

Open Access

Berl Münch Tierärztl Wochenschr 123,
265–277 (2010)
DOI 10.2376/0005-9366-123-265

© 2010 Schlütersche
Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
ISSN 0005-9366

Korrespondenzadresse:
alexandra.friedrich@bfr.bund.de

Eingegangen: 13.01.2010
Angenommen: 25.03.2010

Online first: 21.06.2010
[http://vetline.de/zeitschriften/bmtw/
open_access.htm](http://vetline.de/zeitschriften/bmtw/open_access.htm)

Zusammenfassung

Summary

Bundesinstitut für Risikobewertung, Nationales Referenzlabor zur Durchführung von Analysen und Tests auf Zoonosen (Salmonellen) 1, Berlin

Bericht des Nationalen Referenzlabors zur Durchführung von Analysen und Tests auf Zoonosen (Salmonellen) zum Vorkommen von Salmonellen in Nutztieren, Lebens- und Futtermitteln über den Zeitraum der letzten fünf Jahre in Deutschland (2004–2008)

Report on Salmonella isolates in livestock, food and feed, received at the German National Reference Laboratory for Salmonella during 2004–2008

Alexandra Friedrich¹, Christina Dorn¹, Andreas Schroeter¹, Istvan Szabo¹, Manuela Jaber¹, Gabriele Berendonk¹, Martha Brom¹, Johanna Ledwolorz¹, Reiner Helmuth¹

Das Nationale Referenzlabor zur Durchführung von Analysen und Tests auf Zoonosen (Salmonellen) – abgekürzt als NRL für Salmonellen (NRL-Salm) – erhält von Untersuchungseinrichtungen bundesweit Salmonella verdächtige Isolate zur Überprüfung (Erregerbestätigung) und weiteren Differenzierung. Die eingesandten Isolate stammen überwiegend aus dem Nutztier- und Lebensmittelbereich. Dieser Bericht fasst die Ergebnisse des Nationalen Referenzlabors über die letzten fünf Jahre (2004–2008) zur Prävalenz von *Salmonella* spp. sowie zur Verbreitung der häufigsten Salmonella-Serovare in Nutztieren, in Lebens- und Futtermitteln zusammen. Im vorliegenden Zeitraum wurden 23 949 Salmonella-Isolate an das NRL-Salm gesandt, wobei *S. enterica* Serovar Typhimurium und *S. enterica* Serovar Enteritidis die häufigsten Serovare darstellten. Ferner wird das Aufkommen neuer, sich verbreitender Serovare im vorliegenden Zeitraum beschrieben. In diesem Zusammenhang wird vor allem auf das steigende Vorkommen von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (d-Tartrat positiv), der monophasischen Variante von *S. enterica* Serovar Typhimurium (*S. enterica* Subspezies [subsp.] *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:-) und *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- eingegangen.

Schlüsselwörter: *Salmonella* spp., Serovar-Verteilung, monophasische Varianten

The German National Reference Laboratory for Salmonella receives Salmonella isolates from diverse laboratories in Germany. Most of the Salmonella strains originated from livestock and food. This report summarizes the studies of the German National Reference Laboratory on the prevalence of *Salmonella* ssp. in livestock, food and feed for the years 2004–2008. In the past five years, the National Reference Laboratory received 23,949 Salmonella isolates with *S. enterica* serovar Typhimurium and *S. enterica* serovar Enteritidis as the most prevalent serovars. In addition, we summarize the incidence of emerging serovars, such as *S. enterica* serovar Paratyphi B (d-tartrate positive), the monophasic variant of *S. enterica* serovar Typhimurium (*S. enterica* subspecies (subsp.) *enterica* serovar 1,4,[5],12:i:-) and *S. enterica* subsp. *enterica* serovar 1,4,12:d:-.

Keywords: *Salmonella* spp., distribution of serovars, monophasic variants

Humane Salmonellen-Erkrankungen in Deutschland

Bei der enteritischen Salmonellose handelt es sich um eine meist spontan ausheilende Durchfallerkrankung, die durch nichttyphöse Salmonellen der Gattung *Salmonella* hervorgerufen und vor allem durch kontaminierte Lebensmittel übertragen wird. Nach den Vorgaben des Gesundheitseinrichtungen-Neuordnungs-Gesetzes (GNG) vom 24. Juni 1994 wird das Vorkommen von Salmonellen in der Umwelt, Futtermitteln, Tieren und Lebensmitteln am Nationalen Referenzlabor zur Durchführung von Analysen und Tests auf Zoonosen (Salmonellen) – abgekürzt als NRL-Salm – des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) erfasst (Anonymous, 1994). Ergänzend dazu ist das Nationale Referenzzentrum (NRZ) für Salmonellen und andere Enteritiserreger des Robert Koch-Instituts (RKI) für die vom Menschen stammenden Salmonellen zuständig.

Die Zahl der humanen Salmonellosen sinkt nach ihrem Höhepunkt von über 200 000 gemeldeten Fällen im Jahr 1992 kontinuierlich. Während Mitte der 90er Jahre jährlich noch ca. 130 000 Fälle pro Jahr gemeldet wurden, lag im Jahr 2008 die niedrigste Infektionszahl mit 42 909 Fällen vor (Robert Koch Institut, 2004, 2005, 2006a, 2007, 2008).

Humane Salmonellen-Infektionen können zu ca. 90 % auf die beiden Serovare *S. enterica* Serovar Enteritidis und *S. enterica* Serovar Typhimurium zurückgeführt werden, wobei *S. enterica* serovar Enteritidis im Zeitraum 2004–2008 in 62–71 % und *S. enterica* Serovar Typhimurium in 21–30 % der Fälle nachgewiesen wurde. Weitere, klinisch relevante Serovare verursachen einen vergleichsweise geringen Prozentsatz der humanen Salmonellosefälle, genannt werden vor allem *S. enterica* Serovar Infantis (0,7–1,4 %), daneben mit 0,3 bis maximal 1 % die *S. enterica* Serovare Virchow, Derby, Bovismorbificans, Hadar, Newport sowie Anatum (siehe Robert Koch Institut, 2004, 2005, 2006a, 2007, 2008).

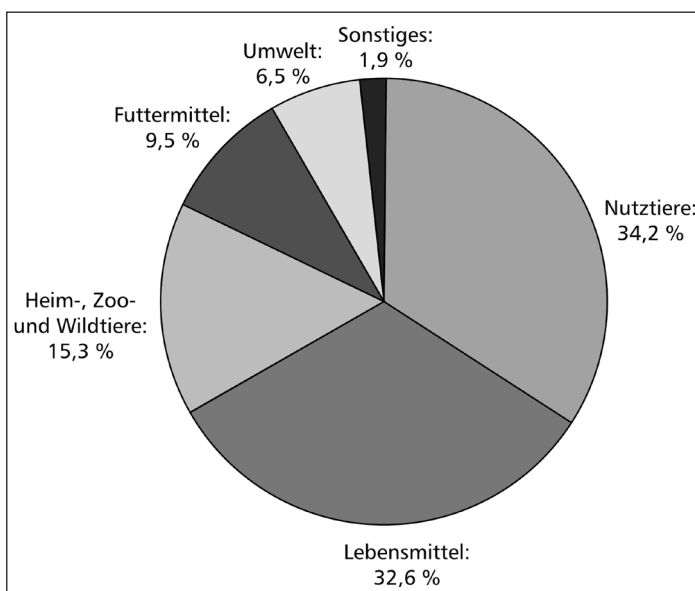


ABBILDUNG 1: Herkunft der beim NRL-Salm eingesandten *Salmonella*-Isolate aus dem Diagnostikbereich im Zeitraum 2004–2008 (N = 19 162).

Herkunft der *Salmonella*-Isolate des NRL-Salm

Das NRL-Salm des Bundesinstituts für Risikobewertung führt gemäß der Zoonosen-Richtlinie 2003/99/EG (Anonymous, 2003 a), der Zoonosen-Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 (Anonymous, 2003b), des §2 BfRG (Anonymous, 2002) sowie des §64 LFGB unter anderem die Bestätigung von *Salmonella*-Serovaren, deren weitere Charakterisierung/Typisierung, molekularbiologische Feintypisierung und Resistenzprüfung sowie die Aufklärung von Infektketten durch. Dieser Bericht fasst primär die Studien des NRL-Salm bezüglich der Prävalenz von *Salmonella* ssp. in Nutztieren, im Lebensmittel- und Futtermittelbereich zusammen und konzentriert sich dabei vorwiegend auf die Ergebnisse der serologischen Typisierung. Für die Serovare *S. enterica* Serovar Typhimurium und *S. enterica* Serovar Enteritidis werden zusätzlich die Daten der Lysotypie zusammengefasst. Die Ergebnisse der Antibiotikaresistenzprüfung werden als separater Bericht veröffentlicht.

Das NRL-Salm erhält jährlich ca. 5000 *Salmonella*-Isolate (Dorn et al., 2002), die sowohl von Landeslaboratorien und Universitäten als auch privaten Untersuchungseinrichtungen stammen. In den Jahren 2004–2008 wurden beim NRL-Salm 24 321 Isolate zur Erregerüberprüfung, weiteren serologischen Differenzierung und gegebenenfalls zur Bestimmung des Lysotyps eingesandt. Von diesen Einsendungen konnten 23 949 Isolate (98,5 %) der Gattung *Salmonella* zugeordnet und weiter charakterisiert werden. Aus dem diagnostischen Routinebereich stammten 80,0 % dieser Einsendungen, d. h. 19 162 Isolate. Die übrigen Einsendungen stammten aus Prävalenzstudien und Bekämpfungsprogrammen gemäß der Zoonosen-Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 und -Richtlinie 2003/99 EG sowie aus weiteren Forschungsprojekten. Die folgende Auswertung bezieht sich nur auf die diagnostischen Einsendungen im Zeitraum 2004–2008, d. h. auf die eingesandten 19 162 *Salmonella*-Isolate.

Das NRL-Salm erhielt in den Jahren 2004–2008 die meisten *Salmonella*-Isolate von beprobten Nutztieren (6544 Isolate, 34,2 %) und aus Lebensmitteln (6241 Isolate, 32,6 %), siehe Abbildung 1. Auf Isolate aus Heim-, Zoo- und Wildtieren entfielen insgesamt 15,3 %, auf Isolate aus Futtermitteln 9,5 % und auf Isolate aus der Umwelt 6,5 % (Abb. 1). Werden die *Salmonella*-Isolate aus allen Tiergruppen (Nutztiere, Heim-, Wild- und Zootiere, nicht weiter differenzierte Tiere) addiert, ergibt sich aus dem veterinärmedizinischen Sektor mit insgesamt 49,6 % (9509 Isolate) der größte Anteil an Gesamteinsendungen. Diese Zusammensetzung des Einsendungsmaterials entspricht dem der Vorjahre (Dorn et al., 2002).

Durch die große Anzahl an Einsendungen und deren Verteilung auf die für die öffentliche Gesundheit und Lebensmittelproduktion wichtigen Bereiche ist das NRL-Salm jederzeit in der Lage, sowohl Auskunft über die Prävalenz von Salmonellen als auch über die Entwicklung epidemiologisch relevanter sowie neu auftretender Serovare zu geben. So ist beispielsweise das beim Masthähnchen in Mitteleuropa häufig vorkommende Serovar *S. enterica* Serovar Paratyphi B (d-Tartrat positiv) bereits im Jahre 2001 zuerst durch das NRL-Salm beschrieben worden (Dorn et al., 2001).

Die häufigsten an das NRL-Salm eingesandten Salmonella-Serovare

Die serologische Typisierung der Salmonellen wird am NRL-Salm nach dem Le Minor-Kauffmann-White-Schema durchgeführt (Grimont and Weill, 2007). *S. enterica* Serovar Typhimurium und *S. enterica* Serovar Enteritidis werden mittels Lysotypie weiterdifferenziert (nach Anderson et al., 1977; Ward et al., 1987). Zudem erfolgt die weitere Differenzierung von *S. enterica* Serovar Paratyphi B in d-Tartrat verwertende, d. h. d-Tartrat positive (dT+) bzw. negative (dT-) Stämme mittels PCR (Malorny et al., 2003). Zur Durchführung von Ausbruchsuntersuchungen werden zusätzlich molekularbiologische Methoden, vor allem Multiple-Locus-Variable-Number-Tandem-Repeat-Analysis (MLVA) und Pulsfeld-Gelelektrophorese herangezogen. Das pathogenetische Potenzial der Serovare wird exemplarisch an epidemiologisch wichtigen Isolaten mittels eines am NRL-Salm entwickelten DNA-Microarrays bestimmt (Malorny et al., 2007a; Huehn et al., 2009a, b; Huehn and Malorny, 2009; Hauser et al., zur Publikation eingereicht).

Von den 19 162 eingesandten Salmonella-Isolaten gehörten 95,3 % (18 260 Isolate) zu *S. enterica* subsp. *enterica* (S. subsp. I). 4,6 % (882 Isolate) entfielen auf die Subspezies II-IV, VI und *S. bongori* (S. V), wobei *S. enterica* subsp. *arizonae* (S. subsp. IIIa) und *S. enterica* subsp. *diarizonae* (S. subsp. IIIb) gemeinsam 2,6 % (502 Isolate) ausmachten. Auf *S. enterica* subsp. *houtenae* (S. subsp. IV) entfielen 242 Isolate (1,3 %) und auf *S. enterica* subsp. *salamae* (S. subsp. II) 133 Isolate (0,7 %). Dagegen machten *S. bongori* (S. V) und *S. enterica* subsp. *indica* (S. subsp. VI) nur vier bzw. ein Isolat aus.

Insgesamt konnten bei den 19 162 eingesandten Salmonella-Isolaten 402 verschiedene Serovare nachgewiesen werden. Davon entfielen 239 (d. h. 59 %) auf *S. enterica* subsp. *enterica*. Wie in den Vorjahren (Dorn et al., 2002) gehörten zu den am häufigsten eingesandten Isolaten die humanmedizinisch wichtigsten Serovare *S. enterica* Serovar Typhimurium (31,5 %) und *S. enterica* Serovar Enteritidis (10,6 %) (Tab. 1).

Bei sieben Salmonella-Isolaten handelte es sich um neue Serovare, die am NRL-Salm identifiziert und vom Pasteur-Institut (WHO Collaborating Center for Reference and Research on *Salmonella*) bestätigt wurden. Die neuen Serovare sind folgenden Subspezies zuzuordnen: *S. enterica* subsp. *salamae* (drei Serovare), *S. enterica* subsp. *diarizonae* (zwei Serovare), *S. enterica* subsp. *houtenae* (ein Serovar) und *S. enterica* subsp. *enterica* (ein Serovar).

Folgende neue Serovare sind bestimmt worden: *S. enterica* subsp. *salamae* (Salizin- und ONPG-positiv) mit der Antigenformel [3,15:z87:e,n,x,z15], *S. enterica* subsp. *salamae* (ONPG-positiv) mit der Antigenformel [11:z41:e,n,x], *S. enterica* subsp. *salamae* mit der Antigenformel [40:z10:e,n,x,z15], *S. enterica* subsp. *diarizonae* mit der Antigenformel [65:i:z], *S. enterica* subsp. *diarizonae* mit der Antigenformel [50:i:z53], *S. enterica* subsp. *houtenae* mit der Antigenformel [21:z38:-] und *S. enterica* subsp. *enterica* mit der Antigenformel [52:l,w:1,5]. *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 52:l,w:1,5 ist im Le Minor-Kauffmann-White-Schema als *S. Marsabit* zu finden (Guibourdenche et al., 2010).

Salmonella spp. in Nutztieren und Lebensmitteln

Einsendungen aus dem Nutztierbereich (6544 Isolate) machten mit 34,2 % die größte Gruppe an Gesamtisolaten aus, direkt gefolgt von Lebensmitteleinsendungen (6241 Isolate, 32,6 %) (Abb. 1).

Der größte Anteil der Einsendungen aus dem Nutztierbereich entfiel gleichermaßen auf Geflügel (2481 Isolate, entspricht 12,9 % der Gesamteinsendungen) und Schwein (2303 Isolate, 12,0 % der Gesamteinsendungen), gefolgt von Rind (1588 Isolate, 8,3 % der Gesamteinsendungen). Der Anteil der einzelnen Salmonella-Serovare an diesen Einsendungen hing stark von dem beprobten Nutztier-Typ ab, so dominierte im Geflügel *S. enterica* Serovar Enteritidis, im Schwein und Rind dagegen *S. enterica* Serovar Typhimurium (Abb. 2, Abb. 3, Tab. 2). Auf die Serovar-Verteilung in den Einsendungen aus den einzelnen Nutztieren wird detailliert in den jeweiligen Kapiteln eingegangen.

Bei 92,6 % der Lebensmittelproben, d. h. bei 5780 Isolaten handelte es sich um Lebensmittel vom Tier bzw. um Produkte, zur deren Herstellung tierische Erzeugnisse verwendet wurden. Nur 265 Isolate, d. h. 4,2 % der Lebensmitteleinsendungen entfielen auf pflanzliche Lebensmittel. Bei 196 Lebensmittelisolaten (3,1 % der Lebensmitteleinsendungen) war die Herkunft unbekannt, sodass keine Zuordnung zu tierischen oder pflanzlichen Lebensmitteln vorgenommen

TABELLE 1: Anzahl der zehn häufigsten eingesandten Salmonella-Serovare in den Jahren 2004–2008 am NRL-Salm

<i>S. enterica</i> Serovar	Anzahl der Isolate	Prozent (%) von Gesamtisolaten
Typhimurium	6030	31,5
Enteritidis	2031	10,6
1,4,[5],12:i:-	946	4,9
Derby	618	3,2
Infantis	589	3,1
Anatum	476	2,5
1,4,12:d:-	401	2,1
S. Subspezies I, rau	400	2,1
Paratyphi B (dT+)	391	2
Senftenberg	382	2

TABELLE 2: Anzahl der zehn häufigsten Serovare aus diagnostischen Einsendungen vom Rind und Lebensmitteln vom Rind

<i>S. enterica</i> Serovar	Anzahl der Salmonella-Isolate vom Rind (Prozent*)	Rind- und Kalbsfleisch (Anzahl Isolate)	Milch und -produkte (Anzahl Isolate)
Salmonella gesamt	1588 (100 %)	98	103
Typhimurium	743 (46,8 %)	35	7
Enteritidis	159 (9,9 %)	5	9
1,4,[5],12:i:-	100 (6,3 %)	10	0
Dublin	86 (5,4 %)	8	16
Anatum	80 (5,0 %)	1	30
Infantis	56 (3,5 %)	7	3
London	47 (3,0 %)	0	0
Gruppe D	31 (1,9 %)	0	0
S. Subspezies I, rau	28 (1,8 %)	0	0
Ohio	24 (1,5 %)	7	0

* bezogen auf 1588 Einsendungen aus Rind.

men werden konnte. In Abhängigkeit vom Lebensmittel-Typ bzw. vom verarbeiteten Material dominierten unterschiedliche Serovare: Das vorherrschende Salmonella-Serovar in Lebensmitteln vom Geflügel stellte *S. enterica* Serovar Enteritidis mit 29,6 % dar, im Lebensmittel vom Schwein dominierte dagegen *S. enterica* Serovar Typhimurium mit 50,3 % (Abb. 2, Abb. 3). Die Serovar-Verteilung in den Lebensmitteln vom Geflügel, Schwein und Rind wird detailliert gemeinsam mit dem entsprechenden lebensmittellieferenden Nutztier in den jeweiligen Kapiteln diskutiert.

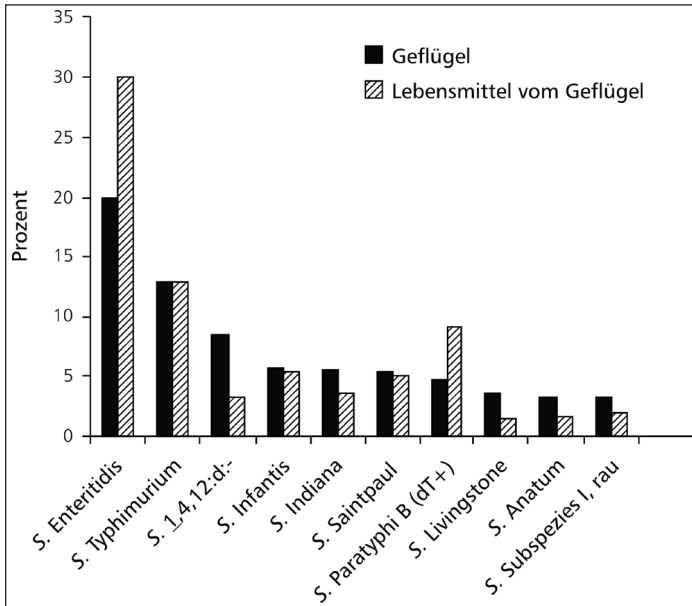


ABBILDUNG 2: Prozentualer Anteil der häufigsten *Salmonella*-Serovare in diagnostischen Einsendungen aus Geflügel ($N = 2481$) und Lebensmitteln vom Geflügel ($N = 2106$) in den Jahren 2004–2008.

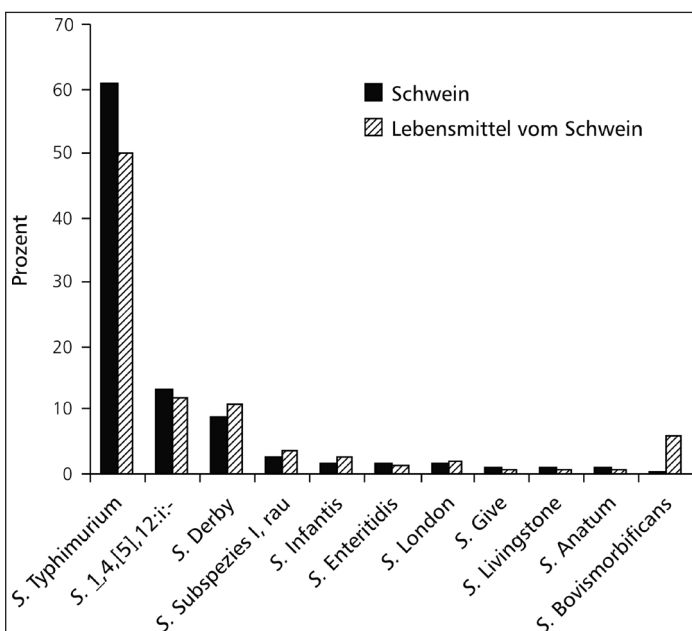


ABBILDUNG 3: Prozentualer Anteil der häufigsten *Salmonella*-Serovare in diagnostischen Einsendungen aus Schwein ($N = 2303$) und Lebensmitteln vom Schwein ($N = 1174$) in den Jahren 2004–2008.

Salmonella spp. im Geflügel und in Lebensmitteln vom Geflügel

Ein hoher Anteil (4587 Isolate, 24 % der Gesamteinsendungen) der beim NRL-Salm eingesandten Salmonella-Isolate stammte aus Geflügel und daraus hergestellten Lebensmitteln. Dabei entfielen 2481 Isolate auf Einsendungen aus Geflügel (13 % der Gesamteinsendungen) und 2106 Isolate auf Lebensmittel vom Geflügel (11 % der Gesamteinsendungen). Der größte Anteil (64 %) an Isolaten aus Geflügel und Lebensmitteln vom Geflügel entfiel auf Einsendungen der Spezies *Gallus gallus* (Haushuhn). Von Puten und Putenfleisch stammten 21 % der Einsendungen aus der Kategorie Geflügel bzw. Lebensmittel vom Geflügel.

Wie in den Vorjahren (Dorn et al., 2002) stellte *S. enterica* Serovar Enteritidis das vorherrschende Serovar im Geflügel dar (20,2 %, 501 Isolate), was sich auch in der Anzahl an Lebensmitteln vom Geflügel, die mit *S. enterica* Serovar Enteritidis kontaminiert waren (29,6 %, 624 Isolate) widerspiegelte (Abb. 2). Interessanterweise unterschieden sich Einsendungen aus Pute (517 Isolate) und Huhn (1459 Isolate) deutlich hinsichtlich der vorherrschenden Serovare. Während in den Einsendungen vom Huhn *S. enterica* Serovar Enteritidis mit 25,6 % (373 Isolate) den Haupttyp darstellte, war *S. enterica* Serovar Enteritidis nur in 5,8 % der Einsendungen (30 Isolate) aus der Pute zu finden. Stattdessen dominierte bei Einsendungen aus der Pute das Serovar *S. enterica* Serovar Saintpaul mit 21,9 % (113 Isolate). Detaillierte Untersuchungen zur Charakterisierung von *S. enterica* Serovar Saintpaul aus Puten bezüglich der Verbreitung von Multiresistenzen und deren genetischen Determinanten werden von Beutlich et al. veröffentlicht (Beutlich et al., zur Publikation eingereicht). Die im Huhn versus Pute beschriebenen Serovar-Verhältnisse wurden auch in den Einsendungen der entsprechenden Fleischprodukte bestätigt.

Die unterschiedliche Serovar-Verteilung in den Einsendungen aus Huhn und Pute wurde bereits vom NRL-Salm bei den Salmonella-Einsendungen im Jahr 1999 beobachtet und beschrieben (Dorn et al., 2002). Im Unterschied zum Einsendejahr 1999 wurde aber *S. enterica* Serovar Heidelberg als dominierendes Serovar in der Pute durch *S. enterica* Serovar Saintpaul abgelöst; *S. enterica* Serovar Heidelberg machte 2004–2008 nur noch 5 % der Einsendungen (26 Isolate) aus Puten aus. Eine weitere Besonderheit stellte die hohe Prävalenz von *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- und *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) im Huhn dar. Von den 1459 Salmonella-Isolaten vom Huhn entfielen 201 Isolate (13,8 %) auf *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- und 113 Isolate (7,7 %) auf *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+). Diese Serovare wurden in Puten praktisch nicht gefunden. Da Isolate vom Huhn den größten Anteil an Isolaten vom Geflügel in den Einsendungen ans NRL-Salm ausmachten, entfielen entsprechend 8,4 % der Isolate vom Geflügel auf *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- (209 von 2481 Isolaten) und 4,7 % auf *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) (117 von 2481 Isolaten) (Abb. 2). Eine detaillierte Beschreibung der Serovare *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- und *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) erfolgt im Kapitel zu neu beobachteten

Serovaren mit epidemiologischer Bedeutung.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass *S. enterica* Serovar Enteritidis in Einsendungen vom Geflügel, vor allem in Huhn und daraus hergestellten Lebensmitteln, die größte Bedeutung zukommt. In Eiern und Eispeisen (428 Einsendungen) ist die Prävalenz von *S. enterica* Serovar Enteritidis noch ausgeprägter. Hier machte *S. enterica* Serovar Enteritidis 82 % (351 Isolate) aus, gefolgt von einer Rauform von *S. enterica* subsp. *enterica* (23 Isolate, 5 %), die im Folgenden als raue Subspezies I bezeichnet wird. Laut einer Studie des NRL-Salm leitet sich die raue Subspezies I aus Geflügel hauptsächlich von *S. enterica* Serovar Enteritidis ab (Malorny et al., 2007b). Sowohl in Geflügel als auch in Lebensmitteln vom Geflügel lag der Anteil der rauen Subspezies I bei ca. 2–5 % (Abb. 2). In der 2004/2005 durchgeführten Monitoring-Studie bei Legehennen, bei der vor allem Kot und Staubproben auf Salmonellen untersucht wurden, zeigte sich, dass die raue Subspezies I sogar das zweithäufigste Serovar (18 %) nach *S. enterica* Serovar Enteritidis (64 %) bei Legehennen in Deutschland darstellte (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2005; EFSA-Report 2007a; Malorny et al., 2007b).

Salmonella spp. im Schwein und in Lebensmitteln vom Schwein

In Probenmaterial aus Schweinebeständen (2303 Isolate; Abb. 3) dominierte *S. enterica* Serovar Typhimurium mit 61,1 % (1406 Isolate). Auch in Lebensmitteln vom Schwein (1174 Isolate) dominierte *S. enterica* Serovar Typhimurium mit 50,3 % (591 Isolate). *S. enterica* Serovar Derby und *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- machten sowohl im Probenmaterial aus Schweinebeständen als auch aus Lebensmitteln vom Schwein 8–13 % der Einsendungen aus. *S. enterica* Serovar Enteritidis spielte mit 36 bzw. 16 Isolate aus Schwein und Lebensmitteln vom Schwein mit ca. 1,5 % eine im Vergleich zu *S. enterica* Serovar Typhimurium untergeordnete Rolle.

Salmonella spp. im Rind und in Lebensmitteln vom Rind

Im Rind (1588 Einsendungen, Tab. 2) dominierte mit 46,8 % der Einsendungen *S. enterica* Serovar Typhimurium (743 Isolate), gefolgt von *S. enterica* Serovar Enteritidis (9,9 %, 159 Isolate). Auf *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- entfielen 6,3 %, auf die *S. enterica* Serovare Dublin und Anatum je 5 %. Im Rindfleisch (98 Einsendungen) dominierte ebenfalls *S. enterica* Serovar Typhimurium mit 36 % (35 Isolate), während *S. enterica* Serovar Enteritidis nur fünf Isolate darstellte. In Milch und Milchprodukten (103 Einsendungen) dagegen dominierten die Einsendungen mit den *S. enterica* Serovaren Anatum (29,1 %, 30 Isolate), Dublin (15,5 %, 16 Isolate) und Enteritidis (8,7 %, neun Isolate).

TABELLE 3: Anzahl der zehn häufigsten Serovare aus Einsendungen von Lebensmitteln

<i>S. enterica</i> Serovar	Anzahl der Isolate aus Lebensmittel insgesamt (Prozent*)		Lebensmittel tierischer Herkunft (Anzahl der Isolate, Prozent*)		Pflanzliche Lebensmittel ²
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	
Salmonella gesamt	6241	(100 %)	5780		265
Typhimurium	1939	(31,1 %)	1908	(33,0 %)	10
Enteritidis	950	(15,2 %)	805	(13,9 %)	12
1,4,[5],12:i:-	373	(6,0 %)	373	(6,5 %)	0
Derby	323	(5,2 %)	308	(5,3 %)	12
Infantis	244	(3,9 %)	239	(4,1 %)	4
Paratyphi B (dT+)	229	(3,7 %)	227	(3,9 %)	1
S. Subspezies I, rau	177	(2,8 %)	170	(2,9 %)	3
Saintpaul	155	(2,5 %)	150	(2,6 %)	5
Bovismorbificans	135	(2,2 %)	133	(2,3 %)	2
Hadar	135	(2,2 %)	133	(2,3 %)	0

*Prozent bezogen auf Lebensmittel insgesamt (Lebensmittel insgesamt setzt sich zusammen aus Lebensmitteln tierischer und pflanzlicher Herkunft sowie Lebensmitteln ohne Angaben, siehe Text).

*1 Prozent bezogen auf Lebensmittel vom Tier.

*2 In pflanzlichen Lebensmitteln dominierten die *S. enterica* Serovare Agona (18 Isolate), Senftenberg (18 Isolate) und Mbandaka (14 Isolate). Da sich diese nicht unter den 10 häufigsten Serovaren in Einsendungen aus Lebensmitteln befanden, sind sie in Tabelle 3 nicht separat gelistet.

Salmonella spp. in Lebensmitteln

5780 Salmonella-Einsendungen stammten aus Lebensmitteln vom Tier (Tab. 3), was 92,6 % der gesamten Lebensmittelisolate entsprach. 64 % (3704 Isolate) der Salmonella-Isolate von tierischen Lebensmitteln war mit einer genauen Herkunftsangabe versehen, während bei 36 % (2076 Isolate) das verarbeitete tierische Material (Schwein/Rind/Geflügel) nicht näher differenziert, sondern mit Überbegriffen („Fleisch“, „Hackfleisch“, „Wurst“ etc.) bezeichnet wurde. Geflügel- und Eiprodukte machten 36 % (2106 Isolate) der Einsendungen aus tierischen Lebensmitteln aus, gefolgt von Lebensmitteln vom Schwein mit 20 % (1174 Isolate). Auf Meerestiere (und -früchte) und Wild entfielen je 1,5 %. Bei 1 % handelte es sich um diverse Produkte (Salate, Verarbeitungen aus weiteren Nutztieren etc.). Aus den Serovarverhältnissen in den Lebensmitteln unbekannter tierischer Herkunft – mit dominierenden bzw. hohen Anteilen an *S. enterica* Serovar Typhimurium (46 %) sowie *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- (9 %) und *S. enterica* Serovar Derby (8 %) – lässt sich schließen, dass diese einen hohen Anteil an Schweinefleisch enthalten. Aufgrund der Ähnlichkeit zur Prävalenz der Serovare im Schweinefleisch wird dieser Lebensmittelbereich nicht separat besprochen.

Unter Einbeziehung der bereits besprochenen Lebensmittel aus Geflügel, Rind und Schwein ergibt sich gemeinsam mit den Lebensmitteln unbekannter tierischer Herkunft folgendes Bild: In Einsendungen aus Lebensmitteln vom Tier (5780 Isolate, Tab. 3) stellten *S. enterica* Serovar Typhimurium mit 1908 Isolate (33,0 %) und *S. enterica* Serovar Enteritidis mit 805 Isolate (13,9 %) die häufigsten Serovare dar. Zu nennen sind weiterhin die Serovare *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- (6,5 %), *S. enterica* Serovar Derby (5,3 %), *S. enterica* Serovar Infantis (4,1 %), *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT +) (3,9 %) und die raue Subspezies I (2,9 %). Die *S. enterica* Serovare Hadar, Anatum, Saintpaul und Bovismorbificans machten dagegen nur je 2 %, die Serovare Virchow, Newport, Goldcoast, London,

TABELLE 4A: Anzahl der zehn häufigsten Serovare in Einsendungen aus tierischen Futtermitteln

<i>S. enterica</i> Serovar	Tierisches Futtermittel insgesamt	Tiermehl	Vom Tier stammendes Futtermittel unbekannt	Hunde-/Katzenfutter*
Salmonella gesamt	1232	993 (davon 936 Fischmehl)	80	159
Anatum	120	115	2	3
Ohio	119	118	0	0
Senftenberg	113	110	1	2
Cerro	112	111	1	0
Tennessee	105	103	2	0
Agona	79	68	1	10
Typhimurium	58	3	24	31
Montevideo	55	45	8	2
Muenster	34	34	0	0
Oranienburg	33	32	0	1

* Aus Hunde- bzw. Katzenfutter wurden 17 Isolate *S. enterica* Serovar Livingstone und 6 Isolate *S. enterica* Serovar Enteritidis eingesandt. Da sich diese nicht unter den 10 häufigsten Serovaren in Einsendungen aus tierischen Futtermitteln befanden, sind sie in Tabelle 4 A nicht separat gelistet.

Livingstone und Dublin 0,5–1 % der tierischen Lebensmitteleinsendungen aus.

Auf rein pflanzliche Lebensmittel entfielen nur 265 Isolate und somit 4,2 % der Lebensmitteleinsendungen (Tab. 3). Bei pflanzlichen Lebensmitteln machten die Einsendungen aus Gewürzen mit 40 % die größte Gruppe aus, gefolgt von Salmonella-Isolaten aus Pilzen, Lebensmitteln unbekannter pflanzlicher Herkunft und Ölsamen (je 15 %). Im Gegensatz zu den Lebensmitteln vom Tier waren die Isolate in pflanzlichen Lebensmitteln über die „gängigen“ Serovare von *S. enterica* subsp. *enterica* relativ gleichmäßig verteilt; kein Serovar machte mehr als 10 % der Einsendungen aus (Tab. 3). Am häufigsten vertreten waren mit je 6 % die *S. enterica* Serovare Agona und Typhimurium sowie mit je 5 % Senftenberg, Enteritidis, Derby und Mbandaka.

Im Zeitraum 2004–2008 wurden die meisten humanen Salmonellosen (62–71 %) durch *S. enterica* Serovar Enteritidis hervorgerufen. *S. enterica* Serovar Typhimurium wurde als zweithäufigste Ursache in 21–30 % der humanen Erkrankungsfälle identifiziert (Robert Koch Institut, 2004, 2005, 2006a, 2007, 2008). In den Einsendungen aus dem gesamten Lebensmittelbereich ans NRL-Salm sind die Verhältnisse umgekehrt: hier stellte *S. enterica* Serovar Typhimurium mit 1939 Isolaten gegen-

über *S. enterica* Serovar Enteritidis (950 Isolate) das deutlich dominierende Serovar dar (Tab. 3). An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass als Hauptinfektionsquelle für humane Salmonellosen der Verzehr kontaminierter, unzureichend erhitzter Eier und Eiprodukte angegeben werden kann, wobei das in Eiern und Eiprodukten vorherrschende Serovar *S. enterica* Sero-

var Enteritidis darstellte (Frank et al., 2007; Robert Koch Institut, 2006b; Gantois et al., 2009; Guard-Petter, 2001; Hartung 2009). Die Dominanz von *S. enterica* Serovar Enteritidis in Eiern und Eiprodukten spiegelte sich auch in den diagnostischen Einsendungen ans NRL-Salm im Zeitraum 2004–2008 wider: *S. enterica* Serovar Enteritidis machte in Eiern und Eispeisen 82 % der Einsendungen aus, *S. enterica* Serovar Typhimurium und *S. enterica* Serovar Infantis dagegen nur 3,2 % bzw. 1,8 %.

Weitere humanmedizinisch relevante Serovare, wie die *S. enterica* Serovare Virchow, Derby, Bovismorbificans, Newport und Anatum, die gemeinsam einen geringen Prozentsatz humaner Erkrankungen verursachen, wurden korrelierend in untergeordneter Bedeutung in Einsendungen aus Lebensmitteln gefunden (Tab. 3).

Salmonella-Serovare im Schaf

Insgesamt wurden 74 Salmonella-Isolate aus Schafproben und ein Salmonella-Isolat aus Lammfleisch eingesandt. Das relativ häufige Vorkommen von *S. enterica* subsp. *diarizonae* (*S. enterica* subsp. IIIb) ist für Isolate aus Schafen typisch (Dorn et al., 2002), und hat sich auch in den Jahren 2004–2008 fortgesetzt: insgesamt 38 Isolate gehörten der Subspezies *S. diarizonae* an. Darunter stellte das Serovar mit der Antigenformel 61:-:1,5,7 mit 36 Isolaten das häufigste Serovar dar, während auf den Volltyp dieses Serovars (61:k:1,5,7) nur zwei Isolate entfielen. Auf *S. enterica* Serovar Abortusovis entfielen 14 und auf *S. enterica* Serovar Typhimurium 13 Isolate. Andere Serovare machten maximal 1 % der Einsendungen aus Schafproben aus. Bei dem Isolat aus der Lammfleischprobe handelte es sich um *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,5,12:i:-.

Salmonella spp. in Futtermitteln

Auf Futtermittel entfielen insgesamt 1823 Salmonella-Isolate (9,5 % der Gesamteinsendungen, Abb. 1). Davon entfielen 67,6 % auf tierische Futtermittel und 9,0 % auf pflanzliche Futtermittel. Weitere 23,4 % der Futtermittelisolate waren ohne Herkunftsangabe.

Bei tierischen Futtermitteln (1232 Isolate, Tab. 4A) entfielen 993 Isolate auf Tiermehl, 80 Isolate auf Futtermittel unbekannter tierischer Herkunft und 159 Isolate auf Hunde- bzw. Katzenfutter. Beim Tiermehl dominierte Fischmehl mit 936 der 993 Einsendungen. Tabelle 4 ist zu entnehmen, dass sich die Serovarverteilung in Hunde- bzw. Katzenfutter deutlich von der in Tiermehl unterscheidet. Während die *S. enterica* Serovare Anatum, Ohio, Senftenberg, Cerro und Tennessee die häufigsten Serovare in Tiermehl darstellten und 6–10 % der Serovare ausmachten (Tab. 4A), sind diese im Hunde- bzw. Katzenfutter kaum vertreten. Dagegen entfielen im Hunde- bzw. Katzenfutter 20 % auf *S. enterica* Serovar Typhimurium, 10 % auf *S. enterica*

TABELLE 4B: Anzahl der zehn häufigsten Salmonella-Serovare in Einsendungen aus pflanzlichen Futtermitteln

<i>S. enterica</i> Serovar	Anzahl
Salmonella gesamt	164
Senftenberg	40
Typhimurium	18
Agona	16
Tennessee	15
Lexington	14
Derby	9
Havana	9
Anatum	7
Mbandaka	5
Amager	3

Serovar Livingstone und 4 % auf *S. enterica* Serovar Enteritidis, d. h. auf Serovare, die im Tiermehl praktisch nicht nachweisbar waren.

Aus pflanzlichen Futtermitteln, bestehend aus Getreide, pflanzlichen Futtermitteln unbekannter Herkunft und Sojaschrot, wurden 164 Isolate ans NRL-Salm gesandt (Tab. 4B). Die meisten Einsendungen entfielen dabei auf die vom Einsender nicht weiter definierten pflanzlichen Futtermittel unbekannter Herkunft (135 Isolate, 82 %). 25 Einsendungen stammten von Sojaschrot und vier von Getreide. Im wesentlichen wurden im pflanzlichen Futtermittel die *S. enterica* Serovare Senftenberg (40 Isolate, 24 %), Typhimurium (18 Isolate), Agona (16 Isolate), Tennessee (15 Isolate) und Lexington (14 Isolate) isoliert. Dagegen waren *S. enterica* Serovar Enteritidis und *S. enterica* Serovar Infantis kaum zu finden (1 %).

Salmonella spp. in Heim-, Zoo- und Wildtieren

In den Jahren 2004–2008 wurden insgesamt 2921 Salmonella-Isolate aus Zoo-, Wild- und Heimtieren ans NRL-Salm gesandt, was 15,3 % der Gesamteinsendungen entspricht (Abb. 1). Davon entfielen 1488 Isolate auf Zootiere. Auf Heim- und Wildtiere entfielen insgesamt 1433 Isolate, wovon 861 Isolate von Tauben stammten. Da die Herkunft der Taubenisolate nicht näher spezifiziert wurde (Haus- oder Wildtauben), werden Haus- und Wildtiere gemeinsam diskutiert. In diesem Abschnitt wird in komprimierter Form auf die Salmonella-Isolate aus Heim- bzw. Wildtieren und die „Besonderheiten“ der Salmonella-Isolate aus Zootieren eingegangen.

Bei Heimtieren dominierten Einsendungen von beprobten Hunden (197 Isolate) und Katzen (113 Isolate). Sowohl bei Isolaten aus Hund und aus Katze entfiel die Mehrheit auf die Serovare *S. enterica* Serovar Typhimurium (78 von 197 Einsendungen bzw. 57 von 113 Einsendungen) und *S. enterica* Serovar Enteritidis (19 von 197 Einsendungen bzw. 23 Einsendungen von 113 Einsendungen).

Bei Tauben war das dominierende Serovar die O:5 negative Variante von *S. enterica* Serovar Typhimurium (*S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:i:1,2) d. h. *S. enterica* Serovar Typhimurium var. Copenhagen (824 Isolate, Tab. 5).

Bei Salmonella-Isolaten aus Zootieren (1488 Isolate) handelte es sich zu 88 % um Isolate aus Reptilien (1308 Isolate). Aus Reptilien isolierte Salmonellen gehörten zu einem besonders hohen Anteil (57 %) zu den Subspezies *S. enterica* subsp. *arizonae* (127 Isolate), *S. enterica* subsp. *diarizonae* (296 Isolate), *S. enterica* subsp. *houtenae* (215 Isolate) und *S. enterica* subsp. *salamae* (105 Isolate). Insgesamt stammten 84 % d. h. 743 von insgesamt 882 Salmonella-Isolaten, die nicht *S. enterica* subsp. *enterica* zuzurechnen waren, aus Einsendungen von Reptilien. Der Anteil von *S. enterica* subsp. *enterica* ist somit bei den Salmonella-Einsendungen aus Reptilien mit 565 Isolaten (43 %) deutlich geringer als bei allen anderen Einsendebereichen. Auffallend bei den Reptilien-Isolaten ist weiterhin eine hohe Diversität innerhalb von *S. enterica* subsp. *enterica* mit 150 verschiedenen Serovaren. Hier stellten die Serovare Kisarawe (42 Isolate), Oranienburg (39 Isolate) und Tennessee (30 Isolate) die dominierenden Serovare dar. *S. enterica* Serovar Enteritidis machte nur 14 Isolate und *S. enterica* Serovar Typhimurium acht Isolate aus.

TABELLE 5: Die häufigsten Phagentypen (PT) von *S. enterica* Serovar Typhimurium in diagnostischen Einsendungen ans NRL-Salm

	Gesamteinsendungen	Schwein	Lebensmittel vom Schwein	Rind	Lebensmittel vom Rind (inklusive Milchprodukte)	Geflügel	Lebensmittel vom Geflügel (Fleisch, Ei, Speisen mit Eizusatz)	Taube
<i>S. Typhimurium</i> gesamt	6030	1406	591	743	42	313	269	836
O:5+ O:5-	3131 2899	751 655	354 237	515 228	24 18	210 103	203 66	12 824
DT104 gesamt*	2424	694	265	487	19	91	68	2
B low L	853 1551	272 418	132 132	131 352	7 12	8 83	18 49	1 1
DT002	843	7	0	7	0	16	1	783* ¹
DT120	215	82	22	14	4	15	13	0
RDNC* ²	907	266	91	81	11	37	82	2
DT193	396	134	61	21	1	7	10	0
DT012	171	17	32	32	1	9	2	0
DT008	150	3	0	10	1	74	35	0
DT009	107	11	0	43	1	32	4	5
DT208	100	22	43	0	2	0	2	0
U302	87	36	16	1	0	0	4	0
DT040	59	5	0	4	1	4	1	3
DT041	46	3	1	3	0	6	1	0
DT007	45	13	4	2	0	1	9	0
DT001	43	1	1	15	0	9	0	2
Übrige PT	437	112	55	23	1	12	36	39

* einschließlich DT104 H, DT104 A, DT104 B und DT104 C.

*¹ alle Einsendungen sind *S. enterica* Serovar Typhimurium (1,4,12:i:1,2) var. Copenhagen, DT2.

*² RDNC= react but does not conform.

Verbreitung und Charakterisierung der häufigsten Serovare, *S. enterica* Serovar Typhimurium und *S. enterica* Serovar Enteritidis

S. enterica Serovar Typhimurium

S. enterica Serovar Typhimurium stellte mit 31,5 % (6030 Isolate) das am häufigsten eingesandte Serovar im Zeitraum 2004–2008 dar. Dies entspricht der Serovar-Verteilung der Vorjahre (Dorn et al., 2002). Im Vergleich zu den Vorjahren sank aber der Anteil an *S. enterica* Serovar Typhimurium an den Gesamteinsendungen: So betrug der Anteil von *S. enterica* Serovar Typhimurium im Jahr 1999 noch ca. 50 % (Dorn et al., 2002).

S. enterica Serovar Typhimurium kann als O:5-Antigen positive oder O:5-Antigen negative Variante auftreten (Grimont and Weill, 2007), in Abhängigkeit davon, ob das für die Acetylierung des O:5-Antigens verantwortliche Gen *oafA* vorhanden ist (Slauch et al., 1996). In den Einsendungen der Jahre 2004–2008 entfielen 3131 Isolate auf die O:5 positive (*S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,5,12:i:1,2) und 2899 auf die O:5 negative (*S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:i:1,2) Variante von *S. enterica* Serovar Typhimurium. Wie Tabelle 5 zu entnehmen ist, dominierte bei einigen Einsendegruppen die O:5 positive oder die O:5 negative Variante. So ist bei Tauben die O:5-negative Variante typisch (Tab. 5).

Wie in den Vorjahren (Dorn et al., 2002) wurde DT104 als häufigster Phagentyp von *S. enterica* Serovar Typhimurium festgestellt (Tab. 5). DT104 konnte insgesamt bei 2424 Isolaten nachgewiesen werden

(Tab. 5), davon entfielen 35 % auf DT104 B low (853 Isolate) und 64 % auf DT104 L (1551 Isolate). Weitere 20 Isolate, d. h. 0,8 % des Lysotyps DT104, machten die Lysotypen DT104 H, DT104 A, DT104 B und DT104 C gemeinsam aus. Der Anteil der Lysotypen bezogen auf einzelne Einsendegruppen ist Tabelle 5 zu entnehmen. Bei den Einsendungen vom Schwein und den daraus hergestellten Lebensmitteln dominierte mit 45–50 % der Lysotyp DT104. Im Rind dominierte DT104 ebenfalls mit einem Anteil von 65 %. Dagegen war im Geflügel DT104 mit einem Anteil von 29 % (91 von 313 *S. enterica* Serovar Typhimurium-Isolaten) deutlich geringer vertreten (Tab. 5), stellte aber auch in dieser Nutztiergruppe den vorherrschenden Lysotyp von *S. enterica* Serovar Typhimurium dar.

Der Lysotyp DT002 war mit 843 Isolaten relativ häufig, was auf die große Zahl *S. enterica* Serovar Typhimurium positiver Tauben bzw. Einsendungen zurückgeführt werden kann (Tab. 5). Dies entspricht auch der Beobachtung der Vorjahre (Dorn et al., 2002). Tabelle 5 ist weiterhin zu entnehmen, dass 15 % der Lysotypen von *S. enterica* Serovar Typhimurium dem Typ RDNC („react with phages but does not conform with definite or provisional types“) zugeordnet wurden. Die unter dem Begriff RDNC zusammengefassten Isolate weisen verschiedene Lysemuster auf, für die bisher noch kein definitiver Lysotyp beschrieben wurde. Sowohl beim Schwein als auch bei Lebensmitteln vom Schwein machte der Lysotyp RDNC ca. 15–20 % der *S. enterica* Serovar Typhimurium Einsendungen aus. In Lebensmitteln vom Geflügel dominierte RDNC sogar mit 30 % und lag somit über dem Wert der DT104-Einsendungen (25 %) (Tab. 5).

S. enterica Serovar Enteritidis

S. enterica Serovar Enteritidis stellte insgesamt mit 10,6 % und 2031 Isolaten das zweithäufigste Serovar bei den Einsendungen ans NRL-Salm in den Jahren 2004–2008 dar (Tab. 1), wobei die Verteilung von *S. enterica* Serovar Enteritidis auf die Einsendebereiche relativ stark variierte und von der Art des jeweiligen Nutztiers abhing. Während *S. enterica* Serovar Enteritidis in Einsendungen aus dem Schwein und Lebensmitteln vom Schwein eine untergeordnete Rolle spielte, dominierte *S. enterica* Serovar Enteritidis in Geflügel und Lebensmitteln vom Geflügel (Abb. 2, 3). Insbesondere in Eiern und Eispeisen machte *S. enterica* Serovar Enteritidis mehr als ¾ der Einsendungen aus.

Ebenso wie *S. enterica* Serovar Typhimurium wird *S. enterica* Serovar Enteritidis am NRL-Salm durch Lysotypie weiter differenziert. Von den 2031 eingesandten *S. enterica* Serovar Enteritidis Isolaten wurde bei 1976 Isolaten der Lysotyp untersucht: Zu den häufigsten Lysotypen von *S. enterica* Serovar Enteritidis gehörten PT4 und PT8 mit 1016 und 343 Isolaten (51 % bzw. 17 %), gefolgt von PT21 (205 Isolate), RDNC (97 Isolate), PT6 (69 Isolate) und PT1 (63 Isolate) (Tab. 6). In den Vorjahren dominierte unter den Lysotypen von *S. enterica* Serovar Enteritidis ebenfalls PT4 und stellte 70 % der Lysotypen von *S. enterica* Serovar Enteritidis dar. Auf PT8 und PT21 entfielen 11 bzw. 8 % (Dorn et al., 2002). In den Einsendejahren 2004–2008 dominierten demnach die gleichen Lysotypen bei *S. enterica* Serovar Enteritidis wie in den Vorjahren, wobei sich aber der prozentuale Anteil etwas zugunsten von PT 8 verschoben hatte (Tab. 6). Wie im Jahr 1999 stammte gut die Hälfte der PT4 Isolate vom Geflügel und daraus hergestellten Lebensmitteln (Tab. 6).

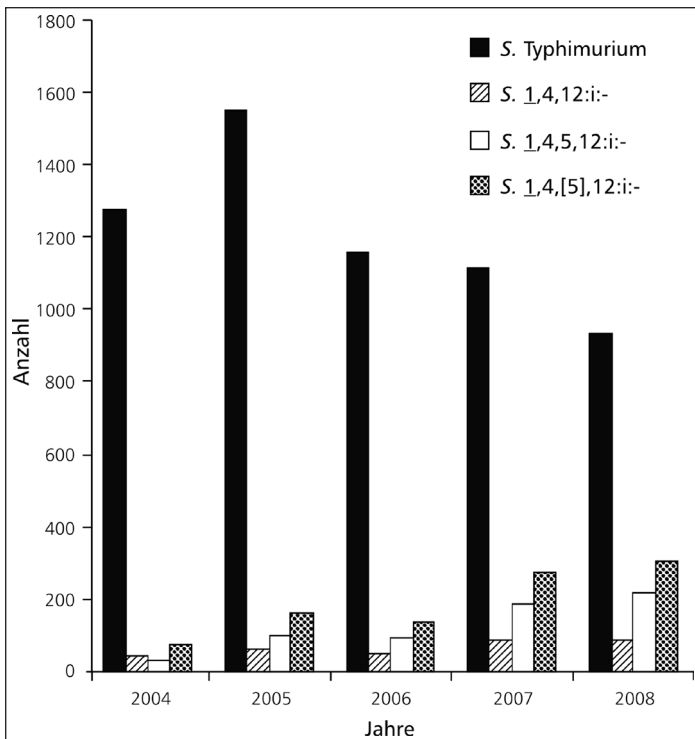


ABBILDUNG 4: Vorkommen von *S. enterica* Serovar Typhimurium (Kurzform *S. Typhimurium*) und seiner monophasischen Variante *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- (Kurzform *S. 1,4[5],12:i:-*) in diagnostischen Einsendungen an das NRL-Salm in den Jahren 2004–2008.

Neu beobachtete Serovare mit epidemiologischer Bedeutung

S. enterica subsp. enterica Serovar 1,4,[5],12:i:-

Das monophasische Serovar *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- wird seit 1997 vermehrt beschrieben (Echeita et al., 1999; Switt et al., 2009). Auch das NRL-Salm beobachtet eine steigende Anzahl dieses Serovars in den diagnostischen Einsendungen. Während in den Jahren 1999 und 2000 nur sechs bzw. fünf Isolate *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- zugeordnet werden konnten, war die Zahl im Jahr 2004 bereits auf 71 Einsendungen gestiegen und erreichte im Jahr 2008 mit 305 Einsendungen 8,5 % der Gesamteinsendungen (Abb. 4). Bezogen auf den gesamten Einsendezeitraum 2004–2008 machte dieses monophasische Serovar mit 946 Isolaten 4,9 % der Gesamteinsendungen aus (Tab. 1). Entsprechend der zunehmenden epidemiologischen Bedeutung von *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:-, insbesondere in den letzten Jahren, stammten 61 % der Einsendungen dieses Serovars (575 Isolate) aus den Jahren 2007 und 2008 (Abb. 4). Insgesamt stammten 299 der 946 Isolate, d. h. 31,6 % des Serovars *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- vom Schwein gefolgt von Lebensmittelprodukten unbekannter tierischer Herkunft (187 Isolate, 19,8 %) und Schweinefleisch (139 Isolate, 14,7 %). Weitere 10,5 % der Isolate dieses Serovars stammten vom Rind und 4,3 % vom Geflügel.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der größte Anteil an Einsendungen von *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- aus dem Bereich Schwein und Lebensmittel vom Schwein stammte. Dies deckt sich mit der 2006/2007 durchgeführten EU Studie zur Prävalenz von Salmonellen in Mastschweinen, die ergab, dass *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- das zweithäufigste Serovar in Deutschland nach *S. enterica* Serovar Typhimurium in Mastschweinen darstellte (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2008; EFSA Report, 2008).

Eine am NRL-Salm durchgeführte Microarray-Studie zeigte unter anderem, dass sich *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- in der Pathogenitätsausstattung nicht von *S. enterica* Serovar Typhimurium (*S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:1,2) unter-

scheidet (Hauser et al., zur Publikation eingereicht). Da *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- lediglich die Geißeln einer Phase fehlen, könnte dieses Serovar daher als monophasische Variante von *S. enterica* Serovar Typhimurium bezeichnet werden. Abbildung 4 ist zu entnehmen, dass in dem Maße, in dem die Anzahl an *S. enterica* Serovar Typhimurium im Zeitraum 2004–2008 abnahm, die Anzahl der eingesandten Isolate von *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- stieg.

Wie der „Volltyp“ *S. enterica* Serovar Typhimurium, kann *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- ebenfalls als O:5 positive (1,4,5,12:i:-) oder O:5 negative (1,4,12:i:-) Variante auftreten. Bei den Einsendungen im gesamten Zeitraum 2004–2008 entfielen 625 Isolate auf die O:5 positive und 321 Isolate auf die O:5 negative Variante (Abb. 4).

Das NRZ für Salmonellen und andere Enteritiserreger berichtet (Rabsch, persönliche Mitteilung; Truepschuch et al., zur Publikation eingereicht), dass *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- in letzter Zeit für eine Vielzahl humaner Erkrankungen in Deutschland verantwortlich ist. Auch auf internationaler Ebene ist *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- in Zusammenhang mit mehreren humanen Ausbrüchen zu sehen (Switt et al., 2009). Vor dem Hintergrund des bisherigen wissenschaftlichen Kenntnisstandes unterscheidet sich *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- in seiner Virulenz nicht von *S. enterica* Serovar Typhimurium. Daher empfiehlt das NRL-Salm *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:- als monophasische Variante von *S. enterica* Serovar Typhimurium zu bezeichnen und in die entsprechenden Bekämpfungsprogramme aufzunehmen.

S. enterica subsp. enterica Serovar 1,4,12:-:1,2

Eine weitere monophasische Variante von *S. enterica* Serovar Typhimurium stellt das Serovar *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:-:1,2 dar. In den Jahren 2004–2008 wurden 68 Isolate dieser Variante ans NRL-Salm gesandt, davon entfielen 30 Isolate auf Einsendungen aus Vögeln. Bei den Vögeln fielen Einsendungen vom Zeisig als größte Einsendegruppe auf (14 Isolate). Da die Zahl der Einsendungen insgesamt relativ gering ist und das NRL-Salm bereits im Jahr 2009 eine Studie zur Charakterisierung und Vorkommen dieses Serovars bei Zeisigen veröffentlicht hat (Hauser et al., 2009),

TABELLE 6: Die häufigsten Phagentypen (PT) von *S. enterica* Serovar Enteritidis in diagnostischen Einsendungen ans NRL-Salm

	Gesamteinsendungen	Schwein	Lebensmittel vom Schwein	Rind	Lebensmittel vom Rind (inklusive Milchprodukte)	Geflügel insgesamt	Huhn/Broiler	Pute	Lebensmittel vom Geflügel (Fleisch, Ei, Speisen mit Eizusatz)
S. Enteritidis gesamt	2031 (1976 untersucht)	36	16	159 (104 untersucht)	14	501	373	30	624
PT4	1016	14	1	39	10	288	230	17	338
PT8	343	14	6	25	4	58	39	6	101
PT21	205	5	1	1	0	64	31	0	73
RDNC*1	97	0	0	9	0	19	15	1	21
PT6	69	0	0	0	0	14	14	0	24
PT1	63	0	0	10	0	23	22	0	16
PT14b	41	0	3	9	0	2	2	0	12
PT7	2	0	0	0	0	1	1	0	1
PT11	29	2	0	7	0	1	0	0	0
Übrige PT	111	1	4	4	0	31	19	6	38

*1 RDNC= react but does not conform.

aus der hervorgeht, dass sich *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar $\underline{1,4,12:-:1,2}$ von *S. enterica* Serovar Typhimurium var. Copenhagen (*S. enterica* subsp. *enterica* Serovar $\underline{1,4,12:i:1,2}$) ableitet, wird an dieser Stelle nicht detailliert auf diese monophasische Variante von *S. enterica* Serovar Typhimurium eingegangen.

S. enterica Serovar Paratyphi B (d-Tartrat positiv)

Ende der 90er Jahre beobachtete das NRL-Salm eine steigende Zahl (ca. 50 Einsendungen pro Jahr) an Salmonella-Einsendungen, die *S. enterica* Serovar Paratyphi B zugeordnet werden konnten (Dorn et al., 2001). Überwiegend handelte es sich bei diesen Isolaten um Einsendungen aus Geflügel und daraus hergestellten Lebensmitteln. *S. enterica* Serovar Paratyphi B Stämme werden je nach ihrer Fähigkeit, d-Tartrat fermentieren zu können, in d-Tartrat positive (dT+) und -negative (dT-) Stämme differenziert. Während *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT-) Paratyphus auslöst, ist *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+), früher auch als *S. Java* bezeichnet (Grimont and Weill, 2007), bedeutend weniger virulent (Selander et al., 1990). Am NRL-Salm erfolgt die Differenzierung zwischen d-Tartrat positiven und -negativen Varianten von *S. enterica* Serovar Paratyphi B mittels PCR (Malorny et al., 2003). Der Anstieg an *S. enterica* Serovar Paratyphi B Einsendungen ans NRL-Salm resultierte im Jahr 2001 fast ausschließlich aus der Einsendung von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) (Dorn et al., 2001). In den Jahren 2004–2008 setzte sich dieser Trend fort (Tab. 1): Es wurden 391 *S. enterica* Serovar Paratyphi B Isolate eingewandt (2,0 % der Gesamteinsendungen), wovon alle der d-Tartrat positiven Variante von *S. enterica* Serovar Paratyphi B zugeordnet wurden (Tab. 1). 307 dieser Einsendungen (78,5 %) stammten vom Geflügel und Geflügelfleisch. Die restlichen Isolate stammten

hauptsächlich von Stufenkontrollen (22 Einsendungen), Fleisch (22 Einsendungen) und Reptilien (sieben Einsendungen).

In Einsendungen vom Geflügel und Lebensmitteln vom Geflügel wurde *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) hauptsächlich im Huhn und Hühnerfleisch nachgewiesen. So stammten 301 der 307 Einsendungen von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) vom Geflügel und daraus hergestellten Lebensmitteln, d. h. 98,1 % von der Spezies *Gallus gallus*. Insgesamt betrug der Anteil von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) in Einsendungen vom Huhn 7,7 % (113 von 1459 Isolaten) und im Lebensmittel vom Huhn 12,6 % (188 von 1494 Isolaten). Bezogen auf die Kategorie Geflügel, an der Einsendungen vom Huhn den größten Anteil hatten, wurde *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) bei 4,7 % aller Isolate (117 von 2481 Isolaten) nachgewiesen. In Einsendungen von Lebensmitteln vom Geflügel machte *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) 9,0 % der Salmonella-Einsendungen aus (190 von insgesamt 2106 Isolaten) (Abb. 2). Abbildung 5 ist zu entnehmen, dass während der Jahre 2006–2008 die Zahl der *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) Isolate in Einsendungen aus Lebensmitteln vom Geflügel zunahm, während sie gleichzeitig in Einsendungen aus Geflügel zurückging, was innerhalb des gesamten Einsendezeitraums 2004–2008 zu einem höheren Anteil an *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) in Einsendungen aus Lebensmitteln vom Geflügel bzw. Huhn als im Nutztierbestand von Geflügel bzw. Huhn führte (Abb. 2). Bei der 2005/2006 durchgeführten EU-Monitoringstudie zur Prävalenz von Salmonellen in Masthähnchen betrug der Anteil von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) an nachgewiesenen Serovaren in deutschen Broiler-Herden 15,5 % (EFSA Report, 2007b; Bundesinstitut für Risikobewertung, 2006).

S. enterica Serovar Paratyphi B kann als O:5-Antigen positive (*S. enterica* subsp. *enterica* Serovar $\underline{1,4,5,12:b:1,2}$) und als O:5-Antigen negative Variante (*S. enterica* subsp. *enterica* Serovar $\underline{1,4,12:b:1,2}$) auftreten. Von den 391 *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) Einsendungen ans NRL-Salm handelte es sich bei 381 Isolaten (97,4 %) um die O:5 negative Variante und bei zehn Einsendungen um die O:5 positive Variante. Bei der O:5 positiven Variante handelte es sich im Gegensatz zur O:5 negativen Variante um keine geflügel-spezifischen Einsendungen: sieben Isolate der O:5 positiven Variante stammten von Reptilien und drei von Fischen. Wie Studien am NRL-Salm zeigten, unterscheiden sich O:5 negative und O:5 positive Stämme von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) in ihrer Klonalität und phänotypischen Eigenschaften (Huehn et al., 2009b). Während O:5 negative Stämme oft multiresistent sind und von belgischem, niederländischen oder deutschem Geflügel stammen, gehören O:5 positive Stämme zu einer heterogeneren Gruppe, die sowohl multiresistente als auch sen-

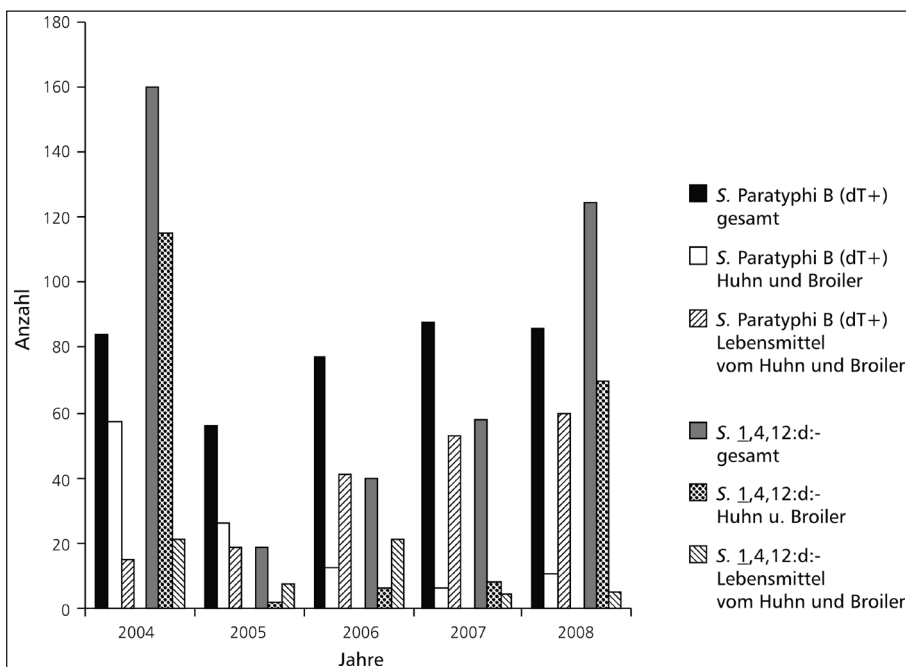


ABBILDUNG 5: Vorkommen von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) und *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar $\underline{1,4,12:d:-}$ (Kurzform *S. 1,4,12:d:-*) in diagnostischen Einsendungen an das NRL-Salm in den Jahren 2004–2008. Im Vergleich ist die Anzahl beider Serovare in Gesamteinsendungen, Einsendungen von Huhn und Broiler sowie in Lebensmitteln von Huhn und Broiler dargestellt.

sitive Vertreter einschließt. O:5 positive Stämme von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) tragen oftmals zusätzliche Virulenzdeterminanten, so wird die Pathogenitätsinsel 1 nur in O:5 positiven Stämmen gefunden (Huehn et al., 2009b). Aufgrund dieser Studien ist das Pathogenitätspotenzial O:5 positiver Stämme von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) höher zu bewerten als das O:5 negativer Stämme.

***S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:-**

Das monophasische Serovar *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- stellte in den Jahren 2004–2008 mit 401 Isolaten insgesamt 2,1 % der Gesamteinsendungen dar (Tab. 1). 279 der 401 Isolate, d. h. 69,6 % dieses Serovars stammte vom Geflügel bzw. Lebensmittel vom Geflügel. Die Prävalenz von *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- ist vor allem in Einsendungen aus Geflügel besonders hoch, so konnten 209 Isolate aus den insgesamt 2481 Geflügeleinsendungen *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- zugeordnet werden, was 8,4 % der Isolate aus Geflügeleinsendungen entspricht (Abb. 2). Die meisten Isolate von *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- aus den Geflügeleinsendungen entfielen auf die Gattung *Gallus gallus* (201 Isolate) und ein geringer Anteil auf Einsendungen aus der Pute (sechs Isolate). Wird nicht das gesamte Geflügel, sondern nur Broiler und Huhn, d. h. die Spezies *Gallus gallus* über den Zeitraum 2004–2008 betrachtet (Abb. 5), so stellte *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- 13,8 % der Isolate (201 von 1459 Einsendungen) aus diesem Einsendebereich. Laut der 2005/2006 durchgeführten Monitoring-Studie bei Masthähnchen betrug in Deutschland der Anteil von *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- in Broiler-Herden 23,6 % (EFSA Report, 2007b). Im Vergleich dazu spielte dieses Serovar Ende der 90er Jahre mit weniger als 20 Einsendungen pro Jahr noch eine untergeordnete Rolle. Abbildung 5 ist zu entnehmen, dass die Anzahl der Einsendungen von *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- in den Einsendejahren 2005–2007 deutlich geringer als in den Jahren 2004 und 2008 ausfiel. Zudem stammte im Jahr 2007 ein ungewöhnlich hoher Anteil (insgesamt 60 %) von *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- aus Einsendungen von Futtermitteln, Stufenkontrollen und Umwelt, während von Geflügel und Lebensmitteln vom Geflügel bzw. Huhn nur ¼ der Isolate dieses Serovars stammte (Abb. 5).

In den Einsendejahren 2004–2008 stammten 70 Isolate von *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- aus Einsendungen von Lebensmitteln vom Geflügel, davon 58 Isolate aus Hühnerfleisch. Die Prävalenz liegt somit in Lebensmitteln vom Geflügel mit nur 3,3 % bzw. 3,9 % in Lebensmitteln vom Huhn deutlich unterhalb der Prävalenz in Geflügelbeständen bzw. Beständen des Haushuhns (Abb. 2). Eine am NRL-Salm durchgeführte Studie zeigte, dass es sich bei *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:- um ein Serovar handelt, das eine hohe Anpassung an das Geflügel besitzt und das zurzeit epidemiologisch für den Menschen keine bedeutende Rolle spielt (Huehn et al., 2009 a).

Diskussion

In den Jahren 2004–2008 erhielt das NRL-Salm insgesamt 23 949 Salmonella-Isolate zur Serotypisierung beziehungsweise Lysotypie und weiteren Differenzie-

rung. 80 % dieser Einsendungen, d. h. 19 162 Isolate stammten aus dem diagnostischen Bereich, deren Daten in diesem Bericht zusammengefasst sind. Im Unterschied zu Monitoringstudien handelt es sich bei diagnostischen Einsendungen um keine statistisch gestützte Probenahme, sondern um Zufallseinsendungen. Aufgrund der hohen Zahl diagnostischer Einsendungen an das NRL-Salm lassen sich jedoch auch aus diesen Einsendungen Trends und Prognosen zum epidemiologischen Vorkommen von Salmonella-Serovaren und zur Entwicklung neuer Serovare ableiten. So ist beispielsweise aus den diagnostischen Einsendungen vom Schwein und Lebensmitteln vom Schwein das starke Aufkommen bzw. die zunehmende Verbreitung der monophasischen Variante von *S. enterica* Serovar Typhimurium (*S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,[5],12:i:-) zu erkennen. Diese Beobachtung stimmt mit der 2006/2007 durchgeführten Monitoringstudie bei Schlachtschweinen im hohen Maße überein (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2008; EFSA Report, 2008). Ebenso finden sich in den diagnostischen Einsendungen vom Geflügel und Lebensmitteln vom Geflügel vermehrt die Serovare *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) und *S. enterica* subsp. *enterica* Serovar 1,4,12:d:-, was sich ebenfalls in der 2005/2006 durchgeführten Monitoringstudie bei Masthähnchen in Deutschland zeigte (EFSA Report, 2007b; Bundesinstitut für Risikobewertung, 2006). Das Aufkommen von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) als neues Serovar im Geflügel fiel bereits vor der durchgeführten Monitoringstudie in den diagnostischen Einsendungen ans NRL-Salm auf und wurde folglich erstmals durch das NRL-Salm den zuständigen Behörden mitgeteilt und veröffentlicht (Dorn et al., 2001).

Betrachtet man die Einsendungen vom Nutztier und den jeweils daraus hergestellten Lebensmitteln, so kann man feststellen, dass sich die meisten Serovare in ähnlichen Verhältnissen im Nutztier und im resultierenden Lebensmittel wiederfinden. So wurde in den Einsendungen aus Geflügel *S. enterica* Serovar Enteritidis mit 20,2 % als dominierendes Serovar gefunden und entsprechend in Lebensmitteln vom Geflügel mit 29,6 % (Abb. 2). Ebenso stellte *S. enterica* Serovar Typhimurium in Einsendungen aus Schwein mit 61,1 % das vorherrschende Serovar dar, was sich auch in den Einsendungen aus Lebensmitteln vom Schwein mit 50,3 % widerspiegelte (Abb. 3). Aus den ähnlichen Anteilen bzw. Verhältnissen der Salmonella-Serovare im lebensmittelliefernden Nutztier und Lebensmittel lässt sich daher schließen, dass die im Nutztierbestand gefundenen Salmonella-Isolate entlang der Lebensmittelkette weitergegeben werden.

Die Salmonellose beim Menschen wird überwiegend durch den Verzehr kontaminierter Lebensmittel hervorgerufen. Dementsprechend finden sich die für humane Infektionen ausschlaggebenden Salmonella-Serovare auch in korrelierenden Verhältnissen in Einsendungen aus Lebensmitteln (Tab. 3). Ausnahmen bilden *S. enterica* Serovar Enteritidis und *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+). Während *S. enterica* Serovar Enteritidis für die meisten humanen Erkrankungen verantwortlich ist, kam *S. enterica* Serovar Enteritidis in Lebensmitteleinsendungen der Jahre 2004–2008 an das NRL-Salm nur als zweithäufigstes Serovar nach *S. enterica* Serovar Typhimurium vor (Tab. 3), was sich mit früheren Daten des NRL-Salm deckt (Dorn et al., 2002). Diese Besonderheit wurde bereits in vorangegangenen Kapiteln diskutiert und

mit den unterschiedlichen Anteilen von *S. enterica* Serovar Enteritidis in verschiedenen Lebensmittelbereichen, von denen unterschiedliche Infektionsrisiken ausgehen, erklärt. Eine andere Situation liegt im Fall von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) vor. Obwohl 3,7 % der Lebensmittelisolate auf *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) entfielen (Tab. 3), fällt *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) nicht unter diejenigen Serovare, die bis zu 0,3 % der humanen Salmonellose-Fälle verursachen (Robert Koch Institut, 2004, 2005, 2006 a, 2007, 2008). Dieser Unterschied kann damit erklärt werden, dass in den Lebensmitteleinsendungen überwiegend (zu 99 %) die O:5-Antigen negative Variante von *S. enterica* Serovar Paratyphi B (dT+) gefunden wurde. Diese weist nach Untersuchungen ihres pathogenen Potentials mittels des im NRL-Salm entwickelten DNA-Microarrays im Unterschied zur O:5 positiven Variante eine geringere Virulenz auf (Huehn et al., 2009b).

Bezogen auf die Kategorie Tiermehl (als Hauptanteil der Einsendungen aus Futtermitteln) ist festzustellen, dass hier kaum Salmonella-Serovare nachgewiesen wurden (Tab. 4A), die typisch für Salmonella-Einsendungen aus Nutztieren sind. Dies impliziert, dass futtermittelbedingte Einträge von Salmonellen in Nutztierbestände zwar möglich sind, kontaminierte Futtermittel aber keine herausragende Rolle bei der Übertragung von Salmonellen auf Nutztiere spielen. Eine andere Situation stellt sich jedoch in Hunde- bzw. Katzenfutter dar (Tab. 4A). Hier wurde *S. enterica* Serovar Typhimurium in ca. 20 % der Einsendungen nachgewiesen (31 von 159 Isolaten), was mit dem hohen Anteil (ca. 40–50 %) an *S. enterica* Serovar Typhimurium bei Einsendungen von beprobten Hunden und Katzen korreliert. In diesem Fall sind futtermittelbedingte Infektionen von größerer Bedeutung.

Die hier dargestellten Ergebnisse zeigen, dass auch im Einsendezeitraum 2004–2008 das Aufkommen neuer, epidemiologisch bedeutsamer Salmonella-Serovare vom NRL-Salm beobachtet und beschrieben werden konnte. Die Auswertung der ans NRL-Salm eingesandten Salmonella-Isolate liefert somit wertvolle Einblicke in das Vorkommen und die Entwicklung der Serovare, die wiederum die Grundlage für vorsorgende bzw. aktuelle Bekämpfungsmaßnahmen, wie sie z. B. die VO (EG) Nr. 2160/2003 (Anonymous, 2003b) darstellt, sein können.

Danksagung

Wir möchten uns besonders bei den zahlreichen Einsendern der Isolate bedanken.

Die Autoren erklären, dass keine geschützten, finanziellen, beruflichen oder andere persönliche Interessen an einem Produkt, Service und/oder Firma bestehen, welche in diesem Manuskript dargestellten Inhalte oder Meinungen beeinflussen könnten.

Literatur

- Anderson ES, Ward LR, de Saxe MJ, de Sa JDH (1977):** Bacteriophage-typing designations of *Salmonella typhimurium*. J Hyg Camb 78: 297–300.
- Anonymous (1994):** Gesetz über die Neuordnung zentraler Einrichtungen des Gesundheitswesens (Gesundheitseinrichtungen-Neuordnungs-Gesetz – GNG). BGBl. I S. 1416.
- Anonymous (2002):** Gesetz über die Errichtung eines Bundesinstitutes für Risikobewertung (BfR-Gesetz – BfRG). BGBl. I S. 3082.
- Anonymous (2003a):** Directive 2003/99/EC of the European Parliament and of the Council of 17 November 2003 on the monitoring of zoonoses and zoonotic agents, amending Council Decision 90/424/EEC and repealing Council Directive 92/117/EEC. Off J Eur Union L325/31–L325/40.
- Anonymous (2003b):** Regulation (EC) no. 2160/2003 of the European Parliament and of the Council of 17 November 2003 on the control of Salmonella and other specified food-borne zoonotic agents. Off J Eur Union L325/1–L325/15.
- Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch [LFGB] (2005):** §64. Neugefasst durch Bekanntmachung vom 24.07.2009. BGBl. I S. 2205.
- Beutlich J, Rodriguez I, Schroeter A, Käsbohrer A, Helmuth R, Guerra B (2010):** A predominant Multidrug resistant *Salmonella* Saintpaul clonal line in German turkey and related food products. Appl Environ Microbiol (zur Publikation eingereicht).
- Bundesinstitut für Risikobewertung (2005):** Pilotstudie zum Vorkommen von *Salmonella* spp. bei Herden von Legehennen in Deutschland. Bericht des BfR vom 20.12.2005. http://www.bfr.bund.de/cm/208/pilotstudie_zum_vorkommen_von_salmonella_spp_bei_herden_von_legehennen_in_deutschland.pdf
- Bundesinstitut für Risikobewertung (2006):** Grundlagenstudie zur Erhebung der Prävalenz von Salmonellen in *Gallus gallus*-Broilerbetrieben. Bericht des BfR vom 27.10.2006. http://www.bfr.bund.de/cm/208/grundlagenstudie_zur_erhebung_der_praevalenz_von_salmonellen_in_gallus_gallus_broilerbetrieben.pdf
- Bundesinstitut für Risikobewertung (2008):** Grundlagenstudie zur Erhebung der Prävalenz von Salmonellen in Mastschweinen. Bericht des BfR vom 20. Februar 2008. http://www.bfr.bund.de/cm/208/grundlagenstudie_zur_erhebung_der_praevalenz_von_salmonellen_in_mastschweinen.pdf
- Dorn C, Schroeter A, Miko A, Protz D, Helmuth R (2001):** Gehäufte Einsendungen von *Salmonella* Paratyphi-B-Isolaten aus Schlachtgeflügel an das Nationale Referenzlabor für Salmonellen. Berl Münch Tierärztl Wschr 114: 179–183.
- Dorn C, Schroeter A, Helmuth R (2002):** Bericht über die im Jahr 1999 an das Deutsche Nationale Veterinärmedizinische Referenzlabor für Salmonellen eingesandten *Salmonella* Isolate. Berl Münch Tierärztl Wschr 115: 252–258.
- Echeita MA, Aladuena A, Cruchaga S, Usera MA (1999):** Emergence and spread of an atypical *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotype 4,5,12:i:– strain in Spain. J Clin Microbiol 37: 3425.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2007a):** Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline study on the prevalence of *Salmonella* in holdings of laying hen flocks of *Gallus gallus*. The EFSA Journal 97.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2007b):** Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in broiler flocks of *Gallus gallus*, Part A, The EFSA Journal 98: 1–85 – 74.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2008):** 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. The EFSA Journal 135: 1–111.
- Frank C, Buchholz U, Maass M, Schröder A, Bracht KH, Domke PG, Rabsch W, Fell G (2007):** Protracted outbreak of *S. Enteritidis*.

- ritis PT21c in large Hamburg nursing home. *BMC Public Health* 7: 223.
- Gantois I, Ducatelle R, Pasmans F, Haesebrouck F, Gast R, Humphrey TJ, Van Immerseel I (2009):** Mechanisms of egg contamination by *Salmonella Enteritidis*. *FEMS Microbiol Rev* 33: 718–738.
- Guard-Petter J (2001):** The chicken, the egg and *Salmonella enteritidis*. *Env Microbiology* 3: 412–430.
- Grimont PA, Weill FX (2007):** Antigenic formulae of the *Salmonella* serovars, In: WHO collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*, Institut Pasteur.
- Guibourdenche M, Roggentin P, Mikoleit M, Fields PI, Bockemühl J, Grimont PA, Weill FX (2010):** Supplement 2003–2007 (No. 47) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme. *Res Microbiol* 161: 26–29.
- Hauser E, Hühn S, Junker E, Jaber M, Schroeter A, Helmuth R, Rabsch W, Winterhoff N, Malorny B (2009):** Characterisation of a phenotypic monophasic variant belonging to *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium from wild birds and its possible transmission to cats and humans. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 122: 169–177.
- Hartung M (2009):** Ergebnisse der Zoonosenerhebung 2008 bei Lebensmitteln in Deutschland. *Fleischwirtschaft* 89: 92–100.
- Hauser E, Tietze E, Helmuth R, Junker E, Blank K, Prager R, Rabsch W, Appel B, Fruth A, Malorny B (2010):** *Salmonella enterica* serovar 4,[5],12:i:- contaminated pork is an emerging foodborne health risk for humans. *Appl Environ Microbiol* (zur Publikation eingereicht).
- Huehn S, Bunge C, Junker E, Helmuth R, Malorny B (2009a):** Poultry-associated *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar 4,12:d:- reveals high clonality and a distinct pathogenicity gene repertoire. *Appl Environ Microbiol* 75: 1011–1120.
- Huehn S, Helmuth R, Bunge C, Guerra B, Junker E, Davies RH, Wattiau P, van Pelt W, Malorny B (2009b):** Characterization of pathogenic and resistant genome repertoire reveals two clonal lines in *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Paratyphi B (+)-tartrate positive. *Foodborne Pathog Dis* 6: 431–443.
- Huehn S, Malorny B (2009):** DNA microarray for molecular epidemiology of *Salmonella*. *Methods Mol Biol*. 551: 249–285.
- Malorny B, Bunge C, Helmuth R (2003):** Discrimination of d-tartrate-fermenting and -nonfermenting *Salmonella enterica* subsp. *enterica* isolates by genotypic and phenotypic methods. *J Clin Microbiol* 41: 4292–4297.
- Malorny B, Bunge C, Guerra B, Prietz S, Helmuth R (2007a):** Molecular characterisation of *Salmonella* strains by an oligonucleotide multiprobe microarray. *Mol Cell Probes* 21: 56–65.
- Malorny B, Bunge C, Helmuth R (2007b):** A real-time PCR for the detection of *Salmonella* Enteritidis in poultry meat and consumption eggs. *J Microbiol Methods* 70: 245–251.
- Robert Koch Institut (2004):** Salmonellose. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2004: 147–151.
- Robert Koch Institut (2005):** Salmonellose. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2005: 152–156.
- Robert Koch Institut (2006a):** Salmonellose. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2006: 156–160.
- Robert Koch Institut (2006b):** Ausbruch von Erkrankungen durch *Salmonella Enteritidis* nach dem Verzehr von Backwaren. *Epid Bull* 3: 23–24.
- Robert Koch Institut (2007):** Salmonellose. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2007: 158–162.
- Robert Koch Institut (2008):** Salmonellose. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2008: 161–165.
- Selander RK, Beltran P, Smith NH, Helmuth R, Rubin FA, Kopecko DJ, Ferris K, Tall BD, Cravioto A, Musser JM (1990):** Evolutionary genetic relationships of clones of *Salmonella* serovars that cause human typhoid and other enteric fevers. *Infect Immun* 58: 2262–2275.
- Slauch JM, Lee AA, Mahan MJ, Mekalanos JJ (1996):** Molecular characterization of the *oafA* locus responsible for acetylation of *Salmonella typhimurium* O-Antigen: *OafA* is a member of a family of integral membrane trans-acetylases. *J Bacteriol* 178: 5904–5909.
- Switt AI, Soyer Y, Warnick LD, Wiedmann M (2009):** Emergence, distribution, and molecular and phenotypic characteristics of *Salmonella enterica* serotype 4,5,12:i:-. *Foodborne Pathog Dis*. 6: 407–415.
- Truetschuch S, Laverde Gomez JA, Ediberidze I, Flieger A, Rabsch W (2010):** Characterisation of multidrug resistant *Salmonella* Typhimurium 4,[5],12:i:- DT193 strains carrying a novel genomic island adjacent to the *thrW* tRNA locus. *Int J Medical Microbiol* (zur Publikation eingereicht).
- Ward LT, de Sa JHD, Rowe B (1987):** A phage-typing scheme for *Salmonella enteritidis*. *Epidem Inf* 99: 291–294.

Korrespondenzadresse:

Dr. Alexandra Friedrich
 Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
 Nationales Referenzlabor zur Durchführung von Analysen
 und Tests auf Zoonosen (Salmonellen), NRL-Salm
 Diedersdorfer Weg 1
 12277 Berlin
 alexandra.friedrich@bfr.bund.de