

5. Diskussion

5.1 Der Untersuchungsansatz

Rechtsvorschriften auf europäischer und nationaler Ebene verschieben die Verantwortlichkeit über die Lebensmittelsicherheit zunehmend auf die Ebene der Primärproduktion. Dabei ist das Wissen um die epidemiologischen Faktoren der Verbreitung von Zoonoseerregern, vor allem bei *Campylobacter*, noch unzureichend. Derartige Kenntnisse, wie über mögliche Eintrittspforten oder Verbreitungswege sind jedoch notwendig, um der Forderung nach Erregerreduzierung auf Bestandesebene gezielt und effektiv nachkommen zu können. Als letztendliches Ziel muss gelten, Zusammenhänge zwischen den betrieblichen Gegebenheiten und der Prävalenz der Erreger auf einem Gelände benennen zu können.

Diese Arbeit geht einen Schritt über die reine Prävalenzbeschreibung hinaus: Durch die Abstufung der Probenqualitäten (Tiere, Umfeld der Tiere, hinein- und herausgelangende Stoffe) als auch über eine geländemäßig abgestufte Analyse wird nach Schwerpunkten des Geschehens gesucht. Die Untersuchung bezieht deshalb zusätzlich einen Grundriss des Betriebes mit ein, um neben grundsätzlichen baulichen Voraussetzung auch sonstige Faktoren besser erfassen zu können, die den Eintrag oder die Verbreitung von pathogenen Erregern auf einem schweinehaltenden Betrieb begünstigen (z.B. sich kreuzende Wege zwischen verschiedenen Produktionsbereichen). Außerdem werden die untersuchten Probenqualitäten in Betriebsbereiche zusammengefasst (Stallinnen-, Stallaußen- und Zuliefer- und Entsorgungsbereich), wodurch das Auftreten der Erreger übergeordnet lokalisiert werden kann.

Auch bestehende Maßnahmenkataloge wie der Leitfaden des QS-Prüfsiegels oder das Leitlinienprogramm des Bundes (ANONYMUS 2005 a; ANONYMUS 1998) zur Verminderung des Erregerdrucks auf Bestandesebene zeigen, dass die Betriebserfassung und -sanierung hinsichtlich der Salmonellenproblematik individuell je Betrieb erfolgen muss.

Die Probenentnahme erfolgte immer durch dieselbe Person, auch die beschriebenen Probeentnahmetechniken wurden auf allen Betrieben vergleichbar durchgeführt. Aufgrund der zum Teil sehr unterschiedlichen Betriebsstrukturen und -größen musste jedoch die Probenmenge variiert werden. So wurde in Betrieben mit mehreren Produktionsbereichen und mehreren Stallgebäuden die Probenanzahl zugunsten der Breite der Probenentnahme vor allem im Zuliefer- und Entsorgungsbereich beschränkt. Das führte zu einer ungleichen

5. Diskussion

Verteilung der Probenanzahl in den Betriebsbereichen Stallinnen-, Stallaußen- und Zuliefer- und Entsorgungsbereich.

Die Laboraufarbeitung erfolgte nach den standardisierten Verfahren DIN ISO 10272 (1994) für thermotolerante *Campylobacter* und DIN ISO 6579 (1993) für Salmonellen. Eine geringfügige Änderung des vorgegebenen Fließschemas wurde hinsichtlich der Subkultivierung präsumptiver *Campylobacter* auf nichtselektiven Nähragar vorgenommen. Aus Gründen der schwer zu unterdrückenden, massiven Begleitflora in den hier gezogenen Proben wurden verdächtige Kolonien ein weiteres Mal auf Selektivagar überimpft. Diese zusätzliche Subkultivierung stellte sich als unabdingbar dar, außerdem wurden so schon im ersten Subkultivierungsschritt weitestgehend Reinkulturen geschaffen. Als mögliche Schwachstelle der konventionellen *Campylobacter*-Diagnostik muss die Differenzierung zwischen *C. coli* und *C. jejuni* angesehen werden. Einziges Unterscheidungsmerkmal der beiden Subspezies ist das Vermögen von *C. jejuni*, Hippurat zu hydrolysieren, welches *C. coli* fehlt (BOES et al.2005).

5.2 Diskussion der Ergebnisse

5.2.1 Ergebnisse der Untersuchung auf *Salmonella*

Nachweisraten *Salmonella* (gesamt)

Auf drei von sechs Betrieben wurden Salmonellen in der Tierumgebung nachgewiesen, dabei lag die Nachweisrate je Besuch zwischen 0 % und 28,9 %. In anderen Studien wurden in der Tierumgebung vom Schwein Nachweisraten zwischen 0 % und 26,3 % erreicht (LETELLIER et al. 1999; GROÙE AUSTING 2005), in Betrieben mit klinischer Salmonellose oder einer hohen Salmonellenprävalenz im Schlachthof waren bis zu 66 % der Umgebungsproben Salmonellen-positiv (LETELLIER et al. 1999) oder es konnten in knapp 92 % der untersuchten Betriebe in mindestens einer Probe Salmonellen nachgewiesen werden (BARBER et al. 2002). In der vorliegenden Untersuchung fallen ein höherer Salmonellenstatus der Betriebe auf Grundlage der Ergebnisse im indirekten Fleischsaft-ELISA mit einer höheren Nachweisrate in der Tierumgebung zusammen (BÖSELER und GOLDSCHMAUS 2003). Auch die von LEUE (2005) ermittelte *Salmonella*-Prävalenz in den Jejunallymphknoten der Tiere aus den selben Beständen fügen sich gut ein (Tabelle 5.1).

5. Diskussion

Betrieb	<i>Salmonella</i> -Nachweisrate in der Tierumgebung (eigene Daten) (gesamt)	<i>Salmonella</i> -Nachweisrate in Lymphknoten (gesamt) (LEUE 2005)	Ergebnisse Fleischsaft-ELISA 2003 (Kategorie) (BÖSELER und GOLDSCHMAUS 2003)
A	0,0 %	4,4 %	18,2 % (I)
B	0,0 %	17,7 %	6,3 % (I)
C	6,2 %	13,5 %	66,7 % (III)
D	28,1 %	30,0 %	42,3 % (III)
E	0,0 %	4,6 %	10,3 % (I)
F	3,5 %	8,8 %	20,0 % (II)

Tab.5.1: Vergleich von *Salmonella*-Nachweisraten in der Tierumgebung der Bestände (eigene Untersuchung) und in den Lymphknoten (LEUE 2005) sowie im Fleischsaft-ELISA (BÖSELER und GOLDSCHMAUS 2003) der betreffenden Schweine

identifizierte Serovaren (gesamt)

Die in der vorliegenden Untersuchung nachgewiesenen Serovaren passen sich nur bedingt in die Ergebnisse anderer Studien ein. Zwar wurde am häufigsten *Salmonella* Typhimurium identifiziert, die Nachweisrate von 45 % ist jedoch niedriger als in anderen Untersuchungen beim Schwein, bei denen Nachweise zwischen 70 % und 80 % erreicht wurden. Als zweithäufigste Serovarietät wurde in dieser Arbeit *Salmonella* Derby (35 %) nachgewiesen, die in anderen Untersuchungen nur mit einer Häufigkeit zwischen 2 % und 6 % aufgetreten war (KÄSBOHRER et al. 2000; DORN et al. 2002; HARTUNG 2004). Auch die als dritthäufigste Serovarietät ermittelte *Salmonella* Enteritidis (10 %) wird in anderen Untersuchungen mit einer geringeren Nachweisrate beschrieben (HARTUNG 2004). Dagegen wurden von LEUE (2005) bei der Untersuchung der gleichen Tiere am Schlachthof ähnliche Ergebnisse hinsichtlich der identifizierten Serovaren erzielt (Tabelle 5.2). Eine Ausnahme bildet jedoch die Serovar *Salmonella* Anatum, die mit einer Häufigkeit von 17,8 % in den Lymphknoten, jedoch nicht in der Tierumgebung nachgewiesen werden konnte. Dies kann auf die Tiere als Carrier hinweisen.

Es muss jedoch auch beachtet werden, dass die im Rahmen dieser Arbeit gezogenen Proben nicht nur von den Tieren stammen, sondern aus dem gesamten Milieu eines landwirtschaftlichen Betriebs mit einer bestimmten ökologischen Struktur. Hier können dann auch andere Serovarietäten zur Kenntnis kommen. In Anbetracht der vielfältigen Übertragungswege wurden in den sechs Betrieben ein recht konstantes und auch zahlenmäßig

5. Diskussion

enges Spektrum an Serovaren aufgefunden. Dies ist im Hinblick auf spätere Bekämpfungsmaßnahmen eher ermutigend.

Serovaren	Anteil in der Tierumgebung (eigene Daten)	Anteil in den Lymphknoten der Schweine (LEUE 2005)
<i>S. Typhimurium</i>	45,0 %	37,0 %
<i>S. Derby</i>	35,0 %	26,0 %
<i>S. Enteritidis</i>	10,0 %	11,0 %
<i>S. Bovismorbificans</i>	7,5 %	-
<i>S. der Gruppe B</i>	2,5 %	2,7 %
<i>S. Anatum</i>	-	17,8 %
<i>S. Subsp. 1 Rauform</i>	-	4,1 %
<i>S. Kottbus</i>	-	1,4 %

Tab. 5.2: Nachgewiesene Serovaren in der Tierumgebung und in den Lymphknoten der betreffenden Schweine

Lokalisation der *Salmonella*-Nachweise

Auf allen sechs Betrieben wurden Proben aus dem Stallinnen-, dem Stallaußen- und aus dem Zuliefer- und Entsorgungsbereich mit folgendem Ergebnis entnommen (Tabelle 5.3).

	Stallinnenbereich						Stallaußenbereich				Zuliefer- und Entsorgungsbereich					Gesamt
	Tränke	Futtertrog	Spaltenboden	Kot	Stiefel	Fliegen	Oberfläche	Erde	Vogelkot / -federn	Katze/Hund rektal	Silofutter	Brunnenwasser	Kompost	Unspezifizierte Umweltprobe ³	Tote Maus	
[n]	102	128	102	135	9	4	47	46	6	4	36	18	11	5	4	657
[n+]		9	4	16			4	4						2		29
%		7,0	3,9	11,8			8,5	8,7						40		4,4
%	6,0						7,8				2,7					

Tab. 5.3: Gesamte Probenqualitäten, Probenanzahl und *Salmonella*-positive Befunde in den jeweiligen Betriebsbereichen

5. Diskussion

Hinsichtlich der Betriebsbereiche wurden Salmonellen insgesamt am häufigsten im Stallaußenbereich (7,8 %) und im Stallinnenbereich (6 %) nachgewiesen. Die Nachweisrate im Zuliefer- und Entsorgungsbereich lag bei niedrigen 2,7%.

Im Stallaußenbereich waren Oberflächen- und Erdproben auf allen drei Betrieben Salmonellen-positiv, in Vogel- oder Haustierkotproben wurden keine Salmonellen nachgewiesen. Das steht im Gegensatz zu anderen Studien, in welchen Nachweisraten bis zu 26 % im Vogelkot und bis zu 12 % im Katzenkot nachgewiesen wurden (EDEL et al. 1976; RING und WOERLEN 1991; BARBER et al. 2002).

Im Stallinnenbereich lag die Salmonellenbelastung in den Probenqualitäten Kot, Futtertrog und Spaltenboden zwischen 2,5 % und 16,4 %. Auch GAREIS (1995) und BLAHA (2001) beschreiben das Schwein selbst als entscheidende Infektionsquelle in einem Bestand, wobei durch fäkale Kontamination von Kontaktflächen und Gegenständen Kreisläufe mit Neu- und Reinfektion weiterer Tiere entstehen. Besonders die in dieser Untersuchung ermittelte Belastung der Futtertröge, die wahrscheinlich ebenfalls auf eine fäkale Kontamination zurückzuführen ist, kann der Infektion bis dato nicht infizierter Tiere weiter Vorschub leisten. Im Gegensatz dazu konnte in keiner der untersuchten Stiefel-, Insekten- oder Tränkeproben Salmonellen nachgewiesen werden. Auch dies bestätigen Ergebnisse andere Studien nicht (GAREIS 1995; OLSEN and HAMMACK 2000; LETELLIER et al. 1999; BARBER et al. 2002).

Aus dem Zuliefer- und Entsorgungsbereich wurde nur in einer unspezifizierten Umweltprobe, die auf Betrieb D in der Nähe des Futtermischers genommen worden war, Salmonellen nachgewiesen. In den viel diskutierten Eintragsquellen Futter und Wasser (HARRIS et al. 1997; DAVIES et al. 1997; STEINBACH und KROELL 1999; SELBITZ 2001; BARBER et al. 2002) wurden in der vorliegenden Untersuchung keine Salmonellen gefunden.

Aus den aus Betrieb F stammenden Mäusen wurden ebenfalls keine Salmonellen isoliert, obwohl in diesem Betrieb Salmonellen in der Tierumgebung nachgewiesen wurden. Auch das steht im Gegensatz zu anderen Studien, die in Mäusen und Ratten auch aus der Umgebung von Schweinehaltenden Betrieben Nachweisraten zwischen 5 % und 8 % ermittelten (LETELLIER et al. 1999; BARBER et al. 2002; HILTON et al. 2002; GROÙE AUSTING 2005). In der vorliegenden Untersuchung kann die Zahl der gezogenen Proben zu niedrig gewesen sein.

Jahreszeitliche Unterschiede

Insgesamt betrachtet war in der zweiten Jahreshälfte der Anteil der Salmonella-positiven Proben (7,1 %) größer als in der ersten Jahreshälfte (4,7 %). Hinsichtlich der Betriebsbereiche wurden im Stallaußenbereich aus Erd- und Oberflächenproben in der ersten Jahreshälfte fast doppelt so viele Salmonella-positive Proben nachgewiesen (11,8 %) wie in der zweiten (6,8 %), was möglicherweise auf die Summe der Sonneneinstrahlung über die Sommermonate zurückgeführt werden kann. Auch NYELTY et al. (2004) und DEDIÉ et al. (1993) beschreiben das Sonnenlicht als einen limitierenden Faktor für die Überlebensfähigkeit der Salmonellen.

Im Stallinnenbereich dagegen waren die Nachweisraten in der zweiten Jahreshälfte in allen positiven Probenqualitäten höher als in der ersten Jahreshälfte. Damit hatte der Stallinnenbereich, in welchem limitierende Faktoren wie z. B. Sonnenlicht fehlen, besonders in den Sommer- und Herbstmonaten eine entscheidende Bedeutung im Infektionsgeschehen in den beprobten Betrieben.

Bezogen auf die Salmonella-positiven Bestände waren die Nachweisraten in beiden Jahreshälften ähnlich, bis auf Betrieb C, in welchem nur in der zweiten Jahreshälfte Salmonellen isoliert wurden. In Betrieb C wurde Geflügel in Freilandhaltung gehalten, das im Frühjahr 2003 wegen der holländischen Geflügelpest aufgestellt werden musste. Bei der zweiten Probeentnahme im Herbst war das Geflügel wieder im Freilandgehege, was als mögliche Erklärung für die jahreszeitlich unterschiedlichen Nachweise betrachtet werden kann. Eine Nachfolgeuntersuchung des Geflügelbestands desselben Betriebs bestätigte jedoch nicht die dort gefundenen Salmonella-Varianten (Daten hier nicht gezeigt). Dies spricht gegen den vermuteten Zusammenhang mit der Geflügelhaltung.

Unter Berücksichtigung der monatlichen Durchschnittstemperatur und Sonnenscheindauer im Jahr 2003 (DEUTSCHER WETTERDIENST 2005) zeigt Abbildung 5.1 die Probeentnahmen mit Salmonella-positivem Ergebnis.

5. Diskussion

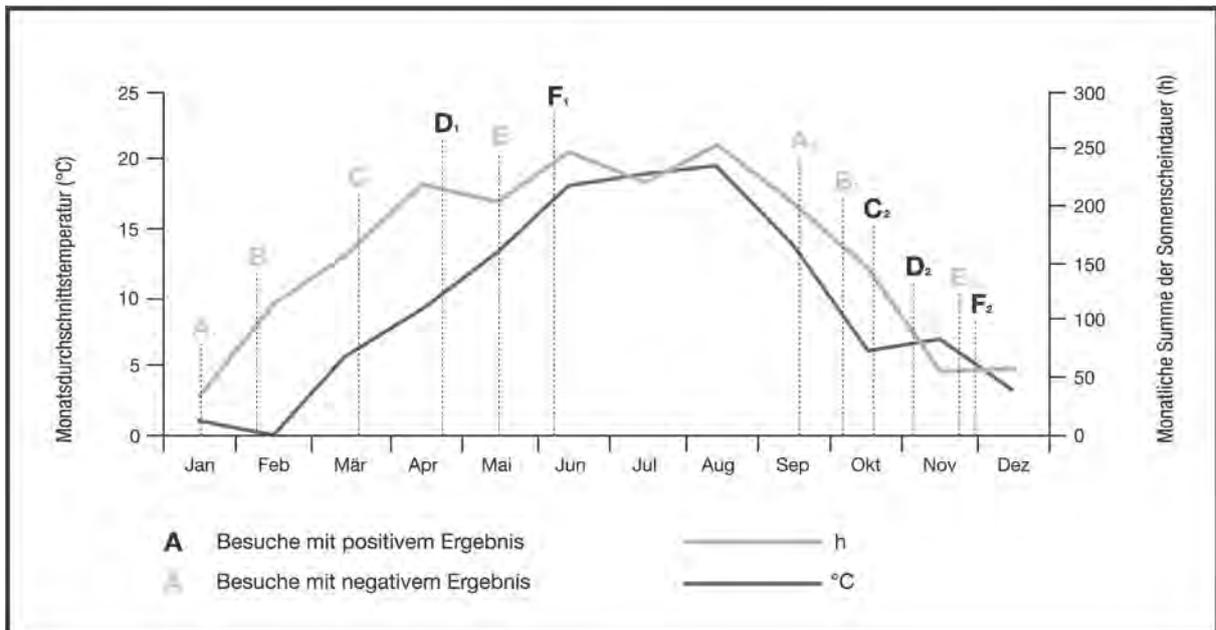


Abb. 5.1: Probeentnahmen auf den Betrieben mit positivem und negativem Salmonellen-Ergebnis unter Berücksichtigung von monatlicher Durchschnittstemperatur und Sonnenscheindauer (DEUTSCHER WETTERDIENST 2005)

Tabelle 5.4 zeigt die Werte von *Salmonella*-Nachweishäufigkeit, Temperatur und Sonnenscheindauer. Insgesamt lassen sich aus diesen Daten keine Einflüsse des Klimas auf die Salmonellennachweisquote ableiten.

5. Diskussion

Betrieb	1. Jahreshälfte			2. Jahreshälfte		
	Monatsdurchschnitts-temperatur (°C)	Summe der monatlich. Sonnenscheindauer (h)	Salmonellen-Nachweisrate	Monatsdurchschnitts-temperatur (°C)	Summe der monatlich. Sonnenscheindauer (h)	Salmonellen-Nachweisrate
A	0,9 (Jan)	32,2	0,0 %	13,8 (Sep)	202,6	0,0 %
B	-0,7 (Feb)	113,9	0,0 %	6,0 (Okt)	142,7	0,0 %
C	5,5 (Mär)	156,2	0,0 %	6,0 (Okt)	142,7	13,3 %
D	9,1 (Apr)	218,3	28,9 %	7,0 (Nov)	54,8	27,4 %
E	13,2 (Mai)	201,8	0,0 %	7,0 (Nov)	54,8	0,0 %
F	18,0 (Jun)	247,2	3,5 %	7,0 (Nov)	54,8	3,5 %

Tab. 5.4: Gegenüberstellung von Nachweisrate, Sonnenscheindauer und Durchschnittstemperatur der jeweiligen Probeentnahmen

5.2.2 Ergebnisse der Untersuchung auf *Campylobacter*

Nachweisraten *Campylobacter* (gesamt)

Auf allen sechs Betrieben wurden *Campylobacter*-Keime bei allen Probeentnahmen nachgewiesen, die Nachweisraten je Betrieb insgesamt lagen dabei zwischen 12,5 % und 41,2 %. Pro Besuch wurden Nachweisraten zwischen 10,3 % und 52,7 % erreicht. Die Höhe der Nachweisraten zeigt, dass der Erreger, der in großer Menge im Tier selbst vorkommt (Tabelle 2.11), auch häufig in der Tierumgebung zu finden ist. Dadurch wird dem Zirkulieren des Erregers im landwirtschaftlichen Betrieb Vorschub geleistet (JONES 2001). Hinsichtlich der Höhe der *Campylobacter*-belastung zeigt ein Vergleich mit den Daten von LEUE (2005) aus den Jejunalymphknoten der Tiere aus den selben Beständen, dass mit Ausnahme von Betrieb E in der Tierumgebung niedrigere Nachweisraten als in den Lymphknoten der Tiere erreicht wurden. Dies lässt sich mit der eher geringen Tenazität des Erregers im Umgebungsmilieu erklären. Abgesehen von den insgesamt niedrigen Nachweisraten (bei

5. Diskussion

beiden Untersuchungen unter 20 %) in Betrieb C zeigte sich ansonsten kein Zusammenhang zwischen der Keimbelastung im Bestand und in den Lymphknoten der Tiere (Tabelle 5.5).

Betrieb	<i>Campylobacter</i> -Nachweisrate in der Tierumgebung (gesamt)	<i>Campylobacter</i> -Nachweisrate in Lymphknoten (gesamt) (LEUE 2005)
A	25,9 %	47,8 %
B	39,6 %	58,3 %
C	12,5 %	19,8 %
D	30,2 %	71,1 %
E	41,2 %	32,3 %
F	19,4 %	40,2 %

Tab. 5.5: Vergleich von *Campylobacter*-Nachweisrate in der Tierumgebung und in den Lymphknoten der betreffenden Schweine

Nachgewiesene *Campylobacter*-Spezies

Die beim Schwein vorherrschende *Campylobacter*-Spezies ist nach Ansicht vieler Autoren *Campylobacter coli* (WEIJTENS et al. 1997; YOUNG et al. 2000; ALTER et al. 2005 a). In mehreren Untersuchungen wurde beim Schwein *Campylobacter coli* mit einer Häufigkeit zwischen 75 % und 100 % nachgewiesen (MAFU et al. 1989; PEARCE et al. 2003; ALTER et al. 2005 a; BOES et al. 2005). Auch im nationalen Referenzlabor für die Epidemiologie der Zoonosen (NRL-E) lag der Nachweis von *Campylobacter coli* beim Schwein bei über 90 % (HARTUNG 2004 b). Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung fügen sich hier nur bedingt ein. Mit 39,3 % war *Campylobacter lari* der häufigste nachgewiesene Erreger, gefolgt von *C. coli* mit 33,3 % und nur auf Genusebene identifizierten *C. spp.* mit 22,4 %. Im Vergleich mit den Daten aus den Lymphknoten der selben Tiere von LEUE (2005) zeigt sich mit Ausnahme von *C. upsaliensis*, die im Lymphknoten nicht nachgewiesen werden konnte, im Wesentlichen eine Übereinstimmung hinsichtlich der nachgewiesenen Spezies und der Häufigkeit der verschiedenen Spezies (Tabelle 5.6)

Die Parameter der Differenzierung entsprechen denjenigen der DIN ISO 10272 (Tabelle 2.8). Allerdings wird die Hippurat-Hydrolyse als schwer interpretierbar angesehen (BOES et al. 2005).

5. Diskussion

<i>Campylobacter</i> -Spezies	Anteil in der Tierumgebung	Anteil in den Lymphknoten der Schweine (LEUE 2005)
<i>C. coli</i>	33,3 %	34,6 %
<i>C. jejuni</i>	1,6 %	16,3 %
<i>C. lari</i>	39,3 %	27,2 %
<i>C. upsaliensis</i>	3,3 %	-
<i>C. ssp.</i>	22,4 %	21,8 %

Tab. 5.6: Nachgewiesene Spezies in der Tierumgebung und in den Lymphknoten der betreffenden Schweine

Lokalisation der *Campylobacter*-Nachweise

Insgesamt wurden die in Tabelle 5.7 beschriebenen Probenqualitäten und -mengen aus den sechs untersuchten Betrieben ermittelt.

	Stallinnenbereich						Stallaußenbereich				Zuliefer- und Entsorgungsbereich					Gesamt
	Tränke	Futtertrog	Spaltenboden	Kot	Stiefel	Fliegen	Oberfläche	Erde	Vogelkot / -federn	Katze/Hund rektal	Silofutter	Brunnenwasser	Kompost	Unspezifizierte Umweltprobe	Tote Maus	
[n]	102	128	102	135	9	4	47	46	6	4	36	18	11	5	4	657
[n+]	7	37	69	51	1	3	5	6		1						180
%	6,9	28,9	67,6	37,8	11,1	75	10,6	13,0		25						27,4
%	35,0						11,6				0,0					

Tab. 5.7: Gesamte Probenqualitäten, -menge und *Campylobacter*-positive Befunde der jeweiligen Betriebsbereiche

Campylobacter konnte im Stallinnenbereich gut dreimal so häufig wie im Stallaußenbereich nachgewiesen werden, im Zuliefer- und Entsorgungsbereich dagegen wurde der Erreger nicht nachgewiesen. Letzteres wurde auch in anderen Untersuchungen festgestellt, wonach der Eintrag von *Campylobacter* in einen Tierbestand durch Futter, Trinkwasser und Nagetiere als gering eingestuft wird (SKIRROW 1994; JACOBS-REITSMA et al. 1995; WEIJTENS et al. 1997; WEIJTENS et al. 2000).

5. Diskussion

Im Stallaußenbereich lag die Belastung der Oberflächen- und Erdproben je Besuch zwischen 5,9 % und 17,2 %. Deshalb müssen, trotz der Unfähigkeit des Erregers, sich außerhalb seines Wirtes zu vermehren, auch umweltbezogene Carrier als Faktoren einer Erregerverbreitung in die Überlegungen mit einbezogen werden, was auch von WESLEY et al. (2000) und JONES (2001) festgestellt wurde.

Die positiven *Campylobacter*-Nachweise in der Rektaltupferprobe einer Katze entsprechen den Untersuchungen verschiedener Autoren, in denen bei der Katze *Campylobacter*-Häufigkeiten zwischen 45 % und 66 % ermittelt wurden (MORENO et al. 1993; WEBER und SCHWARZKOPF 2003). Allerdings sind bei der Katze überwiegend *C. upsaliensis* bzw. *C. jejuni* beschrieben (MORENO et al. 1993; WEBER und SCHWARZKOPF 2003). In der vorliegenden Untersuchung dagegen wurde aus dieser Probe die vorwiegend beim Schwein vorkommende Spezies *Campylobacter coli* isoliert, weshalb in Schweinebetrieben gehaltene Katzen als Vektoren für die Übertragung auch von *C. coli* auf das Schwein nicht ausgeschlossen werden können. Dem stehen die Ergebnisse von ALTER et al. (2005 b) gegenüber, auf aus Katzenkot auf Schweinebetrieben *Campylobacter* nicht nachweisen konnten.

Vögel werden als die häufigsten Wirtstiere für *Campylobacter* beschrieben, in verschiedenen Studien wurde auf die Kontaminationsgefahr von Nutztierbeständen durch Vogelkot hingewiesen (GLÜNDER 1992; WESLEY et al. 2000; SELBITZ 2002). In der vorliegenden Untersuchung konnte dies wie bei ALTER et al. (2005 b) nicht bestätigt werden.

Im Stallinnenbereich wurden in den Probenqualitäten Futtertrog, Kot und Spaltenboden Nachweisraten zwischen 18,2 % und 72,6 % ermittelt und auch in den Tränkeproben fand sich *Campylobacter* in einer Häufigkeit bis zu 8 %. Diese Nachweisraten wurden von ALTER et al. (2005 b) nicht erreicht. Die Autoren konnten in keiner Futtertrogprobe und in nur einer Tränkeprobe *Campylobacter* nachweisen. Da Schweinekotproben jedoch zwischen 50 % und 100 % mit *Campylobacter* belastet sind (Tabelle 2.11, Nachweisraten beim Schwein: Literaturteil) stellt grundsätzlich die fäkale Kontamination der Tierumgebung einen wesentlichen epidemiologischen Faktor dar. Hohe Kontaminationsraten in der Tierumgebung leisten einer Neu- und Reinfektion bis dato noch nicht infizierter Tiere Vorschub. Dies wurde auch bei Untersuchungen in Rinderbeständen von MINIHAN et al. (2004) festgestellt, wobei die Autoren die Kontamination von Trennwänden, Wasser- und Futtertrögen in einen statistischen Zusammenhang mit der Ausscheidungsrate der Tiere stellen konnten.

Fliegen als Vektoren in der *Campylobacter*-Verbreitung werden von mehreren Autoren erwähnt, wobei Nachweisraten zwischen 0,5 % und 8,2 % ermittelt wurden (HALD et al.

5. Diskussion

2004; ALTER et al. 2005 a). In der vorliegenden Untersuchung waren 75 % der wenigen beprobten Fliegen *Campylobacter*-positiv, wobei sich diese alle auf Betrieb E fanden, welcher auch einen massiven Fliegenbefall zu Protokoll gab. Mit einer *Campylobacter*-Nachweishäufigkeit von insgesamt 41,2 % aller Proben war dieser Betrieb in der vorliegenden Untersuchung auch der am höchsten belastete.

In der vorliegenden Untersuchung waren weiterhin 14,3 % der Stiefelproben *Campylobacter*-positiv. Die damit festgestellte Rolle des Menschen als Vektor der *Campylobacter*-Verbreitung wird auch von JACOBS-REITSMA et al. (1995) und JONES (2001) herausgestellt.

Jahreszeitliche Unterschiede

Insgesamt betrachtet wurden in der zweiten Jahreshälfte häufiger *Campylobacter* nachgewiesen (29,5 %) als in der ersten Jahreshälfte (25,1 %). Dies zeigte sich auch in den *Campylobacter*-positiven Betriebsbereichen Stallinnen- (32,1 % und 37,9 %) und Stallaußenbereich (10 % und 12,7 %).

Auf Betriebsebene entsprachen dieser Tendenz drei der sechs Betriebe. In Betrieb C, E und F war die Nachweishäufigkeit in der zweiten Jahreshälfte höher, wobei diese Probeentnahmen bei niedrigeren Temperaturen im Oktober und November erfolgten.

Hinsichtlich der einzelnen Probenqualitäten wurden in Stiefel-, Fliegen- und Rektaltupferproben von Hund bzw. Katze *Campylobacter* nur in der ersten Jahreshälfte nachgewiesen. Auch Kotproben waren in der ersten Jahreshälfte fast doppelt so hoch belastet wie in der zweiten.

Unter Berücksichtigung der monatlichen Durchschnittstemperatur und Sonnenscheindauer im Jahr 2003 (DEUTSCHER WETTERDIENST 2005) zeigt Abbildung 5.2 die Probeentnahmen mit *Campylobacter*-positivem Ergebnis.

5. Diskussion

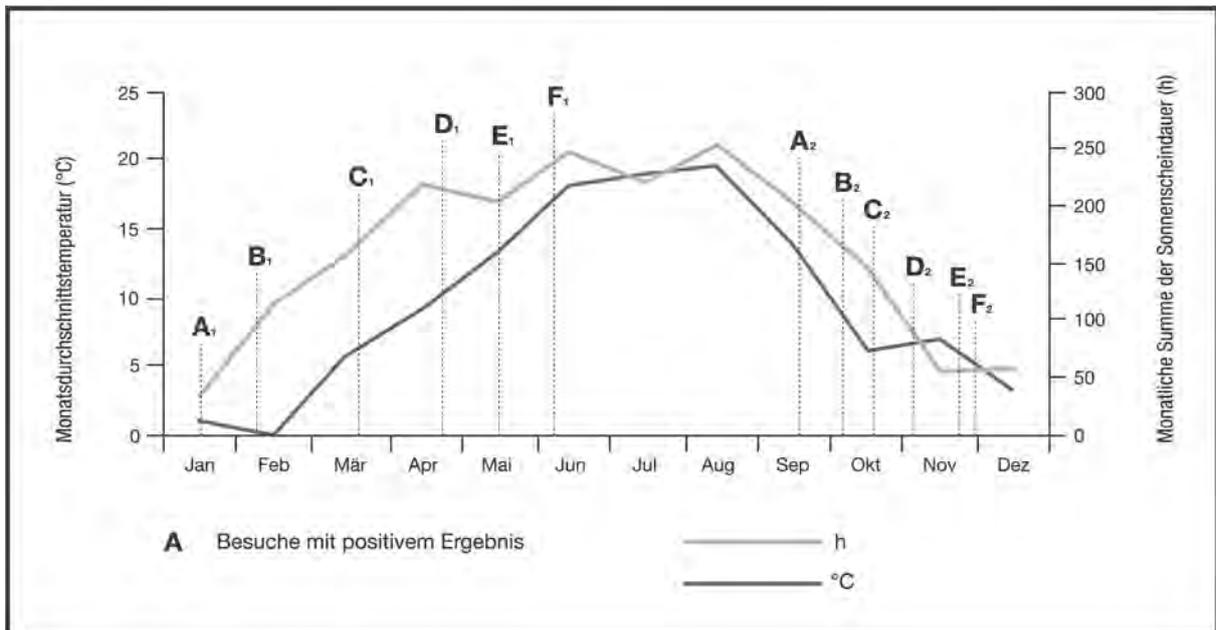


Abb. 5.2: Probeentnahmen mit positivem Ergebnis unter Berücksichtigung von monatlicher Durchschnittstemperatur und Sonnenscheindauer (DEUTSCHER WETTERDIENST 2005)

Tabelle 5.8 zeigt die Werte von *Campylobacter*-Nachweishäufigkeit, Temperatur und Sonnenscheindauer. Es waren keine Einflüsse vom Klima auf die *Campylobacter*-Nachweise erkennbar.

5. Diskussion

Betrieb	1. Jahreshälfte			2. Jahreshälfte		
	Monatsdurchschnitts-temperatur (°C)	Summe der monatlich. Sonnenscheindauer (h)	Campylobacter-Nachweisrate	Monatsdurchschnitts-temperatur (°C)	Summe der monatlich. Sonnenscheindauer (h)	Campylobacter-Nachweisrate
A	0,9 (Jan)	32,2	26,9 %	13,8 (Sep)	202,6	25,0 %
B	-0,7 (Feb)	113,9	43,6 %	6,0 (Okt)	142,7	35,7 %
C	5,5 (Mär)	156,2	10,3 %	6,0 (Okt)	142,7	15,0 %
D	9,1 (Apr)	218,3	35,5 %	7,0 (Nov)	54,8	25,5 %
E	13,2 (Mai)	201,8	26,2 %	7,0 (Nov)	54,8	52,7 %
F	18,0 (Jun)	247,2	14,3 %	7,0 (Nov)	54,8	24,6 %

Tab. 5.8: Gegenüberstellung von Nachweisrate, Sonnenscheindauer und Durchschnittstemperatur der jeweiligen Probeentnahmen

5.2.3 Vergleichende Betrachtung der Ergebnisse unter dem Gesichtspunkt des Betriebsmanagements

Das hier zu Grunde gelegte Versuchsdesign ermöglichte die Erarbeitung von Nachweishäufigkeit von *Salmonella* und *Campylobacter*, die Lokalisation der Erreger auf den Betrieben und zusätzlich die Erhebung einiger Managementfaktoren der Betriebe. Der Vergleich aller Betriebe unter dem Gesichtspunkt der Managementfaktoren gelang nicht, da die Betriebe zu unterschiedlich und zahlenmäßig auch zu wenig waren, um allgemein gültige Aussagen über den Einfluss bestimmter Managementfaktoren auf das Auftreten der Erreger machen zu können.

Es waren jedoch Schwerpunkte feststellbar, die in weiteren Untersuchungen verifiziert werden können.

Tabelle 5.9 und 5.10 fassen Betriebscharakteristika zusammen und stellen die Ergebnisse aus der vorliegenden Arbeit den Untersuchungen der Tierlymphknoten aus den gleichen Beständen (LEUE 2005) gegenüber.

5. Diskussion

	A	B	C	D	E	F
Betriebsart	Geschlossen	Mast	Geschlossen	Mast	Mast	Mast
Mastplätze	500	800	1000	1400	1200	800
Ferkelherkunft	Intern	Verschieden	Intern	Keine Angabe	Gleich	Gleich
Stalltechnik						
Stallgebäude	3	3	6 (Schwein)	2	1	2
Buchtgröße	12 m ²	6 / 12 m ²	12 m ²	20-40 m ²	ca. 6-8m ²	6-20m ²
Tiere/Bucht	ca. 12	ca. 8 / 12	ca. 12	ca. 26-60	ca. 10	ca. 10-15
Bodengestaltung	Vollspalten	Vollspalten	Vollspalten	Vollspalten	Vollspalten	Vollspalten
Entmistung	Unter Stall	Unter Stall	Unter Stall / Güllepott	Unter Stall	Unter Stall	Unter Stall / Güllepott
Fütterung						
Technik	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch
Art	Flüssig	Trocken	Trocken	Flüssig	Trocken	Trocken
Häufigkeit	3 x tägl.	ad libitum	ad libitum	bis 7 x tägl.	ad libitum	ad libitum
Herkunft	Zukauf	Zukauf / eigen	Zukauf	Zukauf	Zukauf	Zukauf
Tränke	nach Futter	Nippel	Nippel	Tränke defekt	Nippel	Nippel
Wasserherkunft	Stadtwasser	Brunnen	Brunnen	Brunnen	Brunnen	Brunnen
Hygiene + Desinfektion						
Hygiene Futterleitung	2 x jährl. Propionsäure	1 x pro Mast H ₂ O	keine	1x wöch. Mit H ₂ O + Desinfektion	keine	keine; Leerung nach Mast
Rein / Raus	vollständig Desinfektion	unvollständig	Abteilweise Desinfektion	unvollständig	Abteilweise	unvollständig
Bauliche Hyg.-Maßnahme	Schleuse vor Sauenstall	keine	Schleuse vor Sauenstall	keine	keine	keine
Desinfektion	keine	keine	keine	keine	Trockene Matte	keine
Hygiene	Stallkleidung Stiefel	Stallkleidung	Stallkleidung	Stallkleidung	Stallkleidung	Stallkleidung
Allgemeines						
Bemerkung	Zaun um Betrieb errichtet	NH ₃ ↑ Fußprobleme Hundesitzige Stellung (einige Tiere)	Pferde, Hühner; Schadnagerbekämpfung	Tränke defekt Temperatur-Gefälle in Stallgebäude Gülle läuft über	Fliegen	Schadnagerbekämpfung

Tab. 5.9: Gesamtbetriebskenndaten

5. Diskussion

Ergebnisse						
Betrieb	A	B	C	D	E	F
Salmonella (Summe aller Proben)	0 %	0 %	6,2 %	28,1 %	0%	3,5 %
Stallinnenbereich	-	-	5,9 %	34,4 %	-	1,3 %
Stallaußenbereich	-	-	11,1 %	20 %	-	16,7 %
Zuliefer- und Entsorgungsbereich	-	-	0 %	11,8 %	-	0 %
Salmonella (Tiere) (LEUE 2005)	4,4 %	17,7 %	13,5 %	30 %	4,6 %	8,8 %
Salmonella-Status Fleischsaft ELISA (2003) (BÖSELER u.GOLDSCHMAUS 2003)	I (18,2 %)	I (6,3 %)	III (66,7 %)	III (42,3 %)	I (10,3 %)	II (20 %)
Campylobacter (Summe aller Proben)	25,9 %	39,6 %	12,5 %	30,2 %	41,2 %	19,4 %
Stallinnenbereich	34,9 %	52,4 %	14,7 %	42,2 %	43,8 %	28,8 %
Stallaußenbereich	0 %	5,3 %	5,5 %	13,3 %	50 %	0 %
Zuliefer- und Entsorgungsbereich	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Campylobacter (Tiere) (LEUE 2005)	47,8 %	58,3 %	19,8 %	71,1 %	32,3 %	40,2 %

Tab. 5.10: Gegenüberstellung der Ergebnisse aus der vorliegenden Arbeit, aus der Untersuchung der Lymphknoten der betreffenden Schweine (LEUE 2005) und dem Fleischsaft-ELISA (BÖSELER und GOLDSCHMAUS 2003)

5.2.3.1. Salmonella und Betriebsmanagement

Die in dieser Untersuchung positiv beprobten Betriebe C, D und F eint eine höhere Status-Einstufung auf Grundlage des Fleischsaft-ELISA (BÖSELER und GOLDSCHMAUS 2003) im Vergleich zu den anderen Betrieben. Auch LEUE (2005) konnte bei den Tieren der Betriebe C, D und F Salmonellen bis zu 30 % nachweisen. Von GAREIS (1995) und BLAHA (2001) wird das Schwein als entscheidende Infektionsquelle in einem Bestand betrachtet, wobei durch fäkale Kontamination Infektionskreisläufe entstehen. Das könnte die Nachweisraten in der Tierumgebung in dieser Untersuchung erklären. Allerdings waren in zwei der positiv beprobten Betriebe (Betrieb C und F) die Nachweisraten im

5. Diskussion

Stallaußenbereich wesentlich höher als in der unmittelbaren Tierumgebung (Stallinnenbereich). Es ist jedoch auch denkbar, dass der Außenbereich bislang zu wenig berücksichtigt worden und damit in seiner Auswirkung unterschätzt worden ist.

Weiterhin zeigt sich die Tendenz, dass besonders die Betriebe mit mehr als 12 Tieren pro Bucht (Betrieb D und F) höhere Nachweisraten in der Tierumgebung aufweisen als Betriebe, in welchen bis zu 12 Tieren pro Bucht zusammengehalten werden. Auch BERENDS et al. (1996) bestätigen, dass, je mehr Tiere in einer Bucht gehalten würden, umso schwieriger die Ausbreitung einer Infektion zu verhindern sei.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung decken sich mit den in unterschiedlicher Weise diskutierten Daten über einen Zusammenhang zwischen Salmonellen-Prävalenz und Bestandsgröße (CARSTENSEN and CHRISTENSEN 1998; STEGE et al. 2001; VAN DER WOLF et al. 2001). In den Betrieben C und D mit 1000 oder mehr Mastplätzen wurden Salmonellen in der Tierumgebung nachgewiesen. Bei Betrieb A und Betrieb B, in denen keine Salmonellen in der Tierumgebung isoliert werden konnten, lag die Anzahl der Mastplätze bei 800 und weniger. Nicht in diese Tendenz fügen sich Betrieb E und F. So war Betrieb F mit ca. 800 Mastplätzen ebenfalls in der Tierumgebung *Salmonella*-positiv, Betrieb E dagegen war bei einer Größe von etwa 1200 Mastplätzen *Salmonella*-negativ.

Betrachtet man die Betriebe einzeln für sich, so können eine mögliche Erklärung für die Salmonellenbelastung auf Betrieb C die verschiedenen, parallel existierenden Produktionszweige des Betriebes (Schweine, Pferde, Hühner, Kartoffelanbau) sein. Neben einer enormen Bewegung innerhalb des Betriebes und sich kreuzenden Wegen zwischen den Produktionsbereichen ist weiterhin auch der Publikumsverkehr auf den Betrieb möglicherweise von Bedeutung für die Verbreitung der Erreger. Das entspricht den Ergebnissen anderer Autoren (GAREIS 1995; BERENDS et al. 1996; FUNK et al. 2001; SELBITZ 2001). Dem entgegen steht die Tatsache, dass die *Campylobacter*-belastung auf Betrieb C im Vergleich zu den anderen Betrieben mit 12,5 % am niedrigsten war. Eine einfache Übertragungsfunktion auf Oberflächen ist somit für *Campylobacter* nicht anzunehmen. Die Epidemiologie von *Campylobacter* erfordert weitere Untersuchungen.

Auf Betrieb D, Status III in der ELISA-Fleischsaftuntersuchung (BÖSELER und GOLDSCHMAUS 2003), war die Nachweisrate mit insgesamt 28,1 % *Salmonella*-positiven Proben unter allen untersuchten Betrieben am höchsten und auch die *Campylobacter*-belastung lag mit insgesamt 30,2 % unter den höchsten drei. Hinsichtlich der Managementfaktoren wurde überlaufende Gülle in den Buchten, ein subjektiv deutlich fühlbares Temperaturgefälle

5. Diskussion

in den Stallgebäuden, eine verhältnismäßig hohe Belegdichte und eine defekte Tränkeanlage über einen Zeitraum von mindestens 7 Monaten beobachtet. Diese Faktoren, zumindest in ihrer Summe, könnten auch insgesamt ein eher mäßiges Hygiene- und Betriebsmanagement reflektieren, was seinerseits gegen das Auftreten pathogener Erreger wenig auszurichten vermag.

5.2.3.2. *Campylobacter*- und Betriebsmanagement

In dieser Untersuchung konnten auf allen sechs Betrieben *Campylobacter* in der Tierumgebung nachgewiesen werden.

Bei der vergleichenden Betrachtung der Betriebe unter dem Gesichtspunkt des Betriebsmanagements fällt auf, dass die Betriebe A und C, die eine Stalldesinfektion durchführen, tendenziell niedrigere Nachweisraten in der Tierumgebung aufwiesen (25,9 % und 12,5 %) als die Betriebe, die keine Desinfektion durchführen. Allerdings fügt sich hier Betrieb F mit der zweitniedrigsten Nachweisrate (19,4 %) nicht ein. In der Literatur wird ein gutes Hygienemanagement als probate Maßnahme zur Verringerung des Infektionsdrucks von *Campylobacter* beschrieben (WEIJTENS et al. 2000; ALTER et al. 2005b).

Weiterhin fällt bei Betrieb A, B und F auf, dass *Campylobacter* – mit Ausnahme einer Rektaltupferprobe einer Katze auf Betrieb B – nur im Stallinnenbereich nachgewiesen wurde. Auch im Gesamtdurchschnitt lag die Belastung des Stallaußenbereichs mit *Campylobacter* nur bei rund 11 %. Auf Betrieb E, der insgesamt am höchsten mit *Campylobacter* belastet war, lag die Nachweisrate im Stallaußenbereich bei 50 %. Ob der überwiegend im Stallinnenbereich auftretende Erreger bei hohem Infektionsdruck auch vermehrt in den Stallaußenbereich getragen wird und sich dann dort halten kann oder ob der „Impuls“ von Außen kommt, kann mit diesen Methoden nicht geklärt werden.

Betrieb E weist hinsichtlich der *Campylobacter*belastung einen Anstieg um fast das Doppelte zwischen den beiden Probeentnahmen auf (26,2 % und 52,7 %). Es wurde ein massives Fliegenproblem auf diesem Betrieb angegeben, was von mehreren Autoren als epidemiologischer Risikofaktor in der Verbreitung von *Campylobacter* in einem Nutztierestand angesehen wird (SHANE et al. 1985; HALD et al. 2004; NICHOLS 2005). Diese Tatsache kann eine mögliche Erklärung für die hohe *Campylobacter*belastung auf Betrieb E beim zweiten Besuch sein, womit die Bekämpfung von Fliegen in einem Bestand ein wichtiger Punkt im Hygienemanagement wäre.

5.3 Schlussfolgerungen

Grundsätzlich muss berücksichtigt werden, dass es durchaus prädisponierende Managementfaktoren für das Auftreten pathogener Mikroorganismen gibt (Kapitel 2). In dieser Untersuchung konnten jedoch weder bei Salmonellen noch bei *Campylobacter* Faktoren ermittelt werden, die durchgängig bei allen Betrieben mit einer bestimmten Keimprävalenz verknüpft waren. Ursache kann die geringe Anzahl und Verschiedenheit der untersuchten Betriebe sein. Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich prädisponierende und protektive Faktoren gegenseitig beeinflussen oder Prädispositionen durch verschiedene Maßnahmen ausgeglichen werden können.

Aus den Ergebnissen wird gefolgert, dass Salmonellen in vergleichbarem Maß im Stallinnen- und im Stallaußenbereich auftreten können. Vertreter der Gattung *Campylobacter* wurden etwa dreimal häufiger im Stallinnenbereich als im Stallaußenbereich nachgewiesen. Beide Erreger traten in verschiedenen Betrieben mit unterschiedlicher Häufigkeit auf, woraus gefolgert wird, dass das Auftreten der Erreger durch äußere Faktoren bzw. durch ein Zusammenspiel unterschiedlicher Faktoren beeinflusst werden kann.

In der Konsequenz bedeutet dies, dass die Bekämpfung von Salmonellen und *Campylobacter* nicht nur mittels allgemein aufgestellter Regeln erfolgen kann, sondern auch immer die Berücksichtigung der individuellen Betriebsführung erfordert.

Es lässt sich weiterhin schließen, dass die Epidemiologie von *Salmonella* und *Campylobacter* nicht vergleichbar ist.