitungen und Behälter der Fütterungsanlage gereinigt?

- täglich
 monatlich
 unregelmäßig
 wöchentlich
 nach Ausstallung
 nie
 nicht bekannt

10. Futterlagerung:

- innen
 offen
 nicht bekannt
 außen
 geschlossen

11. Wird das Futterlager **vor Neubefüllen** desinfiziert oder gereinigt?

| | | |
|--------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Reinigung | <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> ja |
| Desinfektion | <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> ja |

12. Haben Vögel, Nagetiere oder Wild Zugang zum Futterlager?

- nein
 ja
 nicht bekannt

13. Herkunft des Tränkwassers:

- Stadtwasser
 Brunnen – die chemische Zusammensetzung wurde untersucht und entspricht Trinkwasserqualität
 Brunnen – die mikrobiologische Zusammensetzung wurde und entspricht Trinkwasserqualität
 Brunnen- die chemische Zusammensetzung wurde untersucht und entspricht **nicht** Trinkwasserqualität
 Brunnen – die mikrobiologische Zusammensetzung wurde und entspricht **nicht** Trinkwasserqualität
 Brunnen – zur Wasserqualität gibt es kein Untersuchungsergebnis
 nicht bekannt

14. Erhält das Tränkwasser einen Säurezusatz?

- nein
 ja
 nicht bekannt

Wenn ja, welchen?

- Benzoesäure
 sonstigen
 Ameisensäure

15. Tränken:

- | | | | |
|---------------|---|---------------------------------------|--|
| Nippeltränken | ▶ | <input type="checkbox"/> am Freßplatz | <input type="checkbox"/> außerhalb des Freßplatzes |
| Napftränken | ▶ | <input type="checkbox"/> am Freßplatz | <input type="checkbox"/> außerhalb des Freßplatzes |
| Trog | | <input type="checkbox"/> | |

16. Gibt es einen Vorlaufbehälter?

- nein ja nicht bekannt

17. Wie oft erfolgt die Reinigung der Tränkwasserleitungen und -Behälter?

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> täglich | <input type="checkbox"/> wöchentlich |
| <input type="checkbox"/> monatlich | <input type="checkbox"/> nach Ausstallung |
| <input type="checkbox"/> unregelmäßig | <input type="checkbox"/> nie <input type="checkbox"/> nicht bekannt |

18. Herkunft des Reinigungswassers:

- Stadtwasser
- Brunnen – die chemische Zusammensetzung wurde untersucht und entspricht Trinkwasserqualität
- Brunnen – die mikrobiologische Zusammensetzung wurde und entspricht Trinkwasserqualität
- Brunnen – die chemische Zusammensetzung wurde untersucht und entspricht **nicht** Trinkwasserqualität
- Brunnen – die mikrobiologische Zusammensetzung wurde und entspricht **nicht** Trinkwasserqualität
- Brunnen – zur Wasserqualität gibt es kein Untersuchungsergebnis.
- nicht bekannt

E. Hygiene

E.1. Hygieneeinrichtungen

1. auf dem Betriebsgelände

| | Nein | Ja | n.b. |
|--|------|----|------|
| a) Ist das Gehöft vollständig umzäunt? | | | |
| b) Ist die Fläche im Einfahrtbereich und Stallumgebung befestigt? | | | |
| c) Ist eine Desinfektionsdurchfahrwanne im Gebrauch? | | | |
| d) Müssen Fahrzeuge des Futtermittellieferanten den Hof befahren? | | | |
| e) Müssen Fahrzeuge der TKBA den Hof befahren? | | | |
| l) Ist eine Verloaderampe vorhanden? | | | |

2. Kadaverentsorgung

| | Nein | Ja | n.b. |
|---|------|----|------|
| a) Werden die Kadaver in Stallnähe gelagert? | | | |
| b) Ist der Kadaverlagerungsplatz befestigt? | | | |
| c) Wird der Kadaverlagerungsplatz nach jeder Abholung gereinigt? | | | |
| d) Wird der Kadaverlagerungsplatz nach jeder Abholung desinfiziert? | | | |
| e) Werden die Kadaver in einem geschlossenen Behälter gelagert? | | | |
| f) Wird dieser Behälter nach jeder Abholung gereinigt? | | | |
| g) Wird dieser Behälter nach jeder Abholung desinfiziert? | | | |

3. Verladen

| | Nein | Ja |
|--|------|----|
| a) Ist eine Verloaderampe vorhanden? | | |
| b) Wird diese nach jeder Benutzung gereinigt? | | |
| c) Wird diese nach jeder Benutzung desinfiziert? | | |

E.2 Hygieneschleuse

1. Welche Art von Hygieneschleuse ist vorhanden? **Anlage 3!**

- es gibt keine Hygieneschleuse.
 es gibt einen Umkleideraum.
 es gibt einen Umkleideraum mit Handwaschbecken.
 es gibt einen Umkleideraum mit Handwaschbecken und Dusche.

2. Wie ist der Zutritt zu den Ställen geregelt?

- alle Ställe können nur durch eine Hygieneschleuse betreten werden.
 jeder Stall hat seine eigene Hygieneschleuse.
 jeder Stall hat seine eigene Hygieneschleuse und weitere Zugänge.
 alle Ställe sind frei zugänglich.

E.2. Personalhygiene

1. Schutzkleidung

| | Nein | Ja |
|--|------|----|
| a) Sind saubere Overalls vorhanden? | | |
| b) Sind saubere Stiefel vorhanden? | | |
| c) Gibt es für jede Tiergruppe(Sauen/Läufer) separate Overalls? | | |
| d) Gibt es für jede Tiergruppe (Sauen/Läufer) separate Stiefel? | | |
| e) Werden die Stiefel vor jedem Betreten des Stalles desinfiziert? | | |
| f) Tragen Betriebsangehörige dieselbe Schutzkleidung in mehreren Ställen? | | |
| g)Wird Schutzkleidung, die in den Ställen getragen wird, auch außerhalb des Betriebsgeländes getragen? | | |

2. Welche Maßnahmen der Personalhygiene werden durchgeführt?

- Das Personal zieht Stiefel an.
 Das Personal zieht Overalls an.
 Das Personal duscht sich vor betreten des Stalles.
 Das Personal wäscht sich vor der Tierbetreuung die Hände.
 Das Personal trägt Handschuhe.
 Das Personal trägt eine Kopfbedeckung.
 Es werden **keine** Maßnahmen durchgeführt.

3. Besucher

| | Nein | Ja |
|--|------|----|
| a) Gelten für Besucher dieselben Anforderungen an die Personalhygiene? | | |
| b) Sind für Besucher separate Stiefel vorhanden? | | |
| c) Sind für Besucher separate Overalls vorhanden? | | |
| d) Tragen Besucher dieselbe Schutzkleidung in mehreren Ställen des Betriebs? | | |
| e) Wird Besucherkleidung nach jedem Besuch gewaschen oder entsorgt? | | |

E.3. Gerätehygiene

1. Reinigungsgeräte (Besen, Hochdruckreiniger), Treibbretter, Beschäftigungsmaterial, Injektionsspritzen, ...

| | nein | ja | nb |
|---|------|----|----|
| a) Ist jeder Stall mit separaten Geräten ausgestattet? | | | |
| b) Sind für jede Tiergruppe (Sauen/Läufer) getrennte Geräte vorhanden? | | | |
| c) Erfolgt eine Reinigung der Geräte nach jeder Einsatz mit Tierkontakt? | | | |
| d) Erfolgt eine Desinfektion der Geräte nach jedem Einsatz mit Tierkontakt? | | | |
| e) Erfolgt die Gerätereinigung vor Neubelegung? | | | |
| f) Erfolgt eine Desinfektion der Geräte vor Neubelegung? | | | |

2. Tierwaage

| | Nein | Ja | n. b. |
|--|------|----|-------|
| a) Gibt es für jede Tiergruppe eine separate Waage? | | | |
| b) Wird die Waage nach jedem Gebrauch gereinigt? | | | |
| c) Wird die Waage nach jedem Gebrauch desinfiziert? | | | |
| d) Wird die Waage vor Neueinstellungen gereinigt? | | | |
| e) Wird die Waage vor Neueinstellungen desinfiziert? | | | |

3. Viehtransporter

| | Nein | Ja | n. b. |
|---|------|----|-------|
| a) Gibt es für jede Tiergruppe einen separaten Transporter? | | | |
| b) Wird der Transporter nach jedem Gebrauch gereinigt? | | | |
| c) Wird der Transporter nach jedem Gebrauch desinfiziert? | | | |

E.4. Gebäudehygiene

1. Gibt es Wannen mit Desinfektionsmittel vor den Ställen/Abteilen?

nein ja

Wenn ja, wie oft wird das Desinfektionsmittel gewechselt?

täglich wöchentlich
bei Bedarf nach dem Ausstallen
unregelmäßig nie nicht bekannt

2. Wann erfolgen Reinigung und Desinfektion der Abteile?

| | | | |
|--------------|--|---------------------------------------|--|
| Reinigung | <input type="checkbox"/> vor jeder Neubelegung | <input type="checkbox"/> unregelmäßig | <input type="checkbox"/> nie <input type="checkbox"/> n.b. |
| Desinfektion | <input type="checkbox"/> vor jeder Neubelegung | <input type="checkbox"/> unregelmäßig | <input type="checkbox"/> nie <input type="checkbox"/> n.b. |

3. Was schließt die Reinigung [R] und Desinfektion [D] der Abteile ein?

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Boden | <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Lüftungsschächte |
| <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Buchtenabtrennungen | <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Futtertröge / -automaten |
| <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Wände in Tierhöhe | <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Tränken |
| <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Wände bis zur Decke | <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Beschäftigungsmaterial |
| <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Decke | <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Gerätschaften |
| <input type="checkbox"/> R | <input type="checkbox"/> D | Sonstiges _____ | | | |

4. Wann erfolgt die Reinigung?

| | nach jedem Gebrauch | vor jeder Neu- belegung | unregelmäßig | nie | nicht bekannt |
|------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Treibwege | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ladezone | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Nebenräume | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. Wann erfolgt die Desinfektion?

| | nach jedem Gebrauch | vor jeder Neu- belegung | unregelmäßig | nie | nicht bekannt |
|------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Treibwege | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ladezone | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Nebenräume | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

6. Welche Nebenräume gibt es?

- Abstellraum
 Büro
 Steuerungszentrale
 sonstige
 Keine Nebenräume

7. Werden die Räume und Flächen nach Reinigung und Desinfektion **ausschließlich** mit sauberen Kleidung und desinfiziertem Schuhwerk betreten?

- nein
 ja
 nicht bekannt

E.5. Schadnager

1. In welchem Umfang kommen Schadnager in den Betriebsgebäuden vor?

- kein Hinweis auf Schadnagerbesatz erkennbar
 Nagerkot, Nagespuren (an Türen, Verkleidungen), Tritt- und Schleifspuren der Schwänze (auf staubigen Oberflächen), Fraßspuren im Futter
 Ratten / Mäuse anwesend

2. Wie häufig erfolgt die Schadnagerbekämpfung?

- nie
 bei starkem Befall
 bei geringem Befall
 permanent
 nicht bekannt

3. Wer plant die Schadnagerbekämpfung und wer führt sie durch?

- Ein professioneller IHK-geprüfter Schädlingsbekämpfer führt die Schadnagerbekämpfung durch.
 Die Schadnagerbekämpfung wird nach einem professionell erstellten Bekämpfungsplan selbst durchgeführt.
 Es gibt keinen Schadnagerbekämpfungsplan, die Bekämpfung wird selbst durchgeführt.
 nicht bekannt

4. Welche Mittel kommen bei der Bekämpfung von Mäusen [M] und Ratten [R] zum Einsatz?

| | M | R |
|-------------|--------------------------|--------------------------|
| Fraßgift | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kontaktgift | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sonstiges | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

nicht bekannt

E.6. Insektenbekämpfung

1. Fliegen – Befallsintensität

starker Fliegenbefall

unauffällig

nicht zutreffend

2. Wann werden Fliegen bekämpft?

permanent

bei starkem Befall

nie

nicht bekannt

3. Mit welchen Mittel werden Fliegen bekämpft?

Bekämpfung von Fliegenlarven mit Larvizid.

Insektizidanstrich an bevorzugten Sitzflächen der Fliegen

Leimfliegenfänger, Lichtfallen

sonstiges: _____

nicht bekannt

4. Gibt es Schaben im Stall?

nein

ja

nicht bekannt

F. Salmonellen

1. Wurden aus folgenden Bereichen Proben auf Salmonellen untersucht?

| | nein | ja | Positiv | Negativ |
|---------------------------------|------|----|---------|---------|
| a) Futterproben aus Lager | | | | |
| b) Futterproben am Freßplatz | | | | |
| c) Futterreste aus dem Silo | | | | |
| d) Futterreste in den Behältern | | | | |
| e) Futterreste in den Leitungen | | | | |
| f) Tränkewasser | | | | |
| g) Lüftung | | | | |
| h) Wände/ Abtrennungen | | | | |
| i) Treibwege | | | | |
| j) Geräte (z.B. Treibbretter) | | | | |
| k) sonstiges | | | | |

2. Erhalten die Schweine im Herkunftsbetrieb eine Salmonellenimpfung?

Impfung der Sauen

Impfung der Ferkel

nein

nicht bekannt

3. Motivation

| | nein | ja | nb |
|--|------|----|----|
| Betrachten Sie Salmonellen in Ihrem Betrieb als ein Problem? | | | |
| Sehen Sie einen Zusammenhang zwischen Salmonellenstatus und Produktionsdaten in Ihrem Betrieb? | | | |
| Wurden in Ihrem Betrieb bereits Maßnahmen zur Salmonellenreduzierung durchgeführt? | | | |
| Sind in Ihrem Betrieb Maßnahmen zur Salmonellenreduzierung geplant? | | | |
| Nutzen Sie Ihren EDV- Zugang (Passwort), um die Daten aus der QS-Salmonellen-Datenbank einzusehen? | | | |
| Wurden im Bestand in den letzten 3 Monaten Salmonellen bakteriologisch im Kot nachgewiesen? | | | |
| Sind Sie dazu bereit, an weiterführenden Untersuchungen teilzunehmen? | | | |

Anlage 1 Schweinehaltung im Freien

Auslaufhaltung

1. Größe der Auslauffläche(gesamt) : m²
2. Größe des Auslaufs für eine begrenzte Tierzahl: m²
3. Anzahl der Tiere pro Auslauf: Schweine
4. Ist der Boden komplett befestigt?
nein ja
5. Hat die Auslauffläche eine komplette Überdachung?
nein ja
6. Wird die Auslauffläche von verschiedenen Tiergruppen (Sauen/Mastschweine) gleichzeitig benutzt?
nein ja
7. Gibt es Vogelschutznetze?
Vogelschutznetze schützen alle Auslaufflächen
teilweise sind Vogelschutznetze vorhanden
Vogelschutznetze sind nicht vorhanden
8. Wo findet die Fütterung statt?
außen
innen
teilweise im Freien, teilweise im Gebäude
nicht bekannt
9. Woher kommt das Tränkewasser?
Stadtwasser
Brunnen – die chemische Zusammensetzung wurde untersucht und entspricht Trinkwasserqualität
Brunnen – die mikrobiologische Zusammensetzung wurde und entspricht Trinkwasserqualität
Brunnen – die chemische Zusammensetzung wurde untersucht und entspricht **nicht** Trinkwasserqualität
Brunnen – die mikrobiologische Zusammensetzung wurde und entspricht **nicht** Trinkwasserqualität
Brunnen – zur Wasserqualität gibt es kein Untersuchungsergebnis.
nicht bekannt
10. Habe die Tiere ansonsten noch Zugang zu Wasser (z.B. Bach/Teich)?
nein ja n.b.
11. Gibt es eine Suhle, Pfützen oder sumpfiges Gelände im Auslauf?
nein (nie) ja (immer oder zeitweise) n.b.

Freilandhaltung

1. Größe der Fläche(gesamt) : m²
2. Größe der Fläche für eine begrenzte Tierzahl: m²
3. Anzahl der Tiere pro begrenzte Fläche:
4. Wird die Fläche von verschiedenen Tiergruppen (Sauen/Mastschweine) gleichzeitig genutzt?
nein ja nicht bekannt
5. Gibt es eine Suhle, Pfützen oder sumpfiges Gelände auf der Fläche?
nein (nie) ja (Immer oder zeitweise) nicht bekannt
6. Wo findet die Fütterung statt?
außen
innen
teilweise im Freien, teilweise im Gebäude
nicht bekannt
7. Woher kommt das Tränkewasser?
Stadtwasser
Brunnen – die chemische Zusammensetzung wurde untersucht und entspricht Trinkwasserqualität
Brunnen – die mikrobiologische Zusammensetzung wurde und entspricht Trinkwasserqualität
Brunnen – die chemische Zusammensetzung wurde untersucht und entspricht **nicht** Trinkwasserqualität
Brunnen – die mikrobiologische Zusammensetzung wurde und entspricht **nicht** Trinkwasserqualität
Brunnen – zur Wasserqualität gibt es kein Untersuchungsergebnis.
nicht bekannt
8. Haben die Tiere ansonsten noch Zugang zu Wasser (z. B. Bach/Teich)?
nein ja nicht bekannt

Anlage 2 Quarantäne

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| Erhebung nur wenn eine Quarantäne durchgeführt wird: | | Jung(sauen) | Eber | sonstige |
| | a) Dauer der Quarantäne: | ■ Tage | ■ Tage | ■ Tage |
| | b) Erfolgt die Quarantäne in einem separaten Gebäude? | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, ohne Ausnahmen | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, ohne Ausnahmen | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, ohne Ausnahmen |
| | c) Werden Arbeitsgeräte, die im Quarantänestall eingesetzt werden, auch in anderen Betriebsbereichen benutzt? | <input type="checkbox"/> nein, ohne Ausnahmen <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein, ohne Ausnahmen <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein, ohne Ausnahmen <input type="checkbox"/> ja |
| | d) Wird beim Betreten und Verlassen des Quarantänestalls die Kleidung gewechselt? | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, ohne Ausnahmen | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, ohne Ausnahmen | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, ohne Ausnahmen |
| | e) Werden während der Quarantäne Tiere in den Quarantänestall zugestellt? | <input type="checkbox"/> nein, ohne Ausnahmen <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein, ohne Ausnahmen <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein, ohne Ausnahmen <input type="checkbox"/> ja |
| | f) Erhalten die Tiere während der Quarantäne eine Salmonellenschutzimpfung? | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> unterschiedlich | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> unterschiedlich | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> unterschiedlich |
| | g) Werden die Tiere in der Quarantäne mit Antibiotika behandelt? | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, regelmäßig <input type="checkbox"/> unterschiedlich | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, regelmäßig <input type="checkbox"/> unterschiedlich | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, regelmäßig <input type="checkbox"/> unterschiedlich |
| h) Werden während der Quarantäne Salmonellenuntersuchungen durchgeführt? | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Kotproben bei Ankunft <input type="checkbox"/> Kotproben zum Ende <input type="checkbox"/> Blutproben bei Ankunft <input type="checkbox"/> Blutproben zum Ende <input type="checkbox"/> unterschiedlich | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Kotproben bei Ankunft <input type="checkbox"/> Kotproben zum Ende <input type="checkbox"/> Blutproben bei Ankunft <input type="checkbox"/> Blutproben zum Ende <input type="checkbox"/> unterschiedlich | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Kotproben bei Ankunft <input type="checkbox"/> Kotproben bei Ende <input type="checkbox"/> Blutproben bei Ankunft <input type="checkbox"/> Blutproben zum Ende <input type="checkbox"/> unterschiedlich | |

Konsequenzen **positiver** Salmonellenergebnisse der Quarantänegruppe

| Konsequenzen | Einzeltier | Quarantänegruppe | Bestand |
|--------------------|------------|------------------|---------|
| Tötung | | | |
| Schlachtung | | | |
| Behandlung | | | |
| Keine Konsequenzen | | | |

Anlage 3 Hygieneschleuse

1. Ist eine Abgrenzung zwischen unreiner Seite und reiner Seite erkennbar?
 eine Markierung zeigt die Grenze zwischen reiner und unreiner Seite an
 um von der unreinen zur reinen Seite zu gelangen muss ein Hindernis passiert werden
 eine Grenze ist nicht erkennbar

2. Zustand der Hygieneschleuse:
 übersichtlich aufgeräumt unaufgeräumt, vollgestellt
 sauber verschmutzt

3. Sind Desinfektionswannen/- matten für Schuhwerk aufgestellt?
 nein
 ja
 es gibt eine Stiefelreinigungsanlage.

4. Wie oft die Hygieneschleuse gereinigt und desinfiziert?

| hofwärtige Seite | | | stallwärtige Seite | |
|------------------|---|--------------|--------------------|---|
| R | D | | R | D |
| | | täglich | | |
| | | wöchentlich | | |
| | | unregelmäßig | | |
| | | nie | | |

5. Wann wird die Hygieneschleuse gereinigt und desinfiziert?

| hofwärtige Seite | | | stallwärtige Seite | |
|------------------|---|--|--------------------|---|
| R | D | | R | D |
| | | vor jeder Neubestallung | | |
| | | nach jedem Besuch betriebsfremder Personen | | |
| | | unregelmäßig | | |
| | | trifft nicht zu | | |
| | | nie | | |

6. Erfolgt nach der Reinigung **immer** eine Desinfektion?
 nein ja nicht bekannt

6. Erfolgt eine Desinfektion **nur** nach vorangegangener Reinigung?
 nein ja nicht bekannt

Anlage 4 Arbeitsschritte bei Reinigung und Desinfektion

| Arbeitsschritt | | dabei | nein | ja | n. b. |
|----------------|---------------------------------------|--|------|----|-------|
| 1 | alle Tiere aus dem Abteil entfernt | | | | |
| 2 | Mechanische Reinigung besenrein | | | | |
| | | Fäkalien entfernt | | | |
| | | Futterreste entfernt | | | |
| | | Staub und Spinnweben von Wänden und Decke entfernt | | | |
| | | Wasser aus Behältern des Tränkesystems abgelassen | | | |
| 3 | Einweichen der Oberflächen | | | | |
| | | warmes Wasser | | | |
| | | Hochdruck 100-120 bar | | | |
| | | Reinigungsmittel | | | |
| 4 | Spülen | | | | |
| 5 | Trocknen, Lüften | | | | |
| 6 | Aufheizen auf Raumtemperatur | | | | |
| 7 | Ansatz des Desinfektionsmittels | vor jedem Einsatz frisch | | | |
| | | Handwarmes Wasser | | | |
| | | Konzentration nach Herstellerangabe | | | |
| | | Ansatz im Fass (200 l) | | | |
| | | automatische Beimengung | | | |
| | | Funktionsfähigkeit des Dosierers | | | |
| 8 | Desinfektion | | | | |
| | | Mittel aus DVG-Liste | | | |
| | | verschiedene Mittel | | | |
| | | Einwirkdauer nach Herstellerangabe | | | |
| | | angegebene Menge eingehalten | | | |
| 9 | Abspülen der Desinfektionsmittelreste | | | | |
| | | | | | |
| 10 | Dokumentation | | | | |

Anlage 5: Geographische Aspekte

| | im Umkreis von | | | Tierarten |
|---|----------------|----------|----------|-----------|
| | r = 1 km | r = 2 km | r = 5 km | |
| Anzahl Schweinezuchtbestände | | | | |
| Anzahl Schweinemastbestände | | | | |
| Schweineanzahl | | | | |
| Anzahl Geflügelhaltungen | | | | |
| Geflügelanzahl | | | | |
| Anzahl der Haltungen von Rindern, Schafen, Ziegen, Pferden | | | | |
| Wild- und Zootierhaltungen | | | | |
| Gewässer mit Wasservögeln | | | | |
| Kläranlagen | | | | |
| Schlachtbetriebe | | | | |
| Verarbeitungsbetriebe | | | | |
| TKBA | | | | |
| Mülldeponien, Kompostierungsanlagen | | | | |
| Biogasanlagen | | | | |

bearbeitet wurden:

- A. Allgemeiner Teil
- B. Sauen und Ferkel
- C. Management im Mastbereich
- D. Haltungs- und Fütterungsmerkmale homogener Tiergruppen
- E. Hygiene
- F. Salmonellen
- Anlage 1 Schweinehaltung im Freien
- Anlage 2 Quarantäne
- Anlage 3 Hygieneschleuse
- Anlage 4 Vorgehensweise bei Reinigung und Desinfektion
- Anlage 5 geographische Aspekte

Datum der Befragung:

Interviewer-ID:

Besonderheiten des Betriebes:

EDV-Eingabe durch:

EDV-Eingabe am:

Berechnungen durch:

Berechnungen am:

Danksagung

Herrn **Prof. Dr. Günter Klein** danke ich für die Überlassung dieses interessanten und abwechslungsreichen Themas sowie für die Möglichkeit, die Arbeit darin vollkommen frei zu gestalten.

Ebenfalls danken möchte ich Herrn **Prof. Dr. Thomas Blaha** für die herzliche Aufnahme im "Team Bakum". Sein stets offenes Ohr für alle Fragen und Probleme sowie auch seine Unterstützung im Hintergrund waren substanziell, um diese Dissertation jetzt zum Abschluss zu bringen.

Mein besonderer Dank gilt Frau **Dr. Diana Meemken** und Herrn **Vitus Buntenkötter**, die nicht nur mit viel Geduld meine Höhen und Tiefen ertrugen, sondern auch immer mit einem freundlichen, aufbauenden Wort zur Stelle waren und mir den Rücken frei hielten.

Ein riesengroßes und aus tiefstem Herzen kommendes "Danke!" geht an die **Bakumer-Mädels** (Dr. Birgit Brockers, Dr. Juliane Nobmann, Dr. Christina Nathues, Dr. Miriam Ostmeier, Dr. Johanna Meyer-Hamme, Stefanie Döhring, Henrike Wöste), durch die es nicht nur sehr viel Spaß "*an der Arbeit*", sondern vor allem auch "*bei der Arbeit*" gegeben hat. Durch euch wurde die Zeit in Bakum ein unvergessliches und geniales Erlebnis!

Danken möchte ich auch **Mechthild Sieve** und **Mechthild Busemann** für ihre großartige Unterstützung bei der Vorbeitung der Probenentnahme und der Probenbearbeitung.

Alle weiteren **Mitarbeitern und Kollegen an der Außenstelle für Epidemiologie** möchte ich ebenfalls für die stete Hilfsbereitschaft und tolle Arbeitsatmosphäre danken.

Ein herzliches Dankeschön geht an die **175 Landwirte**, die mir so bereitwillig ihre Zeit bereitgestellt haben, mich sogar öfter mit Kaffee und Kuchen verwöhnten und ohne die diese Arbeit nicht zu Stande gekommen wäre.

Der größte und herzlichste Dank geht an meine geliebten Eltern, **Fritz und Christiane Gotter**. Ohne eure Unterstützung und Liebe in allen Lebenslagen wäre ich nie soweit gekommen!

Danke!