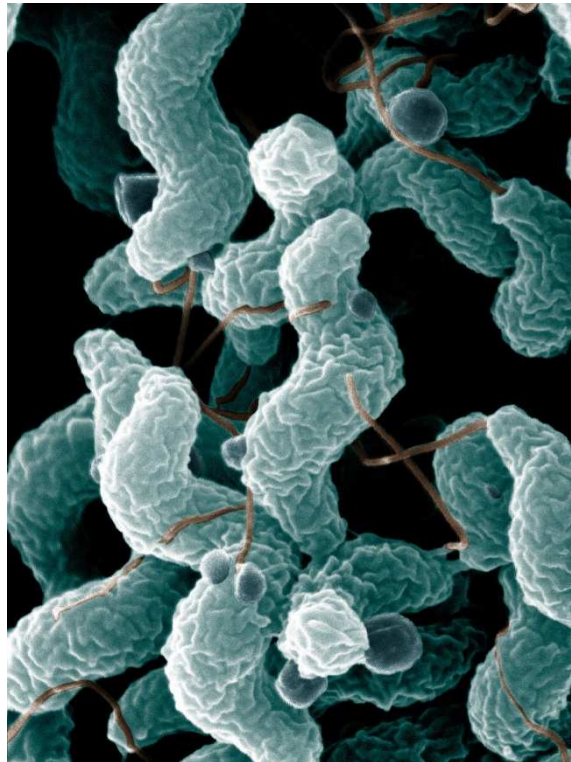


Campylobacter in der Schweiz



Risikofaktoren und Massnahmen zum Umgang mit der Problematik



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG

Herausgeber

Bundesamt für Gesundheit
3003 Bern, Schweiz
www.bag.admin.ch

Publikationszeitpunkt: August 2012

© BAG

Reproduktion nur mit ausdrücklicher Genehmigung des BAG gestattet

Autoren

Andreas Baumgartner
Richard Felleisen
Christina Gut

Bundesamt für Gesundheit
Abteilung Lebensmittelsicherheit
Tel.: 031 322 05 08
E-Mail: Lebensmittelsicherheit@bag.admin.ch

Quelle Umschlagfoto

Campylobacter jejuni; Agricultural Research Service, USDA (from Public Domain; Wikipedia
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/ARS_Campylobacter_jejuni.jpg)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	ii
1 Ausgangslage	1
1.1 Epidemiologische Situation	1
1.2 <i>Campylobacter</i> Plattform	4
1.3 Schutzziele	4
2 Risk Assessment	6
2.1 Die Risikofaktoren im Überblick	6
2.2 Geflügelfleisch	6
2.3 Geflügelleber	12
2.4 Auslandsreisen	14
2.5 Trinkwasser	14
2.6 Haustiere	15
2.7 Zusammenfassung	16
3 Risk Management Optionen	17
3.1 Ausgangslage	17
3.2 Option 1: Dekontamination von Schlachtkörpern	17
3.3 Option 2: Prozesshygienekriterien	18
3.4 Option 3: Lebensmittelsicherheitskriterien	19
3.5 Option 4: Einschränkungen im Verkauf	20
3.6 Option 5: Verbindliche Hygienehinweise	21
3.7 Zusammenfassung	22
4 Risk Management Massnahmen	23
4.1 Bewertung und Priorisierung	23
4.2 Geplante Umsetzung	24
4.3 Ausblick	25
5 Literatur	26

1 Ausgangslage

1.1 Epidemiologische Situation

Seit Einführung einer **Meldepflicht** im Jahre 1988 sind dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) alle Labornachweise von *Campylobacter* aus Stuhlproben von Patienten zu melden [74]. Die Anzahl der durch das BAG erfassten Fälle sowie die Melderate werden wöchentlich im Bulletin des BAG publiziert (www.bag.admin.ch/dokumentation/publikationen/01435/11505/index.html?lang=de).

Abbildung 1 zeigt einen Überblick über die Entwicklung der jährlichen **Inzidenz** über einen Zeitraum von zehn Jahren, von 2002 bis 2011.

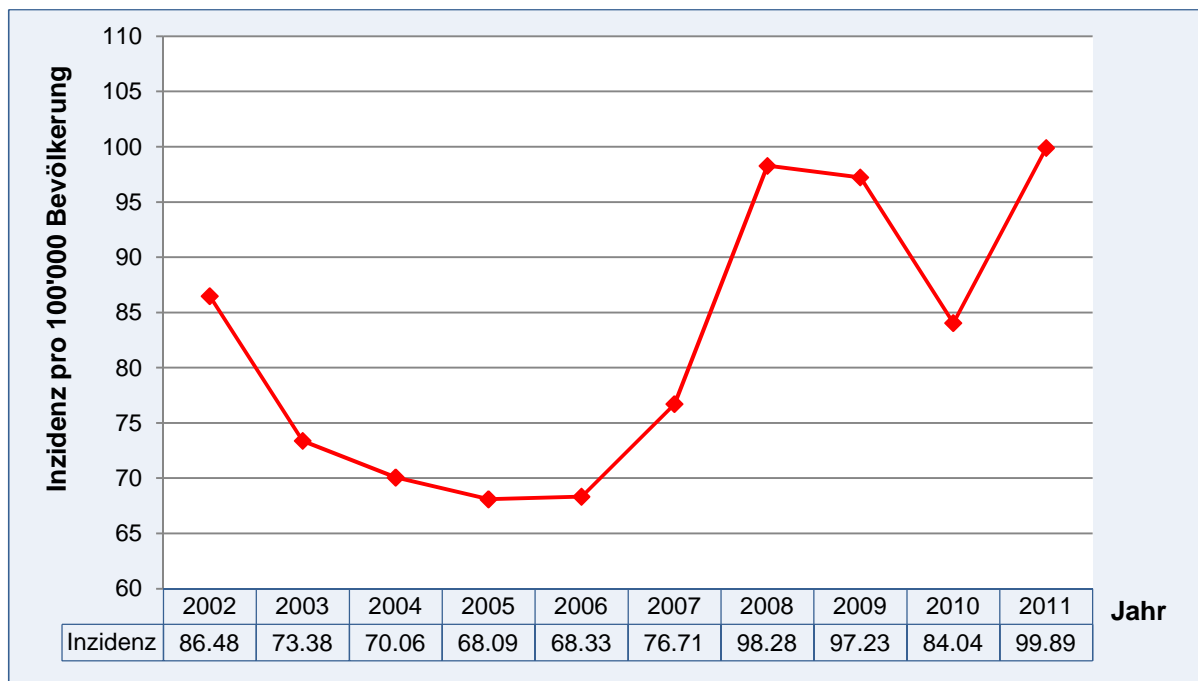


Abb. 1: Labornachweise von *Campylobacter* 2002-2011; annualisierte Inzidenz pro 100'000 Bevölkerung. (Quelle: BAG; http://www.bag.admin.ch/k_m_meldesystem/00733/00813/index.html?lang=de)

Nachdem die Inzidenz der Infektionen mit *Campylobacter* zwischen 2002 und 2005 deutlich abgenommen hatte, war in den darauffolgenden Jahren wieder eine Zunahme zu verzeichnen. Nach einem markanten Anstieg von ca. 30% von 2007 auf 2008 war die Zahl der Fälle ungefähr wieder auf dem Niveau des Jahres 2000 angelangt. Im Jahr 2009 ging die Inzidenz leicht zurück, im Jahr 2010 ebenfalls und sogar sehr deutlich. Im Jahr 2011 kehrte sich der Trend jedoch wieder um und es wurde die höchste Inzidenz der *Campylobacter*iose seit Einführung der Meldepflicht verzeichnet. Dieser Anstieg fand auch im Jahr 2012 seine Fortsetzung.

Mit Ausnahme von *Campylobacter* ist der langfristige Trend bei den durch das Meldesystem erfassten lebensmittelbürtigen Infektionen (namentlich Salmonellen, Shigellen, Listerien, *E. coli* (EHEC) und Hepatitis A) abnehmend. Insbesondere die Salmonellosefälle sind seit 1993 stetig zurückgegangen (Abbildung 2), was vor allem auf Programme zur Bekämpfung von *Salmonella* Enteritidis in Schalen-eiern zurückzuführen ist. Einen Beitrag zur Verbesserung der Lage haben unter anderem auch die Hygienisierung von Futtermitteln und technische Verbesserungen bei der Schlachtung von Mastpou-lets geleistet.

Die Verlaufskurve der *Campylobacter*iosefälle stellt sich dagegen völlig anders dar, indem statt eines Rückgangs eine kontinuierliche Zunahme der Fälle zu beobachten ist, was dem Bild einer **sich langsam aufbauenden Epidemie** entspricht. Und *Campylobacter* hat bereits in den 90er Jahren des vori-

gen Jahrhunderts die Salmonellen als Nummer 1 unter den lebensmittelbürtigen Infektionserregern abgelöst (Abbildung 2):

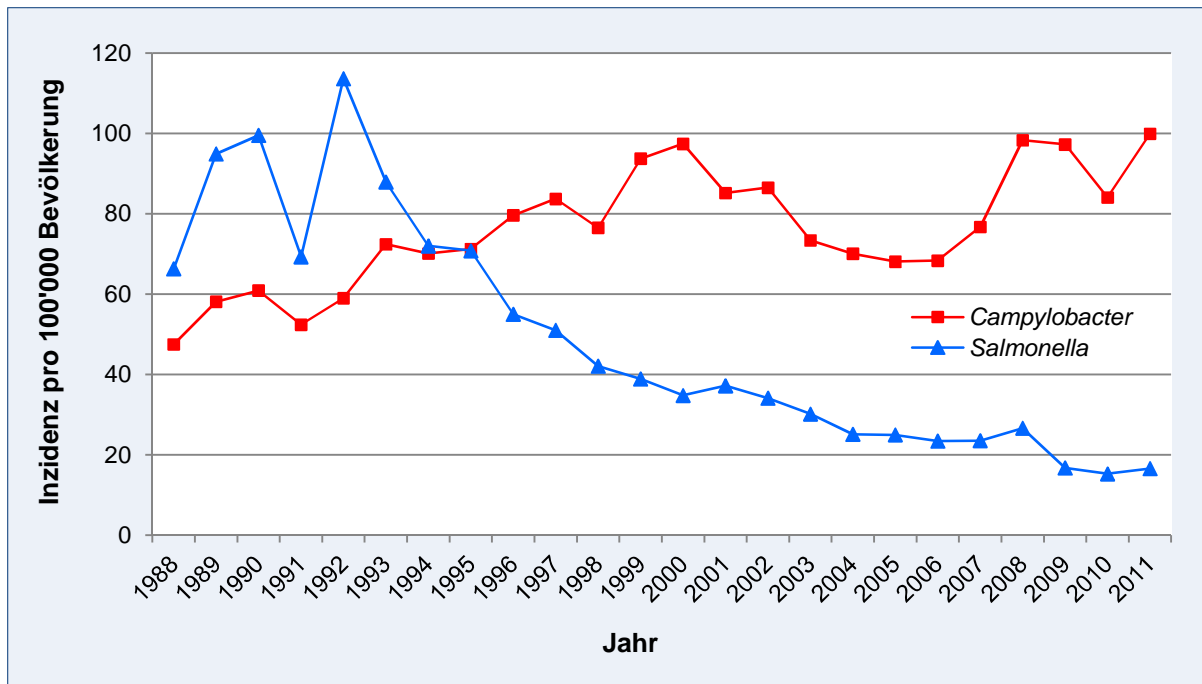


Abb. 2: Vergleich der durch das Meldesystem erfassten Inzidenz der Salmonellose und Campylobacteriose in der Schweiz, 1988 - 2011; annualisierte Inzidenz pro 100'000 Bevölkerung (Quelle: BAG)

Die Bedeutung von *Campylobacter* als Zoonoserreger in der Schweiz entspricht der gesamteuropäischen Situation: *Campylobacter* ist aktuell der häufigste bakterielle Verursacher von Gastroenteritis des Menschen in Europa [34].

Die Melderate von *Campylobacter* beim Menschen folgt alljährlich einem **charakteristischen jahreszeitlichen Verlauf** (Abbildung 3): Neben einem ausgeprägten, breiten Anstieg in den Sommermonaten (blauer Pfeil) ist jeweils ein weiterer kleinerer Anstieg um die Jahreswende zu beobachten (roter Pfeil). Dieser Peak in den Wintermonaten wird von Experten mit dem Konsum von Gerichten wie Fondue Chinoise in Zusammenhang gebracht, ein vor allem im Zeitraum der weihnachtlichen Festtage in der Schweiz sehr beliebtes Gericht. Gruppenerkrankungen mit *Campylobacter jejuni* im Zusammenhang mit Fondue-Chinoise wurden in der Schweiz folgerichtig bereits beschrieben [69].

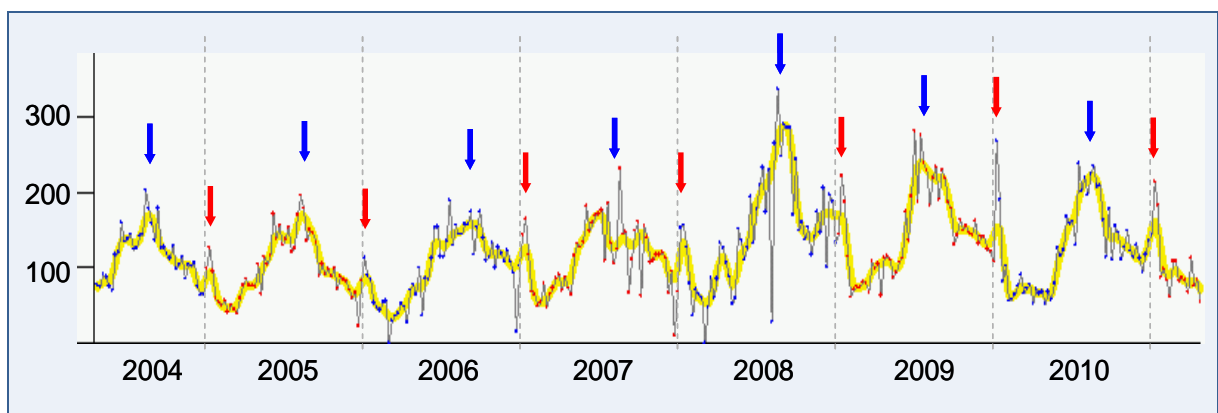


Abb. 3: Graphische Darstellung der wöchentlichen Melderate für die Campylobacteriose (Mai 2004 bis Mai 2011 (BAG; http://www.bag.admin.ch/k_m_meldesystem))

Dieser „**Fondue Chinoise Peak**“ war über den Jahreswechsel 2011/2012 besonders stark ausgeprägt (Abbildung 4), die Ursache hierfür ist jedoch unbekannt:

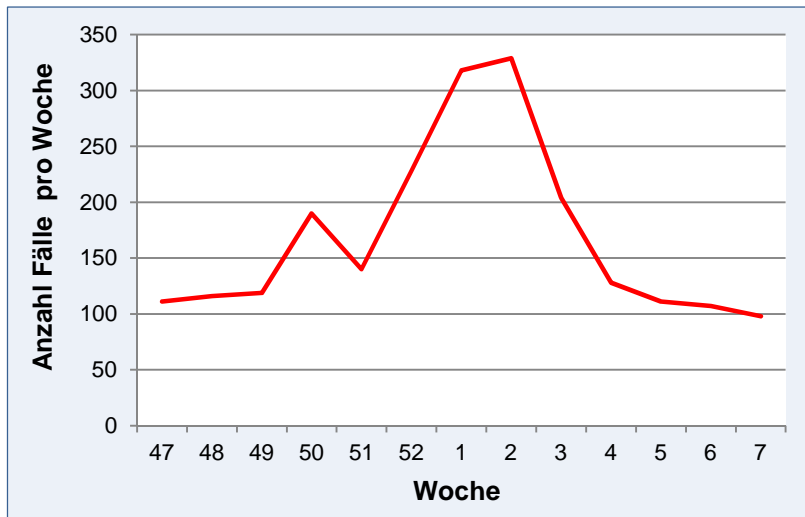


Abb. 4: Durch das Meldesystem wöchentlich erfasste Fälle von Campylobacteriose in der Schweiz, Jahreswechsel 2011/2012.

(Quelle: BAG-Bulletin; <http://www.bag.admin.ch/dokumentation/publikationen/01435/11505/index.html?lang=de>)

Von der Campylobacteriose sind in der Schweiz die **Altersgruppen** der Heranwachsenden und jungen Erwachsenen sowie Kleinkinder überdurchschnittlich betroffen (Abbildung 5). Als Ursache für die überdurchschnittliche Melderate bei der Altersgruppe junge Erwachsene wird in erster Linie das Ernährungsverhalten angesehen. Die Gründe für die hohe Melderate bei Kleinkindern sind im Einzelnen unbekannt, die bei Kindern deutlich tiefere Infektionsdosis als bei Erwachsenen [84] dürfte jedoch hierzu beitragen.

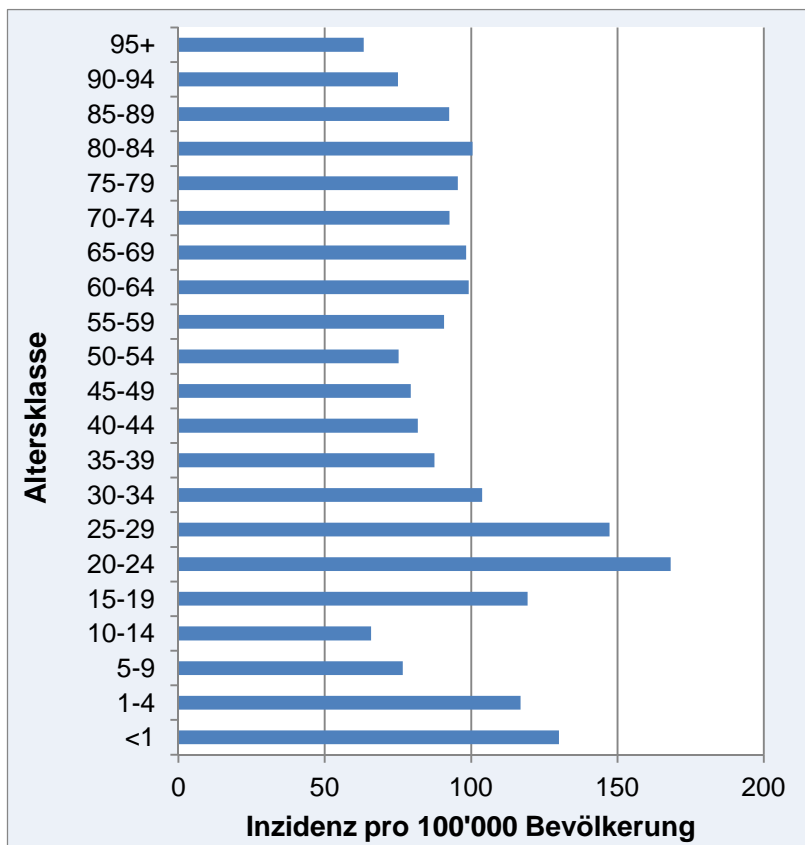


Abb. 5: Altersverteilung der Melderate der humanen Campylobacteriose 2011

(Quelle: BAG; http://www.bag.admin.ch/k_m_meldesystem)

Die in der Schweiz am häufigsten beim Menschen nachgewiesene **Campylobacter-Spezies** ist *C. jejuni*. Im Jahr 2009 betrafen beispielsweise 87% der Labornachweise diese Spezies (51.5% *C. jejuni* allein, 35.5% in Kombination mit *C. coli*), *C. coli* wurde in 38.2% der Proben nachgewiesen (2.7% *C. coli* allein, 35.5% in Kombination mit *C. jejuni*) (Schweizer Zoonosenbericht 2009 [12]). Andere Spezies, wie *C. lari*, *C. fetus* und *C. upsaliensis*, spielen im epidemiologischen Geschehen dagegen kaum eine Rolle.

1.2 *Campylobacter* Plattform

Mit der deutlichen Zunahme namentlich in den Jahren 2007 und 2008 hatte die Zahl der *Campylobacter*-Infektionen eine aus Sicht der öffentlichen Gesundheit inakzeptable Höhe erreicht. Unter Federführung des Bundesamtes für Veterinärwesen (BVET) wurde deshalb im Dezember 2008 die „*Campylobacter*-Plattform“ gegründet, um die Aktivitäten verschiedener Akteure im Zusammenhang mit der *Campylobacter*-Problematik zu koordinieren. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Plattform stammen aus den zuständigen Bundesbehörden, kantonalen Fachstellen, Interessenvertretungen der Landwirtschaft, aus Produktion und Verarbeitung, Vertriebsorganisationen, Wissenschaft etc.

Als Ziel der Plattform wurde vorgängig von BAG und BVET gemeinsam festgelegt, dass die *Campylobacter*-Plattform einen Beitrag zur Stabilisierung und Senkung der Häufigkeit des Auftretens der *Campylobacter* beim Menschen in der Schweiz liefern soll. Um dieses Ziel zu erreichen, soll die Plattform folgende Leistungen erbringen:

Aufgaben der *Campylobacter*-Plattform:

- Informationsaustausch zwischen Behörden, Experten und Produzenten.
- Koordination von Massnahmen der Risikoabschätzung und des Risikomanagements.
- Initialisierung von Forschungsprojekten zum Schliessen von Wissenslücken.

Die Plattform selbst hat dabei in erster Linie eine beratende Funktion und nur eine sehr eingeschränkte Entscheidungskompetenz. Der Entscheid über regulatorische oder nicht-regulatorischer Massnahmen obliegt den zuständigen Behörden, also primär dem BAG und dem BVET. Im Rahmen der *Campylobacter*-Plattform wurden drei Arbeitsgruppen gebildet:

Arbeitsgruppen der *Campylobacter*-Plattform:

- Die Arbeitsgruppe **Risikofaktoren** soll die Bedeutung einzelner Übertragungswege im Infektionsgeschehen beleuchten;
- Die Arbeitsgruppe **Produktion** beschäftigt sich mit möglichen Bekämpfungsmassnahmen auf Stufe Mast, Schlachtung und Verarbeitung;
- Die Arbeitsgruppe **Disease Awareness** versucht Möglichkeiten zur Verbesserung des Kenntnisstandes entlang der gesamten Lebensmittelkette von den Produzenten bis zu den Konsumenten aufzuzeigen.

Die Plattform wird von einer **bundesinternen Arbeitsgruppe Roadmap** der beiden Bundesämter BAG und BVET unter Beteiligung der Bundeseinheit für die Lebensmittelkette (BLK) begleitet. In dieser Arbeitsgruppe wurde eine Roadmap erarbeitet, welche einen Aktionsplan darstellt, in dem die zu erreichenden Schutzziele definiert sowie Aktivitäten, Meilensteine und Massnahmen abgebildet werden. Das Dokument wird fortlaufend aktualisiert.

1.3 Schutzziele

Die zuständigen Bundesämter BAG und BVET haben in Anbetracht der zunehmenden Bedeutung für die öffentliche Gesundheit beschlossen, die *Campylobacter*-Problematik gezielt anzugehen. In der Arbeitsgruppe "Roadmap" wurde bereits Mitte 2009 folgendes Schutzziel definiert:

Schutzziel "Minus 2'500":

Mittelfristige Umkehr des epidemiologischen Trends und bis Ende 2013 wieder Erreichen des vergleichsweise tiefen Niveaus der *Campylobacter* beim Menschen der Jahre 2005/2006 (i.e.: etwas über 5'000 Fälle pro Jahr).

Übersetzt in ein mathematisches Modell aus Sicht der Humanepidemiologie bedeutet dies, dass im jährlichen Schnitt an weniger als 30 Tagen pro Jahr mehr als 30 Labormeldungen der Campylobacteriose beim Menschen durch das BAG-Meldesystem erfasst werden sollen ("Vision 30 / 30").

Um die festgelegten Schutzziele erreichen zu können, sind von den Bundesbehörden zur Minderung des Risikos geeignete Massnahmen zu treffen. Grundlage dieser Risk Management Massnahmen soll ein auf wissenschaftlichen Fakten beruhendes Risk Assessment bilden.

2 Risk Assessment

2.1 Die Risikofaktoren im Überblick

Bereits in der ersten Hälfte der 90er Jahre führte das BAG, veranlasst durch einen Anstieg der *Campylobacter*-Infektionen, eine Fall-Kontroll-Studie durch, um mögliche Risikofaktoren zu eruieren [70]. Als alimentäre Risikofaktoren wurden dabei der Konsum von Pouletleber und Pouletfleisch ermittelt. Seitdem sind weltweit zahlreiche vergleichbare Studien durchgeführt worden, die alle die zentrale Rolle von Geflügelfleisch bei der Übertragung von *Campylobacter* auf den Menschen erhärtet haben (für eine Übersicht siehe beispielsweise [20]). Auch eine Beurteilung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) kommt zu dem Schluss, dass ca. 50 - 80% der humanen *Campylobacter*-Infektionen auf das Geflügelreservoir zurückzuführen sind [31].

Campylobacter sind relativ fragile und sauerstoffempfindliche Keime, die nur eine geringe Überlebensfähigkeit in der Umwelt aufweisen. *Campylobacter* kann sich, anders als Salmonellen, in Lebensmitteln nicht vermehren und stirbt unter Tiefkühlbedingungen teilweise ab. Diese Nachteile macht der Erreger allerdings mit einer tiefen mittleren Infektionsdosis, die im Bereich von 500 Keimen liegt, wett. Diese Eigenschaften von *Campylobacter* bedingen, dass die alimentäre Übertragung dieses pathogenen Keimes vom Geflügelreservoir auf den Menschen ziemlich direkt erfolgen muss, sei es durch den Konsum eines kontaminierten tierischen Lebensmittels oder durch Kreuzkontaminationen wegen unhygienischen Verhaltens.

Als weiteren bedeutenden Risikofaktor für eine *Campylobacter*-Infektion ermittelte die im Jahr 1994 publizierte schweizerische Studie Reisen ins Ausland [70]. Fäkal kontaminiertes Trinkwasser stellt ebenfalls eine potentielle Infektionsquelle, namentlich bei Ausbrüchen, dar. Ihm wird jedoch, aufgrund des hohen mikrobiologischen Qualitätsstandards des Trinkwassers in der Schweiz, epidemiologisch im Hinblick auf sporadische Fälle, ebenso wie Rohmilch, nur eine marginale Rolle zugewiesen. Als weitere Infektionsquelle werden zudem infizierte Haustiere genannt.

Nachfolgend werden die Risikofaktoren Geflügelfleisch, Geflügelleber, Auslandsreisen, Trinkwasser sowie Kontakt mit Haustieren aus schweizerischer Sicht näher ausgeleuchtet und kommentiert.

2.2 Geflügelfleisch

Geflügelfleisch ist weltweit stark mit *Campylobacter* belastet, was in den letzten Jahren in zahlreichen Studien belegt worden ist [82]. Von Land zu Land kann die Durchseuchung der Geflügelherden mit *Campylobacter* variieren, was auch in einer breit angelegten europäischen Grundlagenstudie zum Ausdruck kam [32].

Geflügelfleisch wird eine wichtige Rolle bei der direkten oder indirekten Übertragung von *Campylobacter* zugewiesen [20]. Denn bei der Schlachtung werden Schlachtkörper häufig mit Darminhalt verunreinigt. Hierdurch kann die Oberfläche von Schlachtkörpern mit *Campylobacter* kontaminiert sein, die unter Umständen bis zum Verkauf überleben können. Bei Geflügel ist dies viel häufiger der Fall als bei geschlachteten Säugetieren: Aufgrund der Schlachtprozesse und der Verarbeitungs- und Lagerungsmethoden ist rotes Fleisch (Rind, Schaf, Schwein) mit deutlich geringerer Wahrscheinlichkeit mit *Campylobacter* kontaminiert [31].

Die Verbraucher sind daher gegenüber *Campylobacter* exponiert, falls Geflügelfleisch nicht hygienisch gehandhabt wird: Eine Übertragung kann durch direkte Aufnahme von Hand zu Mund, durch Kreuzkontaminationen von rohem Fleisch zu genussfertigen Lebensmitteln oder durch ungenügendes Erhitzen erfolgen [28]. Nach einer Beurteilung der EFSA sollen europaweit 20 bis 30% der *Campylobacter*-Infektionen auf Handhabung, Zubereitung und Verzehr von Masthähnchenfleisch zurückzuführen sein, 50 - 80% der Fälle seien insgesamt dem Geflügelreservoir zuzuschreiben [31].

Kreuzkontaminationen und die Übertragung von Hand zu Mund scheinen dabei grössere Auswirkungen zu haben, als der Verzehr von ungenügend erhitztem Pouletfleisch ([28; 51].

Es ist unbestritten und weltweit durch zahlreiche Publikationen belegt, dass durch das Vorkommen von *Campylobacter* auf Geflügelfleisch Krankheitsfälle beim Menschen verursacht werden [20]. In der Schweiz wurde mit der vorerwähnten Fall-Kontroll-Studie vor 15 Jahren erstmals ein Zusammenhang aufgezeigt [70]. Im Zeitraum von 1994 bis 2006 wurden dem BAG 137 Ausbrüche gemeldet, bei denen epidemiologische Evidenz und/oder Keimnachweise auf die Beteiligung von Lebensmitteln hinwiesen. Bei 23 (16.8%) dieser gemeldeten Ausbrüche war *Campylobacter* beteiligt [3].

Belastung von Geflügelfleisch auf dem Schweizer Markt mit *Campylobacter*

Von grosser Relevanz für den Verbraucherschutz ist die Frage, in welchem Ausmass Geflügelfleisch an der Verkaufsfrent in der Schweiz kontaminiert ist. Zu diesem Zweck wurden in einer durch das BAG koordinierten und ausgewerteten Studie unter Mithilfe 15 amtlicher Laboratorien (14 kantonale Laboratorien sowie das Labor des Fürstentums Liechtenstein) von April 2009 bis April 2010 insgesamt 1'132 Marktproben auf das Vorkommen von *Campylobacter* überprüft [4]. Die Studie erstreckte sich über ein Jahr, damit das saisonal unterschiedlich häufige Auftreten des Erregers berücksichtigt werden konnte. Die Analysen der Proben erfolgten mittels qualitativen (Anreicherung) und quantitativen (Ausplattieren) Normverfahren von ISO. Der Probenahmeplan war so ausgelegt, dass die Marktanteile der wichtigsten Schweizer Grossverteiler sowie die Anteile importierter und inländischer Ware so gut wie möglich abgebildet wurden. Die untersuchten Fleischtypen waren frisches Fleisch mit und ohne Haut sowie Fleischzubereitungen, und dies sowohl in gekühlter als auch tiefgefrorener Form.

Von den 1'132 untersuchten Proben erwiesen sich 38.4% (435 Proben) als *Campylobacter* positiv, wobei inländisches Fleisch mit 45.4% insgesamt häufiger kontaminiert war als importiertes mit 30.6% (Abbildung 6):

Art und Herkunft		Probenzahl	Campy +
Frisches Fleisch mit Haut			
- gekühlt	- Schweiz	160	97 (60.6%)
	- Ausland	30	15 (50.0%)
- gefroren	- Schweiz	117	40 (34.2%)
	- Ausland	76	21 (27.6%)
		383	173 (45.2%)
Frisches Fleisch ohne Haut			
- gekühlt	- Schweiz	125	66 (52.8%)
	- Ausland	145	77 (53.1%)
- gefroren	- Schweiz	46	15 (32.6%)
	- Ausland	119	18 (15.1%)
		435	176 (40.5%)
Fleischzubereitungen			
- gekühlt	- Schweiz	99	48 (48.5%)
	- Ausland	57	29 (50.9%)
- gefroren	- Schweiz	52	6 (11.5%)
	- Ausland	106	3 (2.8%)
		314	86 (27.4%)

Abb. 6: Häufigkeit von *Campylobacter* spp. in Marktproben aus dem Verkauf [4]

Neben der Herkunft des Fleisches hatten die Art der Verarbeitung und der Kühlung einen Einfluss auf das Vorkommen von *Campylobacter*. Das Entfernen der Haut reduziert die Häufigkeit des Vorkommens, denn auf Poulet mit Haut waren wesentlich häufiger *Campylobacter* anzutreffen als auf Proben ohne Haut, noch weniger Keime fanden sich in Fleischzubereitungen. In allen drei untersuchten Probenkategorien war zudem deutlich zu erkennen, dass Tiefgefrieren *Campylobacter* reduziert, wobei sich dieser Effekt besonders klar bei Fleischzubereitungen manifestierte. Bei Fleischzubereitungen

könnten neben dem Gefrieren noch andere Faktoren zur Reduktion beigetragen haben, z.B. eine längere Exposition gegenüber Sauerstoff während der Verarbeitung oder ein niedriger pH Wert wegen zugesetzter Marinaden [8]. Die Befunde der Studie bestätigen jedenfalls die bei *Campylobacter* bekannte Fragilität gegenüber Umwelteinflüssen.

Die Kontaminationsraten variierten unter den beprobten Grossverteilern beträchtlich. Sie waren dabei bei einem Grossverteiler für mehrere Produktkategorien höher als bei dessen Konkurrenten. Besonders bei der Kategorie frisches gekühltes Fleisch mit Haut aus dem Inland stach dieser Grossverteiler (in Abbildung 7 bezeichnet mit A) mit einer Kontaminationsrate von 90.0% negativ heraus:

Grossverteiler	Anzahl Proben	Campy +
A	11	90.0 %
B	14	78.6 %
C	44	59.1 %
D	19	53.1 %

Abb. 7: Kontaminationsfrequenzen mit *Campylobacter* spp. bei Geflügelfleisch verschiedener Anbieter bei gekühltem Fleisch mit Haut aus dem Inland [4]

Ein Vergleich der am höchsten kontaminierten Proben mit Keimzahlen von > 500 koloniebildenden Einheiten (KBE) pro Gramm, insgesamt 15 Proben, untermauert diesen Befund: Während bei 44 Proben des Grossverteilers C nur zweimal (4.5%) solch hohe Keimzahlen nachgewiesen wurden, war es bei Grossverteiler A in 4 von 11 Proben (36.4%) der Fall. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass die aufgeführten Grossverteiler ihre Ware aus unterschiedlicher Quelle beziehen und dass es auf Stufe Schlachtung und Verarbeitung von Masthähnchen Unterschiede in hygienischer Sicht gibt. Ähnliche Beobachtungen machte das Bundesamt für Veterinärwesen (BVET) in einem Monitoringprogramm, in dessen Rahmen Proben in verschiedenen Schweizer Schlachthöfen erhoben wurden: Auch hier wurden deutliche Unterschiede zwischen den betrachteten Schlachthöfen festgestellt [15]. Zudem könnten bereits bei den der Schlachtung zugeführten Herden Unterschiede in der Häufigkeit und Höhe der Kontaminationen vorgelegen haben.

Von den 435 positiven Proben liessen sich *Campylobacter* in 315 (27.8%) Proben nur mit der qualitativen Methode nachweisen. Die qualitative Methode ist sehr empfindlich, denn es werden 25 Gramm Probe in einer Selektivbouillon angereichert. Dieses Ergebnis bedeutet, dass ein beträchtlicher Teil der positiven Proben lediglich schwach kontaminiert war. Bei 120 (10.6%) der Proben war hingegen eine Quantifizierung möglich (Abbildung 8):

Befund [KBE / Gramm]	gekühlt (N ₁ =616)		gefroren (N ₂ =516)		gesamt (N=1'132)	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
<i>Campylobacter</i> negativ (qualitativ / quantitativ)	284	46.1%	413	80.0%	697	61.6%
<i>Campylobacter</i> positiv						
x < 10 *	222	36.0%	93	18.0%	315	27.8%
10 ≤ x < 100	68	11.0%	9	1.8%	77	6.8%
100 ≤ x < 1'000	32	5.2%	1	0.2%	33	2.9%
1'000 ≤ x	10	1.7%	0	0.0%	10	0.9%
	332	53.9%	103	20.0%	435	38.4%

Abb. 8: Quantitative Bestimmung der Keimzahlen von *Campylobacter* spp. bei 1'132 Proben Geflügelfleisch (*Nachweisgrenze der quantitativen Methode) [4]

Bei ca. 2.9% der Proben waren zwischen 100 und 1'000 KBE pro Gramm nachweisbar, bei rund 0.9% über 1'000 KBE pro Gramm. Sehr hohe Keimzahlen wurden ausschliesslich bei frischem Fleisch mit Haut ermittelt (Abbildung 9):

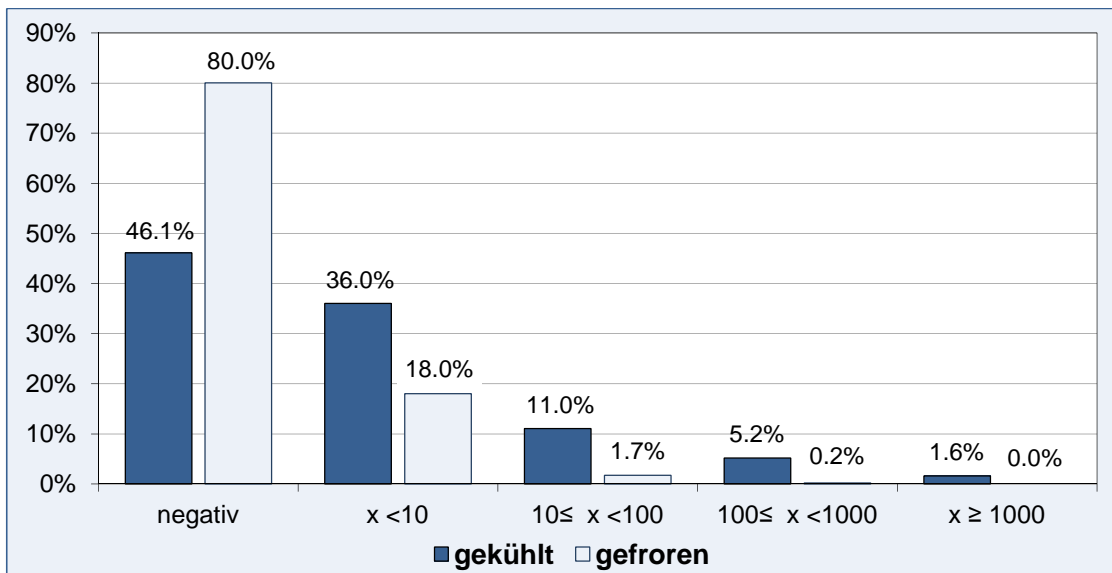


Abb. 9: Quantitative Verteilung der Keimzahlen von *Campylobacter* spp. bei gekühlt und bei gefroren verkauftem Pouletfleisch (KBE / Gramm) [4]

Obschon der Anteil stark kontaminierter Ware damit im tiefen Prozentbereich lag, ist dieser Befund in Anbetracht der grossen Tonnagen jährlich umgesetzten Fleisches bedeutend: Nach Mitteilung des Branchenverbandes Proviande wurden im Jahr 2011 in der Schweiz pro Kopf 11.43 Kilogramm Geflügelfleisch verzehrt, was einem Gesamtumsatz von ca. 91'700 Tonnen entspricht [62]. Die Exposition der Konsumentinnen und Konsumenten gegenüber *Campylobacter* ist damit erheblich. Mit vergleichbaren Relationen waren die Gesundheitsbehörden der Schweiz seinerzeit im Kontext der Epidemie mit *Salmonella* Enteritidis und Eiern konfrontiert: Obschon die Frequenz kontaminierter Eier auf dem Markt tief war, ergab sich wegen der jährlich hohen Zahl verbrauchter Schaleneier ein deutlicher epidemiologischer Impact auf humanmedizinischer Seite.

Zusammenhänge zwischen Geflügelfleischkonsum und Campylobacteriose

Angesichts dieser Befunde liegt die Frage auf der Hand, ob zwischen Geflügelfleischverbrauch und Anzahl der Fälle von Campylobacteriose beim Menschen ein Zusammenhang besteht. In der Tat hat der Konsum von Geflügelfleisch in den letzten beiden Jahrzehnten in der Schweiz, ebenso wie die Melderate der Campylobacteriose, deutlich zugenommen (Abbildung 10):

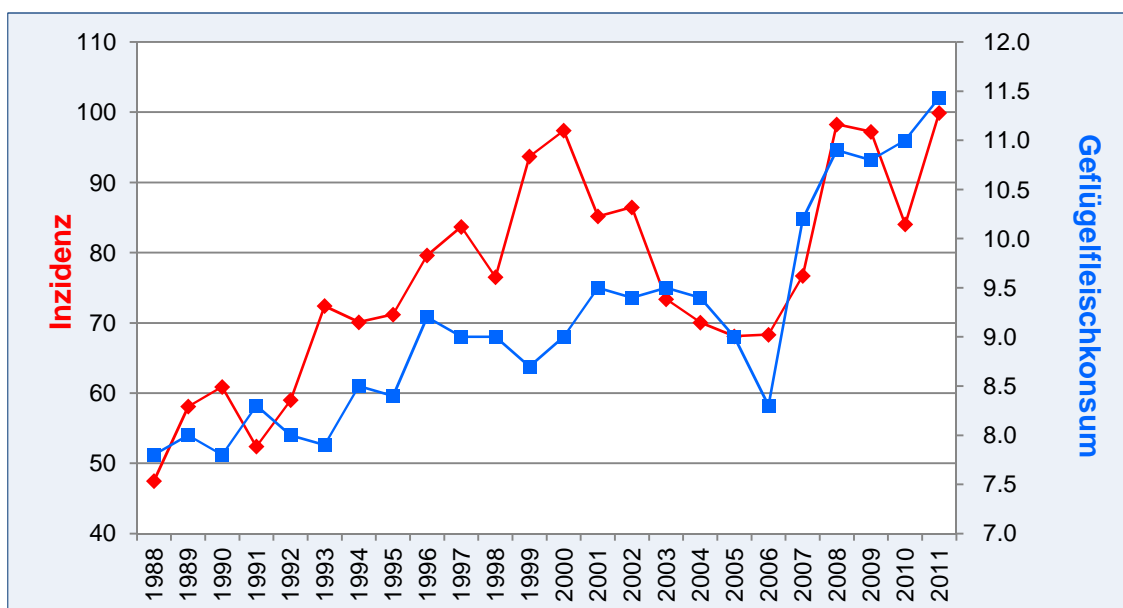


Abb. 10: Verbrauch an Geflügelfleisch (in kg pro Kopf und Jahr) und Inzidenz humaner Campylobacteriosefälle (pro 100'000 Bevölkerung) in der Schweiz in den Jahren 1988 bis 2011 (Quellen: Geflügelfleischkonsum 1988-2009 [47] und 2010-2011 [62]; Inzidenz: BAG)

Die Zunahmen des pro-Kopf Verbrauches an Geflügelfleisch und die Zunahme der Anzahl humaner Campylobacteriosefälle in der Schweiz weisen zwar nicht einen absolut parallelen Verlauf, aber insgesamt die gleiche Entwicklungstendenz auf. Bemerkenswert ist, dass im gleichen Zeitraum der pro-Kopf Konsum anderer Fleischarten, Rind-, Kalb- und Schweinefleisch, kontinuierlich und deutlich zurückgegangen ist (Abbildung 11):

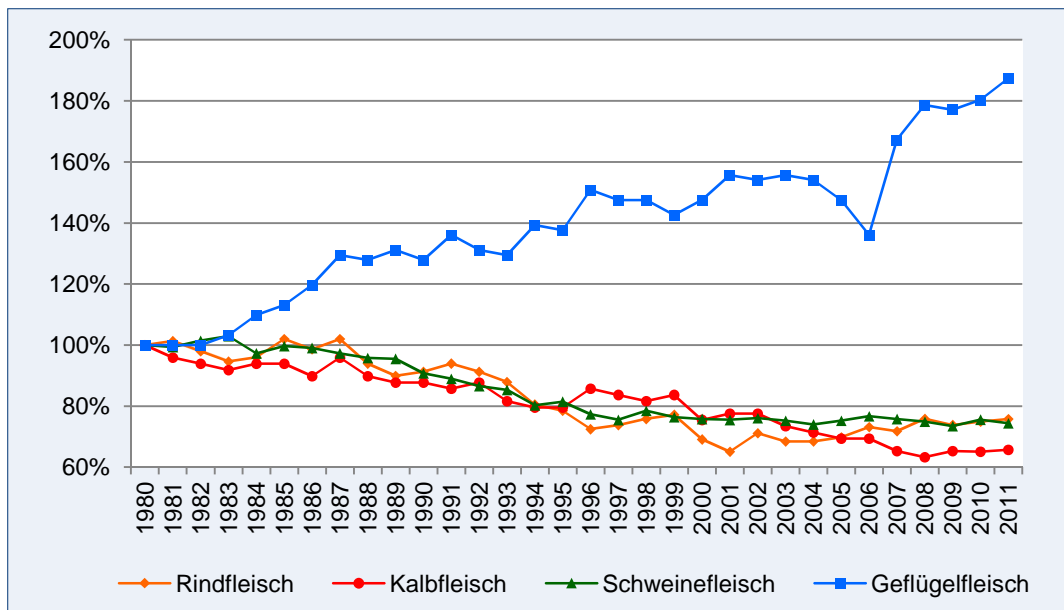


Abb. 11: Entwicklung des pro-Kopf Konsums verschiedener Fleischarten 1980 bis 2010; der Wert von 1980 wurde jeweils als 100% betrachtet (Quellen: Konsum 1980-2009 [47] und 2010-2011 [62].)

Auffällig ist der zwischenzeitliche Rückgang des pro-Kopf Konsums an Geflügelfleisch in den Jahren 2005 und 2006 in der Grössenordnung von ca. 17% im Vergleich zum Jahr 2004, der – zumindest teilweise – mit einem Rückgang der humanen Fälle in den Jahren 2003 - 2006 zusammenfällt. Eine Studie über das Verhalten italienischer Konsumentinnen und Konsumenten [7] kommt zu dem Schluss, dass ein Rückgang der Verkäufe von frischem Geflügelfleisch um ca. 20% im selben Zeitraum in Italien direkt auf die Medienberichterstattung über die "Vogelgrippe" (Influenza A-Virus H5N1) zurückzuführen war. Der Rückgang des Konsums von Geflügelfleisch in der Schweiz im selben Zeitraum könnte daher ebenfalls auf eine Aversion der Konsumentinnen und Konsumenten gegenüber dieser Fleischart in Folge medialer Einwirkungen beim Thema „Vogelgrippe“ zurückzuführen sein.

Auch in anderen Ländern wurde in verschiedenen Situationen beobachtet, dass eine Reduktion des Verzehrs an Geflügelfleisch die Entwicklung der Campylobacteriose-Fallzahlen günstig beeinflusst:

- Ein Ausbruch aviärer Influenza in den Niederlanden von März bis Mai 2003 zog beispielsweise die Keulung 1'300 kommerzieller und über 17'000 nicht kommerzieller Herden von Legehennen und Masthähnchen nach sich. Insgesamt waren über 30 Millionen Tiere von der Keulung betroffen [78]. Im gleichen Zeitraum gingen im Landesschnitt einerseits die Inzidenz der humanen Campylobacteriose um rund 30% und andererseits die Verkäufe an Pouletfleisch um bis zu 9% zurück. Sowohl der Rückgang der Inzidenz (44-50%) als auch der verkauften Mengen an Masthähnchenfleisch (bis zu 12%) waren am höchsten in den Regionen des Landes, die von der Keulung betroffen waren [40].
- Bereits im Jahr 1999 erfolgte in Belgien nach einem Skandal mit dioxinhaltigen Futtermitteln ein massiver Rückruf von Eiern und Pouletfleisch. Diese Intervention auf dem Markt hatte einen Rückgang der Campylobacteriosefälle um rund 40% zur Folge. Nachdem der Verkauf derartiger belgischer Produkte nach zwei Wochen wieder aufgenommen wurde, stieg die Inzidenz der Campylobacteriose wieder auf das Vorniveau an [85].
- In Island wurde vor 1996 als Massnahme gegen die Salmonellose Geflügelfleisch nur gefroren verkauft. Die Inzidenz der Campylobacteriose bewegte sich auf tiefem Niveau (einige 10 Fälle pro

100'000 Einwohner pro Jahr). Ab 1996 durfte Geflügelfleisch wieder gekühlt verkauft werden. Dies führte in Island zu einem dramatischen Anstieg der Campylobacteriose: Die Inzidenz verzehnfachte sich auf ca. 120 Fälle pro Jahr pro 100'000 Einwohner. Erst dank der Etablierung strenger Massnahmen, namentlich dem Monitoring aller Herden und dem Gefrieren kontaminierter Schlachtkörper, konnte die jährliche humane Inzidenz wieder um fast drei Viertel gesenkt werden [79; 80].

- Neuseeland hatte die weltweit höchste Inzidenz der humanen Campylobacteriose. Verschiedene Massnahmen, namentlich die Einführung von Höchstwerten für frisches Pouletfleisch im Verkauf, führte zu einem dramatischen Rückgang der gemeldeten Fälle von 16'000 im Jahr 2006 auf weniger als 7'000 im Jahr 2008 [76; 80].

Entwicklung der Prävalenz bei Mastpoulet

Der pro-Kopf Verbrauch an Fleisch ist nicht die einzige Determinante, welche im Zusammenhang mit dem Geflügelreservoir einen Einfluss auf die Anzahl humaner Campylobacteriosefälle in der Schweiz haben könnte. Auch Unterschiede in der Prävalenz von *Campylobacter* bei Mastpoulet könnten einen Einfluss auf die Humaninzidenz haben. Eine Auswertung der verfügbaren Daten zeigt, dass *Campylobacter* in den vergangenen Jahren mit recht hoher Prävalenz in Geflügelmastbetrieben auftrat; da die Daten jedoch teilweise sehr unterschiedlich erhoben wurden, ist keine abschliessende Aussage möglich, ob eine direkte Korrelation zwischen der Humaninzidenz und der Prävalenz bei Mastpoulet besteht (Abbildung 12):

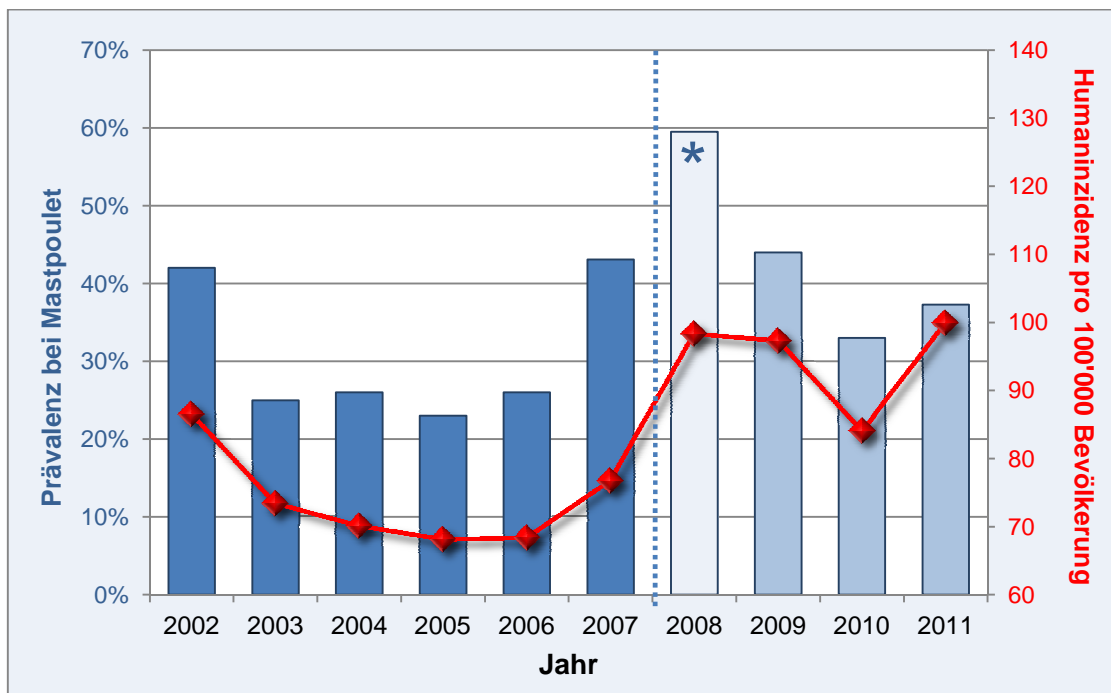


Abb. 12: Inzidenz humaner Campylobacteriosefälle (pro 100'000 Bevölkerung) und Prävalenz bei Mastpoulets in der Schweiz in den Jahren 2002 bis 2011 (Quellen: BAG; BVET (2002-2010: Schweizer Zoonosenberichte [12]; 2011: [13]); bei den Jahren 2002-2007 handelt es sich um nicht annualisierte Prävalenzen bei Einzeltieren, bei 2008-2011 um jährliche Herdenprävalenzen; *der Wert von 59.5 % für die Herdenprävalenz 2008 dürfte in Wahrheit deutlich tiefer liegen, da das BVET nur Daten der Monate Mai bis Dezember berücksichtigen konnte).

Modellrechnungen und saisonaler Verlauf bei Mensch und Tier

In verschiedenen internationalen Studien wurde gezeigt, dass die Inzidenz der humanen Campylobacteriose und die Kolonisation von Mastpoulet-Herden einem übereinstimmenden jahreszeitlichen Verlauf folgt und beide eine ausgeprägte Korrelation mit den Umgebungstemperaturen aufweisen [44; 46; 56; 59; 60; 83]. Auch in der Schweiz folgt sowohl die Humaninzidenz als auch die Herdenprävalenz bei Mastpoulet einem typischen jahreszeitlichen Verlauf mit niedrigen Raten im Winter und einem deutlichen Anstieg im Sommer. Die Saisonalität bei Mensch und Mastpoulet scheint auf den ersten Blick sehr ähnlich zu verlaufen. Aufgrund einer Studie im deutschen Bundesland Niedersachsen [41]

wurde aber postuliert, dass der Anstieg der Labormeldungen beim Menschen etwas früher stattfindet als der Anstieg der Prävalenz beim Mastgeflügel. Dies wurde als Hinweis dafür gewertet, dass sich der Mensch nicht primär beim Geflügel ansteckt, sondern dass sowohl Mensch als auch Geflügel durch eine gemeinsame Quelle infiziert werden.

In einer Studie des BVET und des Veterinary Public Health Institutes (VPHI) der Universität Bern wurde daher der saisonale Verlauf bei Mensch und Mastgeflügel in der Schweiz verglichen. Für die Jahre 2008 und 2009 wurden wöchentliche Prävalenzdaten bei Poulet (Eingangskontrolle eines grossen Schlachthofes) und wöchentliche Meldedaten beim Menschen (Labormeldungen aus dem Meldesystem) statistisch ausgewertet. Die Auswertung ergab, dass ein zeitlicher Zusammenhang zwischen Pouletprävalenz und Humanmeldungen besteht, wobei der Anstieg beim Poulet dem Anstieg beim Menschen vorausgeht. Als statistisch wahrscheinlichste Erklärung hierfür wurde eine gemeinsame (saisonale) Ursache für den Anstieg bezeichnet (Mitteilung Professor Gertraud Schüpbach, *Campylobacter*-Plattform, 3. Sitzung vom 4. November 2010).

Dass Geflügelfleisch einen dominanten Risikofaktor darstellt, geht auch aus einer Modellrechnung des BVET hervor, in der 27% (17% bis 39%) der humanen *Campylobacter*infektionen mit dem direkten Konsum von Geflügelfleisch in Verbindung gebracht werden konnten [16]. Dieses Expositionsmodell kommt damit zu ähnlichen Ergebnissen wie die EFSA, welche kürzlich zum Schluss kam, dass auf Handhabung, Zubereitung und Konsum von Geflügelfleisch 20% bis 30% und auf das Geflügelreservoir insgesamt 50% bis 80% der humanen *Campylobacter*infektionen in Europa zurückzuführen seien [31]. Weitere 27% schrieb das Expositionsmodell Auslandsreisen, 8% Tierkontakten und 39% anderen, nicht näher bezeichneten Risikofaktoren zu [16].

Vergleichende molekulare Typisierungsmethoden

Der stärkste Hinweis auf eine Verbindung zwischen Poulet und Infektionen des Menschen ergibt sich aus vergleichenden molekularbiologischen Untersuchungen gleichzeitig erhobener *Campylobacter*-Isolate aus humanen Patienten, von Pouletschlachtkörpern und von Pouletfleisch im Verkauf. Inzwischen ist bereits eine grosse Zahl von Studien erschienen, die mit molekularen Typisierungsmethoden wie namentlich PFGE (pulsed field gel electrophoresis) und MLST (multilocus sequence typing) derartige Vergleiche vorgenommen haben (beispielsweise [19; 48; 53; 54; 57; 77]). Diese Studien zeigten übereinstimmend und überzeugend einen Zusammenhang zwischen Pouletfleisch und menschlichen Erkrankungen mit *Campylobacter* auf.

Auch in der Schweiz wurden kürzlich Untersuchungen zur molekularen Typisierung von *Campylobacter*-Isolaten publiziert [45]: Mit MLST und *flaB*-Typisierung wurden 136 humane klinische Isolate sowie 243 aus Masthähnchen bei der Schlachtung im Jahr 2008 gesammelte Isolate [89] verglichen sowie deren Antibiotikaresistenz bestimmt. Es zeigte sich, dass 86% der Quinolon-sensitiven humanen Isolate MLST-*flaB* Typen aufwiesen, welche mit solchen aus Poulet überlappten. Da Resistenz gegenüber Quinolonen im Ausland wesentlich häufiger vorkommt als in der Schweiz, kam die Studie zum Schluss, dass ein grosser Anteil der humanen Fälle in der Schweiz von inländischen Hühnern stammt [45]. Weiterführende vergleichende Typisierungsstudien unter Einbezug von *Campylobacter*-Isolaten aus menschlichen Stuhlproben sowie aus Marktproben von Geflügelfleisch, Geflügelschlachtkörpern, Schweinefleisch und Haustieren (Hunde und Katzen) sind am Institut für Veterinär bakteriologie der Universität Bern im Gang. Vorläufige Ergebnisse dieser Studien deuten ebenfalls auf eine grosse Überlappung zwischen Isolaten aus Geflügel und aus dem Menschen hin, dagegen scheint *Campylobacter* vom Schwein vermutlich keine grosse Rolle bei humanen Infektionen zu spielen (Mitteilung Professor Peter Kuhnert, *Campylobacter*-Plattform, 3. Sitzung vom 4. November 2010).

2.3 Geflügelleber

Die Ergebnisse einer Fall-Kontroll-Studie [70] veranlassten das BAG bereits in den 90er Jahren zu einer bakteriologischen Untersuchung, um die Rolle von Pouletleber als *Campylobacter*-Träger zusätzlich zu erhärten [5]. Insgesamt wurden 139 Proben gekühlter und 144 Proben gefrorener Leber

quantitativ auf *Campylobacter* getestet. Dabei wurde bei gekühlter Leber eine Kontaminationsrate von 31% ermittelt und bei gefrorener eine solche von 16%, wobei die Keimzahlen zum Teil im hohen Bereich lagen. So wiesen 2.2% der Proben gekühlter Leber Keimzahlen von > 1'000 KBE pro Gramm auf. Als zentral stellte sich auch die Beobachtung heraus, dass die Kontaminationen häufig nicht nur oberflächlich lokalisiert waren, sondern im Innern der Leber, also in den Gallengängen [5].

Im Jahr 2010 untersuchte das BAG erneut eine Serie von Marktproben gekühlter Pouletlebern und setzte dabei neue chromogene Agarmedien zur quantitativen Bestimmung von *Campylobacter* ein [4]. Zum Vergleich wurden auch Marktproben von Pouletgeschnetzeltem untersucht (Abbildung 13):

Proben	Periode	Campy+	<10 (nn)	≥10-<10 ²	≥10 ² -<10 ³	≥10 ³ -<10 ⁴	≥10 ⁴ -<10 ⁵
Geschnetzeltes	Jan-Mrz	3/30	27	3	0	0	0
	Jul-Aug	11/30	19	11	0	0	0
Leber	Dez-Jan	3/30	27	2	1	0	0
	Aug-Okt	30/30	0	4	13	10	3

Abb. 13: Quantitative Bestimmung von *Campylobacter* spp. in Proben frischer Geflügelleber und Pouletgeschnetzeltem; (Analyse mit CFA von BioMérieux; KBE pro Gramm) [4]

In einer ersten Untersuchungsserie von Dezember 2009 bis Januar 2010 waren nur 3 von 30 (10%) der Leberproben quantifizierbar und die dabei ermittelten Keimzahlen lagen durchwegs im tiefen Bereich von 10 - 100 KBE pro Gramm. Bei der Probenserie von August bis Oktober resultierte jedoch ein markant anderes Bild: In 30 von 30 (100%) der Proben war *Campylobacter* quantitativ nachweisbar und zudem war eine massive Verschiebung zu höheren Keimzahlen zu beobachten, die sich bis in den Bereich von 10'000 - 100'000 KBE pro Gramm erstreckte! Ein Drittel der Proben wies dabei Keimzahlen von über 1'000 KBE pro Gramm auf. Dieser Befund lässt vermuten, dass in den Sommermonaten nicht nur eine höhere Durchseuchungsrate in den Geflügelherden entsteht, sondern dass in den infizierten Tieren höhere Keimmengen aufgebaut werden. Die Untersuchung von Pouletgeschnetzeltem ergab für die warme Jahreszeit ebenfalls eine deutlich erhöhte Kontaminationsfrequenz wobei die Keimzahlen aber saisonunabhängig durchwegs im tiefen Bereich von < 100 KBE pro Gramm lagen.

Die aktuelle Studie bestätigte damit Ergebnisse der bereits 15 Jahre zurückliegenden Studie, dass es sich bei Geflügelleber um ein Hochrisikoprodukt handelt. Auch wenn Geflügelleber im Vergleich zu Geflügelfleisch in der Schweiz in wesentlich geringeren Quantitäten konsumiert wird, könnte aufgrund der Höhe der Kontaminationen Geflügelleber eine erhebliche Rolle im Infektionsgeschehen spielen. Denn wenn bei der Zubereitung von Geflügelleber nicht ausreichend hoch und lange genug erhitzt wird, sind Infektionen quasi programmiert.

Auch in anderen Ländern wurde die Bedeutung von Geflügelleber als Hochrisikoprodukt inzwischen erkannt. So konnten in England und Wales 25 von 114 *Campylobacter*-Ausbrüchen (21.9 %), welche der Health Protection Agency (HPA), der zuständigen Gesundheitsbehörde, zwischen 1992 und 2009 gemeldet wurden, dem Verzehr von Geflügelleber zugeordnet werden [49] und verschiedene weitere Studien zeigen die Verbindung von *Campylobacter*-Ausbrüchen mit dem Verzehr von Leber-Parfait oder Paté auf ([39; 43; 58]. Die HPA hat die Wichtigkeit des Themas in der Folge in einem Health Protection Report thematisiert [42] und die Food Standards Agency (FSA) Empfehlungen für das korrekte Erhitzen von Pouletlebern publiziert [37]. Eine kürzlich erschienene, in Schottland durchgeführte Studie [81] zeigte weiter eine hohe *Campylobacter*-Prävalenz in Leber im Detailhandel von Geflügel (81%), Rind (69%), Schwein (79%) und Schaf (78%) auf. Molekulare Typisierung (MLST) ergab dabei zwischen Stämmen aus Hühnerleber und menschlichen Isolaten die grösste Übereinstimmung [81].

Empfehlungen für eine küchentechnisch korrekte Zubereitung von Pouletleber wurden in der Schweiz bereits 1994 vom BAG abgegeben [6] und seitdem in verschiedener Form regelmässig wiederholt. Unter anderem wurde auch ein Flugblatt zum korrekten Umgang mit rohem Fleisch als Internetversion publiziert [10] und davon in gedruckter Form seit dem Erscheinen über 200'000 Exemplare in Umlauf

gebracht. Welchen Einfluss diese präventiven Aktionen auf die Fallzahlen der humanen *Campylobacter*-erkrankung gehabt haben, lässt sich leider kaum ermitteln. Es darf aber davon ausgegangen werden, dass bei weitem nicht das Total des betroffenen Zielpublikums erreicht werden kann. Noch immer finden nämlich kulinarische Rezepte Verbreitung, welche eine nicht ausreichende Erhitzung des Fleisches vorschreiben und somit das den Geflügellebern innewohnende Risikopotential nicht berücksichtigen.

2.4 Auslandsreisen

Ein Expositionsmodell des BVET [16] schreibt dem Faktor Auslandsreisen ca. 27% (22% bis 32%) der humanen Fälle in der Schweiz zu. Das offizielle Meldesystem der Schweiz erfasst den Parameter Auslandsreisen nicht und eine laufende Differenzierung zwischen reiseassoziierten und inländischen Krankheitsfällen ist nicht möglich. Auslandsreisen wurden jedoch bereits im Rahmen der im Jahr 1994 publizierten schweizerischen Fall-Kontroll Studie als wichtiger Risikofaktor für eine *Campylobacter*-erkrankung identifiziert [70]: Rund 46% der Patienten (Fälle) gaben damals an, drei Tage vor Auftreten der ersten Symptome im Ausland geweilt zu haben.

Dieser Auslandsanteil hat in den darauffolgenden Jahren deutlich abgenommen: Von 467 im Zeitraum von Juni bis Dezember 2009 im Rahmen einer Genotypisierungsstudie erhobenen Stämmen stammten 82% (383) von Patienten ohne Auslandsaufenthalt und nur 18% (84) von Patienten, welche sich in den vorangegangenen zwei Wochen im Ausland aufgehalten hatten [55]. Diese deutliche Verschiebung innerhalb der letzten zwanzig Jahre lässt den Schluss zu, dass es sich bei der andauernden *Campylobacter*-Epidemie in erster Linie um ein nationales und nicht um ein importiertes Phänomen handelt.

Die molekularen Typisierungen (MLST und *flaB*) ergaben im Übrigen eine geringe Übereinstimmung von *Campylobacter*-Isolaten aus Patienten mit und ohne Auslandsaufenthalt; bei *Campylobacter*-Stämmen von reiseassoziierten Fällen (56%) wurde allerdings deutlich häufiger als bei inländischen Fällen (39.4%) eine Resistenz gegenüber Quinolonen beobachtet [55]. Es ist bekannt, dass Resistenz gegenüber Quinolonen im Ausland wesentlich häufiger vorkommt als in der Schweiz. Die molekulare Typisierung von quinolonresistenten Stämmen zeigte daher erwartungsgemäss nur eine geringe Übereinstimmung (39%) zwischen Isolaten aus dem Menschen und aus inländischem Poulet [45].

2.5 Trinkwasser

Über Fäkalien von Wasservögeln, Ablauf von Wasser von landwirtschaftlichen Flächen und namentlich über (ungeklärte) menschliche Abwässer können *Campylobacter*-Bakterien auch in Oberflächen- und Grundwasser gelangen und dort längere Zeit überleben. Der Konsum von unbehandeltem Trinkwasser kann daher einen Risikofaktor für die humane *Campylobacter*-erkrankung darstellen, was durch verschiedene Fallkontrollstudien international belegt wurde [20]. Allerdings ist dieser Faktor nicht generell, sondern eher länder- und regionenspezifisch von Bedeutung. So scheint kontaminiertes Trinkwasser insbesondere in den Nordischen Ländern Europas eine Rolle im Infektionsgeschehen zu spielen [30]. Auch das Vorkommen von *Campylobacter* im Wasser scheint einer Saisonalität zu folgen. Denn in gemässigten Breiten sind im Winter mehr Keime im Wasser zu beobachten als im Sommer, ein saisonaler Trend, welcher interessanterweise der Saisonalität beim Menschen entgegengerichtet [1].

Mithilfe einer quantitativen PCR wurden *Campylobacter* in 87.5% unbehandelter und 64% behandelter Abwässer aus 23 verschiedenen Schweizer Kläranlagen nachgewiesen, die Keimzahlen lagen bei $6.8 \times 10^4 - 2.3 \times 10^6$ Zellen pro Liter in unbehandelten und bei $1.1 \times 10^4 - 2.8 \times 10^4$ Zellen pro Liter in behandelten Abwässern [66]. Gerade unbehandelte menschliche Abwässer können somit auch in der Schweiz stark mit *Campylobacter* belastet sein und stellen darum eine potentielle Erregerquelle für Erkrankungen dar. Ausbrüche mit *Campylobacter*, welche auf Trinkwasser zurückzuführen sind, sind aber in der Schweiz generell seltene Ereignisse. Nur bei vereinzelt Ausbrüchen, insbesondere bei zwei grossen Ausbrüchen 1998 in La Neuveville und 2008 in Adliswil, wurden *Campylobacter* nach-

gewiesen [9; 52]). In beiden Fällen war es durch technische Mängel und menschliches Versagen zu schwerwiegenden Verunreinigungen des Trinkwassers mit belastetem Abwasser gekommen.

Das Trinkwasser in der Schweiz stammt zu ca. 20% aus Oberflächenwasser (vor allem Seewasser), 40% aus Quellwasser und 40% aus Grundwasser. Dabei werden ungefähr zwei Drittel der Rohwässer einer Trinkwasseraufbereitung unterzogen, darunter alle Wässer, die aus Oberflächengewässern stammen. Dank einer sehr guten Qualität des Rohwassers können 38% des gewonnenen Trinkwassers ohne jegliche Aufbereitung zum direkten Konsum ins Versorgungsnetz eingespeist werden [75]. In zwei Untersuchungen wurden zwar *Campylobacter* in der Schweiz in Quellwasser gefunden, und zwar im Rohwasser einer Karstquelle und einer aus einem Porengrundwasserleiter gespeisten Quelle [2; 63; 68]). In einer grossangelegten Studie des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) konnte dagegen *Campylobacter* in insgesamt 99 Kluft-, Karst- und Lockergesteinsgrundwasserleitern nicht nachgewiesen werden [61]. Es ist daher nicht anzunehmen, dass das Schweizer Grund- und Quellwasser in einem Ausmass mit *Campylobacter* belastet wäre, dass es eine Bedeutung im Infektionsgeschehen haben würde. Oberflächenwässer könnten grundsätzlich mit *Campylobacter* belastet sein, die Keime werden durch die gängigen Verfahren zur Trinkwasseraufbereitung jedoch eliminiert.

Es kann somit davon ausgegangen werden, dass – abgesehen von Einzelsituationen – fäkal kontaminiertes Trinkwasser aufgrund des hohen mikrobiologischen Qualitätsstandards epidemiologisch im Hinblick auf sporadische Fälle in der Schweiz nur eine marginale Rolle spielt. Zum Vergleich: Eine in den Niederlanden durchgeführte Expositionsabschätzung ergab, dass dort (Oberflächen-)Wasser nur maximal 1% zur gesamten Exposition gegenüber *Campylobacter* beiträgt [35] und die zuständigen Behörden kamen zu dem Schluss, dass Trinkwasser in den Niederlanden keine wichtige Infektionsquelle darstellt [65]. Eine gleichlautende Schlussfolgerung lässt sich auch für die Schweiz ziehen. Eine exakte quantitative Bestimmung des Risikos sporadischer Fälle von *Campylobacter* aufgrund von Trinkwasser in der Schweiz ist auf der Basis der vorliegenden Daten allerdings nicht möglich.

2.6 Haustiere

Kontakt mit Haustieren wird immer wieder als wichtiger Übertragungsweg für die *Campylobacter* ins Feld geführt. Aufgrund der häufig sehr engen sozialen Kontakte zwischen Haltern und ihren Haustieren ist eine Übertragung von *Campylobacter*-infizierten Haustieren auf den Menschen auch grundsätzlich möglich. Ein Expositionsmodell schreibt diesem Faktor ca. 8% (6% bis 9%) der humanen Fälle in der Schweiz zu [16].

Eine 2005 publizierte Studie [88] zeigte, dass Hunde und Katzen in der Schweiz grundsätzlich die für Infektionen beim Menschen hauptsächlich verantwortlichen Stämme *C. jejuni* und *C. coli* tragen können, dies jedoch sehr selten (Abbildung 14):

Spezies	Hunde (n=634)		Katzen (n=596)	
	Anzahl	Prävalenz	Anzahl	Prävalenz
<i>C. jejuni</i>	36	5.7%	24	4.0%
<i>C. coli</i>	7	1.1%	5	0.8%
<i>C. lari</i>	6	0.9%	0	-
<i>C. upsaliensis</i> / <i>C. helveticus</i>	193	30.4%	210	35.2%
<i>Campylobacter</i> spp.	40	6.3%	27	4.5%
<i>Campylobacter</i> -positive Tiere insgesamt	261	41.2%	250	41.9%

Abbildung 14: *Campylobacter*-Prävalenz bei Hunden und Katzen (aus [88]).

In den meisten Fällen (insgesamt ca. vier Fünftel der Nachweise) wurde dagegen *C. upsaliensis* isoliert, ein Stamm der selten mit Erkrankungen beim Menschen in Zusammenhang gebracht wird. Die dem BAG 2009 gemeldeten Nachweise von *Campylobacter* betrafen dagegen in der überwiegenden Mehrzahl (ca. 90%) *C. jejuni* und *C. coli*. Andere *Campylobacter*-Spezies wurden beim Menschen in der Schweiz nur in 0.3% der Fälle nachgewiesen (Schweizer Zoonosenbericht 2009 [12]).

Molekulare Typisierungsstudien, welche unter anderem den Vergleich von humanen Isolaten und Stämmen aus Katzen und Hunden umfassen und somit eine fundierte Aussage zum Grad der Verwandtschaft dieser Isolate erlauben sollten, sind zurzeit am Institut für Veterinär bakteriologie der Universität Bern im Gang (Mitteilung Professor Peter Kuhnert, *Campylobacter*-Plattform, 3. Sitzung vom 4. November 2010).

Bereits jetzt lässt sich jedoch das Fazit ziehen, dass Haustiere im Infektionsgeschehen der Campylobacteriose des Menschen in der Schweiz wahrscheinlich nur eine untergeordnete Rolle spielen.

2.7 Zusammenfassung

Die Befunde zu den wichtigsten Risikofaktoren der humanen Campylobacteriose in der Schweiz lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

- Zahlreiche Beobachtungen und wissenschaftliche Studien belegen, dass die humane Campylobacteriose in der Schweiz hauptsächlich auf das Geflügelreservoir zurückzuführen ist und dass kontaminiertes Geflügelfleisch eine wesentliche Determinante in der Übertragung des Erregers auf den Menschen darstellt. Dieser Befund wird durch die internationale wissenschaftliche Fachliteratur in hohem Mass gestützt.
- Pouletfleisch auf dem Schweizer Markt ist häufig mit *Campylobacter* belastet. Die vorliegenden Daten weisen darauf hin, dass Verbesserungsmöglichkeiten auf Stufe Schlachtung und Fleischverarbeitung bestünden.
- Mit *Campylobacter* kontaminierte Pouletfleischproben sind zwar mehrheitlich schwach belastet, bei einem Anteil der Proben in der Grössenordnung von mehreren Prozent liegen die Keimzahlen jedoch über 100 KBE pro Gramm. Wegen der tiefen infektiösen Dosis des Erregers stellt derart stark kontaminiertes Fleisch ein Risiko für die Konsumentinnen und Konsumenten dar.
- Pouletleber ist während den heissen Monaten des Jahres mit ausgesprochen hohen *Campylobacter* Keimzahlen belastet. Die Erreger sind teilweise im Innern der Lebern lokalisiert, was das Risiko für die Konsumentinnen und Konsumenten deutlich erhöht. Pouletleber stellt damit ein Hochrisikoprodukt dar.
- Der Reiseanteil an der Campylobacteriose hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten halbiert, im gleichen Zeitraum haben sich die über das Meldesystem erfassten Fälle nahezu verdoppelt. Dies macht deutlich, dass in der Schweiz vor allem ein hausgemachtes Problem vorliegt, das sich in den letzten Jahren verstärkt akzentuiert hat.
- Weitere Risikofaktoren wie Kontakt mit infizierten Haustieren, Konsum von Rohmilch oder kontaminiertes Trinkwasser tragen gesamthaft wenig zum epidemiologischen Geschehen in der Schweiz bei.

3 Risk Management Optionen

3.1 Ausgangslage

Die Zahl der *Campylobacter*-Infektionen hat in der Schweiz eine aus Sicht der öffentlichen Gesundheit inakzeptable Höhe erreicht. Der alimentäre Übertragungsweg via mit *Campylobacter* kontaminierte Geflügelfleischprodukte spielt im Infektionsgeschehen die zentrale Rolle. Gemäss Artikel 1 des Lebensmittelgesetzes [14] haben die zuständigen Behörden der Schweiz und namentlich das BAG den klaren Auftrag, die Konsumentinnen und Konsumenten vor Lebensmitteln zu schützen, welche die Gesundheit gefährden können. Gestützt auf diesen Gesetzesartikel und in Anbetracht der vorliegenden epidemiologischen Faktenlage ergibt sich für das BAG die Notwendigkeit, im Rahmen eines Mikrobiologischen Risk Managements nun Massnahmen im Zusammenhang mit der Campylobacteriose-Problematik festzulegen. Diese Massnahmen müssen einerseits verhältnismässig, aber andererseits auf jeden Fall geeignet sein, eine konkrete Verbesserung der Situation einzuleiten und die im Rahmen der Arbeitsgruppe „Roadmap“ gesetzten Schutzziele möglichst zu erreichen.

Ein Mikrobiologisches Risk Management soll gemäss einschlägiger diesbezüglicher Leitlinien des Codex Alimentarius [17] einem strukturierten Ansatz folgen, der folgende Schritte umfasst:

- Identifikation und Auswahl von Risk Management Optionen;
- Implementierung von Risk Management Aktivitäten;
- Überwachung und Bewertung der Umsetzung der gewählten Optionen.

Die Risk Management Optionen sollen dabei die Gesundheit der Konsumenten schützen, sie sollen wissenschaftlich abgestützt, verhältnismässig zum identifizierten Risiko, praktikabel, effektiv und umsetzbar sein [17].

Aufgrund der bisher vorliegenden Daten ist die hohe Zahl von *Campylobacter*-Infektionen in der Schweiz nicht auf eine einzelne Ursache zurückzuführen. Vielmehr sind zahlreiche unterschiedliche Faktoren von der Einstellung im Primärproduktionsbetrieb bis zur Zubereitung in der Küche von Relevanz. So sollte bei der Auswahl von möglichen Risk Management Optionen einerseits die gesamte Lebensmittelkette betrachtet werden, andererseits können auch bereits etablierte Risk Management Optionen anderer Länder mitberücksichtigt werden.

Von den möglichen Risk Management Optionen werden im Nachfolgenden fünf näher diskutiert, die in der Lebensmittelkette der Schlachtung nachgelagert sind: Die Dekontamination von Geflügelschlachtkörpern, die Festlegung von Prozesshygienekriterien oder Lebensmittelsicherheitskriterien, Einschränkungen im Verkauf von Geflügelprodukten und verbindliche Hygienehinweise auf Verpackungen. Namentlich sind dies Massnahmen, die überwiegend im Zuständigkeitsbereich des BAG und der Kantonschemikerinnen und -chemiker liegen und die relativ kurzfristig implementiert werden könnten. Nicht berücksichtigt werden dagegen Massnahmen auf Stufe Primärproduktion, da für diese nicht das BAG, sondern das BVET zuständig wäre. Ausgeklammert werden zudem Massnahmen zur Information und Verbesserung des Hygieneverhaltens der Konsumentinnen und Konsumenten, da diese bereits in gewissem Umfang durch das BAG umgesetzt wurden.

3.2 Option 1: Dekontamination von Schlachtkörpern

Eine Literaturübersicht zu den möglichen biologischen, physikalischen und chemischen Dekontaminationsbehandlungen von Geflügelschlachtkörpern wurde im Rahmen eines durch die *Campylobacter*-Plattform ausgelösten Projektes erstellt und publiziert [50]. Diese Literaturstudie kommt zum Schluss, dass physikalische Behandlungen mit Heisswasser oder Dampf zwar effektiv sind, beim Fleisch jedoch oft zu qualitativen Beeinträchtigungen im Erscheinungsbild führen. Eine Kombination von Dampf und Ultraschall scheint diesbezüglich bessere Resultate zu liefern. Des Weiteren ist auch die Luftkühlung effektiv. Für eine chemische Behandlung sind organische Säuren sowie chlor- oder

trinatriumphosphathaltige Substanzen geeignet. Studien bezüglich der chemischen Behandlung zeigen, dass unter den für die Anwendung vorgeschlagenen Bedingungen keine Bedenken bezüglich der Lebensmittelsicherheit bestehen und diese Substanzen beim jetzigen Wissensstand nicht zu einer erhöhten Resistenz gegen andere antimikrobielle Wirkstoffe führen [29]. Neben der Dekontamination von Schlachtkörpern mithilfe einer chemischen Behandlung wäre auch deren Bestrahlung grundsätzlich möglich. Eine Dekontamination durch Bestrahlung, beispielsweise mit Gammastrahlen, wäre hochwirksam und würde zur Elimination der Keime auf Schlachtkörpern führen.

In der Schweiz ist der gesetzliche Rahmen für die Dekontamination von Geflügelschlachttierkörpern sehr eng. Gemäss Artikel 20 Absatz 1 Buchstabe c der Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung [72] ist die Behandlung von Lebensmitteln tierischer Herkunft zur Entfernung von Oberflächenverunreinigungen mit anderen Verfahren als dem Abspülen mit Trinkwasser bewilligungspflichtig. Eine gleichlautende Bestimmung (Verordnung (EG) No. 853/2004 [27]) kennt auch die Gesetzgebung der Europäischen Union (EU). Zurzeit sind weder in der Schweiz noch in der EU Dekontaminationsbehandlungen zugelassen, werden jedoch in mehreren anderen Ländern bereits erfolgreich angewendet und tragen dazu bei, die Belastung von Geflügelschlachttierkörpern mit *Campylobacter* zu reduzieren. Gemäss schweizerischer Gesetzgebung müsste auf eine chemische Behandlung im Rahmen der Kennzeichnungsbestimmungen, Artikel 2 Absatz 1 Buchstabe k in Verbindung mit Artikel 17 der Verordnung über die Kennzeichnung und Anpreisung von Lebensmitteln [22], hingewiesen werden. Es ist allerdings davon auszugehen, dass die Konsumentenakzeptanz von behandelten Geflügelschlachttierkörpern, insbesondere wenn chlorhaltige Substanzen eingesetzt werden würden, sehr gering ist. Ob diese Haltung in Anbetracht der zahlreichen *Campylobacteriose*-Fälle jedoch noch aktuell ist, wurde bisher nicht konkret gesamteuropäisch verifiziert. Eine im Vereinigten Königreich durchgeführte Studie [38] kam zumindest zu dem Schluss, dass die Konsumentinnen und Konsumenten einer chemischen Dekontamination aufgeschlossener gegenüber stehen würden, falls die Kennzeichnung nicht den Eindruck erweckt, dass chemische Rückstände auf dem Produkt zu erwarten sind. Andererseits dürfte eine Deklaration bei den Anbietern aus marketingtechnischen Gründen auf wenig Sympathie stossen.

Weiter ist gemäss Artikel 20 Absatz 1 Buchstabe a der Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung [72] die Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen bewilligungspflichtig. Werden Lebensmittel durch Bestrahlung behandelt, sind die Konsumentinnen und Konsumenten, sowohl bei vorverpackten als bei offen angebotenen Lebensmitteln, auf diesen Umstand hinzuweisen. Artikel 2 Absatz 1 Buchstabe n sowie Artikel 36 Absatz 2 Buchstabe a der Verordnung über die Kennzeichnung und Anpreisung von Lebensmitteln [22], regeln den Wortlaut der Kennzeichnung: «mit ionisierenden Strahlen behandelt» oder «bestrahlt». Eine im Vereinigten Königreich durchgeführte Studie [38] kommt zum Schluss, dass eine derartige Deklaration bei den Konsumentinnen und Konsumenten Assoziationen zu Krebsbehandlung und radioaktiver Verstrahlung wecken würde. Es ist daher davon auszugehen, dass die Bestrahlung von Schlachtkörpern zum jetzigen Zeitpunkt bei ihnen kaum Akzeptanz finden würde. Auch dürften die Anbieter aus marketingtechnischen Gründen kaum eine Bestrahlung in Betracht ziehen.

Nach geltender Rechtslage müsste die Initiative für eine chemische Dekontamination oder Bestrahlung von Geflügelschlachtkörpern von den Schlachthöfen resp. den Verarbeitern oder Verteilern ausgehen. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass diese einen Antrag auf Bewilligung einreichen werden, solange kein Handlungsbedarf, bedingt durch einen gesetzlichen Auftrag, besteht. Zudem würde eine chemische Behandlung oder Bestrahlung nur der Symptombekämpfung dienen und die *Campylobacter*-Problematik nicht an der Wurzel anpacken.

3.3 Option 2: Prozesshygienekriterien

Nach Artikel 5 Absatz 3 der Hygieneverordnung [21] beschreiben Prozesshygienekriterien generell die akzeptable Funktionsweise eines Herstellungsprozesses. Bei Überschreitung eines Kriteriums sind durch die Verantwortlichen eines Lebensmittelbetriebes die erforderlichen Korrekturmassnahmen zur

Sicherstellung der Prozesshygiene zu treffen. Prozesshygienekriterien gelten nicht für Produkte, die sich im Handel befinden.

Die in der Schweiz geltenden Prozesshygiene- und Lebensmittelsicherheitskriterien sind gleichwertig zu den in der EU mit der Verordnung (EG) No. 2073/2005 [25] festgelegten mikrobiologischen Kriterien. Denn die Schweiz hat sich im Rahmen des bilateralen Abkommens vom 21. Juni 1999 zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über den Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen [71] zur Übernahme dieser Kriterien verpflichtet. Eine Ausnahme bilden lediglich die in Anhang 2 der Hygieneverordnung definierten Toleranzwerte [21].

Die Schweiz könnte, trotz dieser vertraglichen Verpflichtung, wie die EU-Mitgliedsstaaten auf nationaler Ebene eigene Prozesshygienekriterien festlegen, da diese, im Gegensatz zu Lebensmittelsicherheitskriterien, welche für Produkte auf dem Markt gelten, den internationalen Handel nicht nachteilig berühren würden. Aus Schweizer Sicht steht somit die Festlegung eines Prozesshygienekriteriums im Vordergrund, das nur inländische Betriebe treffen würde. Es ist allerdings davon auszugehen, dass die betroffenen heimischen Unternehmen ein solches Kriterium, mit der Begründung einer Rechtsungleichheit, in Frage stellen würden.

Um die *Campylobacter*-Problematik wirksam anzugehen, sind Massnahmen entlang der gesamten Lebensmittelkette notwendig. Durch das Festlegen eines Prozesshygienekriteriums würde insbesondere Druck auf die der Verarbeitung vorgelagerten Prozesse ausgeübt werden, beispielsweise im Hinblick auf eine Verbesserung der Hygiene und der Stallhaltung in der Primärproduktion oder eine Optimierung der Schlachtprozesse. Es stellt sich die Frage, auf welcher Prozessstufe ein Prozesshygienekriterium gelten sollte: Ein Prozesshygienekriterium auf Stufe Verarbeitung müsste durch das BAG in Anhang 3 der Hygieneverordnung [21] aufgenommen werden. Ein Kriterium auf Stufe Geflügelschlachttierkörper unterläge dagegen dem Regelungsbereich des BVET und müsste im Rahmen der Verordnung über das Schlachten und die Fleischkontrolle [73] resp. in der Anleitung des BVET zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben [11] geregelt werden.

Weiter stellt sich die Frage nach der Höhe der Prozesshygienekriterien: Auf Stufe Verarbeitung liesse sich ein Wert wahrscheinlich aus den Ergebnissen der durch das BAG durchgeführten Grundlagenstudie zur Erhebung der Prävalenz von *Campylobacter* in Pouletprodukten im Detailhandel [4] ableiten. Für ein verhältnismässiges Prozesshygienekriterium auf Stufe Schlachtung könnten Untersuchungen in Europa und in der Schweiz herangezogen werden, aus denen bekannt ist, mit welchen *Campylobacter*-Keimzahlen auf Schlachtkörpern von Masthähnchen zu rechnen ist.

Je nach Stufe der Regelung wären die Kantonschemikerinnen und -chemiker (Stufe Verarbeitung) oder die Kantonstierärztinnen und -ärzte (Stufe Schlachthof) für die Überwachung und Überprüfung der Einhaltung zuständig. Wirkung erzielt ein Prozesshygienekriterium vor allem dann, wenn eine konsequente Überwachung durch die Behörden erfolgt und bei Abweichungen verlangt wird, dass Verbesserungsmaßnahmen ergriffen werden. Aus Sicht der direkteren Einflussmöglichkeiten der Verantwortlichen bei nicht konformen Resultaten, erscheint die Festlegung eines Prozesshygienekriteriums auf Stufe Geflügelschlachtkörper geeigneter als auf Stufe Verarbeitung.

3.4 Option 3: Lebensmittelsicherheitskriterien

Die für die Schweiz zur Verfügung stehenden quantitativen Analysedaten für *Campylobacter* für Pouletfleisch vom Markt [4] würden es erlauben, ein Lebensmittelsicherheitskriterium (Grenzwert) zu definieren. Ein solcher Wert müsste in der Hygieneverordnung [21] verankert werden und insbesondere die am stärksten kontaminierten und somit riskantesten Geflügelfleischkategorien, nämlich frisches Fleisch mit Haut und Geflügelleber, ins Auge fassen.

Ein Grenzwert wäre eine der schärfsten und damit wirksamsten regulatorischen Massnahmen, welche die zuständigen Behörden in Betracht ziehen könnten. Von den Vollzugsbehörden kann im Extremfall eine Warenvernichtung angeordnet werden, was die Unternehmen wirklich zwingt, aktiv nach Verbesserungsmöglichkeiten zu suchen. Ein derartiges Lebensmittelsicherheitskriterium müsste daher verhältnismässig, das heisst von der Geflügelbranche auch tatsächlich umsetzbar sein. Das ist nur der Fall, wenn die Beanstandungsquote nicht zu hoch ausfällt. Somit käme nur ein quantitatives Kriterium in Frage und nicht die Absenz von *Campylobacter* in einer bestimmten Menge Fleisch.

Als wichtigstes Argument gegen ein Lebensmittelsicherheitskriterium sind aber die erwähnten vertraglichen Verpflichtungen gegenüber der EU anzuführen. Das Festlegen eines nationalen Lebensmittelsicherheitskriteriums müsste gegenüber der EU notifiziert werden (gemäss Richtlinie 98/34/EG [26]) sowie wissenschaftlich solide validiert sein. Bis zum jetzigen Zeitpunkt wurden in der EU keine nationalen Lebensmittelsicherheitskriterien akzeptiert resp. notifiziert. Neben Inlandproduzenten wären Importeure hiervon gleichermaßen betroffen. Damit wäre der freie Warenverkehr aus der EU in die Schweiz nicht mehr gewährleistet, was dem Abkommen vom 21. Juni 1999 zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über den Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen [71] zuwiderlaufen würde. Problematisch wäre zudem, dass die Verbesserungs-massnahmen nicht beim Inverkehrbringer der Ware, sondern eigentlich bei den Produzenten (Hüherhaltung) und Verarbeitern (Schlachthöfe) erfolgen müsste.

An dieser Stelle sei der Vollständigkeit halber erwähnt, dass die Vollzugsbehörden unter Umständen den bestehenden Artikel 8 Absatz 1 der Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung [72] als Instrument einsetzen könnten. Dieser allgemeine Artikel hält fest, dass Lebensmittel Mikroorganismen nur in Mengen enthalten dürfen, welche die Gesundheit der Konsumentinnen und Konsumenten nicht gefährden. Allerdings müsste eine Beanstandung mit einer stichhaltigen Begründung für die Gefährdung abgesichert sein, die notfalls auch vor Gericht bestehen kann. Da aber dieses Vorgehen für die kantonalen Vollzugsbehörden, insbesondere in Anbetracht möglicher gerichtlicher Auseinandersetzungen, aufwändig wäre, ist nicht davon auszugehen, dass es in der täglichen Vollzugspraxis eingesetzt werden würde.

3.5 Option 4: Einschränkungen im Verkauf

Die mikrobiologischen Untersuchungen von Geflügelprodukten, die an der Verkaufsfond erhoben wurden, haben klare Unterschiede in der Höhe der Belastung zwischen einzelnen Produktkategorien gezeigt [4]. Insbesondere frische gekühlte Pouletleber stellt, zumindest in den Sommermonaten, ein Hochrisikoprodukt für die Konsumentinnen und Konsumenten dar, aber auch frisches gekühltes Fleisch mit Haut ist offensichtlich teilweise sehr hoch belastet. Der Gedanke, den Verkauf bestimmter Pouletprodukte ganz oder teilweise, zum Beispiel zeitlich befristet, zu verbieten, ist daher naheliegend.

Partielle Verkaufsverbote hätten zweifelsohne einen Einfluss auf die Fallzahlen bei der humanen Campylobacteriose. Ein Verkaufsverbot wäre allerdings die einschneidendste aller möglichen Massnahmen und deshalb juristisch kaum begründbar, insbesondere da bei hygienischer Handhabung und korrekter Zubereitung das Risiko einer Übertragung auch bei hoch belasteten Produkten gering ist. Statt eine bestimmte Produktgruppe generell zu verbieten, wäre es jedoch möglich, technische Anforderungen für ihre Abgabe an die Konsumentinnen und Konsumenten festzulegen.

So könnte beispielsweise verfügt werden, dass gewisse Fleischkategorien nur noch tiefgefroren in Umlauf gebracht werden dürfen. Aus den Ergebnissen der Grundlagenstudie des BAG [4] lässt sich ableiten, dass diese Massnahme wahrscheinlich eine deutliche Reduktion der *Campylobacter*-Keimzahlen auf den betroffenen Produkten im Verkauf zur Folge hätte. Laboruntersuchungen mit Geflügelfleisch experimentell zugesetzten *Campylobacter*-Bakterien („Spiking“) zeigten, dass Tiefgefrieren je nach eingesetzten Bedingungen die Keimzahlen um eine bis mehrere \log_{10} -Stufen zu reduzieren vermag [24; 67]. Auch gemäss einer kürzlich erschienen Beurteilung der EFSA reduziert Tiefge-

frieren die Keimzahlen, und zwar bei Lagerung für einige Tage um 0.91-1.44 log₁₀, bei drei Wochen um 1.77 - 2.18 log₁₀ [33]. Leitlinien des Codex Alimentarius geben für eine Lagerung bei -20°C während 31 Tagen eine Reduktion der *Campylobacter* Keimzahlen um 0.7-2.9 Zehnerpotenzen an [18].

Die Kältebehandlung stellt somit eine wirksame Massnahme gegenüber *Campylobacter* dar. Das Tiefgefrieren allen Pouletfleisches mit Haut wäre sicher im Hinblick auf eine Reduktion der Campylobacteriose-Fallzahlen aus Sicht der Öffentlichen Gesundheit eine sinnvolle Massnahme, wie insbesondere Erfahrungen in Island zeigen [79]. Eine derartige Vorgabe brächte allerdings aufgrund der grossen jährlich umgesetzten Menge von Pouletfleisch mit Haut für die Anbieter erhebliche Kosten mit sich, welche wohl an die Konsumentinnen und Konsumenten weitergegeben werden würden. In grossem Stile Tiefgefrieren hiesse zudem höheren Energieverbrauch. Geflügelleber wird im Vergleich dazu in wesentlich geringeren Quantitäten im Verkauf angeboten. Eine Einschränkung, dass Geflügelleber nur in tiefgefrorenem Zustand an Konsumentinnen und Konsumenten abgegeben werden darf, wäre daher für die Anbieter mit verhältnismässig geringem Aufwand umsetzbar und das Risiko, das von diesem Hochrisikoprodukt ausgeht, könnte auf relativ einfache Weise reduziert werden.

Eine Alternative würde das als "scheduled slaughter" bezeichnete Vorgehen darstellen, welches darin besteht, dass nur Schlachtkörper aus kontaminierten Mastpoulet-Herden einer Kältebehandlung unterzogen werden. So werden beispielsweise in Island [79; 80] und Dänemark [87] alle Herden vor der Schlachtung getestet und Schlachtkörper positiver Herden nur für gefrorene Produkte verwendet, was in diesen Ländern zu einer wesentlichen Reduktion der Campylobacteriose-Fälle beitrug. In ähnlicher Weise könnte auch in der Schweiz verfügt werden, dass Pouletfleisch oder Pouletleber nur noch gekühlt verkauft werden dürfen, wenn sie von *Campylobacter*-freien Herden stammen, und dass alle anderen Produkte tiefgefroren werden müssen. Dies würde allerdings erfordern, dass alle Herden vor der Schlachtung auf *Campylobacter* überprüft werden. Hierfür stünden heutzutage günstige und sensitive Schnelltests zur Verfügung, zum Beispiel auch für den Nachweis von *Campylobacter* aus Hühnerkotproben [86].

3.6 Option 5: Verbindliche Hygienehinweise

Einige den hygienischen Umgang betreffende Vorschriften zur Kennzeichnung von Fleisch und Fleischprodukten sind in Artikel 9 Absatz 4 der Verordnung über Lebensmittel tierischer Herkunft festgelegt [23]: Bei Hackfleisch, wie auch bei Fleischzubereitungen und Fleischerzeugnissen aus Geflügelfleisch, welche zum Verzehr in durcherhitztem Zustand bestimmt sind, ist auf der Verpackung und der Umhüllung ein entsprechender Hinweis anzubringen. Für frisches Geflügelfleisch besteht jedoch keine Regelung.

Bereits 2001 unternahm das BAG einmal den Versuch, in der Hygieneverordnung die Pflicht zu verankern, die Konsumenten vor mikrobiologischen Risiken zu warnen. Eine Regelung scheiterte damals jedoch unter anderem am Widerstand der Lebensmittelindustrie. Auf freiwilliger Basis hatte zuvor ein Grossverteiler ab 1993 als Reaktion auf eine Sendung eines Konsumentenschutzmagazins im Schweizer Fernsehen einen Küchenhygienehinweis auf frischem Geflügelfleisch angebracht. Mit wachsendem Bewusstsein über den Zusammenhang zwischen Geflügelfleisch und *Campylobacter*-Infektionen hat sich dieser Hygienehinweis inzwischen schweizweit etabliert. Leider sind die Hinweise jedoch meistens nicht an prominenter Stelle, sondern teils sogar auf der Innenseite von Verpackungen angebracht, wovon natürlich kaum Notiz genommen wird. Zudem sind sie häufig in kleiner Schrift gedruckt und manchmal zu wenig instruktiv, weshalb ihre Wirkung fraglich ist.

Es wäre deshalb sinnvoll, für die Konsumentinnen und Konsumenten verständliche und auffällige Hygienehinweise rechtlich verbindlich einzuführen. Würden Warnhinweise gesetzlich vorgeschrieben, wären pro forma Texte auf Verkaufspackungen nicht mehr möglich. Ein Hygienehinweis auf rohem Geflügelfleisch sollte sich nicht nur auf das vollständige Erhitzen beschränken, sondern auch den korrekten Umgang mit rohem Geflügelfleisch einbeziehen, da *Campylobacter*-Infektionen im Privat-

und Gemeinschaftshaushalt weniger durch unvollständiges Erhitzen, als durch Kreuzkontaminationen verursacht werden ([28; 51].

Die Schweizerischen Kennzeichnungsvorschriften für Lebensmittel tierischer Herkunft sind im Bereich des EU-Hygienepaketes mit denjenigen der EU äquivalent. Aus dem bilateralen Abkommen mit der EU [71] lässt sich jedoch kein Hinderungsgrund ableiten, der zusätzlichen Kennzeichnungsvorschriften aus Gründen des Gesundheitsschutzes in der Schweiz im Wege stehen würde.

Abschliessend ist allerdings zu bemerken, dass die Meinungen über die Wirkung von Hygienehinweisen auf Verpackungen geteilt sind: Die an einem wissenschaftlichen Kolloquium der EFSA im Jahr 2008 teilnehmenden Experten kamen zu der Beurteilung, dass derartige Hinweise zwar in der Umsetzung billig, aber von geringer Wirksamkeit wären [30]. Auch der Einfluss der seit 1994 in den USA obligatorisch anzubringenden „food-handling labels“ wurde als begrenzt bezeichnet [90]. Andererseits kam beispielsweise ein Bericht der für die Lebensmittelsicherheit zuständigen Behörde in Irland [36] zu dem Schluss, dass das Vorschreiben von leicht verständlichen Hygienehinweisen eine effektive und kostengünstig umzusetzende Massnahme zur Bekämpfung der Campylobacteriose sei. Und gemäss einer Übersichtsarbeit [64] seien Hinweise auf der Verpackung die von den Konsumentinnen und Konsumenten bevorzugte Quelle für Informationen, welche die Lebensmittelsicherheit betreffen.

3.7 Zusammenfassung

Durch das BAG wurden fünf verschiedene Risk Management Optionen entlang der Lebensmittelkette näher beleuchtet:

1. Dekontamination von Geflügelschlachtkörpern mithilfe von Chemikalien oder Bestrahlung;
2. Prozesshygienekriterien auf Stufe Schlachtung oder Verarbeitung;
3. Lebensmittelsicherheitskriterien für Produkte auf dem Schweizer Markt;
4. Einschränkungen oder technische Anforderungen im Verkauf;
5. Verbindliche Hygienehinweise auf Verpackungen.

Nicht berücksichtigt wurden Massnahmen auf Stufe Primärproduktion, da diese im Zuständigkeitsbereich des BVET liegen. Ausgeklammert werden zudem Massnahmen zur Information der Konsumentinnen und Konsumenten, da diese bereits in gewissem Umfang durch das BAG umgesetzt wurden.

4 Risk Management Massnahmen

4.1 Bewertung und Priorisierung

Gemäss der Codex Alimentarius Leitlinien für das Durchführen eines mikrobiologischen Risikomanagements [17] sollen Risk Management Optionen die Gesundheit der Konsumenten schützen, sie sollen wissenschaftlich abgestützt, verhältnismässig zum identifizierten Risiko, praktikabel, effektiv und umsetzbar sein. Unter Berücksichtigung dieser Kriterien des Codex wurden die fünf durch das BAG näher beleuchteten Risk Management Optionen entlang der Lebensmittelkette bewertet und abschliessend priorisiert:

1. Dekontamination von Geflügelschlachtkörpern mithilfe von Chemikalien oder Bestrahlung

Es handelt sich um zum Teil hochwirksame Massnahmen die, im Falle der Bestrahlung, sogar zur vollständigen Elimination der Erreger führen könnten. Auf Grund der Rechtslage (Bewilligungspflicht) müsste die Initiative hierfür allerdings von der Geflügelindustrie ausgehen. Für Schlachthöfe würde die Einführung der notwendigen Infrastruktur aber voraussichtlich grössere Investitionen bedeuten, daher ist von einer geringen Bereitschaft auszugehen. Auch bei den Konsumentinnen und Konsumenten dürfte die Akzeptanz für diese Technologien eher gering sein. Diese Option wäre daher nur nach vorbereitenden Diskussionen mit den betroffenen Stakeholdern in Betracht zu ziehen.

2. Prozesshygienekriterien auf Stufe Schlachtung oder Verarbeitung

Mithilfe eines Prozesshygienekriteriums liesse sich ein gewisser Druck auf die der Verarbeitung vorgelagerten Prozesse aufbauen. Die Festlegung eines Kriteriums auf Stufe Geflügelschlachtkörper scheint geeigneter als auf Stufe Verarbeitung, da die Einflussmöglichkeiten der Verantwortlichen bei nicht konformen Resultaten wesentlich direkter sind. Da nur inländische Betriebe betroffen wären, ist davon auszugehen, dass diese Option von der Geflügelindustrie mit der Begründung einer Rechtsungleichheit auf Ablehnung stossen würde. Die vertraglichen Verpflichtungen gegenüber der EU würden dagegen keinen Hinderungsgrund darstellen, da der internationale Handel nicht nachteilig berührt wäre.

3. Lebensmittelsicherheitskriterien für Produkte auf dem Schweizer Markt

Grenzwerte gehören zu den schärfsten den Behörden zur Verfügung stehenden regulatorischen Massnahmen und wären geeignet, entsprechend grossen Druck auf die Geflügelindustrie auszuüben. Direkt hiervon betroffen wären in erster Linie aber die Inverkehrbringer und nicht die Produzenten oder die Schlachthöfe, die am ehesten Verbesserungsmassnahmen gegen Kontaminationen mit *Campylobacter* treffen sollten. Importierte Ware wäre genau wie inländische von diesen Werten betroffen. Die bilateralen Verträge mit der EU im Bereich tierischer Lebensmittel stellen daher einen gewichtigen Hinderungsgrund für eine derartige Massnahme dar.

4. Einschränkungen oder technische Anforderungen im Verkauf;

Die Wirksamkeit des Tiefgefrierens zur Reduktion der Belastung mit *Campylobacter* ist unbestritten, und in anderen Ländern bestehen sehr gute Erfahrungen damit. Das Vorschreiben des Tiefgefrierens allen Pouletfleisches oder der Warengruppe von Fleisch mit Haut würde jedoch zu erheblichen Kosten in der Lebensmittelindustrie und im Handel führen. Auch das Testen der Schlachtherden vorab und Kanalisieren des Fleisches *Campylobacter*-positiver Herden in das Tiefkühlsegment dürfte – obwohl logistisch sicher möglich – auf geringe Akzeptanz treffen. Geflügelleber repräsentiert dagegen insgesamt nur ein geringes Marktsegment. Eine Einschränkung, dass Geflügelleber nur von *Campylobacter*-freien Herden stammen darf oder sonst tiefgefroren werden muss, wäre daher für die Anbieter mit verhältnismässig geringem Aufwand umsetzbar und dieses Hochrisikoprodukt könnte auf relativ einfache Weise entschärft werden.

5. Verbindliche Hygienehinweise auf Verpackungen

Ob diese Massnahme eine nachhaltige Wirkung zeigen könnte, ist noch offen. Im Vergleich zu der bestehenden Praxis wäre eine Verbindlichkeit der Hygienehinweise jedoch sicher ein Fortschritt und in Kombination mit anderen Massnahmen zur Information der Konsumentinnen und Konsumenten sinnvoll. Verglichen mit möglichen anderen Risk Management Massnahmen wäre diese Massnahme zudem relativ kostengünstig umzusetzen.

Um die im Rahmen der *Campylobacter*-Roadmap definierten Schutzziele zu erreichen, hat das BAG Anfang 2011 beschlossen, die Umsetzung von drei Optionen entlang der Lebensmittelkette prioritär anzugehen. Es handelt es sich dabei um regulatorische Massnahmen von Seiten der zuständigen Bundesbehörden:

Prioritäre Massnahmen des BAG gegen die *Campylobacter*-Problematik:

- Einschränkungen und Festlegung von technischen Anforderungen für den Verkauf von Pouletleber.
- Einführung der Verpflichtung, verständliche und auffällige Hygienehinweise auf Verpackungen von Geflügelprodukten im Verkauf anzubringen.
- Festlegung von Prozesshygienekriterien auf Stufe Schlachtung.

Im Rahmen eines vollständigen Risikomanagements sollen die getroffenen Massnahmen zu einem geeigneten Zeitpunkt auf ihre Wirksamkeit überprüft werden. Die Aktivitäten sollen weiter durch geeignete, zielgerichtete Kommunikationsmassnahmen begleitet werden.

4.2 Geplante Umsetzung

Anlässlich der Sitzung der Arbeitsgruppe Roadmap am 26. April 2011 wurde das folgende zwischen BAG und BVET koordinierte Vorgehen zur Umsetzung der geplanten regulatorischen Massnahmen festgelegt:

Einschränkungen und Festlegung technischer Anforderungen für den Verkauf von Pouletleber:

Anlässlich der 2012 anstehenden Jahresrevisionen unterbreitet das BAG den interessierten Kreisen eine Änderung der Hygieneverordnung [21] zur Stellungnahme. Das BAG schlägt mit der Änderung vor, in der Hygieneverordnung eine Verpflichtung zum Tiefgefrieren von Geflügelleber zu verankern. Dieses Risikoprodukt soll damit nur noch in gefrorenem Zustand an die Konsumentinnen und Konsumenten abgegeben werden dürfen, ausser es kann nachgewiesen werden, dass die Ware von einer *Campylobacter*-freien Herde stammt. Nur in diesem Fall soll auch eine Abgabe in gekühltem Zustand möglich sein. Falls dieser Vorschlag in der Vernehmlassung im Sommer 2012 bei den interessierten Kreisen auf Zustimmung trifft, könnte die Änderung im Jahr 2013 in Kraft treten, wobei eine angemessene Übergangsfrist vorzusehen wäre.

Verbindliche Hygienehinweise auf Verpackungen von Geflügelprodukten im Verkauf:

Anlässlich der 2012 anstehenden Jahresrevisionen schlägt das BAG weiter vor, in der Verordnung über Lebensmittel tierischer Herkunft [23] eine Rechtsgrundlage für einen obligatorischen Hygienehinweis bezüglich des Umgangs mit und der Zubereitung von Geflügelfleisch zu schaffen. Der Hinweis soll auf der Verpackung von frischem Geflügelfleisch und Geflügelfleischzubereitungen so angebracht werden, dass er für die Konsumentinnen und Konsumenten unübersehbar ist (Platzierung, Schriftgrösse). Die Information der Konsumentinnen und Konsumenten soll einerseits darin bestehen, dass die Erzeugnisse vor dem Verzehr vollständig durcherhitzt werden müssen. Andererseits handelt es sich um einen Hygienehinweis im Hinblick auf das Vermeiden von Kreuzkontaminationen, dies durch das klare Trennen von Geflügelfleisch und anderen Lebensmitteln (separate Schneidebretter, Messer, Teller) wie auch durch die gründliche Reinigung der verwendeten Gerätschaften und der Hände nach jeder Anwendung. Auch diese Änderung wird den interessierten Kreisen im Rahmen einer Vernehmlassung im Sommer 2012 unterbreitet und könnte allenfalls im Jahr 2013 in Kraft treten.

Prozesshygienekriterien auf Stufe Schlachtung:

Das BVET beabsichtigt, in seinem Zuständigkeitsbereich die Festlegung mikrobiologischer Kriterien für Geflügelschlachtkörper im Hinblick auf die *Campylobacter*-Problematik vertieft zu prüfen. Die Werte könnten beispielsweise in der Anleitung des BVET zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben [11] verankert werden. Ein konsolidierter Vorschlag (bezüglich Höhe der Werte, Stichprobenpläne, Nachweismethoden etc.) soll in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „Produktion“ der *Campylobacter*-Plattform unter Einbindung der

interessierten Kreisen erarbeitet werden. Im Rahmen einer Studie (Dissertation am Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene der Universität Zürich) soll als Begleitinstrument eine Stufenanalyse in mehreren Schlachtbetrieben durchgeführt werden. Es sollen damit die Auswirkungen technologischer Unterschiede in verschiedenen Stufen des Schlachtprozesses auf den mikrobiologischen Status der Geflügelschlachtkörper erfasst werden. Das BAG ist in der Begleitgruppe dieses Projektes vertreten. Mit einem Entscheid des BVET über die Prozesshygienekriterien ist erst nach Abschluss der Stufenanalyse, also nicht vor 2014 zu rechnen.

Neben diesen regulatorischen Massnahmen könnte als weitere nicht-regulatorischen Massnahme unter Umständen ein Projekt angewandter Forschung, nämlich ein Pilotprojekt zur chemischen Dekontamination von Geflügelschlachtkörpern, in Zusammenarbeit mit der Geflügelindustrie angegangen werden: Nach Artikel 20 der Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung [72] bedürfen andere Verfahren zur Behandlung von Schlachtkörpern als das Abspülen mit Trinkwasser einer Bewilligung durch das BAG. Von Seiten der Geflügelindustrie müsste dafür ein Gesuch beim BAG eingereicht werden, bisher liegen allerdings keine Anzeichen vor, dass die Geflügelindustrie diesbezüglich von sich aus die Initiative ergreifen würde. Daher soll durch BAG und BVET in der Arbeitsgruppe „Produktion“ abgeklärt werden, ob bei den Vertretern der Schweizer Branche ein derartiges Projekt grundsätzlich Interesse finden und mittelfristig konkret angegangen werden könnte.

4.3 Ausblick

Die *Campylobacter*-Problematik hat in der Schweiz eine Dimension erreicht, welche die zuständigen Behörden nun zum Treffen wirksamer Gegenmassnahmen verpflichtet. Um die für die *Campylobacteriose* gesetzten Schutzziele zu erreichen, sind Massnahmen entlang der gesamten Lebensmittelkette (Stall-, Schlacht-, Verarbeitungs- und Konsumhygiene) festzulegen. Dabei können Massnahmen auf jeder Stufe einen Beitrag zur Reduzierung der mikrobiellen Belastung von Geflügelfleisch und damit zu einer Vorbeugung der *Campylobacteriose* beim Menschen beitragen.

Die nun vorgeschlagenen regulatorischen Massnahmen sind ein erster Schritt, um die Problematik nachhaltig anzugehen. Im Falle ihrer Umsetzung werden sie zum geeigneten Zeitpunkt auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen sein. Diese Überprüfung wird zeigen, ob die Massnahmen hinreichend sind, um die formulierten Schutzziele zu erreichen, oder ob weitergehende Massnahmen von den zuständigen Behörden zu treffen sind.

5 Literatur

- [1] Abulreesh H.H., Paget T.A., Goulder R. (2006): *Campylobacter* in waterfowl and aquatic environments: incidence and methods of detection. *Environ Sci. Technol.* 40(23):7122-7131.
- [2] Auckenthaler A., Huggenberger P. (2003): Pathogene Mikroorganismen im Grund- und Trinkwasser. Transport – Nachweismethoden – Wassermanagement. Birkhäuser-Verlag. Hrsg. v. Auckenthaler u. Huggenberger.
- [3] Baumgartner, A. (2008): Gruppenerkrankungen (Ausbrüche) mit mikrobiell kontaminierten Lebensmitteln in der Schweiz, 1994–2006. *BAG Bulletin* Nr. 32:562-568.
- [4] Baumgartner, A. Felleisen, R. (2011): Market surveillance for *Campylobacter*-contaminations on various categories of chicken meat and proposals for risk management measures in Switzerland. *J. Food Prot.* 74(12):2048-2054.
- [5] Baumgartner, A., Grand, M., Liniger, M., Simmen, A. (1995): *Campylobacter* contaminations of poultry liver – consequences for food handlers and consumers. *Arch. Lebensm. Hyg.* 46:11-12.
- [6] Baumgartner, A., Schwab, H. (1994): Zum Umgang mit rohen tierischen Lebensmitteln in der Küche. *BAG Bulletin* 3:51-54.
- [7] Beach, R.H., Kuchler, F., Leibtag, E., Zhen, C. (2008): The effects of avian influenza news on consumer purchasing behavior. A case study of Italian consumers' retail purchases. United States Department of Agriculture, Economic Research Service; *Economic Research Report Number 65* (August 2008).
- [8] Birk, T., Grønland, A.C., Christensen, B.B., Knøchel, S., Lohse, K., Rosenquist, H. (2010): Effect of organic acids and marination ingredients on the survival of *Campylobacter jejuni* on meat. *J. Food Prot.* 73:258-265.
- [9] Breitenmoser A., Fretz R., Schmid J., Besl A., Etter R. (2011): Outbreak of acute gastroenteritis due to a washwater-contaminated water supply, Switzerland, 2008. *J. Water Health* 9(3):569-576.
- [10] Bundesamt für Gesundheit BAG (2006): Merkblatt: „Zum Umgang mit rohem Fleisch im Privathaushalt.“ (<http://www.bag.admin.ch/themen/lebensmittel/04858/04860/06176/index.html?lang=de>).
- [11] Bundesamt für Veterinärwesen BVET (2008): Anleitung zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben vom 3. Oktober 2006 (rev. Juni 2008). (<http://www.bvet.admin.ch/themen/lebensmittel/01299/index.html?...lang>)
- [12] Bundesamt für Veterinärwesen BVET. Schweizer Zoonosenbericht (erscheint jährlich); Herausgeber: Bundesamt für Veterinärwesen BVET. (<http://www.bvet.admin.ch/themen/03605/index.html?lang=de>)
- [13] Bundesamt für Veterinärwesen BVET (2012): *Campylobacter* bei Poulets. *Schweizerische Geflügelzeitung* 2:7.
- [14] Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände vom 9. Oktober 1992, Stand am 1. Januar 2012 (Lebensmittelgesetz, LMG; SR 817.0)
- [15] Büttner, S., Bruhn, S., Danuser, J., Overesch, G., Schüpbach, G. (2010): Grundlagenstudie zur Prävalenz von *Campylobacter* bei Mastpouletherden sowie zur Prävalenz von *Campylobacter* / Salmonellen auf Mastpouletschlachtkörpern 2008. Bundesamt für Veterinärwesen (<http://www.bvet.admin.ch/themen/02794/03039/index.html?lang=de>).
- [16] Büttner, S., Wieland, B., Stärk, K.D.C., Regula, G. (2010): Risk attribution of *Campylobacter* infection by age group using exposure modelling. *Epidemiol Infect* 138:1748-1761
- [17] Codex Alimentarius (2007): Principles and Guidelines for the Conduct of Microbiological Risk Management. CAC/GL 63-2007.
- [18] Codex Alimentarius (2010): Proposed Draft Guidelines for the Control of *Campylobacter* and *Salmonella* in Chicken Meat (at step 5/8 of the procedure). CCFH 42-2010.

- [19] De Haan, C.P., Kivistö, R., Hakkinen, M., Rautelin, H., Hänninen, M.L. (2010): Decreasing trend of overlapping multilocus sequence types between human and chicken *Campylobacter jejuni* isolates over a decade in Finland. *Appl. Environ. Microbiol.* 76:5228-5236.
- [20] Domingues A.R., Pires S.M., Halasa T., Hald T. (2012): Source attribution of human campylobacteriosis using a meta-analysis of case-control studies of sporadic infections. *Epidemiol. Infect.* Jan 3:1-12. [Epub ahead of print]
- [21] Eidgenössisches Departement des Innern. Hygieneverordnung des EDI vom 23. November 2005, Stand am 1. November 2010 (HyV; SR 817.024.1).
- [22] Eidgenössisches Departement des Innern. Verordnung des EDI über die Kennzeichnung und Anpreisung von Lebensmitteln vom 23. November 2005, Stand am 1. Januar 2012 (LKV; SR 817.022.21).
- [23] Eidgenössisches Departement des Innern. Verordnung des EDI vom 23. November 2005 über Lebensmittel tierischer Herkunft, Stand am 1. November 2010 (SR 817.022.108)
- [24] El-Shibiny, A., Connerton P., Connerton I. (2009): Survival at refrigeration and freezing temperatures of *Campylobacter coli* and *Campylobacter jejuni* on chicken skin applied as axenic and mixed inoculums. *Int. J. Food Microbiol.* 131:197–202.
- [25] Europäische Kommission: Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel. *Amtsblatt der Europäischen Union* L 338:1.
- [26] Europäisches Parlament und Rat: Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* L 204:37.
- [27] Europäisches Parlament und Rat: Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs. *Amtsblatt der Europäischen Union* L 139:55.
- [28] European Food Safety Authority EFSA (2005): Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the request from the Commission related to *Campylobacter* in animals and foodstuffs. *EFSA Journal* 173:1-10.
- [29] European Food Safety Authority EFSA (2008): Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards on a request from DG SANCO on the assessment of the possible effect of the four antimicrobial treatment substances on the emergence of antimicrobial resistance. *EFSA Journal* 659:1-26.
- [30] European Food Safety Authority EFSA (2009): Assessing health benefits of controlling *Campylobacter* in the food chain. EFSA Scientific Colloquium Summary Report; 4-5 December 2008, Rome, Italy.
- [31] European Food Safety Authority EFSA (2010): Scientific opinion on quantification of the risk posed by broiler meat to human campylobacteriosis in the EU. *EFSA Journal* 8(1):1437.
- [32] European Food Safety Authority EFSA (2010): Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses in the EU, 2008 (Part A). *EFSA Journal* 8(03):1503.
- [33] European Food Safety Authority EFSA (2011): Scientific Opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain. *EFSA Journal* 9(4):2105.
- [34] European Food Safety Authority, 2011. The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in the European Union in 2009. *EFSA J.* 9(3):2090.
- [35] Evers E.G., Van Der Fels-Klerx H.J., Nauta M.J., Schijven J.F., Havelaar A.H. (2008): *Campylobacter* source attribution by exposure assessment. *Int. J. Risk Ass. Mgt.* 8(1-2):174-190.
- [36] Food Safety Authority of Ireland FSAI (2002): Control of *Campylobacter* species in the food chain. Food Safety Authority of Ireland. Microbiology Sub-Committee.
(<http://www.fsai.ie/search-results.html?searchString=campylobacter>)

- [37] Food Standards Agency FSA, UK (2010): Report links undercooked liver to *Campylobacter* food poisoning. FSA 3 December 2010. (<http://www.food.gov.uk/news/newsarchive/2010/dec/liver>).
- [38] Food Standards Agency FSA, UK (2010): Citizens' Forums - *Campylobacter*. TNS-BMRB Report (by Elizabeth Jordan and Richard Stockley), JN 209445, 23 September 2010. (<http://www.food.gov.uk/science/socsci/ssres/foodsafetyss/citforumcampy>).
- [39] Forbes, K.J., Gormley, F.J., Dallas, J.F., Labovitiadi, O., MacRae, M., Owen, R.J., Richardson, J., Strachan, N.J., Cowden, J.M., Ogden, I.D., McGuigan, C.C. (2009): *Campylobacter* immunity and coinfection following a large outbreak in a farming community. *J. Clin. Microbiol.* 47:111-116.
- [40] Friesema I.H., Havelaar A.H., Westra P.P., Wagenaar J.A., van Pelt W. (2012): Poultry Culling and *Campylobacteriosis* Reduction among Humans, the Netherlands. *Emerg. Infect. Dis.* 18(3):466-468.
- [41] Hartnack S., Doherr M.G., Alter T., Toutounian-Mashad K., Greiner M. (2009): *Campylobacter* monitoring in German broiler flocks: an explorative time series analysis. *Zoonoses Public Health.* 56(3):117-128.
- [42] Health Protection Agency HPA, UK (2010): Foodborne outbreaks of *Campylobacter* associated with consumption of poultry liver pâté/parfait - spotlight on caterers and food safety. *Health Protection Report* Vol 4 No 48 (3 December 2010) (<http://www.hpa.org.uk/hpr/archives/2010/news4810.htm#campy>).
- [43] Inns, T., Foster, K., Gorton, R. (2010): Cohort study of a campylobacteriosis outbreak associated with chicken liver parfait, United Kingdom, June 2010. *Euro Surveill.* 15(44):pii:19704.
- [44] Jore S., Viljugrein H., Brun E., Heier B.T., Borck B., Ethelberg S., Hakkinen M., Kuusi M., Reiersen J., Hansson I., Engvall E.O., Løfdahl M., Wagenaar J.A., van Pelt W., Hofshagen M. (2010): Trends in *Campylobacter* incidence in broilers and humans in six European countries, 1997-2007. *Prev. Vet. Med.* 93(1):33-41.
- [45] Kittl, S., Kuhnert, P., Hächler, H., Korczak, B.M. (2010): Comparison of genotypes and antibiotic resistance of *Campylobacter jejuni* isolated from humans and slaughtered chickens in Switzerland. *J. Appl. Microbiol.* 110:513-520.
- [46] Kovats, R.S., Edwards, S.J., Charron, D., Cowden, J., D'Souza, R.M., Ebi, K.L., Gauci, C., Gerner-Smidt, P., Hajat, S., Hales, S., Hernandez, P.G., Kriz, B., Kutsar, K., McKeown, P., Mellou, K., Menne, B., O'Brien, S., Van, P.W., Schmid, H. (2005): Climate variability and *Campylobacter* infection: an international study. *Int. J. Biometeorol.* 49:207-214.
- [47] Landwirtschaftlicher Informationsdienst LID (2010): Infografik: Fleischkonsum in der Schweiz stagniert. Landwirtschaftlicher Informationsdienst; Mediendienst Nr. 2996 vom 12. November 2010 (<http://www.lid.ch/de/medien/mediendienst/archyear/2086/>)
- [48] Lindmark, H., Boqvist, S. Ljungström, M. Ågren, P. Björkholm, B., Engstrand, L. (2009): Risk factors for campylobacteriosis: an epidemiological surveillance study of patients and retail poultry. *J. Clin. Microbiol.* 47:2616-2619.
- [49] Little, C.L., Gormley, F.J., Rawal, N., Richardson, J.F. (2010): A recipe for disaster: outbreaks of campylobacteriosis associated with poultry liver pâté in England and Wales. *Epidemiol. Infect.* 138:1691-1694.
- [50] Loretz, M., Stephan, R. Zweifel, C. (2010): Antimicrobial activity of poultry decontamination treatments: a literature survey. *Food Control* 21(6):791-804
- [51] Luber P. (2009): Cross-contamination versus undercooking of poultry meat or eggs - which risks need to be managed first? *Int. J. Food Microbiol.* 134(1-2):21-28.
- [52] Maurer A.-M., Stürchler D. (2000): A waterborne outbreak of small round structured virus, *Campylobacter* and *Shigella* co-infections in La Neuveville, Switzerland, 1998. *Epidemiol. Infect.* 125(2):325-332.
- [53] Mullner, P., Collins-Emerson, J.M., Midwinter, A.C., Carter, P., Spencer, S.E., van der Logt, P., Hathaway, S. French, N.P. (2010): Molecular epidemiology of *Campylobacter jejuni* in a geographically isolated country with a uniquely structured poultry industry. *Appl. Environ. Microbiol.* 76: 2145-2154.

- [54] Mullner, P., Spencer, S.E., Wilson, D.J., Jones, G., Noble, A.D., Midwinter, A.C., Collins-Emerson, J.M., Carter, P., Hathaway, S., French, N.P. (2009): Assigning the source of human campylobacteriosis in New Zealand: a comparative genetic and epidemiological approach. *Infect. Genet. Evol.* 9:1311-1319.
- [55] Niederer L., Kuhnert P., Egger R., Büttner S., Hächler H., Korczak B.M. (2012): Genotypes and antibiotic resistances of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolates from domestic and travel-associated human cases. *Appl. Environ. Microbiol.* 78(1):288-291.
- [56] Nylen, G., Dunstan, F., Palmer, S.R., Andersson, Y., Bager, F., Cowden, J., Feierl, G., Galloway, Y., Kapperud, G., Megraud, F., Molbak, K., Petersen, L.R., Ruutu, P. (2002): The seasonal distribution of *Campylobacter* infection in nine European countries and New Zealand. *Epidemiol. Infect.* 128:383–390.
- [57] O'Leary, A.M., Whyte, P., Madden, R.H., Cormican, M., Moore, J.E., Mc Namara, E., Mc Gill, K., Kelly, L., Cowley, D., Moran, L., Scates, P., Collins, J.D., Carroll, C.V. (2011): Pulsed field gel electrophoresis typing of human and retail foodstuff campylobacters: An Irish perspective. *Food Microbiol.* 28:426-433.
- [58] O'Leary, M.C., Harding, O., Fisher, L., Cowden, J. (2009): A continuous common-source outbreak of campylobacteriosis associated with changes to the preparation of chicken liver pâté. *Epidemiol. Infect.* 137:383-388.
- [59] Olson, C.K., Ethelberg, S., van Pelt, W., Tauxe, R.V. (2008): Epidemiology of *Campylobacter jejuni* infections in industrialized Nations. In: Nachamkin, I., Szymanski, C.M., Blaser, M.J. (Eds.), *Campylobacter*. ASM Press, Washington, DC, pp. 163–190.
- [60] Patrick, M.E., Christiansen, L.E., Waino, M., Ethelberg, S., Madsen, H., Wegener, H.C., (2004): Effects of climate on incidence of *Campylobacter* spp. in humans and prevalence in broiler flocks in Denmark. *Appl. Environ. Microbiol.* 70:7474–7480.
- [61] Pronk M., Sinreich M., Guhl F., Egli T., Kötzsch S., Felleisen R., Koch M., Köster O., Raetz E., Ramseier C., Rossi P., Schürch N. (2010): Auftreten von Mikroorganismen im Grundwasser - Ein erster landesweiter Überblick. *gwa – Gas Wasser Abwasser* 12:1059-1071.
- [62] Proviande (2012): Fleischkonsum 2011. Proviande – Die Branchenorganisation der Schweizer Fleischwirtschaft; 05.04.2012. (<http://www.schweizerfleisch.ch/proviande/statistik/konsum.html>)
- [63] Raso G. (2001): Mikrobiologische Veränderungen eines Karstquellwassers: Einfluss von Regen und natürlicher Düngung. *Diplomarbeit*, Schweizerisches Tropeninstitut und Kantonales Laboratorium Basel-Landschaft.
- [64] Redmond E.C., Griffith C.J. (2003): Consumer food handling in the home: a review of food safety studies. *J. Food Prot.* 66(1):130-161.
- [65] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM (2002): Campylobacteriose in Nederland. Risico's en interventiemogelijkheden. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Havelaar AH (red). Rapport nummer 250911001.
- [66] Rinsoz T., Hilfiker S., Oppliger A. (2009): Quantification of thermotolerant *Campylobacter* in Swiss water treatment plants, by real-time quantitative polymerase chain reaction. *Water Environ. Res.* 81(9):929-933.
- [67] Ritz, M., Nauta M.J., Teunis P.F., van Leusden F., Federighi M., Havelaar A.H. (2007): Modelling of *Campylobacter* survival in frozen chicken meat. *J. Appl. Microbiol.* 103:594–600.
- [68] Schaffter N., Parriaux A. (2002): Pathogenic-bacterial water contamination in mountainous catchments. *Water Res.* 36(1):131-139.
- [69] Schmid, H., Baumgartner, A. (2003): Epi-Notiz: *Campylobacter* à discrétion. *BAG Bulletin* 8:137.
- [70] Schorr, D., Schmid, H., Rieder, H.L., Baumgartner, A., Vorkauf, H., Burnens, A. (1994): Risk factors for *Campylobacter* enteritis in Switzerland. *Zbl. Hyg.* 196:327-337.
- [71] Schweizerische Eidgenossenschaft und Europäische Gemeinschaft: Abkommen zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über den Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen. Abgeschlossen am 21. Juni 1999; in Kraft getreten am 1. Juni 2002, Stand am 1. Dezember 2011. (SR 0.916.026.81).

- [72] Schweizerischer Bundesrat. Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung vom 23. November 2005, Stand am 1. Januar 2012 (LGV; SR 817.02).
- [73] Schweizerischer Bundesrat. Verordnung über das Schlachten und die Fleischkontrolle vom 23. November 2005, Stand am 1. Januar 2012 (VSFK; SR 817.190)
- [74] Schweizerischer Bundesrat. Verordnung über die Meldung übertragbarer Krankheiten des Menschen vom 13. Januar 1999, Stand am 22. Dezember 2003 (Meldeverordnung; SR 818.141.1).
- [75] Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW (2008): Trinkwasserinformation. Bericht TWI12.
- [76] Sears A., Baker M.G., Wilson N., Marshall J., Muellner P., Campbell D.M., Lake R.J., French N.P. (2011): Marked campylobacteriosis decline after interventions aimed at poultry, New Zealand. *Emerg. Infect. Dis.* 17(6):1007-1015.
- [77] Sheppard S.K., Dallas, J.F., Strachan, N.J.C., MacRae, M., McCarthy, N.D., Wilson, D.J., Gormley, F.J., Falush, D., Ogden, I.D., Maiden, M.C.J., Forbes, K.J. (2009): *Campylobacter* genotyping to determine the source of human infection. *Clin. Inf. Dis.* 48:1072-1078.
- [78] Stegeman A., Bouma A., Elbers A.R., de Jong M.C., Nodelijk G., de Klerk F., Koch G., van Boven M. (2004): Avian influenza A virus (H7N7) epidemic in The Netherlands in 2003: course of the epidemic and effectiveness of control measures. *J. Infect. Dis.* 190(12):2088-2095.
- [79] Stern, N.J., Hiett, K.L., Alfredsson, G.A., Kristinsson, K.G., Reiersen, J., Hardardottir, H., Briem, H., Gunnarsson, E., Georgsson, F., Lowman, R., Berndtson, E., Lammerding, A.M., Paoli, G.M. Musgrove, M.T. (2003): *Campylobacter* spp in Icelandic operations and human disease. *Epidemiol. Infect.* 130:23-32.
- [80] Strachan, N.J.C., Forbes K.J. (2010): The growing UK epidemic of human campylobacteriosis. *Lancet* 376:665-667.
- [81] Strachan, N.J.C., MacRae M., Thomson A., Rotariu O., Ogden I.D., Forbes K.J. (2012): Source attribution, prevalence and enumeration of *Campylobacter* spp. from retail liver. *Int. J. Food Microbiol.* 153(1-2):234-236.
- [82] Suzuki, H., Yamamoto, S. (2009): *Campylobacter* contamination in retail poultry meats and by-products in the world: a literature survey. *J. Vet. Med. Sci.* 71(3):255-261.
- [83] Tam, C.C., Rodrigues, L.C., O'Brien, S.J., Hajat, S. (2006): Temperature dependence of reported *Campylobacter* infection in England, 1989–1999. *Epidemiol. Infect.* 134:119–125.
- [84] Teunis, P., Van den Brandhof, W., Nauta, M., Wagenaar, J., Van den Kerkhof, H., Van Pelt, W. 2005. A reconsideration of the *Campylobacter* dose-response relation. *Epidemiol. Infect.* 133(4):583-592.
- [85] Vellinga, A., van Loock, F. (2002): The dioxin crisis as experiment to determine poultry-related *Campylobacter* enteritis. *Emerg. Infect. Dis.* 8:19-22.
- [86] Wadl, M., Pözlner, T., Flekna, G., Thompson, L., Slaghuis, J., Köfer, J., Hein, I., Wagner, M. (2009): Easy-to-use rapid test for direct detection of *Campylobacter* spp. in chicken feces. *J. Food Prot.* 72:2483-2488.
- [87] Wegener, H.C. (2010): Danish initiatives to improve the safety of meat products. *Meat Sci.* 84:276-283.
- [88] Wieland, B., Regula, G., Danuser, J., Wittwer, M., Burnens, A., Wassenaar, T.M., Stärk, K.D. (2005): *Campylobacter* spp. in dogs and cats in Switzerland: risk factor analysis and molecular characterization with AFLP. *J. Vet. Med. B. Infect. Dis. Vet. Public Health* 52(4):183-189.
- [89] Wirz, S.E., Overesch, G., Kuhnert, P., Korczak, B.M. (2010): Genotype and antibiotic resistance analyses of *Campylobacter* isolates from ceca and carcasses of slaughtered broiler flocks. *Appl Environ. Microbiol.* 76:6377–6386.
- [90] Yang S., Angulo F.J., Altekruuse S.F. (2000): Evaluation of safe food-handling instructions on raw meat and poultry products. *J. Food Prot.* 63(10):1321-1325.