

Shigatoxin bildende *Escherichia coli* (STEC) in konventionell und ökologisch hergestellten Salamiprodukten

Shigatoxin producing *Escherichia coli* (STEC) in conventionally and organically produced salami products

Rohtraud PICHNER, H. HECHELMANN, H. STEINRÜCK¹ und M. GAREIS

¹ Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

Zusammenfassung

Ziel der Arbeiten war es, die Ursachen für eine Rückrufaktion im September 2004 wegen STEC-kontaminierter Salamiprodukte zu untersuchen. Der betroffene Hersteller produzierte langgereifte, schnittfeste Rohwürste unter ökologischen Gesichtspunkten ohne Nitrit-Zusatz. Es wurden 35 Produktproben dieses Herstellers und 100 verschiedene Salamiprodukte aus dem Handel hinsichtlich pH-Wert, *E. coli*-Keimzahlen und STEC untersucht. Weiterhin wurde eine Challenge-Studie durchgeführt um das Verhalten von *Enterobacteriaceae* und STEC in Salami mit bzw. ohne Nitritzusatz zu überprüfen. In drei von 35 Proben des von der Rückrufaktion betroffenen Herstellers wurden 100 bis 1000 KBE *E. coli*/g detektiert. In sieben Würsten wurde das *stx*-Gen mittels PCR nachgewiesen, aus 3 Würsten STEC isoliert. Daneben wiesen einige der untersuchten Rohwürste *E. coli*-Keimzahlen von bis zu 10³ KBE/g und pH-Werte von >6,5 auf. Die parallel durchgeführte Marktuntersuchung von 100 langgereiften, schnittfesten Rohwürsten anderer Hersteller ergab bei allen Produkten *E. coli*-Keimzahlen von weniger bzw. bis 10 KBE/g und keinen positiven STEC-Nachweis. Für die Challengestudie wurden verschiedene Chargen schimmelpilzgereifter Rohwurst hergestellt: eine Charge mit 2,8 % Kochsalz und eine mit 2,8 % Nitritpökelsalz. Beide Chargen wurden mit 10⁴ KBE/g *Enterobacteriaceae* und 10 KBE/g STEC inokuliert und das Überleben der Keime während der Rohwurstreifung untersucht. In den Chargen ohne Zusatz von Nitritpökelsalz (NPS) waren STEC bis zum letzten Tag der 6-wöchigen Reifung nachweisbar und die *Enterobacteriaceae*-Keimzahlen fielen auf 100 KBE/g ab. In den Chargen mit NPS verlief der STEC-Nachweis ab der vierten Reifungswoche negativ und die *Enterobacteriaceae*-Keimzahlen nahmen bis auf Werte unterhalb der Nachweisgrenze ab. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Ursachen für die Rückrufaktion von STEC-kontaminierten Salametti-Produkten im September 2004 vermutlich Fehler im Hygienemanagement des betroffenen Betriebes waren. Bei Anwendung von üblichen Reifungstechnologien stellen langgereifte, schnittfeste Rohwürste kein Sicherheitsrisiko dar. Die Herstellung von sicheren schimmelpilzgereiften Rohwürsten ohne Verwendung von NPS bedarf der Einhaltung äußerst strikter Hygienemaßnahmen auf jeder Prozessstufe.

Schlüsselwörter	Shigatoxin bildende <i>Escherichia coli</i> (STEC) – Salami – ökologische Produktion
Key Words	Shigatoxin producing <i>Escherichia coli</i> (STEC) – salami – organically producing

Summary

The aim of this research was to examine the causes of a recall for STEC contaminated salame products in September 2004 in Germany. The manufacturer affected by the recall action produced long fermented dry sausages under ecological points of view (without nitrite). Product samples (n=35) from the recall-affected manufacturer and 100 salami products from retail markets were analyzed for pH-values, *E. coli* counts and STEC. Furthermore a challenge trial was conducted to study the survival of *Enterobacteriaceae* and

STEC in salami processed with and without nitrite. *E. coli* counts were detected from 100 to 1000 cfu/g in three of the 35 samples. In seven sausages pH-values >6.5 were measured. Seven sausages were found to be STEC positive, three of them with microbiological confirmation by isolation of STEC. The microbiological analysis of retail market products showed *E. coli* counts below 10 cfu/g and no STEC. For the challenge study different batches of mould-ripened salami were produced: one batch with 2.8 % sodium chloride and one batch with 2.8 % nitrite curing salt. Both batches were inoculated with 10⁴ cfu of *Enterobacteriaceae*/g and 10 cfu of STEC/g. STEC survived up to six weeks in sausages without nitrite and *Enterobacteriaceae* counts decreased to 100 cfu/g until the end of ripening. In sausages with 2.8 % nitrite curing salt STEC were detected up to the third week and *Enterobacteriaceae* counts fell under a detectable level. According to these results, the causes of the recall for STEC contaminated salametti products in 2004 in Germany were deficiencies in hygiene management of the affected plant. Using standard manufacturing technologies, long fermented dry sausages do not pose a health hazard to consumer. The processing of organically salami products should be done under strict compliance with hygiene regulations.

Einleitung

Enterohämorrhagische *Escherichia coli* (EHEC) gehören der Gruppe der Shiga-toxin bildenden *E. coli* (STEC) an und können schwere Erkrankungen wie die hämorrhagische Colitis und das hämolytisch-urämische Syndrom verursachen (RILEY *et al.*, 1983). Als Hauptübertragungsquelle von STEC bei sporadischen Erkrankungen und Ausbrüchen werden rohe bzw. nicht durcherhitzte Lebensmittel, und hierbei v.a. von Rindern stammende Erzeugnisse (z. B. nicht durcherhitztes Rinderhackfleisch, Rohmilch) angesehen (De BOER and HEUVELINK, 2001).

STEC können den Reifungsprozess fermentierter Lebensmittel wie z. B. Wurst (GLASS *et al.*, 1992; CDC, 1994; Kofoth, 1999) oder Käse (CDC, 1994) überstehen sowie in Lebensmitteln mit einem relativ niedrigem pH-Wert (Mayonnaise, Apfelsaft) überleben und zu Infektionen nach dem Verzehr führen (WEAGANT *et al.*, 1994; BESSER *et al.*, 1993).

Dabei stellen langgereifte, schnittfeste Rohwürste bei guter Herstellungspraxis und Anwendung üblicher Reifetechnologien normalerweise kein Sicherheitsrisiko hinsichtlich STEC dar (KOFOTH, 1999). Dennoch ist ein Ausbruch nach dem Verzehr von langgereiftem, geräuchertem Salami-Aufschnitt dokumentiert (CDC, 1995). DUFFY *et al.* (1996) untersuchten 56 Salamiprodukte auf

E. coli O157:H7 und wiesen in 5,3 % der Proben diesen Keim nach. Im September 2004 warnte das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz vor dem Verzehr von luftgetrockneten Salamettis eines Herstellers, da in diesen ein STEC-Nachweis erfolgte (Bayerisches Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 2004). Der betroffene Hersteller produzierte langgereifte Rohwürste unter ökologischen Gesichtspunkten ohne den Zusatz von Nitritpökelsalz (NPS).

Ziel dieser Arbeit war es daher, das Vorkommen von STEC in Produkten des betroffenen Herstellers und anderen kommerziell erhältlichen Salamiprodukten zu untersuchen. Weiterhin sollte in einem Inokulationsversuch die Überlebensfähigkeit von STEC in langgereiften Rohwürsten mit und ohne Zugabe von NPS untersucht werden.

Material und Methoden

Im September 2004 wurden dem Institut für Mikrobiologie und Toxikologie von dem von der Verbraucherwarnung betroffenen Rohwurst-Hersteller 35 langgereifte, schnittfeste Rohwürste (z. T. schimmelpilzgereift, z. T. geräuchert) mit der Bitte zur Untersuchung auf STEC zugesandt. Zwei der eingesandten Proben (A und B, vgl. Tab. 1) stammten aus den beanstandeten Chargen. Die Produkte dieses Herstellers wurden nach ökologischen Prinzipien

Tab. 1: Ergebnisse der Untersuchung der 35 eingesandten Salamiprodukte des von der Verbraucherwarnung betroffenen Herstellers (Angabe der *E. coli*-Keimzahlen in KBE/g. Bei Isolierung von STEC in Klammern Serotyp und Shigatoxinsubtypen)

Nr.	pH-Wert	<i>E. coli</i> /g	STEC (Platte/Isolat)	Nr.	pH-Wert	<i>E. coli</i> /g	STEC (Platte/Isolat)
1	7,07	1,0 x 10 ²	-	21	5,27	< 10 ²	-
2	6,11	3,5 x 10 ³	+/-	22	5,21	< 10 ²	-
3	7,17	3,5 10 ³	+/-	23	5,15	< 10 ²	-
4	5,23	< 10 ²	-	24	5,42	< 10 ²	-
5	6,39	< 10 ²	+/-	25	5,24	< 10 ²	-
6	5,2	< 10 ²	-	26	5,13	< 10 ²	-
7	5,09	< 10 ²	-	27	5,31	< 10 ²	-
8	6,74	< 10 ²	-	28	6,28	< 10 ²	-
9	6,76	< 10 ²	-	29	5,97	< 10 ²	+/+ (Ont:H42, stx2, 2c) (O22:H8, stx2c)
10	6,65	< 10 ²	-	30	6,47	2,0 x 10 ²	-
11	6,2	< 10 ²	+/-	31	5,3	< 10 ²	-
12	6,54	< 10 ²	+/+ (O100:H-; stx2e)	32	5,34	< 10 ²	-
13	5,46	< 10 ²	-	33	5,31	< 10 ²	-
14	5,26	< 10 ²	-	A	6,37	< 10 ²	+/+ (O100:H-, stx2e)
15	5,2	< 10 ²	-	B	6,7	< 10 ²	+/-
16	5,3	< 10 ²	-				
17	5,27	< 10 ²	+/-				
18	5,21	< 10 ²	-				
19	5,25	< 10 ²	-				
20	5,27	< 10 ²	-				

ohne Nitritpökelsalz hergestellt. Parallel hierzu wurden 100 unterschiedliche, langgereifte, schnittfeste Rohwürste (schimmelpilzgereifte und geräucherte Produkte) anderer Hersteller im Handel erworben und ebenfalls auf STEC untersucht.

Die Wurstproben wurden zweistufig in modifizierter Trypton-Soja-Bouillon (mTSB, [Merck]) angereichert und eine Screening-Untersuchung auf das Shigatoxigen (*stx*) mittels PCR nach KARCH und MEYER (1989) durchgeführt. Bei Nachweis von *stx* in der angereicherten Probe erfolgte eine Subkultivierung auf Sorbitol-MacConkey-Agar (SMAC, [Oxoid]) und erneute Untersuchung des Koloniematerials auf das Shigatoxigen. Bei positivem Ergebnis wurden *stx*-positive Kolonien isoliert und mittels api20E-System [bioMerieux] biochemisch charakterisiert. Als *E. coli* identifizierte Isolate wurden serotypisiert und auf das Vorhandensein des *eaeA*-Gens nach SCHMIDT *et al.* (1993) untersucht. Weiter-

hin erfolgte bei den STEC-Isolaten eine Subdifferenzierung des *stx*-Gens in die beiden Untergruppen *stx1* nach SCHMIDT *et al.* (1994) und *stx2* nach CEBULA *et al.* (1995). Shigatoxin-2-Bildner wurden weiter differenziert in die Subtypen 2 bzw. 2c (SCHMIDT *et al.*, 1994; SCHMITT *et al.*, 1998), 2d (PIERARD *et al.*, 1998) und 2e (WEINSTEIN *et al.*, 1988). Die Enterohämolysinbildung wurde auf Waschblutagarplatten [Oxoid] überprüft. Phänotypisch negative Isolate wurden mittels PCR nach SCHMIDT *et al.* (1995) auf das Vorliegen von codierenden Genabschnitten für die Enterohämolysinbildung (*EHEC-hlyA*) getestet.

In einem Challengeversuch wurden drei Chargen schimmelpilzgereifter Salami hergestellt. Das Brät bestand aus 33 % magerem Rindfleisch, 33 % magerem Schweinefleisch und 30 % Rückenspeck und wurde handelsüblich gewürzt (0,3 % Pfeffer, 0,03 % Cardamon, 0,04 % Muskat, 0,05 % Paprika, 0,03 % Koriander,

0,03 % Ascorbat, 0,2 % Glukose). Jeweils 2 Chargen wurden 2,8 % Kochsalz und einer 2,8 % Nitritpökelsalz (NPS) zugesetzt. Als Starterkulturen dienten BIO-START [Raps] und Bactoform™ [Chr. Hansen]. Je eine Charge mit Kochsalz bzw. NPS wurde mit 10^4 KBE/g eines *Enterobacteriaceae*-Pools (*E. coli*, *Enterobacter liquefaciens*, *Proteus mirabilis* im Verhältnis 1:1:1) und mit 10 KBE STEC/g inokuliert. Hierbei wurden vier STEC-Stämme verwendet, die zuvor aus den Salami-Proben des von der Rückruf-Aktion betroffenen Herstellers isoliert wurden. Die nicht beimpfte Charge diente als Negativkontrolle. Aus diesen Brätchargen wurden etwa 20 Zentimeter lange Würste mit einem Durchmesser von 60 mm hergestellt und mit einem üblichen definierten Programm gereift. Die Untersuchung der Würste erfolgte am Tag 2, 3, 6, 9, 14, 21, 28, 35 und 42 der sechswöchigen Reifung. Untersucht wurden pH-Wert, a_w -Wert (nur in unbeimpfter Kontrollcharge), aerobe, mesophile Gesamtkeimzahl auf Standard-I-Agar (Bebrütung 48 h bei 30 °C), die Milchsäurebakterien-Keimzahl auf MRS-Agar (Bebrütung 48 h bei 30 °C), die *Enterobacteriaceae*-Keimzahl auf DHL-Agar (24 h, 37 °C) und das Vorkommen von STEC wie oben beschrieben nach Anreicherung mittels PCR nach KARCH und MEYER (1989).

Ergebnisse

In Abbildung 1 sind zwei Produkte der von dem von der Verbraucherwarnung betroffenen Hersteller eingesandten Proben zu sehen.

In sieben Würsten des wurde das *stx*-Gen nach Anreicherung in modifizierter Trypton-Soja-Bouillon und Subkultivierung auf Sorbitol-MacConkey-Agar mittels PCR nachgewiesen. Aus 3 Würsten wurden 4 STEC-Stämme isoliert. Daneben wiesen einige der untersuchten Rohwürste *E. coli*-Keimzahlen von bis zu 10^3 KBE/g und pH-Werte von $>7,0$ auf (vgl. Tab. 1). Eine parallel durchgeführte Marktuntersuchung von 100 langgereiften, schnittfesten Rohwürsten anderer Hersteller ergab bei allen Produkten *E. coli*-Keimzahlen von weniger

als 10 KBE/g. Nur in 3 % der Proben wurden 10 bis 30 KBE/g *Enterobacteriaceae* detektiert. In keiner der Würste wurden STEC nachgewiesen.

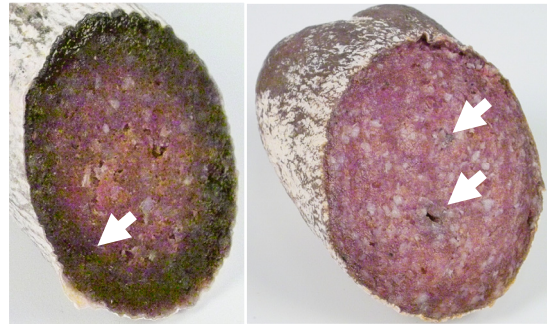


Abb. 1: 6 Wochen alte, schimmelpilzgereifte Salami-Produkte (ohne NPS) des von der Rückrufaktion betroffenen Herstellers. Links im Bild ist ein deutlicher Trockenrand zu erkennen, rechts im Bild sind Verfärbungen zu sehen, die auf proteolytische Aktivitäten durch unerwünschte Keime schließen lassen

Da aus dem Handel keine schimmelpilzgereiften Rohwürste ohne den Zusatz von NPS erhältlich waren, wurde in einem zusätzlichen Challengeversuch Rohwurstbrät mit STEC, *E. coli* und anderen Spezies der *Enterobacteriaceae* beimpft und das Überleben der Keime während der Rohwurstreifung untersucht. Die *Enterobacteriaceae*-Keimzahl nahm in der Charge mit NPS schneller ab, in den Chargen ohne NPS-Zusatz waren STEC bis zum letzten Tag der 6-wöchigen Reifung nachweisbar (Tab. 2).

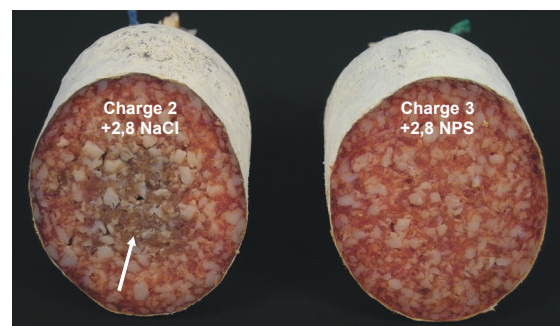


Abb. 2: Schimmelpilzgereifte Salami aus dem Challengeversuch am 14. Tag der sechswöchigen Reifung. Das Rohwurstbrät der beiden Chargen wurde jeweils mit 10^4 KBE *Enterobacteriaceae*/g und 10 KBE STEC/g inokuliert. Links: Charge 2 (+2,8% NaCl), 10^4 *Enterobact./g* im Kern, 10^6 *Enterobact./g* im Rand; rechts: Charge 3 (+2,8% NPS), 10^2 KBE *Enterobact./g* im Kern, 10^2 KBE *Enterobact./g* im Rand

Tab. 2: Überleben von *Enterobacteriaceae* und STEC in schimmelpilzgereifter Rohwurst mit und ohne NPS-Zusatz (Inokulationsdosis *Enterobacteriaceae* 10^4 KBE/g, STEC 10 KBE/g). Nachweis von STEC nach Anreicherung in mTSB mittels PCR nach KARCH und MEYER (1989)

Reifungstag	0	2	3	6	9	14	21	28	35	42
<i>Enterob.</i> ¹										
Charge 1*	$1,0 \times 10^1$	$< 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$8,0 \times 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$
Charge 2**	$1,0 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	$3,9 \times 10^4$	$1,4 \times 10^7$	$3,2 \times 10^4$	$9,1 \times 10^2$	$7,6 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$5,9 \times 10^1$
Charge 3***	$7,0 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$6,8 \times 10^2$	$6,3 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$
STEC										
Charge 1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Charge 2**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Charge 3***	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-

¹ Angaben der Keimzahlen in KBE/g bezogen auf das Innere der Würste

* Charge 1: unbeimpfte Kontrollcharge mit Zusatz von 2,8 % NaCl

** Charge 2: beimpfte Charge mit 2,8 % NaCl

*** Charge 3: beimpfte Charge mit 2,8 % NPS

In Abbildung 2 sind Proben vom 14. Reifungstag der beiden inokulierten Chargen zu sehen.

Diskussion

Normalerweise bieten nach KOFOTH (1999) langgereifte, schnittfeste Rohwürste bei guter Herstellungspraxis und Anwendung üblicher Reifetechnologien keine Voraussetzungen für das Überleben von STEC bzw. die Vermehrung von *Enterobacteriaceae*. Trotzdem wurde ein Ausbruch nach dem Verzehr von luftgetrockneter Salami dokumentiert (CDC, 1995). Aufgrund einer Rückrufaktion im September 2004 wurden 35 Produkte des betroffenen Herstellers, der ohne NPS nach ökologischen Gesichtspunkten produzierte, untersucht. Der Nachweis von pH-Werten >7 in den Produkten, von *E. coli*-Keimzahlen bis zu 1000 KBE/g und die Isolierung von STEC aus 3 der eingesandten Proben zeigen hygienische und/oder technologische Fehler bei der Herstellung auf. Denn die parallel dazu erfolgte Marktuntersuchung von 100 unterschiedlichen Salamiprodukten aus dem Handel ergab bei über 95 % der Proben *Enterobacteriaceae*-Keimzahlen von weniger als 10 KBE/g. *E. coli* oder STEC

wurden bei diesen Proben nicht nachgewiesen.

Da aus dem Handel keine schimmelpilzgereiften Produkte ohne den Zusatz von NPS erhältlich waren, wurden in einem Challengeversuch Chargen mit bzw. ohne den Zusatz von NPS mit STEC und *Enterobacteriaceae* beimpft. Eine Abnahme der *Enterobacteriaceae*-Keimzahlen war in allen Chargen während der sechswöchigen Reifung zu beobachten. In der Charge mit NPS-Zusatz wurden jedoch nach dreiwöchiger Reifung keine STEC nach Anreicherung nachgewiesen, während bei den Produkten ohne NPS-Zusatz STEC bis zum 42. Reifungstag vorhanden waren.

Diese Ergebnisse zeigen, dass bei Beachtung guter Herstellungspraxis und Einhaltung von Hygieneregeln langgereifte, schnittfeste Rohwurst keine Vermehrungsmöglichkeiten für STEC bietet. Bei den von der Verbrauchernachricht betroffenen Salamiprodukten waren vermutlich Hygiene- und Technologiefehler ursächlich für die mikrobiologischen Befunde. Bei der Herstellung von schimmelpilzgereifter Rohwurst sollte auf den Einsatz von NPS nicht verzichtet werden. Bei der Produktion von Salami

unter ökologischen Gesichtspunkten muss einwandfreies Rohmaterial verwendet werden und die Herstellung unter Einhaltung strikter Hygienemaßnahmen auf jeder Prozessstufe erfolgen, um Sicherheitsrisiken im Zusammenhang mit STEC auszuschließen.

Danksagung

Für die hervorragende technische Assistenz danken wir Elke Gardill, Gudrun Hultsch, Renate Albertz und Jörgen Dresel.

Literatur

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2004): Pressemitteilung Nr. 455 vom 24. September 2004

Besser, R.E., S.M. Lett, M.P. Doyle, T.J. Barrett, J.G. Wells, P.M. Griffin (1993): An outbreak of diarrhea and hemolytic uremic syndrome form *Escherichia coli* O157:H7 in fresh-pressed apple cider. *J. Am. Med. Assoc.* 269, 2217-2220

CDC (1994): *Escherichia coli* O157:H7 outbreak linked to commercially distributed dry-cured salami.-Washington and California 1994. *MMWR* 43, 213-217

CDC (1995): *Escherichia coli* O157:H7 outbreak linked to commercially distributed dry-cured salami – Washington and California, 1994. *MMWR* 44, 157-160

Cebula, T.A., W.I. Payne, P. FENG (1995): Simultaneous identification of strains of *Escherichia coli* serotype O157:H7 and their shiga-like toxin type by mismatch amplification mutation assay-multiplex PCR. *J. Clin. Microbiol.* 33, 248-250

De Boer, E., A.E. Heuvelink (2001): Foods as vehicles of VTEC infection. In: Duffy, G., P. Garvey, D.A. McDowell (eds.), *Verocytotoxinogenic E. coli*, first ed., 181-200

Duffy, G., D.C.R. Riordan, J.J. Sheridan, R.C. Whiting, B.S. Eblen (1996): *E. coli* O157:H7 in fermented meats. In: Proceedings of the 42nd International Congress of Meat Science and Technology, Lillehammer, Norwegen, Sept. 1-6, 1996, 4-5

Glass, K.A., J.M. Loeffelholz, J.P. Ford, M.P. Doyle (1992): Fate of *Escherichia coli* O157:H7

as affected by pH or sodium chloride and in fermented dry sausage. *Appl. Environ. Microbiol.* 58, 2513-2516

Karch, H., T. Meyer (1989): Single primer pair for amplifying segments of distinct Shiga-like-toxin genes by polymerase chain reaction. *J. Clin. Microbiol.* 27: 2751-2757

Kofoth, C.M. (1999): Überlebens- und Wachstumsfähigkeit von enterohämorrhagischen *Escherichia coli* (EHEC) in Rohwurstherzeugnissen. Diss. med. vet. LMU München

Pierard, D., G. Muyldermans, L. Moriau, D. Stevens, S. Lauwers (1998) Identification of new Verocytotoxin type 2 variant B-subunit genes in human and animal *Escherichia coli* isolates. *J. Clin. Microbiol.* 36, 3317-3322

Riley, L.W., R.S. Remis, S.D. Helgerson, H.B. McGee, J.G. Wells, B.R. Davis, R.J. Herbert, E.S. Olcott, L.M. Johnson, N.T. Hargrett, P.A. Blake, M.L. Cohen (1983): Hemorrhagic colitis associated with a rare *Escherichia coli* serotype. *N. Engl. J. Med.* 308, 681-685

Schmidt, H., M. Montag, J. Bockemühl, J. Heesemann, H. Karch (1993): Shiga-like toxin II related cytotoxins in *Citrobacter freundii* strains from humans and bovine beef samples. *Inf. Immun.* 61, 534-543

Schmidt, H., H. Rüssmann, A. Schwarzkopf, S. Alexic, J. Heesemann, H. Karch (1994): Prevalence of attaching and effacing *Escherichia coli* in stool samples from patients and controls. *Zbl. Bact.* 281, 201

Schmidt, H., L. Beutin, H. Karch (1995): Molecular analysis of the plasmid-encoded hemolysin of *Escherichia coli* O157 strains. *FEMS Microbiol. Lett.* 148, 265-272

Schmitt, C.K., M.L. McKee, A.D. O'Brien, (1991): Two copies of shiga-like-toxin II-related genes common in enterohemorrhagic *Escherichia coli* strains are responsible for the antigenetic heterogeneity of the O157:H- strain E32511. *Infect. Immun.* 59, 1065-1073

Weagant, S.D., J.L. Bryant, D.H. Bark (1994): Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in mayonnaise-based sauces at room and refrigerated temperatures. *J. Food Prot.* 57, 629-631

Weinstein, D.L., M.P. Jackson, J.E. Samuel, R.K. Holmes, A.D. O'Brien (1988): Cloning and sequencing of a shiga-like toxin type II variant from an *Escherichia coli* strain responsible for Edema disease of swine. *J. Bact.* 170, 4223-4230