Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

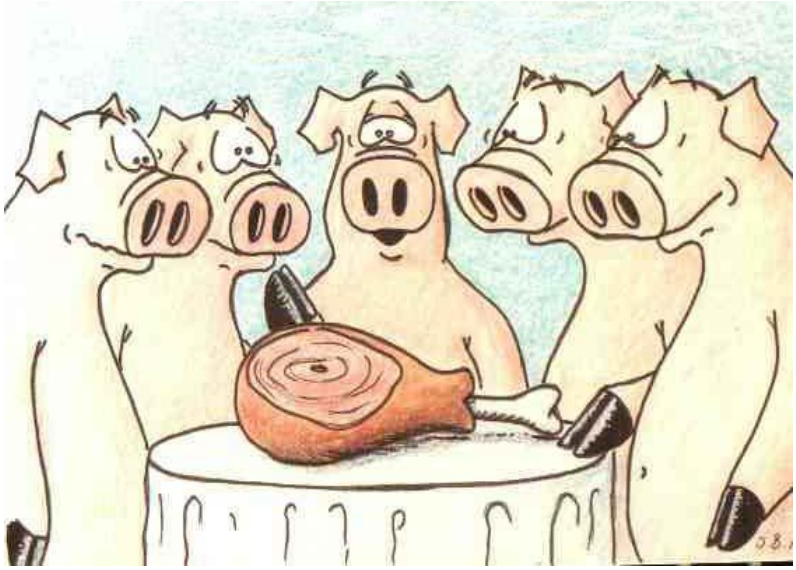
Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD

Bundesamt für Veterinärwesen BVET
Monitoring (MON)

15.07.2009

Grundlagenstudie zur Prävalenz von *Salmonella* spp. in Schlachtschweinen 2007/2008

Schlussbericht



Silke Bruhn[1]

Jürg Danuser[1]

Gudrun Overesch[2]

[1] Bundesamt für Veterinärwesen, Schwarzenburgstrasse 155, 3003 Bern

[2] ZOBA (Zentrum für Zoonosen, bakterielle Tierkrankheiten und Antibiotikaresistenz), Institut für Veterinär-Bakteriologie, Universität Bern, Vetsuisse-Fakultät, Längassstrasse 122, 3001 Bern

Inhaltsverzeichnis

Grundlagenstudie zur Prävalenz von ... 1
Salmonella spp. in Schlachtschweinen 2007/2008 ... 1
Schlussbericht ... 1
1 Zusammenfassung ... 3
2 Ausgangslage ... 4
3 Ziel der Studie ... 4
4 Material und Methoden ... 4
4.1 Grundlagen ... 4
4.2 Methode ... 5
4.3 Stichprobe ... 6
4.4 Probennahme am Schlachthof ... 6
4.5 Laboruntersuchungen ... 7
4.6 Auswertung ... 8
5 Resultate ... 8
5.1 Stichprobengrösse ... 8
5.2 Nachweis von Salmonellen ... 9
5.2.1 Prävalenzen ... 9
5.2.2 Häufigkeit der gefundenen Salmonellen-Serovare ... 9
5.3 Betriebsdaten zu den Schlachtschweinen ... 10
5.3.1 Herkunft der Schlachtschweine ... 10
5.3.2 Betriebsgrössen ... 11
5.3.3 Viehhandelsorganisation, die das jeweilige Schwein angeliefert hat ... 11
5.3.4 Label der Produktion ... 12
5.4 Anzahl Schlachthöfe sowie Anzahl Proben pro Schlachthof ... 13
5.5 Proben ... 13
5.5.1 Saisonale Schwankungen ... 13
5.5.2 Lymphknotengewichte in g ... 15
5.5.3 Uhrzeit der Probennahme am Schlachthof ... 16
5.5.4 Schlachtkörpergewicht der beprobten Schlachtschweine ... 17
5.5.5 Zeit zwischen Probennahme und Beginn Laboranalyse ... 17
5.6 Ergebnisse der Fleischsaftserologie ... 18
6 Diskussion ... 19
6.1 Allgemeines ... 19
6.2 Stichprobe ... 20
6.3 Schlachtkörpergewicht, Zeitpunkt Probennahme und Laboranalyse ... 21
6.4 Ileocaecallymphknoten ... 21
6.5 Prävalenz ... 22
6.6 Salmonellen-Serovare ... 23
6.7 Qualität Laborergebnisse ... 25
6.8 Ergebnisse der Fleischsaftserologie ... 25
6.9 Ergebnisse der Fleischsaftserologie im Vergleich zu Lymphknotenergebnissen ... 26
7 Schlussfolgerungen ... 28
8 Literatur ... 29

1 Zusammenfassung

Vom 1. Oktober 2007 bis 30. September 2008 wurde in der Schweiz eine EU-äquivalente Grundlagenstudie bei Schlachtschweinen durchgeführt, um zum einen die Häufigkeit einer aktuellen Salmonelleninfektion zum Zeitpunkt der Schlachtung festzustellen (Nachweis von Salmonellen in Ileocaecallymphknoten) und zum anderen die Prävalenz von Schlachtschweinen mit Salmonellen-Antikörpern im Fleischsaft zu bestimmen. Die Studie wurde vom Bundesamt für Veterinärwesen (BVET) in Zusammenarbeit mit den kantonalen Veterinärämtern organisiert. Insgesamt waren die 11 grössten Schweineschlachthöfe an der Studie beteiligt. Die Proben wurden von der für den jeweiligen Schlachthof zuständigen Fleischkontrolle erhoben und am ZOBA (Zentrum für Zoonosen, bakterielle Tierkrankheiten und Antibiotikaresistenz), Institut für Veterinär-Bakteriologie, Universität Bern, Vetsuisse-Fakultät, Bern untersucht.

Bei insgesamt 648 Schlachtschweinen wurden je mindestens 5 Ileocaecallymphknoten mit einem Gewicht von mindestens 25g sowie eine Muskelprobe (Hals- oder Zwerchfellmuskulatur, 3x1x1 cm gross) entnommen und kulturell und serologisch auf *Salmonella* spp. untersucht. Die Probennahme fand gleichmässig über das Probenjahr verteilt statt. Aufgrund diverser Ausschlusskriterien konnten 33 Proben nicht gewertet werden. Letztendlich wurden die Ergebnisse von 615 Schlachtschweinen (bereinigter Datensatz) in dieser Studie ausgewertet.

Die Studie war geeignet, die Prävalenz von *Salmonella* spp. bei Schlachtschweinen in der Schweiz festzustellen. In der Schweiz betrug im Jahr 2007/28008 die Salmonellen-Prävalenz bei Schlachtschweinen 2,3% mit einem 95%-Vertrauensintervall von 1.2% bis 3.8%. Am häufigsten wurden *S.* Typhimurium (5x bzw. Prävalenz von 0,8%) und *S.* Enteritidis (4x bzw. Prävalenz von 0,7%) nachgewiesen. Andere Serovare waren *S.* 4,12:i:- (2x) und je 1x *S.* Derby, *S.* Ealing, *S.* Eboko und *S.* Szentes.

In der nach denselben Vorgaben 2006/2007 in der EU durchgeführten Studie lag die Salmonellen-Prävalenz bei Schlachtschweinen bei 10.3%. Die beiden häufigsten Serovare in der EU waren *S.* Typhimurium (Prävalenz von 4.7%) und *S.* Derby (Prävalenz von 2.1%). Es folgten in absteigender Häufigkeit *S.* Rissen, *S.* 4,12:i:- und *S.* Enteritidis.

Insgesamt konnten bei 610 Schlachtschweinen die Ergebnisse der Fleischsaftserologie gewertet werden. Bei 38 Schlachtschweinen (6.2%) konnte bei einem infektiologischen cut off von OD >20% ein Kontakt mit Salmonellen sicher nachgewiesen werden. Die positiven Serologieresultate korrelierten nur schlecht mit den Salmonellen-positiven Lymphknotenergebnissen.

2 Ausgangslage

Mit der Zoonosen-Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 der EU, die 2004 in Kraft trat, wurde die Bekämpfung von Salmonellen auf andere Tierpopulationen als Zucht- und Legehennen (Mastpoulets, Truten, Schweine) sowie andere Serovare als *S.* Enteritidis ausgedehnt. Ziel ist es, eine Reduktion der Salmonelloseausbrüche beim Menschen durch die Bekämpfung der Erreger in den Tierbeständen zu erreichen. Aufgrund des bilateralen Veterinärabkommens setzt die Schweiz im Bereich der Lebensmittelhygiene und Zoonosenüberwachung die EU-Bestimmungen aequivalent um. In diesem Zusammenhang wurden die Änderungen in der Tierseuchenverordnung, die am 01.01.2007 in Kraft traten, vorgenommen und der EU-Verordnung 2160/2003/EG angepasst. Die Verordnung der EU sieht vor, dass zu Beginn eines Bekämpfungsprogramms in einer bestimmten Tierpopulation eine Grundlagenstudie zur Feststellung der aktuellen Prävalenz von *Salmonella* spp. durchgeführt wird. Aufgrund des Ergebnisses wird dann der Zielwert und die nationalen Bekämpfungsprogramme festgelegt. In den Mitgliedstaaten der EU wurde vom Herbst 2006 bis Herbst 2007 eine entsprechende Grundlagenstudie bei Schlachtschweinen durchgeführt (EFSA 2006).

3 Ziel der Studie

Ziel dieser Grundlagenstudie war es, zum einen die Prävalenz von *Salmonella* spp. in Schlachtschweinen zum Zeitpunkt der Schlachtung zu schätzen und zum anderen, den Salmonellen-Antikörperstatus bei Schlachtschweinen zum Nachweis ihres Expositionsgrades mit Salmonellen zu bestimmen. Zur Schätzung der Prävalenz von *Salmonella* spp. in Schlachtschweinen wurden die Ileocaecallymphknoten bakteriologisch auf Salmonellen und zur Bestimmung des Salmonellen-Antikörperstatus Fleischsaftproben serologisch mittels ELISA untersucht.

Diese Ziele wurden in einer EU-Studie definiert, die nach einheitliche Vorgaben in allen EU-Mitgliedsstaaten 2006/2007 durchgeführt wurde. Diese Studie sah zusätzlich noch einen dritten Teil vor: die Untersuchung der Schlachttierkörper am Ende des Schlachtprozesses mittels Kratzschwammproben zum Nachweis von Salmonellen auf der Schlachttierkörperoberfläche. Da nur die Untersuchung der Ileocaecallymphknoten auf Salmonellen Pflicht war und die Untersuchung des Fleischsaftes und/oder der Kratzschwammproben freiwillig waren, hat die Schweiz keine Kratzschwammproben genommen. Aus diesem Grund wurde in diesem Bericht auf eine Darstellung der Ergebnisse der Schlachttierkörperoberflächenuntersuchungen der beteiligten 13 Mitgliedsstaaten verzichtet. Diese können in der Literatur [4] und [5] nachgelesen werden.

4 Material und Methoden

4.1 Grundlagen

Folgende Dokumente bildeten die Grundlagen für die Planung und Durchführung der Studie:

- Richtlinie **2003/99/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates zur Überwachung von Zoonosen und Zoonosenerregern und zur Änderung der Entscheidung 90/424/EWG des Rates sowie zur Aufhebung der Richtlinie 92/117/EWG des Rates
- Verordnung (EG) Nr. **2160/2003** des Europäischen Parlaments und des Rates zur Bekämpfung von Salmonellen und bestimmten anderen durch Lebensmittel übertragbaren Zoonosenerregern
- Entscheidung der Kommission vom *29. September 2006 über eine Finanzhilfe der Gemeinschaft für eine Grundlagenerhebung in den Mitgliedstaaten über die Prävalenz von Salmonellen bei Schlachtschweinen* (**2006/668/EG**)

4.2 Methode

Vom 1. Oktober 2007 bis 30. September 2008 wurden in den 11 grössten Schweineschlachthöfen (die ca. 85% aller Schweineschlachtungen durchführen) total 648 Schlachtschweine beprobt, wobei die Anzahl Beprobungen pro Schlachthof proportional zum Schlachtumfang war. Das zu beprobende Schlachtschwein musste genusstauglich und seit mindestens 3 Monaten in der Schweiz gehalten worden sein und ein Schlachtkörpergewicht von > 50kg und < 170kg aufweisen. Um saisonale Schwankungen auszugleichen, fand die Beprobung gleichmässig über das ganze Probenjahr verteilt statt (54 Proben/Monat). Die Schlachttage, an denen beprobt wurde, sowie die zu beprobenden Mastschweine an diesem Tag wurden zufällig ausgewählt. Pro Schlachtschwein hat die Fleischkontrolle an den beteiligten Schlachtbetrieben jeweils Proben von den Ileocaecallymphknoten als auch eine Muskelprobe (Hals- oder Zwerchfellmuskulatur) entnommen. Die Ileocaecallymphknoten wurden bakteriologisch auf Salmonellen untersucht. Die Muskelproben wurden eingefroren und der Fleischsaft nach dem Auftauen serologisch auf Salmonellen-Antikörper untersucht (Fleischsaft ELISA).

Im Untersuchungsantrag für das Labor wurden folgende Angaben erhoben:

- Name und Adresse vom Tierbesitzer
- Ort, Datum und Uhrzeit der Probenerhebung
- Anzahl und Art der Proben
- Viehhandelsorganisation, die das jeweilige Schlachtschwein angeliefert hat
- Label der Produktion
- Datum der letzten Reinigung und Desinfektion vor Probennahme
- Gewicht des Schlachttierkörpers: zum einen Bestätigung mittels Ankreuzen, dass Schlachtschwein zwischen 50 und 170kg wog, zum anderen Angabe des genauen Schlachtgewichtes

Das Untersuchungsmaterial wurde zusammen mit dem Untersuchungsantrag für Salmonellen zur Analyse an das ZOBA (Zentrum für Zoonosen, bakterielle Tierkrankheiten und Antibiotikaresistenz), Institut für Veterinär-Bakteriologie, Universität Bern, Vetsuisse-Fakultät, Bern gesandt. Die Proben aus dieser Studie wurden dort jeweils Donnerstag oder Montag Vormittags nach 9h im Labor angesetzt.

4.3 Stichprobe

In der Schweiz wurden gemäss der offiziellen Fleischkontrollstatistik des BVET im Jahr 2006 insgesamt 2 801 133 Schlachtschweine geschlachtet, die lebende Schweinepopulation betrug am Stichtag 1. Mai 2006 1 631 593 Schweine. Aufgrund dieser Zahlen wurde die Stichprobengrösse nach den Vorgaben im Anhang 1 der Entscheidung **2006/668/EG** auf den Mindestprobenumfang von 600 Proben festgelegt. Der Berechnung dieser Stichprobengrösse lag eine Zielprävalenz von 50%, ein erwünschtes Vertrauensniveau von 95% und eine Genauigkeit von 5% zugrunde. Um am Ende der Studie diesen Mindestumfang sicher erreichen zu können, wurde eine Reserve von 48 Schlachtschweinen in die Stichprobe mit einbezogen. Es resultierte damit eine Stichprobe von 648 Schlachtschweinen.

In die Stichprobe wurden die grössten Schlachtbetriebe eingeschlossen, in denen mind. 80% aller Mastschweine geschlachtet wurden. Die Anzahl der zu beprobenden Mastschweine pro Schlachtbetrieb (siehe Tabelle 1) wurde proportional zum jeweiligen Schlachtumfang berechnet. Der Berechnung, wie viele Schlachtbetriebe mindestens 80% der geschlachteten Schweine abdeckten und wie die Schlachtschweine proportional zum Schlachtumfang dieser Betriebe verteilt werden mussten, lagen die Schlachtdaten vom 1. Quartal 2006 (interne Angaben BVET) zugrunde.

Tabelle 1: Probenverteilung gemäss Schlachtumfang der 11 beteiligten Schlachthöfen

KT	Code	Schlachthof	Proben total	Proben pro Monat
BS	BS	SBA Schlachtbetrieb Basel AG, Basel	144	12
SG	SG1	SBAG Schlachtbetrieb, Bazenheid	144	12
FR	FR	Micarna SA, Courtepin	108	9
LU	LU	FF Frischfleisch AG, Sursee	60	5
ZH	ZH1	Schlachtbetrieb Zürich AG, Zürich	48	4
BE	BE	Schlachthof Langnau, Langnau	36	3
VD	VD	Bell SA, 1033 Cheseaux	24	2
SG	SG2	G. Spiess AG, Berneck	24	2
SO	SO	Gehrig AG, Balsthal	24	2
ZH	ZH2	Zentralschlachthof AG, Hinwil	24	2
SZ	SZ	Reichmuth AG, Schwyz	12	1
		TOTAL	**648**	**54**

4.4 Probennahme am Schlachthof

Pro Schlachthof wurden zuerst die schlachtfreien Tage, ausgeschlossen. Die Anzahl Proben wurde auf die verbleibenden Schlachttage mittels Zufallszahlverfahren verteilt. So wurde pro Schlachthof ein Probenplan erstellt. Die zuständige Fleischkontrolle wählte an den jeweiligen Probentagen gemäss diesem Probenplan ein Schlachtschwein zufällig aus, wobei das zu beprobende Schlachtschwein genusstauglich sein und ein Schlachttierkörpergewicht von > 50kg und < 170kg aufweisen musste. Pro Schlachtschwein wurden mindestens 5 Ileocaecallymphknoten sowie ein 3x1x1 cm grosses Stück Hals- oder Zwerchfellmuskulatur entnommen. Die Proben wurden gekühlt aufbewahrt und versandt.

4.5 Laboruntersuchungen

Zum Nachweis von *Salmonella* spp. in Lymphknoten wurde die vom europäischen Referenzlabor für Salmonellen in Bilthoven (Niederlande) empfohlene Methode ISO 6579 : 2002, Anhang D („Nachweis von *Salmonella* spp. in Tierfäkalien und Proben der ersten Produktionsstufe“) angewendet. Zu diesem Zweck wurden weitgehend von Fett- und sonstigem Gewebe befreite Ileocaecallymphknoten oberflächlich durch kurzes Eintauchen in Ethanol desinfiziert und an der Luft getrocknet. Anschliessend wurde Lymphknotenmaterial zerkleinert und 25g mit 225ml erwärmtem, gepuffertem Peptonwasser (GPW) in einem Stomacher homogenisiert. Sofern weniger als 25g Probenmaterial zur Verfügung stand, wurde GPW in einem Verhältnis von 1:10 verwendet. Die Suspension wurde für 18h (±2h) bei 37°C (±1°C) unter aeroben Bedingungen bebrütet. 100µl der bebrüteten Suspension wurden anschliessend in 3 Tropfen auf modifiziertem, semisolidem Rappaport-Vassiliadis-Nährboden (MSRV) aufgebracht und bis zu 48 h (±3h) bei 41,5°C (±1°C) aerob bebrütet. Sofern sich auf dem Nährboden nach der Bebrütung eine Schwärmzone gebildet hatte, wurde vom Rand dieser Schwärmzone Kulturmaterial auf zwei Selektivnährböden für Salmonellen (Xylose-Lysin-Desoxycholat Agar (XLD-Agar) und Chromogener Salmonellen-Agar) überimpft. Die Selektivnährböden wurden 24h (±3h) bei 37°C (±1°C) aerob bebrütet und anschliessend auf Salmonellen-verdächtige Kolonien abgelesen. Verdächtige Kolonien wurden auf einem nicht selektiven Nährboden subkultiviert und biochemisch auf *Salmonella* spp. überprüft. Beim Nachweis von *Salmonella* spp. wurden die Isolate serologisch nach dem Kauffmann White Schema typisiert. Alle typisierbaren Salmonellen, bis auf *S.* Szentes, wurden im ZOBA selbst bestimmt, nicht typisierbare Isolate wurden zur Typisierung an das NENT (Nationales Zentrum für enteropathogene Bakterien, Luzerner Kantonsspital Luzern, 6000 Luzern 16) weitergeleitet.

Ein Schlachtschwein galt als positiv, wenn *Salmonella* spp. in den eingesandten Lymphknoten nachgewiesen wurden.

Ferner wurden alle im Rahmen dieser Studie nachgewiesenen Salmonellenstämme auf Antibiotikaresistenzen untersucht. Die Ergebnisse können im separaten Jahresbericht Antibiotikaresistenz unter www.bvet.admin.ch nachgelesen werden.

Für die serologische Untersuchung wurden Muskelproben in Fleischsaftbehältern (Salmostore®, Labor Diagnostik Leipzig) gesammelt und bis zur Untersuchung bei -20°C gelagert. Nach dem Auftauen wurde der in den Röhrchen der Fleischsaftbehälter gesammelte Fleischsaft unmittelbar zur weiteren Untersuchung eingesetzt. Die Bestimmung auf Salmonellen-Antikörper im Fleischsaft wurde mittels eines kommerziellen Testkits (Salmotype Pig Screen® ELISA, Labor Diagnostik Leipzig) vorgenommen. Mit diesem Test werden Antikörper gegen die O-Antigene 1, 4, 5, 6, 7 und 12 erfasst. Damit deckt er laut Hersteller-Angaben >90 % der beim Schwein vorkommenden Salmonellen-Serovare ab. Die Mikrotiterplatten sind mit Salmonella-Antigen beschichtet. Vorverdünnte Fleischsaftproben (1:10) sowie testkitinterne Positiv- und Negativkontrollen wurden für 1h bei Raumtemperatur inkubiert. Nichtgebundene Antikörper wurden durch Waschen der Platten entfernt. Das hinzugefügte Antikörper-Enzymkonjugat konnte in einem zweiten Inkubationsschritt (30 min bei Raumtemperatur) mit antigengebundenen Antikörpern reagieren. Ungebundenes Konjugat wurde wiederum durch Waschen entfernt. Nach Hinzugabe und Inkubation (10 min bei Raumtemperatur) einer Enzymsubstrat-Chromogenlösung erfolgte die Farbentwicklung durch antikörpergebundenes Enzym. Die Farbreaktion wurde gestoppt und die optischen Dichten (OD) photometrisch bestimmt. Zur Auswertung wurden die

Mittelwerte der Positiv- (PK) und Negativkontrollen (NK) ermittelt und der Proben-OD%-Wert nach folgender Formel berechnet: $\frac{(OD_{Probe} - MWOD_{NK})}{(MWOD_{PK} - MWOD_{NK})} \times 72{,}1 OD\%$

Für die Bewertung der Proben wurde zum einen mit folgenden, infektiologischen cut off-Werten gearbeitet:

OD%-Wert < 10: negativ

OD%-Wert von 10 bis < 20: fraglich

OD%_Wert ≥20: positiv.

Zudem wurden folgende cut off-Werte nach dem Vorbild der Bestandesbewertung des deutschen und dänischen Monitoringplanes verwendet:

OD%-Wert < 40: negativ

OD%-Wert ≥ 40: positiv

4.6 Auswertung

Die Erhebungsrapporte und Untersuchungsberichte wurden zentral am Bundesamt für Veterinärwesen ausgewertet. Die Bereinigung der Rohdaten erfolgte analog den Vorgaben der EFSA zur Bereinigung der Datensätze aus der Grundlagenstudie der Mitgliedstaaten. Es wurden dieselben Ausschlusskriterien verwendet [6]. Zudem wurden unsauber verpackte Proben grundsätzlich aus dieser Studie ausgeschlossen, da bei einem positiven Ergebnis eine Kontamination nicht sicher ausgeschlossen werden konnte.

Im Gegensatz zu den Prävalenzangaben der EU wurde die Prävalenz in der Schweiz nicht für unterschiedliche, proportionale Häufungen der Probennahmen in den Schlachthöfen oder für die Produktion der Schlachthöfe korrigiert. Die angegebenen Werte stellen somit den Anteil positiver Proben an der Gesamtzahl der Proben dar.

Für den Vergleich der Ergebnisse aus der Fleischsaftserologie mit den bakteriologischen Lymphknotenresultaten wurde die Übereinstimmung der beiden Testverfahren mit dem Kappa-Koeffizienten geprüft.

5 Resultate

5.1 Stichprobengrösse

Von den 648 genommenen Proben wurden 33 Proben gemäss den Ausschlusskriterien der Studie aus folgenden Gründen ausgeschlossen: Probengewicht von mind. 15g nicht erreicht (23x), Dauer zwischen Probennahme und Laboruntersuchung > 100h (5x), unsauber verpackte Proben (2x), Probenmaterial waren keine Lymphknoten (2x), Dauer zwischen Probennahme und Ankunft im Labor > 72h (1x)). Es konnten insgesamt 615 Datensätze in die Auswertung eingeschlossen werden. Die notwendige Stichprobengrösse von 600 Schlachtschweinen, um die Salmonellen-Prävalenz bei Schlachtschweinen mit einem Vertrauensniveau von 95% und innerhalb der Vorgabe der Genauigkeit von 5% schätzen zu können, wurde somit erreicht.

Ein Vergleich der Stichprobe mit den Schlachtdaten der Fleischkontrollstatistik des BVET vom Jahr 2007 zeigte, dass in den 11 ausgewählten Schlachthöfen im Jahr 2007 86,7%, aller Schlachtschweine

geschlachtet wurden und die Anzahl der zu beprobenden Schlachtschweine pro Schlachtbetrieb mit kleineren Abweichungen den Berechnungen aufgrund der Schlachtdaten des 1. Quartals 2006 entsprach. Die Vorgaben, dass mind. 80% der geschlachteten Schweine in dieser Studie mit eingeschlossen und die Probenanzahl proportional zum Schlachtumfang der beteiligten Schlachthöfe verteilt sein sollten, wurde somit ebenfalls erfüllt. Der Schlachtumfang pro Jahr der beteiligten Schlachthöfe betrug zwischen 30‘000 und 550‘000 Schlachtschweinen.

5.2 Nachweis von Salmonellen

5.2.1 Prävalenzen

Die Prävalenz von Salmonellen bei Schlachtschweinen betrug 2.3% mit einem 95%-Vertrauensintervall von 1.2% bis 3.8% und einer Genauigkeit von 1.2%. Die Prävalenz von *S.* Typhimurium bei Schlachtschweinen betrug 0.8% mit einem 95%-Vertrauensintervall von 0.3% bis 1.9%. Die Prävalenz von *S.* Derby bei Schlachtschweinen betrug 0.2% mit einem 95%-Vertrauensintervall von 0.005% bis 0.9%. Die Prävalenz von Salmonellen andere als *S.* Typhimurium oder S. Derby bei Schlachtschweinen betrug 1,5% mit einem 95%-Vertrauensintervall von 0.7% bis 2.8%. Erwähnenswert unter letzteren ist *S.* Enteritidis, dessen Prävalenz von 0.7% mit der von *S.* Typhimurium vergleichbar ist.

5.2.2 Häufigkeit der gefundenen Salmonellen-Serovare

Insgesamt waren 14 Schlachtschweine *Salmonella* spp. positiv. Da bei einem Schlachtschwein zwei Serovare (*S.* Typhimurium und *S.* Szentes) gleichzeitig gefunden wurden, sind es insgesamt 15 Salmonellenstämme, die in dieser Studie nachgewiesen wurden. Die im Rahmen dieser Studie aufgetretenen Serovare sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: im Rahmen dieser Studie gefundene Salmonellen-Serovare

	Anzahl	**in %**
S. Typhimurium	5	33.3
S. Enteritidis	4	26.7
S. 4,12:i:-	2	13.3
S. Derby	1	6.7
S. Ealing	1	6.7
S. Szentes	1	6.7
S. Eboko	1	6.7
Total	**15**	

5.3 Betriebsdaten zu den Schlachtschweinen

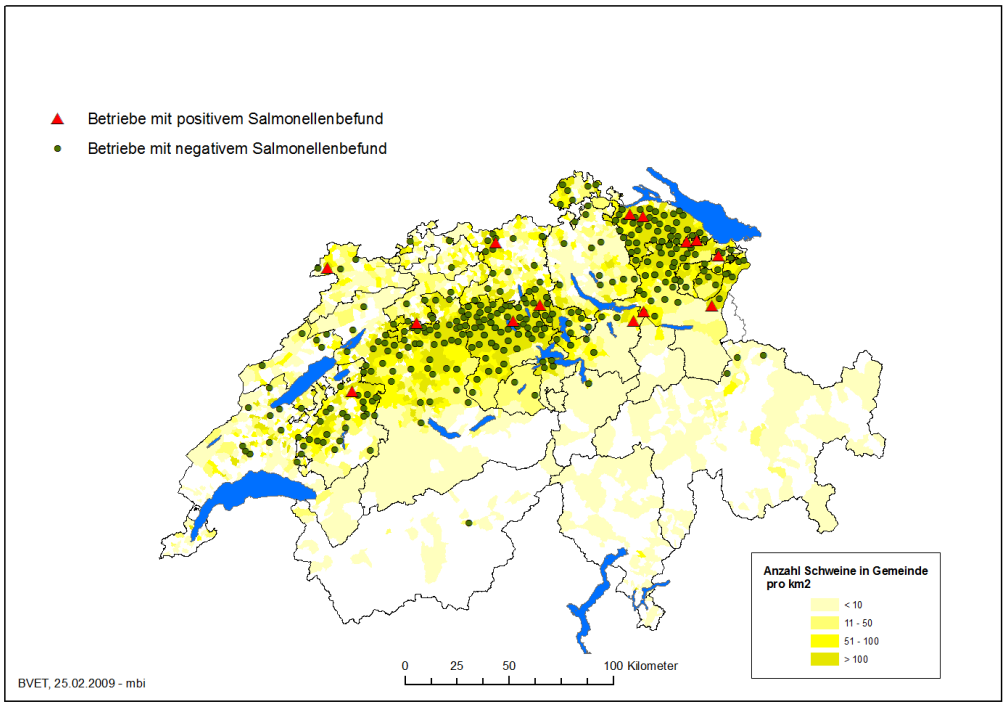
5.3.1 Herkunft der Schlachtschweine

Die 615 zufällig ausgewählten Schlachtschweine stammten von insgesamt 514 verschiedenen Herkunftsbetrieben. Pro Herkunftsbetrieb wurde jeweils bei nicht mehr als einem Schwein Salmonellen in den Ileocaecallymphknoten kulturell nachgewiesen. Somit wurde bei 14 von 514 Betrieben Salmonellen nachgewiesen, was eine Betriebsprävalenz von 2.7% ergibt. Tabelle 3 zeigt, wie viele Herkunftsbetriebe wie oft beprobt wurden. Abbildung 1 zeigt die geografische Verteilung der 514 Herkunftsbetriebe der 615 gewerteten Schlachtschweine. Im Hintergrund der Karte ist die Schweinedichte hinterlegt. Es ist gut ersichtlich, dass die beprobten Schweine überwiegend aus Regionen mit der höchsten Schweinedichte stammten und somit die Schweinepopulation insgesamt in dieser Studie gut repräsentiert wurde.

Tabelle 3: Anzahl Herkunftsbetriebe und wie oft wie viele Betriebe mehrfach beprobt wurden

Häufigkeit Beprobungen pro Herkunftsbetrieb	1x	2x	3x	4x	5x	6x	**Total**
Anzahl Herkunftsbetriebe	440	56	13	2	2	1	**514**
Anzahl positive Herkunftsbetriebe	11	1	2	0	0	0	**14**

Abbildung 1: Geografische Verteilung der Herkunftsbetriebe von den gültig beprobten Schlachtschweinen (Betriebe negativ (grüne Punkte), Betriebe positiv (rote Dreiecke)).



5.3.2 Betriebsgrössen

Wie viele Betriebe in der Schweiz in welcher Grössenkategorie vorkommen (AGIS-Daten, Stand 2007) und wie viele dieser Betriebe letztendlich zufällig in dieser Studie mit eingeschlossen waren, ist in Tabelle 4 dargestellt. Insgesamt waren die grösseren Betriebe mit mehr als 501 Tieren deutlich übervertreten, so dass die Studie die Situation bezüglich der Betriebsgrösse nicht proportional wiedergibt. Positive Betriebe wurden in allen Betriebsgrössenkategorien gefunden, wobei in den Kategorien am meisten positive Betriebe gefunden wurden, in denen auch am meisten Betriebe beprobt wurden.

Tabelle 4: Betriebsgrössen der Schlachtschweinebetriebe

	≤10 Tiere	≤100 Tiere	≤500 Tiere	≤1000 Tiere	>1001 Tiere
Anzahl Betriebe in der Schweiz	2568	4174	3138	601	147
Relative Häufigkeit	24%	39%	30%	6%	1%
Anzahl Betriebe in dieser Studie	25	81	236	113	40
Relative Häufigkeit	5%	16%	48%	23%	8%
Anzahl positive Betriebe	2	2	5	4	1

5.3.3 Viehhandelsorganisation, die das jeweilige Schwein angeliefert hat

Bei 599 Schweinen liegen Informationen zur Viehhandelsorganisation vor, die das Schwein zum Schlachthof anlieferte. Bei 16 Schweinen fehlte diese Angabe auf dem Fragebogen. Insgesamt wurden 71 verschiedene Organisationen genannt. Die 14 positiven Schlachtschweine verteilten sich auf 8 verschiedene Viehhandelsorganisationen. Da die Schweine zufällig ausgewählt wurden, ist auch die Verteilung über die verschiedenen Viehhandelsorganisationen zufällig. Leider liegen keine Daten vor, wie gross die einzelnen Viehhandelsorganisationen sind, so dass im Rahmen dieser Studie nicht beurteilt werden kann, ob die Anzahl Nennungen proportional zur Grösse der jeweiligen Viehhandelsorganisation ist. In Tabelle 5 ist dargestellt, wie häufig jeweils die insgesamt 71 Viehhandelsorganisationen im Rahmen dieser Studie beprobte Schlachtschweine an beteiligte Schlachthöfe angeliefert haben und wo Salmonellen positive Schlachtschweine auftraten.

Tabelle 5: Anzahl und Häufigkeit der einzelnen Viehhandelsorganisationen sowie Verteilung der positiven Schlachtschweine

Häufigkeit der Nennungen je Viehhandelsorganisationen	**130x**	**52x**	**51x**	**48x**	**42x**	**39x**	**18x**	**17x**	**16x**
Anzahl Viehhandelsorganisationen	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Anzahl Viehhandelsorganisation mit positiven Schlachtschweinen	1	1	1	0	1	1	0	0	0
Anzahl Schlachtschweine	130	52	51	48	42	39	18	34	16
Anzahl positive Schlachtschweine	4	3	1	0	2	1	0	0	0

Häufigkeit der Nennungen je Viehhandelsorganisationen	**9x**	**8x**	**7x**	**6x**	**5x**	**4x**	**3x**	**2x**	**1x**	**Total**
Anzahl Viehhandelsorganisation	1	1	5	6	2	2	4	11	29	71
Anzahl Viehhandelsorganisation mit positiven Schlachtschweinen	0	0	1	1	0	0	1	0	0	8
Anzahl Schlachtschweine	9	8	35	35	10	8	12	22	29	599
Anzahl positive Schlachtschweine	0	0	1	1	0	0	1	0	0	14

5.3.4 Label der Produktion

Bei 589 Schweinen liegen Informationen zum Produktionslabel vor, bei 26 Schweinen fehlte diese Angabe auf dem Fragebogen. Insgesamt wurden 10 verschiedene Label genannt. Wie häufig die einzelnen Labels vertreten waren, ist in Tabelle 6 ersichtlich. Da die Schweine zufällig ausgewählt wurden, ist auch die Verteilung über die verschiedenen Labels zufällig. Leider liegen keine Daten vor, wie häufig die einzelnen Labels bei Schweinen vorkommen, so dass im Rahmen dieser Studie nicht beurteilt werden kann, ob die Anzahl Nennungen proportional zum Umfang der jeweiligen Produktionslabel sind.

Tabelle 6: Anzahl und Häufigkeit der verschiedenen Produktionslabel

	Anzahl Schweine	Anteil des Labels	Anzahl positive Schweine	Anteil positive
Qualitätsmanagement Schweizer Fleisch	418	68%	9	2.2%
Coop Naturafarm	78	13%	2	2.6%
IP-Suisse	38	6%	1	2.6%
M7	26	4%	1	3.8%
AgriNatura	7	1.1%	0	_
Q-Swiss Quality	7	1.1%	0	_
Coop Naturaplan	5	0.8%	0	_
BioSuisse	4	0.7%	0	_
Suisse Garantie	3	0.5%	0	_
Terra Suisse	3	0.5%	1	_
Kein Label	26	4%	0	_

5.4 Anzahl Schlachthöfe sowie Anzahl Proben pro Schlachthof

Insgesamt waren 11 Schlachthöfe an dieser Studie beteiligt. In den meisten Schlachthöfen wurden weniger als 50 Proben in dem Probejahr genommen (siehe Tabelle 7). Die Anzahl Proben variierte zwischen 11 und 141 Proben pro Schlachthof. Die meisten positiven Schlachtschweine wurden dort gefunden, wo auch am meisten Schlachtschweine beprobt wurden.

Tabelle 7: Anzahl Proben pro Schlachthof

Anzahl Proben pro Schlachthof	<50	50-99	100-149
Anzahl Schlachthöfe	7	1	3
Relative Häufigkeit (%)	64	9	27
Anzahl Schlachthöfe mit positiven Schlachtschweinen	1	1	3
Anzahl positive Schlachtschweine	2	2	10

5.5 Proben

5.5.1 Saisonale Schwankungen

Die Beprobungen fanden vom 01. Oktober 2007 bis 30. September 2008 gleichmässig über das Probenjahr verteilt statt. Im 1. Quartal wurden 6 positive Proben, im 2. Quartal 2, im 3. Quartal keine und

im 4. Quartal 6 positive Proben gefunden. Tabelle 8a und Tabelle 8b sowie Grafik 2a und Grafik 2b zeigen, wie sich die 615 Proben auf die Einzelmonate resp. Quartale verteilen.

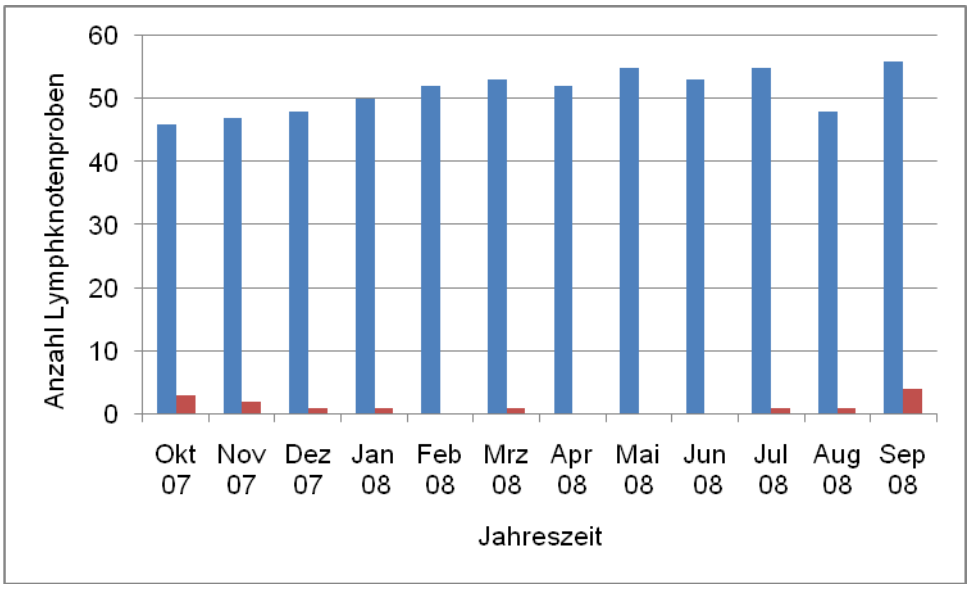
Tabelle 8a: Anzahl Proben und Anteil pro Monat

Monat	**Okt**	**Nov**	**Dez**	**Jan**	**Feb**	**Mrz**	**Apr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Aug**	**Sep**
Anzahl Proben	46	47	48	50	52	53	52	55	53	55	48	56
Anteil in Prozent	7.5	7.6	7.8	8.1	8.5	8.6	8.5	8.9	8.6	8.9	7.8	9.1
Anzahl positive Proben	3	2	1	1	0	1	0	0	0	1	1	4

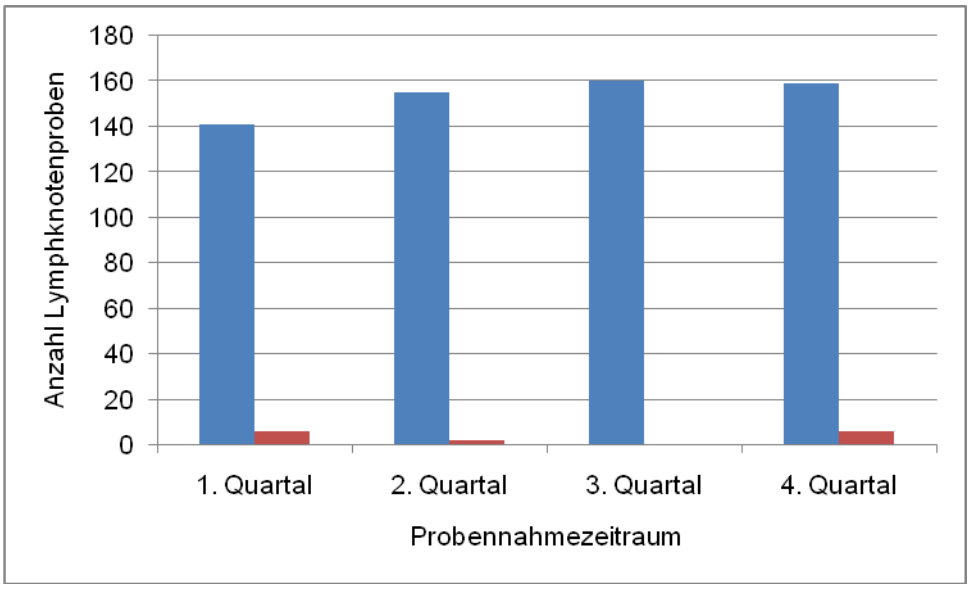
Tabelle 8b: Anzahl Proben und Anteil pro Quartal
(1. Quartal = Okt-Dez07, 2. Quartal = Jan-Mrz08, 3. Quartal = Apr-Jun08, 4. Quartal = Jul-Sep08)

Quartal	**1. Quartal**	**2. Quartal**	**3. Quartal**	**4. Quartal**
Anzahl Proben	141	155	160	159
Anteil in Prozent	22.9	25.2	26.0	25.9
Anzahl positive Proben	6	2	0	6
Anteil positive Proben in Prozent	4.2	1.3	0	3.8

Grafik 2a: Anzahl Lymphknotenproben insgesamt (blau) sowie positive Proben (rot) pro Monat



Grafik 2b: Anzahl Lymphknotenproben insgesamt (blau) sowie positive Proben (rot) pro Quartal



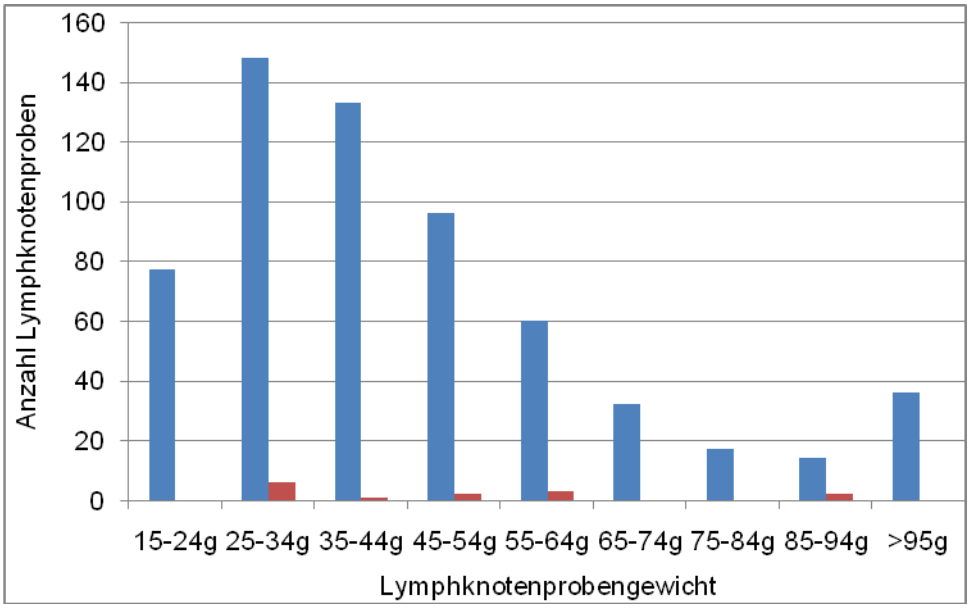
5.5.2 Lymphknotengewichte in g

Die Lymphknotengewichte divergierten sehr stark zwischen 15g und 197.2g. Bei zwei Proben von den 615 gültigen Proben wurde das Probengewicht nicht notiert. Da die Proben untersucht wurden, wogen sie jedoch mindestens 15g. Knapp die Hälfte der 613 Proben mit Angabe des exakten Probengewichts wies das ideale Probengewicht von 25-40g auf, 42% der Proben lagen darüber. Tabelle 9 und Grafik 3 zeigen, dass bei den Proben mit höherem Gewicht viele Proben bis 65g wogen, aber auch einige Proben das ideale Probengewicht von 25g weit überschritten. Der Median der Lymphknotenproben lag bei 40.7g, der Mittelwert bei 47.2g.

Tabelle 9: Anzahl Proben und Anteil pro 10g-Lymphknotengewichte-Intervall

Lymphknotengewicht	15-24g	25-34g	35-44g	45-54g	55-64g	65-74g	75-84g	85-94g	>95g
Anzahl Proben	77	148	133	96	60	32	17	14	36
Anteil in Prozent	13	24	22	16	10	5	3	2	6
Anzahl positive Proben	0	6	1	2	3	0	0	2	0

Grafik 3: Anzahl Proben insgesamt (blau) sowie positive Proben (rot) pro 10g-Lymphknotengewicht-Intervall



5.5.3 Uhrzeit der Probennahme am Schlachthof

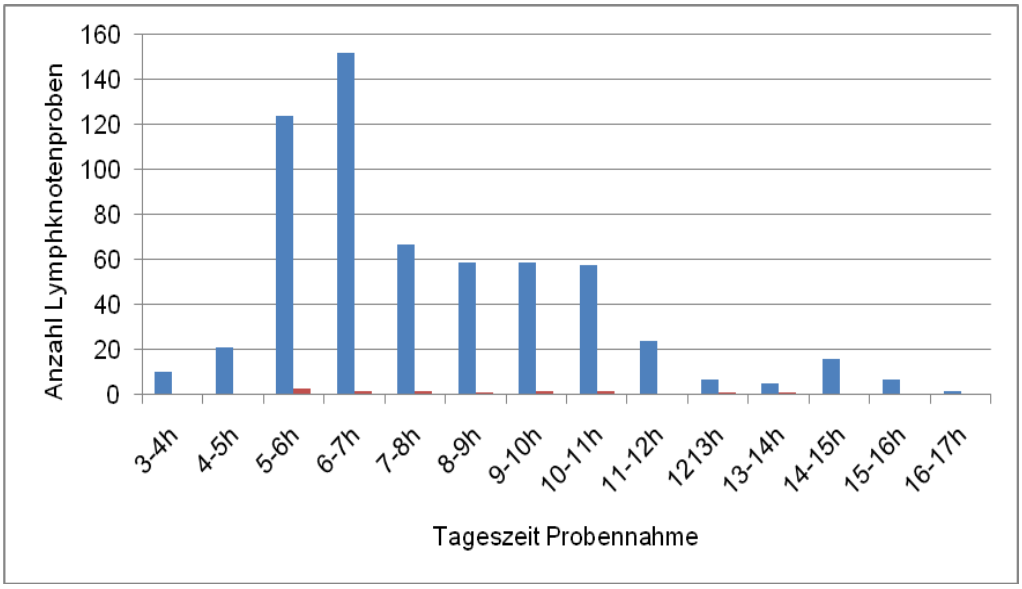
Die meisten Proben wurden am Vormittag genommen, lediglich 10% der Proben wurden nach 11:00h genommen. Knapp die Hälfte der Schlachtschweine wurden zwischen 5:00h und 7:00h beprobt. Zu welcher Uhrzeit wie viele Schlachtschweine beprobt wurden, zeigen die Tabelle 10 und Grafik 4. Bei 4 Proben fehlte die Angabe der Probennahmezeit auf dem Untersuchungsantrag, so dass hier die Daten von 611 Proben berücksichtigt sind.

Tabelle 10: Anzahl Proben und Anteil pro Probennahmezeit in 1-stündigem Zeitintervall

Uhrzeit	3-4h	4-5h	5-6h	6-7h	7-8h	8-9h	9-10h	10-11h
Anzahl Proben	10	21	124	152	67	59	59	58
Anteil in Prozent	2	3.4	20.3	24.9	11.0	9.7	9.7	9.5
Anzahl positive Proben	0	0	3	2	2	1	2	2

Uhrzeit	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	>15h
Anzahl Proben	24	7	5	16	9
Anteil in Prozent	3.9	1.1	0.8	2.6	1.5
Anzahl positive Proben	0	1	1	0	0

Grafik 4: Anzahl Proben insgesamt (blau) sowie positive Proben (rot) pro Probennahmezeit in 1h-Zeitintervall



5.5.4 Schlachtkörpergewicht der beprobten Schlachtschweine

Bei 567 Schlachtschweinen wurde auf dem Fragebogen das genaue Schlachtgewicht angegeben, bei 48 Schweinen hingegen fehlte diese Angabe. Bei letzteren war jedoch das Feld „Schlachttierkörpergewicht zwischen 50kg und 170kg“ angekreuzt, so dass alle 615 Schlachtschweine in der von der Studie vorgegebenen Gewichtsskala lagen. Das leichteste Schlachtschwein wog 64kg, das schwerste 109kg. Im Durchschnitt wog ein Schlachtschwein 84kg. Das leichteste Salmonellen positiv getestete Schlachtschwein wog 75.3kg, das schwerste 96.5kg. Im Durchschnitt wog ein „positives Schlachtschwein“ 84,8kg.

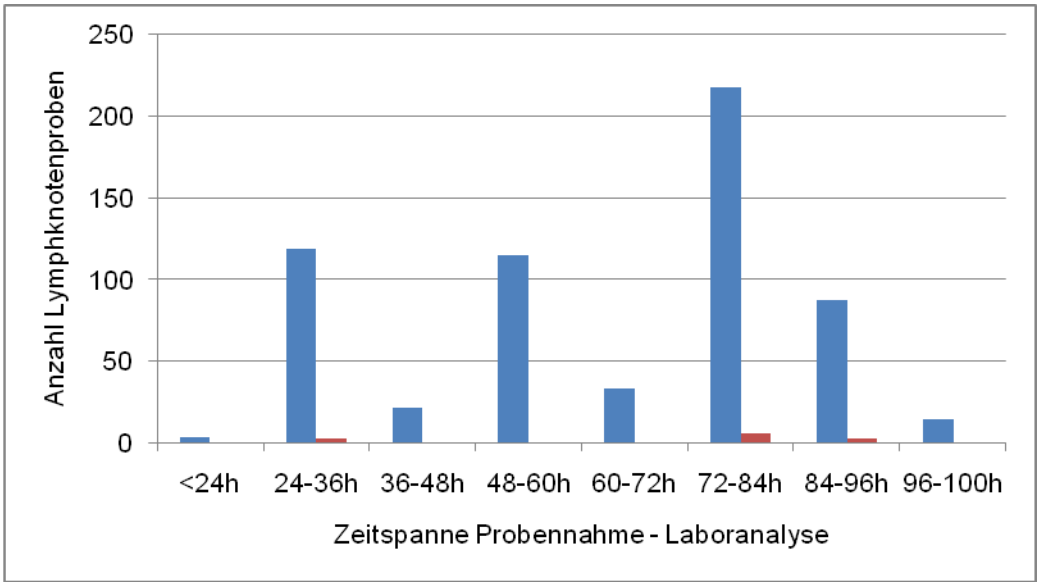
5.5.5 Zeit zwischen Probennahme und Beginn Laboranalyse

Tabelle 11 und Grafik 5 zeigen, wie viel Zeit bei den 615 Proben zwischen der Probennahme und der Laboruntersuchung vergangen ist. Die meisten Proben wurden nach 72-84 Stunden (35%), nach 48-60 Stunden und nach 24-36 Stunden (je 19%) untersucht. Bei 4 Proben fehlte die genaue Probennahmezeit. Da jedoch das Probennahmedatum angegeben war und die Proben am Folgetag im Labor untersucht wurden, konnte bei diesen Proben dennoch die genaue Zeitangabe von 24-36 Stunden angegeben werden.

Tabelle 11: Anzahl Proben pro Zeit zwischen Probennahme und Beginn Laboranalyse

	<24h	24-36h	36-48h	48-60h	60-72h	72-84h	84-96h	96-100h
Anzahl Proben	4	119	22	115	34	218	88	15
Anteil in Prozent	1	19	4	19	6	35	14	2
Anzahl positive Proben	0	3	0	1	0	6	3	1

Grafik 5: Anzahl Proben insgesamt (blau) sowie positive Proben (rot) pro Zeiteinheit zwischen Probennahme und Beginn Laboranalyse



5.6 Ergebnisse der Fleischsaftserologie

Bei 610 von den 615 in Bezug auf die Lymphknoten gültig beprobten Schlachtschweinen konnten auch die Fleischsaftproben untersucht werden. Bei 5 Schlachtschweinen waren die Muskelproben zu gering, so dass nicht genügend Fleischsaft für die Untersuchung zur Verfügung stand. Bei 38 Schlachtschweinen (6.2%) konnte bei einem infektiologischen cut off von OD >20% Salmonellen-Antikörper sicher nachgewiesen werden (Vertrauensintervall 4.4 - 8.4%). Setzt man den cut off bei OD >40%, wie das z.B. bei Bekämpfungsprogrammen der Fall ist – waren noch 11 Schlachtschweine (1.8%) Salmonellen-Antikörper positiv (Vertrauensintervall 1.3 - 3.8%). Sämtliche Ergebnisse aus der

Fleischsaftserologie für den infektiologischen cut off OD >20% sind in Tabelle 12 und diejenigen für den Bestandesbewertungs- cut off OD >40% in Tabelle 13 zusammengefasst.

Tabelle 12: Vergleich der Ergebnisse aus der Fleischsaftserologie (**infektiologischer cut off**) mit den Ergebnissen der bakteriologischen Ergebnisse bei den Lymphknoten

	Lymphknoten positiv	**Lymphknoten negativ**	**Lymphknoten total**
Fleischsaftserologie negativ (OD <10%)	9	516	525 (86%)
Fleischsaftserologie fraglich (OD 10-20%)	1	46	47 (7.7%)
Fleischsaftserologie positiv (OD >20%)	4	34	38 (6.2%)

Tabelle 13: Vergleich der Ergebnisse aus der Fleischsaftserologie (**Bestandesbewertungs-cut off**) mit den Ergebnissen der bakteriologischen Ergebnisse bei den Lymphknoten

	Lymphknoten positiv	**Lymphknoten negativ**	**Lymphknoten total**
Fleischsaftserologie negativ (OD <40%)	11	588	599 (98%)
Fleischsaftserologie positiv (OD >40%)	3	8	11 (1.8%)

Schaut man die Ergebnisse in Bezug auf die Herkunftsbetriebe an, so stellt man fest, dass die 38 positiven Schlachtschweine bei OD >20% von 37 Betrieben stammten. Die Betriebsprävalenz für Salmonellen-Antikörper positive Betriebe lag bei 7,2%. Insgesamt stammten die 38 Schlachtschweine von Betrieben, von denen im Verlauf der Studie 20 einfach, 9 zweifach, 6 dreifach, 1 vierfach und 1 sechsfach beprobt wurden.

In Hinblick auf einen Bekämpfungs- cut off von OD >40% waren 11 der 514 Betriebe (2,1%) Salmonellen-Antikörper positiv.

6 Diskussion

6.1 Allgemeines

Eine Salmonelleninfektion mit nicht-wirtsadaptierten Salmonellen bei Schweinen verläuft meistens subklinisch, ihre grösste Bedeutung liegt in dem Risiko, in die Lebensmittelkette eingetragen zu werden und so Menschen zu infizieren und Salmonellosen zu verursachen. Es ist nachgewiesen, dass Salmonellosen beim Menschen durch Produkte vom Schwein hervorgerufen wurden. Zurückzuführen sind diese Infektionen v.a. auf *S.* Typhimurium, welche nach *S.* Enteritidis bei Salmonellosen des Menschen am zweithäufigsten nachgewiesen werden. Unklar ist, wie hoch der Anteil von Produkten vom Schwein an diesen Salmonellenausbrüchen ist [6].

Durch die Bekämpfung des Erregers in den Tierbeständen sollen Salmonelloseausbrüche beim Menschen reduziert werden. Mit dieser Grundlagenstudie wurde unter anderem erhoben, welcher Anteil der Schweine bei der Schlachtung mit Salmonellen infiziert ist. Die Ergebnisse werden dazu beitragen, ein Bekämpfungsziel festsetzen zu können.

Nach oraler Aufnahme werden Salmonellen über die Darmzellen aufgenommen und manifestieren sich in den Darmlymphknoten. Durch Stress (zum Beispiel auf dem Transport zum Schlachthof und/oder während der Wartezeit am Schlachthof) können infizierte Tiere Salmonellen vermehrt ausscheiden und andere Tiere infizieren sowie die Umgebung kontaminieren [4]. Innerhalb von Stunden können die Salmonellen von den Darmzellen in die Darmlymphknoten gelangen. Somit können in Darmlymphknoten Infektionen, die sowohl auf dem Betrieb als auch auf dem Transport stattgefunden haben, nachgewiesen werden [4].

6.2 Stichprobe

In sieben Schlachthöfen wurden weniger als 50 Proben (64%) genommen, in einem zwischen 50 und 99 Proben (9%) und in drei Schlachthöfen (27%) 100-150 Proben (siehe Tabelle 1 und 7). Im Vergleich hierzu waren in der EU deutlich mehr Schlachthöfe beteiligt, bei denen weniger als 50 Proben genommen wurden (89%). Bei den wenigen Schlachthöfen, die mehr als 100 Proben genommen haben (4%), lag hingegen die Probenanzahl mit bis über 300 Proben pro Schlachthof deutlich höher als in der Schweiz. Dies mag zum Teil darin begründet liegen, dass die Anzahl der beteiligten Schlachthöfe in den EU-Mitgliedsstaaten zwischen 3 und 400 sehr stark variierte.

Die 615 Schlachtschweine stammten von 514 verschiedenen Betrieben. Die Tatsache, dass teilweise mehrere Schweine von denselben Herkunftsbetrieben im Verlauf der Studie untersucht wurden, liegt v.a. darin begründet, dass die zu beprobenden Schlachtschweine zufällig ausgewählt wurden und somit Betriebe, von denen bereits an einem voran gegangenem Schlachttag Schweine beprobt wurden, nicht ausgeschlossen wurden. Zudem wurden teilweise Schlachtschweine von demselben Ursprungsbetrieb zu unterschiedlichen Schlachthöfen angeliefert.

Die Beprobungen fanden gleichmässig über das ganze Jahr verteilt statt, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die saisonalen Schwankungen ausgeglichen werden konnten (Tabelle 8a, Grafik 2a). Positive Lymphknotenproben wurden in der Schweiz vor allem im 1. Quartal und 4. Quartal der Studie gefunden, also eher in der zweiten Jahreshälfte (Grafik 2b). In einer der Literaturquellen wird beschrieben, dass bei latent mit Salmonellen infizierten Schweinen eine höhere Ausscheidungsrate unter anderen auch saisonal-(klima-)abhängig ist, da Salmonellen vermehrt im Frühjahr und Herbst gefunden wurden [12]. Da die Nachweisraten pro Quartal aber insgesamt relativ niedrig war, können Trends daraus nur mit Vorsicht abgelesen werden. In der EU nahm der Anteil positiver Proben im Verlauf der Studie leicht zu (hinsichtlich Gewichtung korrigierte Daten: im 1. Quartal 13%, im 2. Quartal 14%, im 3. Quartal 15% und im 4. Quartal 16%).

6.3 Schlachtkörpergewicht, Zeitpunkt Probennahme und Laboranalyse

Die beprobten Schlachtschweine wogen alle zwischen den vorgegebenen mind. 50kg und max. 170kg (siehe unter 5.5.4). Im Durchschnitt war ein Studienschlachtschwein in der Schweiz mit 85kg unbedeutend leichter als in der EU, wo das Durchschnittsgewicht bei 87kg lag, wobei die Gewichte insgesamt in der Schweiz weniger stark divergierten (64kg bis 109kg in der Schweiz versus 40kg bis 136kg in der EU).

Die meisten Schweine wurden zwischen 4-9 Uhr beprobt (71.3%, siehe Grafik 4). Dies ergibt sich v.a. aus den normalen Schlachtzeiten. Insbesondere bei den kleineren Schlachthöfen sind die Schlachtzeiten nur früh am Tag. In der EU verteilten sich die Probennahmen über 24 Stunden, wobei die meisten Proben tagsüber zwischen 5–18 Uhr genommen wurden. Aufgrund von Modellierungen schien das Salmonellenvorkommen bei Proben, die tagsüber genommen wurden, geringer zu sein als bei Nacht genommenen Proben. Hingegen gab es keine Hinweise, dass eine bestimmte Tageszeit einen Effekt auf eine Salmonellennachweisbarkeit haben könnte. Es ist daher davon auszugehen, dass die in der Schweiz vorwiegend am frühen Vormittag stattgefundene Probennahme keinen Einfluss auf das Ergebnis der Studie hatte.

Die Untersuchungen im Labor fanden bei gut einem Drittel (35%) der Proben 72-84h nach Probennahme statt, die restlichen Proben wurden hauptsächlich (je 19%) nach 48-60h bzw. 24-36h untersucht (Grafik 5). In der EU wurden die meisten Proben (86%) innerhalb von 2 Tagen untersucht. Statistische Auswertungen aller EU-Daten ergaben, dass das Risiko, Salmonellen nachzuweisen, im Zeitraum 3-4 Tag nach Probennahme leicht höher war als nach 1-2 bzw. mehr als 5 Tagen. Für die Schweizer Ergebnisse bedeutet dies, da die Hälfte aller Proben im Zeitraum 3-4 Tag nach Probennahme untersucht wurden, dass die Prävalenz von 2.3% nicht unterschätzt sein dürfte.

Eine zu grosse Zeitspanne zwischen Probennahme und Probenuntersuchung im Labor war der zweithäufigste Grund, warum Proben ausgeschlossen werden mussten. Insbesondere Proben, die Donnerstags früh vor 9h genommen wurden, überschritten die vorgegebene Zeitmarke. Demzufolge mussten Donnerstagsproben so spät wie möglich genommen werden, um diese Zeitvorgabe nicht zu überschreiten, was für kleinere Schlachthöfe schwierig zu erfüllen war.

6.4 Ileocaecallymphknoten

Bei den gültigen Proben divergierten die Lymphknotengewichte stark. Der Anteil an Proben über dem 35g war relativ hoch (63%). In der EU lagen die Lymphknotengewichte mit 89% der Proben unter 35g insgesamt deutlich tiefer als in der Schweiz. Auch wenn die meisten positiven Proben in der EU in der Kategorie 15-24g schweren Proben vorkamen, ergab die statistische Auswertung aller EU-Daten mittels multipler Regression, dass das Risiko einer Salmonelleninfektion mit zunehmendem Lymphknotengewicht steigt (bei den >45g Proben war das Risiko, Salmonellen nachzuweisen 1.9 mal höher als bei den 15-24g schweren Proben). Dieselbe Auswertung auf Länderebene hat jedoch gezeigt, dass die Zunahme des Lymphknotengewichts nicht bei allen Ländern als Risikofaktor signifikant war und in

manchen Ländern sogar umgekehrt mit geringerer Salmonellennachweisbarkeit assoziierte. Für die Schweizer Daten bleibt somit unklar, ob die sehr hohen Probengewichte einen negativen, positiven oder gar keinen Einfluss auf das Salmonellenvorkommen dieser Proben hatten. Die Tatsache, dass zwei Proben mit einem Gewicht von 85-94g positiv waren, spricht zumindest dafür, dass auch bei höheren Probengewichten bis 95g Salmonellen nachweisbar waren. Zudem wurde in der EU-Studie auch die Anzahl Lymphknoten als Einflussfaktor auf das Ergebnis untersucht (in der Schweiz wurde die genaue Angabe der Lymphknotenanzahl pro Probe nicht erfasst, sondern nur dass die Mindestvorgabe von 5 Lymphknoten erfüllt war).

Zu geringe Lymphknotengewicht von unter 15g war der Hauptgrund (bei 23 der 33 ausgeschlossenen Proben traf dies zu), warum Proben in dieser Studie ausgeschlossen werden mussten. Probenehmer, bei denen gewisse Mängel bei der Probennahme (wie deutlich zu geringe oder zu hohe Lymphknotengewichte) festgestellt wurden, sollten während der Studie telefonisch kontaktiert werden, da schriftliche Quartalsberichte an alle Studienbeteiligten zur Behebung der Probleme gemäss Erfahrungen aus dieser Studie nicht ausreichend waren.

6.5 Prävalenz

Das Resultat der einjährigen Grundlagenstudie bei den Schlachtschweinen ergab eine Salmonellen-Prävalenz von 2.3% mit einem 95%-Vertrauensintervall von 1.2% bis 3.8%. Dieses Ergebnis liegt aufgrund von Studien aus den Jahren 1999 [11] bzw. 2001 [9] im Rahmen der Erwartung. In der Studie von 2001 lag die Salmonellen-Prävalenz auf Betriebsebene bei 2.3% (0 – 5.4%). Allerdings wurden hier Sammelkotproben genommen, die Anzahl untersuchter Betriebe war mit 88 Betrieben deutlich geringer als bei dieser Grundlagenstudie und die Proben wurden mit einer anderen Labormethode untersucht [9]. In der Studie von 1999 lag die Salmonellen-Prävalenz bei 0.9% (0.2% und 2.0%). Hier wurde eine ähnliche Anzahl Schlachtschweine untersucht, jedoch stammten die 570 Schweine insgesamt von nur 114 verschiedenen Betrieben. Zudem wurden Dünndarmlymphknoten (Lymphocentrum mesentericum craniale) und nicht Ileocaecallymphknoten genommen und mit einer anderen Labormethode untersucht [11].

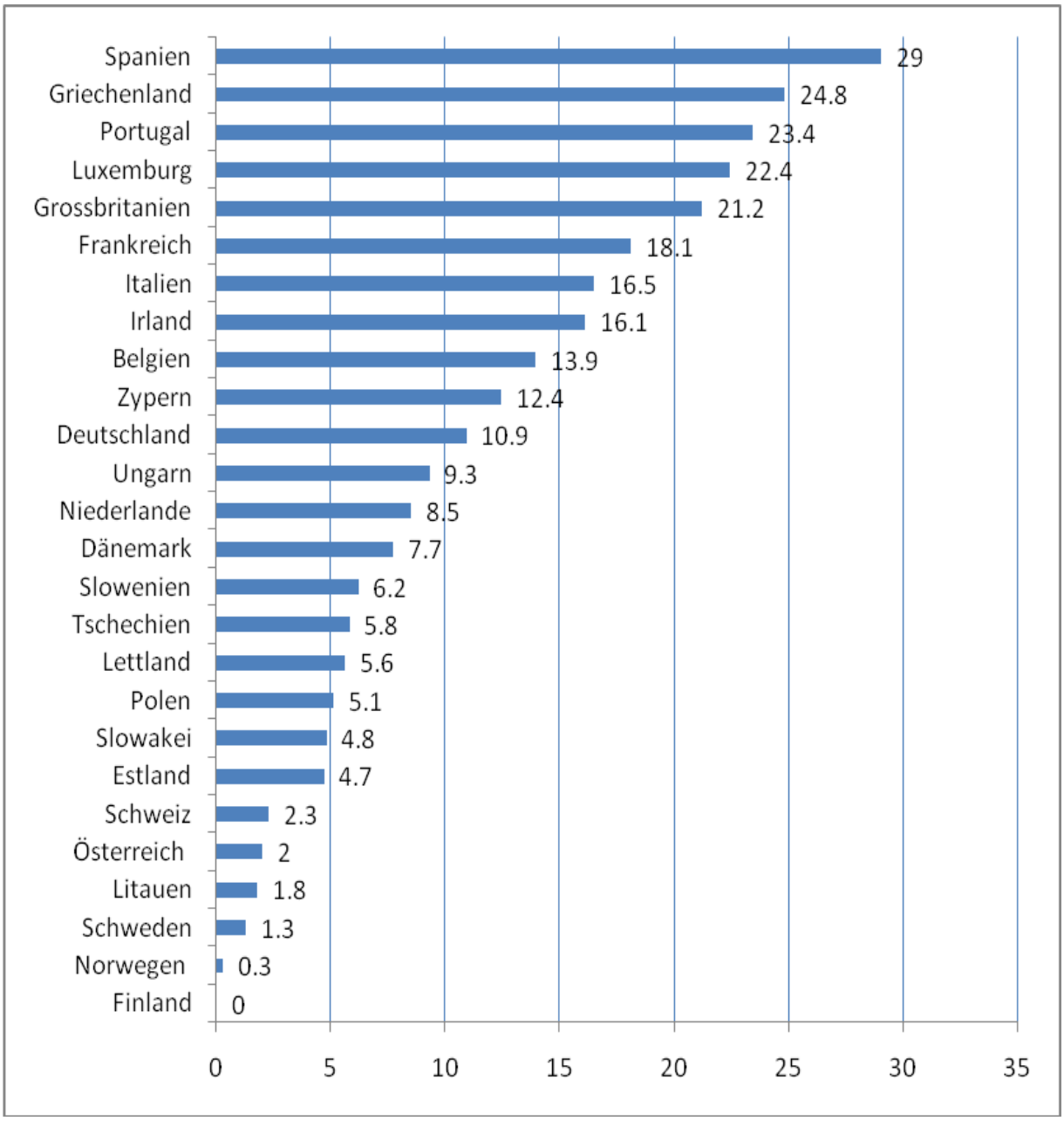
Da gezeigt werden konnte, dass die Schweizer Schweinepopulation insgesamt gut in dieser Studie repräsentiert wurde (siehe 5.3.1 und Abbildung 1), können die gewonnen Daten auch zur Angabe einer Betriebsprävalenz für Salmonellen herangezogen werden. Diese lag bei 2.7%. Da die Studie nicht auf Ergebnisse auf Betriebsebene ausgerichtet war und gemäss Tabelle 4 die Situation bezüglich der Betriebsgrösse nicht proportional wiedergegeben wurde (grösseren Betriebe mit mehr als 501 Tieren waren deutlich übervertreten), ist diese Betriebsprävalenz jedoch mit Vorsicht zu interpretieren.

Die Salmonellen-Prävalenz in der EU lag 2006/2007 bei 10.3%, wobei die Prävalenz in den einzelnen EU-Mitgliedsländern zwischen 0% und 29% divergierte (siehe Grafik 6). Die Schweiz liegt mit ihren 2.3% deutlich unter dem Durchschnitt in der EU und gehört in das Viertel der Länder mit den geringsten Prävalenzen (siehe Grafik 7).

Ziemlich ähnlich wie in der Schweiz präsentiert sich die Lage bei den Schlachtschweinen in Österreich, sowohl in Bezug auf das Vorkommen von Salmonellen insgesamt als auch auf das Vorkommen von den Serovaren *S.* Typhimurium, *S.* Derby und „andere Salmonellen als *S.*

Typhimurium und *S.* Derby“ (siehe Grafik 7). Der Blick auf die anderen direkten Nachbarn der Schweiz zeigt, dass dort die Prävalenzen deutlich höher sind mit 10.9% in Deutschland, 16.5% in Italien und 18.1% in Frankreich.

Grafik 6: Salmonellenprävalenz bei Schlachtschweinen in % in der EU, Norwegen (Daten 2006-2007) und der Schweiz (Daten 2007-2008). Hinweis: Im Gegensatz zu den EU-Daten wurden die CH-Daten nicht statistisch hinsichtlich Häufungen oder Gewichtung korrigiert und stellen somit den reinen Anteil positive Proben an der Gesamtzahl Proben dar.



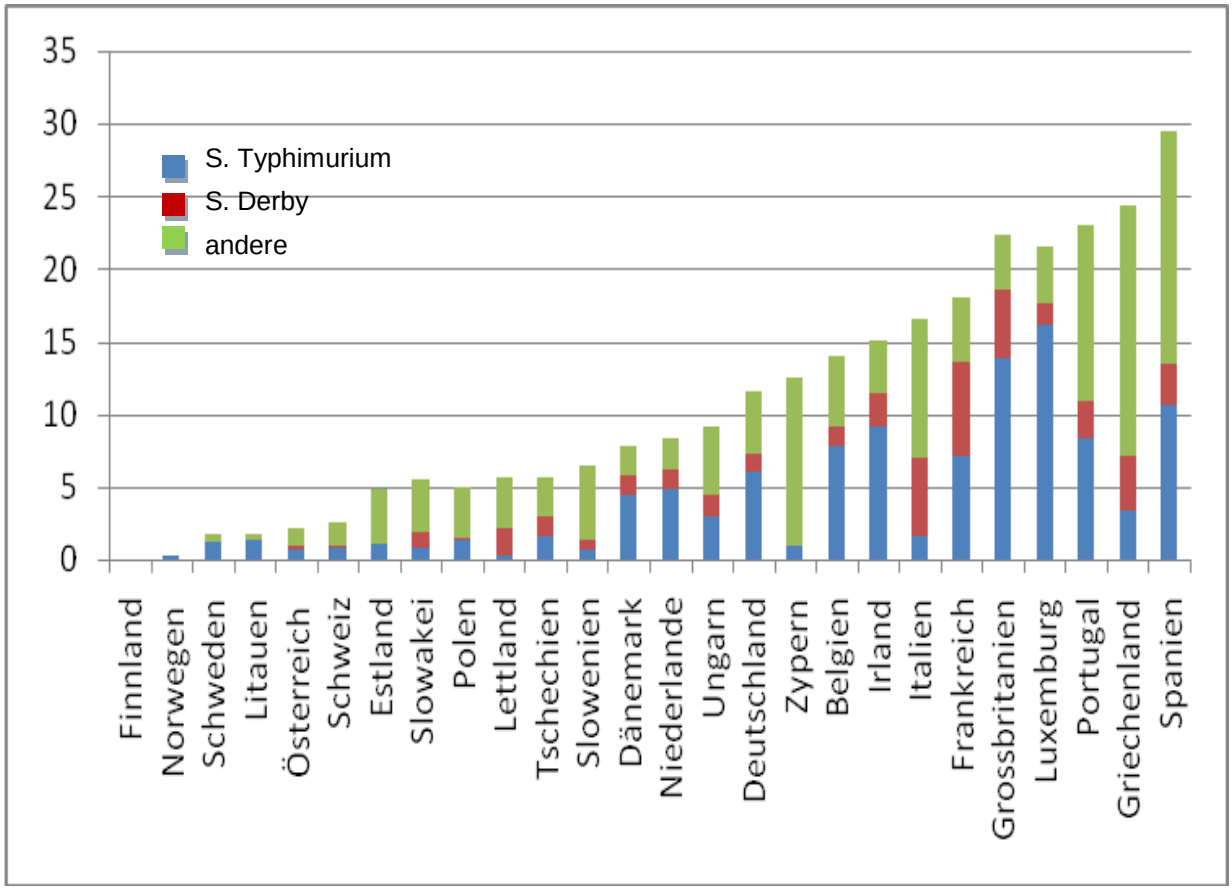
6.6 Salmonellen-Serovare

Von den insgesamt 7 Salmonellen-Serovaren, welche in dieser Studie nachgewiesen wurden, kam *S.* Typhimurium am häufigsten vor (5x), dicht gefolgt von S. Enteritidis (4x). *S.* 4,12:i:- wurde zweimal nachgewiesen, alle anderen 4 Serovare je einmal. Aufgrund der niedrigen Anzahl positiver Proben insgesamt können diese Zahlen jedoch nicht mehr als einen Trend der Häufigkeit der verschiedenen

Serovare in der Schweiz angeben. Die Ergebnisse bestätigen jedoch, dass *S.* Typhimurium bei Schlachtschweinen eine wichtige Rolle spielen. Generell weisen die Daten bezüglich der nachgewiesenen Serovare keine speziellen Abweichungen hinsichtlich der Situation in der EU auf. In der EU waren die beiden dominierenden Serovare *S.* Typhimurium mit einer Prävalenz von 4.7% und *S.* Derby mit einer Prävalenz von 2.1%. Ohne die beiden häufigsten Serovare kam man in der EU auf eine Salmonellen-Prävalenz von 5%. Aus diesem Grund wurden die Serovare in drei Gruppen eingeteilt: *S.* Typhimurium, *S.* Derby und „Salmonellen andere als *S.* Typhimurium und *S.* Derby".

S. Typhimurium und *S.* Derby wurden in 40% resp. 14.6% der Schlachtschweine nachgewiesen, gefolgt von *S.* Rissen (5.8%), *S.* 4,12:i:- (4.9%) und *S.* Enteritidis (4.8%). *S.* Typhimurium, *S.* Derby und *S.* Enteritidis wurden in vielen der EU-Länder gefunden (in 25 resp. 20 resp. 19 Ländern). Hingegen waren *S.* 4,12:i:- und *S.* Rissen eher länderspezifisch (diese wurden in 8 resp. 5 Ländern gefunden). Auch wenn *S.* Typhimurium und *S.* Derby in den meisten EU-Ländern und in der Schweiz isoliert wurden, so ist die Häufigkeit des Vorkommens dieser beiden Serovare innerhalb der einzelnen Länder sehr unterschiedlich, siehe Grafik 7. Die Abbildung zeigt, dass *S.* Typhimurium in den meisten Ländern gegenüber *S.* Derby dominiert. *S.* Derby ist vor allem in Italien und Frankreich stark vertreten. Insgesamt wurden in der EU 87 verschiedene Serovare nachgewiesen, in der Schweiz waren es 7 (siehe Tabelle 2).

Grafik 7: Vergleich des Vorkommens (in %) von *S.* Typhimurium, *S.* Derby und „Salmonellen andere als *S.* Typhimurium und *S.* Derby" bei Schlachtschweinen in der Schweiz (Zahlen 2007-2008) und in den Mitgliedstaaten der EU (exkl. Malta) und Norwegen (Zahlen 2006-2007)



6.7 Qualität Laborergebnisse

Weder die Schweizer noch die EU Daten wurden hinsichtlich nicht 100%iger Sensitivität und Spezifität der angewendeten Testmethoden korrigiert. Es ist somit davon auszugehen, dass aufgrund falsch negativer Resultate die tatsächliche Prävalenz unterschätzt wird. Die EFSA hat einmal berechnet, um wie viel die Prävalenz unterschätzt wird. Geht man von einer Sensitivität von 80% aus, so wird die reelle Prävalenz um 2.1 - 2.6% unterschätzt, bei 70% Sensitivität sind es 3.6 - 4.4% [4].

Um die Qualität der Ergebnisse aus den einzelnen Ländern einschätzen zu können, sollten alle Länder maximal 16 typisierbare und 16 nicht-typisierbare Stämme zur Überprüfung an das Referenzlabor der EU schicken. Aus der Schweiz wurden alle 15 Salmonellen-Isolate an das europäische Referenzlabor für Salmonellen, Bilthoven zur Bestätigung versandt. Alle 15 Salmonellen-Isolate wurden korrekt typisiert. Insgesamt wurden von 23 Mitgliedsländern 340 Isolate eingeschickt, wobei 9.4% der typisierbaren Isolate vom EU Referenzlabor anders typisiert wurden. Bei den nicht-typisierbaren Isolaten konnten 20,2% im europäischen Referenzlabor weitergehend typisiert werden. Zur Qualitätssicherung nahm das ZOBA zusätzlich 2008 an einem Ringversuch des europäischen Referenzlabores für Salmonellen, Bilthoven zur Serotypisierung von Salmonellen teil. Von 20 Salmonella-Serovaren wurden 19 im ersten Durchgang richtig typisiert (95%). In einer nachfolgenden Studie wurden alle 10 versandten Salmonellen-Serovare richtig typisiert (100%).

6.8 Ergebnisse der Fleischsaftserologie

Der infektiologischen cut off von OD >20% wurde herangezogen, um Salmonellen-Antikörper positive Schlachtschweine eruieren zu können. Schlachtschweine mit einer OD >20% hatten also sicher irgendwann einmal mit Salmonellen Kontakt. Bei 38 Schlachtschweinen (6.2%, Vertrauensintervall 4.4 - 8.4%) konnte mittels Antikörpernachweis ein solcher Kontakt nachgewiesen werden. Setzt man den cut off bei OD >40%, wie das z.B. bei Bekämpfungsprogrammen der Fall ist, um Problembetriebe ausfindig zu machen – waren noch 11 Schlachtschweine (1.8%) Salmonellen-Antikörper positiv (Vertrauensintervall 1.3 - 3.8%).

Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit der Studie des Jahres 2001, wo die Untersuchungen von 1430 Zwerchfellproben mit dem kommerziellen Testkit des gleichen Herstellers Prävalenzen Antikörper-positiver Schlachtschweine zwischen 7.5% (OD >20%) und 1,5% (OD >40%) ergab [9]. Aufgrund des unterschiedlichen Studienaufbaus und der unterschiedlichen Anzahl getesteter Betriebe (2001 war die Anzahl mit 73 Betrieben deutlich geringer) können die Betriebsprävalenz beider Studien nicht in Vergleich zu einander gesetzt werden. Dennoch sei erwähnt, dass diese sich stark unterschieden (38.4% in 2001 versus 7.2% in 2008 bei OD >20% bzw. 13.7% in 2001 versus 2.1% in 2008 bei OD >40%). Da in der Schweiz Impfungen gegen Salmonellen nicht zulässig sind, kann ein Einfluss unterschiedlichen Impfverhaltens in diesen Jahren ausgeschlossen werden.

Leider konnten die Daten aus den europäischen Mitgliedsstaaten, die im Rahmen dieser Grundlagenstudie Muskel- bzw. Serumproben genommen haben, nicht untereinander verglichen werden, da die Länder sowohl unterschiedliche Testmethoden als auch cut off Werte verwendet haben. Das EU-Referenzlabor hat die verschiedenen Testmethoden parallel getestet und bestätigt, dass je nach Test die Ergebnisse ein und derselben Probe stark variieren können. Zudem waren bei den angewendeten

Tests deren Sensitivität und Spezifität nicht bekannt und 2,4% aller Proben in der EU ergaben ein nicht interpretierbares Ergebnis [4]. Somit ist es schwierig, eine Aussage darüber zu treffen, wo die Schweiz diesbezüglich im internationalen Vergleich positioniert ist. Sämtliche Seroprävalenzdaten in den 9 beteiligten EU-Mitgliedsländern als auch in der Schweiz sind in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Seroprävalenzdaten aus 9 EU-Mitgliedsländern und der Schweiz

	Seroprävalenz (%)	**CI**
Zypern	16.7[a] – 33.3[b]	13.3 - 41.6
Dänemark	7.1	5.3 - 9.5
Frankreich	9.9	7.2 - 13.5
Irland	10.1	7.8 - 13.0
Litauen	12.7[a] – 16.5[b]	8.8 - 23.2
Slovenien	9.1	4.8 - 16.7
Schweden	3.5[a] – 18.2[b]	2.2 - 19.0
Holland	6.5[a] – 7.9[b]	5.2 - 9.5
Grossbritanien	23.2	18.4 - 28.8
Schweiz	6.2	4.4-8.4

[a] = fragliche Daten wurden als negativ gewertet

[b] = fragliche Daten wurden als positiv gewertet

6.9 Ergebnisse der Fleischsaftserologie im Vergleich zu Lymphknotenergebnissen

Im Rahmen dieser Studie sollte u. a. auch abgeschätzt werden, inwieweit serologische Ergebnisse von Fleischsaftuntersuchungen auf Salmonellenantikörper mit bakteriologischen Salmonellen-Nachweisen in Ileocaecallymphknoten korrelieren. Auf Grundlage des cut offs von OD>20% waren in der Schweiz 9 Fleischsaftproben von Schlachtschweinen mit positiven Lymphknotenergebnissen serologisch negativ. 5 Fleischsaftproben zeigten fragliche bzw. positive Ergebnisse bei positivem kulturellem Resultat (s. Tabelle 12). Diese Ergebnisse deuten auf eher niedrige oder fehlende Korrelation beider Untersuchungen. Ähnlich stellte sich die Situation in den 9 Mitgliedsländern in der EU dar, die ebenfalls Muskel- bzw. Serumproben genommen hatten (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: Korrelation von Seroprävalenz-Ergebnisse mit positiven Lymphknotenresultaten in verschiedenen Mitgliedstaaten der EU und der Schweiz

	Serologie positiv	Serologie negativ	Serologie nicht interpretierbar	Kappa Koeffizient
Zypern	8 (17%)	34	5	-0.01 (-0.12, 0.10)
Dänemark	23 (29%)	55	0	0.25 (0.15, 0.35)
Frankreich	54 (25%)	160	0	0.23 (0.16, 0.30)
Irland	15 (23%)	50	0	0.18 (0.06, 0.30)
Litauen	3 (37%)	3	2	0.07 (-0.12, 0.10)
Slovenien	6 (22%)	21	0	0.08 (-0.03, 0.20)
Schweden	1 (17%)	4	1	0.09 (-0.11, 0.29)
Holland	23 (25%)	66	3	0.22 (0.13, 0.32)
Grossbritanien	71 (51%)	68	0	0.31 (0.22, 0.39)
Schweiz	4	9	1	0.13 (0.06, 0.20)

Eine gute Übereinstimmung der beiden Methoden konnte grundsätzlich nicht erwartet werden. Zum einen können Infektionen, die erst aufgrund des erhöhten Stresses auf dem Weg zum Schlachthof oder am Schlachthof selber aufkommen, in serologischen Tests nicht entdeckt werden, da die Zeit der Infektion zu kurz ist, um eine Immunantwort aufzubauen. In solchen Fällen sind die Lymphknoten positiv, die Fleischsaftserologie jedoch negativ. Zum anderen bleibt der Antikörpertiter lange nach einer Infektion bestehen. In solchen Fällen sind Salmonellen in den Lymphknoten nicht mehr nachweisbar, aber dennoch Antikörper vorhanden. Und wie bereits unter 6.1.7. erwähnt sind die angewandten Labormethoden nicht unfehlbar und falsch negative Ergebnisse können nicht ausgeschlossen werden.

Die oben beschriebenen natürlichen Begebenheiten einer Salmonelleninfektion zum einen und die Ergebnisse dieser Studie zum anderen zeigen, dass die Serologie nicht geeignet ist, einen aktuellen Salmonellenstatus auf Einzeltierebene darzustellen. Da die Methode jedoch günstig ist, kann sie als integrierter Teil eines Bekämpfungsprogramms auf Betriebsebene von Nutzen sein.

7 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass die Studie ein geeignetes Instrument war, die Prävalenz von *Salmonella* spp. bei Schlachtschweinen in der Schweiz festzustellen. Die ermittelte Prävalenz von 2.3% bestätigt, dass sich die Salmonellenbelastung in den letzten Jahren nicht gross verändert hat. Im europäischen Kontext ist die Schweiz im Quartil der Staaten mit den tiefsten Pävalenzen zu finden. In der EU soll das Gemeinschaftsziel für die Bekämpfung der Salmonellen bei Schlachtschweinen im Dezember 2010 festgelegt werden. Aufgrund der Erkenntnisse aus dieser Studie ist zu erwarten, dass sich die Situation in der Schweiz in der Nähe des festzulegenden Bekämpfungszieles befinden wird. Es wird somit in einem zu definierenden Bekämpfungsprogramm vor allem darum gehen, diesen Zustand zu halten.

Vor der Festlegung des Gemeinschaftsziels wird eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt. In dieser Studie wird die Anzahl humaner Salmonellosefälle, die auf Salmonelleninfektionen in der Schweinepopulation zurückgeführt werden können, geschätzt. Darauf basierend lässt sich der maximale Nutzen einer Reduktion, bzw. einer Eliminierung von Salmonellen in Lebensmilteln und somit auch der Kostenrahmen für ein Bekämpfungsprogramm berechnen. Um die Salmonellen bei Schweinen effizient und effektiv zu bekämpfen, werden Massnahmen auf allen Stufen entlang der Lebensmittelkette, d. h. auf der Stufe der Primärproduktion, des Schlachthofes und der Verarbeitung nötig sein.

8 Literatur

[1] Richtlinie **2003/99/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 zur Überwachung von Zoonosen und Zoonosenerregern und zur Änderung der Entscheidung 90/424/EWG des Rates sowie zur Aufhebung der Richtlinie 92/117/EWG des Rates

[2] Verordnung (EG) Nr. **2160/2003** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 zur Bekämpfung von Salmonellen und bestimmten anderen durch Lebensmittel übertragbaren Zoonosenerregern

[3] Entscheidung **2006/668/EG** der Kommission vom 29. September 2006 über eine Finanzhilfe der Gemeinschaft für eine Grundlagenerhebung in den Mitgliedstaaten über die Prävalenz von Salmonellen bei Schlachtschweinen

[4] Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of Salmonella in slaughter pigs, in the EU, 2006-2007, Part A: *Salmonella* prevalence estimates, The EFSA Journal (2008) 135, 1-111

[5] Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of Salmonella in slaughter pigs, in the EU, 2006-2007, Part B, The EFSA Journal (2008) 206, 1-111

[6] Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on “Risk assessment and mitigation options of Salmonella in pig production”, The EFSA Journal (2006) 341, 1-131

[7] Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* shedding by market-age pigs in French farrow-to-finish herds, P.-A. Beloeil, P. Fravalo, C. Fablet, J.-P. Jolly, E. Eveno, Y. Hascoet, C. Chauvin, G. Salvat, F. Madec, Preventive Veterinary Medcine 63 (2004) 103-120

[8] Herd-level risk factors for subclinical Salmonella infection in Europe finishing-pig herds, D.M.A. Lo Fo Wong, J. Dahl, H. Stege, P.J. van der Wolf, L. Leontides, A. von Altrock, B.M. Thorberg, Preventive Veterinary Medcine 62 (2004) 253-266

[9] Prävalenz latenter Zoonoseerreger in tierfreundlicher Schweineproduktion, U. Ledergerber, G. Regula, J. Danuser, B. Bissig-Choisat, T. Jemmi und K.D.C. Stärk, Archiv für Lebensmittelhygiene 54, 73-96, 2003

[10] Differences and similarities among experts’ opinions on *Salmonella enteric*a dynamics in swine pre-harvest, Katharina D. C. Stärk, Anne Wingstrand, Jan Dahl, Vibeke Mogelmose, Danilo M.A. Lo Fo Wong, Preventive Veterinary Medcine 53 (2002) 7-20

[11] Verbreitung von Salmonellen, Yersinien und Mykobakterien bei Schlachtschweinen , U. Offermann, T. Bidmer, L. Audigé, T. Jemmi, Schweizer Archiv für Tierheilkunde, 141, 509-515 (1999)

[12] Salmonellen Handbuch, Teil 2: Was tun gegen Salmonellen?, Nutztierpraxis Schwein, J. Schulte-Wülwer, H. Nagel, H. Kleine Klausing, G. Riewenherm, Agrar- und Veterinär-Akademie, Horstmar-Leer, DE.