

Vorkommen von Zoonosen in Streichelzoos und Beurteilung der Hygienemassnahmen für die Übertragung auf den Menschen

B. Bütikofer¹, B. Bissig-Choisat¹, G. Regula¹, L. Corboz², M. Wittwer³, J. Danuser¹

¹Bundesamt für Veterinärwesen, Bern, ²Institut für Veterinärbakteriologie der Universität Zürich, ³Institut für Veterinärbakteriologie der Universität Bern

Zusammenfassung

In einer epidemiologischen Feldstudie wurden 30 Schweizer Streichelzoos besucht und die Prävalenz von *Campylobacter*, Salmonellen, verotoxinbildenden *Escherichia coli* (VTEC) und *Francisella tularensis* im Kot von verschiedenen Tierarten bestimmt. Die Haltung und Pflege der Tiere und die Hygieneeinrichtungen der Zoos zum Schutz der Besuchenden vor Zoonosen wurden erfasst, so dass die Exposition für Besucher abgeschätzt werden konnte.

Von den 423 untersuchten Kotproben waren 41 positiv für verschiedene *Campylobacter*-Arten. Bei Schweinen (34 untersuchte Proben, davon 12 positive) und Hühnern (20 untersuchte Proben, davon 7 positive) betrug die Belastung je 35%. Bei den Schweinen wurden 6 isolierte Stämme als *C. jejuni* identifiziert, zusätzlich waren je 3 Stämme *C. coli* und *C. lari*. Bei den Hühnern waren 5 Isolate *C. jejuni* und 2 *C. coli*. Zwei Proben waren Salmonellen – positiv. Eine davon konnte als *Salmonella typhimurium* identifiziert werden. Weder für VTEC noch für *Francisella tularensis* wurden positive Proben gefunden. In allen untersuchten Zoos waren Hygieneeinrichtungen zum Schutz der Besucher vorhanden. Allerdings waren nur in 6 Zoos die Waschbecken nahe dem Streichelzoo-bereich installiert und in 16 Zoos hatten die Tiere Zugang zum Picknickbereich. Insgesamt war die Prävalenz von Zoonose-Erregern in den untersuchten Zoos relativ tief, was für Besucher ein geringes Risiko zur Ansteckung durch direkten Tierkontakt bedeutet. Verbesserungen können durch Information der Besucher über Hygiene und Händewaschmöglichkeiten nach dem Tierkontakt erreicht werden. Streichelzoo-bereiche und Verpflegungsmöglichkeiten sollten konsequent getrennt werden.

Schlüsselwörter: *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., Verotoxinproduzierende *E. coli* (VTEC), *Francisella tularensis*, Prävalenz

Zoonoses in petting zoos: Prevalence estimate and evaluation of hygiene measures

In summer 2003, a study was performed in thirty Swiss petting zoos with the objective to determine the prevalence of zoonotic agents, and to describe hygiene measures implemented to reduce the risk of human infection. Fecal samples from different animal species were collected from the floor of pens to determine the prevalence of *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., verocytotoxin producing *E. coli*/VTEC and *Francisella tularensis*. A questionnaire on hygiene measures, number of animals per species, housing system, care procedures and feeding was administered to every petting zoo to estimate exposure of visitors to zoonotic microorganisms. In total, 423 fecal samples were examined. Of these samples, 41 were positive for *Campylobacter* spp., which were mainly isolates from pigs and poultry (35% positive samples from each species). In pigs, 50% of the positive samples (6 samples) were typed as *C. jejuni*. The others were typed as *C. coli* (3) and *C. lari* (3), respectively. Five poultry isolates were typed as *C. jejuni*, and two as *C. coli*. Two samples were positive for *Salmonella* spp. *Salmonella typhimurium* was isolated from a goat, the other isolate could not be identified by serotyping. Neither *Francisella tularensis* nor verocytotoxin producing *E. coli*/VTEC were found. The low prevalence of zoonotic microorganisms in Swiss petting zoos could be attributed to the cleanness of enclosures and animals, low stocking rates and good animal care. However, there is room for improvement concerning visitors' information on hygiene and hand washing. Furthermore, a strict separation between picnic – areas and animals should be enforced.

Keywords: *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., verocytotoxin producing *E. coli* (VTEC), *Francisella tularensis*, prevalence

Einleitung

Die Gefahr sich mit Zoonose-Erregern zu infizieren muss bei der Gewinnung von Lebensmitteln tierischer Herkunft und beim Umgang mit Tieren besonders beachtet werden. Die Übertragung kann via Lebensmittel geschehen, als sogenannte «food-borne zoonoses», oder auch bei direktem Kontakt mit Tieren (Shane und Montrose, 1985; Dawson et al., 1995; Wall et al., 1995; Milne et al., 1999; Trevena et al., 1999; Anonym, 2000; Anonym, 2001b). Heutzutage sind vorwiegend Infektionen wichtig, die beim Tier normalerweise ohne klinische Anzeichen verlaufen und als latente Zoonosen bekannt sind. Deshalb ist es schwierig Tiere zu identifizieren, die Träger solcher Zoonose-Erreger sind. Salmonellen, *Campylobacter* und verotoxinproduzierende *Escherichia coli* (VTEC) sind als Erreger von lebensmittelbedingten Zoonosen bekannt (Crerar et al., 1999; Jemmi et al., 2000; Anonym, 2004b). Die beiden am häufigsten gemeldeten Zoonoseerkrankungen beim Menschen in der Schweiz waren im Jahr 2003 die *Campylobacteriose* (5694 Meldungen) und die *Salmonellose* (2233 Meldungen). VTEC-Infektionen waren mit 57 Fällen die am dritthäufigsten vorkommende Zoonose (Anonym, 2004a). Die Infektionen können Personen aller Alterstufen betreffen. Vor allem Kinder bis zum Alter von fünf Jahren entwickeln klinische Symptome (Anonym, 2000). Ungefähr 10% der mit VTEC infizierten Kinder, die jünger als 10 Jahre sind, entwickeln das hämolytische urämische Syndrom (HUS), das schwerwiegende Folgen wie bleibende Nierenschäden oder Tod haben kann (Anonym, 2001a).

Bei den meisten dieser Zoonose-Erregern reicht für den Menschen eine tiefe Infektionsdosis aus (Anonym, 2000), deshalb ist auch beim direkten Kontakt mit Tieren eine Übertragung möglich. In England, in den USA und den Niederlanden sind Fälle bei Kindern aufgetreten, die sich im Streichelzoo oder auf Bauernhöfen (open farms) mit VTEC infiziert haben (Milne et al., 1999; Chapman et al., 2000; Heuvelink et al., 2002). Dollinger et al. (1998) veröffentlichten einen Bericht über die Tierseuchenlage und die Überwachungs- und Schutzmassnahmen der vier wissenschaftlichen Zoos der Schweiz. Betreffend der Prävalenz von latenten Zoonosen wurden bisher noch keine Untersuchungen bei Zootieren in der Schweiz durchgeführt. Es ist somit auch nicht bekannt, ob die hygienischen Einrichtungen der Zoos dem Gefahrenpotential angepasst sind.

Die Ziele des Projektes waren die Abschätzung der Prävalenz von *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. und VTEC bei Streichtieren und von *Francisella tularensis* bei Meerschweinchen und Kaninchen in Schwei-

zer Zoos. Weiter sollte beschrieben werden welche Hygieneeinrichtungen zum Schutz der Menschen von Zoonosen in diesen Zoos vorhanden sind.

Tiere, Material und Methoden

Im Sommer 2003 wurde eine epidemiologische Feldstudie in Schweizer Streichelzoos durchgeführt. Es wurden 43 Zoos angeschrieben und zur Mithilfe angefragt. Auswahlkriterien für die Zoos waren Streichelzoo, Pony- oder Kamelreiten. Von den 43 brieflich angefragten Zoos haben wir 37 Antworten erhalten, was einer Rücklaufquote von 86% entspricht. Von diesen 37 Antworten waren 28 positiv, 5 konnten nicht mitmachen, da sie keinen Streichelzoo besaßen und 4 wollten nicht mitmachen. So waren 65% der angeschriebenen Zoos an der Studie beteiligt (28 von 43). Durch mündliche Empfehlung wurden noch 2 zusätzliche Zoos identifiziert, die den Auswahlkriterien entsprachen. Alle 30 Zoos, die sich zur Teilnahme bereit erklärt hatten, konnten besucht werden. In jedem dieser Zoos fanden je ein Besuch, eine Befragung und eine Probenentnahme statt. Zusammen mit den Zoobesitzern oder den Tierpflegern wurde ein Fragebogen ausgefüllt, der Aspekte wie Tierpflege und -haltung, Fütterung, Umgebung der Zoos, Anzahl und Art der Tiere, Besucherzahlen, medizinische Versorgung der Tiere und Hygienemassnahmen enthielt.

Probenentnahme

Bei der Festlegung der Stichprobengrösse der Tierarten pro Zoo wurde je nach Keim und Tierart von einer erwarteten Prävalenz von 1–30% ausgegangen. Mittels der Software WinEpiscope 2.0 (Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, E; University of Wageningen, NL) wurde die Stichprobengrösse berechnet, um die Prävalenz auf $\pm 5\%$ genau schätzen zu können. Anhand der erwarteten Anzahl Tiere wurden pro Tierart verschiedene Poolgrössen ermittelt. Das heisst, dass bei Tierarten, bei denen viele Proben zu erwarten waren, mehrere Einzelproben zu einer Poolprobe zu gleichen Teilen zusammengesetzt wurden. Bei Ziegen, Meerschweinchen, Kaninchen, Schafen, Wildwiederkäuern und Vögeln wurden mehr als 100 Tiere erwartet und die Poolgrösse auf vier Kotproben pro Pool festgelegt. Bei Equiden wurden 50–100 Tiere erwartet und die Poolgrösse auf zwei Proben pro Pool festgelegt. Bei allen anderen Tierarten wurden Einzelproben genommen. Die Proben wurden vom Boden genommen und in einem gekühlten Gefäss innerhalb von 24 Stunden ins Labor gebracht. Die Proben für *Campylobacter* spp. wurden in einem Transportmedium befördert (Cary Blair Bioswab, Biolife, Milano, Italien).

Laboruntersuchungen

Campylobacter spp.: Die Proben zum Nachweis von thermophilen *Campylobacter* spp. wurden innerhalb von 24 Stunden angesetzt. Die Analyse der Proben wurde nach der Methode des Schweizerischen Lebensmittelbuches (Anonym, 2004c) für Kotproben modifiziert und war eine akkreditierte Methode des Labors des Bundesamtes für Veterinärwesen. Die Methode erlaubte die Unterscheidung zwischen *C. jejuni*, *C. coli* und *C. lari*.

Salmonella spp.: Die Proben zum Nachweis von *Salmonella* spp. wurden innerhalb von 24 Stunden angesetzt. Die Analyse der Proben wurde nach der Methode des Schweizerischen Lebensmittelbuches (Anonym, 2004c) für Kotproben modifiziert und war eine akkreditierte Methode des Labors des Bundesamtes für Veterinärwesen. Zur Typisierung wurden die positiven Proben ins Nationale Zentrum für enteropathogene Bakterien (NENT) in Bern, Schweiz geschickt.

Francisella tularensis: Die Kotproben von Meer-schweinchen und Kaninchen wurden gekühlt ins Labor geschickt und sofort kultiviert. Ein Teil von jeder Kotprobe wurde für eine spätere PCR-Untersuchung tiefgefroren (Hoelzle et al., 2003).

VTEC: Alle Kotproben wurden tiefgefroren und nach dem Auftauen die DNA extrahiert (Boegli-Stuber et al., 2005). In der anschliessenden Real-time-PCR wurden fünf Primer verwendet (Feng und Monday, 2000). Die Nachweisgrenze dieser Methode lag bei 100–1000 Erregern pro Gramm Kot (bei Pflanzenfressern leicht sensitiver).

Risikofaktoren-Analyse

Tierarten, die biologisch verwandt waren und sich in Bezug auf *Campylobacter*-Prävalenzen statistisch nicht signifikant unterschieden, wurden gruppiert: Schweine (Wildschweine, Wollschweine, Hängebauchschweine, Hausschweine), Hühner (Perlhühner, Brahmahühner, Haushühner) und Wiederkäuer (Neuweltkameliden, Kamele, Schafe, Ziegen, Rinder). Die Analyse von Risikofaktoren für ein vermehrtes Auftreten der Zoonoseerreger erfolgte zunächst bivariat anhand des χ^2 -Tests und des Fisher's Exact Test. Variablen mit einem P-Wert <0.2 wurden in ein logistisches Regressionsmodell aufgenommen. Die Auswertung erfolgte mit schrittweiser Rückwärts-Selektion (stepwise backward selection). Das Signifikanzniveau wurde dabei auf $P = 0.05$ festgelegt. Zur Beschreibung der Grösse des beobachteten Zusammenhangs wurden Odds ratios (OR) mit einem 95%-Vertrauensintervall verwendet. Dabei be-

zeichnete eine $OR > 1$ ein erhöhtes Risiko für die Infektion mit den untersuchten Erregern und eine $OR < 1$ ein vermindertes Risiko. Alle statistischen Auswertungen wurden mit dem Computerprogramm NCSS 2000 (Kaysville, Utah, USA) erstellt.

Ergebnisse

Beschreibung der untersuchten Zoos

Allgemeines und Umgebung Zoo

Von den 30 besuchten Zoos lagen 22 im Mittelland, einer im Tessin, 4 in Basel oder Baselland, einer im Wallis und 2 im St. Galler Rheintal. In Stadtnähe lagen 12 Zoos, 13 in der Umgebung eines Dorfes. Die meisten (28) der besuchten Zoos hatten einen Zaun um die gesamte Anlage, 2 Zoos waren nur teilweise eingezäunt. Bei 15 Zoos gab es direkt angrenzende Rinder und Kühe (in einem davon auch Ziegen, Schweine, Pferde und Hühner), in 2 Zoos Pferde und bei 13 Zoos waren direkt angrenzend keine Nutztiere. 18 Zoos grenzten an den Wald und 15 Zoos an Felder. Tabelle 1 zeigt weitere Ergebnisse zur allgemeinen Beschreibung der Zoos.

Tabelle 1: Verpflegung der Besucher und Mitführen von Hunden in den besuchten Zoos.

Themengebiet	Anzahl Zoos
Verpflegungsmöglichkeiten in den Zoos	
Kiosk	22
Restaurant	18
Getränkeautomat	5
Kein Verpflegungsangebot	3
Essensangebot	
Selbstgemachte Sandwichs	20
Menüs	17
Salat	16
Popcorn	11
Süssigkeiten (Kuchen, Zuckerwatte)	7
Glace oder Softeis	7
Zubereitung der Speisen durch	
Ausschliesslich Service-/Küchenpersonal	17
Personen, die sich auch mit der Tierpflege beschäftigen	4
Mitführen von Hunden in den Zoo	
Leinenzwang	11
Hunde im Zoo verboten	9
Freier Kontakt mit Streicheltieren möglich	5
Hundeboxen am Eingang	4
Freier Kontakt mit Streicheltieren nicht möglich	1

Kontaktzone, Streichelzoobereich und Gehege

Die Besatzdichte im Streichelzoo-Gehege und die Sauberkeit der Tiere wurden subjektiv beurteilt: die Besatzdichte war in 19 Zoos tief, in 10 Zoos mittel und in einem Zoo hoch. Die Tiere waren in 25 Zoos sauber und in 5 Zoos leicht- bis mittelgradig verschmutzt. In 20 Zoos wurde der Kot täglich entfernt, in 7 Zoos wurde er mehrmals täglich entfernt. Ein Zoo reinigte seine Gehege jeden zweiten Tag und in 2 Zoos wurde einmal pro Woche gereinigt. In 16 von 30 Zoos gab es verschiedene Tiere, die sich frei im ganzen Zoo bewegen konnten. In den meisten Fällen waren das Vögel (15 Zoos), wie zum Beispiel Pfauen, Hühner oder auch Enten und Gänse. In 3 Zoos gab es freilaufende Kaninchen und in 2 Zoos freilaufende Ziegen. Freien Zugang zum Picknickplatz hatten in 12 Zoos die Hühner, in 4 Zoos die Enten, in 4 Zoos die Gänse und in einem Zoo die Schweine. Weiter hatten in einem Zoo die Ponies, in 3 Zoos die Kaninchen und in 2 Zoos die Katzen Zugang zum Picknickplatz. In 25 Zoos war es nicht verboten im Streichelzoo zu essen. Von den restlichen 5 Zoos, in denen das Essen im Streichelzoo nach Auskunft der Leitung verboten war, wurde dieses Verbot nur in einem Zoo mit einem Schild angezeigt. In einem Zoo wies ein Schild auf das Händewaschen hin. Drei Zoos teilten dem Besucher mündlich mit, dass nach dem Kontakt mit Tieren Händewaschen wichtig sei,

26 Zoos machten den Besucher nicht auf das Händewaschen aufmerksam. Mehr an Information wurde in keinem Zoo zur Verfügung gestellt. Die Handwaschanlage war in 6 Zoos weniger als 50 Meter vom Streicheltiergehege entfernt, in 13 Zoos 50 bis 100 Meter, in 8 Zoos 100 bis 200 Meter, in 2 Zoos 200 bis 500 Meter und in einem Zoo musste man mehr als 500 Meter zurücklegen, um sich die Hände zu waschen. 29 Zoos verfügten über fliessend Wasser bei den Handwaschgelegenheiten, in einem Zoo kam das Wasser aus einem Kanister. In 13 Zoos gab es warmes Wasser und bei den restlichen 17 Zoos nur Kaltwasser.

Haltung, Pflege und medizinische Versorgung der Streicheltiere

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse zur Pflege Fütterung und medizinischen Versorgung der Streicheltiere. Fast alle Zoos entwurmt ihre Tiere regelmässig, zwei machten zudem eine Behandlung gegen Zecken. Schädliche Nager, Futtermäuse und ähnliche Schädlinge bekämpften die meisten (24 Zoos) mit Fallen, Gift oder Katzen.

Tabelle 2: Pflege, Fütterung und medizinische Versorgung der Streicheltiere in den besuchten Zoos.

Themengebiet	Anzahl Zoos
Ausbildung der Personen, die sich um die Streicheltiere kümmern	
Tierpfleger mit eidgenössischem Ausweis	19
Angelernte Personen	16
Landwirte	11
Tiermedizinische PflegeassistentInnen	2
Pfleger der Humanmedizin	1
Füttern der Streicheltiere durch die Besucher	
Mit im Zoo gekauftem Futter erlaubt	14
Keine Fütterung erlaubt	8
Mit selbst mitgebrachtem Futter erlaubt	6
Futter wird durch den Zoo gratis abgegeben (Trockenfutter, Karotten)	2
Art des Futters, das verkauft wird	
Trockenfutter	6
Popcorn (z. T. mit speziellem Salz)	6
Frischfutter (Karotten oder Früchteschnitze)	2
Medizinische Versorgung und Betreuung	
Bestandestierarzt	23
Zwei verschiedene Tierärzte (je nach Tierart)	5
Mehrere verschiedene Tierärzte	1

Prävalenz der Keime

Insgesamt wurden 1094 Kotproben gesammelt was nicht genau der Tierzahl entspricht, da von einzelnen Tieren möglicherweise mehrere Kotproben gesammelt wurden. Für die Laboruntersuchungen wurden die Proben teilweise zusammgelegt, so dass eine Gesamtzahl von 424 Proben zur Verfügung stand. Abbildung 1 zeigt die Aufteilung der 424 Kotproben auf die verschiedenen Tierarten.

Campylobacter spp.

In 41 von 423 untersuchten Proben (9.7%) wurde *Campylobacter* spp. nachgewiesen (Tab 3). Die positiven Proben waren auf 18 verschiedene Zoos verteilt

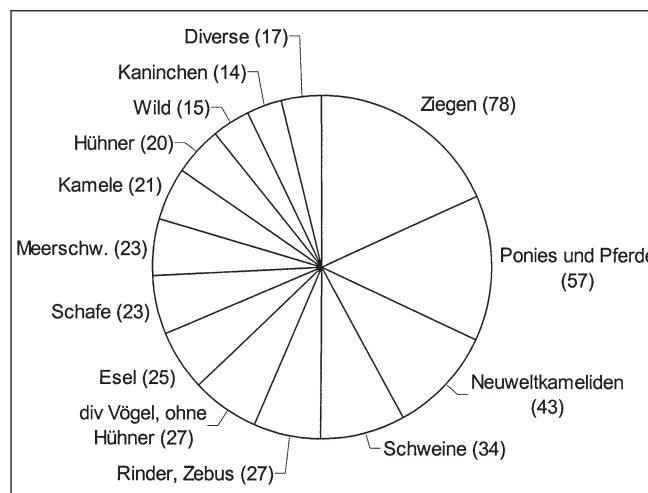


Abbildung 1: Aufteilung von 424 Kotproben auf verschiedene Tierarten.

Tabelle 3: Vorkommen (Anzahl) verschiedener *Campylobacter* spp. bei verschiedenen Tierarten.

Campylobacter-spezies	Schweine	Hühner	Ziegen	Kamele	Neuwelt-kameliden	Schafe	Rinder, Zebus	andere
<i>C. jejuni</i>	6	5	2	4	1	1	1	3
<i>C. coli</i>	3	2	2	-	1	-	-	3
<i>C. lari</i>	3	-	-	-	-	-	-	4

(60%). Abbildung 2 zeigt die Anzahl der untersuchten Proben pro Tierart und die positiven Proben. In einem Zoo wurden auch Affen getestet, von 8 Proben (käfigweise) waren 6 Proben (75%) positiv. In einem weiteren Zoo wurden von ungefähr 200 Vögeln 6 Proben genommen, von diesen waren 4 (67%) positiv. Die Resultate dieser beiden Zoos wurden nicht in die statistische Auswertung aufgenommen, da diese Tierarten nur in je einem Zoo Kontakt zu Menschen hatten.

Salmonella spp.

Zwei der untersuchten 424 Proben waren positiv für Salmonellen. *Salmonella Typhimurium* konnte von einer Ziegenprobe isoliert werden, die andere Probe stammte von einem Geparden und konnte nicht näher typisiert werden. Die beiden Tiere stammten nicht aus dem gleichen Zoo.

VTEC

Bei einer Nachweisgrenze von 1000 Keimen pro Gramm Kot war keine der 424 untersuchten Proben in der PCR positiv für VTEC.

Francisella tularensis

Alle 37 Proben von Meerschweinchen und Kaninchen wurden auf *Francisella tularensis* untersucht. Keine dieser Proben war positiv.

Risikofaktoren-Analyse

In den logistischen Regressionsmodellen für die Prävalenz von *Campylobacter* spp. konnten nur wenige

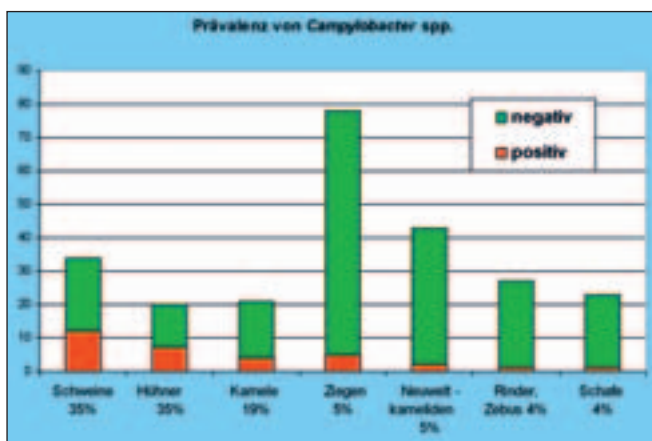


Abbildung 2: Prävalenz von *Campylobacter* spp. in Kotproben.

Tabelle 4: Risikofaktoren für *Campylobacter*-Prävalenz bei Wiederkäuern und Schweinen.

Modell	Faktor	OR	95%-Konfidenz-Intervall	P-Wert
Prävalenz <i>Campylobacter</i> bei Wiederkäuern	Freilauf-Tiere vs. alle Tiere im Gehege	0.28	0.08–0.99	0.044
Prävalenz <i>Campylobacter</i> bei Schweinen	Grosser Zoo vs. kleiner Zoo	10.3	0.97–108.81	0.053

Risikofaktoren ermittelt werden. Freilauf von Tieren war als protektiver Faktor bei der Gruppe der Wiederkäuer knapp signifikant (OR = 0.3; 95%CI 0.08–0.99). Die Grösse des Zoos war bei der Gruppe der Schweine knapp nicht signifikant (Tab 4). Keine signifikanten Risikofaktoren konnten für die Prävalenz von *Campylobacter* spp. bei Hühnern und die Prävalenz von *Campylobacter* spp. bei Schweinen identifiziert werden. Bei den anderen Keimen war die Prävalenz für eine Untersuchung von Risikofaktoren zu gering.

Diskussion

Die Studie ergab für die untersuchten Zoonose-Erreger im Allgemeinen tiefe Prävalenzen. Die Exposition ist somit für Besuchende im Streichelzoo klein. Diese tiefen Prävalenzen können mit dem gutem Management betreffend Sauberkeit der Gehege und Tiere sowie dem täglichen Ausmisten der Ställe in fast allen Zoos erklärt werden. Auch war die Besatzdichte in den meisten Anlagen tief und die Pflege der Tiere wurde mehrheitlich von professionellem Fachpersonal wahrgenommen. Die Ergebnisse bezüglich *Campylobacter* spp. entsprachen einer ähnlichen Studie, die in Streichelzoos in den Niederlanden durchgeführt wurde. Heuvelink et al. (2003) fanden in 56.5% der untersuchten Zoos *Campylobacter* spp. (60.0% in unserer Untersuchung) und eine Prävalenz über alle Tierarten von 9.5% (9.7%). Bei Ziegen, Neuweltkameliden und Schafen konnten sie in 10.3% der Proben *Campylobacter* spp. nachweisen (4.9%) und bei den Rindern beobachteten sie eine Prävalenz von 11.3% (3.7%). Bei den Schweinen wiesen sie in 32.8%

(35.3%) und bei den Vögeln in 21.2% der Proben (35.0% nur Hühner) *Campylobacter* spp. nach (Heuvelink et al., 2003).

Im Schweinekot wurde neben den erwarteten *C. coli* vergleichsweise viele *C. jejuni* gefunden, was sich mit neueren Untersuchungen bei Hausschweinen deckt (Young et al., 2000). Im Hühnerkot wurde erwartungsgemäss mehr *C. jejuni* als *C. coli* gefunden. Als signifikanten protektiven Faktor für *Campylobacter* spp. wurde einzig der Freilauf von Tieren im Zoo gefunden. Dies war überraschend, da eher eine Verbreitung von *Campylobacter* spp. durch freilaufende Tiere (oft Geflügel) zu erwarten gewesen wäre. Das Resultat muss aufgrund der kleinen Stichprobengrösse ($n = 30$ Zoos) und der Tatsache, dass insgesamt nur 41 Proben positiv waren vorsichtig interpretiert werden. Möglicherweise könnte auch eine Korrelation zu einem anderen Faktor bestehen, der in der Studie nicht untersucht wurde.

Die Prävalenz der Salmonellen war sehr tief. Auch in anderen Studien in der Schweiz wurden bei Rindern, Schafen und Schweinen tiefe Salmonellen-Prävalenzen im Kot nachgewiesen (Busato et al., 1999; Ledergerber et al., 2003; Al-Saigh et al., 2004). Die Keimbelastung mit Salmonellen scheint in der Schweiz allgemein sehr tief zu sein. Exotische Tierarten, wie Reptilien, können ebenfalls ein Infektionsrisiko für den Menschen darstellen (Friedman et al., 1998; De Jong et al., 2005). Da diese Tiere aber selten im Streichelzoo zu finden sind, wurden sie in unserer Studie nicht berücksichtigt.

VTEC wurde in keiner Probe nachgewiesen. Die gewählte Methode erreichte eine Nachweisgrenze von 100–1000 Keimen pro Gramm Kot. Obwohl bei Trägertieren die Ausscheidung tiefer sein kann (Widiasih et al., 2004) wären aufgrund der bekannten Prävalenzen bei Nutztieren positive Proben erwartet worden. In anderen Arbeiten, die bei Rindern und Schafen durchgeführt wurden, lagen die VTEC-Prävalenzen zwischen 21% und 44% (Burnens et al., 1995; Busato et al., 1999; Al-Saigh et al., 2004; Zweifel et al., 2004). In diesen Untersuchungen wurden jedoch Anreicherungsverfahren verwendet. Tierarten mit bekannt hoher VTEC-Prävalenz, zum Beispiel Rinder und Schafe, sind nicht in grosser Zahl im Streichelzoo zu finden. Wir haben von insgesamt 424 Proben 27 Rinder- und 23 Schafproben untersucht. Heuvelink et al. (2003) fanden in ihren Untersuchungen in Streichelzoos bei 2.5% der Proben VTEC und die positiven Proben stammten vor allem von Schafen, Ziegen oder Neuweltkameliden (3.2%) und von Rindern (4.1%). Möglicherweise ist der Stress und der Infektionsdruck im Streichelzoo tiefer als bei Mast- oder Schlachttieren. Stress kann zu einer

erhöhten Ausscheidungsrate von VTEC führen. Heuvelink et al. (1998) vermuteten, dass Unterschiede in Fütterung, Immunsystem, Management und andere Faktoren bei der Ausscheidungsrate von VTEC eine Rolle spielen. Bei *Francisella tularensis* wurde erwartungsgemäss keine Keimbelastung gefunden. In der Schweiz wird Tularämie sehr selten diagnostiziert. Da aber in der Schweiz die Zecken eine Prävalenz von 0.12% aufweisen, ist es wichtig abzuklären, ob diese Krankheit in einzelnen Regionen endemisch ist (Anonym, 2002).

Um das Ansteckungsrisiko im Streichelzoo möglichst gering zu halten, müssen gewisse Tatsachen beachtet werden: Gefährdet sind vor allem Kinder, die häufig ihre Hände oder Gegenstände in den Mund stecken. Deshalb ist es wichtig Eltern und andere Besucher über das Ansteckungsrisiko im Streichelzoo und die Massnahmen, die getroffen werden können zu informieren. Ein spezielles Risiko besteht dort, wo man gleichzeitig essen und Tiere anfassen kann. Bei der Erfassung der Zoo-Einrichtungen wurde vor allem ein Mangel an Information festgestellt. Nur 4 Zoos informierten ihre Besucher über mögliche Gefahren, und dass nach dem Kontakt mit Tieren Händewaschen wichtig ist. Einer dieser Zoos hatte Schilder aufgestellt, die anderen informierten mündlich. Weitere Informationen waren nicht verfügbar. Idealerweise sollten sich die Handwaschanlagen in der Nähe des Streichelzoobereiches befinden und adäquat eingerichtet sein (warmes, fliessendes Wasser, Seife und Handtücher). Nur in sechs der untersuchten 30 Zoos waren die Handwaschgelegenheiten weniger als 50 Meter vom Streichelzoobereich entfernt. Vermutlich werden nur wenige Besucher weiter gehen um sich die Hände zu waschen.

In ungefähr der Hälfte der untersuchten Zoos hatten die Tiere (vor allem Geflügel, aber auch Ziegen und Kaninchen) freien Zugang zum Picknickbereich der Besucher, zum Teil sogar zum Restaurant. Da gerade beim Essen die Gefahr besteht pathogene Keime aufzunehmen, ist einem sauberen Picknickplatz besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Tiere gehören weder auf den Picknickplatz noch ins Restaurant. Auch sollte es verboten sein im Streichelzoobereich zu essen.

Schlussfolgerung

Die untersuchten bakteriellen Zoonoseerreger weisen bei den Streichelzootieren in der Schweiz eine geringe Prävalenz auf. Damit ist das Risiko für eine Infektion der Besuchenden klein. Auf Grund des möglichen schweren Verlaufs einer Erkrankung, speziell bei einer VTEC-Infektion, sollte der Ver-

lauf der Prävalenzwerte auch in Zukunft verfolgt werden, um eine Akzentuierung der Problematik möglichst früh zu erkennen und geeignete Massnahmen ergreifen zu können. Vorbeugend können Informationsblätter beim Zoo-Eingang, Schilder beim Streicheltier-Gehege und auch Hinweise auf einer Zoo-Homepage im Internet als Information für die Besuchenden dienen. Händewaschanlagen sollten in der Nähe des Streichelzoobereichs liegen

und Tiere sollten keinen Zugang zum Essbereich haben.

Dank

Die Autoren möchten sich bei allen Besitzern und Mitarbeitern der Zoos bedanken, die an dieser Studie teilgenommen haben.

Présence de zoonoses dans les zoos pour enfants et étude des mesures d'hygiène relative à la transmission à l'homme

Dans le cadre d'une étude épidémiologique, 30 zoos suisses pour enfants ont été visités et la prévalence des *Campylobactères*, des *Salmonelles*, des *Escherichia coli* produisant des verotoxines (VTEC) et de *Francisella tularensis* dans les selles de différents animaux a été déterminée. La détention et les soins aux animaux ainsi que les mesures d'hygiène pour protéger les visiteurs des zoonoses ont été relevés de façon à pouvoir estimer l'exposition des dits visiteurs. Parmi les 423 échantillons de selles examinés, 41 contenaient diverses sortes de *Campylobactères*. Chez les porcs (34 échantillons dont 12 positifs) et les poules (20 échantillons dont 7 positifs) la prévalence était de 35%. Chez les porcs, 6 souches isolées de *C. jejuni* ont été identifiées, de même que 3 souches de *C. coli* et *C. lari*. Chez les poules, il y avait 5 *C. jejuni* et 2 *C. coli*. Deux échantillons contenaient des *Salmonelles*. Dans l'un d'entre eux, il s'agissait de *Salmonella typhimurium*. On n'a pas trouvé d'échantillon positif pour VTEC ni pour *Francisella tularensis*. Dans tous les zoos examinés, des installations d'hygiène pour la protection étaient en place. Toutefois il n'y avait des lavabos proche du zoo pour enfant que dans 6 d'entre eux et dans 16, les animaux avaient accès à la zone de pique-nique. Dans l'ensemble, la prévalence d'agents de zoonose était relativement basse dans les zoos examinés, ce qui signifie un risque minime de contamination par le contact direct avec les animaux. On pourrait obtenir des améliorations par l'information des visiteurs sur l'hygiène et par la possibilité de se laver les mains après le contact avec les animaux. La zone des animaux devrait être séparée clairement de celle du pique-nique.

Comparsa di zoonosi negli zoo con animali da accarezzare e valutazione delle misure d'igiene per prevenire la trasmissione alle persone uomini

In uno studio epidemiologico in situ sono stati visitati 30 zoo con animali da accarezzare svizzeri ed è stata determinata la prevalenza di campilobatteri, salmonelle, *Escherichia coli* (VTEC) e *Francisella tularensis* negli escrementi di diverse specie animali. Per la protezione dei visitatori dalle zoonosi, sono stati rilevati la cura e la tenuta degli animali e le installazioni igieniche dello zoo in modo da poter valutare la potenziale esposizione dei visitatori. Su 423 campioni di escrementi esaminati, 41 sono risultati positivi per diversi tipi di *Campylobacter*. Nei maiali (34 campioni esaminati di cui 12 positivi) e nelle galline (20 campioni esaminati di cui 7 positivi) l'aggravio comporta per ognuno il 35%. Nei maiali sono stati identificati 6 ceppi isolati di *C. jejuni*, inoltre c'erano per ognuno 3 ceppi di *C. coli* e *C. lari*. Per le galline sono stati isolati 5 *C. jejuni* e 2 *C. coli*. Due campioni sono risultati positivi per le salmonelle. Una è stato identificato come *Salmonella typhimurium*. Nè per VTEC nè per *Francisella tularensis* sono stati rilevati risultati positivi. In tutti gli zoo esaminati le installazioni per proteggere i visitatori erano presenti. Tuttavia solo in 6 zoo erano installati dei lavandini nelle vicinanze degli animali e in 16 zoo gli animali potevano accedere alla zona pic-nic. In totale possiamo considerare che la prevalenza di agenti patogeni delle zoonosi negli zoo esaminati è relativamente bassa e ciò significa che per i visitatori, il rischio di contrarre una malattia tramite contatto diretto con gli animali, è minima. Miglioramenti possono essere ottenuti informando i visitatori sull'igiene da seguire e la possibilità di lavare le mani dopo il contatto con gli animali. Gli zoo con animali da accarezzare e le zone di ristorazione devono di conseguenza essere separate.

Literatur

- al-Saigh H., Zweifel C., Blanco J., Blanco J.E., Blanco M., Usera M.A., Stephan R.*: Fecal shedding of Escherichia coli O157, Salmonella, and Campylobacter in Swiss cattle at slaughter. *J. Food Prot.* 2004, 67: 679–684.
- Anonymous*: Aktuelle Diagnostik von Verotoxin bildenden Escherichia Coli. *BAG Bulletin*, 2001a, 02/2001: 27–30.
- Anonymous*: BAG: Meldungen Infektionskrankheiten. *BAG Bulletin*, 2004a, 03/2004: 32.
- Anonymous*: Campylobacter und Salmonella – Stand Ende 2003. *BAG Bulletin*, 2004b, 40/2004: 737–740.
- Anonymous*: Food-borne Zoonoses. European Commission, 2000, 18–43; Chapter 6.
- Anonymous*: Outbreaks of Escherichia coli O157:H7 infections among children associated with farm visits – Pennsylvania and Washington, 2000. *MMWR Morb. Mortal Wkly Rep.* 2001b, 50: 293–297.
- Anonymous*: Schweizerisches Lebensmittelbuch. In: Hrsg. EDMZ, 2004c.
- Anonymous*: Tularämie – eine Zoonose der Vergangenheit? *BVET-Magazin*, 2002, 3/2002: 28.
- Boegli-Stuber K., Kohler C., Seitert G., Glanemann B., Antognoli M.C., Salman M.D., Wittenbrink M.M., Wittwer M., Wassenaar T., Jemmi T., Bissig-Choisat B.*: Detection of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in Swiss Dairy Cattle by Real-time PCR and Culture. *J. Appl. Microbiol.* 2005, 99: 587–597.
- Burnens A.P., Frey A., Lior H., Nicolet J.*: Prevalence and clinical significance of vero-cytotoxin-producing Escherichia coli (VTEC) isolated from cattle in herds with and without calf diarrhoea. *Zentralbl. Veterinärmed. B.* 1995, 42: 311–318.
- Busato A., Hofer D., Lentze T., Gaillard C., Burnens A.*: Prevalence and infection risks of zoonotic enteropathogenic bacteria in Swiss cow-calf farms. *Vet. Microbiol.* 1999, 69: 251–263.
- Chapman P.A., Cornell J., Green C.*: Infection with verocytotoxin-producing Escherichia coli O157 during a visit to an inner city open farm. *Epidemiol. Infect.* 2000, 125: 531–536.
- Crerar S.K., Nicholls T.J., Barton M.D.*: Multi-resistant Salmonella Typhimurium DT104-implications for animal industries and the veterinary profession. *Aust. Vet. J.* 1999, 77: 170–171.
- Dawson A., Griffin R., Fleetwood A., Barrett N.J.*: Farm visits and zoonoses. *Commun. Dis. Rep. CDR Rev.* 1995, 5: R81–86.
- Dollinger P., Baumgartner R., Hatt J.-M., Isenbügel E., Pagan O., Schildger B., Weber F.*: Zoonoses surveillance and safeguard measures in Swiss zoos. Proceedings of the second scientific meeting, of EAZWV, Chester, 1998, 1–12.
- De Jong B., Andersson Y., Ekdahl K.*: Effect of Regulation and Education on Reptile-associated Salmonellosis. *Emerging Infectious Diseases.* 2005, 11: 398–403.
- Feng P., Monday S.R.*: Multiplex PCR for detection of trait and virulence factors in enterohemorrhagic Escherichia coli serotypes. *Mol. Cell Probes.* 2000, 14: 333–337.
- Friedmann C.R., Torigian C., Shillam P.J., Hoffman R.E., Heltzel D., Beebe J.L., Malcolm G., DeWitt W.E., Hutwagner L., Griffin P.M.*: An outbreak of salmonellosis among children attending a reptile exhibit at a zoo. *Journal of pediatrics.* 1998, 132: 802–807.
- Heuvelink A.E., van den Biggelaar F.L., Zwartkruis-Nahuis J., Herbes R.G., Huyben R., Nagelkerke N., Melchers W.J., Monnens L.A., de Boer E.*: Occurrence of verocytotoxin-producing Escherichia coli O157 on Dutch dairy farms. *J. Clin. Microbiol.* 1998, 36: 3480–3487.
- Heuvelink A.E., van Heerwaarden C., Zwartkruis-Nahuis J.T., van Oosterom R., Edink K., van Duynhoven Y.T., de Boer E.*: Escherichia coli O157 infection associated with a petting zoo. *Epidemiol. Infect.* 2002, 129: 295–302.
- Heuvelink A.E., Valkenburgh S.M., van Heerwaarden C., Tilburg J.J.H.C., Zwartkruis-Nahuis J., de Boer E.*: Kinderboerderijen – Hygiëne en zoonoseverwekkers. 2003, 12.
- Hoelzle L.E., Hoelzle K., Wittenbrink M.M.*: Expression of the major outer membrane protein (MOMP) of Chlamydia abortus, Chlamydia pecorum, and Chlamydia suis in Escherichia coli using an arabinose-inducible plasmid vector. *J. Vet. Med. B. Infect. Dis. Vet. Public Health.* 2003, 50: 383–389.
- Jemmi T., Danuser J., Griot C.*: Zoonosen als Risiko im Umgang mit Tieren und tierischen Produkten. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 2000, 142: 665–671.
- Ledergerber U., Regula G., Danuser J., Bissig-Choisat B., Jemmi T., Stärk K.D.C.*: Prävalenz latenter Zoonoseerreger in tierfreundlicher Schweineproduktion. *Archiv für Lebensmittelhygiene.* 2003, 54: 90–94.
- Milne L.M., Plom A., Strudley I., Pritchard G.C., Crooks R., Hall M., Duckworth G., Seng C., Susman M.D., Kearney J., Wiggins R.J., Moulds M., Cheasty T., Willshaw G.A.*: Escherichia coli O157 incident associated with a farm open to members of the public. *Commun. Dis. Public Health.* 1999, 2: 22–26.
- Shane S.M., Montrose M.S.*: The occurrence and significance of Campylobacter jejuni in man and animals. *Vet. Res. Commun.* 1985, 9: 167–198.
- Trevena W.B., Willshaw G.A., Cheasty T., Domingue G., Wray C.*: Transmission of Vero cytotoxin producing Escherichia coli O157 infection from farm animals to humans in Cornwall and west Devon. *Commun. Dis. Public Health.* 1999, 2: 263–268.
- Wall P.G., Morgan D., Lamden K., Griffin M., Threlfall E.J., Ward L.R., Rowe B.*: Transmission of multi-resistant strains

of *Salmonella typhimurium* from cattle to man. *Vet. Rec.* 1995, 136: 591–592.

Widiasih D.A., Ido N., Omoe K., Sugii S., Shinagawa K.: Duration and magnitude of faecal shedding of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* from naturally infected cattle. *Epidemiol. Infect.* 2004, 132: 67–75.

Young C.R., Harvey R., Anderson R., Nisbet D., Stanker L.H.: Enteric colonisation following natural exposure to *Campylobacter* in pigs. *Res. Vet. Sci.* 2000, 68: 75–78.

Zweifel C., Zychowska M.A., Stephan R.: Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. isolated from slaughtered sheep in Switzerland. *Int. J. Food Microbiol.* 2004, 92: 45–53.

Korrespondenzadresse

Dr. Jürg Danuser, Bundesamt für Veterinärwesen, Bereich Monitoring
Schwarzenburgstrasse 155, 3003 Bern, Tel. 031 323 36 75, Fax. 031 323 95 43
E-Mail: juerg.danuser@bvet.admin.ch

Manuskripteingang: 20. Januar 2005

Angenommen: 29. Juni 2005