

Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Prävalenz thermotoleranter *Campylobacter* spp.
im Produktangebot eines Unternehmens der Tiefkühlindustrie**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin**

vorgelegt von
Christine Brechtel
Tierärztin
aus Landau in der Pfalz

Berlin 2015

Journal-Nr.: 3786

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Goetz Hildebrandt
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Hafez Mohamed Hafez
Dritter Gutachter: PD Dr. Burkhard Malorny

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

poultry meat, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, prevalence, food safety, public health, cultural methods, polymerase chain reaction

Tag der Promotion: 09.07.2015

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-619-7

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2015

Dissertation, Freie Universität Berlin

D 188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2015

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Meinen Söhnen Nuredin und Malik gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literatur	2
2.1	Historischer Überblick	2
2.2	Taxonomie	3
2.3	Eigenschaften von <i>Campylobacter</i> spp.	5
2.3.1	Bakterien- und Koloniemorphologie	5
2.3.2	Eigenschaften und Tenazität	5
2.4	Identifizierung und Differenzierung	10
2.4.1	Phänotypische Differenzierung	10
2.4.2	Genotypische Differenzierung	13
2.5	Isolierung und Kultivierung thermotoleranter <i>Campylobacter</i> spp. in Lebensmitteln	14
2.6	Molekularbiologischer Nachweis durch Polymerase-Kettenreaktion	17
2.7	Epidemiologie	22
2.7.1	Vorkommen von <i>Campylobacter</i> spp. beim Tier	22
2.7.1.1	Wirtschaftsgeflügel	23
2.7.1.2	Wildvögel	27
2.7.1.3	Rinder	27
2.7.1.4	Schweine	29
2.7.1.5	Kleine Wiederkäuer	30
2.7.1.6	Heimtiere	31
2.8	Vorkommen in Lebensmitteln	31
2.9	Resistenzen gegenüber mikrobiell wirksamen Substanzen	35
2.10	Humanpathogene Bedeutung der Campylobacteriose	36
2.11	Übertragungswege	37
2.12	Präventionsmaßnahmen	40
3	Eigene Untersuchungen	41
3.1	Probenmaterial	41
3.2	Kultureller Nachweis thermophiler <i>Campylobacter</i> spp.	46
3.2.1	Nährmedien	46
3.2.2	Reagenzien	52
3.2.3	Material und Geräte	53
3.2.4	Referenzstämme	53

3.3	Methode zum kulturellen Nachweis von <i>Campylobacter</i> spp.	55
3.3.1	Isolierung	55
3.3.2	Identifizierung	56
3.3.3	Speziesdifferenzierung	58
3.3.4	Cryokonservierung	60
3.4	Molekularbiologische Untersuchung	61
3.4.1	Probenmaterial	61
3.4.1.1	Nährmedien und Reagenzien	61
3.4.2.1	Material und Geräte	63
3.4.2	Methode zum molekularbiologischen Nachweis von <i>Campylobacter</i> spp.	65
3.4.2.1	Aufbereitung des Probenmaterials	65
3.4.2.2	Präparation der Desoxyribonukleinsäure (DNA-Extraktion) aus der Probe	65
3.4.2.3	Präparation der <i>Campylobacter</i> -DNA aus den Referenzstämmen	65
3.4.2.4	Polymerase-Kettenreaktion	66
3.4.2.5	Auswertung der Polymerase-Kettenreaktion	68
4	Ergebnisse und Diskussion	70
4.1	Ergebnisse der kulturellen Untersuchungen	70
4.1.1	Prävalenz	70
4.1.2	Speziesdifferenzierung	73
4.2	Ergebnisse der molekularbiologischen Untersuchungen	76
5	Schlussfolgerungen	79
6	Zusammenfassung	81
7	Summary	82
8	Literaturverzeichnis	83
9	Anhang	138
10	Publikationsliste	164
	Danksagung	165
	Erklärung	166

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Taxonomie von <i>Campylobacter</i> spp. nach GARRITY et al. 2005	4
Abbildung 2:	Schematische Darstellung des Nachweises thermophiler <i>Campylobacter</i> nach der Methode ISO 10272	16
Abbildung 3:	Speziesverteilung der <i>Campylobacter</i> -Isolate von Masthähnchen in der EU für das Jahr 2007, nach EFSA (2009)	25
Abbildung 4:	Speziesverteilung der <i>Campylobacter</i> -Isolate von Rindern in der EU für das Jahr 2007, nach EFSA (2009)	28
Abbildung 5:	Speziesverteilung der <i>Campylobacter</i> -Isolate von Schweinen in der EU für das Jahr 2007, nach EFSA (2009)	30
Abbildung 6:	Übersicht über die gemeldeten Fälle von <i>Campylobacter</i> -Enteritiden und Salmonellosen in den Jahren 2007-2013 in Deutschland (modifiziert nach RKI 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014)	37
Abbildung 7:	Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufs	69
Abbildung 8:	Untersuchungsergebnisse der kulturellen Untersuchung des Gesamtsortiments	71
Abbildung 9:	Speziesverteilung der gewonnenen <i>Campylobacter</i> -Isolate (n = 11)	74
Abbildung 10:	Ergebnis der kulturellen Untersuchung der 4 rohen Hähnchenfleischprodukte mit Speziesverteilung (n = 45)	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bedingungen der Kultivierung thermophiler <i>Campylobacter</i> spp. (ANONYMOUS 1996)	8
Tabelle 2:	Übersicht der wichtigsten biochemischen Reaktionen zur Bestimmung thermophiler <i>Campylobacter</i> spp. (modifiziert nach LOGAN et al. 2000 und VAN DAMME 2000)	12
Tabelle 3:	Vergleich der unterschiedlichen genotypischen Differenzierungsmethoden nach WASSENAAR und NEWELL (2000)	13
Tabelle 4:	<i>Campylobacter</i> -Prävalenz bei verschiedenen Tierarten in Deutschland und der EU für das Jahr 2007, modifiziert nach EFSA (2009)	22
Tabelle 5:	Übersicht über die gemeldeten Fälle von <i>Campylobacter</i> -Enteritiden und Salmonellen in den Jahren 2007-2013 in Deutschland (modifiziert- nach RKI 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014)	36
Tabelle 6:	Anteil der untersuchten Proben nach Produktgruppen	41
Tabelle 7:	Probenauswahl der Einzelprodukte aus dem Gesamtsortiment	43
Tabelle 8:	Verwendete Referenzstämme	54
Tabelle 9:	Bewertung des Wachstumsverhaltens aus Eisen-Dreizucker-Agar	57
Tabelle 10:	Differenzierungsmerkmale von <i>Campylobacter</i> spp. (nach VANDAMME und GOOSENS 1992, gekürzt)	60
Tabelle 11:	Pipettierschema Mastermix für die PCR nach OYOFO et al. (1997)	66
Tabelle 12:	Temperatur-Zeit-Programm für die PCR nach OYOFO et al. (1997)	67
Tabelle 13:	Probenverteilung und Isolierungsrate mittels kulturellem Nachweis- verfahren in der Kategorie „Geflügelfleisch, roh“ (n = 70)	73
Tabelle 14:	Probenverteilung und Isolierungsrate mittels molekularbiologischen Nachweisverfahren in der Kategorie „Geflügelfleisch, roh“ (n = 70)	76
Tabelle 15:	Untersuchungsergebnisse der Proben 1-10	138
Tabelle 16:	Untersuchungsergebnisse der Proben 11-20	139
Tabelle 17:	Untersuchungsergebnisse der Proben 21-30	140
Tabelle 18:	Untersuchungsergebnisse der Proben 31-40	141
Tabelle 19:	Untersuchungsergebnisse der Proben 41-50	142
Tabelle 20:	Untersuchungsergebnisse der Proben 51-60	143
Tabelle 21:	Untersuchungsergebnisse der Proben 61-70	144
Tabelle 22:	Untersuchungsergebnisse der Proben 71-80	145
Tabelle 23:	Untersuchungsergebnisse der Proben 81-90	146
Tabelle 24:	Untersuchungsergebnisse der Proben 91-100	147
Tabelle 25:	Untersuchungsergebnisse der Proben 101-110	148

Tabelle 26:	Untersuchungsergebnisse der Proben 111-120	149
Tabelle 27:	Untersuchungsergebnisse der Proben 121-130	150
Tabelle 28:	Untersuchungsergebnisse der Proben 131-140	151
Tabelle 29:	Untersuchungsergebnisse der Proben 141-150	152
Tabelle 30:	Untersuchungsergebnisse der Proben 151-160	153
Tabelle 31:	Untersuchungsergebnisse der Proben 161-170	154
Tabelle 32:	Untersuchungsergebnisse der Proben 170-180	155
Tabelle 33:	Untersuchungsergebnisse der Proben 181-190	156
Tabelle 34:	Untersuchungsergebnisse der Proben 191-200	157
Tabelle 35:	Gesamtproduktsortiment	158

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celcius
µl	Mikroliter
AFLP	Amplified fragment length poylmorphism
Anon.	Anonymous
Aqua dest.	Aqua destillata
a _w -Wert	Activity Water (Wasseraktivität)
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BVL	Bundesinstitut für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BHI	Brain heart infusion
bp	Basenpaar
bzw.	beziehungsweise
C.	<i>Campylobacter</i>
DNA	Desoxyribonucleic acid
EFSA	European Food Safety Agency
<i>fla</i>	Flagellin
g	Gramm
GBS	Guillain-Barré-Syndrom
gr	griechisch
h	Stunde
Hrsg	Herausgeber
incl.	Inklusive
ISO	International Standard Organisation
KbE	Kolonie bildende Einheiten
kGy	Kilo Gray
MHB-Agar	Mueller-Hinton-Blut-Agar
min	Minuten
n	Gesamtanzahl
NaCl	Natriumchlorid
PCR	Polymerase chain reaction
PGFE	Pulsfeld-Gelelektrophorese
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism
RKI	Robert-Koch-Institut
RNA	ribonucleic acid
rRNA	ribosomal ribonucleic acid

sp.	Spezies (Plural spp.)
ssp.	Subspezies
UV	ultraviolett
v.a.	vor allem
VBNC	Viable-but-non-culturable

1 Einleitung

Die humane Campylobacteriose steht laut Statistik des Robert-Koch-Institutes mit 63.195 gemeldeten Fällen im Jahr 2013 erneut an der Spitze der meldepflichtigen bakteriellen Infektionskrankheiten in der Bundesrepublik Deutschland (RKI, 2014). Als Verursacher spielen die zwei thermotoleranten Spezies *C. jejuni* und *C. coli* dabei ätiologisch die dominierende Rolle.

Thermotolerante *Campylobacter* spp. kommen sowohl in Oberflächengewässern wie auch als Kommensalen im Darm von Wildvögeln sowie Haus- und Heimtieren vor. Die meisten Fälle humaner Campylobacteriose sind jedoch lebensmittel-assoziiert. Als Hauptinfektionsquelle gilt der Verzehr von kontaminiertem Geflügelfleisch und Geflügelfleischprodukten. Die gegenwärtigen Interventionsmaßnahmen zur Reduzierung und Kontrolle von *Campylobacter* spp. durch verbessertes Hygienemanagement und Biosecuritymaßnahmen auf der Stufe der Primärproduktion und durch Prozessoptimierung bei Schlachtung und Verarbeitung konnten den Erreger nicht aus der Lebensmittelkette verdrängen.

Somit kommen der amtlichen Lebensmittelüberwachung sowie den innerbetrieblichen Eigenkontrollsystemen der Lebensmittelunternehmer zur Detektion einer *Campylobacter*-Kontamination im Rahmen des gesundheitlichen Verbraucherschutzes eine herausragende Rolle zu.

In der vorliegenden Studie wurde eine Prävalenzuntersuchung thermophiler *Campylobacter* spp. im Gesamtsortiment eines deutschen Tiefkühlkostvertriebes durchgeführt. Anzahl und Verteilung der Proben wurden anhand eines risikobasierten Plans zur Abschätzung des Gefährdungspotentials, das für den Verbraucher durch den Verzehr von tiefgekühlten Lebensmitteln besteht festgelegt.

Das Tiefkühlen von Lebensmitteln kann zu einer signifikanten Reduktion der *Campylobacter*-Belastung führen. Laut EFSA (2011) lässt sich das Risiko einer *Campylobacter*-Kontamination von Broilerschlachtkörpern durch Lagerung bei Tiefkühltemperaturen über eine Dauer von 2-3 Wochen um 90% reduzieren. Aus diesem Grund ist neben vitalen auch mit letal oder subletal geschädigten Keimen zu rechnen. Um eine Vorstellung über mögliche Inaktivierungsvorgänge zu gewinnen, wurden die Produkte parallel zu der kulturellen Nachweismethode nach ISO 10272:1995, die auf die Anzüchtung von vermehrungsfähigen Bakterien abzielt, auch mittels eines molekularbiologischen Nachweisverfahrens (PCR nach YOFO et al. 1992) untersucht, was auch den Nachweis von DNA bereits abgestorbener *Campylobacter* spp. sowie von lebensfähigen, aber nicht kultivierbaren Formen erlaubt.

2 Literatur

2.1 Historischer Überblick

Schon im 19. Jahrhundert beschrieb der Kinderarzt Theodor Escherich nicht kultivierbare, spiralförmige Bakterien, die er aus dem Kot von Säuglingen mit Diarrhoe isolieren konnte. Zwei Jahre später fand er die gleichen Mikroorganismen in den Faeces von an Durchfall erkrankten Katzenwelpen und bezeichnete sie als „*Vibrio felinus*“ (ESCHERICH 1886). Der Nachweis von gekrümmten, beweglichen Erregern aus Lochialflüssigkeit im Zusammenhang mit dem seuchenhaftem Verwerfen von Mutterschafen sowie später aus abortierten Schaf- und Rinderföten gelang MCFADYEAN und STOCKMANN (1913). Man kann davon ausgehen, dass diese Veröffentlichung wahrscheinlich die Erstbeschreibung von *Campylobacter fetus* ssp. *fetus* enthält (KIST 1986). Bakterien ähnlicher Morphologie wurden von SMITH und TAYLOR (1919) in abortierten Rinderföten gefunden und erhielten die Bezeichnung „*Vibrio fetus*“. Darmbakterien mit gleichartigem Erscheinungsbild wurden aus dem Jejunum durchfallerkrankter Kälber isoliert. Ihrer Ausgangsmatrix entsprechend wurden sie „*Vibrio jejuni*“ (JONES et al. 1931) genannt. Vibrio-ähnliche Mikroorganismen, die sich aus dem Colon von an Diarrhoe erkrankten Schweinen stammten, erhielten die Bezeichnung „*Vibrio coli*“ (DOYLE 1948).

Den eindeutigen Zusammenhang von spiralförmigen Vibrionen mit Erkrankungen beim Menschen entdeckte LEVY (1946). Ihm gelang es, die nicht kultivierbaren Erreger aus Blut- und Stuhlproben von Patienten, die an Gastroenteritiden litten, mikroskopisch nachzuweisen. Aufgrund der morphologischen Verwandtschaft mit *Vibrio jejuni* und *Vibrio coli* nannte er diese Bakterien „*Vibrio fetus*“. Ein Jahr später konnte *Vibrio fetus* erstmals aus Blutproben und aus dem Genitaltrakt von schwangeren Frauen isoliert werden (VINCENT et al. 1947).

Die Charakterisierung einer weiteren Gruppe von Vibrionen geschah 1957 durch KING. Die aus Blutproben von Diarrhoepatienten isolierten Mikroorganismen zeigten im Gegensatz zu den *V. fetus*-Stämmen ein Wachstumsoptimum bei höheren Temperaturen (42°C), wiesen aber morphologische Gemeinsamkeiten mit diesen auf und erhielten wegen ihrer engen Verwandtschaft die Bezeichnung „closely related vibrions“. Aufgrund des unterschiedlichen Guanin-Cytosin-Gehaltes ihrer DNA wurde diese Vibrionengruppe von SEBALD und VÉRON

1963 als neue Gattung betrachtet und mit dem Namen *Campylobacter* (griech. *campylos* = gebogen, *bacterion*= Stäbchen) versehen.

Der Nachweis von *Campylobacter*-Keimen aus Stuhlproben gelang später durch Verwendung von Membranfiltern (DEKEYSER et al. 1972).

Die Bedeutung von *Campylobacter* spp. als weltweit verbreiteter humaner Gastroenteritiserreger wurde erst nach der Etablierung antibiotikahaltiger Selektivnährböden (SKIRROW, 1977) und damit der Möglichkeit der Erregeranzüchtung in der Routinediagnostik erkennbar (BUTZLER et al. 1973; BUTZLER und SKIRROW 1979; DE MOL und BOSMANS 1978).

2.2 Taxonomie

Geschah die taxonomische Einteilung der *Campylobacter* spp. zunächst anhand morphologischer und biochemischer Eigenschaften, so erlaubten die Fortschritte in der Molekularbiologie mit der Möglichkeit der Genomsequenzierung eine Einordnung der *Campylobacter* spp. nach molekularbiologischen Kriterien (VANDAMME et al. 1991; VANDAMME und DE LEY 1991; VANDAMME und GOOSENS 1992).

Die Zuordnung von *Campylobacter* erfolgt innerhalb des Reiches der *Bacteria* zur Abteilung der *Proteobacteria*, zur Klasse der *Epsilonproteobacteria*, der Ordnung der *Campylobacteriales* und der Familie der *Campylobacteriaceae*, die sich in 4 Gattungen aufteilt: Gattung I *Campylobacter*, Gattung II *Arcobacter*, Gattung III *Sulfurospirillum* und Gattung IV *Thiovulum*. Die verwandte Familie der *Helicobacteriales* befindet sich ebenfalls in der Ordnung der *Campylobacteriales* (GARRITY et al. 2004).

Die Gattung *Campylobacter* umfasst nach derzeitigem Stand 32 Spezies (EUZÉBY 2014):

Campylobacter avium, *Campylobacter butzleri*, *Campylobacter canadensis*, *Campylobacter coli*, *Campylobacter cinaedi*, *Campylobacter concisus*, *Campylobacter cryaerophilus*, *Campylobacter cuniculorum*, *Campylobacter curvus*, *Campylobacter fennelliae*, *Campylobacter fetus*, *Campylobacter gracilis*, *Campylobacter helveticus*, *Campylobacter hominis*, *Campylobacter hyoilei*, *Campylobacter hyointestinalis*, *Campylobacter insulaenigrae*, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter lanienae*, *Campylobacter lari*, *Campylobacter mucosalis*, *Campylobacter mustelae*, *Campylobacter nitrofigilis*, *Campylobacter peloridis*, *Campylobacter pylori*, *Campylobacter rectus*, *Campylobacter showae*, *Campylobacter sputorum*, *Campylobacter*

subantarcticus, *Campylobacter upsaliensis*, *Campylobacter ureolyticus*, *Campylobacter volucriis*.

Des weiteren sind folgende 13 Subspezies beschrieben: *Campylobacter fetus* ssp. *fetus*, *Campylobacter fetus* ssp. *venerealis*, *Campylobacter hyointestinalis* ssp. *hyointestinalis*, *Campylobacter hyointestinalis* ssp. *lawsonii*, *Campylobacter jejuni* ssp. *doylei*, *Campylobacter jejuni* ssp. *jejuni*, *Campylobacter lari* ssp. *concheus*, *Campylobacter lari* ssp. *lari*, *Campylobacter pylori* ssp. *mustelae*, *Campylobacter pylori* ssp. *pylori*, *Campylobacter sputorum* ssp. *bubulus*, *Campylobacter sputorum* ssp. *mucosalis*, *Campylobacter sputorum* ssp. *sputorum* (EUZÉBY 2014).

Als thermophile bzw. thermotolerante *Campylobacter* spp. werden aufgrund ihres Wachstumsoptimums bei einer Temperatur von 43°C die Spezies *C. jejuni* ssp. *jejuni*, *C. coli*, *C. lari* und *C. upsaliensis* bezeichnet (ISO 1995; ON 2001). Die größte Bedeutung als Erreger der humanen Campylobacteriose besitzen die Arten *C. jejuni* ssp. *jejuni* und *C. coli*.

Die Abbildung 1 verdeutlicht die taxonomische Einordnung der *Campylobacter*.

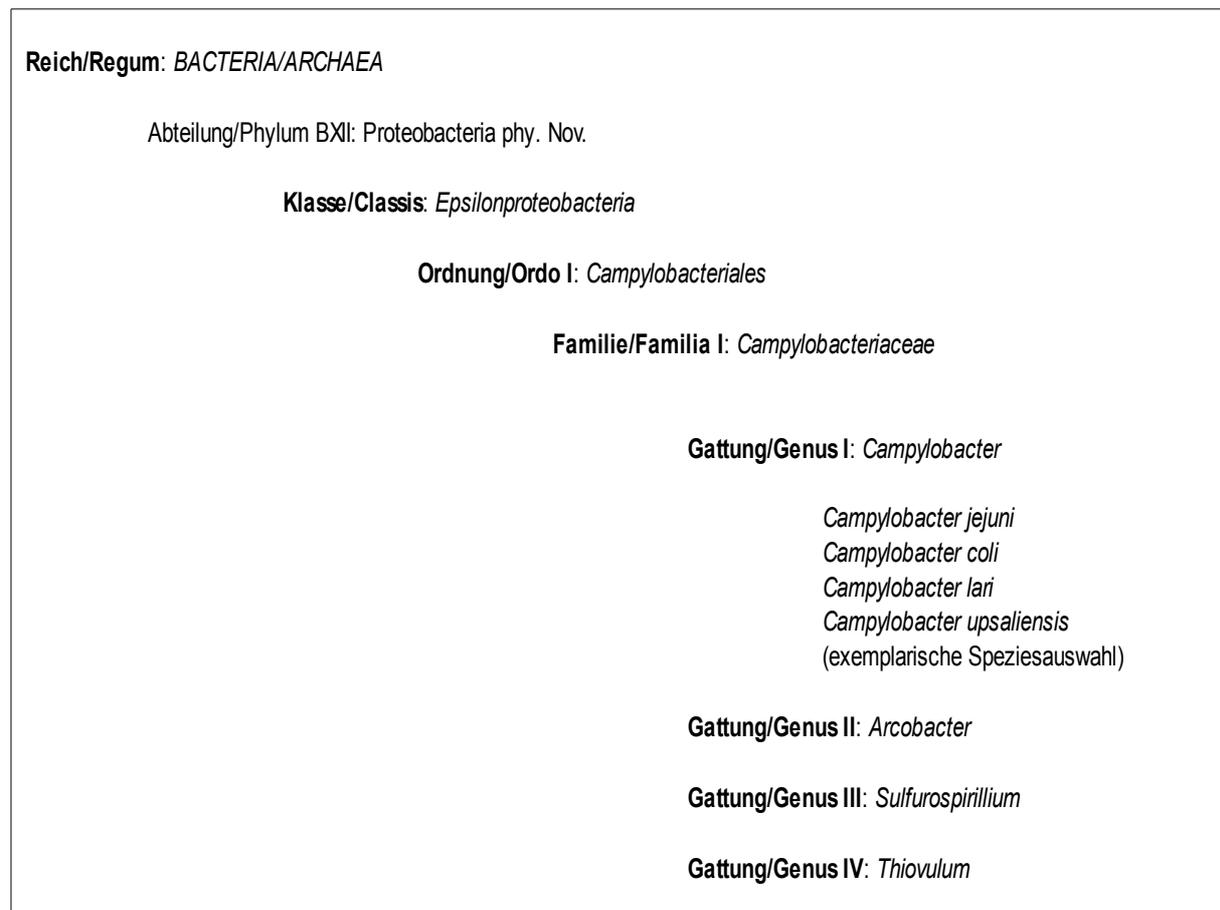


Abbildung 1: Taxonomie von *Campylobacter* spp. nach GARRITY et al. 2004

2.3 Eigenschaften von *Campylobacter* spp.

2.3.1 Bakterien- und Koloniemorphologie

Campylobacter spp. stellen sich als gram-negative, gebogene, häufig komma- bis V- oder S-förmige, spiralgewundene Stäbchen dar. Sie besitzen einen Durchmesser von 0,2-0,9 µm bei einer Länge von 0,5 – 5µm und bilden keine Sporen. Weiterhin neigen sie zum Ausbilden von einer oder mehrerer helikaler Windungen und können in kurze Ketten vorliegen. Sie weisen monotriche, z.T. auch polytriche polare oder bipolare unbehüllte Geißeln an den spitz zulaufenden Enden auf, was ihnen typische korkenzieherartige Bewegungen ermöglicht (SMIBERT 1981; URSING et al. 1994) und die Besiedelung des Darms von Vögeln und warmblütigen Tieren begünstigt (PARK 2002). Ausnahmen bilden die mehrfach begeißelte Spezies *C. showae* und die nicht begeißelte Spezies *C. gracilis* (VANDAMME 2000)

Die Koloniemorphologie von *Campylobacter* spp. hängt von Art und Feuchtigkeitsgehalt des verwendeten Nährmediums ab (NACHAMKIN et al. 2000; SCHULZE et al. 2000; SKIRROW und BENJAMIN 1980; WANG et al. 1980). Auf trockenem Agar erscheinen die Bakterien als erhabene, runde, glänzende, grau bis bräunliche Einzelkolonien mit einem Durchmesser von 1-2 mm. Sie bilden auf feuchtem Agar unregelmäßige, flache, grau-glänzende Einzelkolonien, die konfluieren können. Selbst die Ausbildung eines Schwärmmasens mit gelblicher bis bräunlicher Färbung kommt vor (HÄNNINEN 1982). Auf Blutagar findet keine Hämolyse statt. *Campylobacter*-Kolonien sind geruchlos.

2.3.2 Eigenschaften und Tenazität

Alle Bakterien der Gattung *Campylobacter* zeigen sich asaccharolytisch, d.h. ihnen fehlt das Vermögen Kohlenhydrate fermentativ oder oxidativ zu verwerten. Ihre Energie beziehen sie aus organischen Säuren und aus dem Aminosäureabbau (ELKARIF und MEGRAUD 1986). Als weiterer essentieller Nährstoff wird Eisen benötigt (PARK 2002).

Alle Spezies verhalten sich chemoorganotroph und können bis auf *C. gracilis* Cytochromoxidase bilden. Sie besitzen nicht die Fähigkeit Gelatine zu verflüssigen und reagieren im Vos-

ges-Proskauer- und im Methylrot-Test negativ. Die Katalaseaktivität hingegen ist speziesabhängig und kann variieren (STEINBRUECKNER et al. 1999; VANDAMME und DE LEY 1991).

Campylobacter spp. sind obligat microaerophil, d.h. sie benötigen für ihre Kultivierung eine microaerobe Atmosphäre (5-7% O₂, 5-10% CO₂ und 85-90% N₂) (LUECHEFELD et al. 1980a; THOMSON et al. 1990).

Die Tenazität (lat. *tenacitas*: festhalten), mithin die Widerstandsfähigkeit von *Campylobacter* spp. gegenüber Umwelteinflüssen ist art- und stammspezifisch, wobei sich auch deutliche Unterschiede zwischen den Stämmen zeigen (BUSWELL et al. 1998; TERZIEVA und MC FETERS 1991). So besitzen thermophile *Campylobacter* spp. ihr Wachstumsoptimum bei einer Temperatur von +42°C. Das Temperaturmaximum liegt bei +45°C und das Temperaturminimum bei +32°C (MORRIS und PATTON 1985). In dem hohen Temperaturoptimum und der Mikroaerophilie sehen einige Autoren eine Adaptation thermophiler *Campylobacter* an die Bedingungen im Magen-Darm-Trakt von warmblütigen Tieren und insbesondere von Vögeln (KETLEY 1997; LUECHTEFELD et al. 1980b; PARK 2002).

Bei einer Temperatur unterhalb von +30°C kann keine Vermehrung mehr stattfinden, da *Campylobacter* spp. über keine charakteristischen Kälteschutzgene verfügen (PHADATARE et al. 1999).

Außerhalb des warmblütigen Tierkörpers ist eine Keimvermehrung nicht möglich. Thermotolerante *Campylobacter* spp. vermehren sich daher in kühl gelagerten Lebensmitteln bzw. bei Raumtemperatur in der Regel nicht, was sie von vielen anderen lebensmittel-assoziierten Infektionserregern abgrenzt (BLANKEN-SHIP und CRAVEN 1982; HAZELEGER et al. 1998; JACOB-REITSMA 2000; PARK 2002). Im Temperaturbereich zwischen unter +30°C und über +10°C kommt es zum allmählichen Absterben der Keime, wohingegen die Überlebensrate in Lebensmitteln, die im Kühlschrank gelagert werden, deutlich höher ausfällt (ABRAM und POTTER 1984; GILL und HARRIS 1983; ICMSF 1996). KELLY et al. (2003) stellten fest, dass bei einer Temperatur von +4°C lebenswichtige Prozesse, wie Sauerstoffverbrauch, Katalaseaktivität, ATP-Erzeugung und Proteinsynthese, noch aktiv stattfinden.

Thermotolerante *Campylobacter* spp. vermögen Gefriertemperaturen zu überleben, es kommt jedoch beim Einfrierprozess zu einer deutlichen Reduktion vermehrungsfähiger Keime (FERNÁNDEZ und PISÓN 1996; GEORGSSON et al. 2006; KAIJSER und SVEDHEIM 1982; ZHAO et al. 2003). So ließ sich nach dreiwöchiger Gefrierlagerung von natürlich kontaminierten Hähnchenkarkassen eine Keimreduzierung um zwei log₁₀-Stufen beobachten (SANDBERG et al. 2005). SAMBERS et al. (2010) berichteten über eine Reduktion von

Campylobacter spp. in Hähnchenhackfleisch nach einem Tag Tiefkühlagerung um eine \log_{10} -Stufe.

Ein Überleben auf Geflügelhaut und in Geflügelfleisch bei Tiefkühlagerung ist über mehrere Monate möglich (BEUCHAT 1987; BHADURI und CORTRELL 2004; LEE et al. 1998; OOSTEROM et al. 1983; SAMBERS et al. 2010). Nach dem Auftauen sind die Keime in großer Zahl im Drip vorhanden (BEUTLING, 1998). Laut BIRK et al. (2004) unterstützt das Auftauwasser die Überlebensfähigkeit von *Campylobacter* spp. gegen verschiedene Stressoren.

Die Temperatur nimmt auch entscheidenden Einfluss auf die Überlebensfähigkeit des Keims in Trink- und Oberflächenwasser. *Campylobacter* spp. sind in der Lage, eine gewisse Zeit bei niedrigen Temperaturen im Trinkwasser zu überleben (BOLTON et al. 1982; PICKERT und BOTZENHART 1985). Auch eine Kontamination von Oberflächengewässern durch *C. jejuni* aus Schlachthofabwasser wurde beschrieben (TEUFEL 1983). Außerdem wird die Besiedelung der Gewässer durch Wasservögel, wie Enten und Schwäne, für die Kontamination mit *C. jejuni* verantwortlich gemacht (REISINGER et al. 1984). Der Nachweis aus Meerwasser gelingt wesentlich seltener (KNILL 1978).

Campylobacter spp. sind hitzeempfindlich, d.h. durch Sterilisieren oder Pasteurisieren werden die Keime zuverlässig inaktiviert (SHANE 2000). SAMBERS et al. (2010) stellten eine Keimreduktion unter die Nachweisgrenze in artifiziell sowie natürlich kontaminierten Hähnchen-Burgern nach 4 Minuten fest (Kerntemperatur 57,5 °C).

In unterschiedlichen Lebensmitteln variieren die D_{55} -Werte von *C. jejuni* zwischen 0,6 und 2,3 Minuten (ICMSF 1996). Jedoch zeigt eine Studie von MOORE und MADDEN (2000), dass es bei nur milden Erhitzungsprozessen zum Überleben einer hitzeresistenten Subpopulation kommen kann, die eine potentielle Infektionsgefahr für den Verbraucher darstellt. Durchaus üblich ist diese Art der Zubereitung für „Entenbrust rosa“, wo Kerntemperaturen von nur 56°C bis 60°C erreicht werden (BFR 2007; RENZ 2007)

Gegenüber Trockenheit sind *Campylobacter* spp. wenig resistent, so liegt der minimale a_w -Wert bei $a_w > 0,987$. Eine Isolierung der Keime von glatten Flächen ist nur bei entsprechender Feuchtigkeit möglich (DOYLE und ROMAN 1982a; FERNANDÉZ et al. 1985; SMIBERT 1981). *Campylobacter jejuni* erweist sich als besonders empfindlich gegenüber der Lufttrocknung. Während des Schlachtprozesses kommt es zu einer deutlichen Keimreduktion nach der Luftkühlung (KUSUMANIGRUM et al. 2003; OOSTERBLUM et al. 1983). Allgemein gilt, dass ein Überleben von *Campylobacter* spp. bei hoher Luftfeuchtigkeit und gleichzeitig nied-

riger Temperatur (+4°C) gefördert wird, während eine geringe Luftfeuchtigkeit in Kombination mit hoher Temperatur (+25°C) hemmend wirkt (DOYLE und ROMAN 1982a).

Das pH-Optimum für die Anzucht thermotoleranter *Campylobacter* liegt bei pH 6,5 -7,5. Der minimale pH-Wert, welcher das Überleben noch ermöglicht, beträgt pH 4,9, der maximale Wert 9,0 (DOYLE und ROMAN 1981; GILL und HARRIS 1983). Im sauren Milieu ist die pH-Sensibilität temperaturabhängig. Hierbei gilt: Je höher die Temperatur umso schneller die Inaktivierung der Keime (DOYLE und ROMAN 1981).

Eine hohe Sensitivität besitzen *Campylobacter* spp. gegenüber ultravioletter und γ -Strahlung. Im Vergleich zu *Escherichia coli* und *Yersinia enterocolitica* verfügen *Campylobacter* über eine geringere Resistenz gegenüber ultraviolettem Licht (BUTLER et al 1987). In einer Studie von OBIRI-DANSO et al. (2001) waren *Campylobacter* spp. nach 10-minütiger UV-Behandlung nicht mehr kultivierbar. PATTERSON (1995) konnte nachweisen, dass *Campylobacter* spp. - verglichen mit *Salmonella* spp. und *Listeria monocytogenes* - gegenüber ionisierenden Strahlen sensibler reagieren. Die Keimzahl von *C. jejuni* auf Geflügelfleisch wurde bei einer Bestrahlungsdosis von 2,5 kGy um 10 log₁₀-Stufen reduziert.

Hinsichtlich hoher Kochsalzkonzentrationen zeigen sich *Campylobacter* spp. ebenfalls empfindlich. Bei *C. jejuni* und *C. coli* kommt es bei einem NaCl-Gehalt von 2% zu einer Wachstumshemmung, dagegen toleriert *Campylobacter lari* Konzentrationen bis zu 2,5% (DOYLE und ROMAN 1982b, HÄNNINEN 1982). Eine Synopsis der Anforderungen thermophiler *Campylobacter* spp. an die Kultivierungsbedingungen gibt Tabelle 1.

Parameter	Minimum	Optimum	Maximum
Temperatur	32°C	37-42°C	47°C
a _w -Wert	> 0,987	0,997	-
NaCl-Konzentration	-	0,5	1,5
pH-Wert	4,9	6,5-7,5	ca. 9,0
Atmosphäre	-	5% O ₂ + 10 % CO ₂	-

Tabelle 1: Bedingungen der Kultivierung thermophiler *Campylobacter* spp. (ANONYMOUS 1996)

Campylobacter spp. sind in der Lage bei widrigen Umweltbedingungen, z.B. Nährstoffentzug, erhöhtem Sauerstoffgehalt, Kälte, Hitze, Bestrahlung etc. in kokkoide oder sphärische For-

men überzugehen. Aus der lebensfähigen, kultivierbaren Form (viable and culturable) entsteht ein „viable but non-culturable“ Zustand (VNBC), d.h. die Bakterienzellen sind lebensfähig, aber nicht kultivierbar (BOUCHER et al. 1994; BUCK et al. 1983; MCCLURE et al. 2002; MORAN und UPTON 1987; ROLLINS und COLWELL 1986; THOMAS et al. 1999). Diese Fähigkeit von *Campylobacter* spp. zur Bildung der VNBC-Stadien ist von großer Bedeutung für ihr Überleben in der Umwelt. LAZARO et al. (1999) konnten nachweisen, dass bei 4°C „lebende“ Zellen noch nach 7 Monaten detektierbar sind. Eine Regeneration von *Campylobacter* spp. aus dem VNBC-Status zurück in die kultivierbare Form ist unter bestimmten Bedingungen möglich (JONES et al. 1991; SAHA et al. 1991)

Kontroverse Ansichten bestehen über die Infektiosität und die Fähigkeit dieser VNBC-Zellen, den Darm von Tieren zu kolonisieren. Das Vorkommen einer VNBC-Form von *C. jejuni* wurde erstmals durch ROLLINS und COLWELL (1986) beschrieben. Diese Autoren gingen davon aus, dass es durch die Darmpassage zu einer Rückwandlung der VNBC-Zellen in die Spiralform kommt. Auch die Wiederbelebung in Labortieren ist beschrieben (MURPHY et al. 2006). Im Gegensatz dazu zeigten andere Versuche, dass nach oraler Aufnahme von VNBC-Zellen beim Küken keine *Campylobacter* spp. aus Kot oder Zäkum der Tiere isoliert werden konnten (MEDEMA et al. 1992; ZIPRIN et al. 2003; ZIPRIN und HARVEY 2004). Auch Antikörper gegen *Campylobacter* als Immunreaktion auf die VNBC-Zellen fanden sich weder bei Ratten und Kaninchen noch beim Menschen (VAN DE GIESSEN et al. 1996a). MURPHY et al. (2006) sahen eine mögliche Erklärung für diese kontroversen Untersuchungsergebnisse in einer stammspezifischen Fähigkeit der VNBC-Zellen zur Darmkolonisation.

Campylobacter spp. besitzen eine Antibiotikaresistenz gegenüber einer Reihe von Wirkstoffen, wie z.B. Vancomycin, Polymyxin B, Trimetoprim, Cephalosporine, Makrolide (Amphotericin B, Erythromycin) und Fluorchinolone (Ciprofloxacin), was Einfluss auf die geeignete Zusammensetzung selektiver Nährmedien nimmt (AQUINO et al. 2002; DONNISON 2003; LARKIN et al. 2006; MCCLURE et al. 2002).

2.4 Identifizierung und Differenzierung

2.4.1 Phänotypische Differenzierung

Als Kriterien für die phänotypische Differenzierung von *Campylobacter* spp. werden folgende Merkmale geprüft: Bakterien- und Koloniemorphologie, Beweglichkeit sowie Keimwachstum bei +43° C und +25°C. Weitere Parameter sind: Katalasebildung, Oxidase-Reaktion, Nitrat- und Nitrit-Reduktion, Urease-Test, H₂S-Produktion, Hippurathydrolyse, Indoxyl-Acetat-Hydrolyse und Sensibilität gegenüber Cephalotin und Nalidixinsäure (VANDAMME und GOOSENS 1992). Da einige dieser Reaktionen instabil ausfallen und z.T. stark variieren, erlauben die oben aufgelisteten Untersuchungskriterien keine sichere Differenzierung. Das einzige Unterscheidungsmerkmal zwischen *C. jejuni* und *C. coli*, die annähernd identische biochemische Eigenschaften besitzen, bildet die Hippurathydrolyse, zu der *C. jejuni* im Gegensatz zu *C. coli* in der Lage ist (HARVEY 1980). Allerdings gibt es auch *C. jejuni*-Stämme, die Hippurat nicht hydrolysieren (BÄR und FRICKE 1987). Tabelle 2 gibt eine Übersicht der wichtigsten biochemischen Reaktionen zur Bestimmung thermophiler *Campylobacter* spp.

Insbesondere in Bezug auf die Antibiotikasensibilität müssen die Ergebnisse zurückhaltend bewertet werden, da mit zunehmender Resistenz gegenüber Fluorchinolonen auch Nalidixinsäure-resistente *C. jejuni*-Stämme auftreten (ENDTZ et al. 1991; LUBER 2004; NANNAPANENI et al. 2005).

Die Serotypisierung bietet eine immunologische Methode zur eindeutigen Unterscheidung von *Campylobacter* spp. Sie beruht auf dem Prinzip des Nachweises antigener Determinanten auf der Oberfläche der Bakterienzelle mittels Antikörpern. PENNER und HENESSY (1980) publizierten ein Serotypisierungsverfahren, welches lösliche, hitzelabile Oberflächenantigene mittels passiver Hämagglutination erfasst. FROST et al. (1998) modifizierten diese Technik und entwarfen ein System auf Grundlage der aktiven Hämagglutination somatischer Oberflächenantigene. Für epidemiologische Studien eignet sich die Serotypisierung nur bedingt, da es nicht typisierbare Stämme gibt oder auch Stämme deren Typisierung sich infolge von Antigenvariation nicht reproduzieren lässt (MCKAY et al. 2001; NIELSEN et al. 1997; NISHIMURA et al. 1996; PATTON et al. 1991). Auch Kreuzreaktionen zwischen Antiseren kommen vor (PRESTON und PENNER 1989).

Als weitere phänotypische Differenzierungsmethoden sind die Biotypisierung (BOLTON et al. 1984a) und die Phagentypisierung (GRAJESKI et al. 1985; KHAKHRIA und LIOR 1992) zu nennen.

Es wird empfohlen, zur Bestätigung die Ergebnisse der phänotypischer Differenzierung mit einer zweiten, möglichst genotypischen Differenzierungsmethode zu verifizieren (AARTS et al. 1995; WASSENAAR und NEWELL 2000).

2 Literatur

Bakterienspezies	Katalase	Nitrat- reduktion	H ₂ S-Bildung (TSI)	Hippurat- hydrolyse	Indoxylacetat- hydrolyse	Wachstum bei 25°C	Wachstum bei 42°C	Resistenz gegenüber Nalidixinsäure	Resistenz gegenüber Cephalotin	Guanin + Cytosingehalt (mol%)
<i>C. laniae</i>	+	+	-	-	-	-	+	R	R	36
<i>C. hyointestinalis</i> <i>ssp. hyointestinalis</i>	+	+	+	-	-	v	+	R	S	33-36
<i>C. hyointestinalis</i> <i>ssp. lawsonii</i>	+	+	+	-	-	-	+	R	S	31-33
<i>C. fetus ssp. fetus</i>	+	+	-	-	-	+	-	R	S	33-35
<i>C. fetus</i> <i>ssp. veneralis</i>	+	+	-	-	-	+	-	R	S	33-34
<i>C. mucosalis</i>	-	+	+	-	-	-	+	R	S	36-38
<i>C. concisus</i>	-	+	+	-	-	-	+	S	S	37-41
<i>C. curvus</i>	-	+	+	-	+	-	+	R	n.b.	45-46
<i>C. sputorum</i> <i>ssp. bubulus</i>	-	+	+	-	-	-	+	R	S	29-30
<i>C. sputorum</i> <i>ssp. faecalis</i>	+	+	+	-	-	-	+	S	S	30-32
<i>C. sputorum</i> <i>ssp. sputorum</i>	-	+	+	-	v	-	+	R	S	30-31
<i>C. gracilis</i>	-	+	n.b.	n.b.	+	n.b.	n.b.	S	n.b.	44-46
<i>C. rectus</i>	-	+	+	-	+	-	(+)	S	n.b.	45-46
<i>C. showae</i>	+	+	+	-	+	-	+	R	S	44-46
<i>C. upsaliensis</i>	(+)-	+	-	-	+	-	+	S	S	32-36
<i>C. helveticus</i>	-	+	-	-	+	-	+	S	S	34
<i>C. coli</i>	+	+	-	-	+	-	+	S	R	30-33
<i>C. lari</i>	+	+	-	-	-	-	+	R	R	30-32
<i>C. jejuni ssp. doylei</i>	+	-	-	v	+	-	-	S	S	30-31
<i>C. jejuni ssp. jejunii</i>	+	+	-	+	+	-	+	S	R	30-33

V = variabel

n.b.= nicht bestimmt

(+) = schwach positiv

TSI = Triple sugar iron (Kligler-Eisen-Agar)

Tabelle 2: Übersicht der wichtigsten biochemischen Reaktionen zur Bestimmung thermophiler *Campylobacter* spp. (modifiziert nach LOGAN et al. 2000 und VAN-DAMME 2000)

2.4.2 Genotypische Differenzierung

Genotypische Differenzierungsmethoden nutzen die chromosomalen Unterschiede der verschiedenen Spezies von *Campylobacter*. Die Genotypen verhalten sich in der Regel stabil und die Ergebnisse sind damit reproduzierbar. Diese Verfahren eignen sich besonders gut zur Typisierung der enteropathogenen Erreger im Rahmen epidemiologischer Studien zur Aufklärung von Infektionsursprüngen und Übertragungswegen (MANNING et al. 2003 MATSUDA et al. 1996).

Folgende genotypische Untersuchungsmethoden werden eingesetzt: Pulsfeld-Gelelektrophorese (PFGE), Amplified Fragment Length (AFLP), Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD), Flagellin Typing (*fla*-Typing) und Ribotyping. Bei WASSENAAR und NEWELL (2000) findet sich ein ausführlicher Methodenvergleich über die verschiedenen genotypischen Nachweis- und Differenzierungsverfahren für *Campylobacter* spp. Einen Überblick darüber verschafft Tabelle 3.

Kombinationen aus mehreren Verfahren erhöhen die allgemeine Diskriminierungsfähigkeit, also die Fähigkeit, zwischen genetisch unabhängigen Stämmen zu unterscheiden (ZIMMERMANN 2008).

Methode	Diskriminierungsfähigkeit	Typisierbarkeit (%)	Reproduzierbarkeit	Zeitaufwand	Finanzieller Aufwand
PFGE	gut	100	gut	3-4 Tage	durchschnittlich
RAPD	durchschnittlich	ca. 80	gering	< 24h	gering
AFLP	gut	100	gut	2-3 Tage	durchschnittlich
<i>fla</i> -Typisierung	mäßig	100	gut	< 24 h	gering
Ribotypisierung	schwach	100	gut	3-4 Tage	durchschnittlich

Tabelle 3: Vergleich der unterschiedlichen genotypischen Differenzierungsmethoden nach WASSENAAR und NEWELL (2000)

2.5 Isolierung und Kultivierung thermotoleranter *Campylobacter* spp. in Lebensmitteln

Thermophile *Campylobacter* spp. stellen aufgrund ihrer geringen Tenazität und ihrer hohen Sensitivität sehr große Ansprüche an Nährmedien, Kultivierungsbedingungen und Bebrütungstemperaturen (ATANASSOVA 2002; HEISIK 1985, PARK 2002; SCOTTER et al. 1993).

Das erste Selektivmedium für *Campylobacter* spp. wurde 1977 von SKIRROW entwickelt.

Grundsätzlich bestehen *Campylobacter*-Selektivnährböden aus einer Nähragarbasis und Zusätzen von Kohle (KARMALI et al. 1986) oder Blut (BOLTON und ROBERTSON 1982 SKIRROW 1977). Um die Begleitflora zu unterdrücken und die Wiederfindungsrate zu erhöhen, wurden die Nährböden ständig weiterentwickelt. Verschiedene Studien befassten sich mit der Untersuchung der Wirksamkeit von Supplementen bei diversen Medien, wie z.B. BAYLIS et al. (2000), BEUCHAT (1985) und CORRY et al. (1995). Selektive feste und flüssige Nährmedien bestehen aus einer Nährbasis mit der bereits erwähnten Zugabe von Kohle, Blut oder FBP (Ferum-II-Phosphat), welche die Wirkung toxischer Sauerstoffverbindungen auf die empfindlichen Keime abschwächen. Der Zusatz von antibiotikahaltigen Supplementen dient dagegen zur Unterdrückung der bakteriellen Begleitflora im Untersuchungsmaterial. Da *Campylobacter* spp. ein heterogenes Resistenzverhalten zeigen, wird empfohlen zwei verschiedene Selektivmedien einzusetzen, um die Sensitivität zu erhöhen (GOOSENS und BUTZLER 1991).

Einige Spezies reagieren jedoch auf bestimmte Supplemente empfindlich. So zeigten GOOSENS et al. (1990) dass *C. upsaliensis* aufgrund seiner geringen Resistenz gegenüber den Antibiotika Cefoperazon und Vancomycin nicht auf den üblichen Selektivnährmedien kultiviert werden kann.

In Probenmaterial, in dem eine hohe *Campylobacter*-Konzentration zu erwarten ist, kann ein Direktausstrich auf festen Nährmedien angewandt werden. Bei Untersuchungsmaterial mit niedrigen Keimzahlen oder sublethal geschädigten Keimen ist ein Voranreicherungsschritt in einem flüssigen Medium, wie z.B. Preston-Bouillon, Bolton-Bouillon oder Park and Sanders-Bouillon, notwendig. Auch eine hohe Konzentration von Begleitkeimen macht eine Anreicherung erforderlich. Diese Faktoren spielen bei der Untersuchung von Lebensmittel- und Umgebungsproben eine wesentliche Rolle (HUMPHREY 1986, LOEWENHERZ 1995, WAAGE et al. 1999).

Besonders geeignet für die Kultivierung thermophiler *Campylobacter* spp. sind nach GUNMUNRO et al. (1987) die kohlehaltigen mCCDA - (modifizierter Charcoal-Cefoperazon-Desoxycholat-Agar) und Karmalinährböden. Diese zeigten eine hohe Isolierungsrate bei gleichzeitig wirkungsvoller Unterdrückung der fäkalen Begleitflora.

Eine besondere Kultivierungsmethode stellt die Membranfiltration dar. Hierbei wird eine cellulosehaltige Filtermembran (Porengröße 0,45µm oder 0,65µm) auf einen bluthaltigen Nährboden aufgelegt und eine kleine Menge Probenflüssigkeit darauf verteilt. Im Gegensatz zu vielen Begleitkeimen sind *Campylobacter* spp. in der Lage die Membran zu durchdringen. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass auf antibakterielle Zusätze verzichtet werden kann, und so auch Spezies wachsen, die sonst unterdrückt werden. Allerdings besitzt die Methode eine Nachweisgrenze von 10^5 KbE/ml, weshalb sie nur für Probenmaterialien mit hohem Kontaminationsgrad in Frage kommt (CORRY et al. 1995; NACHAMKIN 1999; STEELE und MCDERMOTT 1984).

Für ihr Wachstum benötigen *Campylobacter* spp. eine CO₂-angereicherte, sauerstoffreduzierte Atmosphäre (10% CO₂, 5% O₂, 85% N₂) (BOLTON und COATES, 1983; CORRY et al., 1995;). Allerdings ist *C. jejuni* unter Zugabe bestimmter Substrate auch fähig, aerobes und anaerobes Wachstum zu zeigen (JONES et al. 1993).

Das Standardverfahren für den qualitativen Nachweis thermophiler *Campylobacter* aus Lebensmitteln und Futtermitteln tierischer Herkunft ist in der ISO-Norm 10272-1:2006: *Microbiology of food and feeding stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of Campylobacter growing at 41,5°C* beschrieben. Das Verfahren wurde 2007 als Methode L00.00-107 in die amtliche Sammlung der Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB übernommen.

In der ISO-Version von 1995 wurde die Voranreicherung der Lebensmittelproben für 18h ± 2h bei 42°C ± 0,5°C in Preston-Bouillon vorgegeben. Für die Kultivierung auf Nährböden wurde der Nährboden nach Karmali und ein weiterer fester *Campylobacter*- Selektivnährboden nach Wahl mit Bebrütung bei 42°C ± 0,5°C bis zu 5 Tagen empfohlen.

Die ISO-Version von 2006 unterscheidet sich in der Festlegung des selektiven Voranreicherungsmediums. Die Methodenvorschrift sieht hier die Anreicherung in Bolton-Bouillon vor (4h ± 2h bei 37°C ± 0,5°C, 42-44h ± 2h bei 41,5°C ± 0,5°C). Als fester Nährboden zur Kultivierung ist der mCCD-Agar und ein zweiter Selektivagar nach Wahl vorgesehen.

Eine vereinfachte Darstellung zur Verdeutlichung des Untersuchungsablaufs enthält Abbildung 2.

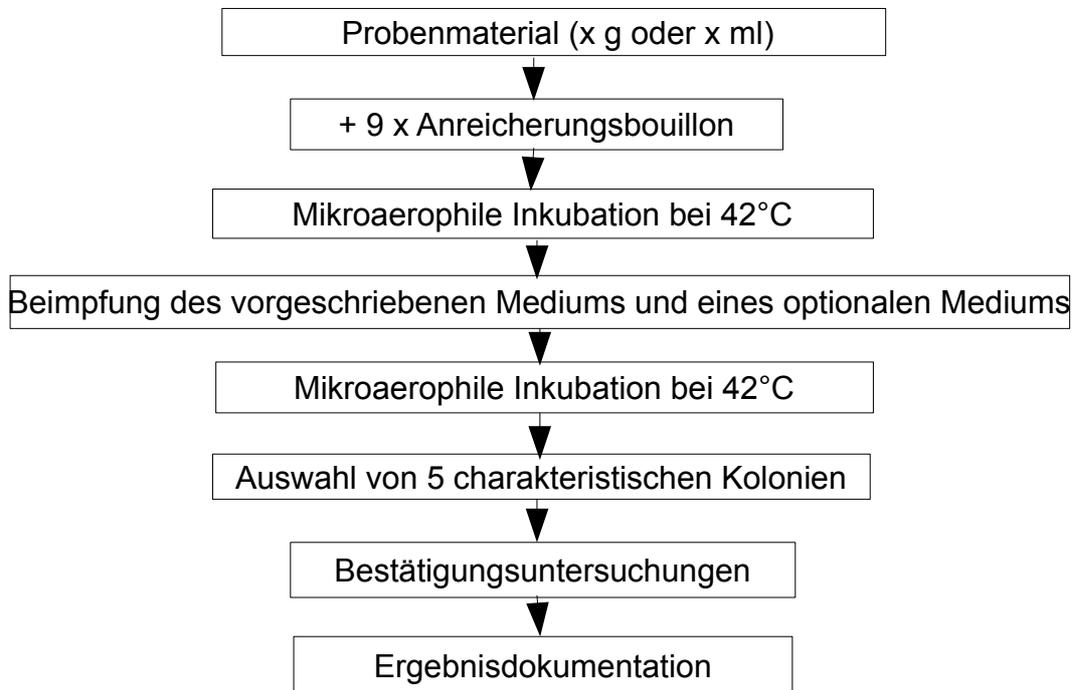


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Nachweises thermophiler *Campylobacter* nach der Methode ISO 10272

2.6 Molekularbiologischer Nachweis durch die Polymerase-Ketten-Reaktion

Die phänotypische Differenzierung von *Campylobacter* spp. stößt aufgrund der hohen Kultivierungsansprüche, der geringen biochemischen Diversität und der mangelnden Zuverlässigkeit des Verhaltens von *C. jejuni* im Hippurathydrolyse-Test bei gleichzeitig schwieriger und zeitintensiver Methodik schnell an ihre Grenzen. Jedoch wurde in neuerer Zeit mit der Polymerase-Chain-Reaction (PCR) ein genotypisch spezifisches Verfahren zum schnellen und zuverlässigen qualitativen Nachweis und zur Speziesdifferenzierung entwickelt (BIRKENHEAD et al. 1993; LÜBECK und HOORFAR 2002; OYOFO et al. 1997; WEGMÜLLER et al. 1993).

Bei der PCR handelt es sich um eine In-vitro-Technik, die gezielt DNA-Abschnitte, die von zwei bekannten DNA-Sequenzen eingerahmt werden, vervielfältigt. Die PCR arbeitet hoch spezifisch. Schon der Nachweis eines einzigen bakteriellen oder viralen Genoms ist möglich (STREYER 1996).

Die PCR liefert innerhalb von weniger Stunden ein Ergebnis (DE BOER und BEUMER 1999). Es werden sowohl kultivierbare Mikroorganismen als auch tote oder lebensfähige, aber nicht kultivierbare Formen detektiert. Durch Voranreicherung oder Kombination der PCR mit einer kulturellen Methode kann man auf vermehrungsfähige Keime schließen (KAPPERUD et al. 1993).

Die PCR ermöglicht die Amplifikation (Vervielfältigung) eines spezifischen DNA-Abschnitts in vitro durch Simulation der in vivo DNA-Replikation innerhalb einer Zelle (ROLFS et al. 1992). Ausgehend von Startermolekülen, den sogenannten „Primern“, synthetisiert eine DNA-Polymerase einen neuen DNA-Strang an einer einzelsträngigen Nukleinsäurematrize, der Template-DNA. Die Primer sind zwei gegenläufig orientierte, synthetische DNA-Oligonukleotide. Die gezielte Vervielfältigung der DNA-Sequenz erfolgt zwischen diesen beiden Primern. Durch zyklische Wiederholung der einzelnen Reaktionsschritte wird die Matrize exponentiell amplifiziert (BANGSOW et al. 2002). Die Vermehrung der DNA geht nach exponentieller Vermehrung gegen Ende in eine Plateauphase über.

Ein PCR-Zyklus besteht aus drei Phasen, beginnend mit der thermischen Denaturierung des DNA-Doppelstranges bei 90-95°C, wobei einzelsträngige DNA-Templatemoleküle entstehen. Dieser Schritt dauert bei konventionellen PCR-Methoden ca. 30 Sekunden. In der zweiten Phase (Annealing) erfolgt die Hybridisierung des Primers an komplementäre Sequenzen des

DNA-Einzelstranges bei 45-60°C. In der dritten Phase erfolgt die Synthese des dazwischen liegenden Sequenzabschnittes durch die DNA-Polymerase bei 72°C (Elongation, Extension). Diese Elongation dauert bei der konventionellen PCR in der Regel 30-90 Sekunden (BANGSOW et al. 2002; OLSEN et al. 1995). Durch zyklische Wiederholungen (Cycles) dieser drei Phasen kommt es zur exponentiellen Amplifikation der Ziel-DNA.

Der allgemeine Untersuchungsablauf einer Lebensmittel-PCR besteht aus vier Phasen: selektive Anreicherung, Nukleinsäureextraktion, Amplifikation der Nukleinsäuresequenz und Detektion der Amplifikate.

Die selektive Anreicherung dient der Vermehrung lebensfähiger Keime, um auch bei gering kontaminiertem Probenmaterial eine für den PCR-Nachweis ausreichende Konzentration der DNA des nachzuweisenden Keimes zu erhalten und somit die Sensitivität zu steigern. Gleichzeitig erhöht sich der Anteil vitaler Keime im Verhältnis zu abgestorbenen Keimen und VBNC-Stadien - sofern vorhanden. Auch kommt es zu einer Verdünnung der Konzentration von PCR-Inhibitoren, die häufig in der Probenmatrix vorhanden sind (GIESSENDORF et al. 1992; STRAUB et al. 1999). Allerdings können auch von Bestandteilen des Anreicherungsmediums, wie z.B. Kohle oder Blut, inhibitorische Wirkungen auf die PCR ausgehen (NG et al. 1997; ROSSEN et al. 1992).

Die Nukleinsäureextraktion beinhaltet die Präparation der Nukleinsäuren durch Aufschluss der Bakterienzellen, Herauslösen der Nukleinsäuren und anschließendes Aufreinigen. Das Aufreinigen über mehrere Waschschrte minimiert das Risiko inhibitorischer Effekte bei der anschließenden Amplifikation.

Die Amplifikationsreaktion stellt die eigentliche Polymerase-Kettenreaktion dar und läuft in den oben beschriebenen 3 Phasen ab. Der Reaktionsansatz umfasst die aus der angereicherten Probe extrahierten DNA, zwei Primer, die DNA-Polymerase und die Desoxyriboneucleosidtriphosphate (dATP, dCTP, dGTP, dUTP). In der Denaturierungsphase (1) wird der DNA-Doppelstrang in zwei Einzelstränge aufgetrennt. Darauf folgt die Annealing-Phase (2): Die Primer hybridisieren mit dem spezifischen DNA-Abschnitt und die DNA-Polymerase synthetisiert in der Elongationsphase (3) einen komplementären DNA-Strang, beginnend am 3' Ende. Dieser dreiteilige PCR-Zyklus läuft in sich immer wiederholenden definierten Temperatur- und Zeitzyklen ab, und es kommt so zu einer starken Vermehrung der Zielsequenz. Die Zyklen erfolgen in einem Thermocycler mit einem temperierbaren Reaktionsraum, in den die Probengefäße hinein gestellt werden.

Die Detektion der so erhaltenen Amplifikate erfolgt durch ein geeignetes Nachweissystem.

Eine einfache Methode zur Detektion bildet die Gelelektrophorese: Die DNA-Amplifikate werden hierbei elektrophoretisch in einem mit Ethidiumbromid gefärbten Agarosegel aufgetrennt, unter UV-Licht sichtbar gemacht und fotografisch dokumentiert. Durch Vergleich mit einem mitgeführten DNA-Molekulargewichtsmarker lässt sich die Fragmentlänge bestimmen.

Bei der Real-Time-PCR werden die entstehenden PCR-Produkte bereits während des PCR-Laufs mit Hilfe von fluoreszenz-markierten Oligonukleotiden gemessen (SAGNER et al. 1999). SAILS et al. (2002) beschrieben ein Real-Time-PCR System zur quantitativen Bestimmung von *Campylobacter jejuni* aus Lebensmittelproben, das schon nach drei Stunden ein Ergebnis liefert.

Eine weitere Methoden zum Nachweis der PCR-Produkte stellt die DNA-Hybridisierung dar, bei der die Amplifikate auf Membranen übertragen werden, wo sie mit spezifischen, einzelsträngigen, markierten Sonden hybridisieren und anschließend mittels Kolorimetrie oder Chemilumineszenz detektiert werden (ANONYMOUS 1998). Auch ein nachgeschaltetes ELISA-Verfahren (PCR-ELISA) kann zum Nachweis der PCR-Produkte eingesetzt werden (BOLTON et al. 2002).

In einer nested PCR werden zwei PCR-Systeme miteinander kombiniert. Im ersten Durchgang wird ein Primerpaar verwendet, welches ein DNA-Fragment der Ziel-DNA der Probe vervielfältigt. Im zweiten Schritt kommen Primer zum Einsatz, die komplementär zu einer internen Sequenz des korrekten PCR-Produkts des ersten Durchgangs sind. Bei einer semi-nested PCR ist einer der Primer bei beiden Reaktionen identisch. Durch eine nested PCR liefert die zweite PCR nur ein positives Signal, wenn in der ersten PCR das richtige DNA-Fragment vervielfältigt wurde, während falsche Produkte ignoriert werden. Die nested-PCR besitzt demnach eine höhere Sensitivität (OLSEN et al. 1995).

Bei einer Multiplex-PCR wird mehr als ein Primerpaar eingesetzt, um gleichzeitig zwei oder mehrere Gene eines Pathogens oder verschiedener Pathogene während eines PCR-Durchgangs zu vervielfältigen und nachzuweisen (ELNIFRO et al. 2000; WEYNANTS et al. 1996).

Die reverse Transkriptase-PCR (RT-PCR) beruht auf dem Nachweis der mRNA, die nur in lebenden Zellen vorhanden ist und mit dem Tod sehr schnell abgebaut wird. In Kombination mit einer PCR zum DNA-Nachweis ermöglicht sie eine Differenzierung zwischen lebenden und inaktivierten Zielzellen.

Für den molekularbiologischen Nachweis thermophiler *Campylobacter* spp. bzw. die Speziesdifferenzierung sind zahlreiche PCR-Systeme beschrieben worden. Die Bindungsstellen für die Primer liegen hauptsächlich auf Genen, die für bestimmte Stoffwechselleistungen

oder für unterschiedliche Virulenzfaktoren codieren. Viele PCR-Systeme arbeiten mit Primerbindungsstellen auf verschiedenen Regionen des *flaA*-Gens und weisen simultan die Spezies *C. jejuni* und *C. coli* nach. Andere Systeme basieren auf der 16S rDNA oder der 23S rDNA und dienen zur Erfassung der Gruppe der thermotoleranten *Campylobacter* oder der Gattung *Campylobacter* allgemein. Verschiedene PCR-Systeme ermöglichen den gleichzeitigen Nachweis von *C. jejuni* und *C. coli* (OYOFO et al. 1992; WEGMÜLLER et al. 1993) oder zusätzlich den Nachweis von *C. lari* und *C. upsaliensis* (VAN DOORN et al. 1997).

Es kann aus verschiedenen Gründen beim PCR-Nachweis von Mikroorganismen in Lebensmitteln zu falsch-negativen Ergebnissen kommen. Zum einen sind Fehler bei der DNA-Extraktion, Hemmung der DNA-Polymerase durch inhibitorische Substanzen, Abbau der DNA oder der Primer durch Nukleasen und Aktivitätsverlust der DNA-Polymerase denkbar. Auch Inhaltsstoffe der Lebensmittelmatrix, wie Fette, Glykogen, Caseinbestandteile und Calciumionen, üben manchmal eine hemmende Wirkung auf die PCR aus. Bestimmte Inhaltsstoffe der Anreicherungsmedien, wie Kohle oder Blut, wirken gelegentlich ebenfalls inhibitorisch (LANZ et al. 1994; NG et al. 1997; ROSSEN et al. 1992; SCHEU et al. 1998; WILSON, 1997).

Zur Vermeidung von falsch-negative Ergebnissen können Amplifikationskontrollen eingesetzt werden, die inhibitorische Effekte anzeigen. Bei der internen Amplifikationskontrolle wird eine definierte Menge DNA jedem Reaktionsansatz zugefügt. Von externer Amplifikationskontrolle spricht man, wenn die DNA in getrennten Reaktionsansätzen einem Aliquot der extrahierten Nukleinsäure hinzugegeben wird (DIN 2005).

Zum PCR-Nachweis thermotoleranter *Campylobacter* spp. aus Lebensmitteln gibt es verschiedene Studien, welche die Sensitivität des PCR-Systems mit der kulturellen Methode vergleichen, um eine Aussage über die Eignung des jeweiligen Verfahrens zu treffen.

Ein Vergleich von sechs konventionellen PCR-Systemen untereinander sowie mit der kulturellen Methode nach ISO 10272:1995 findet sich bei MÄDE und STARK (2000). Dabei wiesen die semi-nested PCR nach WEGMÜLLER et al. (1993), das pg50/pg3-PCR nach OYOFO et al. (1992) und das PCR-System nach VAN DOORN et al. (1997) die höchste Sensitivität auf. Die Nachweisgrenze lag bei 1,4 KbE/ml inokulierte Milch und entsprach damit der Sensitivität der kulturellen Methode.

ON und JORDAN (2003) führten eine Studie über die Sensitivität und die Spezifität von 11 konventionellen PCR-Systemen für den Nachweis von *C. jejuni* und *C. coli* durch. Die entsprechenden Werte für die Detektion von *C. coli* betrug bei allen getesteten Systemen 100%. Beim Nachweis von *C. jejuni* klafften die Ergebnisse weit auseinander und erreichten eine Inklusivität zwischen 88% und 100% und eine Exklusivität von 84% bis 100%. Es gab kein

System, welches alle 57 getesteten *C. jejuni*-Stämme erkannte. Eine mögliche Ursache könnte in der mangelnden Reinheit der DNA-Extrakte gesehen werden. Auch die große genetische Diversität von *C. jejuni* mag für die mangelnde Sensitivität verantwortlich sein.

OPFER (2008) überprüfte die Einsatzmöglichkeiten von zwei PCR-Systemen für die lebensmittelhygienische Routinediagnostik. Es wurden 80 natürlich kontaminierte Geflügelfleischproben untersucht, wobei das semi-nested PCR-System nach WEGMÜLLER et al. (1993) und die pg50/pg3-PCR nach OYOFO et al. (1992) parallel mit dem kulturellen Referenzverfahren nach ISO 10272:1995 hinsichtlich ihrer Sensitivität und Spezifität einander gegenübergestellt wurden. Die Ergebnisse des semi-nested Systems nach WEGMÜLLER et al. (1993) stimmten mit denen der kulturellen Methode zu 100% überein. In 44 Proben wurden thermotolerante *Campylobacter* spp. bzw. spezifische Genomsequenzen nachgewiesen. Mit dem pg50/pg3 PCR-System nach OYOFO et al. (1992) ergab sich eine relative Sensitivität von 97,7% und eine relative Spezifität von 86,1%.

Basierend auf dem pg50/pg3-PCR System nach OYOFO et al. (1992) wurde ein molekularbiologischer Nachweis von *C. jejuni* und *C. coli* in Lebensmitteln in die amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach §64 LFGB aufgenommen (BVL L 00.00-96).

2.7 Epidemiologie

Campylobacter spp. besitzen weltweit als Erreger lebensmittelassoziierter Zoonosen herausragende Bedeutung. In den letzten zwei Jahrzehnten nahm die Nachweisrate für *Campylobacter* spp. im Zusammenhang mit humanen Gastroenteritiden immer weiter zu. In Deutschland überstieg die Anzahl der gemeldeten *Campylobacter*-Enteritiden im Jahr 2005 erstmals den Wert der gemeldeten Salmonellosen (EFSA 2006; FRIEDMANN et al. 2000; RKI 2006). Für das Jahr 2013 verzeichnet das RKI 63195 gemeldete Fälle von *Campylobacter*-Enteritis gegenüber 18828 gemeldeten Salmonellosen (RKI 2014).

2.7.1 Vorkommen von *Campylobacter* spp. beim Tier

Warmblütige Nutz-, Haus- und Wildtiere, wie Rinder, Schweine, kleine Wiederkäuer und vor allem Geflügel, aber auch Nagetiere, Hunde und Katzen, bilden ein natürliches Erregerreservoir für *Campylobacter* spp. (BLASER et al. 1980; MC DONNOUGH und SIMPSON 1996; SHANE et al. 1992). Eine Übersicht zum Vorkommen von *Campylobacter* spp. bei verschiedenen Tierarten in Deutschland und der EU nach den Daten der EFSA (2009) gibt Tabelle 4.

Tierart	Deutschland		EU	
	n	% positiv	n	% positiv
Masthähnchen	111	78,4	10260	25,2 ¹
Schweine	224	29,5	1102	56,1 ²
Rinder	503	10,7	12539	5,9 ³
Schafe	62	6,5	1476	3,2 ⁴
Katzen	227	7,0	769	8,15 ⁵
Hunde	677	5,5	1847	12,8 ⁶

1 Datenmaterial aus 16 EU-Mitgliedsstaaten

2 Datenmaterial aus 11 EU-Mitgliedsstaaten

3 Datenmaterial aus 12 EU-Mitgliedsstaaten

4 Datenmaterial aus 5 EU-Mitgliedsstaaten

5 Datenmaterial aus 4 EU-Mitgliedsstaaten

6 Datenmaterial aus 6 EU-Mitgliedsstaaten

Tabelle 4: *Campylobacter*-Prävalenz bei verschiedenen Tierarten in Deutschland und der EU für das Jahr 2007, modifiziert nach EFSA (2009)

2.7.1.1 Wirtschaftsgeflügel

Besonders hohe Prävalenzen finden sich beim Geflügelfleisch und zahlreiche Studien benennen dieses Substrat als Hauptursache für die Entstehung der humanen *Campylobacter*-iose, mit deutlich höheren Isolierungsraten im Vergleich zu anderen Nutztierarten, wie Rindern und Schweinen (ALTENKRUSE et al. 1998; ATABAY und CORRY 1997; FRIEDMAN et al. 2000; HARRIS et al. 1986; NADEAU et al. 2002). Ein Einfluss der Haltungsform auf die *Campylobacter*-Prävalenz mit einem signifikant verstärktem Gefährdungspotential wurde für Mastgeflügelbestände mit Freilandhaltung beschrieben (FERNANDEZ et al. 1993; HEUER et al. 2001, NÄTHER et al. 2009). Studien von WITTEWERT et al. (2005) konnten diesen Befund allerdings nicht bestätigen.

Die *Campylobacter*-Prävalenz in den Beständen ist saisonalen Schwankungen unterworfen, mit erhöhten Nachweisraten im Sommer und im Herbst (BfR 2007; BOYSEN et al. 2011; JACOBS-REITSMA et al. 1994; JØRGENSEN et al. 2011; KAPPERUD et al. 1993; NÄTHER et al. 2009; PETERS et al. 2006; SCHIELKE et al. 2014; WEDDEKOPP et al. 2001). Eine Erklärung hierfür scheint im Einfluss der Außentemperatur und UV-Lichtintensität auf die Überlebensfähigkeit des Keims in der Umwelt zu liegen (PATRICK et al. 2004). In Jahren mit besonders milden Herbst-Temperaturen kommt es zu erhöhten Nachweisraten (HINTON et al. 2004). Auch ein vermehrter Eintrag in den Sommermonaten durch Fliegen als Vektoren wird zu den Ursachen der Saisonalität gezählt (HUMPHREY et al. 2007). Weiterhin können auch die höheren Lufttemperaturen und Ventilationsraten in den Mastställen eine Rolle spielen (NEWELL und FEARNLEY 2003). Andererseits ließen sich bei einigen anderen Studien diese jahreszeitlichen Schwankungen in der *Campylobacter*-Prävalenz nicht beobachten (EVANS und SAYERS 2000; HUMPHREY et al. 1993).

In der Regel kommt es weder beim Wirtschaftsgeflügel noch bei Wildvögeln zu einer klinischen Erkrankung. Deshalb gelten *Campylobacter* spp. im allgemeinen als Kommensalen der natürlichen Intestinalflora (LEE und NEWELL 2006; PARK 2002; STERN et al. 1989). Für Eintagsküken von Hühnern und Puten ist jedoch eine wässrige Diarrhoe nach erfolgter Erstexposition mit *Campylobacter jejuni* beschrieben worden (SHANE 1992). Eine neuere Studie von HUMPHREY et al. (2014) stellte ebenfalls die Anschauung von *C. jejuni* als harmlosen Darmbewohner in Frage. Bei experimenteller Infektion von Herden verschiedener kommerzieller Hähnchenrassen, nahm die Rasse erheblichen Einfluss auf den Infektionsverlauf und führte bei einigen Züchtungen zu einer klinisch manifesten Erkrankung.

Die Möglichkeit einer vertikale Übertragung des Erregers vom Legetier auf das Ei wird kontrovers diskutiert. Zahlreiche Autoren schließen diese Möglichkeit weitgehend aus oder halten sie für unwahrscheinlich (CHUMA et al. 1997; GREGORY et al. 1997; JACOBS-REITSMA et al. 1995; PEARSON et al. 1993; SHANKER 1990; VAN DE GIESSEN et al. 1992). Ein solcher Übertragungsweg sollte jedoch zumindest in Betracht gezogen werden, da durch neuere molekularbiologische Untersuchungen verwandte Klone bei Elterntierherden und deren Mastküken nachgewiesen werden konnten (COX et al. 2002; HIETT et al. 2003).

Die entscheidende Kontaminationsroute ist die horizontale Übertragung des Erregers über Tränkwasser, Einstreumaterial, Insekten, Schädlinge, Personal (kontaminierte Kleidung und Schuhwerk) sowie Arbeitsgeräte und Maschinen (BERNDTSON et al. 1991 a+b und 1996a; EL-ADAWY et al. 2012; JACOBS-REITSMA et al. 1995; KAPPERUD et al. 1993; LINDBLÖM et al. 1986; MIFLIN et al. 1999; PEARSON et al. 1993). Kontaminiertes Brunnenwasser konnte epidemiologisch als Quelle einer *C. coli*-Infektion bei Broiler-Großelterntieren mittels molekularbiologischer Typisierungsmethoden identifiziert werden (PÉREZ-BOTO et al. 2010). BERNDTSON et al. (1996b) wiesen *Campylobacter* spp. auch in der Luft nach, so dass die Gefahr eines Erregereintrags zwischen dicht benachbarten Stallanlagen über die Lüftungssysteme zu bestehen scheint.

VAN DE GIESSEN et al. (1996b und 1998) beschrieben eine Kreuzkontamination durch andere, auf demselben Gelände gehaltenen Nutz- und Wildtierarten (Rinder, Schafe, Ziegen, Schweine) auf die Geflügelbestände. Als Erregerreservoir und somit potentielle Eintragsquellen gelten auch infizierte Wildvögel (GREGORY et al. 1997; HUBALEK 2004), Ratten und Mäuse (MEERBURG et al. 2006; PEARSON et al. 1993), Getreidekäfer (BATES et al. 2004; SKOW et al. 2004; STROTHER et al. 2005) sowie Fliegen (EKDAHL et al. 2005; NICHOLS et al. 2005; SPROSTON et al. 2010). In einer dänischen Langzeitstudie wurde der Effekt von Fliegengittern vor Hähnchenmastanlagen untersucht. Die *Campylobacter*-Prävalenz reduzierte sich von 41,4% in dem Zeitraum von 2003-2005 (ohne Fliegenabwehr) auf 10,3% in den Jahren 2006-2009 nach Anbringen der Fliegenschutzgitter (BAHRNDORFF et al. 2013).

Auch Haustiere wie Hunde und Katzen stellen potentielle Vektoren dar (BOUWKNEGT et al. 2003; CARDINALE et al. 2004; GREGORY et al. 1997).

Ein erhöhtes Risiko für den Eintrag von *Campylobacter* spp. in Masthähnchenbestände geht von dem System der fraktionierten Schlachtung aus. Beim Vorfang eines Teiles der Herde kann es durch mangelnde Personalhygiene der Fängerkolonnen und mangelhaft gereinigte Transportkisten zu einem Eintrag in den Restbestand kommen (HANNSON et al. 2005;

NEWELL et al. 2001; RAMABU et al. 2004). HASTINGS et al. (2011) konnten belegen, dass sich durch die Verwendung von Transportkisten aus Silberionen-haltigem Material gegenüber konventionellen Transportkisten, das Kontaminationsrisiko der Bestände mit *Campylobacter* spp. signifikant reduzieren ließ.

Eine Besiedelung der bei Einstellung erregerefreien Eintagsküken erfolgt zwischen der 2. und 4. Lebenswoche (LINDBLOM et al. 1986; NEILL et al. 1984; SHREEVE et al. 2000). Zur Erregerübertragung innerhalb der Herde kommt es sehr schnell, wobei Koprophagie, mit Kot kontaminierte Stalleinrichtungsgegenstände, Wasser und Luft ursächlich sind. Innerhalb weniger Tage kann eine vollständigen Durchseuchung mit Nachweisraten von bis zu 100% eintreten (BERNDTSON et al. 1996; EVANS und SAYERS 2000; SHREEVE et al. 2000).

Die dominierenden Spezies bei Masthähnchen sind *C. jejuni* mit Isolierungsraten zwischen 4% und 100%) sowie *C. coli* mit Isolierungsraten zwischen 5% und 70% (EFSA, 2009).

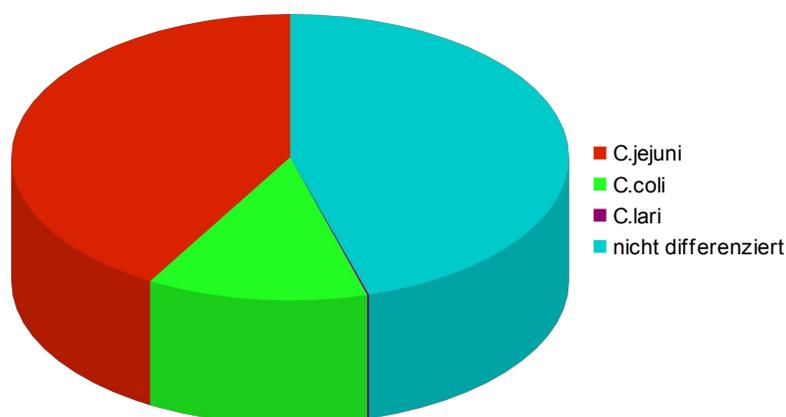


Abbildung 3: Speziesverteilung der *Campylobacter*-Isolate von Masthähnchen in der EU für das Jahr 2007, nach EFSA (2009)

<i>C.jejuni</i> :	42,5%
<i>C.coli</i> :	13,1%
<i>C.lari</i> :	0,1%
nicht differenziert:	46,4%

In Untersuchungen bei Mastputen gelang der früheste Nachweis von *Campylobacter* spp. bereits nach sechs Lebenstagen aus dem Trinkwasser. Eine Kolonisation der Tiere erfolgte dann in der zweiten und dritten Lebenswoche. Es wurde eine höhere Prävalenz bei den Hennen (51,5%) im Vergleich zu den Hähnen (42,4%) festgestellt. Mittels einer multiplen PCR-Methode konnte zuerst *C. jejuni*, später auch *C. coli* bzw. beide Spezies gleichzeitig detektiert werden (HAFEZ et al. 2011). In einer US-amerikanischen Erhebung von WRIGHT et al. (2008) wurden aus Proben von 15 Putenfarmen eine Besiedelung der Tiere von 87% (n = 1512) festgestellt, wobei 52% als *C. jejuni* und als 35% *C. coli* identifiziert wurden. Die relative Prävalenz wurde bei den jüngeren Altersgruppen von *C. coli* dominiert, während bei den ausgewachsenen Tieren *C. jejuni* häufiger zu finden war.

Mit *Campylobacter* spp. infiziertes Mastgeflügel scheidet den Erreger über mehrere Wochen mit dem Kot aus (NEWELL und WAGENAAR 2000).

Bezüglich der postmortalen Kontamination besteht während des Schlachtprozesses durch fäkale Verunreinigungen der Schlachthanlage an zahlreichen Stellen das Risiko von Kreuzkontamination der Schlachtkörper (ARSENAULT et al. 2007; HERMANN et al. 2003; RASSCHAERT et al. 2006). Beim Brühprozess kann es zu einer Belastung der Schlachtkörper kommen, weil das Brühwasser durch verschmutzte Federreste und reflektorisch abgesetzte Fäzes häufig verschmutzt ist (BAKER et al. 1987). So berichten verschiedene Autoren von hohen Prävalenzraten bis über 90% in Brühwasserproben (KLEIN et al. 2007b; LIENAU 2004; REICH 2007). Beim anschließenden Rupfen ist eine weitere Kontamination durch Verteilen von eventuell austretendem Kot mit den Gummifingern des Rupfers über den gesamten Tierkörper möglich (BERRANG et al. 2001a; IZAT et al. 1988). Die Eviszeration stellt ein zusätzliches Kontaminationsrisiko dar, denn es kann durch die Eröffnung des Enddarms zu einer weiteren Kontamination des Schlachtkörpers mit Kot eintreten. RASSCHAERT et al. (2006) fanden, dass die von der Halshaut isolierten *Campylobacter* spp. häufig den gleichen Genotyp aufweisen wie *Campylobacter* spp. aus dem Kropf oder dem Duodenum des Schlachttiers. Auch das Wasser bei der Tauchkühlung der Karkassen bietet eine Kontaminationsquelle (WEMPE et al. 1983). Im Vergleich dazu ist die Gefahr der Kreuzkontamination bei der Luftkühlung geringer, da sich die hängenden Karkassen nicht berühren (SANCHEZ et al. 2002). Es kommt bei der Luftkühlung durch die niedrige Temperatur und die Absenkung des a_w -Werts auf der Körperoberfläche zu einer Reduktion der Keimzahl (FRIES et al. 2001).

2.7.1.2 Wildvögel

Wildvögel stellen als symptomlose Träger thermophiler *Campylobacter* spp. ein bedeutendes Erregerreservoir mit Übertragungspotential auf das Wirtschaftsgeflügel dar (CRAVEN et al. 2000; DASTI et al. 2010; GLÜNDER 1998; GLÜNDER et al. 1991; GREGORY et al. 1997; STANLEY und JONES 2003). Zahlreiche Studien belegten das Vorkommen von *C. jejuni* bei verschiedenen Wildvogelarten, insbesondere Wildenten, Kranichen und Wildgänsen (LUECHTENFELD et al. 1980b, PACHA et al. 1988; WALDENSTROM et al. 2002). Bei Möwen konnte vorwiegend *C. lari* nachgewiesen werden. Sie stellen eine mögliche Eintragsquelle für Oberflächengewässer dar (GLÜNDER 1989; KANEKO et al. 1999; MOORE et al. 2002). BROMAN et al. (2002) isolierten *C. jejuni* Stämme bei der Lachmöwe (*Larus ridibundus*), die Stammverwandtschaften zu Isolaten von Broilern und Humanisolaten aufwiesen. Die Prävalenz bei 52 untersuchten Fasanen betrug 25,9% (ATANASSOVA und RING 1999). Auch Wassergeflügel wie Enten und Gänse sind häufig *Campylobacter*-positiv. LUECHTENFELD et al. (1980b) detektierten bei 154 von 445 untersuchten Zugwasservögeln *Campylobacter* spp.

2.7.1.3 Rinder

Bei Rindern können verschiedene *Campylobacter* spp. nachgewiesen werden. ATABAY und CORRY (1998) isolierten aus Kotproben klinisch unauffälliger Tiere *C. jejuni*, *C. hyointestinalis*, *C. fetus* und *C. sputorum*. Auch traten mehrere *Campylobacter* spp. gleichzeitig bei einzelnen Tieren auf. Die Prävalenz innerhalb einer Herde wurde mit bis zu 79% angegeben.

Einige *Campylobacter* spp. gelten als Abort- und Enteritiserreger bei Kälbern mit schweren bis letalen Krankheitsverläufen (AL MASHAT und TAYLOR 1983; DIKER et al. 1990; STEINER 1997; WELSH 1984). Über die Bedeutung des Bakteriums als pathogener Keim für die Tierart Rind gibt es dennoch widersprüchliche Stellungnahmen. Da *Campylobacter* spp. sowohl bei kranken wie auch bei klinisch unauffälligen Kälbern isoliert werden können, sehen manche Autoren sie als Bestandteil der normalen Intestinalflora an (BUSATO et al. 1999; SNODERGRASS et al. 1986).

Im EFSA Journal (2009) wird die Prävalenz von *Campylobacter* spp. bei der Tierart Rind (allgemein) in Deutschland für das Jahr 2007 mit 10,7% (n=503), für Kälber unter einem Jahr mit 22,9 (n=70) und für Milchkühe mit 0% (n=57) angegeben.

C. jejuni ist auch als Mastitserreger bekannt und kann so direkt in die Milch gelangen. In der Regel erfolgt jedoch die Kontamination der Milch durch Kotverschmutzungen am Euter (ORR et al. 1995).

Eine Übersicht über die Verteilung der. bei Rindern in der EU zeigt die Abb. 3.

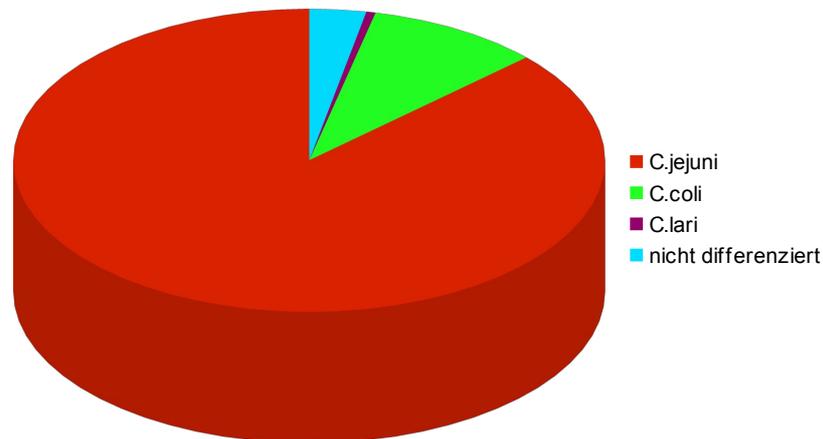


Abbildung 4: Speziesverteilung der *Campylobacter*-Isolate von Rindern in der EU für das Jahr 2007, nach EFSA (2009)

<i>C.jejuni</i> :	86,8%
<i>C.coli</i> :	9,5%
<i>C.lari</i> :	0,2%
nicht differenziert:	3,1%

2.7.1.4 Schweine

Thermophile *Campylobacter* spp. haben auch eine hohe Prävalenz beim Schwein und gelten als physiologischer Bestandteil der Intestinalflora. Im Gegensatz zum Geflügel, wo - wie beschrieben - *C. jejuni* vorherrscht, bildet hier *C. coli* die dominierende Spezies (ALTROCK et al. 2006; ALTER et al. 2005; HARVEY et al. 1999; MILNES 2007; NIELSEN et al. 1997; PEARCE et al. 2003). Als mögliche Erklärung für die Dominanz der einzelnen Spezies bei den verschiedenen Tierarten wird eine erreger-spezifische Adaptation an den jeweiligen Wirtsorganismus gesehen (PAYOT et al. 2004)

In einer kanadischen Studie wurden 1200 Kot- und Umgebungsproben aus 80 Schweinemastbetrieben auf das Vorkommen von *Campylobacter* spp. untersucht. Davon erwiesen sich 1194 Proben als *Campylobacter*-positiv. Die dominierende Spezies war *C. coli* mit 99,2%. *C. lari* (0,6%) und *C. jejuni* (0,2%) spielten eine untergeordnete Rolle (VARELA et al. 2007). ALTROCK et al. (2006) berichten über eine kulturell-bakteriologische Untersuchung von 900 Kotproben aus niedersächsischen Schweinemastbeständen auf thermophile *Campylobacter* spp. In 66,9 % der Kotproben fand sich *Campylobacter coli* und in lediglich 2,9% *Campylobacter jejuni*. In einer US-amerikanischen Untersuchung von GEBREYES et al. (2005) wurde aus 526 *Campylobacter*-Isolaten von Kotproben und Schweinekarkassen ausschließlich *Campylobacter coli* identifiziert. Dem entgegen steht eine Studien von YOUNG et al. (2000), die eine hohe Prävalenz von *C. jejuni* belegt. Auch das gleichzeitiger Vorkommen von *C. coli* und *C. jejuni* in einem Tier ließ sich von zahlreichen Autoren bestätigen (BOES et al. 2005; GAULL 2002; MADDEN et al. 2000; ALTROCK et al. 2006).

Unter Wildschweinen sind *Campylobacter* spp. ebenfalls verbreitet. In Südspanien wurde in Wildscheinkot zu 38,9% *Campylobacter* spp. detektiert (n= 126). Die Speziesdifferenzierung ergab 67,3% *C. laniae*, 20% *C. coli* und 3,6% *C. jejuni*. 5 Isolate konnten nicht identifiziert werden (CARBONERO et al. 2014). Eine andere spanische Studie (n= 150) berichtet hingegen lediglich von einer Prävalenz in Wildschweinkot von 1,3% *C. coli*; 0,7% *C. jejuni* und 10% *C. laniae* (NAVARRO-GONZALES et al. 2014).

Eine Übersicht über die Verteilung der *Campylobacter* spp. bei Schweinen in der EU zeigt die Abb. 5.

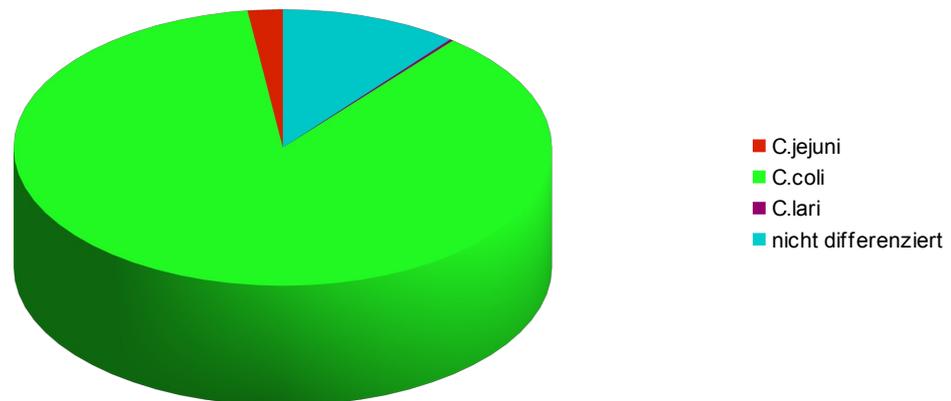


Abbildung 5: Speziesverteilung der *Campylobacter*- Isolate von Schweinen in der EU für das Jahr 2007, nach EFSA (2009)

<i>C.jejuni</i> :	2,1%
<i>C.coli</i> :	87,1%
<i>C.lari</i> :	0,2%
nicht differenziert:	10,7%

2.7.1.5 Kleine Wiederkäuer

Bei Schafen ergaben Untersuchungen von STANLEY et al. (1998b) eine Prävalenz von 29,3% in 420 Kotproben. Auch in über 90% von insgesamt 360 Dünndarmproben von Schlachtlämmern konnten *Campylobacter* spp. isoliert werden. Nach Erhebungen von JONES et al.(1999) ist *C. jejuni* die am häufigsten beim Schaf isolierte Spezies.

Eine Prävalenzstudie zum Vorkommen von *Campylobacter* spp. bei Ziegen und Ziegenfleisch in Lumbumbashi (Demokratische Republik Kongo) ergab eine Prävalenz von 10,1% *C. jejuni* und 26,7% *C. coli* bei 644 untersuchten Proben (KABWANG A MPALANG et al., 2014). LAZOU et al. (2014) untersuchten insgesamt 835 Proben von Schafs- und Ziegenkarassen am Schlachthof. Die Kontaminationsraten betragen 78,4% bei Ziegenlämmern, 94,5% bei Schafslämmern, 63,5% bei Ziegen und 72,2% bei adulten Schafen. Als dominierende Spezies erwies sich *C. coli* mit 76,2% gegenüber 21,4% *C. jejuni*. In 2,4% der Fälle kamen beide Spezies parallel vor.

2.7.1.6 Heimtiere

Auch Hunde und Katzen bilden ein Reservoir für ein breites Spektrum an *Campylobacter* spp., darunter auch Arten mit humanpathogener Bedeutung. In einer US-amerikanischen Studie von CHABAN et al. (2010) ergab sich bei der Untersuchung von Kotproben eine *Campylobacter*-Prävalenz von 58% (n= 70) bei klinisch unauffälligen Hunden und 97% (n = 65) bei an Durchfall erkrankten Tieren. Die Erregermenge schwankte zwischen 10^3 - 10^8 Keimen pro Gramm Faezes und es konnten bis zu 12 verschiedene Spezies (u.a. auch die thermophilen Arten *C. coli*, *C. jejuni*, *C. lari* und *C. upsaliensis*) aus einer einzigen Kotprobe differenziert werden. Bei der Untersuchung von Rektaltupern von Hunden und Hauskatzen in Polen erwiesen sich 4,81% der Caniden (n = 83) und 9,86% der Feliden als *Campylobacter*-positiv, wobei *C. jejuni* die häufigste Spezies stellte (ANDRZEJEWSKA et al. 2013). An Heimtieren aus irischen Tierheimen durchgeführte Untersuchungen ergaben Prävalenzen von 42,9% (n = 35) bei den Katzen und 41,5% bei den Hunden (n = 147). Hier zeigte sich *C. upsaliensis* gefolgt von *C. jejuni* als am häufigsten detektierte Spezies (ACKE et al. 2006).

2.8 Vorkommen in Lebensmitteln

Die weite Verbreitung thermophiler *Campylobacter* spp. bei den Nutztieren führt zwangsläufig auch zu einer Kontamination der unterschiedlichen tierischen Lebensmittelmatrizes (HÄNNINEN et al. 2003). Eine herausragende Bedeutung als Infektionsquelle besitzen Geflügelfleisch und Geflügelfleischprodukte (ALTEKRUSE et al. 1998; ATANASSOVA et al. 2007; MULLNER et al. 2009; RKI 2007). Im Rahmen von Riskoeinschätzungen wurde anhand von epidemiologischen Modellen berechnet, dass 30-50% der humanen *Campylobacter*-infektionen durch Geflügelfleisch verursacht werden (LUBER und BARTELT 2005). Die Erhebung von ABAY et al. (2014) demonstrierte ebenfalls, dass Hähnchenfleisch eine wichtige Rolle als Erreger humaner *C. jejuni*-Infektionen in der Türkei spielt.

Eine bundesweite Grundlagenstudie zum Vorkommen von *Campylobacter* spp. in Schlachtkörpern von Masthähnchen ergab eine Nachweisquote von 62,0% bei 432 überprüften Schlachtkörpern. Die am häufigsten ermittelte Spezies war *C. jejuni*, die zu 77,6% aus Zäkumproben und zu 79,7% von Karkassen isoliert wurde. *C. coli* konnte in 22,4% der Zäkum- und 17,7% der Karkassenproben nachgewiesen werden (BfR 2009). Auch bei dieser Unter-

suchung fand sich die bereits beschriebene Saisonalität. Die höchste Kontaminationsrate mit 93% ergab sich im Monat August.

Auch verschiedene andere Autoren berichteten von hohen Kontaminationsraten bei Geflügelfleisch und Geflügelfleischerzeugnissen. Von ATANASSOVA et al. (2003) an deutschen und bulgarischen Hähnchenschlachthöfen durchgeführte Untersuchungen zum Vorkommen von *Campylobacter* spp. ergaben einen positiven Nachweis bei 42,5% bzw. 29% der Proben (Herz, Leber, Brust- und Keulenmuskulatur sowie Material aus dem Magen-Darm-Trakt). Bei Geflügelfleischprodukten des spanischen Einzelhandels isolierten DOMIGUEZ et al. (2002) aus 49,5% der untersuchten Proben (n=198) thermophile *Campylobacter* spp. In einer Prävalenzstudie von Hähnchenfleischproben (n= 186) aus Supermärkten im Großraum Washington D.C. ermittelten die Autoren einen Kontaminationsgrad von 70,7% (ZHAO et al. 2001), während RAHIMI et al. (2008) bei 56,1% von 280 untersuchten iranischen Hähnchenfleischproben positive Nachweise führten.

Eine Studie über die Lokalisation von *C. jejuni* in der Hähnchenhaut ergab, dass sich die Mehrzahl der Keime auf der Oberfläche befindet, während ein kleiner Teil in Spalten und Poren der Haut und der Federfollikel aktiv einwandert (CHANTARAPANONT et al. 2003). DAVIS und CONNER (2007) beschrieben eine signifikant höhere Überlebensraten von *C. jejuni* auf artifiziell kontaminierter Hähnchenhaut im Vergleich zu artifiziell kontaminiertem Muskelfleisch.

Neben Karkassen ist insbesondere Geflügeleber von verschiedenen Autoren als Ursprung einer humanen Campylobacteriose identifiziert worden (BAUMGARTNER et al. 1995, LITTLE et al. 2010; O'LEARY et al. 2009; WHYTE et al. 2006).

INNS et al. (2010) berichteten von 13 Gastroenteritisfällen bei Gästen einer Hochzeitsgesellschaft in England nach dem Genuss von unzureichend gegarter Hähnchenleberpastete.

Auch Putenfleisch kann eine *Campylobacter*-Kontamination aufweisen. ZHAO et al. (2001) detektierten in 14,5% der Proben von rohem Putenfleisch (n=172) aus verschiedenen Supermarktketten im Großraum Washington D.C. *Campylobacter* spp. Eine deutlich höhere Prävalenz fand sich in fertig verpackten Putenfleischproben mit 46,6% (n = 58) in einer deutschen Erhebung von OPFER et al. (2008).

Thailändische Studien ergaben eine Kontaminationsrate von 20% bei Entenfleisch am Schlachthof (BOONMAR et al. 2007). Dagegen fanden MC CREA et al. (2006) nur eine *Campylobacter*-Prävalenz von 3% bei kalifornischen Entenfleischproben vor der Verpackung. Ein Kontaminationsrisiko für den Verbraucher entsteht bei der Zubereitung von „Entenbrust

rosa“, bei der die Muskulatur, damit sie nicht zäh wird, nur unvollständig durchgegart wird. Beim Bratvorgang ergaben sich Kerntemperaturen von 60°C bis 75°C, z.T. sogar nur von 56°C (RENZ 2007).

Im Rahmen einer Prävalenzstudie zum Vorkommen von *Campylobacter* spp. im Fleisch verschiedener Geflügelarten berichten RAHIMI et al. (2008) über Prävalenzen von 86,4% in Wachtel- und 11,7% in Straußenfleisch.

Die Nachweisraten in tiefgekühlten Produkten fallen für *Campylobacter* spp. deutlich niedriger. Bei gefrorenem, rohem Hähnchenfleisch werden Kontaminationsraten von 17% bzw. 22% angegeben (LOEWENHERZ-LÜNING 1996; NORBERG 1981,). BAUMGARTNER et al. (1995) fanden *Campylobacter* spp. in 31% der untersuchten frischen, jedoch nur bei 16% der gefrorenen Leberproben.

Nicht nur das Geflügelfleisch selbst, sondern auch seine Verpackung stellt ein Infektionsrisiko dar. JØRGENSEN et al. (2002) zeigten in ihrer Studie, dass über die Hälfte der untersuchten Geflügelverpackungen von außen mit *Campylobacter* spp. kontaminiert waren.

Neben Geflügel stellen auch Rind- und Schweinefleisch eine potenzielle Infektionsquelle dar. Laut einer Erhebung der EFSA liegt die *Campylobacter*-Prävalenz in Deutschland im Jahr 2007 in frischem Schweinefleisch aus dem Einzelhandel bei 0,8%. Bei deutschem Rindfleisch aus dem Einzelhandel wurde die Prävalenz für 2007 mit 0% angegeben, wohingegen es im Jahr 2005 noch 2,1% waren (EFSA, 2009). Die Ergebnisse einer phylogenetischen Analyse von 250 *C. jejuni*-Isolaten von Rindern, Geflügelfleisch und Menschen aus Finnland legen nahe, dass hier Rinder und Geflügel gleichermaßen als Erregerreservoir für humane *Campylobacter*-Infektionen ursächlich sind (DE HAAN et al. 2010).

Rohmilch und Rohmilchprodukte können ebenfalls mit *Campylobacter* spp. belastet sein. Es wird davon ausgegangen, dass ihr Vorkommen in Milch durch fäkale Verunreinigung beim Melkprozess oder in seltenen Fällen durch *Campylobacter*-Mastitiden verursacht wird (LANDER und GILL 1980). Auch Ziegenmilch wurde als Infektionsquelle beschrieben (HARRIS et al. 1987). Eine Pasteurisierung führt zum sicheren Abtöten dieses Keims (SKIRROW 1982; HUMPHREY et al. 2007).

Im Rahmen einer Prävalenzstudie wurden 2710 Eier hinsichtlich der *Campylobacter*-Kontamination von Eischale und rohem Eidotter untersucht. Auf der Eischale konnten in 4,1% der Proben *Campylobacter* spp. nachgewiesen werden, dagegen erbrachten alle Proben vom Eidotter negative Resultate (MESSELHÄUSER et al. 2011).

Thermophile *Campylobacter* spp. konnten zudem in Muscheln (ENDTZ et al. 1997; VAN DOORN et al. 1998), Speisefisch (TEUNIS et al. 1998) und Pilzen (DOYLE und SCHOENI 1986; MC GILL et al. 2004) nachgewiesen werden.

Weiterhin sind Wasser aus Flüssen und Seen bzw. nicht chloriertes Trinkwasser als Ursache für *Campylobacter*-Infektionen beschrieben (JONES 2001; MOORE et al. 2001). SCHINDLER et al. (2003) untersuchten in Bayern 211 Proben aus Badeseen und 170 Proben aus Flüssen auf *Campylobacter* spp. Eine Kontamination fand sich bei 22,7% der Badeseeproben und 44,7% der Flusswasserproben. *C. jejuni* machte 60% der Isolate aus, gefolgt von *C. coli* mit 25,8% und *C. lari* mit 6,5%. Der Nachweis einer *Campylobacter*-Belastung des Sokoto-Flusses in Nigeria gelangen UGBOMA et al. (2012). Sie fanden in 69% der gesammelten Wasserproben (n = 32) *Campylobacter* spp., wobei sich *C. jejuni* als dominierende Art erwies.

In Kanada konnte ein *Campylobacter*-Ausbruch der Aufnahme von Matsch während eines Mountainbike-Rennens in British Columbia 2007 zugeordnet werden. Von 537 Teilnehmern des Rennens erkrankten 225 (42%) an Durchfall (STUART et al. 2010).

Die Verschleppung von *Campylobacter* spp. über kontaminierte Schneidbretter und Messer auf die Hände des Kochs und auf andere Lebensmittel zum Rohverzehr, wie Salat und Gemüse, kommt häufig vor (HUMPHREY 2001). So konnten COGAN et al. (2002) eine Kreuzkontamination von Händen, Schneidbrettern, Messern, Kleidung und Stofftüchern nach Zubereitung von *Campylobacter*-belasteten Hühnerfleisch nachweisen. Die Keimbelastung ließ sich durch gründliches Reinigen der Küchenutensilien und der Hände signifikant reduzieren.

2.9 Resistenzen gegen antimikrobiell wirksame Substanzen

Zahlreiche Autoren beschäftigten sich im Zusammenhang mit Erhebungen zu *Campylobacter*-Prävalenzen auch mit dem Resistenzverhalten der gefundenen Isolate gegenüber Antibiotika.

Von 32 untersuchten *C. coli*- und *C. jejuni*-Isolaten von Hähnchenhaut und Blinddarmproben in Thailand erwiesen sich 81,2% resistent gegenüber Ciprofloxacin, 40,6 % gegenüber Tetracyclin, 31,2% gegenüber Ampicillin und 9,2 % gegenüber Erythromycin. Alle untersuchten Stämme reagierten sensibel gegenüber Gentamycin (CHOKBOONMONGKOL et al. 2013). Dieser Befund deckt sich mit Erhebungen aus der Türkei, wo von 200 *C. jejuni* Isolaten aus Hähnchenkarkassen und Patienten ebenfalls 100% Sensibilität gegenüber Gentamycin zeigten, bei gleichzeitig hoher Chinolon-Resistenz (ABAY et al. 2014). SHAFAEI et al. (2014) untersuchten das Resistenzverhalten von *C. jejuni*- Isolaten aus Stuhlproben von Durchfallpatienten im Iran, wobei alle Isolate sich sensibel bzw. mäßig sensibel gegenüber Erythromycin erwiesen, was als Therapeutikum der Wahl eingesetzt wurde.

Laut dem EFSA-Bericht zu antimikrobiellen Resistenzen von Zoonoserregern in der EU (EFSA 2014) sind nur 18% der humanen *C. jejuni*-Isolate und 6,4% der *C. coli*-Isolate voll empfindlich gegenüber Antibiotika. Durchschnittlich verhielten sich ein Viertel (24,8%) aller getesteter *C. jejuni*-Stämme und ein Drittel (35,1%) der *C. coli*-Stämme multiresistent, d.h. sie zeigten sich unempfindlich gegenüber mindestens 3 verschiedenen Antibiotika-Gruppen. Isolate der Tierart Huhn bzw. Hühnerfleisch fielen besonders durch hohe Resistenzraten gegenüber Ciprofloxacin, Quinolonen und Fluorchinolonen auf. Resistenzen gegenüber Erythromycin, einem Makrolidantibiotikum, welches häufig zur Therapie der humanen *Campylobacter*-Infektion eingesetzt wird, schwankten bei *C. jejuni*-Isolaten von Hühnern und Rindern zwischen 0,4-0,6%, während *C. coli*-Isolate von Hühnern und Schweinen Resistenzraten von 11,2%-23,9% aufwiesen. Auch GEBREYES et al. (2005) berichten von Multiresistenzen bei *C. coli*-Isolaten vom Schwein in einer Größenordnung von 4,4% (n=526). In einer polnischen Erhebung zur *Campylobacter*- Prävalenz bei Hähnchenfleisch aus dem Lebensmitteleinzelhandel zeigten sich alle 321 Isolate (n= 368), davon 58,9 *C. coli* und 41,1% *C. jejuni*, sensibel gegenüber Gentamycin und bis auf ein einziges *C. coli* Isolat auch gegenüber Erythromycin. Die höchsten Resistenzraten betragen bei *C. jejuni*-Isolaten 91% gegenüber Ciprofloxacin und bei *C. coli*-Isolaten 86,1% gegenüber Nalidixinsäure. Bei der Mehrzahl aller Isolate (60,9%) bestanden Resistenzen gegenüber zwei oder mehr Antibiotikagruppen (WIECZOREK et al. 2012).

2.11 Humanpathogene Bedeutung der Campylobacteriose

Die humane Campylobacteriose ist eine weltweit verbreitete Zoonose und die häufigste bakteriell bedingte Durchfallerkrankung. Seit in Kraft treten des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) im Jahr 2001 werden *Campylobacter*-Enteritiden in der Bundesrepublik Deutschland in einer eigenen Kategorie erfasst, während sie davor gemäß dem Bundesseuchengesetz in die Meldekategorie: „Enteritis infectiosa – übrige Formen“ fielen. Nach § 7 IfSG ist der positive labordiagnostische Nachweis von *Campylobacter* spp. bundesweit meldepflichtig. Im Jahr 2005 überstieg nach statistischer Angaben des RKI die Zahl der gemeldeten Campylobacteriosen mit 62129 Fällen erstmals die Zahl der Salmonellosen, die sich auf 52257 belief. Für das Jahr 2013 verzeichnete das RKI 63195 Fälle, was einen Rückgang gegenüber den drei vorangegangenen Jahren darstellt. Die Zahl der gemeldeten Salmonellosen fiel hingegen in den letzten Jahren kontinuierlich und lag noch bei lediglich 18828 gemeldeten Fällen. Eine Übersicht über die Anzahl der gemeldeten Erkrankungen in den Jahren 2007-2013 bietet Tabelle 5. Die Abbildung 6 dient der graphischen Verdeutlichung, wie sich die Fallzahlen der gemeldeten Krankheitsfälle während dieser Zeit entwickelt haben.

Meldepflichtige Erkrankung	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Campylobacter</i> Enteritis	66 125	64 534	62 356	65 740	71 126	71 311	63 195
Salmonellose	55 405	42 789	31 169	25 309	24 454	20 699	18 828

Tabelle 5: Übersicht über die gemeldeten Fälle von *Campylobacter*-Enteritis und Salmonellosen in den Jahren 2007-2013 in Deutschland (modifiziert nach RKI, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014)

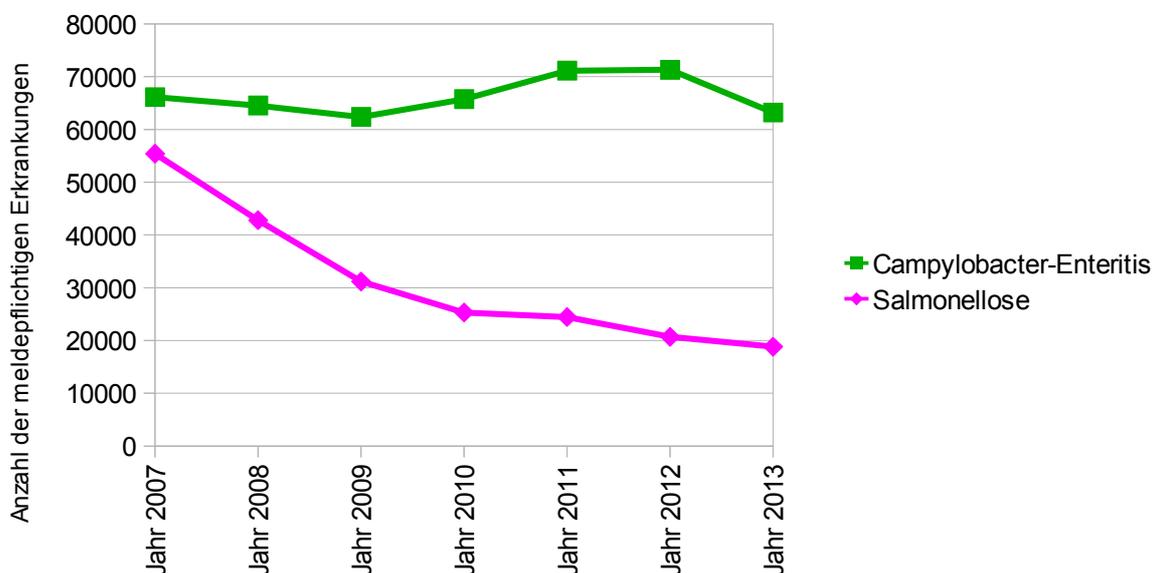


Abbildung 6: Übersicht über die gemeldeten Fälle von *Campylobacter*-Enteritiden und Salmonellosen in den Jahren 2007-2013 in Deutschland (modifiziert nach RKI, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014)

2.11.1 Übertragungswege

Die indirekte Übertragung von *Campylobacter* spp. auf den Menschen durch den Verzehr von rohen oder unzureichend erhitzten Lebensmitteln gilt als Hauptinfektionsweg beim Menschen (OOSTEROM et al. 1984; SCALLAN et al. 2011). In verschiedenen Arbeiten wurde die signifikante Verwandtschaft zwischen *Campylobacter* spp. aus Lebensmittelproben und humanen *Campylobacter*-Isolaten durch Untersuchung mit molekularbiologischen Typisierungsmethoden beschrieben (ON 1998; KRAMER et al. 2000).

Die direkte Übertragung durch den Kontakt mit infizierten Tieren ist durchaus möglich. Hunde, Katzen und Vögel konnten in epidemiologischen Studien als Infektionsquelle von *Campylobacter*-infizierten Kindern ausgemacht werden (FULLERTON et al. 2007; KARENLAMPI et al. 2007; TENKATE und STAFFORD 2001).

Eine direkte Übertragung von Mensch zu Mensch auf fäkal-oralem Weg ist möglich, scheint jedoch eine untergeordnete Rolle zu spielen und wurde nur vereinzelt beschrieben (BLASER et al. 1981, SCALLAN et al. 2011).

SCHIELKE et al. (2014) führten eine Auswertung der Daten aller gemeldeten *Campylobacter*-bedingten Gastroenteritiden in den Jahren 2001 bis 2010 in Deutschland durch. *C. jejuni* war mit 90% die dominierende Spezies gefolgt von *C. coli* (7%). Die höchste Inzidenz trat in Altersgruppe der Kinder von 0-4 Jahren (205 Fälle/100 000 Einwohner). Auch junge Erwachsene von 20-29 Jahren waren mit 107 Fällen pro 100 000 Einwohner besonders betroffen, wobei in dieser Gruppe Frauen häufiger erkrankten als Männer. Die bereits beschriebene Saisonalität bei den landwirtschaftlichen Nutztieren fand sich auch bei den gemeldeten Erkrankungsfällen mit einem Anstieg in den Monaten Mai bis Juli, der im August seinen Höhepunkt erreichte. Aus der geographischen Verteilung ergab sich eine Häufung der Fälle in den neuen Bundesländern. Kleinkinder in ländlichen Regionen trugen das höchste Risiko an einer Campylobacteriose zu erkranken. Über die Höhe der minimalen Infektionsdosis bestehen derzeit sehr unterschiedliche Vorstellungen. Während einige Autoren sie bei 400-500 Keimen ansiedeln (ROBINSON 1981, SCHULZE et al. 2000) geben andere Bereiche von 8×10^2 bis 2×10^9 Mikroorganismen an (BLACK et al. 1988; MEDEMA et al. 1996)

Die Inkubationszeit beträgt 1 bis 7 Tage, wobei es häufig 12 bis 24 Stunden vor Auftreten der Durchfallssymptomatik zu einem allgemeinen Unwohlsein mit Kopf- und Rückenschmerzen kommt. Daraufhin stellen sich als Leitsymptome starke Bauchkrämpfe mit wässrig-breiigen oder auch blutigen Durchfällen ein, die häufig von Fieber, Schwindel, Erbrechen, Kopf- und Muskelschmerzen begleitet sind (BUTZLER et al. 2004; KIEHL et al. 2004, KIST et al. 2006; MANSFIELD et al. 2000; MC CLURE et al. 2002).

Die endgültige Diagnose wird durch den Erregernachweis aus dem Stuhl erbracht (SKIRROW und BLASER 2000).

Die Erkrankung gilt als selbstlimitierend, d.h. in der Regel verschwinden die Symptome auch ohne antibiotische Behandlung innerhalb einer Woche. Im Normalfall reicht eine symptomatische Therapie mit Wasser- und Elektrolytersatz raus. Eine Erregerausscheidung tritt noch bis ca. zwei bis drei Wochen nach erfolgter Genesung mit einer Konzentration von bis zu 10^6 Keimen pro Gramm Stuhl auf (KIST, 2006). Es kommt bei 5-10% der Erkrankten zu einem Rezidiv, wobei das Risiko für immungeschwächte Personengruppen wie AIDS-Kranke, Krebspatienten und Organtransplantierte besonders hoch ist. (MANSFIELD et al. 2000). Für diese Risikogruppe ist eine antibiotische Behandlung mit Erythromycin, Tetracyclinen oder Chi-

nolonen indiziert (HAKKINEN et al. 2007; KIEHL 2004; MC CLURE et al. 2002; SCHULZE et al. 2000).

Das Infektionsrisiko ist auch bei Patienten erhöht, die Protonenpumpenhemmer zur Senkung der Magensäureproduktion einnehmen (BOUWKNEGT et al. 2014; NEAL et al. 1996).

Es kann in Folge von *Campylobacter*-Enteritiden zu Komplikationen wie Septikämien, dem hämolytisch urämisches Syndrom (HUS), Colitiden, Peritonitiden, Pankreatiden, Cholecystitiden, Meningitiden, Enteropathien, Myocarditiden, Endocarditiden, Glomerulonephritiden und Aborten kommen (KIST 2006; SCHULZE et al. 2000).

Als seltene Komplikation in Folge einer vorangegangene *Campylobacter*-Infektion sind verschiedene neurologische Erkrankungen beschrieben. Die bedeutendste Spätfolge einer *Campylobacter*-Enteritis stellt das Guillain-Barré-Syndrom dar, wie es bei ca.1-3% der Erkrankten auftritt. An einer solchen entzündlichen Autoimmunerkrankung des peripheren Nervensystems erkranken pro Jahr weltweit 0,4 - 4 von 100 000 Menschen, wobei in 20-40% der Fälle eine Infektion mit *C. jejuni* vorangegangen ist. Meist treten ein bis drei Wochen post infectionem die ersten Krankheitssymptome auf. Ein anfängliches Kribbeln und Taubheitsgefühl in den Gliedmaßen weitet sich bis zum hin Rumpf aus. Es kommt zu unsicherem Gang sowie Herzrhythmusstörungen. In 50-90% der Fälle führt der Krankheitsverlauf zu einer kompletten Paralyse, begleitet von einer Atemschwäche. Nach Immunglobulin-Therapie und Plasmapherese genesen ca. 85% der Erkrankten innerhalb eines Jahres vollständig. Die Mortalitätsrate beträgt 2-6%. Bei den restlichen Patienten bleiben irreversible Lähmungsercheinungen zurück (HADDEN und GREGSON 2001; KIST 2002 + 2006; MANSFIELD et al. 2000; NACHAMKIN et al. 1998; ROPPER 1992).

Eine weitere Spätfolge im Zusammenhang mit einer *Campylobacter*-Infektion ist das Reiter-Syndrom, eine reaktiven Arthritis in Folge einer Autoimmunerkrankung in den Gelenken, vorwiegend im Kniegelenk (KIST 2006). Bestimmte Serovare von *C. jejuni* enthalten sialinsubstituierte Lipooligosaccharide als Bestandteil ihrer äußeren Hülle, die vermutlich Ähnlichkeiten mit der Oberflächenstruktur von peripheren Nervenzelle aufweisen (GODSCHLAK et al. 2004; KIST et al. 2006; WASSENAAR et al. 2000). Im Zusammenhang mit der Immunreaktion gegen den Erreger kann es auch zu einer Autoimmunreaktion gegen die körpereigenen Nervenzellen kommen. Dies bewirkt eine Infiltration mit Lymphozyten und Makrophagen sowie infolge dessen die Zerstörung der Myelinscheide peripherer Nerven (KIST 2006; MANSFIELD et al. 2000; MC CLURE et al. 2002).

Bleibt die Neuropathie auf die Gesichtsnerven beschränkt, wird sie als Miller-Fisher-Syndrom bezeichnet. Die Leitsymptome sind Paralyse der Augenmuskulatur, Ataxie und Gesichtsmus-

kelschwäche (KIST 2006; ROBERTS et al. 1987; WILLISON et al. 1999). Häufig treten auch Konjunktivitis und Urethritis begleitend zu den Gelenkschmerzen auf. Eine Therapie mit Ciprofloxacin kann zur Linderung der Symptome führen (MANSFIELD et al. 2000).

In sehr seltenen Fällen kommt es als Komplikation einer *C. jejuni*-Gastroenteritis zu einer Entzündung des Hirnstamms, der sogenannten Bikerstaff-Enzephalitis (HUSSAIN et al. 2007; YUKI et al. 2000).

2.12 Präventionsmaßnahmen

Große Bedeutung zum Schutz vor einer Infektion mit *Campylobacter* spp. besitzt die konsequente Einhaltung von allgemeinen Hygienemaßnahmen in der Küche. Insbesondere beim Umgang mit und der Zubereitung von Geflügelfleisch müssen Kreuzkontaminationen anderer Lebensmittel verhindert werden. LUBER (2009) schloss aus der Auswertung von verschiedenen Risikoanalysen, dass die Kreuzkontamination beispielsweise durch Verwendung des gleichen Schneidbrettes für rohes Geflügelfleisch und anschließend für Salat, eine weit größere Bedeutung als Infektionsquelle für Campylobacteriosen darstellt als unzureichend erhitztes Geflügelfleisch.

Nach Empfehlung des Robert-Koch-Instituts sollten Säuglinge, Kleinkinder sowie alte und immunsupprimierte Menschen auf den Verzehr von rohen Lebensmitteln tierischer Herkunft, inklusive Rohmilch als Hof- oder Vorzugsmilch verzichten (RKI 1999). SCHIELKE et al. (2014) ziehen als Schlussfolgerung aus ihren Erhebungen, dass Präventionsmaßnahmen zur Kontrolle der humanen Campylobacteriose sowohl die Reduktion der *Campylobacter*-Prävalenz im landwirtschaftlichen Nutztier und im Lebensmittel als auch intensive Verbraucheraufklärung über Infektionsrisiken und Übertragungswege einschließen sollten.

3 Eigene Untersuchungen

Gezielt ausgewählte Lebensmittel aus dem Gesamtsortiment eines großen deutschen Tiefkühlkostvertriebes wurden kulturell und molekularbiologisch hinsichtlich der Prävalenz thermophiler *Campylobacter* spp. untersucht. Im Stichprobenplan wurden die unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten einer *Campylobacter*-Kontamination innerhalb der verschiedenen Produktgruppen berücksichtigt.

3.1 Probenmaterial

Das Gesamtsortiment des Tiefkühlkostvertriebes umfasste insgesamt 231 Produkte. Davon entfielen 6 Artikel auf die Produktgruppe „rohes Geflügel“, 26 Artikel auf „gegartes Geflügel“ und 50 Artikel auf „sonstiges Fleisch und Fleischerzeugnisse“. Aus diesem „*Campylobacter*-verdächtigen“ Sortiment, das insgesamt 82 verschiedene Fleisch- und Geflügelfleischprodukte umfasste, wurden 180 tiefgekühlte Lebensmittelproben untersucht. Zusätzlich wurden 20 Proben aus dem Restsortiment untersucht. Ihre Auswahl wurde mittels eines Stichprobenplanes vorgenommen, wie in Tabelle 6 dargestellt.

Die Produktgruppen „Geflügel, roh“ und „Geflügel, gegart“ wurden mit jeweils 35% ($n = 70$) der Gesamtprobenmenge von $n=200$ berücksichtigt. Die Produktgruppe „Sonstiges Fleisch und Fleischerzeugnisse“ lieferte 20% ($n=50$) des Probenkontingents, und 10% der Untersuchungen ($n=20$) setzten sich aus dem restlichen Produktangebot zusammen. Aufgrund der geringen Artikelanzahl in den Kategorien der Risikogruppen kam es zu Mehrfachuntersuchungen von gleichen Produkten, die unterschiedlichen Produktionschargen entstammten.

Produktgruppe	Anteil der untersuchten Proben (%)	Anzahl der untersuchten Proben
Geflügel, roh	35	70
Geflügel, gegart	35	70
sonst. Fleisch	20	40
Restsortiment	10	20

Tabelle 6: Anteil der untersuchten Proben nach Produktgruppen

Im Stichprobenplan unberücksichtigt blieben aus dem restlichen Gesamtsortiment (n =149) aufgrund der äußerst geringen Wahrscheinlichkeit einer Kontamination mit *Campylobacter* spp. die Produktgruppen „Speiseeis“, „Diätkuchen“, „Obst (roh)“, „Rohgemüse“, „Salate und Kräuter“, „Gemüse -Snacks“, „Kartoffelspezialitäten“, „Süßspeisen“, „Torten“, „Kuchen und Backspezialitäten“. Diese Produktgruppen umfassten 49 Artikel. Somit verblieben noch 100 Artikel als restliches Gesamtsortiment. Eine Auflistung des Gesamtproduktsortiments findet sich im Anhang (Tabelle 35). Die nach den einzelnen Produkten gegliederte Probenaufstellung enthält Tabelle 7.

Produktbezeichnung	Produktgruppe/ Garzustand	Anzahl Untersu- chungen
Truthahn-Schnitzel	Geflügel, roh	13
Hähnchen-Brustfilets gewürzt	Geflügel, roh	12
Hähnchen-Brustfilets	Geflügel, roh	10
Hähnchen-Brustfilets, paniert	Geflügel, roh	13
Truthahn-Grillsteaks, mariniert	Geflügel, roh	12
Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	10
Putenleber in Apfelzwiebelsoße	Geflügel, gegart	3
Hähnchen-Brustfilet in Bananencurry	Geflügel, gegart	3
Hühnerfrikassee	Geflügel, gegart	3
Chicken-Hawai	Geflügel, gegart	3
Hähnchen-Schnitzel „Cordon bleu“	Geflügel, gegart	3
Truthahn-Gyros, gebraten	Geflügel, gegart	3
Gokkelchen	Geflügel, gegart	3
Chicken Chips	Geflügel, gegart	3
Involtini	Geflügel, gegart	3
Zwiebelkrüstchen	Geflügel, gegart	3
Putenroulade Badische Art	Geflügel, gegart	3
Hähnchenfilet in Blätterteig	Geflügel, gegart	3
Truthahn-Chips	Geflügel, gegart	3
Hähnchen frites	Geflügel, gegart	3
Hähnchen Cordon bleu	Geflügel, gegart	2
Putengeschnetzeltes in Champignon- rahmsoße	Geflügel, gegart	2
Hähnchen-Schnitzel „Madagaskar“	Geflügel, gegart	2
Putentkeulengulasch in Rotweinssoße	Geflügel, gegart	2
Putengeschnetzeltes „Provencale“	Geflügel, gegart	2
Hähnchenfildetopf „Gärtnerin“	Geflügel, gegart	2
Hähnchenkeule „Königin Art“	Geflügel, gegart	2
Chop-Suey-Ente	Geflügel, gegart	4
Asiatisches Knusperhähnchen	Geflügel, gegart	4
Chinesische Knusperente	Geflügel, gegart	4
Putenrollbraten	Geflügel, gegart	2

3 Eigene Untersuchungen

Schweinebraten in Zwiebelsoße	Fleisch, gegart	1
Züricher Geschnetzeltes	Fleisch, gegart	1
Schaschliktopf	Fleisch, gegart	1
Rinderroulade in Bratensoße	Fleisch, gegart	1
Wildschweinbraten	Fleisch, gegart	1
Geschnetzeltes Schweinefilet in Morchelrahm	Fleisch, gegart	1
Sauerbraten in Soße	Fleisch, gegart	1
Tafelspitz	Fleisch, gegart	1
Königsberger Klopse in Kapernsoße	Fleisch, gegart	1
Hasengeschnetzeltes in Wildcremesoße	Fleisch, gegart	1
Hirschbraten in Rahmsoße	Fleisch, gegart	1
Hirschmedallions	Fleisch, gegart	1
Rehgeschnetzeltes in Preiselbeerssoße	Fleisch, gegart	2
Fleischspieße, mariniert	Fleisch, gegart	1
Schweinshaxe, gegrillt	Fleisch, gegart	1
Hackröllchen griechischer Art	Fleisch, gegart	1
Frikadellen	Fleisch, gegart	1
Partyfrikadellen	Fleisch, gegart	1
Balkanröllchen (Cevapcici), vorgebraten	Fleisch, gegart	1
Partyschnitzel „Wiener Art“	Fleisch, gegart	2
Formfleisch-Schweineschnitzel, paniert	Fleisch, gegart	1
„Cordon bleu“ vom Schwein	Fleisch, gegart	1
Kohlrouladen	Fleisch, gegart	1
Schweinefleisch-Medaillons, mariniert	Fleisch, gegart	1
Lammrücken-Medaillons mariniert	Fleisch, gegart	1
Spare Ribs, gebacken	Fleisch, gegart	1
Hackbraten in Pfefferrahmsoße	Fleisch, gegart	1
Sauerbraten „Delicatess“	Fleisch, gegart	1
Schweinerollbraten in Bratensoße	Fleisch, gegart	1
Schweinehaxenfleisch „Bavaria“	Fleisch, gegart	1
Kasseler auf „Weinsauerkraut“	Fleisch, gegart	1
Rinderroulade „Hausfrauen Art“	Fleisch, gegart	2
Gefüllte Schweinelendchen in Pilzrahmsoße	Fleisch, gegart	1
Zigeunerschnitzel	Fleisch, gegart	1

Schweineschnitzel „Wiener Art“	Fleisch, gegart	1
Rindersaftgulasch	Fleisch, gegart	1
Rinderbraten „Klassische Art“	Fleisch, gegart	1
Fleischklößchen	Restsortiment	1
Markklößchen	Restsortiment	1
Schollenfilet, naturbelassen	Restsortiment	1
Scampi	Restsortiment	1
Salami-Baguette	Restsortiment	1
Lothringer Speckkuchen	Restsortiment	1
Paella	Restsortiment	1
Wan Tan	Restsortiment	1
Great Salami-Peperoni Pizza	Restsortiment	1
Pizza Bellissima „Speciale“	Restsortiment	1
Tomatensuppe „Toskana“	Restsortiment	1
Forellen	Restsortiment	1
Alaska Seelachs	Restsortiment	1
Limanda	Restsortiment	1
Scholle natur	Restsortiment	1
Luxuskrabben	Restsortiment	1
Semmelknödel	Restsortiment	1
Bruschetta Spinat/Frischkäse	Restsortiment	1
Bruschetta Schinken/Käse	Restsortiment	1
Bruschetta Tomate/Mozarella	Restsortiment	1

Tabelle 7: Probenauswahl der Einzelprodukte aus dem Gesamtsortiment

Die tiefgekühlten Proben wurden wöchentlich über einen Zeitraum von 10 Monaten per Kurierdienst in Styroporboxen mit Trockeneis an das Institut für Lebensmittelhygiene der Freien Universität Berlin eingesandt und am gleichen Tag im mikrobiologischen Labor untersucht.

Jede Einsendung bestand aus jeweils zehn verschiedenen Tiefkühlprodukten. Eine Übersicht über die einzelnen Einsendungen findet sich im Anhang (Tabellen 15-34).

3.2 Kultureller Nachweis thermophiler *Campylobacter* spp.

3.2.1 Nährmedien

Alle Nährmedien, Reagenzien und Lösungen wurden nach Anweisung der jeweiligen Hersteller hergestellt und angewendet.

Preston-Selektivanreicherungsbouillon (Oxoid)

Die Anreicherungsbouillon dient der Hemmung von unerwünschten Begleitkeimen bei gleichzeitiger Förderung des Wachstums von *Campylobacter* spp..

Basismedium

Nährbouillon Nr. 2 (Oxoid)

	g/Liter Aqua dest.
Fleischextrakt „Lab-Lemco“	10,0
Pepton	10,0
Natriumchlorid	5,0
pH-Wert: $7,5 \pm 0,2$ bei 25°C	
Sterilisation: 15 Minuten im Autoklav bei 121°C	
<u>Zusatz</u> : Pferdeblut, lysiert	50 ml

Supplement 1

Campylobacter-Anreicherungs-Supplement (Oxoid)

	g/Liter Aqua dest.
Natriumpyruvat	0,281
Natriummetabisulfit	0,281
Eisen(II)-sulfat	0,281

Supplement 2Campylobacter-Selektiv-Supplement (Oxoid)

	g/Liter Aqua dest.
Polymyxin B	5625 IE
Rifampicin	0,011
Trimethoprim	0,011
Cycloheximid	0,113

Herstellung:

Die abgewogene Menge des Granulats wurde in der entsprechenden Menge Aqua dest. unter Rühren gelöst, der Agaransatz kurz aufgekocht und anschließend aufgerührt. Es folgte die Messung und ggf. Korrektur des pH-Werts. Die Basis wurde für eine Zeitspanne von 15 Minuten bei 121°C im Autoklaven sterilisiert, erneut aufgerührt und auf 45-50 °C temperiert.

Das Supplement (je 2 Röhrchen/l Basismedium) wurde jeweils mit 2 ml Ethanol und 2ml sterilem Aqua dest. gelöst und mit der abgemessenen Menge an lysiertem Pferdeblut unter Rühren aseptisch dem Basismedium hinzugefügt.

Die mit Datum und Bezeichnung gekennzeichneten Platten wurden unverzüglich gegossen.

Karmali-Selektivnährboden (Oxoid)

Der für *Campylobacter* spp. selektive Karmali-Agar ist zusammengesetzt aus einem Basismedium für das Wachstum von *Campylobacter* spp. und einem Selektivsupplement zur Hemmung der Begleitflora.

Basismedium

	g/Liter Aqua dest.
Spezialpepton	23,0
Stärke	1,0
Natriumchlorid	5,0
Aktivkohle	4,0
Hämin	0,032
pH-Wert: 7,4 ± 1 0,2 bei 25°C	

Sterilisation: 15 Minuten im Autoklav bei 121°C

Supplement

Karmali-Selektivsupplement

	g/Liter Aqua dest.
Natriumpyruvat	0,1
Cefaoperazon	0,032
Vancomycin	0,02
Amphotericin B	0,01

Herstellung:

Die abgewogene Menge des Granulats wurde in der entsprechenden Menge Aqua dest. unter Rühren gelöst, der Agaransatz kurz aufgeköcht und anschließend aufgerührt. Es folgte die Messung und ggf. Korrektur des pH-Werts. Die Basis wurde für eine Zeitspanne von 15 Minuten bei 121°C im Autoklaven sterilisiert, erneut aufgerührt und auf 45-50 °C temperiert.

Das Supplement (2 Röhrchen/l Basismedium) wurde mit 2 ml Ethanol und 2ml sterilem Aqua dest. gelöst und unter Rühren aseptisch dem Basismedium hinzugefügt.

Die mit Datum und Bezeichnung gekennzeichneten Platten wurden unverzüglich gegossen.

Preston-Selektivnährboden (Oxoid)

Der Preston-Agar stellt ein weiteres für *Campylobacter* spp. selektives Nährmedium dar. Er ist zusammengesetzt aus einem Basismedium für das Wachstum von *Campylobacter* spp. und einem Selektivsupplement zur Hemmung der Begleitflora.

Basismedium

	g/Liter Aqua dest.
Fleischextrakt „Lab-Lemco“	10,0
Pepton	10,0
Natriumchlorid	5,0
Agar	12,0
pH-Wert: 7,5 ± 0,2 bei 25°C	
Sterilisation: 15 Minuten im Autoklav bei 121°C	
<u>Zusatz:</u> Pferdeblut, lysiert	50 ml

SupplementCampylobacter-Selektiv-Supplement (Oxoid)

	g/Liter Aqua dest.
Polymyxin B	2500 IE
Rifampicin	0,011
Trimethoprim	0,0011
Cycloheximid	0,113

Herstellung:

Zur Herstellung des Basismediums wurde die abgewogene Menge des Granulats in der entsprechenden Menge Aqua dest. unter Rühren gelöst und bei 121°C 15 Minuten im Autoklaven sterilisiert. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur folgt die Messung und ggf. Korrektur des pH-Werts.

Die Supplemente 1+2 (je 2 Röhrchen/l Basismedium) wurden jeweils mit 2 ml Ethanol und 2ml sterilem Aqua dest. gelöst und mit der abgemessenen Menge an lysiertem Pferdeblut unter Rühren aseptisch dem Basismedium hinzugefügt.

Die mit Datum und Bezeichnung gekennzeichneten Platten wurden unverzüglich gegossen.

Brucella-Bouillon (Difco)

Die Brucella-Bouillon wurde als Ausgangsmittel für die Gram-Färbung, die Untersuchungen auf Beweglichkeit, Wachstum bei 25°C und für den Test auf Antibiotikaresistenz verwendet.

Rezeptur:

	g/Liter Aqua dest.
Tryptone	10,0
Peptamin	10,0
Dextrose	1,0
Hefeextrakt	2,0
Kochsalz	5,0
Natriumbisulfit	0,1

pH-Wert: 7,0 ± 1 0,2 bei 25°C

Sterilisation: 15 Minuten im Autoklav bei 121°C

Herstellung:

Die abgewogene Menge des Granulats wurde in der entsprechenden Menge Aqua dest. unter Rühren gelöst. Es folgte die Messung und ggf. Korrektur des pH-Werts. Die Lösung wurde in geeignete Glasröhrchen abgefüllt und für eine Zeitspanne von 15 Minuten bei 121°C im Autoklaven sterilisiert.

Columbia Agar mit 5% defibriniertem Schafblut (Oxoid)

Campylobacter-verdächtigen Kolonien wurden auf Columbia-Blutagar subkultiviert.

Basismedium:

	g/Liter Aqua dest.
Spezialpepton	23,0
Stärke	1,0
Agar-Agar	5,0
pH-Wert: 7,3 ± 0,2 bei 25°C	
Sterilisation: 15 Minuten im Autoklav bei 121°C	
<u>Zusatz:</u> Schafblut, defibriniert	50 ml

Herstellung:

Zur Herstellung des Basismediums wurde die abgewogene Menge des Granulats in der entsprechenden Menge Aqua dest. unter Rühren gelöst und bei 121°C 15 Minuten im Autoklaven sterilisiert. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur folgte die Messung und ggf. Korrektur des pH-Werts und das aseptische Hinzufügen der abgemessenen Menge an defibriniertem Schafblut unter Rühren.

Die mit Datum und Bezeichnung vorgekennzeichneten Platten wurden unverzüglich gegossen.

Eisen-Dreizucker-Agar (Merck)

Der Eisen-Dreizucker-Agar dient der Beurteilung der Fähigkeit zur Verwertung verschiedener Zucker, der Gasbildung aus Glucose und der Bildung von Schwefelwasserstoff (H₂S) von verdächtigen Kolonien.

Rezeptur:

	g/Liter Aqua dest.
Pepton	20,0
Fleischextrakt	3,0
Hefeextrakt	3,0
Natriumchlorid	5,0
Lactose	10,0
Saccharose	10,0
D(+) Glucose	1,0
Ammoniumeisen (III)-citrat	0,5
Natriumthiosulfat	0,5
Phenolrot	0,024
Agar-Agar	12,0

pH-Wert: 7,4 ± 0,2 bei 25°C

Sterilisation: 15 Minuten im Autoklav bei 121°C

Herstellung:

Die abgewogene Menge des Granulats wurde in der entsprechenden Menge Aqua dest. unter Rühren gelöst. Es folgt die Messung und ggf. Korrektur des pH-Werts. Je 10 ml der Lösung wurden in geeignete Glasröhrchen abgefüllt und für eine Zeitspanne von 15 Minuten bei 121°C im Autoklaven sterilisiert. Die Röhrchen wurden zum Abkühlen schräg gelagert, so dass eine Hochschicht von ca 2,5 cm und eine Schrägfläche entstanden.

Müller-Hinton-Agar mit 5% defibrinierten Schafblut (Merck)

Auf diesem Nährboden wurde der Test auf Antibiotikaresistenz durchgeführt.

Rezeptur:

	g/Liter Aqua dest.
Fleischinfus	2,0
Caseinhydrolysat	17,5
Stärke	1,5
Agar-Agar	17,0
pH-Wert: 7,0 ± 0,2 bei 25°C	
Sterilisation: 15 Minuten im Autoklav bei 121°C	
Zusatz	
Defibriniertes Schafblut	50 ml

Herstellung:

Die Herstellung erfolgt analog zum Columbia-Blutagar.

3.2.2 Reagenzien

- ◆ Bactident® Aminopeptidasestäbchen (Merck)
- ◆ Bactident® Oxidasestäbchen
- ◆ Cefalotin-Teststäbchen
- ◆ Färbeset Gram-color™
- ◆ Indoxylacetatlösung, 10% (Merck)
- ◆ Kovács-Indolreagenz (Merck)
- ◆ Nalidixinsäure-Testblättchen, 30µg (Oxoid)
- ◆ Natriumchloridlösung, 0,9% (Merck)
- ◆ Natriumhippuratlösung, 1% (Merck)
- ◆ Ninhydrinlösung, 3,5% in Aceton (Merck)
- ◆ Wasserstoffperoxidlösung 3% (Merck)

2.3.2 Material und Geräte

- ◆ Anaerobierindikator™ (Oxoid)
- ◆ Anaerobiertopf, AnerJar™ (Oxoid)
- ◆ Anaero Gen™ (Oxoid)
- ◆ Bagpage® Filterbeutel 180/300 (Interscience)
- ◆ Beutelwalkmischer, Stomacher 40 (Colworth)
- ◆ Brutschrank 25°C (Heraeus)
- ◆ Brutschrank 30°C (Heraeus)
- ◆ Brutschrank 37°C (Heraeus)
- ◆ Brutschrank 42°C (Heraeus)
- ◆ Filterpapier aus Cellulose (Schleicher und Schuell)
- ◆ Gaserzeugungs-Kit Campy Gen™ (Oxoid)
- ◆ Glasspatel (Migge Laborbedarf)
- ◆ Hohlschliffobjektträger (Migge Laborbedarf)
- ◆ Kryoblock (Mast Diagnostika)
- ◆ Laborwaage (Sartorius)
- ◆ Mikrobank™ (Mast Diagnostika)
- ◆ Pinzette (Migge Laborbedarf)
- ◆ Schere (Migge Laborbedarf)
- ◆ Tiefkühltruhe (Gesellschaft für Labortechnik mbH)
- ◆ Whirl-Mix (Jankel & Kunkel)

3.2.4 Referenzstämme

Als Referenzstämme für die Differenzierung der *Campylobacter*-Isolate aus Lebensmittelproben dienten *Campylobacter*-Stämme aus der Deutschen Stammsammlung für Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH (DMSZ). Die verwendeten Stämme lagerten im Stammhaltungssystem für Mikroorganismen (Cryobank™, Fa. MAST DIAGNOSTIKA, Germany) bei -80°C. Die Reaktivierung der Stämme wurde nach den Empfehlungen der DMSZ durchgeführt.

Als *Campylobacter jejuni* ssp. *jejuni*, weiterhin mit *Campylobacter jejuni* bezeichnet, wurde der Stamm DSM 4688^T, als *Campylobacter coli* der Stamm DSM 4689^T, für *Campylobacter lari* der Stamm DSM 11375^T und für *Campylobacter upsaliensis* der Stamm DSM 5356 genutzt. Die Stämme wurden gemäß der Methodenvorschrift nach ISO 10272:1995 (E) als Positiv- und Negativkontrollen verwendet.

Spezies	Stammbezeichnung	Bezugsquelle
<i>Campylobacter jejuni</i> subs. <i>jejuni</i>	DSM 4688	DSMZ
<i>Campylobacter coli</i>	DSM 4689	DSMZ
<i>Campylobacter lari</i>	DSM 11375	DSMZ
<i>Campylobacter upsaliensis</i>	DSM 5356	DSMZ

Tabelle 8: Verwendete Referenzstämme

3.3 Methode zum kulturellen Nachweis von *Campylobacter* spp.

Die tiefgekühlten Lebensmittel (je 10 Produkte pro Einsendung) wurden vom Hersteller per Kurier ins Labor transportiert.

Der kulturelle Nachweis erfolgte in Anlehnung an die Methodenvorschrift ISO 10272: 1995 „Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method of detection of *Campylobacter* growing at 41,5°C“.

Probenansatz

Die Lebensmittelproben wurden sofort nach Erhalt ihrem Styroporbehältnis mit Trockeneis entnommen, registriert und mit einer Identifikationsnummer versehen. Der Probenansatz erfolgte nach einer ca. zweistündigen Antauphase.

An der Oberfläche sowie in der Tiefe des Lebensmittels wurden dazu mit Hilfe einer sterilen Pinzette und einer sterilen Schere insgesamt 10 g Probenmaterial in einen sterilen Stoma-cherbeutel eingewogen, mit 90 ml Preston-Anreicherungsbouillon (Verhältnis 1:10) versetzt und im Beutelwalkmischer für 120 sec. homogenisiert. Die Inkubation der Selektivanreicherung erfolgte unter kontrolliert mikroaeroben Bedingungen (5% O₂, 10 % CO₂ , 85% N₂) in Anaerobiertöpfen für 22 ± 2 h bei 42°C.

Die Tiefkühlprodukte wurden direkt nach Probenentnahme als Rückstellmuster in einer institutseigenen Tiefkühlkammer bis zum Abschluss der Untersuchungen und Auswertung der Ergebnisse wieder eingefroren.

3.3.1 Isolierung

Nach der ersten 22-stündigen Inkubation wurde eine Impföse (ca. 10µl) der Anreicherungsbouillon fraktioniert auf je eine Platte Preston-Selektiv-Agar und Karmali-Agar ausgestrichen. Es erfolgte eine erneute Inkubation unter mikroaeroben Bedingungen über 46 ± 2h bei 42°C.

Die *Campylobacter*-verdächtigen Einzelkolonien besitzen einen Durchmesser von 1-2 mm und ein glattes, graues, z.T. metallisch glänzendes, flach bis konvexes, leicht mukoides Er-

scheinungsbild. Sie zeigen eine Tendenz zum Schwärmen (in Abhängigkeit zum Feuchtigkeitsgehalt des Nährbodens).

Es wurden jeweils fünf verdächtige Einzelkolonien für die Identifizierung und Speziesdifferenzierung ausgewählt.

3.3.2 Identifizierung

Motilitätsprüfung

Die Beweglichkeit wurde im hängenden Tropfen überprüft. Dazu wurde verdächtiges Koloniematerial von den Selektivplatten mittels einer Öse abgenommen, in 1 ml Brucella-Bouillon suspendiert, und im hängenden Tropfen unter dem Mikroskop untersucht. *Campylobacter* spp. zeigen eine schnelle, gerichtete, typisch korkenzieherartig-drehende Beweglichkeit. Im positiven Fall folgte eine Subkultivierung auf Columbia-Blutagar mittels Ösenausstrichs aus der Bouillon. Die Inkubation wurde erneut über 22 ± 2 h bei 42°C durchgeführt.

Gram-Färbung

Die optische Differenzierung von *Campylobacter* spp. geschah mittels einer nach Herstellerangaben durchgeführten Gramfärbung von Einzelkolonien, die auf dem Columbia-Blutagar gewachsenen Reinkultur.

Im Grampräparat zeigen *Campylobacter* spp. ein Gram-negatives Anfärbeverhalten (Rotfärbung). Im Lichtmikroskop bei 1000-facher Vergrößerung (Ölimmersion) lassen sie sich als zarte, kommaförmige bis korkenzieherartig gewundene, dünne Stäbchen darstellen; auch kokkoide Formen kommen vor.

Wachstum bei 25°C

Zur Überprüfung des Wachstumsverhaltens verdächtiger Kolonien wurden Brucella-Bouillon-Röhrchen mit dem verdächtigen Koloniematerial beimpft und unter mikroaerophilen Bedingungen über 48 ± 2 h bei 25°C inkubiert. Thermotolerante *Campylobacter* spp. vermehren sich bei dieser Temperatur nicht.

Cytochromoxidase-Nachweis

Auf dem Reaktionsfeld eines kommerziellen erhältlichen Oxidase-Teststreifens wurde nach Anfeuchten mit sterilem Aqua dest. eine Einzelkolonie vom Columbia-Blutagar aufgebracht. Eine Blau- bzw. Violettfärbung des Reaktionsfeldes gilt als positive Reaktion. Thermotolerante *Campylobacter* spp. sind Oxidase-positiv.

Wachstumsfähigkeit und -verhalten auf Eisen-Dreizucker-Agar

Zur Überprüfung der Fähigkeit zur Verwertung verschiedener Zucker, der Gasbildung aus Glucose und der Produktion von Schwefelwasserstoff (H₂S) erfolgte die Beimpfung von Eisen-Dreizucker-Schrägagar mit auf Columbia-Blutagar subkultivierten *Campylobacter*-verdächtigen Kolonien und anschließende mikroaerophile Inkubation über 24 Stunden bei 42°C.

Campylobacter spp. sind nicht in der Lage Glucose, Lactose und Saccharose zu verstoffwechseln. Es kommt folglich zu keiner Gasbildung. Die Gattung ist in der Regel gleichfalls nicht fähig Schwefelwasserstoff zu bilden, wobei einige *Campylobacter coli*-Stämme eine Ausnahme bilden.

Die Interpretation der Reaktionen richtete sich nach dem in Tabelle 9 dargestellten Schema:

Agarfläche	Farbumschlag	Ergebnis
Hochschicht	gelb	glucosepositiv
Hochschicht	rot oder unverändert	glucosenegativ
Hochschicht	schwarz	H ₂ S-Bildung
Hochschicht	Blasen/Spalten	Gasbildung aus Glucose
Schrägfläche	gelb	lactose- und/oder saccharosepositiv
Schrägfäche	rot oder/unverändert	lactose- und/oder saccharosepositiv

Tabelle 9: Bewertung des Wachstumsverhaltens auf Eisen-Dreizucker-Agar

Katalase-Aktivität

Die Bildung von Sauerstoff und Wasser aus Wasserstoffperoxid wird durch das Enzym Katalase bewirkt. Sofern dieses Ferment vorhanden ist, kommt es zu einer deutlichen Bläschenbildung, wenn eine Einzelkolonie des Isolats mittels Impföse auf einem Objektträger verrie-

ben und ein Tropfen 3% Wasserstoffperoxidlösung aufgetragen wird. Eine Bläschenbildung innerhalb von 30 sec. wurde als positive Reaktion gewertet. Thermotolerante *Campylobacter* spp. reagieren Katalase-positiv.

Wachstum unter aeroben Bedingungen

Thermotolerante *Campylobacter* spp. wachsen unter aeroben Bedingungen nicht. Zur Überprüfung des Wachstumsverhaltens verdächtiger Kolonien wurde deshalb ein fraktionierter Ösenausstrich auf Columbia-Blutagar angefertigt und unter aeroben Bedingungen 48± 2h bei 42°C bebrütet.

Die Überprüfung der aeroben Wachstumsfähigkeit der isolierten Keime erfolgte zusätzlich zu den Vorschriften der ISO 10272:1995 (E).

3.3.3 Speziesdifferenzierung

Hippurathydrolyse-Test

Von allen thermotoleranten *Campylobacter* spp. kann nur *Campylobacter jejuni* Hippursäure mit Hilfe des Enzyms Hippurikase in Benzoesäure und Glycerin spalten. Durch eine Indikatorreaktion mit Ninhydrin kommt es zu einer tiefblau-violetten Verfärbung.

Eine Impföse des fraglichen Koloniematerials vom Columbia-Blutagar wurde mit 0,4 ml einer 1%igen Natriumhippuratlösung suspendiert und für 2 h im temperierten Wasserbad bei 37°C bebrütet. Danach wurde das Inkubat mit 0,2 ml einer 3,5% igen Ninhydrinlösung überschichtet und erneut bei 37°C im Wasserbad bebrütet. Der Test verlief positiv bei einem Farbumschlag nach tiefblau-violett.

Als Positivkontrolle wurde der Referenzstamm *C. jejuni* (DSMZ 4688) und als Negativkontrolle der Referenzstamm *C. coli* (DSMZ 4689) mitgeführt.

Indoxyl-Acetat-Hydrolase Test

Im Gegensatz zu *C. jejuni* und *C. coli* ist *C. lari* nicht zur Hydrolyse von Indoxylacetat fähig. Eine Impföse des fraglichen Koloniematerials vom Columbia-Blutagar wurde auf einem mit

einem Tropfen sterilem Aqua dest. befeuchteten Indoxyl-Acetat-Testblättchen verrieben. Eine Dunkelblaufärbung innerhalb von 5 bis 10 Minuten wurde als positive Reaktion gewertet.

Als Positivkontrollen wurden die Referenzstämme *C. jejuni* (DSMZ 4688) und *C. coli* (4689) und als Negativkontrolle der Referenzstamm *C. lari* (DSMZ 11375) mitgeführt.

Die Überprüfung der Indoxylacetathydrolyse erfolgte als ergänzende Speziesabsicherung zusätzlich zu den Vorschriften der ISO 10272:1995 (E).

Nalidixinsäure- und Cefalotin-Resistenz

Thermotolerante *Campylobacter* spp. unterscheiden sich in ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber den Antibiotika Nalidixinsäure und Cefalotin.

Um das Resistenzverhalten zu überprüfen, wurde eine Einzelkolonie vom Müller-Hinton-Blutagar in 2 ml Brucella-Bouillon suspendiert und auf dem Whirl-Mix gut durchmischt. Von der Bouillon wurde je 0,1 ml auf Müller-Hinton-Blutagarplatten mit einem sterilen Glasspatel ausgespatelt. Danach wurden je ein Nalidixintestblättchen (30 µg) und ein Cefalotintestblättchen (30 µg) auf die feuchte Nährbodenoberfläche gelegt. Es erfolgte eine Inkubation unter mikroaeroben Bedingungen über 24 h bei 37 °C.

Sichtbare Hemmzonen als Zeichen fehlenden Bakterienwachstums um die Plättchen herum führten zur Wertung als sensibel gegenüber der entsprechenden antibiotischen Substanz.

Die Isolierung und Speziesdifferenzierung nach den in Tabelle 10 aufgelisteten Merkmalen dauerte bis zu zehn Tagen.

	<i>C. jejuni</i> ssp. <i>Jejuni</i>	<i>C. coli</i>	<i>C. lari</i>	<i>C. upsaliensis</i>
Katalase-Test	+	+	+	(+)
H ₂ S-Bildung	-	v	-	-
Hippurat-Hydrolyse-Test	+	-	-	-
Indoxyl-Acetat-Hydroxylase-Test	+	+	-	+
Wachstum bei 25°C	-	-	-	-
Wachstum bei 42 °C	+	+	+	+
Nalidixinsäure-Empfindlichkeit	s	s	v	s
Cefalotin-Empfindlichkeit	r	r	r	s
aerobes Wachstum	-	-	-	-

Tabelle 10: Differenzierungsmerkmale von *Campylobacter* spp. (nach VANDAMME und GOOSENS 1992, gekürzt)

- : positive Reaktion -: negative Reaktion v: variable Reaktion s: sensibel r: resistent

3.3.4 Cryokonservierung

Die in den Lebensmittelproben gefundenen und speziesdifferenzierten *Campylobacter*-Isolate wurden im Mikrobanksystem (Mast Diagnostika) nach Herstellerangaben konserviert. Dazu wurde mit einer sterilen Öse eine Einzelkolonie aus einer 22 ± 2h alten Reinkultur vorsichtig in das flüssige Medium eines Cryoröhrchen gerieben. Das Röhrchen wurde gut verschlossen und langsam zehnmal geschwenkt. In der flüssigen Phase befindliche Bakterien hafteten dann an der Oberfläche der porösen Kügelchen. Mit einer sterilen Pipettenspitze wurde das flüssige Medium komplett entfernt und das Röhrchen fest zugedreht. Vor der Lagerung in einer Tiefgefriertruhe bei -80°C wurden Datum, Probenidentifikationsnummer und *Campylobacter*-Spezies auf dem Röhrchen vermerkt.

3.4 Molekularbiologische Untersuchung

Parallel zur mikrobiologischen Isolierung, Identifizierung und Speziesdifferenzierung in Anlehnung an die Internationale Norm ISO 10272 wurden die eingesendeten TK-Lebensmittel zeitgleich molekularbiologisch untersucht.

Als molekularbiologisches Verfahren kam die Polymerase-Kettenreaktion (polymerase chain reaction, PCR) nach OYOFO et al. (1992) zur Anwendung. Im Jahr 2000 wurde diese Methode als vorläufige Methode durch die Arbeitsgruppe „Molekularbiologische Methoden – Mikrobiologie“ der Kommission zur Durchführung des § 64 LMBG zum Nachweis der Spezies *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli* in Lebensmitteln publiziert.

3.4.1 Probenmaterial

Zur Untersuchung gelangten die unter 3.1 beschriebenen tiefgekühlt eingesendeten Lebensmittelproben.

3.4.1.1 Nährmedien und Reagenzien

Probenansatz

- ◆ Preston-Anreicherungsbouillon

Herstellung und Inhaltsstoffe der *Campylobacter*-Selektiv-Anreicherungsbouillon nach Preston sind unter 3.2.1 beschrieben.

DNA-Extraktion

- ◆ DNeasy™ Tissue Kit (Qiagen, 69506)
- ◆ Ethanol für die Molekularbiologie (Sigma, E-7023)
- ◆ Waschpuffer AW1, Konzentrat (Qiagen, 19081)
- ◆ Waschpuffer AW2, Konzentrat (Qiagen, 19072)
- ◆ TE-Puffer (Tris-EDTA-Puffer, pH = 8,0 ± 0,1), zusammengesetzt aus:
10mM Tris/HCl (Sigma, T-5941) +

1mM Ethylendiamintetraessigsäure(EDTA-di-Natriumsalz (Sigma, T-5134) in Aqua dest.

- ◆ Elutionspuffer AE (Qiagen, 19077)

Polymerase-Kettenreaktion (PCR)

- ◆ Aqua bidestillata, steril
- ◆ Bovines Serumalbumin,azetyliert, $\rho = 20\text{mg/ml}$ (Sigma, B-8894)
- ◆ MgCl_2 -Lösung, $c = 50\text{ mM}$ (Finnzymes Oy)
- ◆ PCR-Pufferlösung (10-fach), zusammengesetzt aus:
 - 10 mM Tris-HCl (pH 8,8 bei 25°C) +
 - 1,5 mM MgCl_2 +
 - 0,1% Triton X-100 (DyNAzyme™ Optimized Buffer, Finnzymes Oy, F-511S)Die 10-fach Stammlösung wurde 1:10 mit Aqua bidest. steril verdünnt.
- ◆ Desoxynucleosid-triphosphat(dNTP-Lösung, Finnzymes Oy,F-560L) zusammengesetzt aus:
 - 10 mM dATP +
 - 10 mM dCTP +
 - 10 mM dGTP +
 - 10 mM dTTP
- ◆ Primer nach OYOFO et al. (1992), (Biomedizinische Analytik GmbH, Göttingen), 0,1mM
 - pg 50 (5' - ATC GGA TTT CGT ATT AAC - 3')
 - pg3 (5' - GAA CTT GAA CCG ATT TG – 3')
- ◆ DNA-Polymerase, 2 U/ μl (DyNAzyme™, Finnzymes Oy)
- ◆ Mineralöl (Sigma, M-8662)

DNA-Gelelektrophorese

- ◆ TBE-Pufferlösung (Tris-Borat-EDTA-Puffer, pH 8,0 \pm 0,1), Ansatz als 10-fach konzentrierte Stammlösung (Lagerung bei Raumtemperatur), zusammengesetzt aus:
 - 90 mM Tris(hydroxymethyl)-aminomethan (Sigma, T-8524) +
 - 90 mM Borsäure (Sigma, T – 67689) +
 - 2 mM Ethylendiamintetraessigsäure(EDTA)-di-Natriumsalz (Sigma, T-5134) in Aqua bidest.

- ◆ Agarose-Gel, zusammengesetzt aus:
 - Agarose I™, $\rho = 15\text{g/l}$ (Biometra, 230-710) +
 - TBE-Pufferlösung mit Ethidiumbromid, $\rho = 0,5\text{ mg/l}$ (Merck, 111615)
 -
- ◆ Elektrophorese-Pufferlösung zusammengesetzt aus:
 - TBE-Pufferlösung mit Ethidiumbromid, $\rho = 0,5\text{ mg/l}$ (Merck, 111615)
 -
- ◆ Geltaschenpufferlösung, zusammengesetzt aus:
 - Ficoll 400, $\rho = 150\text{g/l}$ (Amersham Pharmacia Biotech) +
 - TBE-Pufferlösung mit Bromphenolblau, $\rho = 2,5\text{g/l}$ (Amersham Pharmacia Biotech)
 -
- ◆ DNA-Molekulargewichtsmarker Low-Ladder, 100bp und 20 bp (Sigma, P-1598)
- ◆ Ethidiumbromid-Destain-Bags (Biometra, 211-732)

3.4.1.2 Material und Geräte

Probenansatz

Für den Ansatz der Proben in der selektiven Anreicherungsbouillon nach Preston wurden Material und Geräte verwendet wie sie unter 3.2.2 beschrieben sind.

DNA-Extraktion

- ◆ Collection Tubes 2,0ml (Qiagen)
- ◆ Mikrozentrifuge 5415C (Eppendorf)
- ◆ Mikrotiterplatte (Eppendorf)

Polymerase-Kettenreaktion

- ◆ Acrylglas-Cooler für PCR-Gefäße (Migge Laborbedarf)

3 Eigene Untersuchungen

- ◆ Eis
- ◆ Mikrozentrifuge 5415C (Eppendorf)
- ◆ Multi Ultra PCR Tubes® 0,2 (Roth)
- ◆ Pipette Reference® Filtertips (Eppendorf)
- ◆ Positive-Displacement-Pipette Eppendorf Biomaster 4830 und entsprechende Mastertips (Eppendorf)
- ◆ Sicherheitsreaktionsgefäße SafeSeal Microcrocentrifuge Tubes 2,0 ml (Roth)
- ◆ Thermoblock
- ◆ Thermomixer 5437 (Eppendorf)
- ◆ Trio-Thermocycler mit Heizdeckel (Biometra)
- ◆ Wasserbad

DNA-Gelelektrophorese

- ◆ Dampftopf
- ◆ Gelelektrophoresekammer Agargel G45 (Biometra)
- ◆ Polaroidkamera CU-5 mit Wechseltubus GH20 (Biometra)
- ◆ Polaroid-Sofortbildfilm Typ 667 (Biometra)

3.4.2 Methode zum molekularbiologischen Nachweis von *Campylobacter* spp.

3.4.2.1 Aufbereitung des Probenmaterials

Für die molekularbiologischen Untersuchung wurde pro eingesendetem TK-Produkt je 1 ml der für 24 Stunden mikroaerob inkubierten Preston-Selektivanreicherungsbouillon aus der kulturellen Nachweismethode gemäß der ISO 10272:1995 wie unter 3.2.4 beschrieben eingesetzt.

3.4.2.2 Präparation der Desoxyribonukleinsäure (DNA-Extraktion) aus der Probe

Für die Präparation der Bakterien-DNA wurde das DNeasy™ Tissue Kit von Qiagen entsprechend den Herstellerangaben benutzt. Das Prinzip dieses Extraktionssystems besteht in der DNA-Extraktion mittels enzymatischer Lyse durch eine Proteinkinase (Proteinkinase K), Ausfällung der gelösten Nukleinsäuren mit Ethanol (96%) und anschließende selektive Bindung derselben an eine Silica-Membran, wobei Kontaminanten sowie Inhibitoren nicht binden und in zwei aufeinander folgenden Waschschrritten entfernt werden. Durch das anschließende Lösen der gewonnenen Template-DNA (Proben-DNA) aus der Membran entsteht die für die PCR geeignete Probenmatrix.

3.4.2.3 Präparation der *Campylobacter*-DNA aus den Referenzstämmen

Als Referenz-DNA für die Positivkontrolle wurden die Referenzstämme *Campylobacter jejuni* (DSM 4688^T) und *Campylobacter coli* (DSM 4689^T), als Negativkontrolle *Campylobacter lari* (DSM 11375^T) auf Columbia-Blutagarplatten angezüchtet, mit Brucella-Bouillon aufgeschwemmt und anschließend der oben beschriebenen DNA-Extraktion mit dem DNeasy™ Tissue Kit von Qiagen zugeführt.

3.4.2.4 Polymerase-Kettenreaktion

Für die Polymerase-Kettenreaktion (polymerase chain reaction, PCR) nach OYOFO et al. (1992) mit dem Primerpaar pg50 und pg3 wurden jeweils 2 Positivkontrollen, eine Negativkontrolle und zwei sogenannte Leerwerte als Reagenzienkontrolle mitgeführt.

Die Herstellung des Mastermixes (Gemisch aus allen für die DNA-Amplifikation erforderlichen Komponenten) wurde gemäß der Anzahl der zu untersuchenden Proben zuzüglich der Kontrollen unter ständiger Eiskühlung durchgeführt. Er enthielt PCR-Puffer (einfach) 1,5 mM MgCl₂, dNTP Mix, die Primer pg50 und pg3 und DNA-Polymerase. Für die Amplifikationsreaktion wurde ein Gesamtvolumen von 25 µl je Reaktionsansatz benötigt. Dafür wurden je 24 µl Mastermix in die Probeansätze pipettiert und je 1 µl Template-DNA zugefügt. Dem Mastermix wurde für die Positivkontrollen je 1 µl der gewonnenen *Campylobacter*-Referenz DNA von *Campylobacter jejuni* (DSM 4688^T) und *Campylobacter coli* (DSM 4689^T), für die Negativkontrolle 1 µl Referenz-DNA von *Campylobacter lari* (DSM 11375^T) zugefügt. Die zweifach mitgeführte Reagenzienkontrolle enthielt jeweils alle im Mastermix enthaltenen Zutaten außer die Template-DNA und wurde mit je 1µl sterilem Aqua dest. Ergänzt. Das Pipettierschema ist in Tabelle 11 wiedergegeben.

	Konzentration im Reaktionsansatz	Volumen/Reaktionsansatz(µl)
PCR-Puffer F-511 (1fach)	1,5 mM	2,5
dNTP-Mix F-560	0,2 mM	0,5
pg50 (5'- ATC GGA TTT CGT ATT AAC- 3')	0,1 mM	0,125
pg03 (5' - GAA CTT GAA CCG ATT TG – 3')	0,1mM	0,125
DNA-Polymerase	1 U	0,5
Aqua bidest. steril	ad 24 µl	20,25

Tabelle 11: Pipettierschema Mastermix für die PCR nach OYOFO et al. (1992)

Der nächste Schritt beinhaltete die Amplifikation der DNA. Dafür wurde nach Zugabe von 10 µl Mineralöl zum Überschichten wurden die PCR-Ansätze unmittelbar in den Thermocycler überführt und folgendes Cyclingschema angewendet (Tabelle 12):

	Zeit	Temperatur
Initiale Denaturierung	5 min.	94°C
Zyklische Wiederholung (40 mal):		
Denaturierung	30 sec.	94°C
Anealing	60 sec.	42°C
Elongation	30 sec.	72°C
Finale Elongation	5 min.	72 °C

Tabelle 12: Temperatur-Zeit-Programm für die PCR nach OYOFO et al. (1992)

Für die optische Darstellung des Nachweises wurden die PCR-Amplifikate mittels einer horizontalen Gelelektrophorese elektrophoretisch aufgetrennt und sichtbar gemacht.

Zur Herstellung des Agarosegels wurde die abgewogene Menge der Agarose (2,25 g) in 150 ml TBE-Pufferlösung unter Rühren gelöst und für 15 Minuten im Dampftopf erhitzt. Nach Abkühlung auf 55-60°C folgte die Zugabe von 7,5 µl Ethydiumbromid als Färbemittel sowie das Gießen des Gels in eine entsprechende Gelkammer mit Probenkamm. Für das Arbeiten mit Ethydiumbromid waren besondere Sicherheitsvorschriften zu beachten und geeignete Nitrilhandschuhe zu tragen, weil die Substanz als cancerogen und mutagen eingestuft wird. Auch die umweltgerechte Entsorgung der ethydiumbromidhaltigen Substanzen nach Durchführung und Auswertung der Elektrophorese erfolgte vorschriftsgemäß.

Das erstarrte Gel wurde vorsichtig in die mit ethydiumbromidgefärbtem TBE-Puffer (0,5µl EB/ml) gefüllte Elektrophorese-Kammer gelegt und die beiden äußersten Slots (Geltaschen) mit einem Gemisch aus je 6 µl DNA-Molekulargewichtsmarker und 2 µl Geltaschenpufferlösung bestückt. Von den PCR-Amplifikaten wurde je eine Menge von 10 µl mit 2 µl Geltaschenpufferlösung vermischt und vorsichtig in die Slots gefüllt.

Die Gelelektrophorese wurde bei einer Spannung von 100V für eine Laufzeit von 90 min durchgeführt. Die Laufstrecke betrug ca. 8 cm.

Die elektrophoretisch aufgetrennten PCR-Amplifikate wurden im Transilluminator unter UV₃₁₂-Licht sichtbar gemacht und mittels einer Polaroid-Kamera fotografisch dokumentiert. Die Kamera arbeitete mit Blende 22, einem Orange-Filter und einer Belichtungszeit von 1 Sekunde.

3.4.4.3 Auswertung der Polymerase-Kettenreaktion

Grundbedingungen für die Auswertung der durchgeführten PCR waren:

- ◆ negatives Ergebnis für die Negativkontrolle
- ◆ negatives Ergebnis der Amplifikationskontrolle
- ◆ positives Ergebnis für die Positivkontrollen

Der Nachweis von *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli* galt als geführt, wenn in der Gelelektrophorese ein spezifisches Amplifikat sichtbar gemacht werden konnte. Für das bei der PCR nach OYOFO et al. (1992) entstehende Fragment wird eine Länge von 450 Basenpaaren erwartet. Die Fragmentlänge kann durch optischen Vergleich der Wanderungstrecke bei der elektrophoretischen Auftrennung mit dem DNA-Molekulargewichtsmarker abgelesen werden

In Abb. 7 ist das gesamte Versuchsdesign zum besseren Verständnis als Verlaufsdiagramm dargestellt.

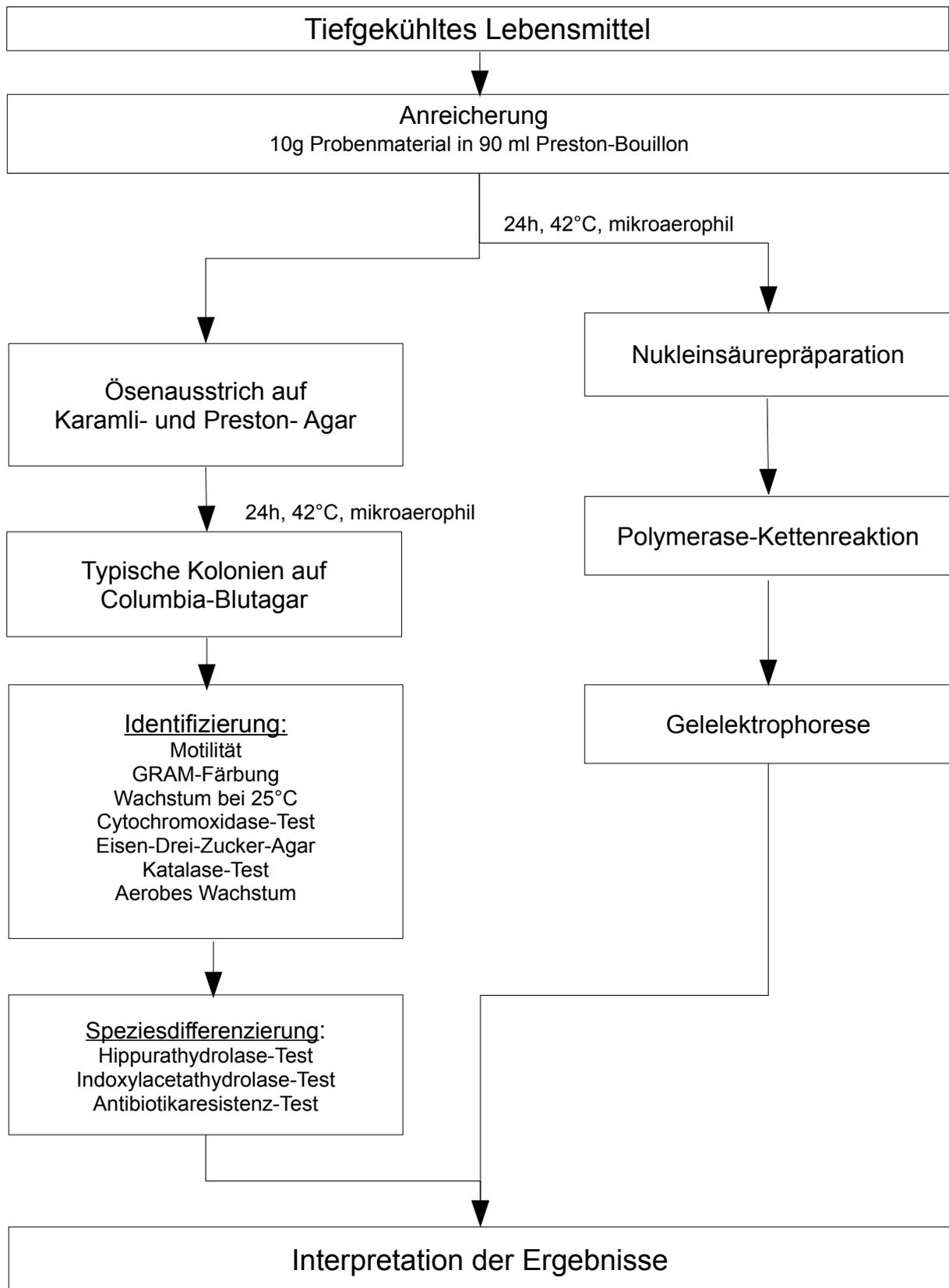


Abbildung 7: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufs

4 Ergebnisse und Diskussion

Thermophile *Campylobacter* spp. besitzen als Erreger humaner Gastroenteritiden in Deutschland, wie auch weltweit, eine herausragende Bedeutung. Die Übertragung erfolgt vorrangig durch Lebensmittel tierischen Ursprungs, insbesondere Geflügelprodukte.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Prävalenzuntersuchung thermophiler *Campylobacter* spp. im Gesamtsortiment eines deutschen Tiefkühlkostvertriebes und dient der Abschätzung des Gefährdungspotentials für den Verbraucher ausgehend von tiefgekühlten Lebensmitteln.

Im Rahmen der Studie wurden insgesamt 200 tiefgekühlte Lebensmittelproben nach Maßgabe eines risiko-orientierten Stichprobenplanes gezogen und kulturell nach der Methodenvorschrift ISO 10272:1995 und molekularbiologisch mittels der PCR nach OYOF0 et al. (1992) untersucht.

Im risikobasierten Stichprobenplan wurde das unterschiedliche Gefährdungspotential in den verschiedenen Produktgruppen berücksichtigt. In den Tabelle 6 und 7 (3.1 Probenmaterial) ist die Probenauswahl aus dem Gesamtproduktsortiment des Tiefkühlvertriebes dargestellt. Eine Einzelauflistung aller Produkte des Gesamtsortiments findet sich im Anhang.

4.1 Ergebnisse der kulturellen Untersuchungen

4.1.1 Prävalenz

Es konnten aus den 200 Proben des Gesamtsortiments, deren Untersuchungsergebnisse im Anhang einzeln aufgeführt sind (Tabellen 19-38), 11 thermophile *Campylobacter* spp. angezüchtet werden. Daraus ergibt sich eine Isolierungsrate von 5,5%. Gegliedert nach Lebensmittelgruppen ist die Anzahl positiver und negativer Proben der Abbildung 8 zu entnehmen.

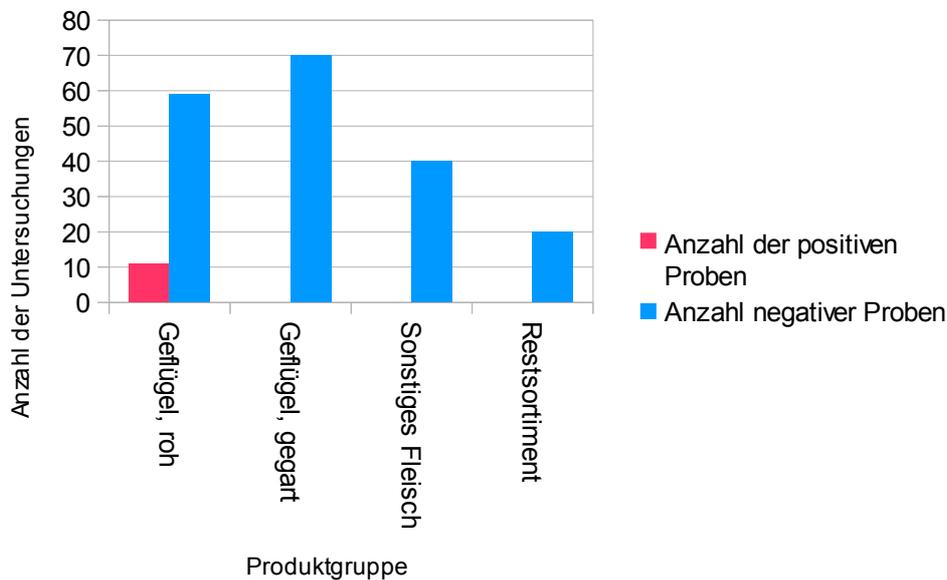


Abbildung 8: Untersuchungsergebnisse der kulturellen Untersuchung des Gesamtsortiments

Alle 11 *Campylobacter*-Isolate entstammten der Produktgruppe „Geflügelfleisch, roh“. Aus diesem Kontingent gelangten gemäß des risikobasierten Stichprobenplans 70 tiefgekühlte, rohe Geflügelfleischproben (35% der Gesamtprobenmenge) zur Untersuchung. Im Gesamtsortiment des Tiefkühlkostvertriebes entfielen 6 verschiedene Artikel auf die Produktgruppe „Geflügelfleisch, roh“. Zwar wurden gleiche Artikel mehrfach analysiert, doch stammten die einzelnen Proben aus unterschiedlichen Produktionschargen. Es handelte sich bei 45 Proben um rohes Hähnchenfleisch (4 verschiedene Artikel) und bei 25 Proben um rohes Putenfleisch (2 verschiedene Artikel). Die 11 *Campylobacter*-Isolate wurden ausschließlich in rohem, nicht zubereitetem Hähnchenfleisch gefunden, was einer Isolierungsrate von 24,4% für die Gruppe der rohen Hähnchenfleischprodukte (n=45) entspricht. Die Isolierungsrate bezogen auf die übergeordnete Produktgruppe „Geflügelfleisch, roh“ betrug 15,7%.

Von dem Artikel „Hähnchen-Brustfilet, unpaniert“ wurden 10 Proben unterschiedlicher Produktionschargen kulturell untersucht. Aus 8 Proben konnten thermophile *Campylobacter* spp. (*Campylobacter jejuni*) angezüchtet werden, woraus sich eine Isolierungsrate von 80% ergibt. Ebenfalls 10 Proben unterschiedlicher Produktionschargen gelangten von dem Artikel „Ganze Schenkel vom Hähnchen“ zur Untersuchung. Es konnten hierbei aus 3 Proben *Campylobacter* spp. (*Campylobacter coli*) isoliert werden, d.h. die Isolierungsrate betrug 30%. Die

Produkte „Hähnchenbrustfilet, paniert“ (n = 13) und Hähnchen-Brustfilet, gewürzt“ (n = 12) waren unbelastet hinsichtlich einer *Campylobacter* spp. Kontamination.

Bei mehreren Untersuchungen anderer Autoren wurden deutlich höhere Prävalenzen bei frischem Hähnchenfleisch gefunden, mit Isolierungsraten von 56,4 % (OPFER 2008), 58,1% (LUBER 2004), 67,6% (LUBER et al. 2005) und sogar bis zu 87% (LUBER und BARTELT, 2007).

In den beiden rohen Putenfleischprodukten, des Sortiments („Truthahnschnitzel“ und „Truthahngrillsteaks, mariniert“) konnten keine *Campylobacter* spp. detektiert werden. Mit insgesamt 25 Einzelproben aus verschiedenen Produktionschargen fiel die Erhebungsmenge allerdings deutlich niedriger im Vergleich zu den Hähnchenfleischproben (n= 45) aus.

Damit decken sich die vorliegenden Untersuchungsergebnisse zur *Campylobacter*-Prävalenz im Bezug auf die Geflügelart mit den Ergebnissen anderer Studien, die eine signifikant höhere Belastung von Hähnchenfleisch gegenüber Putenfleisch beschreiben (KWIATEK et al.1990; ZHAO et al. 2001). ALTER et. al (2004) stellten ebenfalls große Unterschiede in der *Campylobacter*-Prävalenz bei Hähnchen- und Putenprodukten fest, mit Isolierungsraten von 30,3% beim Hähnchen (n = 198) gegenüber 6,2% bei der Pute (n = 419). In einer Erhebung von OPFER (2008) hingegen fiel der Unterschied in der Prävalenz von *Campylobacter* spp. in fertig verpackten Geflügelfleischprodukten bei Hähnchenfleisch (56,4%, n = 78) und Putenfleisch (46,6%, n = 58) nicht so markant aus.

Bei dem Produkt „Ganze Schenkel vom Hähnchen“, das in 3 von 10 Fällen *Campylobacter*-kontaminiert war, handelte es sich um das einzige Produkt mit Haut. Alle anderen Artikel bestanden aus reinem Muskelfleisch. Bei gefrorenen Hähnchenfleischprodukten mit und ohne Geflügelhaut gehen LEE et al. (1998) von einem Unterschied in der *Campylobacter*-Belastung aus. Es ist wahrscheinlich, dass auf Geflügelhaut ein angemessenes Mikroklima zum Schutz von *Campylobacter* spp. herrscht und deshalb ein Nachweis in solcher Ware häufiger gelingt.

Die Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die Probenverteilung und die Isolierungsraten für die einzelnen Artikel in der Kategorie „Geflügelfleisch, roh“.

Artikelbezeichnung	Anzahl der Proben	Anzahl der <i>Campylobacter</i> -Nachweise	Isolierungsrate
Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	10	8	80%
Hähnchen-Brustfilet, paniert	13	-	0%
Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	12	-	0%
Ganze Schenkel vom Hähnchen	10	3	30%
Truthahn-Schnitzel	13	-	0%
Truthahn-Grillsteaks, mariniert	12	-	0%

Tabelle 13: Probenverteilung und Isolierungsrate mittels kulturellem Nachweisverfahren in der Kategorie „Geflügelfleisch, roh“ (n= 70)

In allen anderen Proben der Produktgruppen, d.h. „Geflügel, gegart“, „Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte“ und „Restsortiment“, konnten in keinem einzigen Fall thermophile *Campylobacter* spp. nachgewiesen werden.

Dieses Ergebnis entspricht den Erwartungen, da *Campylobacter* spp. hitzeempfindlich sind und durch Sterilisieren bzw. Pasteurisieren zuverlässig inaktiviert werden (SHANE 2000). Somit kann eine Null-Prävalenz in den durchgegartenen Proben nicht überraschen, obgleich ein Restrisiko nicht auszuschließen ist.

4.1.2 Speziesdifferenzierung

Bei den gewonnenen *Campylobacter*-Isolaten aus der Produktgruppe „Geflügelfleisch, roh“ konnten in der Speziesdifferenzierung 8 Stämme der Art *C. jejuni* (73%) und 3 Stämme der Art *C. coli* (27%) zugeordnet werden (Abb. 9)

Bei allen 8 Isolaten aus dem Produkt „Hähnchen-Brustfilet, unpaniert“ handelte es sich um *C. jejuni*, bei den 3 Isolaten aus dem Produkt „Ganze Schenkel vom Hähnchen“ jeweils um *C. coli*.

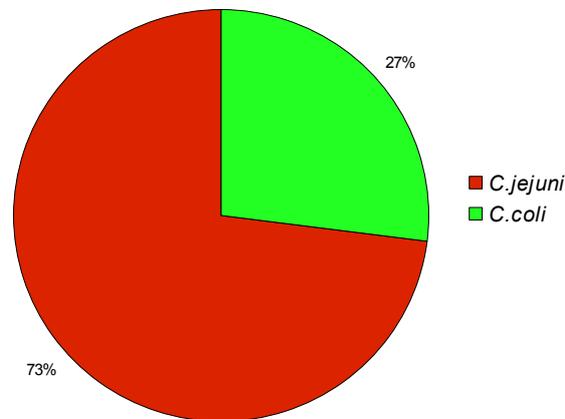


Abb. 9: Speziesverteilung der gewonnenen *Campylobacter*-Isolate (n = 11)

Die Ergebnisse der Speziesdifferenzierung der vorliegenden Studie zeigen eine deutliche Dominanz von *C. jejuni* mit 73% gegenüber *C. coli* mit 27% in Hähnchenfleisch. Auch wenn diese Relation wegen der geringen Anzahl positiver Proben nicht repräsentativ ist, stimmt sie doch mit Erhebungen anderer Autoren überein (KRAMER et al. 2000, LOGUE et al. 2003, ALTER et al. 2004, SCHERER et al. 2006, OPFER 2008; WIECZOREK et al. 2012). Analog zur Prävalenz in Geflügelfleisch gilt *C. jejuni* mit 80-90% positiven Nachweisen europaweit als Hauptverursacher der humanen Campylobacteriose (EFSA 2011). Die Abbildungen 9 und 10 verdeutlichen die Speziesverteilung der in den Hähnchenfleischprodukten detektierten Stämme.

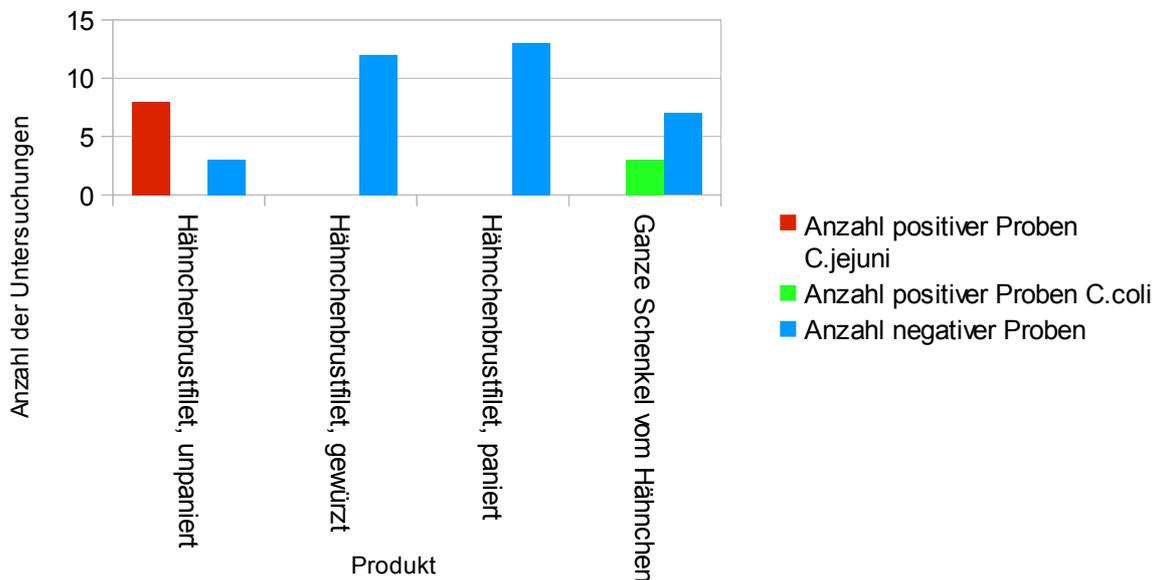


Abb. 10: Ergebnis der kulturellen Untersuchung der 4 rohen Hähnchenfleischprodukte mit Speziesverteilung (n = 45)

Bei den 25 Untersuchungsgängen mit Putenfleischproben ließen sich ebenso wie bei den insgesamt 25 Proben Hähnchenbrustfilets paniert bzw. gewürzt keine Nachweise von *Campylobacter* spp. führen, weshalb hier über die Tierartverteilung von *Campylobacter* spp. auch keine Aussage getroffen werden kann. Aus den Untersuchungen anderer Autoren leitet sich eine erhöhte Prävalenz von *C. coli* in Putenfleisch gegenüber Hähnchenfleisch ab. ALTER et al. (2004) konnten in ihrer Erhebung bei 8,3% der aus Hähnchenfleisch isolierten Stämme und bei 24,1% der Stämme aus Putenfleisch *C. coli* identifizieren. Dies deckt sich mit den Erhebungen von ZHAO et al. (2001) wo *C. coli* ebenfalls die dominierende Spezies in Putenfleischproben waren.

Bei der Untersuchung von Humanisolaten von GÜRTLER et al. (2005) wurden 18,6% der *Campylobacter* spp. als *C. coli* identifiziert. Diese Zahl legt nahe, dass die Bedeutung von *C. coli* als Erreger der humanen Campylobacteriose unterschätzt wird.

In der vorliegenden Studie wurde das kulturelle Verfahren nach der Methodenvorschrift ISO 10272:1995 zum qualitativen Nachweis thermotoleranter *Campylobacter* spp. durchgeführt, während eine quantitative Untersuchung unterblieb. Weil die minimale infektiöse Dosis mögli-

cherweise bei nur ca. 500 Keimen liegt (ROBINSON 1981; SCHULZE et al. 2000) weist schon der qualitative Nachweis auf ein Gefährdungspotential hin.

4.2 Ergebnisse der molekularbiologischen Untersuchung

Zeitgleich zur kulturellen Methode wurden die 200 tiefgekühlten Lebensmittelproben molekularbiologisch mit dem pg50/pg3-PCR System nach OYOFO et al. (1992) auf thermotolerante *Campylobacter* spp. untersucht. Als Probenmaterial diente die inkubierte Preston-Selektivanreicherungsbouillon aus dem kulturellen Verfahren.

Der Nachweis spezifischer Gensequenzen von *C. jejuni/C. coli* mit dem PCR-System nach OYOFO et al. (1992) gelang in 11 Fällen.

Artikelbezeichnung	Anzahl der Proben	Anzahl der Nachweise <i>C. jejuni/C. coli</i> nach OYOFO et al.	Isolierungsrate
Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	10	8	80%
Hähnchen-Brustfilet, paniert	13	-	0%
Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	12	-	0%
Ganze Schenkel vom Hähnchen	10	3	30%
Truthahn-Schnitzel	13	-	0%
Truthahn-Grillsteaks, mariniert	12	-	0

Tabelle 14: Probenverteilung und Isolierungsrate mittels molekularbiologischem Nachweisverfahren in der Kategorie „Geflügelfleisch, roh“ (n= 70)

Die Ergebnisse decken sich vollständig mit dem kulturellen Referenzverfahren nach ISO 10272:1995. Hieraus ergibt sich eine relative Sensitivität und Spezifität von jeweils 100%. Die Studie von MÄDE und STARK (2000) zum Vergleich des pg50/pg30-PCR Systems nach

OYOFO et al. (1992) mit anschließender Verifizierung der Amplifikate durch die Southern-blot-Hybridisierung mit der kulturellen Methode nach ISO 10272:1995 (E) erbrachte gleichfalls eine Sensitivität von 100%. OPFER (2008) erreichte bei der Untersuchung von 80 frischen und tiefgekühlten Geflügelfleischprodukten dagegen nur eine Sensitivität von 97,7% und eine Spezifität von nur 86,1%.

Das pg50/pg3-PCR System nach OYOFO et al. (1992) lässt keine Aussage zur Abgrenzung von *C. jejuni* und *C. coli* zu. Da beide Arten aber gleichermaßen eine Gefahr für den Verbraucher darstellen und als Erreger der humanen Campylobacteriose gelten, ist eine schnelle Detektion auch ohne Speziesunterscheidung zielführend. Eine kulturelle Untersuchung zur Anzüchtung und Speziesdifferenzierung kultivierbarer thermotoleranter *Campylobacter* spp. lässt sich aus der für die PCR verwendete Anreicherungsbouillon anschließen.

Thermotolerante *Campylobacter* spp. verfügen über die Fähigkeit Gefriertemperaturen zu überleben, jedoch kommt es zu einer deutlichen Reduktion vermehrungsfähiger Keime. SANDBERG et al. (2005) beschreiben bei natürlich kontaminierten Hähnchenkarkassen eine Keimreduzierung um zwei \log_{10} -Stufen nach dreiwöchiger Lagerung. Die EFSA (2011) geht von einer Reduzierung des Kontaminationsrisikos in Hähnchenschlachtkörpern durch Lagerung bei Tiefkühltemperaturen über einen Zeitraum von 2-3 Wochen von über 90% aus. Bei diesen Angaben ist zu berücksichtigen, dass *Campylobacter* spp. bei widrigen Umweltbedingungen (z.B. Kälte) in kokkoide oder sphärische Formen übergehen können. Aus der kultivierbaren Form (viable and culturable) entsteht ein „viable but not-culturable“ Zustand (VNBC), d.h. die Bakterienzellen sind lebensfähig, aber nicht kultivierbar (BOUCHER et al. 1994; BUCK et al. 1983; MC CLURE et al. 2002; MORAN und UPTON 1987; ROLLINS und COLWELL 1986; THOMAS et al. 1999).

Das Reaktionsprinzip der PCR, welches definierte Genomabschnitte von *C. jejuni/C. coli* repliziert, unterscheidet nicht zwischen der kultivierbaren und der VNBC-Form. Somit besteht mit der molekularbiologischen Methode die Möglichkeit diese VNBC-Stadien thermotoleranter *Campylobacter* spp. zusätzlich zu erfassen. Über die Infektiosität und die Fähigkeit dieser VNBC-Zellen den Darm zu kolonisieren bestehen kontroverse Ansichten. Die Wiederbelebung in Labortieren wurde von MURPHY et al. (2006) beschrieben, so dass eine potentielle Gefahr für den Verbraucher ausgehend von lebensfähigen, aber nicht kultivierbaren Keimen zumindest in Betracht gezogen werden sollte. In der vorliegenden Studie gelang der molekularbiologische Nachweis ausschließlich bei den auch in der mikrobiologischen Methode positiven Proben. Dies lässt den Rückschluss zu, dass die übrigen Proben nicht mit *Campylob-*

acter belastet waren, oder der Gehalt an abgestorbenen oder VNBC-Zellen unterhalb der Nachweisgrenze des PCR-Systems lag.

5 Schlussfolgerungen

- Ein risikoorientierter Stichprobenplan stellt auch für Anbieter einer breiten Produktpalette eine Möglichkeit dar, ein repräsentatives Abbild der Gefährdung durch *Campylobacter* spp. zu erhalten.
- Das Vorkommen thermotoleranter *Campylobacter* spp. im Gesamtsortiment eines Unternehmens der Tiefkühlindustrie beschränkte sich in der vorliegenden Stichprobe auf lediglich zwei verschiedenen Hähnchenfleischartikeln aus der Produktgruppe „Geflügelfleisch, roh“ (Hähnchen-Brustfilet, unpaniert und Ganze Schenkel vom Hähnchen)
- Zwei weitere Hähnchenfleischprodukte (Hähnchen Brustfilet, paniert und Hähnchen-Brustfilet, gewürzt) sowie die beiden rohen Putenfleischprodukte (Truthahnschnitzel und Truthahngrillsteaks, mariniert) erwiesen sich in allen Untersuchungsgängen als *Campylobacter*-frei.
- Alle anderen Produktgruppen (Geflügel gegart, sowie sonstiges Fleisch und Fleischzubereitungen und Restsortiment) waren unbelastet.
- Die vorgenommene Einteilung in high risk/low risk Produkte zur Erstellung des risikobasierten Stichprobenplanes erwies sich als zutreffend.
- Die Speziesaufteilung der detektierten Stämme in 73% *C. jejuni* und 27% *C. coli* bei den rohen Hähnchenfleischprodukten entsprach weitgehend den Literaturdaten.
- Die Ergebnisse des kulturellen Verfahrens zum Nachweis thermotoleranter *Campylobacter* spp. nach der Methodenvorschrift ISO 10272:1995 und der molekularbiologischen Analyse mit dem pg50/pg3-PCR System nach OYOFO et al. (1992) stimmten vollständig überein. Die vorliegende Erhebung belegt die Zuverlässigkeit des molekularbiologischen Untersuchungsverfahrens. Gegebenenfalls bietet es als schnelle Screeningmethode zur Risikoabschätzung des Lebensmittelunternehmers im Rahmen von innerbetrieblichen Eigenkontrollen eine gute Alternative zur kulturellen Nachweismethode mit langen Untersuchungszeit.
- Das pg50/pg3-PCR System nach OYOFO et al. (1992) lässt keine Aussage zur Abgrenzung von *C. jejuni* und *C. coli* zu. Bei positivem Nachweis besteht jedoch die

Möglichkeit zur gezielten kulturellen Anzucht und Speziesdifferenzierung aus dem für die PCR verwendeten Anreicherungsmedium der auffällig gewordenen Probe. So könnten auch positive PCR-Ergebnisse aufgrund VBNC-Formen von kultivierbaren *Campylobacter*-Stämmen abgegrenzt werden.

- Die laufenden Interventionsmaßnahmen zur Reduzierung und Kontrolle von *Campylobacter* spp. sowohl auf Stufe der Primärproduktion als auch durch Prozessoptimierung bei Schlachtung und Verarbeitung zeigten bisher nicht den erhofften Erfolg. Auch weiterhin stagniert die Anzahl der jährlich gemeldeten Fälle humaner *Campylobacteriosen*. Intensive betriebliche Eigenkontrollmaßnahmen und Supervision durch die amtliche Lebensmittelüberwachung zur Eindämmung des Erregers aus der Lebensmittelkette sind von großer Bedeutung.
- Die geringe minimale Infektionsdosis und das hohe Risiko der Kreuzkontamination von roh zu verzehrenden Lebensmitteln verlangt intensive Aufklärung des Verbrauchers zum sicheren Umgang mit rohem Fleisch, insbesondere rohem Geflügelfleisch. Insbesondere die Hygienehinweise auf der Verpackung hinsichtlich einer Gefahr von *Campylobacter*-kontaminiertem Auftauwasser und der davon ausgehenden Gefahr als Quelle möglicher Kreuzkontaminationen müssen den Prinzipien von Klarheit und Wahrheit folgen
- Es besteht weiterhin Forschungsbedarf zur Eindämmung des Keimes in der Primärproduktion, beim Schlacht- und Verarbeitungsprozess und langfristig zur Eliminierung aus der Lebensmittelkette.

6 Zusammenfassung

Thermotolerante *Campylobacter* spp. sind die häufigsten Erreger bakterieller Gastroenteritiden und die humane Campylobacteriose steht mit stetig steigenden Fallzahlen an der Spitze der meldepflichtigen bakteriellen Infektionskrankheiten in Deutschland. Die Übertragung ist weitgehend Lebensmittel-assoziiert, mit Geflügelfleisch und Geflügelfleischprodukten als Hauptrisikofaktor.

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Ermittlung der Prävalenz thermotoleranter *Campylobacter* spp. im Gesamtsortiment eines Tiefkühlkostvertriebes anhand eines risikobasierten Stichprobenplanes. Zur Untersuchung gelangten insgesamt 200 tiefgekühlte Lebensmittelproben, davon entfielen 35% der Proben auf rohes Geflügelfleisch, 35% auf gegartes Geflügelfleisch und Geflügelfleischprodukte, 20 % auf sonstiges Fleisch und 10% auf das Restsortiment. Die Untersuchung erfolgte mit der kulturellen Nachweismethode nach ISO 10272:1995 und parallel dazu molekularbiologisch mit dem pg30/pg50 PCR-System nach OYOFO et al. (1992).

Mit der kulturellen Nachweismethode konnten in 11 von 70 Proben der Produktgruppe „Geflügelfleisch roh“ *Campylobacter* spp. nachgewiesen werden, was einer Isolierungsrate von 15,7% entspricht. Alle kultivierten Stämme wurden in zwei verschiedenen Produkten (Hähnchenbrustfilet, unpaniert und Ganze Schenkel vom Hähnchen) aus rohem Hähnchenfleisch detektiert, woraus sich eine Isolierungsrate von 24,4% bezogen auf diese Gruppe (n= 45) ergibt. Die zwei übrigen rohen Hähnchenfleischprodukte (Hähnchen-Brustfilet, paniert und Hähnchen-Brustfilet, gewürzt) sowie die Produkte aus rohem Putenfleisch (Truthahn-Schnitzel und Truthahn-Grillsteaks, mariniert) und alle übrigen Proben des restlichen Sortiments erwiesen sich als *Campylobacter*-frei. Die *Campylobacter*-Prävalenz bezogen auf die Gesamtprobenanzahl (n = 200) betrug somit 5,5%. Der strategische Ansatz des risikobasierten Stichprobenplans wurde durch die Untersuchungsergebnisse bestätigt.

Bei der Speziesdifferenzierung konnten 8 Stämme als *C. jejuni* (73%) und 3 Stämme als *C. coli* (27%) identifiziert werden.

Das verwendete PCR-System nach OYOFO unterscheidet nicht zwischen *C. jejuni* und *C. coli*. Der Nachweis spezifischer Gensequenzen von *C. jejuni/C. coli* gelang ebenfalls bei 11 Proben und stimmte mit dem Ergebnis des kulturellen Verfahrens überein, was einer Sensitivität und Spezifität von jeweils 100% entspricht.

7 Summary

Prevalence of thermotolerant *Campylobacter* species in the product range of a company of the frozen food industry

Thermotolerant *Campylobacter* species are the most common bacterial cause of gastroenteritis. The humane campylobacteriosis is on the top of the notifiable bacterial infectious diseases in Germany with a permanently increasing number of cases. The infection is predominantly associated with foodstuffs. Poultry meat and poultry products are providing the main risk factors.

The main objective of this study was to determine prevalence of thermotolerant *Campylobacter* species in the product range of a frozen food distributor using a risk biased sampling plan. 200 frozen food products were tested, 35% of the samples were raw poultry meat, 35% cooked poultry meat and poultry meat products, 20% other meat and 10% of the samples were products of the rest product range. The investigation was implemented by using a cultural method (ISO 10272:1995) and simultaneously a molecular biological method (pg30/50 PCR-System by OYOFO et al. (1992).

Using the cultural method *Campylobacter* species were detected in 11 out of 70 samples of the product group „Raw poultry meat“, which leads to an overall prevalence of 15,7%. All cultivated species were detected in two different products ('Chicken breast, unbreaded' and 'Whole chicken legs') which lead to an isolation rate of 24,4% out of that product group (n=45) while the two other raw chicken products ('Chicken breast, breaded' and 'Chicken breast, marinated') and the turkey products ('Turkey schnitzel' and 'Turkey barbecue steaks, marinated') and all samples from the other product groups were free of *Campylobacter* contamination. The prevalence of *Campylobacter* related to the total number of samples (n=200) amounted to 5,5%. The strategic approach to use a risk based sample plan was confirmed by the results of the study.

The species characterization identified 8 isolates as *C. jejuni* (73%) and 3 isolates as *C. coli*.

The PCR-System by OYOFO does not enable a differentiation between *C. jejuni* and *C. coli*. Proof of specific gen sequences of *C. jejuni*/*C. coli* were succeeded in 11 cases and matched the results of the cultural method with a sensitivity and a specificity of 100%.

8 Literaturverzeichnis

AARTS, H.J.M.; VANLITH, L.A.J.T. und W.F JACOBS-REITSMA (1995)

Discrepancy between Penner serotyping and polymerase chain-reaction fingerprinting of *Campylobacter* isolated from poultry and other animal sources

Lett. Appl. Microbiology 20, 371-374

ABAY, S.; KAYMAN, T.; OTLU, B.; HIZLISOY, H.; AYDIN, F. und N. ERTAS (2014)

Genetic diversity and antibiotic resistance profiles of *Campylobacter jejuni* isolates from poultry and humans in Turkey

Int. J. Food Microbiol. 178, 29-38

ABRAM, D.D. und N.N. POTTER (1984)

Survival of *Campylobacter jejuni* at different temperatures in broth, beef, chicken and cod supplement with sodium chloride

J. Food Protect. 47, 795-800

ACKE, E.; WHYTE, P.; JONES, B.; MC GILL, K.; COLLINS, J. und S. FANNING (2006)

Prevalence of thermophilic *Campylobacter* species in cats and dogs in two animal shelters in Ireland

Vet. Rec., 158 (2), 51-54

AL-MASHAT, R.R. und TAYLOR, D.J. (1983)

Production of enteritis in calves by the oral inoculation of pure cultures of *Campylobacter fetus subspecies intestinalis*

The Veterinary Record, 112 (3), 54-58

ALTEKRUSE, S.F.; SWERDLOW, D.L. und N.J STERN (1998)

Microbial food borne pathogens: *Campylobacter jejuni*

Veterinary Clinical North America Food Animal Practice 14, 31-40

ALTER, T.; GÜRTLER, M.; GAULL, F.; JOHNE, A. und K. FEHLHABER (2004)

Comparative analysis of the prevalence of *Campylobacter* spp. in retail turkey

Arch. Lebensmittelhyg. 55, 60-63

8 Literaturverzeichnis

- ALTER, T.; GAULL, F.; KASIMIR, S.; GÜRTLER, M. Und K. FEHLHABER (2005)
Vorkommen und genetische Charakterisierung von porcinen *Campylobacter coli*-Isolaten
Berliner und Münchener Tierärztl. Wochenschrift, 118 (5-6), 214-219
- ALTROCK, A.; LOUIS, A.L.; RÖSLER, U.; ALTER, T.; BEYERBACH, M. und L. KREIENBROCK (2006)
Untersuchungen zur bakteriologischen und serologischen Prävalenz von *Campylobacter* spp. und *Yersinia enterocolitica* in niedersächsischen Schweinemastbeständen
Berliner und Münchener Tierärztl. Wochenschrift, 119 (9/10), 391-399
- ANDRZEJEWSKA, M.; SZCZEPAŃSKA, B.; KLAWE, J.; SPICA, D. und M. CHUDZIŃSKA (2013)
Prevalence of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* species in cats and dogs from Bydgoszcz (Poland) region
Pol.J.Vet.Sci., 16 (1), 115-120
- ANONYMOUS (1995)
Microbiology of food and animal feeding stuff – Horizontal method for the detection of *Campylobacter* growing at 41,5°C
ISO 10272:1995/Cor. 1:1996(E)
- ANONYMOUS (1996)
Campylobacter
in: Microorganisms in foods 5: Characteristics of microbial pathogens, International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF), London: Kluwer Academic Plenum Publishers, 45-65
- ANONYMOUS (1998)
DNA-Technology
in: Simons K. und T. Kurzchalia (Hrsg.)
Lehrbuch der molekularen Zellbiologie
Wiley-VCH Verlag, 2. korr. Auflage Weinheim, 333-368

AQUINO, M.H.C; FILGUEIRAS, A.L.; OLIVEIRA S.S.; BASTOS M.C. und A. TIBANA (2002)
Antimicrobial resistance and plasmid profiles of *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli*
from human and animal sources

Letters in Appl. Microbiol. 2, 149-153

ARSENAULT, J.; LETELLIER, A.; QUESSY, S.; NORMAND, V. und M. BOULIANNE (2007)
Prevalence and risk factors for *Salmonella* and *Campylobacter* spp. caecal colonization in
broiler chicken and turkey flocks slaughtered in Quebec, Canada

Preventive Veterinary Medicine 81 (4), 250-264

ATABAY, H.I. und J.E.L. CORRY (1997)

The prevalence of campylobacters and arcobacters in broiler chickens

J. Appl. Microbiol. 83, 691-696

ATABAY, H.I. und J.E.L. CORRY (1998)

The isolation and prevalence of campylobacters from dairy cattle using a variety of methods

J. Appl. Microbiol. 84 (5), 733-740

ATANASSOVA, V. und C. RING (1999)

Campylobacter spp. in poultry and poultry meat in Germany

Intern. J. Food Microbiol. 51 (2), 187-190

ATANASSOVA, V. (2002)

Untersuchungen über praxisorientierte, kulturelle und molekularbiologische Methoden zum
Nachweis von *Campylobacter* in Geflügel und Geflügelfleisch

Sofia, Universität, Habil.

ATANASSOVA, STOYANCHEN, T. und C. RING (2003)

Vorkommen und Differenzierung von *Campylobacter* spp: Untersuchungen in deutschen und
bulgarischen Geflügelschlachtbetrieben

Fleischwirtschaft 83 (9), 146-151

8 Literaturverzeichnis

ATANASSOVA, V.; REICH, F.; BECKMANN, L. und G. KLEIN (2007)

Prevalence of *Campylobacter* spp. in turkey meat from a slaughterhouse and in turkey retail products

FEMS Immunology and Medical Microbiology 49 (1), 141-145

BÄR, W. und G. FRICKE (1987)

Rapid and improved gas-liquid chromatography technique for detection of hippurate hydrolysis by *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*

J.of Clin. Microbiol. 25 (9), 1776-1778

BAHRNDORFF, S.; RANGSTRUP-CHRISTENSEN, L.; NORDENTOFT, S. und B. HALD (2013)

Foodborne disease prevention and broiler chickens with reduced *Campylobacter* infection
Emerging Infections Diseases, 19 (3), 425

BAKER, R.C.; DULCE, M.; PAREDES, C. und R.A. QURESHI (1987)

Prevalence of *Campylobacter jejuni* in eggs and poultry meat in New York State

Poultry Science 66 (11), 1766-1770

BAKER, J.; BARTON, M.D. und LANSER, J. (1999)

Campylobacter species in cats and dogs in South Australia

Australian Veterinary Journal 77 (19), 662-666

BANGSOW, T.; HUCH, R.; MALE, D. und S. MÜLLER (2002)

Polymerase-Kettenreaktion

In: SCHIMPF (Hrsg.): Gentechnische Methoden

Spektrum Akad. Verlag Berlin-Heidelberg, 147-167

BATES, C.; HIETT K.L. und N.J STERN (2004)

Relationship of *Campylobacter* isolated from poultry and from darkling beetles in New Zealand

Avian Disease 48 (1), 138-147

- BAUMGARTNER, A.; GRAND, M., LINIGER, M. und A. SIMMEN (1995)
Campylobacter contaminations of poultry liver: consequences for food handlers and consumers
Archiv für Lebensmittelhygiene 46, 11-12
- BAYLIS, C.L.; MACPHEE, S.; MARTIN, K.W.; HUMPHREY, J. und R.P. BETTS (2000)
Comparison of three enrichment media for the isolation of *Campylobacter* spp. from foods
J. Appl. Microbiol. 89, 884-891
- BERNDTSON, E., DANIELSSON-THAM M.L. und A. ENGVALL (1991a)
Experimental colonization of mice with *Campylobacter jejuni*
Vet. Microbiol. 41, 183-188
- BERNDTSON, E., DANIELSSON-THAM M.L. und A. ENGVALL (1991b)
Colonization of mice and houseflies with *Campylobacter jejuni*
In: RUIZ-PALACIOS, G.M., CALVA, E. und RUIZ-PALACIOS, B.R. (Hrsg.):
Campylobacter V, Proceedings of the 5th International Workshop on *Campylobacter* Infections, Mexico, Puerta Vallarta, 58-60
- BERNDTSON, E.; DANIELSSON-THAM M.L. und A. ENGVALL (1996a)
Campylobacter incidence on a chicken farm and the spread of *Campylobacter* during slaughter processing
Int. J. Food Microbiol. 32, 35-47
- BERNDTSON, E.; EMANUELSON, U.; ENGVALL A. Und M.L DANIELSSON-THAM (1996b)
A 1-year epidemiological study of campylobacteriosis in 18 Swedish chicken farms
Prev. Vet. Med. 26, 167-185
- BERRANG, M.E.; BUHR, R.J.; CASON, J.A. und J.A. DICKENS (2001a)
Broiler carcass contamination with *Campylobacter* from feces during defeathering
J. Food Prot. 64 (12), 2063-2066

8 Literaturverzeichnis

BERRANG, M.E.; LADELY, S.R. und R.J. BUHR (2001b)

Presence and level of *Campylobacter*, *coliforms*, *Escherichia coli* and total aerobic bacteria recovered from broiler parts with and without skin

J. Food Prot. 64 (2), 184-188

BEUCHAT, L.R. (1985)

Efficiency of media and methods for detecting and enumerating *Campylobacter jejuni* in refrigerated meat

Appl. Environ. Microbiol. 50, 934-939

BEUCHAT, L.R. (1987)

Efficiency of some methods and media for detecting and enumerating *Campylobacter jejuni* in refrigerated chicken meat

J. Appl. Bacteriol. 62, 217-221

BEUTLING, D. (1998)

Vorkommen und Überleben von *Campylobacter* in Lebensmitteln

Archiv für Lebensmittelhygiene 49, 13-15

BHADURI, S. und B. CORTRELL (2004)

Survival cold-stressed *Campylobacter jejuni* on ground chicken and chicken skin during frozen food storage

Appl. Environ. Microbiol. 70, 7130-7109

BIRK, T.; INGMER, H.; ANDERSEN, M.T.; JORGENSEN, K. und L. BRONDSTED (2004)

Chicken juice, a food-based model system suitable to study survival of *Campylobacter jejuni*

Lett. Appl. Microbiol. 38, 66-71

BIRKENHEAD, D.; HAWKEY, P.M.; HERITAGE, J.; GASCOYNE-BINZI, D.M. und P. KITE (1993)

PCR for the detection and typing of *Campylobacters*

Lett. Appl. Microbiolog. 17, 235-237

BLACK, R.E.; LEVINE, M.M.; CLEMENTS, M.L.; HUGHES, T.P. und T.J. BLASER (1988)

Experimental *Campylobacter jejuni* infection in humans

J. Infect. Disease 157 (3), 472-479

BLANKENSHIP, L.C. und S.E. CRAVEN (1982)

Campylobacter jejuni survival in chicken meat as a function of temperature

Appl. Environ. Microbiol. 44, 88-92

BLASER, M.J.; LAFORCE, F.M.; WILSON, N.A. und W.L. WANG (1980)

Reservoirs for human Campylobacteriosis

J. Infect. Dis. 141, 665-669

BLASER, M.J.; WALDMAN, R.J.; BARRETT, T. und A.L. ERLANDSON (1981)

Outbreaks of Campylobacter enteritis in 2 extended families – evidence for person-to-person transmission

Journal of Pediatrics 98 (2), 254-257

BLASER, M.J.; WELLS, J.G.; FELDMAN, R.A., POLLARD, R.A. und J.R. ALLEN (1983)

Campylobacter enteritis in the United States: a multicenter study

Annals of Internal Medicine 98 (3), 360-365

BOES, J.; NERSTING, L.; NIELSEN, E.M.; KRANKER, S.; ENOE, c.; und H.C. WALDMANN (2005)

Prevalence and diversity of *Campylobacter jejuni* in pig herds on farms with and without cattle or poultry

J. Food Prot. 68 (4), 722-727

BOLTON, F.J.; HINCHCLIFFE, P.M.; COATES D. und L. ROBERTSON (1982)

A most probable number method for estimating small numbers of *Campylobacters* in water

J. Hyg. Camb. 89, 185-19

BOLTON F.J.; SAILS, A.D.; FOX A.J.; WAREING, D.R.A und D.L.A. GREENWAY (2002)

Detection of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in foods by enrichment culture and polymerase chain reaction enzyme-linked immunosolvent assay

J. Food Prot. 65, 760-767

8 Literaturverzeichnis

BOLTON, F.J. und L ROBERTSON (1982)

A selective medium for isolating *Campylobacter jejuni/coli*

J. Clin. Pathol. 35, 462-467

BOLTON, F.J. und D. COATES (1983)

A comparison of microaerobic systems for the culture of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*

Eur. J. Clin. Microbiolog. 2, 105-110

BOLTON, F.J.; HOLT, A.V. und D.N. HUTCHINSON (1984)

Campylobacter biotyping scheme of epidemiological value

J. Clin. Path. 37, 677-681

BOONMAR, S.; CHANDA, C.; MARKVICHITR, K.; CHAUNCHOM, S.; YINGSAKMONGKON, S.; YAMAMOT, S. und Y. MORITA (2007)

Prevalence of *Campylobacter* spp. in slaughtered cattle and buffaloes in Vientiane, Lao People's Democratic Republic

Journal of Veterinary Medical Science 69 (8), 853-855

BOONMAR, S., YINGSAKMONGKON, S., SONGSERM, T., HANHABOON, P. und W. PASSADURAK (2007)

Detection of *Campylobacter* in duck using standard culture method and multiplex polymerase chain reaction

Southeast Asian J Trop Med Public Health. 38 (4):728-731

BOUCHER, S.N.; DAVIES, P.R.; PERKINS, N.; FENWICK, S.; JONES, B.; MARKS, D. und R. DIPROSE (1994)

Production and viability of coccoid forms of *Campylobacter jejuni*

J. Appl. Bacteriol. 77, 303-307

BOUWKNEGT, M.; VAN DE GIESSEN, A.W.; DAM-DEISZ, W.D.C.; HAVELAAR, A.H.; NAGELKERKE, N.J.D. und A.M. HENKEN (2003)

Risk factors for the presence of *Campylobacter* spp. in Dutch broiler flocks

Prev. Vet. Med. 62, 35-49

BOUWKNEGT, M.; VAN PELT, W. und A.H. HAVELAAR (2013)

Scoping the impact of changes in population age-structure on the future burden of foodborne disease in the Netherlands, 2020-2060

International Journal of Environmental Research and Public Health 10 (7), 2888-2896

BOUWKNEGT, M.; VAN PELT, W.; KUBBINGA, M.E., WEDA, M. und A.H. HAVELAAR (2014)

Potential association between the recent increase in campylobacteriosis incidence in the Netherlands and proton-pump inhibitor use – an ecological study

Euro Surveill. 19 (32), 20873

BOYSEN, I.; VIGRE, H. und H. ROSENQUIST (2011)

Seasonal influence of the prevalence of thermotolerant *Campylobacter* in retail broiler meat in Denmark

Food Microbiol. 28 (5), 1028-1032

BRECHTEL, C.; KLEER, J. und G. HILDEBRANDT (2002)

Zur Qualitätskontrolle des Sortiments eines Tiefkühlkostvertriebs hinsichtlich der *Campylobacter*-Kontamination

43. Arbeitstagung des Arbeitsgebiets Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Patenkirchen, 24.-27. September 2002, Tagungsband, 784-786

BROMAN, T.; PALMGREN, H.; BERGSTRÖM, S.; SELLIN, M.; WALDENSTRÖM, J.; DANIELSON-THAM, M.L. und B. OLSEN (2002)

Campylobacter jejuni in black-headed seagulls (*Larus ridibundus*): prevalence, genotypes and influence on *C. jejuni* epidemiology

Journal of Clinical Epidemiology 40 (12), 4594-4602

BUCK, G.E.; PARSHALL, K.A. und C.P. DAVIS, (1983)

Electron microscopy of coccoid forms of *Campylobacter jejuni*

J. Clin. Microbiol. 18, 420-421

8 Literaturverzeichnis

BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (BfR) (2007)

Epidemiologische Situation der Zoonosen im Jahr 2005

in: Hartung, M. (Hrsg.), Heft BfR-Wissenschaft, 03/2007, Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (BfR) (2007)

Campylobacter spp. in Entenbrust

Stellungnahme Nr. 002/2008, 1-8

BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (BfR) (2009)

Grundlagenstudie zum Vorkommen von *Campylobacter* spp. und *Salmonella* spp. in Schlachtkörpern von Masthähnchen

Stellungnahme Nr. 010/2010, 1-11

BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (BLV) (2006)

Untersuchung von Lebensmitteln – Qualitativer Nachweis von *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli* in Lebensmitteln durch Amplifying spezifischer Gensequenzen mit der PCR, L 00.00-96(v), Dezember 2006

Amtlicher Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB, Beuth Verlag, Berlin

BUSATO, A.; HOFER, D.; LENTZE, T.; GAILLARD, C. und A. BURNENS (1999)

Prevalence and infections risks of zoonotic enteropathogenic bacteria in Swiss cow-calf farms

Veterinary Microbiology 69 (4), 251-263

BUSWELL, C. M.; HERLIHY, Y.M.; LAWRENCE, L.M.; MCGUIGGAN, J.T.; MARSH, P. D.; KEEVIL, C.W. und S.A LEACH (1998)

Extended survival and persistence of *Campylobacter* spp. in water and aquatic biofilms and their detection by immunofluorescent-antibody and rRNA staining

Appl. Environ. Microbiol. 64, 733-741

BUTLER, R.C.; LUND, V. und D.A. CARLSON (1987)

Susceptibility of *Campylobacter jejuni* and *Yersinia enterocolitica* to UV radiation

Appl. Environ. Microbiol. 53, 375-378

BUTZLER, J.P.; DEKEYSER, P.; DETRAIN, M. und F. DEHAEN (1973)

Related vibrios in stool

J. Pediatr. 82, 493-495

BUTZLER, J.P. und M.B SKIRROW (1979)

Campylobacter enteritis

Clin. Gastroenterol. 8, 737-765

BUTZLER, J.P. (2004)

Campylobacter, from obscurity to celebrity

Clin. Microbiol. Infect. 10, 868-876

CARBONERO, A.; PANIAGUA, J.; TORRALBO, A.; ARENAS-MONTES, A.; BORGE, C. und I. GARCÍA-BOCANEGRA (2014)

Campylobacter infection in wild artiodactyl species from southern Spain: occurrence, risk factors and antimicrobial susceptibility

Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis., 37 (2), 115-121

CARDINALE, E.; TALL, F.; GUËYE, E.F.; CISSE, M. und G.SALVAT (2004)

Risk factors for *Campylobacter* spp. infections in Senegalese broiler-chicken flocks

Preventive Veterinary Medicine 64 (1), 15-25

CHABAN, B.; NGELEKA, M und J. Hill (2010)

Detection and quantification of 14 *Campylobacter* species in pet dogs reveals an increase in species richness in feces of diarrheic animals

BMC Microbiology 10, 73

CHANTARAPANOT W.; BERRANG, M und J.F. FRANK (2003)

Direct microscopic observation of viability of *Campylobacter jejuni* on chicken skin

J. Food Prot. 66 (12), 2222-2230

8 Literaturverzeichnis

CHOKBOONMONGKOL, C.; PATCHANEE, P.; GÖLZ, G.; ZESSIN, K.H. und T. ALTER (2013)

Prevalence, quantitative load, and antimicrobial resistance of *Campylobacter* spp. from broiler ceca and broiler skin samples in Thailand

Poult. Sci. 92 (2), 462-467

CHUMA, T.; MAKIMO, K.; OKAMOTO, K. und H. YUGI (1997)

Analysis of distribution of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in broilers by using restriction fragment length polymorphism of flagellin gene

J. Vet. Med. Sci. 59, 1011-1015

COGAN, T.A.; SLADER, J.; BLOOMFIELD, S.F. und HUMPHREY, T.J. (2002)

Achieving hygiene in the domestic kitchen: the effectiveness of commonly used cleaning procedures

J. Appl. Microbiol. 92 (5), 885-892

CORRY, J.E.; POST, D.E.; COLIN, P. und M.J LANSLEY (1995)

Culture media for the isolation of campylobacters

Int. J. Food Microbiolog. 26, 43-46

COX, N.A.; STERN, N.J.; HIETT, K.L. und M.E. BERRANG (2002)

Identification of a new source of *Campylobacter* contamination in poultry: transmission from breeder hens to broiler chickens

Avian Dis. 46, 535-541

CRAVEN, S.E.; STERN, N.J.; LINE, E.; BAILEY, J.S; COX, N.A. und P. CRAY-FEDORKA, S.R. (2002)

Determination of the incidence of *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, and *Clostridium perfringens* in wild birds near broiler chicken houses by sampling intestinal droppings

Avian diseases, 715-720

DAVIS, M.A. und D.E. CONNER (2007)

Survival of *Campylobacter jejuni* on poultry skin and meat at varying temperatures

Poultry Science 86 (4), 765-767

- DASTI, J.I.; TAREEN, A.M.; LUGERT, R.; ZAUTNER, A.E. und U. GROSS (2010)
Campylobacter jejuni: A brief overview on pathogenicity-associated factors and disease-mediating mechanisms
Intern. J. Med. Microbiol. 300 (4), 205-2011
- DE BOER, E. und R.R. BEUMER (1999)
Methodology for detection and typing of foodborne microorganisms
Int. J. Food Microbiol. 50 (1), 119-130
- DE HAAN, C.P.A.; KIVISTÖ, R.; HAKKINEN, M.; RAUTELIN, H. und M.L. HÄNNINRN (2010)
Decreasing trend of overlapping multilocus sequence types between human and chicken *Campylobacter jejuni* isolates over a decade in Finland
Appl. Environ. Microbiol. 76 (15), 5228-5236
- DE MOL, P. und E. BOSMANS (1978)
Campylobacter enteritis in Central Africa
Lancet I 8064, 604 (Letter)
- DEKEYSER, P.; GOSSUIN-DETRAIN, M.; BUTZLER, J.P und J. STERNON (1972)
Acute enteritis due to related Vibrio: First positive stool cultures
J. Infect. Dis. 125, 390-392
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN) (2005)
Mikrobiologie von Lebensmittel- und Futtermitteln – Allgemeine verfahrensspezifische Anforderungen zum Nachweis von Mikroorganismen mit der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) in Lebensmitteln, DIN 10134:1998
Beuth Verlag, Berlin
- DIKER, K.S.; DIKER, S. und M.B. ÖZLEM (1990)
Bovine diarrhea associated with *Campylobacter hyointestinalis*
Journal of Veterinary Medicine, Series B, 37(1-10), 158-162
- DOMINGUEZ, C.; GOMEZ, I. und J. ZUMALACARREGUI (2002)
Prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* in retail chicken meat in Spain
Int. J. Food Microbiol. 72 (1-2), 165-168

8 Literaturverzeichnis

DONNISON, A. (2003)

Isolation of thermotolerant *Campylobacter* – Review

8 methods for New Zealand Laboratories

Ministry of Health, New Zealand

DOYLE, L.P. (1948)

The aetiology of swine dysentery

Am. J. Vet. Res. 9, 50-51

DOYLE, M.P. und D.J. ROMAN (1981)

Growth and survival of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni* as a function of temperature and pH

J. Food Protect. 44, 596-601

DOYLE, M.P. und D.J. ROMAN (1982a)

Sensitivity of *Campylobacter jejuni* to drying

J. Food Protect. 45, 507-510

DOYLE, M.P. und D.J. ROMAN (1982b)

Response of *Campylobacter jejuni* to sodium chloride

Appl. Environ. Microbiol. 43, 561-565

DOYLE, M.P. und J.L. SCHOENI (1986)

Isolation of *Campylobacter jejuni* from retail mushrooms

Appl. Environ. Microbiol. 51 (2), 449-450

ENDTZ, H.P.; RUIJS, G.J.; VAN KLINGEREN, B; JANSSEN, W.H.; VAN DER REYDEN, T.

und R.P. MOUTON (1991)

Quinolone resistance in *Campylobacter* isolated from man and poultry following the introduction of fluoroquinolones in veterinary medicine

J. Antimicrob. Chemoth. 27, 199-208

ENDTZ, H.P.; VLIEGENHART, J.S.; VANDAMME, P.; WEVERINK, H.W.; VAN DEN BRAAK, N.P.; VERBRUGH, H.A. und A: VAN BELKUM (1997)

Genotypic diversity of *Campylobacter lari* isolated from mussels and oysters in the Netherlands

Int. J. Food Microbiol. 34 (1), 79-88

EKDAHL, K.; NORMANN, B. und Y. ANDERSSON (2005)

Could flies explain the elusive epidemiology of cambylobacteriosis?

BMC Infectious Disease 5 (1), 11

EL-ADAWY, H.; HOTZEL, H.; TOMASO, N. und H.M. HAFEZ (2012)

Elucidation of colonization time and prevalence of thermophilic *Campylobacter* species during turkey rearing using multiplex polymerase chain reaction

Poult. Sci. 91, 454-459

ELKARRIF, Z. und F. MEGRAUD (1986)

Characterization of thermophilic *Campylobacter*: I Carbon-substrate utilization tests

Curr. Microbiol. 13, 117-122

ELNIFRO, E.M.; ASHSHI, A.M.; COOPER, R.J. und P.E. KLAPPER (2000)

Multiplex PCR: optimization and application in diagnostic virology

Clinical Microbiology Reviews 13 (4), 559-570

ESCHERICH, T. (1886)

Beiträge zur Kenntnis der Darmbakterien, II. *Vibrio felinus*

Münch. Med. Wschr. 33, 759-763,

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) (2006)

Trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and antimicrobial resistance in the European Union in 2004

The EFSA Journal (310), 1-275

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) (2009)

Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in the European Union in 2007

The EFSA Journal (223), 1-320

8 Literaturverzeichnis

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) (2011)

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ); 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 2011; 9(4):2105

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) (2014)

EU summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food 2012

EFSA Journal 2014; 12 (3): 3590

EUZÉBY, J.P. (2014)

LPSN-List of prokaryotic names with standing in nomenclature

<http://www.bacterio.net/campylobacter.html>, Letzter Aufruf: 10.8.2014

EVANS, S.J. und A.R. SAYERS (2000)

A longitudinal study of *campylobacter* infection of broiler flocks in Great Britain

Prev. Vet. Med. 46, 209-223

FERNÁNDEZ, H.; VERGARA, M. und F. TAPIA (1985)

Dessication resistance in thermotolerant *Campylobacter* species

Infection 13 (4), 197

FERNÁNDEZ, H.; SALAZAR, R. und E. LANDKRON (1993)

Occurrence of thermotolerant species of *Campylobacter* in three groups of hens maintained under different environmental conditions

Rev. Microbiol. 24, 265-268

FERNÁNDEZ, H. und V. PISÓN (1996)

Isolation of thermotolerant species of *Campylobacter* from commercial livers

Int. J. Food Microbiolog. 29, 75-80

FRIEDMAN, C.R.; NEIMAN, J.; WEGENER, H.C. und R.V. TAUXE (2000)

Epidemiology of *Campylobacter jejuni* infections in the Unites States of America and other industrialized nations

in: NACHAMKIN, I. und BLASER, M.J. (Hrsg.): *Campylobacter*
Am. Society for Microbiol., Washington D.C., 121-138

FRIES, R.; BERGMANN, V. und K. FEHLHABER (2001)

Praxis der Geflügelfleischuntersuchung

Schlütersche GmbH Hannover, 40, 44, 45

FROST, J.A.; OZA, A.N.; THWAITES, R.T. und B. ROWE (1998)

Serotyping scheme for *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* based on direct agglutination of heat-stable antigens

J. Clin. Microbiol. 36, 335-339

FULLERTON, K.E.; INGRAM, L.A., JONES, T.F.; ANDERSON, B.J.; MC CARTHY, P.V.;
HURD, S. und F.J. ANGULO (2007)

Sporadic *Campylobacter* infection in infants: a population-based surveillance case-control study

The Pediatric Infectious Disease Journal 26 (1), 19-24

GARRITY, G.M.; BELL, J.A.; LILBURN, T.G. und D.B. SEARLES (2004)

Taxonomic Outline of the Prokaryotes

Bergley's Taxonomic Manual® of Systematic Bacteriology, 2nd edition, Release 5.0

GAULL, F. (2002)

Vorkommen thermophiler *Campylobacter* spp. bei Schweinen im Betrieb und auf dem Schlachthof, auf Putenschlachtkörpern und in Lebensmitteln tierischen Ursprungs – Typisierung der Isolate mit molekularen Fingerprintmethoden und Vergleich der Isolate untereinander und mit humanen Isolaten

Vet. Med. Diss., Univ. Leipzig

8 Literaturverzeichnis

GEBREYES, W.; THAKUR, S. und W. MORROW (2005)

Campylobacter coli: prevalence and antimicrobial resistance in antimicrobial-free (ABF) swine production systems

Journal of Antimicrobial Chemotherapy 56, 765-768

GEORGSSON, F.; THORNORKESSON, A.E.; GEIRSDÓTTIR, M; REIERSEN, J und N.J. STERN (2006)

The influence of freezing and duration of storage on *Campylobacter* and indicator bacteria in broiler carcasses

Food Microbiol. 23, 677-683

GIESSENDORF, B.A.J.; QUNIT, W.G.V.; HENKENS, M.H.C; HUF, F.A. und H.G.M. NIESTERS (1992)

Rapid and sensitive detection of *Campylobacter* spp. in chicken products by using the polymerase chain reaction

Appl. Environ. Microbiol. 58, 3804-3808

GILL, C.O. und L.M. HARRIS (1983)

Limiting conditions of temperature and pH for growth of "thermophilic" *Campylobacters* on solid media

J. Food Protect., 47, 767-768

GLÜNDER, G. (1989)

Charakterisierung von *Campylobacter* spp. aus Wildvögeln

Berl. Münchn. Tierärztl. Wochenschr. 102, 49-52

GLÜNDER, G.; NEUMANN, U.; BRAUNE, S.; PRÜTER, J.; PETERSEN, S. und G. VAUK (1991)

Zum Vorkommen von *Campylobacter* spp. und *Salmonella* spp. bei Möwen in Norddeutschland

Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 98, 152-155

GODSCHALK; P.C.; HEIKEMA, A.P.; GILBERT, M.; KOMAGAMINE, T.; ANG, C.W. GLERUM, J. und H.P. ENDTZ (2004)

The crucial role of *Campylobacter jejuni* genes in anti-ganglioside antibody induction in Guillain-Barré syndrome

Journal of Clinical Investigation 114 (11), 1659-1665

GOOSENS, H.B.; POT, B.; VLAES, L.; VAN DEN, B.C.; VAN DEN, A.R.; VAN NAELEN, C.; LEVY, J.; COGNIAU, H.; MARBEHANT, P. und J. VERHOEF (1990)

Characterization and description of *Campylobacter upsaliensis* isolated from human feces

J. Clin. Microbiol. 28, 1039-1046

GOOSENS, H.B. und J.P. BUTZLER (1991)

Isolation of *Campylobacter* spp. from stool specimens with a semisolid medium

J. Clin. Microbiol. 29, 2681-2682

GRAJEWSKI, B.A.; KUSEK, J.W. und H.M. GELFAND (1985)

Development of a bacteriophage typing system for *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*

J. Clin. Microbiol. 22, 13-18

GREGORY, E.H.; BARNHART, H.; DREESEN, D.W.; STERN J. und J.L. CORN (1997)

Epidemiological study of *Campylobacter* spp. in broilers: source, time of colonization and prevalence

Avian Dis. 41, 890-898

GÜRTLER, M.; ALTER T.; KASIMIR, S. und K. FEHLHABER (2005).

The importance of *Campylobacter coli* in human campylobacteriosis: prevalence and genetic characterization.

Epidemiol. Infect. 133, 1081-1087

GUN-MONRO, J.; RENNIE, R.P.; THORNLEY J.H.; RICHARDSON, H.L.; HODGE, D. und J. LYNCH (1987)

Laboratory and clinical evaluation of isolation media for *Campylobacter jejuni*

J. of Clin. Microbiol. 25 (12), 2274-2277

8 Literaturverzeichnis

HADDEN, R.D. und N.A. GREGSON (2001)

Guillain-Barré syndrome and *Campylobacter jejuni* infection

Symp. Ser. Soc. Appl. Microbiol. 30, 145-154

HÄNNINEN, M.L. (1982)

Characterization of *Campylobacter jejuni/coli* isolated from different sources

Acta Vet. Scand. 23, 88-98

HÄNNINEN, M.L., HAAJANEN, H.; PUMMI, T.; WERMUDSEN, K.; KATILA, M.L.; SARKIN-
NEN, H. und H. RAUTELIN (2003)

Detection and typing of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* and analysis of indica-
tor organisms in three waterborne outbreaks in Finland

Appl. Environ. Microbiol. 69 (3), 1391-1396

HAFEZ, H.M.; HAUCK, R. und C. MÖBIUS (2011)

Putenkrankheiten im Fokus

6. Internationales Symposium über Putenproduktion

In: DGS Magazin 35, 16-20

Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart

HAKKINEN, M.; HEISKA, H. und L. HÄKKINEN (2007)

Prevalence of *Campylobacter* spp. in cattle in Finland and antimicrobial susceptibilities of bo-
vine *Campylobacter jejuni* strains

Appl. Environ. Microbiol. 73 (10), 3232-3238

HANSSON, I.; EDEROTH, M.; ANDERSSON, L.; VÅGSHOLM, I. und E. OLSSON ENGVALL
(2005)

Transmission of *Campylobacter* spp. to chickens during transport and slaughter

J. Appl. Microbiol. 99 (5), 1149-1157

HARRIS, N.V.; WEISS, N.S. und C.M. NOLAN (1986)

The role of poultry and meats in the etiology of *Campylobacter jejuni/coli* enteritis

Am. J. Public Health 76, 407-411

HARRIS, N.V.; KIMBALL, T.J.; BENNETT, P.; JOHNSON, Y. WAKELY, D. und NOLAN C.M. (1987)

Campylobacter jejuni enteritis associated with raw goat's milk

Am. J. Epid. 126 (2), 179-186

HARVEY, S.M. (1980)

Hippurate hydrolysis by *Campylobacter fetus*

J. of Clin. Microbiol. 11 (4), 435-437

HARVEY, R.B.; YOUNG, C.R.; ZIPRIN, R.L.; HUME, M.E.; GENOVESE, K.J.; ANDERSON, R.C. und D.J. NISBET (1999)

Prevalence of *Campylobacter* spp. isolated from the intestinal tract of pigs raised in an integrated swine production system

Journal of the American Veterinary Medical Association 215 (11), 1601-1604

HASTINGS, R.; COLLES, F.M., MCCARTHY, N.D.; MAIDEN, M.C. und S.K. SHEPPARD (2011)

Campylobacter genotypes from poultry transportation crates indicate a source of contamination and transmission

J. Appl. Microbiol. 110 (1), 266-276

HAZELEGER, T.D.; WOUTERS, J.A.; ROMBOUTS, F.M. Und T. ABEE (1998)

Physiological activity of *Campylobacter jejuni* far below the minimal growth temperature

Appl. Environ. Microbiolog. 164, 3917-3922

HEISIK, K., (1985)

Comparison of enrichment broth for isolation of *Campylobacter jejuni*

Appl. Environment. Microbiol. 50, 1313-1314

HEUER, O.E.; PEDERSEN, K.; ANDERSEN, J.S. und M. MADSEN (2001)

Prevalence and microbial susceptibility of thermophilic *Campylobacter* in organic and conventional broiler flocks

Letters in Appl. Microbiol. 33 (4), 269-274

8 Literaturverzeichnis

HERMAN, L.; HEYNDRIKX, M.; GRIYSPEERDT, K.; VANDEKERCHOVE, D. und L. DE ZUTTER (2003)

Routes of *Campylobacter* contamination of poultry meat: epidemiological study from hatchery to slaughterhouse

Epid. Infect. 131 (3), 1169-1180

HIETT, K.L.; SIRAGUSA, G.R.; COX, N.A.; BUHR, R.J.; MUSGROVE, M.T.; STERN N.J. und J.J. WILSON (2003)

Genotype analysis of *Campylobacter* isolated from the gastrointestinal tracts and the reproductive tracts of broiler breeder roosters

Avian Dis. 47, 406-414

HINTON, A.JR.; CASON, M.E.; HUME, M.E. und K.D. INGRAM (2004)

Spread of *Campylobacter* spp. during poultry processing in different seasons

Int. J. Poult. Sci. 3, 432-437

HUBÁLEK, Z. (2004)

An annotated checklist of pathogenic microorganisms associated with migratory birds

Journal of Wildlife Disease 40 (4), 639-659

HUMPHREY, T.J. (1986)

Techniques for the optimum recovery of injured *Campylobacter jejuni* from milk or water

J. Appl. Bacteriol. 61, 125-132

HUMPHREY, T.J.; HENLEY, A. und D.G. LANNING (1993)

The colonization of broiler chickens with *Campylobacter jejuni*. Some epidemiological investigations

Epidemiol. Infect. 110, 601-607

HUMPHREY, T.J.; MARTIN, K.W.; SLADER, J. und K.DURHAM (2001)

Campylobacter spp. in the kitchen: spread and persistence

J. Appl. Microbiol. 90 (6), 115-120

HUMPHREY, T.J.; O'BRIEN, S. und M. MADSEN (2007)

Campylobacters as zoonotic pathogen: a food production perspective

Int. J. Food Microbiol. 117 (3), 237-257

HUMPHREY, S.; CHALONER, G; KEMMETT, K.; DAVIDSON, N.; WILLIAMS, N.; KIPAR, A.;
HUMPHREY, T. und P. WIGLEY (2014)

Campylobacter jejuni is not merely a commensal in commercial broiler chickens and affect
bird welfare

M Bio , 5(4), e01364-14

HUSSAIN, A.M.; FLINT, N.J.; LIVSEY, S.A.; WONG, R.; SPIERS, P. und BUKHARI S. (2007)

Bickerstaff's brainstem encephalitis related to *Campylobacter jejuni*

J. Clin. Path. 60 (10), 1161-1162

INNS, T.; FOSTER, K. Und R. GORTON (2010)

Cohort study of a campylobacteriosis outbreak associated with chicken liver parfait, United
Kingdom, June 2010

Euro Surveill. 15, 44

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS
(ICMSF) (1996)

Campylobacteriose

in: ROBERTS, T.A.; BAIRD-PARKER, A.C. und R.B. THOMKIN (Hrsg.)

Microorganisms in Foods. 5-Microbiological specifications on food pathogens

1st ed, Blackie, London, 45-65

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (1995)

Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for detection of thermoto-
lerant *Campylobacter* growing at 41,5°C - ISO 10272:1995

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2006)

Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for detection of thermoto-
lerant *Campylobacter* growing at 41,5°C – Part 1: Detection method. ISO 10272:2006

8 Literaturverzeichnis

IZAT, A.L.; GARDNER, F.A.; DENTON, J.H. und F.A. GOLAN (1988)

Incidence and level of *Campylobacter jejuni* in broiler processing

Poultry Science 67 (11), 1568-1572

JACOBS-REITSMA, W.F.; BOLDER, N.M. und R.W. MULDER (1994)

Cecal carriage of *Campylobacter* and *Salmonella* in Dutch broiler flocks at slaughter: a one-year study

Poult. Sci. 73, 1260-1266

JACOBS-REITSMA, W.F.; VAN DE GIESSEN, A.W.; BOLDER, N.M. und R.W. MULDER (1995)

Epidemiology of *Campylobacter* spp. at two Dutch broiler farms

Epidemiol. Infect. 114, 413-421

JACOBS-REITSMA, W.F. (2000)

Campylobacter in the food supply

in: NACHAMKIN, I. und BLASER, M.J. (Hrsg.)

Campylobacter

Am. Society for Microbiolog., Washington D.C., 2nd edition, 467-481

JONES, F.S.; ORCUTT M. und R.B. LITTLE (1931)

Vibrios (*Vibrio jejuni* sp.) associated with intestinal disorders of cows and calves

J. Exp. Med. 53, 853-863

JONES, F.S.; SUTCLIFFE, E.M und A. CURRY (1991)

Recovery of viable but non-culturable *Campylobacter jejuni*

J. Gen. Microbiol. 137, 2477-2482

JONES, F.S.; SUTCLIFFE, E.M.; RIOS, R.; FOX, A.J. und A. CURRY (1993)

Campylobacter jejuni adapts to aerobic metabolism in the environment

J. Med. Microbiol. 38, 145-150

JONES, K.; HOWARD, S. und WALLACE, J.S (1999)

Intermittent shedding of thermophilic campylobacters by sheep at pasture

J. Appl. Microbiol. 86 (3), 531-536

JONES, K. (2001)

Campylobacters in water, sewage and the environment

J. Appl. Microbiol. 90 (6), 68-79

JØRGENSEN, F.; BAILEY, R.; WILLIAMS, S.; HENDERSON, P.; WAREING, D.R.A.; BOLTON, F.J. und T.J. HUMPHREY (2002)

Prevalence and numbers of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. on raw, whole chickens in relation to sampling methods

Int. J. Food Microbiol. 76 (1), 151-164

JØRGENSEN, F.; ELLIS-IVERSEN, J.; RUSHTON, S.; BULL, S.A.; HARRIS, S.A.; BRYAN, S.J. und T.J. HUMPHREY (2011)

Influence of season and geography on *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* subtypes in housed broiler flocks reared in Great Britain

Appl. Environ. Microbiol. 77 (11), 3

KABWANG A MPALANG, R.; BOREUX, R.; MELIN, P.; AKIR MI BITIANG, K.; DAUBE, G. und P. DE MOL (2014)

Prevalence of *Campylobacter* among goats and retails goat meat in Congo

Journal of Infections in Developing Countries, 8 (2), 168-175

KAIJSER, B. und A. SVEDHEIM (1982)

The occurrence of *Campylobacter* in fresh food and its survival under different conditions in: NEWELL, D.G. (Hrsg.)

Campylobacter: Epidemiology, Pathogenesis and Biochemistry

MTP Press Ltd., Lancaster, Boston, 74

KANEKO, A.; MATSUDA, M.; MIYAJIMA, M.; MOORE, J.E. und P.G. MURPHY (1999)

Urease-positive thermophilic strains of *Campylobacter* isolated from seagulls (*Larus* spp.)

Letters in Appl. Microbiol. 29 (1), 7-9

8 Literaturverzeichnis

KAPPERUD, G.; SKJERVE, E.; HAUGE, K.; LYSAGER, A.; AALMEN, I.; OSTROFF, S.M. und M. POTTER (1993)

Epidemiological investigation of risk factors for *Campylobacter* colonization in Norwegian broiler flocks

Epidemiol. Infect. 111, 245-255

KARENLAMPI, R.; RAUTELIN, H. und M.L. HANNINEN (2007)

Evaluation of genetic markers and molecular typing methods for *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* infections

Appl. Environ. Microbiol. 73 (5), 1683-1685

KARMALI M.A.; SIMOR, A.E.; ROSCOE, M.; FLEMING, P.C.; SMITH, S.S. und J. LANE (1986)

Evaluation of blood free, charcoal-based, selective medium for the isolation of *Campylobacter* organisms from feces

J. Clin. Microbiol. 23, 456-459

KELLY, A.F.; MARTINEZ-RODRIGUEZ, A.; BOVILL, R.A. und B.M. MACKEY (2003)

Description of a "phoenix" phenomenon in the growth of *Campylobacter jejuni* at temperatures close to the minimum growth

Appl. Environ. Microbiol. 69, 4975-4978

KETLEY, J.M. (1997)

Pathogenesis of enteric infection by *Campylobacter*

Microbiology 143, 5-21

KHAKHRIA, R. und H. LIOR (1992)

Extended phage-typing scheme for *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli*

Epidemiol. Infect. 108, 403-414

KIEHL, W. (2004)

7 Epidemiologie der Infektionskrankheiten (Infektionsepidemiologie)

Infektionskrankheiten: verstehen, erkennen, behandeln; 93 Tabellen, 2

KING, E.O. (1957)

Human infection with *Vibrio fetus* and closely related vibrio

J. Infect. Dis. 101, 119-128

KIST, M.(1986)

Wer entdeckte *Campylobacter jejuni/coli*? Eine Zusammenfassung bisher unberücksichtigter Literaturquellen

Zbl. Bakt. Hyg. A 261, 177-186

KIST, M. (2002)

Isolierung und Identifizierung von Bakterien der Gattungen *Campylobacter* und *Helicobacter*

Zbl. Bakt. 279, 124-139

KIST, M. (2006)

Campylobacter

in: HOFMANN, F. (Hrsg) Handbuch der Infektionskrankheiten, 2. Auflage

Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm, Landsberg.

KNILL, M.J.; SUCKLING, W.G. und A.D. PEARSON (1978)

Environment isolation of heat-tolerant *Campylobacters* in the Southampton area

Lancet II, 1002-1003.118

KLEIN, G.; BECKMANN, L.; VOLLMER, H.M. und E. BARTELT (2007a)

Predominant strains of thermophilic *Campylobacter* spp. in a German poultry slaughterhouse

Int. J. Food Microbiol. 117 (3), 324-328

KLEIN, G.; REICH, F., BECKMANN, L. und V. ATANASSOVA (2007b)

Quantification of thermophilic *Campylobacter* spp. in broilers during meat processing

Antonie van Leeuwenhoeuk 92 (3), 267-273

KRAMER; J.M.; FROST, J.A.; BOLTON, F:J und D.R. WARENING. (2000)

Campylobacter contamination of raw meat and poultry at retail sale: identification of multiple types and comparison with isolates from human infection

J. Food Protect. 63, 1654-1659

8 Literaturverzeichnis

KUSUMANIGRUM, H.D.; RIBOLDI, G.; HAZELEGER, W.C. und R.R. BEUMER (2003)
Survival of foodborne pathogens on stainless surfaces and cross-contamination to foods
Int. J. Food Microbiol. 85, 227-236

KWIATEK, K; WOITON, B. und N.J. STERN (1990)
Prevalence and distribution of *Campylobacter* spp. on poultry and selected meat carcasses in Poland
J. Food Prot. 53 (2), 127-130

LANDER, K.P. und K.P.W. GILL (1980)
Experimental infection of the bovine udder with *Campylobacter coli/jejuni*
Journal of Hygiene 84 (3), 421-428

LANTZ, P.G.; HAHNHAGERDAHL; B. Und P. RADSTROM (1994)
Sample preparation methods in PCR-based detection of food pathogens
Trends Food Science Technology 5, 384-389

LARKIN, C.; VAN DONKERSGOED C.; MAHDI, A.; JOHNSON P., MC NAB, B. und J. ODU-MERU (2006)
Antibiotic resistance of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolated from hog, beef and chicken carcass samples from provincially inspected abattoirs in Ontario
J. Food Prot. 69 (1), 22-26

LAZARO, B.; CÁRCAMO, J.; ANDÍCANA A.; PERDES, I. und A. FERNÁNDEZ-ASTORGA (1999)
Viability and DNA maintenance in nonculturable spiral *Campylobacter jejuni* cells after long-term exposure to low temperatures
Appl. Environ. Microbiol. 65 (10), 4677-4881

LAZOU, T.; HOUF, K.; SOULTOS, N.; DOVAS, C. und E. IOSSIFIDOU (2014)
Campylobacter in small ruminants at slaughter: prevalence, pulsotypes and antibiotic resistance
Int. J. Food Microbiol. 173, 54-61

LEE, A.; SMITH, S.C. und P.J. COLOE (1998)

Survival and growth of *Campylobacter jejuni* after artificial inoculation onto chicken skin as a function of temperature and packaging conditions

J. Food Prot. 61, 1609-1614

LEE, M.D. und D.G. NEWELL (2006)

Campylobacter in poultry: Filling an ecological niche

Avian Dis. 50, 1-9

LEVY, A.J. (1946):

A gastroenteritis outbreak probably due to a bovine strain of vibrio

Yale J. Biol. Med. 18, 243

LIENAU, J.A. (2004)

Vorkommen thermophiler *Campylobacter* spp. bei Masthähnchen und Verfolgung herdenspezifischer Klone von der Mast über die Schlachtung bis hin zum Endprodukt mittels genotypischer Feindifferenzierung (PFGE)

Vet. Med. Diss., FU Berlin

LINDBLOM, G.B.; SJÖGREN, E. und B. KAIJSER (1986)

Natural *Campylobacter* colonization in chicken raised under different environmental conditions

J. Hyg. (Cambridge) 96, 385-391

LITTLE, C.L.; GORMLEY, F.J.; RAWAL, N. und J.F. RICHARDSON (2010)

A recipe for disaster: outbreaks of campylobacteriosis associated with poultry liver pâté in England and Wales

Epidemiology and Infection 138 (12), 1691-1694

LOEWENHERZ, K. (1995)

Untersuchungen zum Vorkommen von *Campylobacter jejuni/coli* in verschiedenen Lebensmitteln tierischen Ursprungs

Vet. Med. Diss., FU Berlin

8 Literaturverzeichnis

- LOEWENHERZ-LÜNING, K.; HEITMANN, M. und G. HILDEBRANDT (1996)
Untersuchungen zum Vorkommen von *Campylobacter jejuni* in verschiedenen Lebensmitteln tierischen Ursprungs
Fleischwirtsch. 76 (9), 958-961
- LOGAN, J.M.J.; BURNENS, A.; LINTON, D.; LAWSON, A.J und J. STANLEY (2000)
Campylobacter laniae sp. nov., a new species isolated from workers in an abattoir
Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 50, 865-872
- LOGUE, C.Á.; SHERWOOD, J.S.; ELIJAH, L.M.; OLAH, P.A. und M.R. DOCKTER (2003)
The incidence of *Campylobacter* spp. on processed plants in the midwestern United States
J. Appl. Microbiol. 95 (2), 234-241
- LUBER, P. (2004)
Entwicklung eines Mikrodilutions-Testsystems zur Bestimmung der Antibiotikaempfindlichkeit bei enteropathogenen *Campylobacter* spp. und seine Anwendung zur Beschreibung der Epidemiologie des Auftretens resistenter Stämme in Geflügellebensmitteln und in humanen Untersuchungsmaterial
Vet. Med. Diss., FU Berlin
- LUBER, P.; SCHERER, K; und E. BARTELT (2005)
Kontamination von Hähnchenfleisch mit *Campylobacter* spp.
Fleischwirtsch. 85, 93-95
- LUBER, P. und E. BARTELT (2007)
Enumeration of *Campylobacter* spp. on the surface and within chicken breast filet
J. Appl. Microbiol. 102, 313-318
- 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

LÜBECK, P.S. und J. HOORFAR (2002)

PCR Technology and Applications to zoonotic food-borne bacterial pathogens

in: SACHSE, K. und FREY, J. (Hrsg.) PCR Technology for detection of foodborne pathogens

Methods Mol Biol. Vol. 216, 65-84

LUECHTEFELD, N.W.; WANG, W.L.L.; BLASER M.J. und L.B. RELLER(1980a)

Comparison of atmospheres of incubation for primary isolation of *Campylobacter fetus subsp. jejuni* from animal specimens: 5% oxygen versus candle jar

J. Clin. Microbiol. 15 (1), 53-57

LUECHTEFELD, N.W.; BLASER M.J. und L.B. RELLER und W.L.L WANG (1980b)

Isolation of *Campylobacter fetus subsp. jejuni* from migratory waterfowl

J. Clin. Microbiol. 12 (3), 406-408

MÄDE, D. und R. STARK (2000)

Nachweis thermophiler *Campylobacter* in Lebensmitteln durch Polymerase-Kettenreaktion

Arch. Lebensmittelhyg. 51, 8-12

MADDEN, R.H.; MORAN, L. Und P. SCATES (2000)

Optimising recovery of *Campylobacter* spp. from the lower porcine intestinal tract

J. Microbiol. Meth. 42 (2), 115-119

MANNING, G.; DOWSON, C.G.; BAGNALL, M.C.; AHMED, I.H.; WEST, M. und D.G. NEWELL (2003)

Multilocus sequence typing for comparison of veterinary and human isolates of *Campylobacter jejuni*

Appl. Environ. Microbiol. 69 (11), 3670-6379

MANSFIELD, L. S. und S. R. ABNER (2000)

Molecular mechanisms governing *Campylobacter* pathogenicity

in: CARY, J.W.; LINZ, J.R. und D. BHATNAGAR (Hrsg)

Microbial foodborne diseases - Mechanisms of pathogenesis and toxin synthesis. Technomic Publishing Company Inc., Lancaster

8 Literaturverzeichnis

MATSUDA, M.; KANEKO, A.; FUKUYAMA, M.; ITOH, T.; SHINGAKI, M.; INOUE M. und Y. ISHIDA (1996)

First finding of urease positive thermophilic strains of *Campylobacter* in river water in the Far East namely in Japan and their phenotypic and genotypic characterization

J. Appl. Microbiol. 6, 608-612

MC CREA, B.A.; TOONOKA, K.H.; VANWORTH, C.; BOGGS, C.L.; ATWILL, E.R. Und J.S. SCHRADER (2006)

Prevalence of *Campylobacter* and *Salmonella* species on farm, after transport, and at processing in specially market poultry

Poultry Science 85 (1), 136-143

MC DONNOUGH, P.L. und K.W. SIMPSON (1996)

Diagnosing emerging bacterial infections: salmonellosis, campylobacteriosis, clostridial toxicosis and heliobacteriosis

Sem. Vet. Med. Surg. (Small Animals) 11: 187-197

MC FADYEAN, J. und S. STOCKMANN (1913):

Report of the department committee appointed by the board of agriculture and fisheries to inquire into epizootic abortion

Appendix to part II. Abortion in sheep

His Majesty's Stationery Office (HMSO), London, 1-64

MC GILL, K.; COWLEY, D.; MADDEN, R.H.; MORAN, L.; SCATES, P.; CARROL, C.; O'LEARY, A.; FANNING, S.; COLLINS, J.D.; MCNAMARA, E.; MOORE, J.E. und M. CORMICAN (2004)

Occurrence of *Campylobacter* in retail foods in Ireland

Int. J. Food Microbiol. 95 (1), 111-118

MC KAY, D.; FLETCHER, J.; COOPER, P. und F.M. THOMSON-CARTER (2001)

Comparison of two methods for serotyping *Campylobacter* spp.

J. Clin. Microbiol. 39, 1917-1921

MC CLURE, P.; KERRY, J.; und D. LEWARD (2002)

Microbiological hazard identification in the meat industry

Meat Processing: improving quality, 2002, 217-236

MEDEMA, G.J., SCHETS, F.M.; VAN DE GIESSEN, A.W. und A.H. HAVELAAR (1992)

Lack of colonization of 1 day old chicks by viable-non-culturable *Campylobacter jejuni*

J. Appl. Bacteriol., 72 (6), 512-516

MEERBURG, B.G.; JACOB-REITSMA, W.F.; WAGENAAR, J.A. und A. KIJLSTRA (2006)

Presence of Salmonella and Campylobacter spp. in wild small mammals on organic farms

Appl. Environ. Microbiol. 71 (1), 960-962

MESSELHÄUSER, U.; THÄRINGEN, D.; ELMER-ENGELHARDT, D.; BAUER, H.; SCHREINER, H. und C. HÖLLER (2011)

Occurrence of thermotolerant *Campylobacter* spp. on eggshells: a missing link for food-borne infections?

Appl. Environ. Microbiol. 77 (11), 3896-3897

MIFLIN J.K.; BLACKALL, P.J. und S.J. MORE, S (1999)

Preliminary epidemiological studies on *Campylobacter* spp. in meat chickens in Queensland, Australia

10th International Workshop on *Campylobacter*, *Helicobacter* and related organisms

Baltimore, USA, 48

MOORE J.E. und R.H. MADDEN (2000)

The effect of thermal stress on *Campylobacter coli*

J. Appl. Microbiol. 89, 892-899

MOORE J.E.; GILPIN, D.; CROTHERS, E.; CANNEY A.; KANEKO, A. und A. MATSUDA (2002)

Occurrence of *Campylobacter* spp. and *Cryptosporidium* spp. in seagulls (*Larus* spp) (2002“

Vector Borne and Zoonotic Diseases 2 (2), 111-114

8 Literaturverzeichnis

MOORE, J.R.; CORCORAN, D.; DOOLEY, J.S., FANNING, S.; LUCEY, B.; MATSUDA, M. und P. WHYTE (2005)

Campylobacter

Veterinary Research, 36 (3), 351-382

MOORE, J.; CALDWELL, P. Und B. MILLAR (2001)

Molecular detection of *Campylobacter* spp. in drinking, recreational and environmental water supplies

I.J. Hyg. Environ. Health 204 (2), 185-189

MORAN, A.P. und M.E. UPTON (1987)

Factors affecting production of coccoid forms by *Campylobacter jejuni* on solid media during incubation

J. Appl. Microbiol. 62, 527-537

MORRIS, G.K. und C.M. PATTON (1985)

Campylobacter

in: Manual of Clinical Microbiology, Chapter 27

Am. Society for Microbiol., Washington D.C., 4th edition, 302-308

MULLNER, P.; SPENCER, S.E.; WILSON, D.J.; JONES, G.; NOBLE, A.D.; MIDWINTER, A.C. und N.P. FRENCH (2009)

Assigning the source of human campylobacteriosis in New Zealand: a comparative genetic and epidemiological approach

Infection, Genetics and Evolution 9 (6), 1311-1319

MURPHY, C.; CARROLL, C. und K.N. JORDAN (2006)

Environmental survival mechanisms of the foodborne pathogen *Campylobacter jejuni*

J. Appl. Microbiol. 100 (4), 623-632

NACHAMKIN, I. (1999)

Campylobacter and *Arcobacter*

in: MURRAY, P.R.; BARON, E.J.; PFALLER, M.A.; TENOVER, F.C. und R.H. YOLKEN

(Hrsg.):

Manual of Clinical Microbiology

Am. Society for Microbiol., Washington D.C., 7th edition, 716-726

NACHAMKIN, I.; ENGBERD, J. und F. M. AARESTRUP (2000)

Diagnosis and antimicrobial susceptibility of *Campylobacter* species

in: MURRAY, P.R.; BARON, E.J.; PFALLER, M.A.; TENOVER, F.C. und YOLKEN, R.H.

(Hrsg.):

Manual of Clinical Microbiology

Am. Society for Microbiol., Washington D.C., 2nd edition, 45-56

NADEAU, É.; MESSIER, S. und S. QUESSY (2002)

Prevalence and comparison of genetic profiles of *Campylobacter* strains isolated from poultry and sporadic cases of campylobacteriosis in humans

J. Food Protect. 65, 73-78

NÄTHER, G.; ALTER, T.; MARTIN, A. und L. ELLERBROEK (2009)

Analysis of risk factors for *Campylobacter* species infection in broiler flocks

Poult. Sc. 88 (6), 1299-1305

NANNAPANENI, R.; STORY, R.; WIGGINS, K.C. und M.G. JOHNSON (2005)

Concurrent quantitation of total *Campylobacter* and total ciprofloxacin-resistant *Campylobacter* loads in rinses from retail raw chicken carcasses from 2001 to 2003 by direct plating at 42 degrees C

Appl. Environ. Microbiol. 71, 4510-4515

NAVARRO-GONZALEZ, N.; UGARTE-RUIZ, M.; PORRERO, M.C.; ZAMORA, L.; MENTABERRE, G.; SERRANO, E. und L. DOMÍNGUEZ (2014)

Campylobacter shared between free-ranging cattle and sympatric wild ungulates in a natural environment (NE Spain)

EcoHealth, 1-10

8 Literaturverzeichnis

- NEAL, K.R.; SCOTT, H.M.; SLACK, R.C.B. und R.F.A LOGAN (1996)
Omeprazol as a risk factor for *Campylobacter* gastroenteritis: case-control study
Brit. Med. J. 312, 414-415
- NEILL, S.D.; CAMPBELL, J.N. und J.A. GREENE (1984)
Campylobacter Species in broiler chickens
Avian Path. 13, 777-785
- NEWELL, D.G. und J.A. WAGENAAR (2000)
Poultry infections and their control on the farm level
in: NACHAMKIN, I. und BLASER, M.J. (Hrsg.)
Campylobacter
Am. Society for Microbiol., Washington D.C., 2nd edition, 497-509
- NEWELL, D.G.; SHEEVE, J.E., TOSZEGHY, M.; DOMINGUE, G.; BULL, S. und T. HUMPHREY (2001)
Changes in the carriage of *Campylobacter* strains in poultry carcasses during processing in abattoirs
Environ. Microbiol. 67 (6), 2636-2640
- NEWELL, D.G. und C. FEARNLEY (2003)
Sources of *Campylobacter* colonization in broiler chickens
Appl. Environ. Microbiol. 69 (8), 4343-4351
- NG, L.-K.; KINGKOMBE, C.I.B.; YAN, W.; TAYLOR, D.E.; HIRATSUKA, K.; MALIK, N. Und M.M. GARCIA (1997)
Specific detection and confirmation of *Campylobacter jejuni* by DNA hybridization and PCR
Appl. Environ. Microbiol. 63, 4458-4563
- NIELSEN, E.M.; ENGBERG, J. und M. MADSEN (1997)
Distribution of serotypes of *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli* from Danish patients, poultry, cattle and swine
FEMS Immunol. Med. Mic. 19 (1), 47-56

NICHOLS, G.L. (2005)

Fly transmission of *Campylobacter*

Emerg. Infect. Dis. 11 (3), 361-364

NORBERG, P. (1981)

Enteropathogenic bacteria in frozen chicken

Appl. Environ. Microbiol. 42 (1), 32-34

OBIRI-DANSO, K.; PAUL, N. und K. JONES (2001)

The effect of UVB and temperature on the survival of natural populations and pure cultures of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, *Campylobacter lari* and urease-positive thermophilic *Campylobacters* (UPTC) in surface waters

J. Appl. Microbiol. 90, 256-267

O'LEARY, M.C.; HARDING, O.; FISHER, L. und J. COWDEN (2009)

A continuous common-source outbreak of campylobacteriosis associated with changes to the preparation of chicken liver paté

Epidemiology and Infection 137 (3), 383-288

OLSEN, J.J.; AABO, S.; HILL, W.; NOTERMANN, S.M.; WERNARS, K.; GRANUM, P.E.; POPOVIC, T.; RASMUSSEN, H.N. und O. OLSVIK (1995)

Probes and polymerase chain reaction for detection of food-borne bacterial pathogens

Int. J. Food Microbiol. 28(1), 1-78

ON, S.L.W.; NIELSEN, E.M.; ENGBERG, J. und M. MADSEN (1998)

Validity of small-defined genotypes of *Campylobacter jejuni* examined by *SALL*, *KpnI* and *BamHI* polymorphisms: evidence of identical clones infecting humans, poultry and cattle

Epidemiology and Infection, 120 (3), 231-237

ON, S.L.W. und P.J. JORDAN (2003)

Evaluation of 11 PCR assays for special-level identification of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*

J. Clin. Microbiol. 41, 330-336

8 Literaturverzeichnis

OOSTEROM, J.; DE WILDE, G.J.A.; DE BOER, E.; DE BLAAUW, L.H. und H. KARMAN, (1983)

Survival of *Campylobacter jejuni* during poultry processing and pig slaughtering
J. Food Prot. 46, 702-706

OOSTEROM, J.; DENUYL, C.H.; BANFFER, J.R.J und J. HUISMAN (1984)

Epidemiological investigations on *Campylobacter jejuni* in households with a primary infection
Journal of Hygiene 93 (2), 325-332

OPFER, K. (2008)

Vergleichende Untersuchungen zum kulturellen und molekularbiologischen Nachweis von thermotoleranten *Campylobacter* spp. in Geflügelfleisch
Vet. Med. Diss., FU Berlin

ORR, K.E.; LIGHTFOOT, N.F.; SISSON, P.R.; HARKIS, B.A.; TWEDDLE, J.L.; BOYD, P. und R. FREEMAN (1995)

Direct milk excretion of *Campylobacter jejuni* in a dairy cow causing cases of human enteritis
Epidemiology and Infection 114 (1), 15-24

OYOFO, B.A.; THORNTON, S.A.; BURR, D.H.; TRUST, T.J.; PAVLOVSKIS, O.R. Und P. GUERRY (1992)

Specific detection of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* by using polymerase chain reaction
J. Clinic. Microbiol. 30, 2613-2619

OYOFO, B.A.; ABD EL SALAM, S.M.; CHURILLA, A.M. und M.O. WASFY (1997)

Rapid and sensitive detection of *Campylobacter* spp. from chicken using the polymerase chain reaction
Zbl. Bakt. 285, 480-485

PACHA, R.E.; CLARK, G.W.; WILLIAMS, E.A. und A.M. CARTER (1988)

Migratory birds of Central Washington as reservoirs of *Campylobacter jejuni*
Canad. Journal of Microbiol., 34 (1), 80-82

PARK, S.F. (2002)

The physiology of *Campylobacter* species and its relevance to their role as foodborne pathogens

Int. J. Food Microbiol. 74, 177-188

PARKHILL, J.; WREN, B.W.; MUNGALL, K.; KETLEY, J.M.; CHURCHER, C.; BASHAM, D.; CHILLINGWORTH, T.; DAVIES, R.M.; FELTWELL, T.; HOLROYD, S.; JAGELS, K.;

KARLYSHEV, A.V.; MOULE, S.; PALLEN, M.J.; PENN, C.W.; QUAIL, M.A.; RAJANDREAM, M.A.; RUTHERFORD, K.M.; VAN VLIET, A.H.; WHITEHEAD, S. und B.G. BARRELL (2000)

The genome sequence of the food-borne pathogen *Campylobacter jejuni* reveals hypervariable sequences

Nature, 403, 665-668

PATRICK, M.E.; CHRISTIANSEN, L.E.; WAINO, M.; ETHELBERG, S.; MADSEN, H. und H.C. WEGENER (2004)

Effects of climate on incidence of *Campylobacter* spp. in humans and prevalence in broiler flocks in Denmark

Appl. Environ. Microbiol. 70, 7474-7480

PATTERSON, M.F. (1995)

Sensitivity of *Campylobacter* spp. to irradiation in poultry meat

Lett. Appl. Microbiol. 20, 338-340

PATTON, C.M.; WACHSMUTH, I.K.; EVINS, G.M.; KIEHLBAUCH, J.A.; PLIKAYTIS, B.D.; TROUP, N.; TOMPKINS, L. und H. LIOR (1991)

Evaluation of ten methods to distinguish epidemic-associated *Campylobacter* strains

J. Clin. Microbiol. 29, 680-688

PAYOT, S.; DRIDI, S.; LAROCHE, M.; FEDERIGHI, M. und C. MAGRAS (2004)

Campylobacter coli isolated from fattening pigs in France

Veterinary Microbiology 101 (2), 91-99

8 Literaturverzeichnis

PEARCE, R.A.; WALLACE, F.M.; CALL, J.E.; DUDLEY, R.L.; OSER, A. und L. YODER (2003)

Prevalence of *Campylobacter* within a swine slaughter and processing facility

J. Food Prot. 66 (9), 1550-1556

PEARSON, A.D.; GREENWOOD, M.; HEALING, T. D.; ROLLINS, D.; SHAHAMAT, M.; DONALDSON, J. und R.R. COLWELL (1993)

Colonization of broiler chickens by waterborne *Campylobacter jejuni*

Appl. Environ. Microbiol. 59, 987-996

PENNER, J.L. und J. N. HENNESY (1980)

Passive hemagglutination technique for serotyping *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni* on the basis of soluble heat-stable antigens

J. Clin. Microbiol. 12, 732-737

PÉREZ-BOTO, D.; LOPEZ-PORTOLES, J.A.; SIMON, C., VALDEZATE, S. und M.A. ECHEITA (2010)

Study of the molecular mechanisms involved high-level macrolide resistance of Spanish *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* strains

Journal of Antimicrobial Chemotherapy 65 (10), 2083-2088

PETERS, J.; LIENAU, J.-A.; NÄTHER, G.; ALTER, T.; SCHERER, K.; SCHLICHTING, D.; FRIEDMANN, M.; KÄSBOHRER, A.; BRAUNER, S.; SCHLEUTER, G.; HOHMANN, M.; UPMANN, M.; SCHELLER, R.; KLENGEL, K.; WILHELM, K.; SEELMANN, M.; HÖRMANNSDORFER, S. und L. ELLERBROEK (2006)

Resultate der ersten Phase des nationalen *Campylobacter*-Masthähnchenmonitorings 2004-2005

Arch. Lebensmittelhyg. 57, 137-141

PHADTARE; S.; ALSINA J. und M. INOUE (1999)

Cold shock response and cold shock proteins

Current Opinion in Microbiology, 2 (2), 175-180

PICKERT, A. und K. BOTZENHART (1985)

Überleben von *Campylobacter* in Trinkwasser, Flußwasser und Abwasser

Zbl. Bakt. Hyg. B. 182, 49-57

PRESTON, M.A. und J.L. PENNER (1989)

Characterization of cross-reacting serotypes of *Campylobacter jejuni*

Canad. J. Microbiol. 35 (2), 265-273

RAHIMI, E. und E. TAIBAKHSH (2008)

Prevalence of *Campylobacter* species in poultry meat in the Esfahan City, Iran

Bulg. J. Vet. Med., 11 (4), 257-262

RAMABU, S.S.; BOXALL, N.S.; MADIE, P. und S.G. FENWICK (2004)

Some potential sources for transmission of *Campylobacter jejuni* to broiler chickens

Letters in Applied Microbiology 39 (3), 252-256

RASSCHAERT, G.; HOUF, K.; VAN HENDE, J. und L. DE ZUTTER (2006)

Campylobacter contamination during poultry slaughter in Belgium

J. Food Protect. 69 (1), 27-33

REICH, F. (2007)

Quantifizierung und Prävalenz thermophiler *Campylobacter* spp. in der Broilerschlachtung und Fleischverarbeitung im Rahmen einer Langzeitsstudie

Vet. Med. Diss., TiHo Hannover

REISINGER, H.; STANEK, G.; WEBER, G. und M.F. KLENNER (1984)

Überleben von *Campylobacter jejuni* in Trinkwasser, Flusswasser und Abwasser

Zbl. Bakt. Hyg. B. 182, 49-57

RENZ, V.; CONTZEN, M.; DREES, E. Und T. STEGMANN (2007)

Untersuchungen zur Belastung von Entenbrüsten aus dem Einzelhandel mit *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. und *Arcobacter* spp. vor und nach der Zubereitung von „Ente rosa“

Arch. Lebensmittelhyg. 58, 170-174

8 Literaturverzeichnis

ROBERTS, T.; SHAH, A.; GRAHAM, J.G. und I.N.F. MCQUEEN (1987)
The Miller-Fisher Syndrome following *Campylobacter* enteritis: a report of two cases
J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry 50, 1557-1558

ROBERT-KOCH-INSTITUT (1999)
RKI-Ratgeber Infektionskrankheiten – 7. Folge: *Campylobacter*-Infektionen
Epidemiologisches Bulletin Nr. 35, 259-262

ROBERT-KOCH INSTITUT (2006)
Campylobacter Infektionen
Epidemiologisches Bulletin Nr. 41, 351-352

ROBERT-KOCH INSTITUT (2007)
Campylobacter Erkrankungen: Zum vermehrten Auftreten im Jahr 2007
Epidemiologisches Bulletin Nr. 36, 331-334

ROBERT-KOCH-INSTITUT (2009)
Aktuelle Statistik meldepflichtiger Infektionskrankheiten, Deutschland
Epidemiologisches Bulletin Nr. 3, 22

ROBERT-KOCH-INSTITUT (2010)
Aktuelle Statistik meldepflichtiger Infektionskrankheiten, Deutschland
Epidemiologisches Bulletin Nr. 3, 28

ROBERT-KOCH-INSTITUT (2011)
Aktuelle Statistik meldepflichtiger Infektionskrankheiten, Deutschland
Epidemiologisches Bulletin Nr. 3, 20

ROBERT-KOCH-INSTITUT (2012)
Aktuelle Statistik meldepflichtiger Infektionskrankheiten, Deutschland
Epidemiologisches Bulletin Nr. 3, 24

ROBERT-KOCH-INSTITUT (2013)
Aktuelle Statistik meldepflichtiger Infektionskrankheiten, Deutschland
Epidemiologisches Bulletin Nr. 3, 28

ROBERT-KOCH-INSTITUT (2014)

Aktuelle Statistik meldepflichtiger Infektionskrankheiten, Deutschland

Epidemiologisches Bulletin Nr. 3, 30

ROBINSON, D. A. (1981)

Infective dose of *Campylobacter jejuni* in milk.

Br. Med. J. 282,1584

ROLFS, A.; SCHUMACHER, H.C.; NEY, A.; VALLEE, M.; WEBER, I.; WÜRDEMANN, M. und B. TRAMPENAU (1991)

Bedeutung der Polymerase chain reaction (PCR) für neue diagnostische Ansätze im Bereich des Zentralnervensystems

Laboratoriums Medizin/ Journal of Laboratory Medicine 15 (2), 103-105

ROLLINS, D.M. und R.R, COLWELL (1986)

Viable but not culturable stage of *Campylobacter jejuni* and its role in survival in the natural aquatic environment

Appl. Environ. Microbiol. 52, 531-538

ROPPER, A.H. (1992)

The Guillan-Barré-Syndrome

N. Eng. J. Med. 326, 1130-1136

ROSSEN, L, NORSKOV, P.; HOLMSTROM, K. und O.F. RASMUSSEN (1992)

Inhibition of PCR by components of food samples, microbial diagnostic assays and DNA-extraction solutions

Int. J. Food Microbiol. 17, 37-45

SAGNER, G.; GOLDSTEIN, C.; VAN MILTENBURG, R. und R.M: BIOCHEMICALS (1999)

Detection of multiple reporter dyes in real-time, on line PCR analysis with the Lightcycler system

Roche Biochemica 2, 7-11

8 Literaturverzeichnis

SAHA, S.K.; SAHA, S. und S. C. SANYAL (1991)

Recovery on injured *Campylobacter jejuni* cells after animal passage

Appl. Environ. Microbiol. 57, 3388-3389

SAILS, A.D.; FOX, A.J.; BOLTON, F.J.; WAREING, D.R. und D.L. GREENWAY (2003)

A real-time PCR assay for the detection of *Campylobacter jejuni* in foods after enrichment culture

Appl. Environ. Microbiol. 69 (3), 1383-1390

SAMPERS, I.; HABIB, I.; DE ZUTTER, L.; DUMOULIN, A. und M. UYTENDAELE. (2010)

Survival of *Campylobacter* spp. in poultry meat preparations subjected to freezing, refrigeration, minor salt concentration, and heat treatment

Int. J. Food Microbiol. 137, 147-153

SANCHEZ, M.X.; FLUCKEY, W.M.; BRASHEARS, M.M. und S.R. MCKEE (2002)

Microbial profile and antibiotic susceptibility of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in broilers processed in air-chilled and immersion-chilled environments

J. Food Protect. 65 (6), 948-956

SANDBERG, M.; HOFSHAGEB, M.; ØSTENVIK, Ø.; SKLERVE, E. und G. INNOCENT (2005)

Survival of *Campylobacter* on frozen broiler carcasses as a function of time

J. Food Prot. 68 (8), 1600-1605

SANDBERG, M.; NYGÅRD, K.; MELDAL, H., VALLE, P.S.; KRUSE, H. und E. SKJERVE (2006)

Incidence trend and risk factors for *Campylobacter* infections in humans in Norway

BMC Public Health, 6 (1), 179

SCALLAN, E.; HOEKSTRA, R.; ANGULO, F.; TAUXE, R.; WIDDOWSON, M.; ROY, S.; JONES, J. und P. GRIFFIN (2011)

Foodborne illness acquired in the United States- major pathogens

Emerg. Infect. Dis., 17, 7-15

SCHERER, K.; BARTELT, E.; SOMMERFELD, C. und G. HILDEBRANDT (2006)
Quantification of *Campylobacter* from the surface and in the muscle of chicken legs at retail
J. Food Prot. 69 (4), 757-761

SCHEU, P.M.; BERGHOF, K. und U. STALHL (1998)
Detection of pathogenic and spoilage microorganisms in food with the polymerase chain re-
action.
Food Microbiol. 15, 13-31

SCHIELKE, A.; ROSNER, B. und K. STARK (2014)
Epidemiology of campylobacteriosis in Germany – insights from 10 years of surveillance
BMC Infectious Diseases 2014, 14-30

SCHINDLER, P.R.G.; ELMER-ENGLHARD, D. und S. HÖRMANSDORFER (2003)
Untersuchungen zum mikrobiologischen Status südbayrischer Badegewässer unter besonde-
rer Berücksichtigung des Vorkommens thermophiler *Campylobacter*-Arten
Bundesgesundheitsbl. 46, 483-487

SCHULZE, F.; BARTELT, E. und W. MÜLLER (2000)
Campylobacter
in: K. Sachse and P. Gallien(Hrsg.):
Molekularbiologische Nachweismethoden ausgewählter Zoonoseerreger
Bgvv Hefte, Berlin

SCOTTER, S.L.; HUMPRHREY, T.J. und A. HENLEY (1993)
Methods for the detection of thermotolerant *Campylobacters* in foods: results of an interlabo-
ratory study
J. Appl. Bact. 74, 155-163

SEBALD, M. und M. VÉRON (1963)
Teneur en bases de l'ADN et classification des vibrions
Ann. Inst. Pasteur 105, 897-910

8 Literaturverzeichnis

SHAFAEI, E ; SALEHI, M.; BAMERI, Z.; ZAHEDANI, S.S.; BOKAEIAN, M; MIRZAEI, B.;
MIRFAKHRAEE, S.; RIGI, T.B. und M. AKBARI (2014)

Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter jejuni*

Int. J. Infect. 1 (2) :e19229

SHANE, S.M. (1992)

The significance of *Campylobacter jejuni* infection in poultry: a review

Avian Pathology 21, 189-213

SHANE, S.M. (2000)

Campylobacter infection of commercial poultry

Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 19, 376-395

SHANKER, S.; LEE, A. und T.C. SORRELL (1990)

Horizontal transmission of *Campylobacter jejuni* amongst broiler chicks: experimental studies

Epidemiol. Infect. 104, 101-110

SHREEVE, J.E.; TOSZEGHY M.; PATTISON, M. und D.G. NEWELL (2000)

Sequential spread of *Campylobacter* infection in a multipen broiler house

Avian Dis. 44, 983-988

SKIRROW, M.B. (1977):

Campylobacter enteritis: a "new" disease

Br. Med. J. 2, 9-11

SKIRROW, M.B. und J. BENJAMIN (1980)

"1001" *Campylobacters*: Cultural characteristics of intestinal *campylobacters* from man and animals

J. Hyg. 85, 427-442

SKIRROW, M.B. (1982)

Campylobacter enteritis- the first five years

J. Hyg. 89 (2), 175-184

SKIRROW, M.B. und M.J. BLASER (2000)

Clinical aspects of *Campylobacter* infection

Campylobacter, 2nd ed. ASM Press, Washington D.C., 69-88

SKOW, M.N.; SPENCER, A.G.; HALD, B.; PETERSEN, L.; NAUERBY, B.; CARTENSEN, B.
und M. MADSEN (2004)

The role of litter beetles as a potential reservoir for *Salmonella enterica* and thermophilic
Campylobacter spp. between broiler flocks

Avian Dis. 48, 9-18

SMIBERT, R.M. (1981)

The genus *Campylobacter*

in: STARR, M.P.; STOLP, H.; TRÜPER, H.G.; BALOWS, A und H.G. SCHLEGEL (Hrsg.):

The Prokaryotes: A Handbook on Habitats, Isolation and Identification of Bacteria

Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 609-617

SMITH, T. und M.S. TAYLOR (1919):

Some morphological and biochemical characters of the spirilla (*Vibrio fetus* n. sp.) associated
with disease of the fetal membranes in cattle

J. Exp. Med. 30, 299-312

SNODERGRASS, D.R.; TERZOLD, H.R., SHERWOOD, D.; CAMPBELL, I.; MENZIES, J.D.
und B.A. SYNGE (1986)

Aetiology of diarrhea in young calves

Vet. Rec. 119 (2), 31-34

SPROSTON, E.L.; OGDEN, I.D.; MACRAE, M.; FORBES, K.J., DALLAS, J.F., SHEPPARD,
S.K. Und STRACHNAN, N.J.C. (2010)

Multi-locus sequence types of *Campylobacter* carried by flies and slugs aquired from local ru-
minant faeces

J. Appl. Microbiol. 109 (3), 829-838

STANLEY, K.N. und K. JONES (2003)

Cattle and sheep farms as reservoirs of *Campylobacter*

J. Appl. Microbiol. 94, 104-113

8 Literaturverzeichnis

STANLEY, K.N.; WALLACE, J.S.; CURRIE, J.E.; DIGGLE, P.J. Und K. JONES (1998a)
Seasonal variation of thermophilic *Campylobacters* in beef cattle, dairy cattle and calves
J. Appl. Microbiol. 85 (3), 472-480

STANLEY, K.N.; WALLACE, J.S.; CURRIE, J.E.; DIGGLE, P.J. Und K. JONES (1998b)
Seasonal variation of thermophilic *Campylobacters* in lambs at slaughter
J. Appl. Microbiol. 84 (6), 1111-1116

STEELE, T.W. und S. N. MCDERMOTT (1984)
The use of a membrane filters applied directly to the surface of agar plates for the isolation of
Campylobacter jejuni from feces
Pathol. 16, 263-265

STEINBRUECKNER, B.; HAERTER, G.; PELZ, K. und M. KIST (1999)
Routine identification of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from human stool
samples
FEMS Microbiology Letters, 179 (2), 227-232

STEINER, L.; BUSATO, A.; BURNENS, A. und C. GAILLARD (1997)
Frequency and etiology of calf losses and calf disease before weaning in cow-calf farms.
II. Microbiological and parasitological diagnoses in diarrheic calves
Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 104 (5), 169-173

STERN, N.J. und S.U. KAZMI (1989)
Campylobacter jejuni
Foodborne Bacterial Pathogens 3, 17-110

STRAUB, J.-A.; HERTEL, C.; MÄDE, D. und W.P. HAMMES (1999)
Development and application of a heterologous internal standard for polymerase-chain-reac-
tion-based detection of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in foods
Eur. Food Res. Techn. 209, 180-184

STREYER, L. (1996)

Der molekulare Bauplan des Lebens – die Erforschung der Gene

in: STREYER, L. (1999): Biochemie

Spektrum Akad. Verlag Heidelberg-Oxford-Berlin, 1. korr. Nachdruck der 4. Aufl., 123-152

STROTHER, K.O.; STEELMAN, C.D. und E.E. GBUR (2005)

Reservoir of lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) for *Campylobacter jejuni* (Campylobacterales: Campylobacteraceae)

Journal of Medical Entomology, 42 (1), 42-47

STUART, T.L.; SANDHU, J.; STIRLING, R.; CORDER, J.; ELLIS, A.; MISA, P. und E. GALANIS (2010)

Campylobacteriosis outbreak associated with ingestion of mud during a mountain bike race

Epidemiology and Infection 138 (12), 1695-1703

TENKATE, T.D. und R.J. STAFFORD (2001)

Risk factors of campylobacter infections in infants and young children: a matched case-control study

Epidemiology and Infection 127 (03), 399-404

TERZIEVA, S.I. und G.A. MCFETERS (1991)

Survival and injury of *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* and *Yersinia enterocolitica* in stream water

Can. J. Microbiolog. 37, 785-790

TEUFEL, P. (1982)

Campylobacter jejuni – ein Zoonoseerreger?

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 106, 311-318

TEUNIS, P.; HAVELAAR, A.; VLIEGENHARDT, J und ROESSINK, G. (1997)

Risk assessment of *Campylobacter* species in shellfish: Identifying the unknown

Water Science and Technology 35 (11-12), 29-34

8 Literaturverzeichnis

THOMAS, C.; GIBSON, H.; HILL, D.J. und M. MABEY (1999)

Campylobacter epidemiology: an aquatic perspective

J. Appl. Microbiol. Sympos. Suppl. 85, 168-177

THOMSON, J.S.; HODGE, D.S.; SMITH, D.E. und Y.A. YONG (1990)

Use of tri-gas incubator for routine culture of *Campylobacter* species from fecal specimens

J. Clin. Microbiol. 28, 2802-2803

UGBOMA, A.; SALIHU, M.; MAGAJI, A.; ABUBAKAR, M. und M. SAULAWA (2012)

Prevalence of *Campylobacter* Species in Sokoto River, Sokoto State, Nigeria

J.Vet. Adv. 2 (1), 55-59

URSING, J.B.; LIOR, H. und R.J. OWEN (1994)

Proposal of minimal standards for describing new species of the family Campylobacteriaceae

Int. J. Syst. Bacteriol. 44, 842-845

VANDAMME, P. und J. DE LEY (1991)

Proposal of a new family, *Campylobacteriaceae*

Int. J. Syst. Bact., 41, 451-455

VANDAMME, P.; FALSEN, E.; ROSSAU, R.; HOSTE, B.; SEGERS, P.; TYTGAT, R. und J.

DE LEY (1991)

Revision of *Campylobacter*, *Arcobacter* and *Helicobacter*: A review

Int. J. Syst. Bact., 41, 88-103

VANDAMME, P. und H. GOOSENS (1992)

Taxonomy of *Campylobacter*, *Arcobacter* and *Helicobacter*: A review

Zentralbl. Bakteriologie. 276, 44-72

VANDAMME, P. (2000)

Microbiology of *Campylobacter* infections: taxonomy of the family Campylobacteraceae

in: NACHSMKIN, I. und M.J. BLASER (Hrsg.)

Campylobacter

Washington D.C, ASM Press, 3-26

VAN DE GIESSEN, A.W.; MAZURIER, S.-I.; JACOBS-REITSMA, W.; JANSEN, W.; BERKERS, P.; RITMEESTER, W. und K. WERNARS (1992)

Study on the epidemiology and control of *Campylobacter jejuni* in poultry broiler flocks
Appl. Environ. Microbiol. 58, 1913-1917

VAN DE GIESSEN, A.W., HEUVELMANN, C.J., ABÉE, T. und W.C. HAZELEGER (1996a)

Experimental studies on the infectivity of non-culturable forms of *Campylobacter* spp. in chicks and mice

Epid. Infect. 117 (3), 463-470

VAN DE GIESSEN, A.W.; BLOEMBERG, B.P.M.; RITMEESTER, W.S. und J.J.H.C.

TILBURG (1996b)

Epidemiological study on risk factors and risk reducing measures for *campylobacter* infections in Dutch broiler flocks

Epidemiol. Infect. 117, 245-250

VAN DE GIESSEN, A.W.; TILBURG, J.J.H.C.; RITMEESTER, W.S. und J. VAN DER PLAS (1998)

Reduction of *campylobacter* infections in broiler flocks by application of hygiene measures

Epidemiol. Infect. 121, 57-66

VINCENT, R.; DUMAS, J. und N. PICARD (1947)

Septicémie grave au cours de la grossesse, due à un vibrion. Avortment consécutif

Bull. C. R. Acad. Nat. Med. 131. 90-92

VAN DOORN, L.-J.; GIESENDORF, B.A.J.; BAX, R.; VAN DER ZEIJST, B.A.M.; VANDAMME P. und W.G.V. QUINT (1997)

Molecular discrimination between *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, *Campylobacter lari* and *Campylobacter upsaliensis* by polymerase chain reaction based on a novel putative GTPase gene

Molecular and cellular probes 11 (3), 177-145

8 Literaturverzeichnis

VARELA, N.P.; FRIENDSHIP, R. und C. DEWEY (2007)

Prevalence of resistance to 11 antimicrobials among *Campylobacter coli* isolated from pigs on 80 grower-finisher farms in Ontario

Canadian Journal of Veterinary Research 71 (3), 189

WAAGE, A.S.; VARDUND, T., L und G. KAPPERUD (1999)

Detection of small numbers of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* cells in environmental water, sewage and food samples by a seminested PCR assay

Appl. Environ. Microbiol. 65, 1636-1343

WANG, W. L.L.; LUECHTENFELD, N.W.; RELLER, L.B. und M.J. BLASER (1980)

Isolation of *Campylobacter*

Brit. Med. J. 1, 57

WALDENSTROM, J.; BROMAN, T.; CARLSSON, I., HASSELQUIST, D.; ACHTERBERG, R.P. und J.A. Wagenaar (2002)

Prevalence of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter lari* und *Campylobacter coli* in different ecological guilds and taxa of migrating birds

Appl. Environ. Microbiol. 68 (12), 5911-5917

WASSENAAR T.M., FRY, B.N. LASTOVICA, A.J., WAGENAAR, J.A. COLOE, P.J. und B. DUIM (2000)

Genetic characterization of *Campylobacter jejuni* O:41 isolates in relation with Guillain-Barre syndrome

J. Clin. Microbiol. 38 (2), 874-876

WASSENAAR, T.M. und D.G. NEWELL (2000)

Genotyping of *Campylobacter* spp.

Appl. Environ. Microbiol. 66, 1-9

WEDDEKOPP, A.; GRADEL, K.O.; JORGENSEN, J.C. und M. MADSEN (2001)

Pre-harvest surveillance of *Campylobacter* and *Salmonella* in Dutch broiler flocks: a 2-year study

Int. J. Food Microbiol. 68, 53-59

WEGMÜLLER, B.; LÜTHY, J. und U. CANDRIAN (1993)

Direct polymerase chain reaction detection of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in raw milk and dairy products

Appl. Environ. Microbiol. 59, 2161-2165

WELSH, R.D. (1984)

Campylobacter jejuni abortion in a heifer

Journal of the American Veterinary Medical Association 185 (5), 549-551

WEMPE, J.M.; GENIGEORGIS, C.A.; FARVER, T.B. und H.I. YUSUFU (1983)

Prevalence of *Campylobacter jejuni* in two Californian chicken processing plants

Appl. Environ. Microbiol. 45 (2), 355-359

WEYNANTS, V.; JADOT, V., DENOEL, P.A., TIBOR, A. und J.J. LETESSON (1996)

Detection of *Yersinia enterocolitica* serogroup O:3 by a PCR method

J. Clin. Microbiol. 34, 1224-1227

WHYTE, P.; MCGILL, K.; COWLEY, D.; MADDEN, R.H.; MORAN, L.; SCATES, P. und M. CORMICAN (2004)

Occurrence of *Campylobacter* in retail foods in Ireland

Int. J. Food Microbiol. 95 (2), 111-118

WHYTE, R.; HUDSON, J.A. und C.GRAHAM (2006)

Campylobacter in chicken livers and their destruction by pan frying

Lett. Appl. Microbiol. 43 (6), 591-595

WIECZOREK, K.; SZEWCZYK, R. und J. OSEK (2012)

Prevalence, antimicrobial resistance, and molecular characterization of *Campylobacter jejuni* and *C. coli* isolated from retail raw meat in Poland

Veterinarni Medicina 57, 293-299

WILLISON, H.J. und G.M. O'HANLON (1999)

The immunopathogenesis of Miller-Fisher-Syndrome

J. Neuroimmunol. 100, 3-12

8 Literaturverzeichnis

WILSON, I.G. (1997)

Mini review; inhibition and facilitation of nucleic acid amplification

Appl. Environ. Microbiol. 63, 3741-3751

WITTWER, M.; KELLER, J.; WASSENAAR, T.M.; STEPHAN, R.; HOWALD, D. und G. REGULA (2005)

Genetic diversity and antibiotic resistance patterns in a *Campylobacter* population isolated from poultry farms in Switzerland

Appl. Environ. Microbiol. 71 (6), 2840-2847

WRIGHT, S.; CARVER, D.; SILETZKY, R.; ROMINE, S.; MORROW, W. und S. KATHARIOU (2008)

Longitudinal study of prevalence of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from turkeys and swine in close proximity

J. Food. Prot. 71 (9), 1791-1796

YUKI, N.; ODAKA, M. und K. HIRATA (2000)

Bickerstaff's brainstem encephalitis subsequent to *Campylobacter jejuni* enteritis

J. Neurol. Psychiatry 68, 680-682

ZHAO, C.; GE, B.; DE VILLENA, J.; SUDLER, R.; YEH, E.; ZHAO, S.; WHITE, D.; WAGNER, D. und J. MENG (2001)

Prevalence of *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* and *Salmonella* serovars in retail chicken, turkey, pork and beef from the greater Washington, D.C. area

Appl. Environ. Microbiol. 67 (12), 5431-5436

ZHAO, T.; GOI, E.; DOYLE, M.P., HUNG, X. und R.S. HOWELL (2003)

Reduction of *Campylobacter jejuni* on poultry by low-temperature treatment

J. Food Protect. 66 (4), 652-655

ZIMMERMANN, S.; TOU TOUNISN, K.; KNÜVER, T. und T. ALTER (2008)

Vergleich verschiedener Genotypisierungsmethoden zur Charakterisierung von *Campylobacter jejuni* – Darstellung an zwei praktischen Beispielen

Archiv für Lebensmittelhygiene 7 (1), 9-15

ZIPRIN, R.L.; DROLESKEY, R.E.; HUME, M.E. Und B. HARVEY (2003)

Failure of viable nonculturable *Campylobacter jejuni* to colonize the cecum of newly hatched Leghorn chicks

Avian Disease, 47 (3), 753-758

ZIPRIN, R.L. und R.B. HARVEY (2004)

Inability of cecal microflora to promote reversion of viable nonculturable *Campylobacter jejuni*

Avian Disease, 48 (3), 647-650

9 Anhang

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch PCR nach OYOFO
1	Hähnchen-Brustfilet in Bananen-Curry	Geflügel, gegart	negativ	negativ
2	Hühnerfrikassee	Geflügel, gegart	negativ	negativ
3	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
4	Chicken Hawaii	Geflügel, gegart	negativ	negativ
5	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
6	Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	Geflügel, roh	<i>C. jejuni</i>	<i>positiv</i>
7	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
8	Hähnchen-Schnitzel "Cordon Bleu"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
9	Truthahngrillsteaks, mariniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
10	Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	negativ	negativ

Tabelle 15: Untersuchungsergebnisse der Proben 1-10

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch PCR nach OYOFO
11	Hähnchen-Brustfilet in Bananen-Curry	Geflügel, gegart	negativ	negativ
12	Hühnerfrikassee	Geflügel, gegart	negativ	negativ
13	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
14	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
15	Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
16	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
17	Truthahn-Gyros	Geflügel, gegart	negativ	negativ
18	Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	negativ	negativ
19	Balkan Röllchen	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
20	Truthahngrillsteaks, mariniert	Geflügel, roh	negativ	negativ

Tabelle16: Untersuchungsergebnisse der Proben 11-20

9 Anhang

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch PCR nach OYOFO
21	Hähnchen-Brustfilet in Bananen-Curry	Geflügel, gegart	negativ	negativ
22	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
23	Chicken Hawaii	Geflügel, gegart	negativ	negativ
24	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
25	Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	<i>Geflügel, roh</i>	<i>C. jejuni</i>	<i>positiv</i>
26	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
27	Hähnchen-Schnitzel "Cordon Bleu"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
28	Truthahn-Gyros	Geflügel, gegart	negativ	negativ
29	Truthahngrillsteaks	Geflügel, roh	negativ	negativ
30	Schweineschnitzel "Wiener Art"	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ

Tabelle 17: Untersuchungsergebnisse der Proben 21-30

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
31	Putenleber in Apfel-Zwiebel-Soße	Geflügel, gegart	negativ	negativ
32	Hühnerfrikassee	Geflügel, gegart	negativ	negativ
33	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
34	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
35	Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	Geflügel, roh	<i>C. jejuni</i>	<i>positiv</i>
36	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
37	Truthahn-Gyros	Geflügel, gegart	negativ	negativ
38	Truthahngrillsteaks	Geflügel, roh	negativ	negativ
39	Rinderroulade "Hausfrauen Art"	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
40	Chicken Hawai	Geflügel, gegart	negativ	negativ

Tabelle 18: Untersuchungsergebnisse der Proben 31-40

9 Anhang

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produkt- gruppe	Untersu- chungser- gebnis kulturell ISO 10272	Untersu- chungser- gebnis molekular- biologisch nach OYOFO
41	Putenleber in Apfel-Zwiebel-Soße	Geflügel, gegart	negativ	negativ
42	Gokkelchen	Geflügel, gegart	negativ	negativ
43	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
44	Zwiebelkrüstchen	Geflügel, gegart	negativ	negativ
45	Chicken Chips	Geflügel, gegart	negativ	negativ
46	Truthahn-Chips	Geflügel, gegart	negativ	negativ
47	Truthahn-Involtini	Geflügel, gegart	negativ	negativ
48	Putenroulade "Badische Art"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
49	Hähnchen in Blätterteig	Geflügel, gegart	negativ	negativ
50	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ

Tabelle 19: Untersuchungsergebnisse der Proben 41-50

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOF0
51	Putenleber in Apfel-Zwiebel-Soße	Geflügel, gegart	negativ	negativ
52	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
53	Gokkelchen	Geflügel, gegart	negativ	negativ
54	Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
55	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
56	Chicken Chips	Geflügel, gegart	negativ	negativ
57	Truthahngrillsteaks	Geflügel, roh	negativ	negativ
58	Truthahn-Involtini	Geflügel, gegart	negativ	negativ
59	Putenroulade "Badische Art"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
60	Hirschmedaillons	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ

Tabelle 20: Untersuchungsergebnisse der Proben 51-60

9 Anhang

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
61	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
62	Gokkelchen	Geflügel, gegart	negativ	negativ
63	Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	Geflügel, roh	<i>C. jejuni</i>	<i>positiv</i>
64	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
65	Zwiebelkrüstchen	Geflügel, gegart	negativ	negativ
66	Chicken Chips	Geflügel, gegart	negativ	negativ
67	Truthahngrillsteaks	Geflügel, roh	negativ	negativ
68	Truthahn-Involtini	Geflügel, gegart	negativ	negativ
69	Putenroulade "Badische Art"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
70	Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	negativ	negativ

Tabelle 21: Untersuchungsergebnisse der Proben 61-70

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
71	Chop Suey Ente	Geflügel, gegart	negativ	negativ
72	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
73	Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	Geflügel, roh	C. jejuni	positiv
74	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
75	Hähnchen frites	Geflügel, gegart	negativ	negativ
76	Zwiebelkrüstchen	Geflügel, gegart	negativ	negativ
77	Truthahngrillsteaks	Geflügel, roh	negativ	negativ
78	Truthahn-Chips	Geflügel, gegart	negativ	negativ
79	Hähnchen im Blätterteig	Geflügel, gegart	negativ	negativ
80	Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	negativ	negativ

Tabelle 22: Untersuchungsergebnisse der Proben 71-80

9 Anhang

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
81	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
82	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
83	Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	Geflügel, roh	<i>C. jejuni</i>	<i>positiv</i>
84	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
85	Hähnchen frites	Geflügel, gegart	negativ	negativ
86	Truthahngrillsteaks	Geflügel, roh	negativ	negativ
87	Truthahn-Chips	Geflügel, gegart	negativ	negativ
88	Hähnchen im Blätterteig	Geflügel, gegart	negativ	negativ
89	Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	<i>C. coli</i>	<i>positiv</i>
90	Hackröllchen "Griechische Art"	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ

Tabelle 23: Untersuchungsergebnisse der Proben 81-90

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
91	Chop Suey Ente	Geflügel, gegart	negativ	negativ
92	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
93	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
94	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
95	Hähnchen frites	Geflügel, gegart	negativ	negativ
96	Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	<i>C. coli</i>	<i>positiv</i>
97	Putengeschnetzeltes in Champignonrahmsoße	Geflügel, gegart	negativ	negativ
98	Hähnchenschnitzel "Madagaskar"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
99	Putenkeulengulasch in Rotweinssoße	Geflügel, gegart	negativ	negativ
100	Hähnchen Cordon bleu	Geflügel, gegart	negativ	negativ

Tabelle 24: Untersuchungsergebnisse der Proben 91-100

9 Anhang

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
101	Schweinebraten in Zwiebelsoße	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
102	Züricher Geschnetzeltes	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
103	Schaschlikopf	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
104	Chinesische Knusperente	Geflügel, gegart	negativ	negativ
105	Asiatisches Knusperhähnchen	Geflügel, gegart	negativ	negativ
106	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
107	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
108	Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	negativ	negativ
109	Hähnchenkeule „Königin Art“	Geflügel, gegart	negativ	negativ
110	Putengeschnetzeltes in Champignonrahmsoße	Geflügel, gegart	negativ	negativ

Tabelle 25: Untersuchungsergebnisse der Proben 101-110

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
111	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
112	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
113	Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	Geflügel, roh	C. jejuni	positiv
114	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
115	Truthahngrillsteaks	Geflügel, roh	negativ	negativ
116	Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	negativ	negativ
117	Hähnchenschnitzel "Madagaskar"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
118	Putenkeulengulasch in Rotweinsoße	Geflügel, gegart	negativ	negativ
119	Putengeschnetzeltes "Provencale"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
120	Hähnchen Cordon bleu	Geflügel, gegart	negativ	negativ

Tabelle 26: Untersuchungsergebnisse der Proben 111-120

9 Anhang

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
121	Asiatisches Knusperhähnchen	Geflügel, gegart	negativ	negativ
122	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
123	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
124	Hähnchen-Brustfilet, unpaniert	Geflügel, roh	C. jejuni	positiv
125	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
126	Truthahngrillsteaks	Geflügel, roh	negativ	negativ
127	Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	negativ	negativ
128	Hähnchenkeule "Königin Art"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
129	Putengeschnetzeltes "Provencale"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
130	Hähnchenfilettopf "Gärtnerin"	Geflügel, gegart	negativ	negativ

Tabelle 27: Untersuchungsergebnisse der Proben 121-130

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
131	Rinderroulade	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
132	Wildschweinbraten in böhmischer Soße	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
133	Geschnetzeltes Schweinefilet	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
134	Chinesische Knusperente	Geflügel, gegart	negativ	negativ
135	Asiatisches Knusperhähnchen	Geflügel, gegart	negativ	negativ
136	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
137	Hähnchen-Brustfilet, paniert	Geflügel, roh	negativ	negativ
138	Truthahngrillsteaks	Geflügel, roh	negativ	negativ
139	Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügel, roh	C. coli	positiv
140	Hähnchenfilettopf "Gärtnerin"	Geflügel, gegart	negativ	negativ

Tabelle 28: Untersuchungsergebnisse der Proben 131-140

9 Anhang

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
141	Königsberger Klopse	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
142	Hasengeschnetzeltes in Wild- cremesoße	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
143	Hirschbraten in Rahmsauce	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
144	Rehgeschnetzeltes	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
145	Chinesische Knusperente	Geflügel, gegart	negativ	negativ
146	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
147	Schweinshaxe gegrillt	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
148	Frikadelle	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
149	Sauerbraten	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
150	Tafelspitz	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ

Tabelle 29: Untersuchungsergebnisse der Proben 141-150

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
151	Truthahn-Schnitzel, natur	Geflügel, roh	negativ	negativ
152	Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügel, roh	negativ	negativ
153	Fleischspieße, mariniert	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
154	Partyfrikadelle	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
155	Partyschnitzel	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
156	Formfleisch-Schweineschnitzel	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
157	"Cordon bleu" vom Schwein	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
158	Schweinefilet-Medaillons	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
159	Lammrücken-Medaillons	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
160	Spare Ribs mit Barbecuesoße	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ

Tabelle 30: Untersuchungsergebnisse der Proben 151-160

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
161	Chop Suey Ente	Geflügel, gegart	negativ	negativ
162	Schweineschnitzel "Wiener Art"	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
163	Rindersaftgulasch	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
164	Schweinrollbraten in Bratensoße	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
165	Hackbraten in Pfefferrahmsoße	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
166	Schweinehaxenfleisch "Bavaria"	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
167	Gefülltes Schweinelendchen in Pilzrahmsoße	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
168	Rahmgemüse "Gärtnerin"	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
169	Rinderbraten "Klassische Art"	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
170	Zigeunerschnitzel	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ

Tabelle 31: Untersuchungsergebnisse der Proben 161-170

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
171	Tomatensuppe "Toskana"	Restsortiment	negativ	negativ
172	Fleischklößchen	Restsortiment	negativ	negativ
173	Forellen	Restsortiment	negativ	negativ
174	Alaska Seelachs	Restsortiment	negativ	negativ
175	Limanda	Restsortiment	negativ	negativ
176	Scholle natur	Restsortiment	negativ	negativ
177	Scampi	Restsortiment	negativ	negativ
178	Luxuskrabben extra groß	Restsortiment	negativ	negativ
179	Semmelknödel	Restsortiment	negativ	negativ
180	Markklößchen	Restsortiment	negativ	negativ

Tabelle 32: Untersuchungsergebnisse der Proben 171-180

9 Anhang

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
181	Lothringer Speckkuchen	Restsortiment	negativ	negativ
182	Bruschetta Spinat/Frischkäse	Restsortiment	negativ	negativ
183	Bruschetta Schinken/Käse	Restsortiment	negativ	negativ
184	Bruschetta Tomate/Mozarella	Restsortiment	negativ	negativ
185	Salami-Baguette	Restsortiment	negativ	negativ
186	Paella	Restsortiment	negativ	negativ
187	Great American Pizza "Salami-Peperoni"	Restsortiment	negativ	negativ
188	Pizza Italia Bellissima "Salami Speciale"	Restsortiment	negativ	negativ
189	Wan Tan	Restsortiment	negativ	negativ
190	Cevapcici "Budapest"	Restsortiment	negativ	negativ

Tabelle 33: Untersuchungsergebnisse der Proben 181-190

Proben – Nr.	Produktbezeichnung	Produktgruppe	Untersuchungsergebnis kulturell ISO 10272	Untersuchungsergebnis molekularbiologisch nach OYOFO
191	Truthahngrillsteaks	Geflügel, roh	negativ	negativ
192	Hähnchen-Schnitzel "Cordon bleu"	Geflügel, gegart	negativ	negativ
193	Putenrollbraten	Geflügel, gegart	negativ	negativ
194	Chop-Suey Ente	Geflügel, gegart	negativ	negativ
195	Asiatisches Knusperhähnchen	Geflügel, gegart	negativ	negativ
196	Chinesische Knusperente	Geflügel, gegart	negativ	negativ
197	Kasseler auf Weinsauerkraut	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
198	Rehgeschnetzeltes in Preiselbeersauce	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
199	Sauerbraten "Delicatess"	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ
200	Rinderroulade "Hausfrauen Art"	Sonstiges Fleisch und Fleischprodukte	negativ	negativ

Tabelle 34: Untersuchungsergebnisse der Proben 191-200

GESAMTPRODUKTSORTIMENT	
Artikelbezeichnung	Produktkategorie
Hähnchen-Brustfilet, gewürzt	Geflügelfleisch, roh
Hähnchen-Brustfilets	Geflügelfleisch, roh
Hähnchen-Brustfilets, paniert	Geflügelfleisch, roh
Truthahn-Grillsteaks, mariniert	Geflügelfleisch, roh
Truthahn-Schnitzel	Geflügelfleisch, roh
Ganze Schenkel vom Hähnchen	Geflügelfleisch, roh
Putenleber in Apfelzwiebelsoße	Geflügel, gegart
Hähnchen-Brustfilets in Bananen-Curry	Geflügel, gegart
Hühnerfrikassee	Geflügel, gegart
Chicken Hawaii	Geflügel, gegart
Hähnchen-Schnitzel „Cordon bleu“	Geflügel, gegart
Truthahn-Gyros, gebraten	Geflügel, gegart
Gokkelchen	Geflügel, gegart
Chicken Chips	Geflügel, gegart
Involtini	Geflügel, gegart
Zwiebelkrüstchen	Geflügel, gegart
Putenroulade Badische Art	Geflügel, gegart
Hähnchenfilet in Blätterteig	Geflügel, gegart
Putenroulade in Sauce Hollandaise	Geflügel, gegart
Truthahn-Chips	Geflügel, gegart
Hähnchen frites	Geflügel, gegart
Putenrollbraten	Geflügel, gegart
Hähnchen Cordon bleu	Geflügel, gegart
Putengeschnetzeltes in Champignonrahmso- ße	Geflügel, gegart
Hähnchenschnitzel „Madagaskar“	Geflügel, gegart
Putenkeulengulasch in Rotweinsauce	Geflügel, gegart
Putengeschnetzeltes „Provencale“	Geflügel, gegart
Hähnchenfilettopf „Gärtnerin“	Geflügel, gegart
Hähnchenkeule „Königin Art“	Geflügel, gegart
Chop Suey Ente	Geflügel, gegart
Asiatisches Knusperhähnchen	Geflügel, gegart
Chinesische Knusperente	Geflügel, gegart
Schweinebraten in Zwiebelsoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Züricher Geschnetzeltes	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Schaschliktopf	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Rinderroulade in Bratensoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen

Wildschweinbraten	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Geschnetzeltes Schweinefilet in Morchelrahm	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Sauerbraten in Soße	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Tafelspitz	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Königsberger Klopse in Kapernsoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Jägerklößchen in Champignonsoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Hasengeschnetzeltes in Wildcremesoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Hirschbraten in Rahmsoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Hirschgulasch in Wildsoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Hirschmedaillons	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Rehgeschnetzeltes in Preiselbeerssoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Fleischspieße, mariniert	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Schweinschaxe, gegrillt	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Hackröllchen griechische Art	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Frikadellen	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Partyfrikadellen	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Balkanröllchen (Cevapcici), vorgebraten	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Partyschnitzel „Wiener Art“	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Formfleisch-Schweineschnitzel, paniert	Fleisch- und Fleischzubereitungen
„Cordon bleu“ vom Schwein	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Kohlrouladen	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Schweinefleisch-Medaillons, mariniert	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Bayerischer Leberkäs'	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Original Münchener Weißwurst	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Rostbratwürstl	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Mini-Krakauer	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Wiener Würstchen	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Thüringer Rostbratwurst	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Bratwurstschnecke	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Lammrücken-Medaillons, mariniert	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Spare Ribs, gebacken	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Hackbraten in Pfefferrahmsoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Sauerbraten „Delicatess“	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Schweinrollbraten in Bratensoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Schweinehaxenfleisch „Bavaria“	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Kasseler auf Weinsauerkraut	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Rindergulasch „Klassische Art“	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Rinderroulade „Hausfrauen Art“	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Gefüllte Schweinelendchen in Pilzrahmsoße	Fleisch- und Fleischzubereitungen

9 Anhang

Chili con carne	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Schweinegeschnetzeltes „Waidmanns Art“	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Cevapcici „Budapest“	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Zigeunerschnitzel	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Schweineschnitzel „Wiener Art“	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Rindersaftgulasch	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Rinderbraten „Klassische Art“	Fleisch- und Fleischzubereitungen
Hefeklöße	Bei- und Einlagen
Fleischklößchen	Bei- und Einlagen
Original schwäbische Eierspätzle	Bei- und Einlagen
Semmelknödel	Bei- und Einlagen
Maultaschen	Bei- und Einlagen
Markklößchen (Suppenbällchen)	Bei- und Einlagen
Eierstich	Bei- und Einlagen
Erbsensuppen-Eintopf	Suppen und Eintöpfe
Tomatensuppe „Toskana“	Suppen und Eintöpfe
Bihunsuppe	Suppen und Eintöpfe
Hühnersuppentopf	Suppen und Eintöpfe
Käse-Lauchsuppe	Suppen und Eintöpfe
Broccoli-Creme-Suppe	Suppen und Eintöpfe
Lachsfilet in Gurkenrahmsoße	Fisch
Gefülltes Fischfilet „Norderney“	Fisch
Forellen	Fisch
Seelachsfilet	Fisch
Fischfilet in Kräuter-Rahmsoße	Fisch
Knusper-Kräuterfisch	Fisch
Alaska-Seelachsfilet, naturbelassen	Fisch
Fischfilet „Finkenwerde Art“	Fisch
Limanda	Fisch
Rotbarschfilet, naturbelassen	Fisch
Fischfilet, Crossada	Fisch
Kabeljaufilet, naturbelassen	Fisch
Rotbarschfilet, paniert	Fisch
Lachsfilet in Rahmsoße	Fisch
Schlemmerfilet „Gourmet“	Fisch
Fischletten	Fisch
Backfisch	Fisch
Schlemmerfilet „Brokkoli“	Fisch
Schollenfilet, paniert	Fisch

Schollenfilet, naturbelassen	Fisch
Schlemmerfilet „Italiano“	Fisch
Fisch Chips	Fisch
Fischfilet Müllerin	Fisch
Garnelen-Spargel-Ragout	Fisch
Käpt'n Blaubär Fischstäbchen	Fisch
Königsgarnelen	Fisch
Scampi (Riesengarnelen)	Fisch
Luxuskrabben	Fisch
Lachsfilet	Fisch
Lachsfilet in Blätterteig	Fisch
Backteig-Tintenfischringe	Fisch
Garnelen in Kräutersoße	Fisch
Salami-Baguette	Baguettes
Hawai-Baguette	BaguettesFisch
Sortiment Baguettes	Baguettes
Knoblauch-Baguette	Baguettes
Würstl Snack	Snacks
Pizzerettis	Snacks
Pitaki	Snacks
Lothringer Speckkuchen	Snacks
Bruschetta	Snacks
Camenbert, paniert	Snacks
Elsässer Flammkuchen	Snacks
Cheeseburger	Snacks
Piadina	Snacks
Käse-Schinken-Croissant	Snacks
Broccoli-Nudelauf	Fertige Gerichte
Tagliatelle mit Lachs	Fertige Gerichte
Käsespätzle	Fertige Gerichte
Hack-Wirsing-Auflauf	Fertige Gerichte
Lachs-Lasagne	Fertige Gerichte
Tortellini in Sahnesoße	Fertige Gerichte
Lasagne „Bolognese“	Fertige Gerichte
Pfannengericht Rustikal	Fertige Gerichte
Paella	Fertige Gerichte
Rahmgemüse „Gärtnerin“	Fertige Gerichte
Fischpfanne „Mediterranea“	Fertige Gerichte
Louisiana Pfanne	Fertige Gerichte

9 Anhang

Schwäbischer Auflauf	Fertige Gerichte
Maccaroni	Fertige Gerichte
Nudelpfanne „Milano“	Fertige Gerichte
Ungarische Gulasch-Nudelpfanne	Fertige Gerichte
Hähnchen-Pfanne	Fertige Gerichte
Frieische Fischpfanne	Fertige Gerichte
Maultaschen Gemüsepfanne	Fertige Gerichte
Gyros-Reispfanne	Fertige Gerichte
Westfälisches Grünkohlgericht	Fertige Gerichte
Penne „Rialto“	Fertige Gerichte
Chinesisches Scheinfleisch süß/sauer	Asiatische Köstlichkeiten
Schweinefleisch Szechuan	Asiatische Köstlichkeiten
Nasi Goreng	Asiatische Köstlichkeiten
Frühlingsrollen	Asiatische Köstlichkeiten
Wan Tan	Asiatische Köstlichkeiten
Bami Goreng	Asiatische Köstlichkeiten
Mini-Loempias	Asiatische Köstlichkeiten
Great Salami Peperoni Pizza	Pizza
Great Hawaii	Pizza
Great Supreme	Pizza
Trattoria Mini „Salami“	Pizza
Trattoria Mini „Mozzarella“	Pizza
Trattoria „Speciale“	Pizza
Trattoria „Champignon“	Pizza
Trattoria „Salami“	Pizza
Pizza Bellissima „Speciale“	Pizza
Pizza Bellissima „Spinaci“	Pizza
Pizza Bellissima „Tonno“	Pizza
Pizza Bellissima „Prosciutto“	Pizza
Original italienisches Tiramisu	Süßspeisen
Heidelbeer-Pfannkuchen	Süßspeisen
Knusper Apfelküchle	Süßspeisen
Premium Käse-Sahnetorte	Torten
Herrentorte „Regent“	Torten
Waldheidelbeertorte „Juliane“	Torten
Edle Sahnetortenplatte	Torten
Multivitamintorte	Torten
Eierlikörtorte	Torten
Crème-Rolle nach Frankfurter Art	Torten

Käpt'n Blaubär Torte	Torten
Pumuckl-Torte	Torten
Schwarzwälder Kirsch-Schnitten	Torten
Rifrutta	Torten
Donauwelle	Torten
Florida-Schnitten	Torten
Jalinerer-Windbeutelorte	Torten
La Fraisia Erdbeer-Joghurt-Torte	Torten
Obstsortenvielfalt	Kuchen
Truflor	Kuchen
Apfelkuchen Florentiner Art	Kuchen
Obstquartett mit Streuseln	Kuchen
Schwäbische Apfel-Schnitten	Kuchen
Feiner Rahmkäsekuchen	Kuchen
Diät Leckerstückchen	Diabetiker-Produkte
Diät Sahnetorte	Diabetiker-Produkte
Diät Mini-Fruchtwindbeutel	Diabetiker-Produkte
Mandel-Bienenstich	Kuchen
Original Tiroler Apfelstrudelstücke	Kuchen
Meraner Apfelkuchen	Kuchen
Oma's Mohnkuchen	Kuchen
Original schwedische Mandeltorte	Kuchen
Biskuitrolle Zitronen-Sahne	Kuchen
Heiße Apfeltaschen	Kuchen
Crème Berliner	Kuchen
Mini-Sahnewindbeutel	Kuchen
Mini-Eclairs	Kuchen
Oma's Kisch-Schnitten	Kuchen
Original französische Buttercroissants	Kuchen
Kaffeehaus Zauber	Kuchen
Herzstücke	Kuchen
Mini-Kaffeestücke	Kuchen
Brotvielfalt	Wie vom Bäcker
Blätterteig	Wie vom Bäcker
Original französische Baguettebrötchen	Wie vom Bäcker
Original französische Mini Ciabatta	Wie vom Bäcker
Laugenbrezeln	Wie vom Bäcker
Eisträumereien	Eis

Tabelle 35: Gesamtproduktsortiment

10 Publikationsliste

Ergebnisse dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

BRECHTEL, C.; KLEER, J. und HILDEBRANDT, G. (2002)

Zur Qualitätskontrolle des Sortiments eines Tiefkühlkostvertriebs hinsichtlich der *Campylobacter*-Kontamination (Poster)

43. Arbeitstagung des Arbeitsgebiets Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Patenkirchen, 24.-27. September 2002, Tagungsband, 784-786

Danksagung

Zunächst bedanke ich mich ganz besonders bei Herrn Prof. Dr. Goetz Hildebrandt für die Überlassung des Themas, die fachliche Unterstützung und sein Verständnis für die zeitlichen Verzögerungen bei der Erstellung dieser Arbeit.

Beim Kooperationspartner bedanke ich mich ganz herzlich für die Überlassung des Probenmaterials und die perfekte Organisation bei der Zulieferung.

Weiterhin gilt mein besonderer Dank Dr. Josef Kleer für die allzeit gewährte fachliche Unterstützung bei labortechnischen Fragestellungen.

Bedanken möchte ich mich auch bei Dr. Carsten Opfer für die Einarbeitungen in die molekularbiologischen Techniken. Für die Einarbeitung ins Routinelabor und das Wecken meiner Begeisterung für die Methoden der Mikrobiologie bedanke ich mich ganz herzlich bei Brigitte Müller, Marianne Döhnert, Bettina Valder und Christel Galla. Mein Dank gilt ebenso Christine Zilk für die geduldige Unterstützung und Einarbeitung in die Nährbodenherstellung. Die Durchführung der Laboruntersuchungen hat mir in dem angenehmen Arbeitsklima stets viel Freude gemacht.

Angela Stubbe danke ich für die netten Stunden während unserer gemeinsamen Zeit am Institut, ihr Gästezimmer, das mir während der Arbeit an diesem Projekt immer zur Verfügung stand und die Erkenntnis, dass wahre Freundschaft Zeit und räumliche Distanz überdauert.

Meiner Freundin Marion Bohlen, die mich während der Erstellung der vorliegenden Arbeit immer unterstützt und an mich geglaubt hat, gilt ebenfalls mein ganz besonderer Dank.

Entscheiden für die Durchführung dieses Projekts war die Unterstützung meines Mannes und meiner Söhne, denen meinen größter Dank gilt. Ihre Bereitschaft meine Launen zu ertragen und auf viel gemeinsame Zeit zu verzichten hat die Durchführung und Fertigstellung dieser Arbeit erst möglich gemacht.

Erklärung

Hiermit bestätige ich , dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Verwendung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Hilfsmittel und Quellen verwendet. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut wurde als solches kenntlich gemacht.

Friesoythe, den 13.02.2015

Christine Brechtel