

Berl Münch Tierärztl Wochenschr 125,
469–475 (2012)
DOI 10.2376/0005-9366-125-469

© 2012 Schlütersche
Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
ISSN 0005-9366

Korrespondenzadresse:
dorothea.orth@i-med.ac.at

Eingegangen: 13.01.2012
Angenommen: 25.07.2012

Klinisches Department für Kleintiere und Pferde, Veterinärmedizinische Universität
Wien¹
Sektion für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie, Medizinische Universität
Innsbruck²
Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie
Universität Berlin³

ESBL-produzierende *E. coli* und EHEC bei Hunden und Katzen in Tirol als mögliche Quelle für humane Infektionen

ESBL-producing E. coli and EHEC in dogs and cats in the Tyrol as possible source of human infection

Natalie Franiek^{1,2}, Dorothea Orth², Katharina Grif², Christa Ewers³, Lothar H. Wieler³,
Johann G. Thalhammer¹, Reinhard Würzner²

Zusammenfassung

Im Gegensatz zu Infektionen mit enterohämorrhagischen *E. coli* (EHEC), die als klassische Zoonose gelten, ist das Zoonosepotenzial von Extended-Spektrum β -Laktamase (ESBL)-produzierenden *Enterobacteriaceae* noch weitgehend unbekannt. Ziel unserer Studie war es, die Häufigkeit von EHEC und ESBL-bildenden *Enterobacteriaceae* bei Haustieren (Hunden und Katzen) in Tirol zu bestimmen. Unter den 228 untersuchten Kotproben von Hunden ($n = 92$) und Katzen ($n = 136$) waren drei Proben (1,3 %) im EHEC-ELISA positiv. In zwei der drei Fälle war keine Erregerisolierung möglich, in der dritten Probe wurde bei einer zweijährigen Mischlingshündin ein EHEC O103:H2 gefunden. In zwölf der 228 (5,3 %) Kotproben konnten 13 ESBL-produzierende *E. coli* (bei zehn Katzen und zwei Hunden) isoliert werden. Die für ESBL-produzierende Bakterien positiven Tiere stammten vorwiegend aus Tierschutzeinrichtungen (zehn Tiere, 83 %). 75 % der Isolate gehörten der CTX-M-1-Gruppe an, 8 % der CTX-M-2 Gruppe und 17 % der CTX-M-9-Gruppe. Ein Isolat war CTX-M-1 und CTX-M-9 positiv. Die Typisierung der 13 ESBL-produzierenden Isolate mittels Multilokus Sequenz-Typisierung (MLST) ergab zehn verschiedene Sequenztypen, was die Bedeutung des horizontalen Transfers von zumeist plasmidkodierten ESBL-Genen aufzeigt und ein Hinweis darauf ist, dass die Ausbreitung der ESBL-Isolate in den untersuchten Tiergruppen nicht klonal erfolgte, sondern eine mehrfach unabhängige Entstehung vorlag.

Eine Übertragung von EHEC und ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* von Haustieren auf den Menschen ist denkbar und wird untermauert durch die Tatsache, dass der bei einem Hund gefundene EHEC-Serotyp und die mittels MLST in mehreren Hunden und Katzen ermittelten Sequenztypen der ESBL-produzierenden Isolate bereits in schwerwiegenden Infektionen bei Menschen gefunden wurden.

Schlüsselwörter: EHEC, ESBL, Hunde, Katzen, Tirol

Summary

In contrast to infections with enterohaemorrhagic *E. coli* (EHEC), which are thought to be classical zoonosis, the zoonotic potential of extended-spectrum β -lactamase (ESBL)-producing *Enterobacteriaceae* is still widely unknown. The aim of our study was to determine the frequency of EHEC and ESBL-producing *Enterobacteriaceae* in domestic animals (dogs and cats) in the Tyrol.

Among 228 fecal samples of dogs ($n = 92$) and cats ($n = 136$) three samples (1.3%) were positive in the EHEC-ELISA. In two of the three cases isolation of the organism was not possible, the third sample of a two-year-old crossbreed bitch yielded EHEC O103:H2. In twelve of 228 (5.3%) fecal samples 13 ESBL-producing *Enterobacteriaceae* (in ten cats and two dogs) were found. These animals mainly derived from homes for animals (ten animals, 83%). 75% of the isolates belonged

to the CTX-M-1-group, 8% to the CTX-M-2-group and 17% to the CTX-M-9-group. One isolate was positive for CTX-M-1 and CTX-M-9. Typing of the 13 ESBL-producing isolates by multilocus sequence typing (MLST) showed ten different sequence types, which points out the importance of the horizontal transfer of mainly plasmid-coded ESBL genes.

Transmission of EHEC and ESBL-producing *Enterobacteriaceae* from domestic animals to humans is possible, corroborated by the fact that the EHEC serotype found in one dog and the sequence types detected by MLST in several dogs and cats were previously reported to occur in severe human infection.

Keywords: EHEC, ESBL, dogs, cats, Tyrol

Einleitung

Schon seit Langem spielen Katzen und Hunde als Haustiere eine wichtige Rolle in unserer Gesellschaft. Während Hunde und Katzen früher vorwiegend draußen im Freien gehalten wurden, leben sie nun in sehr engem Kontakt mit Menschen und nehmen einen immer größeren Stellenwert in der Familie ein (Guardabassi et al., 2004). Deshalb ist eine Übertragung von humanpathogenen Bakterien durch direkten Kontakt von Tier auf Mensch und vice versa durchaus denkbar und auch beschrieben (Simjee et al., 2002; Guardabassi et al., 2004; Walther et al., 2009; Vincze et al., 2010).

In der vorliegenden Arbeit wurde das Vorkommen zweier humanpathogener Bakterien, zum einen enterohämorrhagische *E. coli* (EHEC) und zum anderen Extended-Spektrum β -Laktamase (ESBL)-produzierende *Enterobacteriaceae*, bei Hunden und Katzen untersucht, um die Gefahr einer Übertragung auf den Menschen einschätzen zu können.

Infektionen mit EHEC sind die Hauptursache für akutes Nierenversagen im Kindesalter. EHEC sind charakterisiert durch ihre Fähigkeit, Shiga-Toxine (*Stx1* und/oder 2) zu produzieren. Weiterhin besitzen sie häufig das chromosomal kodierte *eae*-Gen, welches für Intimin kodiert, das die Anheftung an das Darmepithel vermittelt (Karch et al., 2005). EHEC verursachen ein weites Spektrum an humanen Erkrankungen, angefangen von der unkomplizierten Diarrhoe, über hämorrhagische Kolitis bis hin zum hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS), das durch die klinische Trias hämolytische Anämie, Thrombozytopenie und akutes Nierenversagen charakterisiert ist (Gerber et al., 2002; Tarr et al., 2005). Als natürliches Reservoir für EHEC und andere Typen von Shiga-Toxin-bildenden *E. coli* (STEC) gelten Wiederkäuer, v. a. Rinder. Die Übertragung auf den Menschen erfolgt durch Aufnahme kontaminierter Nahrung (z. B. unpasteurisierte Milch bzw. Milchprodukte oder Rohkost wie ungenügend erhitztes Fleisch) oder durch direkten Tierkontakt (Grif et al., 2005). Das Vorkommen von EHEC bei Hunden und Katzen wurde vereinzelt in der Literatur beschrieben (Beutin et al., 1993; Hancock et al., 1998; Sancak et al., 2004).

Im Gegensatz zu EHEC-Infektionen, die als klassische Zoonose gelten, wird bei ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* hauptsächlich der Mensch als Reservoir angesehen (Oteo et al., 2010). ESBL-produzierende *Enterobacteriaceae* sind gegen Penicilline, Cephalosporine der 1.–3. Generation, mit Ausnahme von Cephamycinen und Aztreonam, resistent, da das ESBL-Enzym der Bakterien den β -Laktam-Ring der Antibiotika zerstört

ren bzw. hydrolysieren kann (Livermore and Woodford, 2006). Es sind über 200 verschiedene ESBL-Varianten bekannt, die häufigsten sind CTX, SHV, TEM und OXA (Livermore and Woodford, 2006). ESBL-produzierende Erreger verursachen ein weites Spektrum an humanen Erkrankungen wie Harnwegsinfektionen, Wundinfektionen oder Sepsis, wobei ambulant erworbene Infektionen stark zunehmen (Paterson and Bonomo, 2005). Bei Tieren wurde das erste ESBL-produzierende Bakterium 1988 in Japan entdeckt. Es handelte sich hierbei um einen FEC-1-produzierenden *E. coli*-Stamm, der bei einem Laborhund gefunden wurde (Matsumoto et al., 1988). In den Folgejahren gab es einige Berichte über das Vorkommen von ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* bei diversen Tieren, wie Rinder, Schweine, Pferde, Hühner, Hunde, Katzen und Kaninchen, darunter gesunde und kranke Tiere (Carattoli, 2008; Rodríguez et al., 2009; Ewers et al., 2010, 2011, 2012; Schink et al., 2011).

Ziel unserer Studie war es, das Vorkommen von EHEC, einem typischen Vertreter einer Zoonose, und ESBL-bildenden *Enterobacteriaceae*, einem in der Humanmedizin bedeutenden Vertreter Antibiotika-resistenter Bakterien, bei Haustieren (Hunde und Katzen) in Tirol zu untersuchen und diese Stämme zu typisieren, um einen Vergleich mit humanen Isolaten durchführen zu können. Es sollte die Frage geklärt werden, ob Haustiere (Hunde und Katzen) ein Reservoir für EHEC oder ESBL-bildende *Enterobacteriaceae* sind und somit eine mögliche Infektionsquelle für den Menschen darstellen können.

Material und Methoden

Proben

Von September 2008 bis November 2009 wurden 228 ca. erbsengroße Kotproben (92 Hunde und 136 Katzen; 85 weibliche Tiere, 84 männliche Tiere, von 59 Tieren Geschlecht unbekannt) von klinisch gesunden Tieren auf das Vorhandensein von EHEC und ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* untersucht. Diese Proben wurden von den Besitzern selbst oder von Tierärzten gesammelt und stammten von Hunden und Katzen aus 61 verschiedenen Tiroler Haushalten (n = 121; 80 Hunde, 41 Katzen), drei Tierschutzeinrichtungen (n = 83; Tierschutzeinrichtung 1: ein Hund, 29 Katzen; Tierschutzeinrichtung 2: 31 Katzen; Tierschutzeinrichtung 3: vier Hunde, 18 Katzen), zwei Tierzuchten (n = 3 Hunde) oder 13 Bauernhöfen (n = 21; vier Hunde, 17 Katzen). In Tierschutzeinrichtung 1 lebten alle Katzen ohne räum-

TABELLE 1: Charakteristika der ESBL-positiven Isolate von gesunden Tieren ohne antibiotische Vorbehandlung in den letzten sechs Wochen vor Probennahme

Tier	Tierart	Rasse	Geschlecht	Herkunft	Fütterung	Resistenz-Phänotyp	β-Laktamasen	MLST
A	Katze	EHK	w, kastr.	Privathaushalt	KF, RF	Cip, Nitro, Trim/Sulf	CTX-M-1-Gr., TEM	ST155
B	Katze	EHK	w	Tierschutzeinrichtung 1	KF	-	CTX-M-2-Gr.	ST117
C	Katze	EHK	w, kastr.	Tierschutzeinrichtung 1	KF	Trim/Sulf	CTX-M-1-Gr.	ST117
D1	Katze	EHK	w, kastr.	Tierschutzeinrichtung 1	KF	Cip, Nitro	CTX-M-1-Gr., CTX-M-9-Gr., TEM	ST359
D2	Katze	EHK	w, kastr.	Tierschutzeinrichtung 1	KF	Cip, Nitro	CTX-M-9-Gr., TEM	ST665
E	Katze	EHK	w, kastr.	Tierschutzeinrichtung 1	KF	Cip	CTX-M-1-Gr., TEM	ST410
F	Katze	EHK	w, kastr.	Tierschutzeinrichtung 2	KF	Genta, Trim/Sulf	CTX-M-1-Gr.	ST1586
G	Katze	EHK	NB	Tierschutzeinrichtung 2	KF	Genta, Trim/Sulf	CTX-M-1-Gr.	ST1586
H	Katze	EHK	NB	Tierschutzeinrichtung 2	KF	Trim/Sulf	CTX-M-1-Gr., TEM	ST1049
I	Katze	EHK	NB	Tierschutzeinrichtung 2	KF	Trim/Sulf	CTX-M-1-Gr.	ST1049
J	Katze	EHK	w, kastr.	Tierschutzeinrichtung 2	KF	Genta	-	ST968
K	Hund	Mischling	m, kastr.	Tierschutzeinrichtung 3	KF	Cefox, Trim/Sulf	n. d.	ST361
L	Hund	Labrador	w	Tierzucht	KF, RF	Genta, Cip	CTX-M-1-Gr., TEM	ST156

EHK = Europäische Hauskatze; NB = Nicht bekannt; w = weiblich; m = männlich; kastr. = kastriert; KF = Kommerzielles Futter; RF = Rohfütterung;

Cefox = Cefoxitin; Cip = Ciprofloxacin; Genta = Gentamicin; Nitro = Nitrofurantoin; Trim/Sulf = Trimethoprim/Sulfamethoxazol; CTX-M-1Gr. = CTX-M-1-

Gruppe beinhaltet CTX-M-1, 3, 10, 12, 15, 22, 23, 28; CTX-M-2-Gr. = CTX-M-2-Gruppe beinhaltet CTX-M-2, 4, 5, 6, 7, 20; CTX-M-9-Gr. = CTX-M-9-Gruppe beinhaltet CTX-M-9, 14, 16, 17, 19, 21, 24, 27; TEM = sämtliche TEM-Gene ohne Spezifizierung; n. d. = nicht durchgeführt; MLST = Multilokus-Sequenz-Typisierung, ST = Sequenztyp.

liche Trennung in einem Haus zusammen, in Tierschutzeinrichtung 2 waren die Katzen in Gruppen zu 15 Tieren untergebracht und in Tierschutzeinrichtung 3 lebten die Katzen in Gruppen zu fünf bis zehn Tieren in je einer Wohnung, die Hunde in Gruppen zu max. vier Tieren in einem Auslauf zusammen.

Die Tierbesitzer mussten Angaben zur Fütterung (kommerzielles Futter vs. Rohfütterung), anderen Tieren im selben Haushalt lebend und über Gabe eines Antibiotikums während der letzten sechs Wochen vor Abgabe der Kotproben machen.

Nachweis und Isolierung von EHEC

Für die EHEC-Diagnostik wurden je 0,15–0,2 g Kot in ein EHEC-Direktmedium (Heipha, D) eingebracht und für 18 Stunden bei 37 °C schüttelnd inkubiert. Anschließend wurde zur Detektion freier Shiga-Toxine ein EHEC-ELISA (Premier EHEC; Meridian, Mailand, I) durchgeführt. Von den ELISA-positiven Proben wurde aus dem EHEC-Direktmedium eine Sorbitol-McConkey (SMAC) Agarplatte (Oxoid, UK) angelegt und über Nacht bei 37 °C inkubiert.

Mittels PCR wurden die auf SMAC-Platten gewachsenen Bakterienstämme auf *stx*-Gene nach dem Protokoll von Friedrich et al. (2002) untersucht. Dabei wurden für *stx1* die Primer KS7 und KS8 und für *stx2* die Primer LP43 und LP44 verwendet. Die *stx*-Subtypisierung wurde nach einem Schema von Orth et al. (2007) durchgeführt. Zur Detektion des *eae*-Gens wurden die Primer SK1 und SK2 verwendet (Friedrich et al., 2002). Die *eae*-Subtypisierung erfolgte nach einem Protokoll von Zhang et al. (2002) unter Verwendung der dort angegebenen Primer und Kontroll-Stämme.

Weiters wurde das Sorbitolverhalten der EHEC-Isolate auf der SMAC-Platte abgelesen. Die biochemische Identifikation (*E. coli*) erfolgte mittels VITEK 2 compact (bioMérieux, F).

Die O- und H-Antigene der EHEC-Isolate wurden nach dem Schema von Ørskov and Ørskov mit diagnostischen Antiseren des Statens Serum Institut, Kopenhagen, DK typisiert (Ørskov and Ørskov, 1984).

Nachweis und Isolierung von ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae*

Für die Diagnostik von ESBL-bildenden *Enterobacteriaceae* wurde ein mit Kot bedeckter Tupfer auf eine chromogene Agarplatte (chromID ESBL, bioMérieux, F) ausgestrichen und anhand der Richtlinien des Herstellers befundet. Alle im Screeningtest gefundenen fraglichen ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* wurden mittels VITEK 2 compact Version 04.01 (bioMérieux, F) bestätigt. Zur Identifikation der Isolate wurde die GN-Karte, zur Antibiotikaresistenztestung die AST-N130 Karte verwendet; die Interpretation erfolgte nach den Clinical Laboratory Institute-Richtlinien (CLSI, 2008).

Die β-Laktamasen der ESBL-positiven Isolate wurden mittels eines Microarray (Identibac AMR-ve, Alere, D) nach den Angaben des Herstellers identifiziert. Die ESBL-Gene werden dabei in Gruppen (OXA-1,2,7-Gruppe, CTX-M-1,2,9-Gruppe) eingeteilt (Batchelor et al., 2008).

Bei Isolaten, die mittels chromogener Agarplatte und VITEK2compact einen positiven ESBL-Nachweis ergaben, bei denen jedoch mittels Microarray kein ESBL-Gen nachgewiesen werden konnte, wurde die ESBL-Produktion mittels ESBL Etest (CT/CTL, TZ/TZL, und PM/PML; AB Biodisk, S) nach den Angaben des Herstellers bestätigt.

Multilokus Sequenz-Typisierung (MLST)

Die MLST der *E. coli*-Stämme beruhte auf der Sequenzanalyse der sieben housekeeping Gene *adh*, *fumC*, *gyrB*, *icd*, *mdh*, *purA* und *recA* (Wirth et al., 2006) anhand eines modifizierten Protokolls nach Ewers et al. (2010).

Ergebnisse

Shiga-Toxin-positive Proben

Von den 228 untersuchten Kotproben (92 canine, 136 feline) waren drei Proben (1,3 %) im EHEC-ELISA positiv. Bei zwei positiven Proben wurden in der PCR von der Abschwemmung der Agarplatte Shiga-Toxingene

detektiert (in einem Fall *stx1* und *eae*, im anderen Fall nur *stx1*), eine Erregerisolierung war jedoch in keinem der beiden Fälle möglich. Die eine Probe stammte von einem sechs Jahre alten Hund (Rasse: Englische Bulldogge), die andere von einer fünf Jahre alten Katze (Rasse: Europäische Hauskatze). Beide Tiere waren gesund, nicht antibiotisch vorbehandelt und lebten in Privathaushalten. Sie wurden vorwiegend mit Trockenfutter gefüttert. Die Katze erhielt gelegentlich rohes Fleisch dazu.

In der dritten ELISA-positiven Probe wurde ein EHEC O103:H2 gefunden. Es handelte sich hierbei um einen Sorbitol-positiven EHEC, der die Gene *stx1c* und *eae-ε* besaß. Mittels MLST wurde der Sequenztyp (ST) 17 ermittelt. Diese Probe stammt von einer zwei Jahre alten gesunden Hündin (Rasse: Bordercollie-Mischling). Das Tier lebte auf einem Bauernhof mit Rindern, Schafen und Ziegen und wurde mit kommerziellem Trockenfutter sowie mit Rohmilch und Wurstwaren gefüttert.

ESBL-positive Proben

In zwölf der 228 Proben (5,3 %) konnten 13 ESBL-bildende *Enterobacteriaceae* isoliert werden. Alle 13 Isolate gehörten der Spezies *E. coli* an. Die Isolate stammten von zehn Katzen und zwei Hunden aus drei verschiedenen Tierschutzeinrichtungen, einem Privathaushalt und einer Tierzucht (Tab. 1).

In der Antibiotika-Resistenztestung der ESBL-produzierenden Isolate mittels VITEK 2 compact waren alle Isolate sensibel gegenüber den Carbapenemen Ertapenem und Meropenem. Sieben der 13 Isolate waren resistent gegen Trimethoprim/Sulfamethoxazol, fünf gegen Ciprofloxacin, vier gegen Gentamicin, drei gegen Nitrofurantoin und eines gegen Cefoxitin (Tab. 1).

Bei elf der 13 untersuchten Isolate konnten ein oder mehrere ESBL-Enzyme detektiert werden. In einem Fall (Isolat des Tieres K) konnte der Microarray zur Bestimmung der ESBL-Gene nicht durchgeführt werden, da das Isolat nicht mehr angezüchtet werden konnte. In einem weiteren Fall (Isolat des Tieres J) konnte kein ESBL-Gen mittels Microarray nachgewiesen werden. Dieses Isolat könnte möglicherweise ein anderes ESBL-Enzym tragen, das nicht im Detektionspanel des Microarray-Kits enthalten ist. In beiden oben genannten Fällen zeigte die phänotypische Untersuchung mittels chromogener Screeningplatte, VITEK und Etest einen positiven ESBL-Nachweis.

In neun Isolaten wurde ein ESBL-Gen der CTX-M-1-Gruppe (CTX-M-1-Gruppe beinhaltet CTX-M-1, 3, 10, 12, 15, 22, 23, 28), in einem Isolat ein ESBL-Gen der CTX-M-2-Gruppe (CTX-M-2-Gruppe beinhaltet CTX-M-2, 4, 5, 6, 7, 20) und in zwei Isolaten ein ESBL-Gen der CTX-M-9-Gruppe (CTX-M-9-Gruppe beinhaltet CTX-M-9, 14, 16, 17, 19, 21, 24, 27) detektiert (Einteilung der CTX-M-Gruppen nach Batchelor et al. [2008]). Ein Isolat war gleichzeitig CTX-M-1 und CTX-M-9 positiv (Tab. 1). TEM-Gene wurden in sechs der elf Isolate nachgewiesen, SHV-Gene waren nicht nachweisbar.

Die MLST der 13 ESBL-produzierenden Isolate von zwölf Tieren ergab zehn verschiedene Sequenztypen (STs) (Tab. 1). Die Isolate der Tiere F und G besaßen den identischen Typ ST1586, ebenso die Isolate der Tiere H und I (ST1049) sowie die Isolate der Tiere B und C (ST117). Die Katzen F und G, H und I waren zusammen untergebracht (Tierschutzeinrichtung 2). In diesem privaten Tierheim konnte bei noch einem Tier (J) ein ESBL-bildender *E. coli*-Stamm isoliert werden, jedoch

mit einem anderen Sequenztyp, ST968. Die Katzen B und C stammten ebenfalls aus einem Tierheim (Tierschutzeinrichtung 1). Von den insgesamt 30 in dieser Tierschutzeinrichtung auf ESBL-produzierende *Enterobacteriaceae* getesteten Tiere, waren zwei weitere Tiere ESBL-*E. coli* positiv (mit insgesamt drei Isolaten). Diese Isolate zeigten jedoch jeweils einen anderen Sequenztyp (ST359, ST665, ST410).

Diskussion

Enterohämorrhagische *E. coli* (EHEC) können beim Menschen diverse Krankheitsbilder, wie nicht-blutige Diarrhoe, blutige Diarrhoe oder das hämolytisch-urämische Syndrom (HUS) auslösen. Als Hauptreservoir gelten Rinder, aber auch andere Wiederkäuer wie Schafe, Ziegen, Hirsche oder Rehe. Hunde und Katzen werden als Überträger sehr selten beschrieben. Ein Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Häufigkeit von EHEC im Kot gesunder Haustiere (Hunde und Katzen) in Tirol zu ermitteln.

In unserer Studie zeigten zwei der 92 (2,2 %) Proben von gesunden Hunde einen positiven Shiga-Toxin-Nachweis. In einem Fall konnten die Gene *stx1* und zusätzlich *eae* (der Serotyp konnte nicht bestimmt werden, da hier keine Erregerisolierung möglich war) detektiert werden, in einem anderen Fall wurde ein EHEC O103:H2, *stx1c* und *eae-ε* positiv, nachgewiesen. Beutin und Mitarbeiter untersuchten Rektalabstriche von gesunden Hunden und Katzen (aus Privathaushalten und aus einer Berliner Tierschutzeinrichtung) und wiesen in drei von 63 Proben von Hunden (4,8 %) mittels Verozelltest und Kolonieblot-Hybridisierung *stx*-Gene nach. Die drei *stx*-positiven *E. coli*-Isolate gehörten den Serotypen O116:H-, O17:H- und O nicht typisierbar an (Beutin et al., 1993). Hammermueller und Kollegen detektierten 1995 aus 57 Kotproben von gesunden Hunden aus Privathaushalten 12,3 % *stx1* positiv mittels DNA-Hybridisierung und Verozelltest – sie machten jedoch keine Angabe zu den gefundenen Serotypen (Hammermueller et al., 1995). Sancak und Mitarbeiter stellten in 5,9 % der 34 untersuchten Hundekotproben EHEC fest (Sancak et al., 2004) und Hancock und Kollegen untersuchten Rektaltupfer und Abstriche von Kotproben von Hunden, die von landwirtschaftlichen Betrieben stammten, und fanden in zwei von 65 (3,1 %) Proben EHEC O157 (Hancock et al., 1998).

Bei den oben angeführten Vergleichsstudien sind die Nachweishäufigkeiten höher als in unserer Studie. Allerdings ist ein Vergleich der Ergebnisse schwierig, da die in den verschiedenen Studien gewählten Probenkollektive sowie die verwendeten Testmethoden sehr unterschiedlich waren.

Wichtig zu erwähnen ist, dass der in der vorliegenden Studie gefundene EHEC Serotyp O103:H2 (von einem Bauernhofhund) – einem Sequenztyp (ST17) bzw. ST-Komplex (STC20) angehört, der bereits bei humanen EHEC-Isolaten des gleichen Serotyps aus der HUSEC-Kollektion nachgewiesen wurde (Mellmann et al. 2008). Des Weiteren werden EHEC dieses Serotyps häufig als Auslöser eines HUS bei Kindern beschrieben (Karch et al., 2005). Hier kann daher die Gefahr der Übertragung auf den Menschen bestehen. Der Keim könnte von den Rindern des landwirtschaftlichen Betriebes oder auch durch Rohmilchaufnahme auf diesen Hund übertra-

gen worden sein. Der Hund stellt somit eine mögliche Infektionsquelle für den Menschen dar. Eine Übertragung von EHEC vom Rind auf den Menschen über kontaminierte Lebensmittel (z. B. Rohmilch) erscheint jedoch wahrscheinlicher. Hogg und Mitarbeiter fanden den gleichen O157-Stamm, der bei drei Kindern mit gastrointestinalen Symptomen gefunden wurde, auch bei einem gesunden Hund (Hogg et al., 2009).

In der vorliegenden Studie wurde in den 136 Katzenkotproben nur ein *stx1* (0,7 %) positiver Stamm gefunden. Beutin und Kollegen fanden in 13,8 % der Rektalabstriche von Katzen einen positiven *stx* Nachweis (neun von 65 Katzen). Die neun positiven Isolate waren zwar im Verozelltest positiv, in der Hybridisierung konnten jedoch weder *stx1* noch *stx2* nachgewiesen werden (Beutin et al., 1993). Grund hierfür könnte sein, dass es sich hier um ein anderes *stx*-Gen handelt oder dass hier gar kein *stx*, sondern ein anderes Toxin vorhanden war, welches im Verozelltest positiv reagierte.

In der Humanmedizin entwickeln sich ESBL-produzierende Erreger zu einem zunehmenden Problem und auch in der Veterinärmedizin gibt es vermehrt Berichte bzw. Studien über Infektionen von Hunden und Katzen mit ESBL-produzierenden Erregern (Ewers et al., 2012). 2009 fanden O'Keefe und Mitarbeiter in Pennsylvania unter 150 *E. coli*-Isolaten von Hunden und Katzen mit Harnwegsinfektionen elf ESBL-produzierende *Enterobacteriaceae* (7,3 %) (O'Keefe et al., 2010). Auch bei erkrankten Nutztieren (Schweinen, Rindern und Geflügel) entdeckten Briñas und Mitarbeiter in 459 *E. coli*-Isolaten zehn ESBL-produzierende Erreger (2,2 %) (Briñas et al., 2005).

Da es wenige Berichte über das Vorhandensein von ESBL-produzierenden Erregern bei klinisch gesunden Haustieren gibt, war ein weiteres Ziel unserer Studie, auch die Häufigkeit von ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* bei nicht erkrankten Haustieren (Hunden und Katzen) in Tirol zu ermitteln.

In unserer Studie war die Häufigkeit an ESBL-produzierenden *E. coli* bei Katzen (zehn von 136 Katzen, 7,4 %) wesentlich höher als bei Hunden (zwei von 92 Hunden, 2,2 %). Der Grund hierfür könnte in den unterschiedlichen Herkünften der Proben liegen. Der Großteil der Katzen (57 %) stammte aus Tierschutzeinrichtungen, der Großteil der Hunde (87 %) dagegen von Privathaushalten. Murphy und Kollegen untersuchten im Jahre 2002 Rektaltupfer von 188 Hunden und 39 Katzen (klinisch gesunde Tiere) und fanden bei zwei Hunden (1,1 %) und keiner Katze ESBL-produzierende *E. coli* (Murphy et al., 2009). Costa und Mitarbeiter hingegen untersuchten Kotproben von 75 gesunden Haustieren (39 Hunde und 36 Katzen) in Portugal und fanden bei vier Hunden (10 %) und keiner Katze ESBL-produzierende *E. coli* (Costa et al., 2008).

Ein möglicher Risikofaktor für die Entstehung von ESBL-produzierenden Erregern ist die Behandlung der Haustiere mit Cephalosporinen der dritten Generation (Cavaco et al., 2008), welche in der Veterinärmedizin oft zum Einsatz kommen. In der vorliegenden Studie wurde keiner der Hunde und Katzen, bei denen ESBL-produzierende *Enterobacteriaceae* gefunden wurden, in den letzten sechs Wochen vor der Probennahme antibiotisch behandelt. Die Entstehung von ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* aufgrund einer früheren Antibiotikatherapie ist jedoch nicht auszuschließen. Jene Hunde und Katzen, bei welchen wir ESBL-produzierende

E. coli nachweisen konnten, stammen überwiegend aus Tierschutzeinrichtungen (zehn Tiere, 83,3 %). Dort leben sehr viele Tiere auf engem Raum, was die horizontale Übertragung von Resistenzgenen bzw. eine Transmission von ESBL-produzierenden Erregern erleichtert.

Das erste ESBL-produzierende Bakterium, das bei einem Hund gefunden wurde, trug ein zur CTX-M-1 Gruppe gehörendes FEC-1-Enzym und wurde bei einem Laborhund in Japan 1988 diagnostiziert (Matsumoto et al., 1988). Das erste klinisch relevante ESBL-produzierende Isolat bei Tieren fand man hingegen erst 1998 in Spanien bei einem Hund mit rekurrender Harnwegsinfektion (SHV-12-Typ) (Teshager et al., 2000). Vom Jahre 1998 an häufen sich die Berichte über ESBL-produzierende Bakterien in Hunden in Italien und Portugal. Hier wurden TEM und SHV gefunden (Feria et al., 2002; Carattoli et al., 2005).

Bei Menschen gibt es seit dem Jahr 2000 weltweit einen Wandel vom SHV-Typ zum CTX-M-Typ. Eine Studie von Eisner und Koautoren, die 149 ESBL-produzierende Isolate von Patienten in Österreich in den Jahren 1998–2004 untersuchte, bestätigt dies: 1998 trugen 0 % der ESBL-produzierenden Isolate CTX-M-Gene, 2004 hingegen 58 %. Die Mehrheit der Isolate gehörte der CTX-M-1-Gruppe an (78 %), der Rest der CTX-M-9-Gruppe (Eisner et al., 2006). In unserer Studie gehörten 75 % der gefundenen CTX-M-Isolate der CTX-M-1-Gruppe an (neun von insgesamt zwölf Isolaten), 8 % der CTX-M-2-Gruppe (eines von insgesamt zwölf Isolaten) und 17 % der CTX-M-9-Gruppe, ein Isolat war gleichzeitig CTX-M-1 und CTX-M-9 positiv.

In der Literatur zeigt sich der in der Humanmedizin vielfach beschriebene Trend zum Auftreten von CTX-M-Isolaten in den letzten Jahren auch vereinzelt in Berichten von Tierisolaten. In Italien fanden Carattoli und Mitarbeiter in 204 Hunde- und 61 Katzenproben (klinisch gesunde und kranke) 16 CTX-M-1-Gene (Carattoli et al., 2005). Moreno und Kollegen untersuchten 2008 15 hospitalisierte (vorbehandelt mit Enrofloxacin) und 15 gesunde Haustiere in Chile und fanden 14 ESBL-produzierende Erreger bei fünf hospitalisierten Tieren, acht gehörten der CTX-M-1-Gruppe an, sechs der CTX-M-9-Gruppe (Moreno et al., 2008). In einer weiteren Studie von Sun und Mitarbeitern, in welcher 240 *E. coli*-Isolate von gesunden und kranken Haustieren in Südchina untersucht wurden, fand man bei 97 (40,4 %) ESBL-Gene. 96 der Isolate gehörten der CTX-M-Gruppe an, der häufigste CTX-M-Typ war CTX-M-14 (n = 45; CTX-M-14 gehört der CTX-M-9 Gruppe an) (Sun et al., 2010). Das Vorkommen von CTX-M-2 ist bei gesunden Haustieren bis dato noch nicht beschrieben worden.

In der vorliegenden Studie gibt es eine sehr große Vielfalt an MLST-Typen. Unter 13 ESBL-produzierenden Isolaten zeigten sich zehn verschiedene Sequenztypen, darunter solche, die bereits für humane ESBL-produzierende *E. coli* beschrieben worden sind (Ewers et al., 2012). Es ist davon auszugehen, dass die meist plasmid-kodierten ESBL-Gene durch horizontalen Gentransfer, anstelle einer endemischen Verbreitung eines einzelnen Klons, übertragen wurden. Sun und Kollegen untersuchten in ihrer Studie 93 CTX-M-Isolate von Tieren mittels PFGE und fanden bei einem Großteil der Proben unterschiedliche Muster (Sun et al., 2010). Carattoli und Mitarbeiter fanden unter den 20 *E. coli*-Isolaten von Hunden und Katzen elf verschiedene PFGE-Typen – es gab hier keinen einzigen Klon (Carattoli et al., 2005).

Der pandemische Klon ST131 O25b:H4- CTX-M-15, der in vielen europäischen Ländern wie Großbritannien, Spanien, Italien, Frankreich bei Menschen gefunden wurde (Oteo et al., 2010) und vereinzelt auch bei Tieren beschrieben wurde (Pomba et al., 2009; Günther et al., 2010; Ewers et al., 2011) kommt bei unseren Isolaten nicht vor, obwohl viele Stämme der CTX-M-1-Gruppe, die unter anderem auch CTX-M-15 beinhaltet, angehören.

Jedoch handelt es sich bei unseren gefundenen MLST-Typen mit ST17, ST117, ST155, ST156, ST359, ST361, ST410, ST968, ST1049 um Stämme, die nicht nur bei Tieren, sondern auch bei Menschen vorkommen (<http://mlst.ucc.ie/mlst/dbs/Ecoli>); dies könnte ein Hinweis dafür sein, dass wir es mit einer geringen Wirtsspezifität zu tun haben.

In der vorliegenden Studie konnten wir zeigen, dass ESBL-produzierende *E. coli* und zu einem geringeren Maße auch EHEC bei Hunden und Katzen in Tirol vorkommen. ESBL-produzierende *Enterobacteriaceae* scheinen vor allem in Tierschutzeinrichtungen verbreitet zu sein; hier findet vermutlich aufgrund des engen Kontakts zu anderen Tieren ein horizontaler Transfer von ESBL-Genen und/oder eine Transmission von ESBL-produzierenden Erregern statt. Eine Übertragung von EHEC und ESBL-produzierenden Erregern von Haustieren auf den Menschen ist denkbar, basierend auf der Tatsache, dass der bei einem Hund gefundene EHEC-Serotyp und die mittels MLST bei mehreren Hunden und Katzen ermittelten Sequenztypen der ESBL-produzierenden Isolate bereits bei schwerwiegenden Infektionen von Menschen gefunden wurden. Um weitere Übertragungen und somit eine Verbreitung von EHEC und ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* zu vermeiden, ist daher die Einhaltung von Hygienemaßnahmen beim Umgang mit Haustieren wichtig.

Conflict of interest

Es bestehen keine geschützten, finanziellen, beruflichen oder anderen persönlichen Interessen an einem Produkt, Service und/oder einer Firma, welche die in diesem Manuskript dargestellten Inhalte oder Meinungen beeinflussen könnten.

Literatur

- Batchelor M, Hopkins KL, Liebana E, Slickers P, Ehrlich R, Mafura M, Aarestrup F, Mevius D, Clifton-Hadley FA, Woodward MJ, Davies RH, Threlfall EJ, Anjum MF (2008): Development of a miniaturised microarray-based assay for the rapid identification of antimicrobial resistance genes in Gram-negative bacteria. *Int J Antimicrob Agents* 31: 440–451.
- Beutin L, Geier D, Steinrück H, Zimmermann S, Scheutz F (1993): Prevalence and some properties of Verotoxin (Shiga-like-Toxin)-producing *Escherichia coli* in seven different species of healthy domestic animals. *J Clin Microbiol* 31: 2483–2488.
- Briñas L, Moreno MA, Teshager T, Sáenz Y, Porrero MC, Dominguez L, Torres C (2005): Monitoring and Characterization of Extended-Spectrum beta-Lactamases in *Escherichia coli* Strains from Healthy and Sick Animals in Spain in 2003. *Antimicrob Agents Chemother* 49: 1262–1264.
- Carattoli A, Lovari S, Franco A, Cordaro G, Di Matteo P, Battisti A (2005): Extended-spectrum beta-lactamases in *Escherichia coli* isolated from Dogs and Cats in Rome, Italy, from 2001 to 2003. *Antimicrob Agents Chemother* 49: 833–835.
- Carattoli A (2008): Animal reservoirs for extended spectrum beta-lactamase producers. *Clin Microbiol Infect* 14: 117–123.
- Cavaco LM, Abatih E, Aarestrup FM, Guardabassi L (2008): Selection and persistence of CTX-M-producing *Escherichia coli* in the intestinal flora of pigs treated with amoxicillin, ceftiofur, or cefquinome. *Antimicrob Agents Chemother* 52: 3612–3616.
- CLSI (2008): Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Eighteenth Informational Supplement. CLSI document M100–S18. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Costa D, Poeta P, Sáenz Y, Coelho AC, Matos M, Vinué L, Rodrigues J, Torres C (2008): Prevalence of antimicrobial resistance and resistance genes in faecal *Escherichia coli* isolates recovered from healthy pets. *Vet Microbiol* 127: 97–105.
- Eisner A, Fagan EJ, Feierl G, Kessler HH, Marth E, Livermore DM, Woodford N (2006): Emergence of *Enterobacteriaceae* isolates producing CTX-M extended-spectrum beta-lactamase in Austria. *Antimicrob Agents Chemother* 50: 785–787.
- Ewers C, Grobbel M, Stamm I, Kopp P, Diehl I, Semmler T, Fruth A, Beutlich J, Guerra B, Wieler LH, Guenther S (2010): Emergence of human pandemic O25:H4-ST131 CTX-M-15 ESBL producing *Escherichia coli* among companion animals. *J Antimicrob Chemother* 65: 651–660.
- Ewers C, Grobbel M, Bethe A, Wieler LH, Guenther S (2011): Extended-spectrum beta-lactamases-producing gram-negative bacteria in companion animals: action is clearly warranted! *Berl Münch Tierärztl Wochenschr* 124: 94–101.
- Ewers C, Bethe A, Semmler T, Guenther S, Wieler LH (2012): Extended-Spectrum Beta-Lactamase- (ESBL)- and AmpC- producing *Escherichia coli* from livestock and companion animals and their putative impact on public health: A global perspective. *Clin Microbiol Rev* (doi: 10.1111/j.1469-0691.2012.03850.x).
- Féria C, Ferreira E, Correia JD, Goncalves J, Canica M (2002): Patterns and mechanisms of resistance to beta-lactams and beta-lactamase inhibitors in uropathogenic *Escherichia coli* isolated from dogs in Portugal. *J Antimicrob Chemother* 49: 77–85.
- Friedrich AW, Bielaszewska M, Zhang WL, Pulz M, Kuczius T, Ammon A, Karch H (2002): *Escherichia coli* harboring Shiga toxin 2 gene variants: frequency and association with clinical symptoms. *J Infect Dis* 185: 74–84.
- Gerber A, Karch H, Allerberger F, Verweyen HM, Zimmerhackl LB (2002): Clinical course and the role of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infection in the haemolytic-uremic syndrome in pediatric patients, 1997–2000, in Germany and Austria: a prospective study. *J Infect Dis* 186: 493–500.
- Grif K, Orth D, Lederer I, Berghold C, Roedl S, Mache CJ, Dierich MP, Würzner R (2005): Importance of environmental transmission in cases of EHEC 0157 causing haemolytic uremic syndrome. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 24: 268–271.
- Guardabassi L, Schwarz S, Lloyd DH (2004): Pet animals as reservoirs of antimicrobial-resistant bacteria. *J Antimicrob Chemother* 54: 321–332.
- Günther S, Grobbel M, Beutlich J, Guerra B, Ulrich RG, Wieler LH, Ewers C (2010): Detection of pandemic B2-O25-ST131 *Escherichia coli* harbouring the CTX-M-9 extended-spectrum β -lactamase type in a feral urban brown rat (*Rattus norvegicus*). *J Antimicrob Chemother* 65: 582–584.

- Hammermueller J, Kruth S, Prescott J, Gyles C (1995):** Detection of Toxin Genes in *Escherichia coli* isolated from normal dogs and dogs with diarrhea. *Can J Vet Res* 59: 265–270.
- Hancock DD, Besser TE, Rice DH, Ebel ED, Herriott DE, Carpenter LV (1998):** Multiple sources of *Escherichia coli* O157 in feedlots and dairy farms in the Northwestern USA. *Prev Vet Med* 35: 11–19.
- Hogg RA, Holmes JP, Ghebrehewet S, Elders K, Hart J, Whiteside C, Willshaw GA, Cheasty T, Kay A, Lynch K, Pritchard GC (2009):** Probable zoonotic transmission of verocytotoxigenic *Escherichia coli* O157 by dogs. *Vet Rec* 164: 304–305.
- Karch H, Tarr PI, Bielaszewska M (2005):** Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* in human medicine. *Int J Med Microbiol* 295: 405–418.
- Livermore DM, Woodford N (2006):** The beta-lactamase threat in *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* and *Acinetobacter*. *Trends Microbiol* 14: 413–420.
- Matsumoto Y, Ikeda F, Kamimura T, Yokota Y, Mine Y (1988):** Novel plasmid-mediated beta-lactamase from *Escherichia coli* that inactivates oxyimino-cephalosporins. *Antimicrob Agents Chemother* 32: 1243–1246.
- Mellmann A, Bielaszewska M, Köck R, Friedrich AW, Fruth A, Middendorf B, Harmsen D, Schmidt MA, Karch H (2008):** Analysis of Collection of Hemolytic Uremic Syndrome-associated Enterohemorrhagic *Escherichia coli*. *Emerg Inf Dis* 14: 1287–1290.
- Moreno A, Bello H, Guggiana D, Domínguez M, González G (2008):** Extended-spectrum beta-lactamases belonging to CTX-M group produced by *Escherichia coli* strains isolated from companion animals treated with enrofloxacin. *Vet Microbiol* 129: 203–208.
- Murphy C, Reid-Smith RJ, Prescott JF, Bonnett BN, Poppe C, Boerlin P, Weese JS, Janecko N, McEwen SA (2009):** Occurrence of antimicrobial resistant bacteria in healthy dogs and cats presented to private veterinary hospitals in southern Ontario: A preliminary study. *Can Vet J* 50: 1046–1053.
- O'Keefe A, Hutton TA, Schifferli DM, Rankin SC (2010):** First detection of CTX-M and SHV Extended-Spectrum beta-Lactamases in *Escherichia coli* Urinary Tract Isolates from Dogs and Cats in the United States. *Antimicrob Agents Chemother* 54: 3489–3492.
- Orth D, Grif K, Khan AB, Naim A, Dierich MP, Würzner R (2007):** The Shiga toxin genotype rather than the amount of Shiga toxin or the cytotoxicity of Shiga toxin in vitro correlates with the appearance of the hemolytic uremic syndrome. *Diagn Microbiol Infect Dis* 59: 235–242.
- Ørskov F, Ørskov I (1984):** Serotyping of *Escherichia coli*. *Meth Microbiol* 14: 43–112.
- Oteo J, Pérez-Vázquez M, Campas J (2010):** Extended spectrum (beta)-lactamase producing *Escherichia coli*: changing epidemiology and clinical impact. *Curr Opin Infect Dis* 23: 320–326.
- Paterson DL, Bonomo RA (2005):** Extended-spectrum-beta-lactamase: a clinical update. *Clin Microbiol Rev* 18: 657–686.
- Pomba C, da Fonseca JD, Baptista BC, Correia JD, Martínez-Martínez L (2009):** Detection of the pandemic O25-ST131 human virulent *Escherichia coli* CTX-M-15-producing clone harboring the qnrB2 and aac(6)-Ib-cr genes in a dog. *Antimicrob Agents Chemother* 53: 327–328.
- Rodríguez I, Barownick W, Helmuth R, Mendoza MC, Rodicio MR, Schroeter A, Guerra B (2009):** Extended-spectrum β -lactamases and AmpC β -lactamases in ceftiofur-resistant *Salmonella enterica* isolates from food and livestock obtained in Germany during 2003–07. *J Antimicrob Chemother* 64: 301–309.
- Sancak AA, Rutgers HC, Hart CA, Batt RM (2004):** Prevalence of enteropathic *Escherichia coli* in dogs with acute and chronic diarrhea. *Vet Rec* 154: 101–106.
- Schink AK, Kadlec K, Schwarz S (2011):** Analysis of blaCTX-M-carrying plasmids from *Escherichia coli* isolates collected in the BfT-GermVet study. *Appl Environ Microbiol* 77: 7142–7146.
- Simjee S, White DG, Mc Dermott PF, Wagner DD, Zervos MJ, Donabedian SM, English LL, Hayes JR, Walker RD (2002):** Characterization of Tn1546 in vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* isolated from canine urinary tract infections: evidence of gene exchange between human and animal enterococci. *J Clin Microbiol* 40: 4659–4665.
- Sun Y, Zeng Z, Chen S, Ma J, He L, Liu Y, Deng Y, Lei T, Zhao J, Liu JH (2010):** High prevalence of bla extended-spectrum beta (CTX-M)-lactamase genes in *Escherichia coli* isolates from pets and emergence of CTX-M-64 in China. *Clin Microbiol Infect* 16: 1475–1481.
- Tarr PI, Gordon CA, Chandler WL (2005):** Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* and haemolytic uraemic syndrome. *Lancet* 365: 1073–1086.
- Teshager T, Domínguez L, Moreno MA, Saénz Y, Torres C, Cardeñosa S (2000):** Isolation of an SHV-12 beta-lactamase-producing *Escherichia coli* strain from a dog with recurrent urinary tract infections. *Antimicrob Agents Chemother* 44: 3483–3484.
- Vincze S, Paasch A, Walther B, Ruscher C, Lübke-Becker A, Wieler LH, Kohn B (2010):** Multidrug- and methicillin resistant *Staphylococcus pseudintermedius* as a cause of canine pyoderma: A case report. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr* 123: 353–358.
- Walther B, Wieler LH, Friedrich AW, Kohn B, Brunberg L, Lübke-Becker A (2009):** *Staphylococcus aureus* and MRSA colonization rates among personnel and dogs in a small animal hospital: association with nosocomial infections. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr* 122: 178–185.
- Wirth T, Falush D, Lan R, Colles F, Mensa P, Wieler LH, Karch H, Reeves PR, Maiden MC, Ochman H, Achtman M (2006):** Sex and virulence in *Escherichia coli*: an evolutionary perspective. *Mol Microbiol* 60: 1136–1151.
- Zhang WL, Köhler B, Oswal E, Beutin L, Karch H, Morabito S, Caprioli A, Suerbaum S, Schmidt H (2002):** Genetic Diversity of Intimin Genes of Attaching and Effacing *Escherichia coli* Strains. *J Clin Microbiol* 40: 4486–4490.

Korrespondenzadresse:

Dr. Dorothea Orth
 Sektion für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie
 Medizinische Universität Innsbruck
 Schöpfstr. 41
 6020 Innsbruck
 Österreich
 dorothea.orth@i-med.ac.at