

Aus dem Institut für Veterinär-Epidemiologie und Biometrie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Verbraucherwahrnehmung von Zoonoseerregern im Fleisch
und des Einflusses verschiedener Aspekte der
Fleischproduktion auf die Sicherheit und Qualität von
Geflügelfleisch**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades einer
Doktorin der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Karoline Apollonia Henke
Tierärztin aus Hamburg

Berlin 2021
Journal-Nr.: 4303

**Aus dem Institut für Veterinär-Epidemiologie und Biometrie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin**

**Verbraucherwahrnehmung von Zoonoseerregern im Fleisch und des Einflusses
verschiedener Aspekte der Fleischproduktion auf die Sicherheit und Qualität von
Geflügelfleisch**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades einer
Doktorin der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin**

**vorgelegt von
Karoline Apollonia Henke**

**Tierärztin
aus Hamburg**

Berlin 2021

Journal-Nr.: 4303

**Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin**

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Uwe Rösler
Erster Gutachter:	PD Dr. Roswitha Merle
Zweiter Gutachter:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Alter
Dritter Gutachter:	PD Dr. Felix Reich

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus): poultry meat, salmonella, campylobacter, toxoplasma, zoonoses, meat hygiene, consumer survey, awareness, food chain, food safety, food quality, public health, germany

Tag der Promotion: 23.07.2021

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
Definitionen	V
1. Einleitung.....	1
2. Literaturübersicht.....	3
2.1 Rechtlicher Hintergrund der Lebensmittelsicherheit und Qualität in Deutschland	3
2.2 Lebensmittelsicherheit	4
2.2.1 Zoonoseerreger.....	4
2.2.2 Verbraucherwahrnehmung in Deutschland.....	4
2.3 Lebensmittelqualität	5
2.3.1 Qualitätsfaktoren	5
2.3.2 Verbraucherwahrnehmung in Deutschland.....	6
2.4 Aspekte der Geflügelfleischproduktion	7
2.4.1 Einfluss verschiedener Aspekte der Fleischproduktion auf die Sicherheit.....	8
2.4.1.1 Geflügelmastbetrieb.....	8
2.4.1.2 Tiertransport und Schlachtung.....	10
2.4.1.3 Einzelhandel.....	11
2.4.1.4 Koch oder Zubereiter des Fleisches	12
2.4.2 Einfluss verschiedener Aspekte der Fleischproduktion auf die Qualität	13
2.4.2.1 Geflügelmastbetrieb.....	13
2.4.2.2 Tiertransport und Schlachtung.....	14
2.4.2.3 Einzelhandel.....	15
2.4.2.4 Koch oder Zubereiter des Fleisches	15
2.5 Ausgewählte spezifische Aspekte der Fleischproduktion	16
2.5.1 Biohaltung im Vergleich zur konventionellen Tierhaltung.....	16
2.5.2 Einhaltung der Kühlkette	16
2.5.3 Handhabung und Zubereitung in der Küche	16
2.5.4 Bestrahlung von Fleisch mit ionisierenden Strahlen	17
2.5.5 Verpackung von Fleisch unter Schutzatmosphäre.....	17

3. Comparison of consumer knowledge about <i>Campylobacter</i>, <i>Salmonella</i> and <i>Toxoplasma</i> and their transmissibility via meat: Results of a consumer study in Germany.....	19
4. From stable to table: Determination of German consumer perceptions of the role of multiple aspects of poultry production on meat quality and safety	37
5. Diskussion.....	49
6. Zusammenfassung.....	55
Literaturverzeichnis	59
Anhang.....	88
Fragebogen.....	88
Publikationsverzeichnis.....	93
Danksagung.....	94
Finanzierungsquellen.....	95
Interessenskonflikte.....	96
Selbstständigkeitserklärung.....	97

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel einer möglichen Fragestellung nach AHP-Verfahren.....47

Abkürzungsverzeichnis

C.: *Campylobacter*

CP: Campylobacterprävalenz(en)

EU: Europäische Union

MAP: Modified Atmosphere Packaging

Mio.: Millionen

S.: *Salmonella*

T.: *Toxoplasma*

u.a.: unter anderem

z.B.: zum Beispiel

z.T.: zum Teil

Definitionen

Aspekte der Fleischproduktion	Geflügelmastbetrieb, Tiertransport, Schlachtung, Einzelhandel, Koch oder Zubereiter des Fleisches im Privathaushalt oder in der Gastronomie
Sicherheit von Fleisch	Übertragung bzw. Verbreitung von Krankheitserregern wie <i>Campylobacter</i> und/oder <i>Salmonella</i>
Spezielle Aspekte der Fleischproduktion	Biohaltung im Vergleich zur konventionelle Tierhaltung, Kühlkette, Handhabung und Zubereitung in der Küche, Bestrahlung mit ionisierenden Strahlen und Verpackung unter Schutzatmosphäre
Qualität von Fleisch	Geschmack und Mundgefühl (Saftigkeit und Zartheit)
Verbraucher in Deutschland	alle Geschlechter > 16 Jahre

1. Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten ist der Verzehr von Geflügelfleisch in Deutschland konstant, auf mittlerweile 13,8 kg pro Kopf im Jahr 2019, angestiegen (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2020a). Im Jahr 2017 sind 60 % der lebensmittelbedingten Ausbrüche mit hoher Evidenz mit Lebensmitteln tierischen Ursprungs in Verbindung gebracht worden. Die Lebensmittelgruppe „Fleisch und Fleischerzeugnisse“ war die am häufigsten Betroffene (European Food Safety Authority 2018). Krankheitserreger wie *Campylobacter* spp., *Salmonella enterica* und *Toxoplasma gondii* können über Lebensmittel übertragen werden (Robert Koch-Institut 2015). Mit 61.526 bestätigten Fällen im Jahr 2019 war die durch *Campylobacter* verursachte Enteritis die häufigste in Deutschland meldepflichtige bakterielle Durchfallerkrankung und wird häufig über Geflügelfleisch übertragen (Robert Koch-Institut 2020). Im Vergleich dazu sind die 13.693 bestätigten Fälle von Salmonellose gering. Dennoch ist sie, nach der *Campylobacter*-Enteritis, die zweithäufigste meldepflichtige bakterielle Magen-Darm-Erkrankung (Robert Koch-Institut 2020).

Eine Kontamination mit Zoonoseerregern kann auf allen Stufen der Lebensmittelkette von der Primärproduktion bis zum Verzehr auftreten (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2019). Die Bekämpfung lebensmittelbedingter Krankheiten ist eine gemeinsame Verantwortung aller Beteiligten entlang der Lebensmittelkette vom "Stall bis auf den Tisch" (Primärproduktion bis zum Verzehr durch den Verbraucher) (World Health Organization 2015b).

Das Ziel dieser Dissertation war in einer für Deutschland repräsentativen Verbraucherbefragung zu untersuchen, welche Bedeutung Verbraucher den einzelnen Aspekten der Fleischproduktion bezüglich der Sicherheit und Qualität von Geflügelfleisch beimessen, und wie der Kenntnisstand der Verbraucher in Deutschland zu ausgewählten Zoonoseerregern im Fleisch ist. Um ein konkretes Ergebnis zu erhalten und das vorhandene Verständnis von Sicherheit und Qualität zu konkretisieren, wurden die Teilnehmer der Studie an Hand von Beispielen nach ihrer Einschätzung zu ausgewählten Sicherheits- und Qualitätskriterien befragt. Es wurde untersucht, welche Aspekte der Fleischproduktion in der Verbraucherwahrnehmung für die Einhaltung dieser Kriterien verantwortlich sind. Im Fokus der Studie, bezüglich des Kenntnisstandes zu ausgewählten Krankheitserregern, standen Zoonoseerreger wie *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. und *Toxoplasma gondii*, die indirekt über Fleisch auf den Menschen übertragen werden können. Basierend auf den Ergebnissen wurde untersucht, ob die Einschätzung der Verbraucher mit wissenschaftlichen Erkenntnissen übereinstimmt. Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, zu welchen Themen Verbraucher in Deutschland genauer informiert werden müssen. Dies ist unabdingbar, um

Informationskampagnen besser ausrichten zu können und die öffentliche Gesundheit zu verbessern.

2. Literaturübersicht

2.1 Rechtlicher Hintergrund der Lebensmittelsicherheit und Qualität in Deutschland

Die allgemeinen Grundsätze des Lebensmittelrechtes sind durch die Europäische Union (2002) festgelegt. Die Verordnung (EG) Nr. 178/2002 regelt, dass Lebensmittel, die nicht sicher sind, nicht in den Verkehr gebracht werden dürfen. Durch das EU-Konzept „Vom Hof auf den Tisch“ wurde im April 2004 zudem ein neuer Rechtsrahmen beschlossen, der als sogenanntes Hygienepaket bekannt ist. Hierunter fallen die Verordnungen (EG) Nr. 852/2004, (EG) Nr. 853/2004 und (EG) Nr. 854/2004. Die in der Verordnung (EG) Nr. 852/2004 allgemein enthaltenen Lebensmittelhygienevorschriften stehen unter der besonderen Berücksichtigung einiger Grundsätze, u.a. dass die Sicherheit der Lebensmittel auf allen Stufen der Lebensmittelkette gewährleistet sein muss und die Hauptverantwortung hierfür beim Lebensmittelunternehmer liegt. Demnach gilt die Verordnung für alle Produktions-, Verarbeitungs-, und Vertriebsstufen, nicht jedoch für diejenigen, die Lebensmittel nur für den privaten Verbrauch produzieren, verarbeiten, handhaben und lagern, wie z.B. Verbraucher (Europäische Union 2004a). Ziel ist es, ein hohes Maß an Lebensmittelsicherheit und Gesundheitsschutz zu gewährleisten. Im Anhang III der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 sind zudem beispielsweise besondere Anforderungen für die Schlachthöfe und Zerlegungsbetriebe festgelegt, zu denen u.a. Maßnahmen zur Vermeidung einer Kontamination des Fleisches zählen. Des Weiteren sind hierin Anforderungen betreffend der Schlachthygiene, der Lagerung und der Beförderung von Fleisch festgelegt (Europäische Union 2004b). Zusätzlich sind, hinsichtlich der Sicherheit von Fleisch, Vorschriften über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel erlassen worden, die in der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 festgelegt sind. In dieser heißt es, dass mikrobiologische Gefahren eine Hauptquelle lebensmittelbedingter Krankheiten beim Menschen sind, Lebensmittel aber keine Mikroorganismen in Mengen enthalten sollen, die ein für die menschliche Gesundheit unannehmbares Risiko darstellen (Europäische Union 2005b). Um dieses sicherzustellen, gibt es sowohl zahlreiche Vorschriften wie z.B. Probenentnahmepläne und Maßnahmen, die ergriffen werden müssen, wenn Untersuchungen zu unbefriedigenden Ergebnissen geführt haben, als auch Kennzeichnungsvorschriften. Zur Überwachung von Zoonosen und Zoonoseerregern und der epidemiologischen Untersuchung von lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen dient die Richtlinie 2003/99/EG der Europäischen Union (2003). Diese soll u.a. gewährleisten, dass Daten gesammelt werden, um Aufschluss über die Entwicklungstendenzen und Quellen von Zoonosen zu erhalten. Bei direktem oder indirektem Nachweis von Zoonoseerregern beim Menschen, wie *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes* oder *Yersinia enterocolitica* ist zudem eine Meldepflicht im § 7 Absatz 1 Infektionsschutzgesetz verankert,

um übertragbaren Krankheiten vorzubeugen, Infektionen frühzeitig zu erkennen und deren Weiterverbreitung zu verhindern.

2.2 Lebensmittelsicherheit

2.2.1 Zoonoseerreger

Zoonosen sind Infektionen oder Krankheiten, die direkt oder indirekt zwischen Tier und Mensch übertragen werden können (European Food Safety Authority 2014). Zu den Zoonoseerregern zählen Viren, Bakterien, Pilze, Protozoen und Parasiten sowie andere biologische Einheiten wie z.B. Prionen (Alpers et al. 2004; Europäische Union 2003). Meldepflichtige Zoonoseerreger, die über Lebensmittel übertragen werden können, sind u.a. *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Brucella* spp., *Clostridium botulinum*, *Cryptosporidium* spp., *Listeria monocytogenes*, *Norovirus*, *Trichinella spiralis* und *Giardia lamblia* (Robert Koch-Institut 2015).

Campylobacter sind gram negative, spiral- oder S-förmige stäbchenförmige Bakterien (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2019). Beim Geflügel wird in verschiedenen Studien am häufigsten *Campylobacter jejuni* nachgewiesen (Nather et al. 2009; European Food Safety Authority 2007). *C. jejuni* und *C. coli* sind die wichtigsten humanpathogenen Spezies (Robert Koch-Institut 2018). Die Erreger finden sich häufig in frischem Hähnchenfleisch im Einzelhandel (Robert Koch-Institut 2018). Eine Infektion mit *Campylobacter* kann zu akuten allgemeinen unspezifischen Symptomen wie Durchfall, Bauchschmerzen und Fieber führen (Robert Koch-Institut 2020). Neben akuten, unspezifischen Symptomen können aber auch Komplikationen wie das Guillain-Barré-Syndrom als Langzeitfolgen von *Campylobacter* auftreten (World Health Organization und Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Organisation for Animal Health 2013).

Salmonella spp. sind gram negative, stäbchenförmige Bakterien. Am häufigsten werden Erkrankungsfälle durch *Salmonella* (S.) Enteritidis (45%) und *S. Typhimurium* (33%) ausgelöst und führen zu akuten Darmentzündungen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2019).

2.2.2 Verbraucherwahrnehmung in Deutschland

Die Ergebnisse des Eurobarometer 354 zeigen, dass sich 62% der Deutschen Sorgen bezüglich der Lebensmittelsicherheit machen (European Food Safety Authority 2010b). Nach den neusten Erkenntnissen des Bundesinstitut für Risikobewertung (2020a) hält die Mehrheit der Verbraucher (79%) die Lebensmittel in Deutschland jedoch für sicher oder eher sicher.

Diese Einschätzung teilen Verbraucher aus Befragungen von der Nestlé Deutschland AG (2012) und der Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (2015). Dass Verbraucher Lebensmittel verzehren, die die Gesundheit beeinträchtigen könnten, halten nach Angaben aus dem Eurobarometer 354 nur 10 % der Deutschen für sehr wahrscheinlich und 33% für ziemlich wahrscheinlich (European Food Safety Authority 2010b). Es ist für die meisten (80%) der Verbraucher von großer Bedeutung, dass von Lebensmitteln keine Gesundheitsrisiken ausgehen (Nestlé Deutschland AG 2012). Am meisten beunruhigt sind die Verbraucher in Deutschland über das Vorkommen von Antibiotikaresistenzen, gefolgt von Mikroplastik und gentechnisch veränderten Lebensmitteln. Über *Salmonella* machen sich die Verbraucher deutlich mehr Sorgen als über *Campylobacter* (Bundesinstitut für Risikobewertung 2020a). Besondere Gefahren für die Sicherheit von tierischen Produkten sehen die Verbraucher unter anderem in der Tierhaltung und Aufzucht (Nestlé Deutschland AG 2012). Den geringsten Beitrag zur Lebensmittelsicherheit leistet nach Einschätzung der Verbraucher der Lebensmitteleinzelhandel (Zühlsdorf et al. 2018).

Die Kenntnis über Zoonoseerreger der Deutschen ist abhängig von den Erregern. Während viele Verbraucher (92%) wissen, dass *Salmonella* in Lebensmitteln vorkommen, sind es bei *Campylobacter* nur 21% (Bundesinstitut für Risikobewertung 2020a).

2.3 Lebensmittelqualität

2.3.1 Qualitätsfaktoren

Der Begriff Qualität steht u.a. für Beschaffenheit, Eigenschaft und Güte (Duden 2017). Die Qualität eines Produktes wird definiert als die Summe aller Merkmale und Eigenschaften eines Produktes, die Summe aller Qualitätsfaktoren (Hofmann 1987). Es gibt zwei Gruppen von Qualitätsfaktoren, die es dem Verbraucher ermöglichen, die Produkte zu beurteilen: intrinsische und extrinsische Faktoren (Grunert et al. 2004; Oude Ophuis und Van Trijp 1995). Intrinsische Faktoren sind produkteigene Faktoren, die nicht verändert werden können ohne auch die physischen Eigenschaften des Produktes selbst zu verändern (Olson und Jacoby 1972). Intrinsische Kriterien von Fleisch sind z.B. die Farbe, der Zuschnitt und die Marmorierung (Albersmeier et al. 2009; Grunert et al. 2004). Ebenfalls zählen die Frische und solche Eigenschaften dazu, die auf Erfahrungen basieren, wie die Zartheit, der Geschmack, der Geruch, die Saftigkeit und die Konsistenz des Fleisches (Albersmeier et al. 2009). Extrinsische Faktoren sind produktbezogene Faktoren, die nicht Teil des physischen Produktes sind (Olson und Jacoby 1972). Zu den extrinsischen (äußerlichen) Faktoren zählen der Preis, die Herkunft sowie Informationen über die Tierproduktion (Grunert et al. 2004), aber

auch die Verpackung des Fleisches, die Fütterung und der Transport der Tiere sowie die Verwendung von Arzneimitteln (Albersmeier et al. 2009).

2.3.2 Verbraucherwahrnehmung in Deutschland

Grundsätzlich fällt es den Verbrauchern in Deutschland schwer, die Qualität von Lebensmitteln zu beurteilen (Nestlé Deutschland AG 2012). Dies liegt daran, dass ihre Möglichkeiten der Qualitätsdifferenzierung am Point of Sale begrenzt sind (Zühlsdorf und Spiller 2012). Die vielen vorhandenen Qualitätssiegel führen eher zu einer Verunsicherung der Endverbraucher (Ranft 2007). 58% von Befragten in Deutschland meinen, dass sie Lebensmittel gut beurteilen können, hingegen sind sich 42 % nicht sicher, wie sie Lebensmittel prüfen sollen (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. 2015). Die empfundene Qualität eines Produktes wird von den Verbrauchern auf Grund von subjektiver Informationsaufnahme und Bewertung von Qualitätskriterien individuell wahrgenommen (Ranft 2007). Rohr et al. (2005) konnten zeigen, dass sich die Wahrnehmung der Lebensmittelqualität in den letzten Jahren verändert hat. So wird bei dem Vergleich von Verbraucherbefragungen aus den Jahren 1994, 1999, 2001 und 2002 ersichtlich, dass die befragten Konsumenten die Qualität im Laufe der Jahre eher positiver bewerteten. In den darauf folgenden fünf bis 10 Jahren ist aus Sicht der Verbraucher die Qualität der Lebensmittel konstant auf hohem Niveau geblieben oder hat sich verbessert (Nestlé Deutschland AG 2012). Die sensorischen Faktoren wie Aussehen (einschließlich Form und Farbe), Geruch und Geschmack (einschließlich Saftigkeit und Zartheit) sind die mit den Sinnen erfassbaren Merkmale und für den Verbraucher am wichtigsten (Grashorn 2010), denn sie bestimmen den Genusswert. In den von GfK Panel Services Deutschland und Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. (2011) vorgestellten Ergebnissen zeigt sich, dass >90 % der befragten Verbraucher aus Deutschland mit Qualität von Lebensmitteln im Wesentlichen guten Geschmack, Unbedenklichkeit und Frische verbinden. In der Verbraucherstudie von Nestlé Deutschland AG (2012) stehen bei 83% der Befragten ebenfalls Frische und Geschmack für Qualität. Neben dem Geschmack ist für die Verzehrgüte der Geruch, die Zartheit und die Saftigkeit am Wichtigsten (Tilman et al. 2000). Zusätzlich sollen Lebensmittel ein ansprechendes Aussehen haben, frei von Rückständen sein und gesunde Inhaltsstoffe haben (GfK Panel Services Deutschland und Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. 2011). Weitere Kriterien, die vom Verbraucher mit Qualität in Verbindung gebracht werden, sind strenge Kontrollen (GfK Panel Services Deutschland und Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V.) und artgerechte Tierhaltung (Nestlé Deutschland AG 2012; GfK Panel Services Deutschland und Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. 2011). Beim Lebensmittel Fleisch gibt es nach Meinung der Verbraucher große Qualitätsunterschiede (Albersmeier et al. 2009).

Für den Verbraucher sind beim Kauf von Fleisch vor allem die Qualitätskriterien Aussehen, Geschmack und Frische entscheidend; Indikatoren, die Hinweise auf die Prozessqualität geben (z.B. Qualitätssiegel) stehen bei der Kaufentscheidung dagegen nicht im Vordergrund (Ranft 2007).

2.4 Aspekte der Geflügelfleischproduktion

Unsere Lebensmittelkette ist heute länger und komplexer als je zuvor (World Health Organization 2015a). Zur Kette der Geflügelfleischwirtschaft zählen die Erzeugung der Futtermittelkomponenten, die Futtermittelherstellung, die Elterntierhaltung, die Brüterei, die Mast, die Schlachtung, die Zerlegung und Weiterverarbeitung, der Handel und der Konsument (Akamp und Schattke 2011).

Die Basiszuchtbetriebe erzeugen die Elterntierküken und verkaufen diese an die Vermehrungsbetriebe. Hier wachsen die Elterntierküken auf. Hähne und Hennen werden kombiniert, sodass befruchtete Eier entstehen, die an die Brütereien verkauft werden. Die befruchteten Eier der Elterntiere werden hier ausgebrütet. Männliche und weibliche Küken – die späteren Masttiere – werden an die Mastbetriebe geliefert. Dort werden die Masthähnchen und Mastputen bis zur Mastreife gemästet (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2020b).

Mit Erreichen des Schlachtgewichtes werden die Schlachttiere in Transportkisten zum Schlachthof transportiert. Die vorgeschriebene Schlachtieruntersuchung durch den Amtstierarzt kann beim Geflügel bereits im Herkunftsbetrieb stattfinden (Europäische Union 2004c). Die gesetzliche Grundlage für z.B. Transportzeiten oder Transportkistengröße findet sich in der Tierschutztransportverordnung (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und Bundesministerium der Finanzen 2009), die für die Transportfahrzeuge sowie deren Reinigung und Desinfektion und die Verladestellen in der Viehverkehrsverordnung (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2020a). Die Betäubung erfolgt üblicherweise mittels CO₂ oder Elektroschock (Siegmann und Neumann 2012). Nach der Betäubung erfolgt das Schlachten. Alle Personen, die Tiere betäuben, schlachten oder töten müssen über Sachkunde verfügen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2012). Das sich daran anschließende Brühen, Rupfen und Ausnehmen der Tiere erfolgt vollautomatisch (Siegmann und Neumann 2012).

Nach der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 (Europäische Union 2002) wird der Einzelhandel definiert als die Handhabung und/ oder Be- oder Verarbeitung von Lebensmitteln und ihre Lagerung am Ort des Verkaufes oder der Abgabe an den Endverbraucher. Der Einzelhandel ist demnach die Stufe der Lebensmittelkette, die den Verkauf und die Übergabe an den privaten Endverbraucher durchführt (Efken et al. 2015; Koch 2006).

Ein Endverbraucher ist der derjenige, der das Lebensmittel nicht im Rahmen der Tätigkeit eines Lebensmittelunternehmers verwendet (Europäische Union 2002). Er kann innerhalb der Produktionskette Einfluss auf die herzustellenden Lebensmittel nehmen, da er durch sein Kaufverhalten direkt in den Markt eingreift (Seibel 1991). Beim Lebensmittel Fleisch kann der Verbraucher durch die Kaufentscheidung und Nachfrage Einfluss auf die Produktionskette nehmen, indem tierschutzfreundliche Produkte gekauft werden und somit u.a. das Tierwohl gefördert werden kann (Alonso et al. 2020).

2.4.1 Einfluss verschiedener Aspekte der Fleischproduktion auf die Sicherheit

Die Kontamination von Fleisch mit Zoonoseerregern kann auf allen Stufen der Lebensmittelkette von der Erzeugung bis zum Verzehr erfolgen. Zoonoseerreger kommen nachweislich in allen Stufen der Lebensmittelkette vor, es zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede in der Prävalenz der einzelnen Erreger zwischen den Lebensmittelketten (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2019).

2.4.1.1 Geflügelmastbetrieb

Schon während der Geflügelmast kann auf verschiedene Weise die Übertragung und Verbreitung von *Campylobacter* und somit die Sicherheit des Fleisches beeinflusst werden. Die Erstbesiedelung mit *Campylobacter* erfolgt horizontal aus der Umwelt (Bull et al. 2006), eine vertikale Übertragung findet nicht statt (European Food Safety Authority 2011; Patriarchi et al. 2011). Mögliche Infektionsquellen sind u.a. Mitarbeiter, die Erreger über Schuhe, Kleidung und Gerätschaften in die Ställe eintragen (Ramabu et al. 2004) sowie chlorfreies Wasser (Ellis-Iversen et al. 2009). Nagetiere können als Vektoren fungieren (McDowell et al. 2008; Meerburg und Kijlstra 2007), ebenso Wildvögel (Hald et al. 2016; Humphrey et al. 2007). Zudem scheinen Fliegen als Vektoren zu fungieren (Hald et al. 2007; Hald et al. 2004). Der Hauptvektor für den Eintrag aus der Umgebung ist jedoch der Mensch selbst (European Food Safety Authority 2011). Eine ungenügende Desinfektion der Tränken ist nach Ergebnissen von Evans und Sayers (2000) einer der Hauptrisikofaktoren. Vorfang, das teilweise Ausstallen von Tieren einige Tage vor dem Rest der Herde, lässt nach Ergebnissen einiger Autoren, die Anzahl der Kontaminationen ebenfalls steigen (Hertogs et al. 2021; Lawes et al. 2012; Patriarchi et al. 2011; Hue et al. 2010; Allen et al. 2008) und führt zu einer erhöhten Prävalenz von *Campylobacter* in Hühnerherden (Hald et al. 2001). Eine Studie von Russa et al. (2005) stellte keinen Zusammenhang zwischen Vorfang und erhöhter Prävalenz fest. Das Haltungsverfahren selbst hat ebenfalls Einfluss auf die Sicherheit, denn Tiere, die in Freilandhaltung gehalten werden, haben generell eine höhere Infektionsgefahr als Tiere aus konventioneller Haltung (Pietschmann und Hafez 2002). Broiler aus Bio-Haltung sind nach einer Studie von Heuer et al. (2001) häufiger (100%) mit *Campylobacter* infiziert als die aus

konventioneller Haltung (36,7%). Dies bestätigen auch Nather et al. (2009). Nach ihren Ergebnissen wird zudem auch bei den Tieren aus Freilandhaltung eine signifikant höhere *Campylobacter*prävalenz (CP) nachgewiesen. Nach Einschätzung von Rosenquist et al. (2013) ist das Risiko, an einer *Campylobacteriose* zu erkranken nach Verzehr von Biofleisch höher als nach der von konventionell erzeugtem Fleisch. Das Vorhandensein mehrerer Stallungen auf einem Gelände ist nach Ergebnissen von Guerin et al. (2007), Lyngstad et al. (2008) und McDowell et al. (2008) ein Risiko für die Infektion mit *Campylobacter*. Die Ergebnisse der Studie von Chowdhury et al. (2012) können dies nicht bestätigen, hier besteht keine signifikante Assoziation. Nach ihrer Einschätzung ist zwar die Wahrscheinlichkeit einer Einschleppung von Erregern bei mehreren Stallungen größer, allerdings hängt dies von den Sicherheitsmaßnahmen ab. Das Halten anderer Nutztiere auf dem gleichen Gelände und die Haltung dieser auf landwirtschaftlichen Betrieben im Umkreis stellt ebenfalls ein Infektionsrisiko für das Geflügel dar (Frosth et al. 2020; Hansson et al. 2010; Ellis-Iversen et al. 2009; Humphrey et al. 2007; Bouwknecht et al. 2004; van de Giessen et al. 1996). Als Überträger der Mikroorganismen gilt der Personenverkehr als wahrscheinlich (Zweifel et al. 2008). Dies wird auch von auch Sahin et al. (2002) bestätigt. Neben den genannten Risiken wird außerdem von vielen Autoren ein Zusammenhang zwischen dem Mastalter der Tiere und der CP gesehen. In einer Studie von Hue et al. (2010) zeigte sich, dass, je älter die Tiere sind, desto höher auch die CP ist. McDowell et al. (2008) z.B. stellten fest, dass bei Broilern bis 34 Tage Lebensalter niedrigere Prävalenzen nachzuweisen sind als bei den Tieren zwischen 35 und 40 Tagen. Bei Bouwknecht et al. (2004) zeigte sich, dass es die höchsten CP in den Altersgruppen von 29-35 Tage und 36-42 Tage gibt, jedoch nicht klar ist, wann die Infektion stattgefunden hat. Die längere Mastdauer führt wohl dazu, dass *Campylobacter* häufiger eingetragen werden können (European Food Safety Authority 2011; McDowell et al. 2008; Barrios et al. 2006) und das Infektionsrisiko sowie die Anfälligkeit der Tiere steigt (European Food Safety Authority 2011).

Präventionsmaßnahmen müssen durchgeführt werden, um die Einschleppung zu verhindern. Eine wichtige Maßnahme ist das Bilden einer Hygienebarriere, um die Bereiche in eine saubere, nicht infektiöse und eine schmutzige, infektiöse Seite zu teilen (European Food Safety Authority 2011). Ein gewisses Maß an Schutz vor Infektionen bieten Sicherheitsmaßnahmen wie z.B. das Händewaschen (European Food Safety Authority 2011; van de Giessen et al. 1996), das Schuhe wechseln (European Food Safety Authority 2011; Hansson et al. 2010; van de Giessen et al. 1996), Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen, die Schädlingsbekämpfung (Van De Giessen et al. 1998) und das Fernhalten von Nagern und Wildvögeln (Bundesinstitut für Risikobewertung 2006b). Ein Schuhdesinfektionsbad senkt das Risiko des Erregereintrages in die Herde (Evans und Sayers 2000). Bei Einhaltung von

Hygienemaßnahmen kann das Infektionsrisiko um 50% gesenkt werden (Gibbens et al. 2001). Da die Kontamination der Masttiere in den Betrieben noch nicht vollständig verhindert werden kann, müssen jedoch zusätzliche Maßnahmen an den anschließenden Verarbeitungsbetrieben in Betracht gezogen werden (Havelaar et al. 2007; Mylius et al. 2007).

2.4.1.2 Tiertransport und Schlachtung

Einfluss auf die Sicherheit von Fleisch haben auf Ebene der Lebensmittelkette bereits der Futterentzug der Schlachttiere vor dem Transport und die Fahrt zum Schlachthof. Beides sind Stressfaktoren, die die fäkale Ausscheidung von Pathogenen wie *Campylobacter* steigern (Whyte et al. 2001). Allerdings führt der Futterentzug vor der Schlachtung auch dazu, dass die Tiere insgesamt weniger Kot absetzen, und somit die Kontamination der Tierkörper vermindert wird. Zudem kommt es durch weniger gefüllte Därme seltener zu Kontaminationen, da bei vollen Därmen vermehrt Darmzerreißen im Schlachtprozess auftreten (Bundesinstitut für Risikobewertung 2011). Die Transportkäfige stellen nach Ergebnissen vieler Autoren ein Infektionsrisiko für Masthähnchen dar (Frosth et al. 2020; Ridley et al. 2011; Hansson et al. 2005; Slader et al. 2002). Stern et al. (1995) konnten bereits in ihren Untersuchungen zeigen, dass die Tierkörper nach dem Transport signifikant stärker kontaminiert sind als vor dem Transport. Die Reinigung und Desinfektion der Käfige kann anscheinend nicht immer die Erreger vollständig eliminieren, denn in Probenmaterial können noch infektiöse Erreger nachgewiesen werden (Melero et al. 2012; Slader et al. 2002). Dies bestätigten auch Lienau et al. (2007), die eine unzureichende Reinigung und Desinfektion als Ursache der Kontamination sehen und eine Resistenz gegen die Desinfektionsmethode vermuten. Zudem scheint der Schlachtprozess selbst mitverantwortlich für die Verbreitung von *Campylobacter* zu sein, da es hierbei zu erheblichen Kreuzkontaminationen kommt (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2019). Ellerbroek et al. (2010) zeigten, dass der Eintrag von infizierten Herden in den Schlachthof dafür verantwortlich ist, dass es an fast allen Stationen des Prozesses zur Kontamination kommt. Eine Kreuzkontamination findet z.B. durch das Austreten von Fäkalien beim Rupfprozess oder bei der Eviszierung der Darpakete statt (Seliwiorstow et al. 2016; Bundesinstitut für Risikobewertung 2011; Berrang et al. 2001). Die Reduzierung des Austretens der Fäkalien ist ein wichtiger Ansatzpunkt, um das Infektionsrisiko für den Konsumenten des Fleisches zu senken (Havelaar et al. 2007). Ein zusätzlicher mechanischer Verschluss der Kloake während des Rupfprozesses bis zur Entnahme könnte ein Ansatz sein, um Kreuzkontamination durch die Rupffinger zu vermeiden (Bundesinstitut für Risikobewertung 2011). Schon Rivoal et al. (1999) konnten nachweisen, dass Kreuzkontaminationen vorkommen und somit nicht kolonisierte Herden kontaminiert werden, wenn sie nach Kolonisierten verarbeitet werden. Auch Wieczorek und Osek (2015) konnten zeigen, dass einige Schlachtkörper von zuvor negativen Herden nach der

Schlachtung mit *Campylobacter* kontaminiert sind. Das Durchführen des logistischen Schlachtprozesses, also nicht kolonisierte Chargen vor den Kolonisierten zu schlachten, wird auch als Maßnahme diskutiert. Es konnte jedoch von Johannessen et al. (2007) gezeigt werden, dass es nur in geringem Maße zu Kreuzkontaminationen kommt, auch wenn kein logistisches Schlachten durchgeführt wird, da auf den Schlachtkörpern von zuvor negativen Herden nur geringe Konzentrationen von *Campylobacter* nachgewiesen werden. Daraus schlossen die Autoren, dass die logistische Schlachtung keinen großen Vorteil bringt. Evers (2004) teilt diese Einschätzung ebenfalls. Zhang et al. (2018) sind der Ansicht, dass eine bessere Hygiene während des Schlachtprozesses zwar die Konzentration von *Campylobacter* auf den Schlachtkörpern reduzieren kann, die Infektionsraten aber auf Grund von Kreuzkontaminationen dennoch nicht verringert werden.

Neben dem Ansatz, Kreuzkontaminationen zu verhindern, gibt es die Möglichkeit, chemische und physikalische Dekontaminationsmaßnahmen nach der Schlachtung und dem Ausweiden zu ergreifen, um die Keimzahl deutlich zu reduzieren. Entsprechend könnten die Tierkörper mit Bestrahlung oder Kochen von Broilerfleisch im industriellen Maßstab, Einfrieren, Heißwasser oder chemischer Kadaverdekontamination behandelt werden, um dieses Ziel zu erreichen (European Food Safety Authority 2011; Cosansu und Ayhan 2010). Im Rahmen einer Studie der European Food Safety Authority (2005) wurde festgestellt, dass für die Verwendung von Chlordioxid, angesäuertem Natriumchlorit, Natriumphosphat und Peroxysäure keine Sicherheitsbedenken für die öffentliche Gesundheit bestehen, wenn vor dem Verzehr eine entsprechende Verarbeitung (Kochen) erfolgt. Jedoch sind diese Maßnahmen, wie auch die Bestrahlung, in Deutschland derzeit nicht zugelassen. Auch das Bundesinstitut für Risikobewertung (2006a) hält solche Dekontaminationsmaßnahmen für möglich, allerdings nur unter der Prämisse, dass die Maßnahmen zur Verhütung von Infektionen auf allen Ebenen der Lebensmittelkette weiter im Vordergrund stehen.

2.4.1.3 Einzelhandel

Um die Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten, sind auch im Einzelhandel gute Hygienepraktiken essenziell, wie z.B. Hygienepraktiken des Personals inklusive Verwendung von Schutzkleidung. Zu den grundlegenden Tätigkeiten gehören zudem die Einhaltung der Kühlkette und Temperaturkontrollen (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2014). In Bezug auf den Keimgehalt von *Campylobacter* wird sich dieser zwar im Bereich des Handels kaum verändern (Bundesinstitut für Risikobewertung 2005a), was aber nicht an den Hygienepraktiken liegt, sondern daran, dass *Campylobacter* vor allem bei niedrigen Umgebungstemperaturen in Lebensmitteln einige Zeit überleben, sich aber außerhalb des Wirtsorganismus, also z.B. in Lebensmitteln, nicht vermehren kann (Robert Koch-Institut 2018). Der Einzelhandel trägt aber zur Reduzierung des Restrisikos in der Lebensmittelkette

bei, indem er die Konsumenten aufklärt, wie Nahrungsmittel sicher zubereitet werden können (Food Safety Authority of Ireland 2002). Als letzte Stufe der Lebensmittelkette vor dem Endverbraucher kann der Lebensmitteleinzelhändler zudem durch die zuständige Behörde verpflichtet werden, die Öffentlichkeit über Rücknahme oder Rückrufaktionen hinzuweisen, wenn z.B. von einem Erzeugnis eine Gefährdung für die Sicherheit und Gesundheit ausgeht (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2013).

2.4.1.4 Koch oder Zubereiter des Fleisches

Nach Einschätzung der European Food Safety Authority (2010a) können 20% bis 30% der Campylobacteriosen beim Menschen auf die Handhabung, Zubereitung und den Verzehr von Hähnchenfleisch zurückgeführt werden. Die Infektion mit *Campylobacter* des Endverbrauchers kann indirekt über Kreuzkontamination sowie direkt über den Verzehr von rohem Geflügelfleisch erfolgen (European Food Safety Authority 2011). Dass rohes oder unzureichend gegartes Geflügelfleisch für den Verbraucher eine Infektionsquelle ist, bestätigen einige Studien (Fischer et al. 2007; Friedman et al. 2004; Michaud et al. 2004). Dies liegt daran, dass *Campylobacter* vor allem in rohen bzw. unzureichend erhitzten tierischen Lebensmitteln wie Geflügelfleisch nachgewiesen werden (Bundesinstitut für Risikobewertung 2019). Fleisch muss durcherhitzt werden und sollte mindestens für zwei Minuten im Inneren eine Temperatur von 70°C erreichen (Bundesinstitut für Risikobewertung 2020b; Bearth et al. 2014; Bundesinstitut für Risikobewertung 2012). Kreuzkontaminationen sind eine häufige Ursache bei der Übertragung von *Campylobacter*, was zahlreiche Studien zeigen (Signorini et al. 2013; de Jong et al. 2008; Verhoeff-Bakkenes et al. 2008; Mylius et al. 2007). Am bedeutsamsten hierbei ist der direkte Kontakt zwischen rohem und bereits gekochtem Lebensmittel (Humphrey et al. 2007). Die Kreuzkontamination durch den Endverbraucher, Koch oder Zubereiter des Fleisches im Privathaushalt oder der Gastronomie kann verhindert werden, wenn mögliche kontaminierte Lebensmittel weder direkt noch indirekt über z.B. Hände, Geräte, Arbeitsflächen oder andere Küchenutensilien in Kontakt mit nicht kontaminierten Lebensmitteln kommen. Daher sollen bei der Zubereitung von Speisen nie die gleichen Küchenutensilien für rohe und gegarte Lebensmittel benutzt, sondern z.B. verschiedene Schneidebretter für Fleisch und Gemüse verwendet werden (Bundesinstitut für Risikobewertung 2020b; Bearth et al. 2014; Bundesinstitut für Risikobewertung 2012). Wichtig ist außerdem, dass alle verwendeten Küchengeräte sowie die Hände nach Kontakt mit rohen Lebensmitteln gründlich mit Wasser und Seife gewaschen werden, da neben der Kreuzkontamination auch ein Infektionsrisiko besteht, wenn die Hände nach Kontakt mit dem rohen Fleisch mit dem Mund in Berührung kommen (European Food Safety Authority 2011). Bei der Zubereitung soll auf das Abwaschen des Geflügels vor dem Kochen verzichtet werden,

weil durch das Tropfwasser die Keime weiter verbreitet werden können (Kosa et al. 2015; Humphrey et al. 2007).

2.4.2 Einfluss verschiedener Aspekte der Fleischproduktion auf die Qualität

2.4.2.1 Geflügelmastbetrieb

Die Qualität von Fleisch wird in der Tierproduktion durch die Haltung und Fütterung sowie durch physischen und psychischen Stress beeinflusst (Hofmann 1987). Qualitätsunterschiede zwischen Geflügelfleisch aus ökologischer und konventioneller Haltung sind nur gering (Grashorn und Serini 2006), was auch die Stiftung Warentest (2010) bestätigte. Bei ihrer Untersuchung von Hähnchenfleisch aus biologischer und konventioneller Erzeugung wurden keine oder nur geringfügige Unterschiede bei den sensorischen Merkmalen Aussehen, Geruch und Geschmack festgestellt. Die Untersuchungen von Fanatico et al. (2006) zeigten ebenfalls, dass der Geschmack nicht intensiver wird, wenn die Tiere Freilandzugang haben, und auch Brown et al. (2008) stellten keine Unterschiede in der Geschmacksintensität fest. In einer weiteren Untersuchung wird der Gesamtgeschmack bei einem Bioprodukt besser bewertet als bei einem Fleisch aus konventioneller Haltung (Horsted et al. 2012). Die Zartheit des Geflügelfleisches wird durch die Freilandhaltung ebenfalls nicht positiv beeinflusst (Wang et al. 2009). Brustfleisch von Broilern aus konventioneller Haltung wird in Untersuchungen im Vergleich zum Biofleisch z.T. sogar als zarter bewertet (Horsted et al. 2012; Brown et al. 2008). Ein gleiches Ergebnis gibt es auch bei der Untersuchung auf die Saftigkeit des Fleisches, bei der das saftigste Fleisch von Tieren aus konventioneller Haltung stammt und das am wenigsten saftige aus Biohaltung (Brown et al. 2008). Eine signifikante Verbesserung der sensorischen Kriterien Saftigkeit, Zartheit und Aroma des Hähnchenbrustfleisches aus ökologischer Erzeugung im Vergleich zur konventionellen Erzeugung konnte auch von Ristic et al. (2007) nicht festgestellt werden. Bestätigt werden diese Ergebnisse auch von Teilnehmern einer Verbraucherstudie aus den USA (Greene et al. 2005), und auch beim untersuchten Hähnchenbrustfleisch von Husak et al. (2008) sind keine Unterschiede im Aroma, der Zartheit und dem Geschmack festzustellen. Unterschiedliche Auffassungen gibt es darüber, ob das Alter der Schlachttiere einen Einfluss auf die Qualität hat. Baeza et al. (2012) kamen zu dem Schluss, dass das Schlachalter keinen Einfluss auf die Geflügelfleischqualität, außer auf die Zartheit, hat. Andere Autoren zeigten, dass die sensorische Qualität durch das Schlachalter beeinflusst wird (Castellini et al. 2008) und dieses eine sehr wichtige Einflussgröße in Bezug auf die Geflügelfleischqualität ist (Poltowicz und Doktor 2012). Nach Ergebnissen einiger Autoren nimmt die sensorische Qualität mit dem Alter der Schlachttiere zu. Ristic et al. (2007) zeigten, dass die Saftigkeit, Zartheit und das Aroma des Geflügelfleisches von den Masttieren im Alter von 8 Wochen besser ist als bei Tieren mit

einer Mastdauer von nur 5 Wochen. Zudem wird beschrieben, dass Fleisch von Broilern, die nach 120 Tagen statt nach 90 Tagen geschlachtet werden, schmackhafter ist (Horsted et al. 2005). Das Gegenteil besagte das Ergebnis von Sandercock et al. (2001): Das Fleisch ist zarter von Tieren mit einem Schlachalter von 5 Wochen als von 9 Wochen, und die Geschmacksintensität ist bei den Älteren geringer als bei den Jüngeren. Poltowicz und Doktor (2012) bestätigen, dass das Fleisch älterer Hühner weniger zart ist.

Die Ernährung der Masttiere kann den Geschmack des Fleisches beeinflussen (Perez-Alvarez et al. 2010). Die Ernährung mit Kohlenhydraten beispielsweise beeinflusst den Geschmack sowie die Textur von Hähnchenbrustfilet. Das Fleisch von den Tieren, die mit Mais gefüttert werden, ist beispielsweise nicht so zäh wie das Fleisch von Tieren, die mit Hirse oder Weizen gefüttert werden (Lyon et al. 2004). Bei der Verfütterung von Trockenschlempe kommt es auf den prozentualen Anteil in der Ration an. Fleisch von Tieren, deren Ration zu 8% Trockenschlempe enthält, unterscheidet sich sensorisch nur minimal von dem Fleisch, welches von Tieren stammt, die nicht mit Trockenschlempe gefüttert werden. Die Mehrheit der Tester mag sowohl das Fleisch von Tieren, deren Rationen Trockenschlempe enthält, als auch das Fleisch, welches von Tieren stammt, die ohne Trockenschlempe gefüttert werden (Corzo et al. 2009). Bei einem Trockenschlempeanteil von über 25% in der Ernährung ist das Fleisch weniger zart (Min et al. 2012).

2.4.2.2 Tiertransport und Schlachtung

Die Art der Behandlung der Tiere vor der Schlachtung hat einen starken Einfluss auf die Qualität des Fleisches, sodass Stress vermindert werden muss (Hofmann 1987). Das Verladen, der Transport, das Entladen und die Schlachtung sind zwar unvermeidbare Schritte, die jedoch Stress verursachen, zu PSE-Fleisch (pale, soft, exudativ) führen und sekundär die Verzehreigenschaften beeinflussen können (Mir et al. 2017). Durch den unsachgemäßen Umgang mit den Tieren vor dem Schlachten, während des Auf- und Abladens, dem Transport und der Betäubung wird die Fleischqualität beeinflusst (Adzitey 2011). Während des Transportes sind Stressfaktoren, die die endgültige Geflügelfleischqualität mit beeinflussen, u.a. hohe oder niedrige Temperaturen, laute Geräusche und Futter- und Wasserentzug (Tougan et al. 2013). Der Futterentzug vor dem Transport hat nach Ansicht von Lyon et al. (2004) jedoch keinen Effekt auf das Geschmacksprofil. Bei dem Test auf Geschmack, Saftigkeit und Zähheit schneidet das Hähnchenfleisch mit einer längeren Nüchternungszeit vor der Schlachtung etwas besser ab, allerdings ohne signifikanten Unterschied (Haslinger et al. 2007). Auch Bonou et al. (2017) konnten bei dem Hähnchenfleisch von Tieren mit unterschiedlichem Stressgrad vor der Schlachtung keinen Unterschied bei Geschmack, Saftigkeit und Zartheit des Fleisches feststellen.

2.4.2.3 Einzelhandel

Der Lebensmitteleinzelhändler kann durch die nach §377 Absatz 1 Handelsgesetzbuch gesetzlich vorgeschriebene Wareneingangskontrolle bereits Waren erkennen, die Qualitätseinbußen aufweisen und dadurch nicht zum Verkauf anbieten. Zusätzlich haben die Händler oft eigene Audits und Zertifizierungsanforderungen sowie Qualitätsstandards und können somit sekundär auch die vorherigen Stufen der Lebensmittelkette im gewissen Maße beeinflussen (Zühlsdorf et al. 2018). Man kann sich vorstellen, dass der Lebensmitteleinzelhandel an der Frischetheke direkten Einfluss auf den Geschmack des Fleisches nehmen kann, wenn z.B. das Fleisch durch längere und offene Lagerung eintrocknet. Jedoch können konkret keine wissenschaftlichen Untersuchungen dazu gefunden werden. Möglicherweise werden solche Erkenntnisse nicht wissenschaftlich bearbeitet bzw. nicht veröffentlicht.

2.4.2.4 Koch oder Zubereiter des Fleisches

Viele Komponenten im Fleisch, die durch Garen und Lagerung verändert werden, tragen zu Geschmack und Aroma bei (Calkins und Hodgen 2007). Durch das Erhitzen kommt es durch Reaktionen von stickstoffhaltigen Verbindungen und Zuckern zu aromaaktiven Verbindungen, wodurch der größte Teil des Fleischaromas entsteht. Das Wiedererwärmen kann einen abweichenden und unangenehmen Geruch und Geschmack hervorrufen (Stiebing et al. 2011). Die Zartheit des Fleisches hängt von den Zubereitungsbedingungen ab (Honikel 2004). Einen entscheidenden Einfluss sowohl auf die Zartheit als auch auf die Saftigkeit des Fleisches hat das Garen (Stiebing et al. 2011). Eine Temperatur von 55-65 °C ist optimal. Mit zunehmender Erhitzungstemperatur und Dauer geht mehr Wasser verloren, wodurch das Fleisch trockener wird. Langes Erhitzen in Flüssigkeit über 80 Grad wiederum führt auch dazu, dass das Fleisch zarter wird (Honikel 2004). Das Einhalten der Kühlkette ist bei empfindlichen Lebensmitteln wie Fleisch besonders wichtig (Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit), da bei Unterbrechung der Kühlkette durch die Vermehrung von Bakterien innerhalb von 4-6 Stunden ein Fäulnisprozess einsetzen kann (Bundesinstitut für Risikobewertung 2015). Verderbniserreger bauen mit Hilfe von Enzymen u.a. Fette, Stärke und Eiweiße ab, wobei die entstehenden Stoffwechselprodukte Geruch, Geschmack, Konsistenz und Aussehen des Lebensmittels verändern (Bundesinstitut für Risikobewertung 2015; Dave und Ghaly 2011; Bundesinstitut für Risikobewertung 2005b). Verbraucher sollten daher immer auf die Einhaltung der Kühlkette achten (Diepolder 2012). Schon während des Einkaufes sollten gekühlte Lebensmittel zum Schluss in den Einkaufskorb gelegt und zusätzlich in einer Kühltasche transportiert werden. Zudem sollte Fleisch zu Hause am kältesten Ort im Kühlschrank, also direkt über dem Obst- und Gemüsefach gelagert werden (Verbraucherzentrale NRW e.V. 2020).

2.5 Ausgewählte spezifische Aspekte der Fleischproduktion

2.5.1 Biohaltung im Vergleich zur konventionellen Tierhaltung

In Deutschland wird zwischen verschiedenen Haltungsformen bei der Geflügelmast unterschieden. Die Anforderungen an das Halten von Masthühnern sind in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung festgelegt (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2006). In Mastbetrieben, insbesondere von Masthähnchenfleisch, ist bei großen Beständen die Bodenhaltung nach der oben genannten Verordnung die vorherrschende Haltungsform (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2020b). Wenn zusätzliche Haltungskriterien erfüllt werden, darf die Verpackung von Geflügelfleisch mit zusätzlichen Angaben versehen werden. Hierbei werden die extensive Bodenhaltung, Freilandhaltung, bäuerliche Freilandhaltung sowie bäuerliche Freilandhaltung mit unbegrenztem Auslauf unterschieden. Die jeweiligen Bedingungen sind in der Verordnung (EG) Nr. 543/2008 festgelegt (Europäische Union 2008). Damit Geflügelfleisch aus „ökologisch-biologischer Produktion“ gekennzeichnet werden darf, müssen die Vorschriften der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 eingehalten werden (Europäische Union 2007).

2.5.2 Einhaltung der Kühlkette

Neben den genannten Aspekten, die der Verbraucher beeinflussen kann, ist auch von Bedeutung, dass die Kühlkette eingehalten wird, um generell die Sicherheit des Fleisches zu gewährleisten. Die Unterbrechung der Kühlkette während des Transportes und der Lagerung führt dazu, dass sich potentiell pathogene Keime in oder auf dem Lebensmittel vermehren können (Bundesinstitut für Risikobewertung 2020b; Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2019). Daher sollte die Kühlkette nicht unterbrochen werden (Bearth et al. 2014). Die Ergebnisse von Smolander et al. (2004) bestätigen ebenfalls, dass die Einhaltung der Kühlkette die mikrobiologische Haltbarkeit deutlich verbessert und die Menge von Bakterien beeinflusst, die am ehesten einen Einfluss auf die sensorische Qualität haben. Für *Campylobacter* allein betrachtet gilt dies jedoch nicht, da sich die Erreger nur im lebenden Tier, nicht aber außerhalb des Wirtsorganismus, also z.B. in Lebensmitteln, vermehren können (Robert Koch-Institut 2018).

2.5.3 Handhabung und Zubereitung in der Küche

Die positiven oder negativen Einflussmöglichkeiten des Kochs oder Zubereiters in der Küche auf die Sicherheit und Qualität des Fleisches sind bereits in den Kapiteln 2.4.1.4 und 2.4.2.4 beschrieben.

2.5.4 Bestrahlung von Fleisch mit ionisierenden Strahlen

Die Bestrahlung ist ein Verfahren zur Dekontamination von Endprodukten. Potenziell pathogene Keime, wie *Salmonella* und *Campylobacter* können somit effektiv eliminiert werden, ohne die sensorischen, ernährungsphysiologischen und technischen Eigenschaften zu beeinträchtigen (Farkas 1998). Durch die Bestrahlung wird die DNA der lebenden Organismen direkt geschädigt, sodass diese unfähig sind zu wachsen oder sich zu vermehren. Um die Keimzahl von z.B. *Campylobacter* bei Kühlschranktemperaturen um 90% zu reduzieren braucht es 0,2 Kilogray (200 J/kg); um eine Reduktion von 99% zu erreichen wird eine Strahlungsmenge von 1 Kilogray (1000 J/kg) benötigt (Tauxe 2001). In Deutschland dürfen mit Ausnahme von getrockneten aromatischen Kräutern und Gewürzen jedoch keine Lebensmittel gemäß § 8 LFGB (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch) bestrahlt werden (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2013). In einigen Ländern der EU wie Belgien und Frankreich, sowie Großbritannien ist die Bestrahlung weiterer Lebensmittel hingegen erlaubt (Europäische Union 2009). Die Einfuhr von bestrahlten Lebensmitteln nach Deutschland ist unter bestimmten Voraussetzungen gestattet, diese müssen aber entsprechend gekennzeichnet werden (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2019).

2.5.5 Verpackung von Fleisch unter Schutzatmosphäre

Die Verpackung von Lebensmitteln unter Schutzgas wird auch als MAP-Verfahren (Modified Atmosphere Packaging) bezeichnet. Es werden Gemische aus Sauerstoff, Kohlendioxid und Stickstoff verwendet, wobei die jeweilige Zusammensetzung individuell auf das jeweilige Lebensmittel abgestimmt wird. Werden Lebensmittel unter Schutzatmosphäre verpackt, die von der Luftzusammensetzung abweicht, dann müssen sie mit dem Hinweis „Unter Schutzatmosphäre verpackt“ gekennzeichnet werden. Ziel ist es, den Verderb einzuschränken und die Haltbarkeit der Produkte zu verlängern (Bundesinstitut für Risikobewertung 2010). Kohlendioxid hemmt die Vermehrung von Bakterien, Sauerstoff hemmt das Wachstum von Anaerobiern und fördert das von Aerobiern, und Stickstoff wird eingesetzt, um das Kollabieren der Verpackung zu verhindern (Floros und Matsos 2005; Narasimha Rao und Sachindra 2002). Eine Erhöhung des Sauerstoffgehaltes führt zur Intensivierung der Fleischfarbe, erhöht aber auch die Lipidoxidation, welche wiederum zu sensorischem Qualitätsverlust führen kann (Resconi et al. 2012; Zakrys-Waliwander et al. 2012). Nach den Ergebnissen von Jongberg et al. (2014) zeigte sich, dass Hähnchenbrust in Verpackungen mit hohem Sauerstoffgehalt weniger zart und stärker ranzig ist, hingegen diese Auswirkungen bei der Keule vernachlässigbar sind. Dies ließ die Autoren zu dem Schluss kommen, dass die sensorische Qualität zwischen verschiedenen Muskeln variieren kann, auch wenn diese identisch in

modifizierter Atmosphäre mit hohem Sauerstoffgehalt verpackt sind. Dass eine Verlängerung der Haltbarkeit und Hemmung des mikrobiellen Wachstums von frischem Hähnchenfleisch durch Einsatz von MAP erreicht werden kann, wird in mehreren Studien bestätigt (Chmiel et al. 2018; Demirhan und Candogan 2017; Zhang et al. 2015). Es ist aber zu berücksichtigen, dass die vorgesehene Kühltemperatur einzuhalten ist und auch Fleisch aus Schutzgasverpackung innerhalb eines Tages verbraucht werden sollte, sobald die Verpackung geöffnet ist (Bundesinstitut für Risikobewertung 2010). Zudem konnte in einer Studie gezeigt werden, dass Bestrahlung einen größeren Effekt bei der Verlängerung der Haltbarkeit von Hähnchen im Vergleich zu MAP hat (Chouliara et al. 2008).

3. Comparison of consumer knowledge about *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma* and their transmissibility via meat: Results of a consumer study in Germany

This article has been published in: BMC Public Health

Article number: 336 (2020)

Manuscript received by the Journal: September 28th, 2019

Manuscript accepted by the Journal: March 06th, 2020

Publication by the journal: March 16th, 2020

Authors: Karoline Apollonia Henke, Thomas Alter, Marcus G. Doherr, Roswitha Merle

<https://doi.org/10.1186/s12889-020-08476-0>

RESEARCH ARTICLE

Open Access



Comparison of consumer knowledge about *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma* and their transmissibility via meat: results of a consumer study in Germany

K. A. Henke¹, T. Alter², M. G. Doherr¹ and R. Merle^{1*}

Abstract

Background: *Campylobacter* is the most commonly reported causative agent of foodborne bacterial infection in Germany, and contaminated chicken meat is an important source of this zoonotic agent. The aim of this study was to determine the knowledge of consumers in Germany about *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma* and their transmissibility via meat. In addition, we investigated the level of knowledge between selected consumer groups and whether the results coincided with those of international studies.

Methods: We conducted a cross-sectional survey of 1008 consumers in Germany via an online panel to record, analyse and evaluate the state of knowledge about *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma*. The participants were selected according to age, gender and federal states to be representative of the German population.

Results: Overall, 68.3% of the respondents had never heard of *Campylobacter*, 20.2% had heard of *Campylobacter* but did not know how to protect themselves, and only 11.5% knew how to protect themselves from *Campylobacter* infections. Slightly more than half (52.2%) of the respondents who had at least heard of *Campylobacter* knew that *Campylobacter* was transmissible via meat. Knowledge increased significantly with age. Participants over 60 years old knew about *Campylobacter* almost three times as often as the 16- to 19-year-old comparison group (OR = 2.982). Consumers who had at least a secondary school certificate were almost twice as likely to know about *Campylobacter* as those who had no school certificate or a lower secondary school certificate (OR = 1.899). Participants who were not actors in the food chain were significantly less frequently informed about *Campylobacter* than were those who were actors in the food chain. Consumer knowledge of *Toxoplasma* was better than that of *Campylobacter*. Consumers have the most knowledge about *Salmonella*.

Conclusions: Consumers in Germany are predominantly poorly informed about *Campylobacter* and the transmission route via meat. General knowledge of *Toxoplasma* is better than that of *Campylobacter*. Among the three pathogens, consumers are best informed about *Salmonella*. This finding highlights the importance of making existing information materials more accessible to consumers in the future to increase their knowledge, with the objective of reducing the incidence of *Campylobacter* infections.

Keywords: *Campylobacter*, *Salmonella*, *Toxoplasma*, Public health, Online survey, Awareness

* Correspondence: roswitha.merle@fu-berlin.de

¹Institute for Veterinary Epidemiology and Biostatistics, Freie Universität Berlin, Königsweg 67, 14163 Berlin, Germany

Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s). 2020 **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

Background

Campylobacter, *Salmonella* and *Toxoplasma* are zoonotic agents that can be transmitted via food [1]. Food-borne infections occur in most countries worldwide, although with various levels of reported cases. Countries differ, for example, in that they either have compulsory and voluntary reporting systems. In addition, either case-related or aggregated data are made publicly available [2]. Germany is one of the countries stringent rules on food hygiene and a well-implemented public health system with regular testing of stool samples in suspected cases. With 69,414 confirmed cases in 2017 [3], enteritis caused by *Campylobacter* is the most common bacterial infection causing diarrhoeal disease reportable in Germany. In comparison, the 14,269 confirmed cases of salmonellosis are low. Nevertheless, it is, after campylobacter enteritis, the second-most common reportable bacterial gastrointestinal disease [3]. Seven cases of congenital human toxoplasmosis were confirmed in 2017. The recorded incidence of *Campylobacter* was 84 cases per 100,000 inhabitants in 2017. For salmonellosis, there were 17 cases per 100,000 inhabitants [3]. The average notification rate within the European Union was 64.8 cases of *Campylobacter* per 100,000 inhabitants in 2017. The highest country-specific notification rates in 2017 were observed in the Czech Republic (230.0 cases per 100,000), Slovakia (127.8), Sweden (106.1) and Luxembourg (103.8). In 2017, the lowest rates were observed in Bulgaria, Cyprus, Latvia, Poland, Portugal and Romania (≤ 5.8 per 100,000) [2]. In New Zealand, the incidence of *Campylobacter* of 158.9 cases per 100,000 inhabitants in 2016 was almost twice as high as that in Germany [4]. Compared to *Campylobacter*, the reporting rate within the European Union indicates that there were 19.7 cases of salmonellosis per 100,000 inhabitants in the same year and 1.31 cases of toxoplasmosis per 100,000 live births [2]. An infection with *Salmonella* or *Campylobacter* can result in acute common unspecific symptoms such as diarrhoea, abdominal pain, fever and vomiting [3]. In addition to acute unspecific symptoms, complications such as Guillain-Barré syndrome and reactive arthritis can occur as long-term sequelae of *Campylobacter* [5]. Infection with *Toxoplasma* is usually subclinical in healthy adults, but an initial infection during pregnancy can result in severe damage, e.g., to the brain of the unborn child [3]. A common source of *Campylobacter* infection is poultry meat, especially broiler meat [2]. Beef and pork can also be considered sources, but red meat is far less likely to be contaminated with *Campylobacter* than poultry meat [6]. A common source of *Salmonella* infections are eggs and egg products, meat and meat product subcategories and bakery products [2]. The transmission of *Toxoplasma* may occur through insufficiently cooked contaminated meat or handling of infected cats [3].

According to different studies, the majority of consumers in Germany believe that food is 100% safe [7, 8].

Although 23% of consumers in Germany are aware that *Campylobacter* may be present in food, only 9% are concerned about the possibility of acquiring foodborne campylobacteriosis [9]. In general, consumer awareness of specific pathogens has increased [10], but international studies have also indicated that consumers' knowledge about *Campylobacter* is predominantly poor [11–16]. Although consumers generally know that microorganisms such as *Salmonella* can be present in meat and may cause food-borne diseases [17, 18], it becomes apparent that many consumers are unaware that *Campylobacter* is explicitly transmitted via meat [16–19].

According to the European Food Safety Authority, between 20 and 30% of *Campylobacter* cases in humans can be attributed to the handling, preparation and consumption of chicken meat [20]. However, there is insufficient evidence to show how much knowledge consumers or certain consumer groups in Germany have about *Campylobacter* and whether they are aware that *Campylobacter* can be transmitted directly or indirectly via meat.

The aim of the study was therefore to assess the knowledge of consumers in Germany about *Campylobacter* and its transmission pathways and to compare this knowledge to that about *Salmonella* and *Toxoplasma*. Differences in knowledge between selected consumer groups were identified to better target information campaigns. In addition, the general knowledge of consumers on *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma* were compared. In our view, more knowledge about the pathways of infection at the consumer level is essential to improve public health.

Methods

Data collection and questionnaire development

To conduct this study, a questionnaire was designed comprising a total of 43 questions divided into five sections. The questionnaire focused not only on *Campylobacter* but also included other zoonotic pathogens transmissible via meat, such as *Salmonella* and *Toxoplasma*. For comparison purposes, pathogens such as the rabies virus and the human immunodeficiency virus, which are not transmissible to humans via meat, were also included. Questions covered the following topics: sociodemographic and socioeconomic factors; consumer knowledge of pathogens such as *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma*; involvement; and the influence of selected actors in the poultry meat food chain on poultry meat safety and quality from the consumer perspective. The participants of the study were registered consumers in an online access panel in Germany who were invited to participate in the online survey via an individual e-mail link. This link could only be used once for participation; thus, multiple participation sessions were excluded. The questionnaire was written in German, and an English translation is available in the

supplements. The panel provider *GapFish* recommended surveying at least 1000 consumers in Germany to obtain a good demographic representation and ensure a low margin of error. *GapFish* is a company and the operator of a panel platform where participants are registered and can be selected according to personal data such as age, gender and occupation. The target group was the population aged 16 years and older. Only persons with German language skills could participate, which might have partly excluded first-generation immigrants. To ensure representativeness regarding age and geographical location, the study population was proportionally stratified according to federal state, gender and age group. Sampling was continued until all strata were complete. If a stratum was complete, further participation was refused. Ultimately, responses from 1008 consumers were included in the analysis. Data collection started on 11 August 2017 and was completed on 20 August 2017.

Statistical analysis

The evaluation of the data was conducted with IBM SPSS Statistics Version 24. The responses of 1008 consumers who had answered all questions completely were included in the statistical analysis. We did not have to remove any incomplete answers, as 1008 complete answers were submitted directly by the panel provider. Exceptions from completeness were made regarding questions on the level of education, primary residence, number of children in the household and household income after tax. There was an option for participants to indicate that they could not answer the question or did not want to answer it. If a participant selected one of these answer options, this answer was not considered in the univariable and multivariable analyses, thus reducing the item-specific sample size.

Descriptive statistics included frequency tables concerning questions about *Salmonella*, *Campylobacter* and *Toxoplasma*.

Univariable associations between categorical variables were analysed by cross-tabulation and chi-square statistics. If the number of cells with expected values below 5 was above 25%, Fisher's exact test was used instead of the chi-square test. The level of significance was set to 0.05. Whenever possible, odds ratios (ORs) were calculated to compare the odds of a certain event in one group to those in other group. First, three different target variables were examined. In the first set of chi-square tests, the target variable was defined as the general level of knowledge of *Campylobacter* among consumers. The parameter values of these target variables were "*Campylobacter* is unknown" vs. "*Campylobacter* is known". The influence of various factors, such as age and gender, on the probability that the participant had heard of *Campylobacter* was investigated. In the

second model, consumer knowledge of the transferability of *Campylobacter* via meat was used as the dependent variable. The parameter values of these target variables were "transferability is known" vs. "transferability is not known". These questions could only be answered by consumers who had already heard of *Campylobacter*. Here, the influence of various factors, such as age and gender, on the likelihood that the participant knew that *Campylobacter* could be transmitted to humans via meat was investigated. Third, it was investigated whether the different levels of consumer knowledge about possible protective measures against *Campylobacter* had an influence on the likelihood that consumers were aware of the transferability of *Campylobacter* via meat. The parameter values of knowledge were "*Campylobacter* is known, but it is unknown how to protect oneself" vs. "*Campylobacter* is known and how to protect oneself". Consumers who had never heard of *Campylobacter* before were not asked this question and therefore could not be included in the analysis. The latter test was also performed for *Salmonella* and *Toxoplasma*.

Categorical variables were analysed separately in the univariable chi-square tests and were then included in subsequent multivariable logistic regression models. This procedure was only conducted for the first two target variable analyses. The final models were identified through a manual backward selection process. In each step, the variable with the highest *p*-value was removed. After the removal of one variable, the change in the regression coefficients of the remaining variables as well as the change of model R-squared were investigated. If the changes were above 15%, the removed variable was included again to control for confounding. The final models included the variables with *p*-values < 0.05. Two-way interactions between explanatory variables were considered in the multivariable model and were removed, since all interactions turned out to be not statistically significant. Regression coefficients, *p*-values and ORs (including 95% confidence intervals) are reported.

Results

General knowledge about campylobacter, Salmonella and toxoplasma

Overall, 68.3% (688/1008) of the respondents had never heard of *Campylobacter*. A total of 20.2% (204/1008) had heard of *Campylobacter* but did not know how to protect themselves, while 11.5% said they knew how to protect themselves from *Campylobacter*. A total of 2.8% (28/1008) of respondents had never heard of *Salmonella*. A total of 19.9% (201/1008) had heard of *Salmonella* but did not know how to protect themselves, while 77.3% (779/1008) said they had heard of *Salmonella* and knew how to protect themselves. Of all respondents, almost half (48.3%) did not know about *Toxoplasma*. Almost $\frac{1}{3}$

(32.8%) knew about *Toxoplasma* but did not know how to protect themselves, while 18.8% stated that they knew about both the infectious agent and how to protect themselves.

General knowledge about *Campylobacter* from different consumer groups

An overview of general knowledge about *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma* from different consumer groups is shown in Table 1.

A total of 67.2% (336/500) of the women and 69.3% (352/508) of the men did not know about *Campylobacter*. A total of 20.6% (103/500) of women did not know how to protect themselves from infection; these women differed from those who had not heard of it. A total of 19.9% of men (101/508) did not know how to protect themselves from infection; these men also differed from those who had not heard of it. Approximately 12.2% (61/500) of women and 10.8% (55/508) of men knew how to protect themselves.

Of the young adults between 16 and 19 years of age, only 10.2% (18/176) knew about *Campylobacter* but did not know how to protect themselves, and 9.7% (17/176) both knew about *Campylobacter* and knew how to protect themselves. Of the 20- to 39-year-old participants, 20.1% (44/219) knew about *Campylobacter* but did not know how to protect themselves, while 11.0% (24/219) said they knew how to protect themselves from infection. Of those consumers with no or a lower secondary school certificate, 12% (13/108) had already heard of *Campylobacter*, and 9.3% (10/108) also knew how to protect themselves from infection. Of those who had at least a secondary school certificate, 21.4% (188/878) knew about *Campylobacter* but did not know how to protect themselves, and 11.7% (103/878) knew how to protect themselves.

Of all respondents, 11.6% (117/1008) said they worked actively in the food chain. This included agricultural holdings, meat sales, slaughtering and processing, food monitoring and animal transport. Approximately half (64/117) of these respondents did not know about *Campylobacter*, 26.5% (31/117) said they had heard of *Campylobacter*, and 18.8% (22/117) indicated that they knew how to protect themselves from *Campylobacter*. Of the participating veterinarians, 16.7% (2/12) did not know about *Campylobacter*, 33.3% (4/12) knew about *Campylobacter* but did not know how to protect themselves against infection, and 50.0% (6/12) knew how to protect themselves.

General knowledge of *Salmonella* from different consumer groups

Of the young adults between 16 and 19 years of age, 35.8% (63/176) knew about *Salmonella* but did not know

how to protect themselves, and 55.1% (97/176) knew about *Salmonella* and how to protect themselves. Of the > 60-year-old participants, 13.6% (22/162) knew about *Salmonella* but did not know how to protect themselves, while 85.2% (138/162) said they knew how to protect themselves from infection.

Approximately ¼ (24.6%) of low-income respondents (62/252) knew about *Salmonella* but did not know how to protect themselves, and 70.6% (178/252) of this group knew how to protect themselves from infection. Among consumers with high incomes, 18.8% (33/176) did not know how to protect themselves, while 80.7% from this group knew how to protect themselves. Of those consumers who were actors in the food chain, 6% did not know about *Salmonella*, while 72.6% knew how to protect themselves. Of consumers who were not actors in the food chain, 2.4% were unaware of *Salmonella*. On the other hand, 77.9% of them knew how to protect themselves.

General knowledge of *Toxoplasma* from different consumer groups

Of the young adults between 16 and 19 years, 76.7% (135/176) did not know about *Toxoplasma*. Of the adults between 20 and 39 years of age, 44.7% (98/219) did not know about *Toxoplasma*. In all age groups, less than 25% know how to protect themselves from toxoplasmosis infection. Of the women, 43.0% did not know about *Toxoplasma*, and 53.5% did know about *Toxoplasma*. Almost 25% of female responders knew how to protect themselves from infection. The percentage for men was 14.4%. Of the respondents with children (162/337) and those without (315/654), almost the same number (48.1 and 48.2%) did not know about toxoplasma. Approximately one-quarter of respondents with children (25.5%) knew how to protect themselves from infection. Of those without children, 15.7% knew this information.

Consumer knowledge about meat as a vector of *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma*

Consumers who had at least indicated knowing about *Campylobacter*, *Salmonella* or *Toxoplasma* were asked if the respective pathogen was transmissible via meat. Slightly more than half (52.2%) of respondents who had at least heard of *Campylobacter* (167/320) said that *Campylobacter* was transmissible via meat.

Of those consumers who did not know how to protect themselves against *Campylobacter* infection, 45.6% (93/204) thought *Campylobacter* could be transmitted via meat. In comparison, 63.8% (74/116) of consumers who knew how to protect themselves against *Campylobacter* infection thought that *Campylobacter* could be transmitted via meat (Table 2). This difference was statistically significant (OR = 2.1; $p = 0.002$, chi-square test).

Table 1 Comparison of knowledge between consumer groups about *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma*

	n = 100% total	n (%) <i>Salmonella</i> is			n (%) <i>Campylobacter</i> is			n (%) <i>Toxoplasma</i> is		
		Unknown	Known, but I don't know how to protect myself	Known and I know how to protect myself	Unknown	Known, but I don't know how to protect myself	Known and I know how to protect myself	Unknown	Known, but I don't know how to protect myself	Known and I know how to protect myself
Gender										
Female	500	11 (2.2)	93 (18.6)	396 (79.2)	336 (67.2)	103 (20.6)	61 (12.2)	215 (43.0)	168 (33.6)	117 (23.4)
Male	508	17 (3.3)	108 (21.3)	383 (75.4)	352 (69.3)	101 (19.9)	55 (10.8)	272 (53.5)	163 (32.1)	73 (14.4)
Age group										
16–19 years old	176	16 (9.1)	63 (35.8)	97 (55.1)	141 (80.1)	18 (10.2)	17 (9.7)	135 (76.7)	21 (11.9)	20 (11.4)
20–39 years old	219	8 (3.7)	46 (21.0)	165 (75.3)	151 (68.9)	44 (20.1)	24 (11.0)	98 (44.7)	70 (32.0)	51 (23.3)
40–59 years old	451	2 (0.4)	70 (15.5)	379 (84.0)	293 (65.0)	103 (22.8)	55 (12.2)	182 (40.4)	178 (39.5)	91 (20.2)
> 60 years old	162	2 (1.2)	22 (13.6)	138 (85.2)	103 (63.6)	39 (24.1)	20 (12.3)	72 (44.4)	62 (38.3)	28 (17.3)
Federal state										
Eastern Germany	215	2 (0.9)	34 (15.8)	179 (83.3)	143 (66.5)	50 (23.3)	22 (10.2)	83 (38.6)	83 (38.6)	49 (22.8)
Western Germany	793	26 (3.3)	167 (21.1)	600 (75.7)	545 (68.7)	154 (19.4)	94 (11.9)	404 (50.9)	248 (31.3)	141 (17.8)
Cold cut consumption/week										
No consumption (never)	47	4 (8.5)	7 (14.9)	36 (76.6)	37 (78.7)	6 (12.8)	4 (8.5)	27 (57.4)	9 (19.1)	11 (23.4)
Rare to frequent (< 1/week up to 3–4/week)	582	20 (3.4)	119 (20.4)	443 (76.1)	403 (69.2)	113 (19.4)	66 (11.3)	285 (49.0)	185 (31.8)	112 (19.2)
Very common (5–6/week or daily)	379	4 (1.1)	75 (19.8)	300 (79.2)	248 (65.4)	85 (22.4)	46 (12.1)	175 (46.2)	37 (36.1)	67 (17.7)
Meat consumption/week										
No consumption (never)	35	2 (5.7)	4 (11.4)	29 (82.9)	25 (71.4)	7 (20.0)	3 (8.6)	17 (48.6)	10 (28.6)	8 (22.9)
Rare to frequent (< 1/week up to 3–4/week)	784	19 (2.4)	148 (18.9)	617 (78.7)	546 (69.6)	151 (19.3)	87 (11.1)	390 (49.7)	255 (32.5)	139 (17.7)
Very common (5–6x/week or daily)	379	7 (3.7)	49 (25.9)	133 (70.4)	117 (61.9)	46 (24.39)	26 (13.8)	80 (42.3)	66 (34.9)	43 (22.8)
Level of education										
No certificate or lower secondary school certificate	108	4 (3.7)	28 (25.9)	76 (70.4)	85 (78.7)	13 (12.0)	10 (9.3)	71 (65.7)	28 (25.9)	9 (8.3)
Secondary school certificate	878	23 (2.6)	165 (18.8)	690 (78.6)	587 (66.9)	188 (21.4)	103 (11.7)	404 (46.0)	298 (33.9)	176 (20.0)
Size of the main residence (number of inhabitants)										
Rural community (< 5000 inhabitants)	158	2 (1.3)	36 (22.8)	120 (75.9)	111 (70.3)	28 (17.7)	19 (12.0)	68 (43.0)	53 (33.5)	37 (23.4)
Small-size town (between 5000 and less than 20,000)	220	10 (4.5)	47 (21.4)	163 (74.1)	157 (71.4)	40 (18.2)	23 (10.5)	113 (51.4)	70 (31.8)	37 (16.8)
Mid-size town (between 20,000 and less than 100,000)	264	7 (2.7)	54 (20.5)	203 (76.9)	175 (66.3)	58 (22.0)	31 (11.7)	124 (47.0)	94 (35.6)	46 (17.4)
Metropolis (100,000 and more)	332	6 (1.8)	55 (16.6)	271 (81.6)	220 (66.3)	75 (22.6)	37 (11.1)	161 (48.5)	108 (32.5)	63 (19.0)
Children in the household										
At least 1 child	337	17 (5.0)	87 (25.8)	233 (69.1)	229 (68.0)	67 (19.9)	41 (12.2)	162 (48.1)	89 (26.4)	86 (25.5)

Table 1 Comparison of knowledge between consumer groups about *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma* (Continued)

	n = 100% total	n (%) <i>Salmonella</i> is			n (%) <i>Campylobacter</i> is			n (%) <i>Toxoplasma</i> is		
		Unknown	Known, but I don't know how to protect myself	Known and I know how to protect myself	Unknown	Known, but I don't know how to protect myself	Known and I know how to protect myself	Unknown	Known, but I don't know how to protect myself	Known and I know how to protect myself
No children	654	11 (1.7)	109 (16.7)	534 (81.7)	444 (67.9)	136 (20.8)	74 (11.3)	315 (48.2)	236 (36.1)	103 (15.7)
Monthly household income after taxes										
Low income (< 1500€)	252	12 (4.8)	62 (24.6)	178 (70.6)	179 (71.0)	46 (18.3)	27 (10.7)	133 (52.8)	81 (32.1)	38 (15.1)
Middle income (1500 < 3600€)	418	7 (1.7)	65 (15.6)	346 (82.8)	277 (66.3)	93 (22.2)	48 (11.5)	177 (42.3)	155 (37.1)	86 (20.6)
High income (> 3600€)	176	1 (0.6)	33 (18.8)	142 (80.7)	111 (63.1)	44 (25.0)	21 (11.9)	75 (42.6)	62 (35.2)	39 (22.2)
Occupational groups										
Actor in the food chain	117	7 (6.0)	25 (21.4)	85 (72.6)	64 (54.7)	31 (26.5)	22 (18.8)	54 (46.2)	34 (29.1)	29 (24.8)
Not an actor in the food chain	891	21 (2.4)	176 (19.8)	694 (77.9)	624 (70.0)	173 (19.4)	94 (10.5)	433 (48.6)	297 (33.3)	161 (18.1)
Veterinarian										
Yes	12	1 (8.3)	4 (33.3)	7 (58.3)	2 (16.7)	4 (33.3)	6 (50.0)	3 (25.0)	4 (33.3)	5 (41.7)
No	996	27 (2.7)	197 (19.8)	772 (77.5)	686 (68.9)	200 (20.1)	110 (11.0)	484 (48.6)	327 (32.8)	185 (18.6)

Table 2 General consumer knowledge about meat as a vector of *Campylobacter* based on a representative survey in Germany (2017)

Consumer knowledge	n	n (%) <i>Campylobacter</i> is transmissible via meat	n (%) <i>Campylobacter</i> is not transmissible via meat	X ² test p-value	OR	95% CI
I have heard of it, but I do not know how to protect myself.	204	93 (45.6)	111 (54.4)	0.002	2.1	1.32–3.36
I have heard about it, and I know how to protect myself.	116	74 (63.8)	42 (36.2)			
Total	320	167 (52.2)	153 (47.8)			

Of those consumers who did not know how to protect themselves against *Salmonella* infection, 78.6 (158/201) thought that *Salmonella* could be transmitted via meat. In comparison, 88.7% (691/779) of consumers who knew how to protect themselves against *Salmonella* infection thought that *Salmonella* could be transmitted via meat (Table 3). This difference was statistically significant (OR = 2.1; $p < 0.001$, chi-square test).

Approximately half (50.7%) of respondents who had at least heard of *Toxoplasma* (257/521) said that *Toxoplasma* was transmissible via meat. Of those consumers who did not know how to protect themselves against *Toxoplasma* infection, 40.8 (135/331) thought that *Toxoplasma* could be transmitted via meat. In comparison, 64.2% (122/190) of consumers who knew how to protect themselves against *Toxoplasma* infection thought that *Toxoplasma* could be transmitted via meat (Table 4). This difference was statistically significant (OR = 2.6; $p < 0.001$, chi-square test).

Investigation of knowledge about *Campylobacter* within different consumer groups

The level of knowledge varied significantly between different consumer groups concerning *Campylobacter*. The chi-square test showed significant differences in the levels of knowledge between the different age groups ($p = 0.002$), education levels ($p = 0.013$), and occupational groups (i.e., veterinarians and non-veterinarians ($p < 0.001$)), as well as between participants who were active in the food chain and those who did not work in the food chain ($p = 0.001$) (Table 5). All other variables tested, such as gender, location of main residence, state affiliation, frequency of cold cut and meat consumption, number of children in the household and household income after taxes, were not statistically significantly associated with the level of knowledge about *Campylobacter* at the univariable level (Table 5). Selected influencing factors were included in the multivariable logistic

regression model. In addition to the variables that were statistically significant in the univariable analysis, no further relevant potential risk factors or confounders were identified for inclusion in the multivariable model. In the final logistic regression model, the results of the univariable tests could be confirmed. Thus, the knowledge about *Campylobacter* differed significantly between different age groups ($p < 0.001$), educational levels ($p = 0.010$) and selected professional groups, such as veterinarians and non-veterinarians ($p = 0.004$) and actors and non-actors in the food chain ($p = 0.007$). Knowledge increased significantly with age: 20- to 39-year-old participants were approximately twice as likely to know about *Campylobacter* as 16- to 19-year-old participants (OR = 2.021). The 40- to 59-year-old participants were slightly more than 2.5 times more likely to know about *Campylobacter* than the comparison group of 16- to 19-year-olds (OR = 2.664). The participants older than 60 years old were almost 3 times more likely to know about *Campylobacter* than the comparison group (OR = 2.982). We could also show that consumers with a higher level of education were significantly more frequently informed than those with a lower level of education. Consumers who had at least a secondary school certificate were almost twice as likely to know about *Campylobacter* as those who had no school certificate or a lower secondary school certificate (OR = 1.899). Participants who were not actors in the food chain were significantly less frequently informed about *Campylobacter* than those in the food chain. This also applies to non-veterinarians in comparison to veterinarians.

Knowledge differences about meat as a vector of *Campylobacter* within different consumer groups

In the univariable data analyses that focused on consumer knowledge of the transferability of *Campylobacter* via meat as the target variable, we could show a statistically significant effect of age ($p = 0.042$). All other

Table 3 General consumer knowledge about meat as a vector of *Salmonella* based on a representative survey in Germany (2017)

Consumer knowledge	n	n (%) <i>Salmonella</i> is transmissible via meat	n (%) <i>Salmonella</i> is not transmissible via meat	X ² test p-value	OR	95% CI
I have heard of it, but I do not know how to protect myself.	201	158 (78.6)	43 (21.4)	< 0.001	2.1	1.43–3.20
I have heard about it, and I know how to protect myself.	779	691 (88.7)	88 (11.3)			
Total	980	849 (86.6)	131 (13.4)			

Table 4 General consumer knowledge about meat as a vector of *Toxoplasma* based on a representative survey in Germany (2017)

Consumer knowledge	n	n (%) <i>Toxoplasma</i> is transmissible via meat	n (%) <i>Toxoplasma</i> is not transmissible via meat	X ² test p-value	OR	95% CI
I have heard of it, but I do not know how to protect myself.	331	135 (40.8)	196 (59.2)	< 0.001	2.6	1.80–3.77
I have heard about it, and I know how to protect myself.	190	122 (64.2)	68 (35.8)			
Total	521	257 (50.7)	264 (49.3)			

variables examined did not show significant associations (Table 6). Only participants who knew about *Campylobacter* ($n = 320$) were included in this analysis. The logistic regression confirmed that only age group was statistically associated with consumer knowledge of *Campylobacter* transmissibility via meat ($p = 0.044$), although pairwise comparisons among age groups did not reveal significant differences (Table 7).

Knowledge differences about meat as a vector of *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma* between consumers with different levels of knowledge about possible protective measures against these pathogens (Tables 2, 3 and 4)

The chi-square test proved a significant difference in knowledge about the transferability of *Campylobacter* via meat between consumers with different levels of knowledge about possible protective measures against *Campylobacter* ($p = 0.002$). Those who knew how to protect themselves from *Campylobacter* infection were approximately twice as likely to know that *Campylobacter* was transmitted via meat as those who knew about *Campylobacter* but did not know how to protect themselves (OR = 2.103).

With regard to *Salmonella*, the results indicated that there was a significant difference in knowledge about the transmissibility of *Salmonella* via meat between consumers with different consumer knowledge about possible protective measures against *Salmonella* ($p < 0.001$). Those who knew how to protect themselves against *Salmonella* infection knew about twice as often that *Salmonella* was transmitted via meat as those who knew about *Salmonella* but did not know how to protect themselves (OR = 2.1).

With regard to *Toxoplasma*, it was shown that there was a significant difference in knowledge about the transferability of *Toxoplasma* via meat between consumers with different levels of knowledge about possible protective measures against *Toxoplasma* ($p < 0.001$). Those who knew how to protect themselves against *Toxoplasma* infection knew approximately 2.5 times more often that *Toxoplasma* was transmitted via meat than those who knew about *Toxoplasma* but did not know how to protect themselves (OR = 2.6).

Discussion

Campylobacteriosis was the most frequently reported zoonosis throughout the European Union in 2017, and salmonellosis was the second-most common zoonosis to be reported in the European Union [2]. In addition to Europe, the number of cases of campylobacteriosis has also increased in North America and Australia [21]. The significant increase in the number of cases from below 55,000 in 2001 to more than 70,000 in 2016 in Germany highlights the importance of raising consumer awareness of *Campylobacter*. One reason for the increased case numbers could be that human consumption of poultry meat in Germany increased from 10.92 kg/head in 2001 to 13.19 kg/head in 2018 [22], and consumers therefore come into contact with *Campylobacter* more frequently. Another reason for the increasing case numbers, especially in the summer months from June to September, could be the increased ambient temperature. Yun and colleagues [23] showed that the increase in ambient temperature is positively associated with the occurrence of *Campylobacter*. Although the incidences of salmonellosis decreased from 2001 to 2016 in Germany, in 2018, the number of infections was higher than in 2016 [24]. This shows that the success of activities to reduce the incidence cannot be taken for granted. The incidence of clinical toxoplasmosis ranged from 6 to 23 cases in the years 2002–2018 [24] and thus remains well below the incidence of *Salmonella* and *Campylobacter*.

Since this survey was conducted by a commercial online survey company and included target panels with a stratified sample, the survey could be conducted with little effort in a short amount of time. The number of necessary participants was quickly reached, and time-consuming recruitment was not necessary. In addition, the acceptance among the participants was high, as they consciously decided to be participants in a panel, and the questionnaire could be answered online at any time of day and at any place. Data input and transmission were performed automatically so that transmission errors could be minimized. However, this did not insulate the study from forms of bias that are characteristic of online surveys. First, not all participant groups may be available online. In the event of queries, assistance may not be possible. In addition, the environment cannot be

Table 5 General level of knowledge about *Campylobacter* among consumer groups based on a representative survey in Germany (2017)

	n total	n (%) <i>Campylobacter</i> is known	n (%) <i>Campylobacter</i> is unknown	X ² test	p-value	Multivariable logistic regression (n = 986)			
						b(SE)	p-value	Adj. OR	95% CI
Gender				0.509	0.476				
Female	500	164 (32.8)	336 (67.2)						
Male	508	156 (30.7)	352 (69.3)						
Age group				15.356	0.002				
16–19 years old	176	35 (19.9)	141 (80.1)				< 0.001	baseline	
20–39 years old	219	68 (31.1)	151 (68.9)			0.704 (0.256)	0.006	2.021	1.223–3.341
40–59 years old	451	158 (35.0)	293 (65.0)			0.98 (0.231)	< 0.001	2.664	1.693–4.191
> 60 years old	162	59 (36.4)	103 (63.6)			1.093 (0.267)	< 0.001	2.982	1.768–5.030
Federal state				0.383	0.536				
Eastern Germany	215	72 (33.5)	143 (66.5)						
Western Germany	793	248 (31.3)	545 (68.7)						
Cold cut consumption/week				4.030	0.133				
No consumption (never)	47	10 (21.3)	37 (78.7)						
Rare to frequent (< 1/week up to 3–4/week)	582	179 (30.8)	403 (69.2)						
Very common (5–6/week or daily)	379	131 (37.6)	248 (65.4)						
Meat consumption/week				4.377	0.112				
No consumption (never)	35	10 (28.6)	25 (71.4)						
Rare to frequent (< 1/week up to 3–4/week)	784	238 (30.4)	546 (69.6)						
Very common (5–6x/week or daily)	189	72 (38.1)	117 (61.9)						
Level of education				6.219	0.013				
No certificate or lower secondary school certificate	108	23 (21.3)	85 (78.7)					baseline	
At least secondary school certificate	878	291 (33.1)	587 (66.9)			0.641 (0.521)	0.01	1.899	1.162–3.104
Size of the main residence (number of inhabitants)				2.328	0.507				
Rural community (< 5000)	158	47 (29.7)	111 (70.3)						
Small-size town (between 5000 and less than 20,000)	220	63 (28.6)	157 (71.4)						
Mid-size town (between 20,000 and less than 100,000)	264	89 (33.7)	175 (66.3)						
Metropolis (100,000 and more)	332	112 (33.7)	220 (66.3)						
Children in the household				< 0.001	0.984				
At least 1 children	337	108 (32.0)	229 (68.0)						
No children	654	210 (32.1)	444 (67.9)						
Monthly household income after taxes				3.185	0.203				
Low income (< 1500€)	252	73 (29.0)	179 (71.0)						

Table 5 General level of knowledge about *Campylobacter* among consumer groups based on a representative survey in Germany (2017) (Continued)

	n total	n (%) <i>Campylobacter</i> is known	n (%) <i>Campylobacter</i> is unknown	χ^2 test	p-value	Multivariable logistic regression (n = 986)			
						b(SE)	p-value	Adj. OR	95% CI
Middle income (1500 - < 3600€)	418	141 (33.7)	277 (66.3)						
High income (> 3600€)	176	65 (36.9)	111 (63.1)						
Occupational groups				11.221	0.001				
Actor in the food chain	117	53 (45.3)	64 (54.7)					baseline	
Not an actor in the food chain	891	267 (30.0)	624 (70.0)			-0.589 (0.217)	0.007	0.555	0.362–0.849
Veterinarian				14.916	< 0.001				
Yes	12	10 (83.3)	2 (16.7)					baseline	
No	996	310 (31.1)	686 (68.9)			-2.381 (0.817)	0.004	0.092	0.019–0.459

Table 6 Knowledge of consumer groups about the transmissibility of Campylobacter via meat based on a representative survey in Germany (2017). Included were participants who knew about Campylobacter ($n = 320$)

	n total	n (%) Transferability is known	n (%) Transferability is unknown	χ^2 -test p-value
Gender				0.926
Female	164	86 (52.4)	78 (47.6)	
Male	156	81 (51.9)	75 (48.1)	
Age group				0.042
16–19 years old	35	16 (45.7)	19 (54.3)	
20–39 years old	68	34 (50.0)	34 (50.0)	
40–59 years old	158	94 (59.5)	64 (40.5)	
> 60 years old	59	23 (39.0)	36 (61.0)	
Federal state				0.516
Eastern Germany	72	40 (55.6)	32 (44.4)	
Western Germany	248	127 (51.2)	121 (48.8)	
Cold cut consumption/week				0.083
No consumption (never)	10	8 (80.0)	2 (20.0)	
Rare to frequent (< 1/week up to 3–4/week)	179	86 (48.0)	93 (52.0)	
Very common (5–6/week or daily)	131	73 (55.7)	58 (44.3)	
Meat consumption/week				0.506
No consumption (never)	10	7 (70.0)	3 (30.0)	
Rare to frequent (< 1/week up to 3–4/week)	238	122 (51.3)	116 (48.7)	
Very common (5–6x/week or daily)	72	38 (52.8)	34 (47.2)	
Level of education				0.615
No certificate or lower secondary school certificate	23	11 (47.8)	12 (52.2)	
At least secondary school certificate	291	155 (53.3)	136 (46.7)	
Size of the main residence				0.511
Rural community (< 5000 inhabitants)	47	26 (55.3)	21 (44.7)	
Small-size town (5000 - < 20,000 inhabitants)	63	34 (54.0)	29 (46.0)	
Mid-size town (20,000 - < 100,000 inhabitants)	89	41 (46.1)	48 (53.9)	
Metropolis (100,000 inhabitants and more)	112	63 (56.3)	49 (43.8)	
Children in the household				0.519
At least 1 child	108	54 (50.0)	54 (50.0)	
No children	210	113 (53.8)	97 (46.2)	
Monthly household income after taxes				0.602
Low income (< 1500€)	73	43 (58.9)	30 (41.1)	
Middle income (1500€ to < 3600€)	141	75 (53.2)	66 (46.8)	
High income (> 3600€)	65	33 (50.8)	32 (49.2)	
Occupational groups				0.918
Actor in the food chain	53	28 (52.8)	25 (47.2)	
Not an actor in the food chain	267	139 (52.1)	128 (47.9)	
Veterinarian				0.888
Yes	10	5 (50.0)	5 (50.0)	
No	310	162 (52.3)	148 (47.7)	

Table 7 Differences by age group in the knowledge that *Campylobacter* is transmissible via meat

Logistic regression (n = 320)				
	b(SE)	p-value	OR	95% CI
16–19 years old		0.044		
20–39 years old	0.172 (0,417)	0.680	1.188	0.524–2.689
40–59 years old	0.556 (0,376)	0.139	1.744	0.835–3.645
> 60 years old	–0.276 (0,432)	0.522	0.759	0.326–1.768

controlled during the survey. The presence of third parties cannot be ruled out, nor can the presence of other media, e.g., to provide assistance, be excluded [25]. Answering individual questionnaires by using automated answer scripts is theoretically possible but rather unlikely. The survey is not open to the public, and each person receives an individual e-mail link that can only be used once. Although there is no 100% guarantee, the panel provider takes as much care as possible to prevent automated answers.

Our results showed that the proportion of participants who did not know about *Campylobacter* at all was 68.3%. This corresponds with the results of another study among consumers from Germany, in which 75% of the respondents did not know that *Campylobacter* occurs in food [9]. Publications from other European and non-European countries also show that consumers' knowledge of *Campylobacter* is predominantly poor. A total of 83.3% of Slovenian consumers did not know about *Campylobacter* [19]. In an Australian study, only 8% of respondents knew about *Campylobacter* [16]. A total of 22% of respondents in an Austrian study [14] and 16% of respondents in a U.S. study [13] had already heard of *Campylobacter*. In the U.S., consumer knowledge seems to have increased in recent years, since in an earlier study, only 7% of the participants had heard of *Campylobacter* [15].

Our results also showed that most consumers in Germany (> 97%) have heard of *Salmonella* at least once before. This corresponds with the results of another study among consumers from Germany, in which 96% of consumers had already heard of *Salmonella* in food [26]. In another study with an open question about pathogenic germs in food, only slightly more than half (58.3%; n = 420) of the respondents mentioned *Salmonella* [27]. Publications from other European and non-European countries also showed that consumer knowledge of *Salmonella* is generally good. In Austria, 98% of consumers knew about *Salmonella* [14]. In Ireland, 92.9% of respondents have already heard of *Salmonella* [18]. In the Netherlands, a study found that 97.4% of respondents said they knew that they could be infected with *Salmonella* from contaminated foods [28]. In two U.S. studies, more than 90% of consumers had already

heard of *Salmonella* [13, 15]. In comparison to *Salmonella* and *Campylobacter*, our results showed that the general knowledge about *Toxoplasma* was almost equally divided among consumers. Forty-eight percent had never heard of the pathogen, and 51.7% had at least heard of *Toxoplasma*. In a study from Poland in which 565 pregnant women participated, 439 (94.4%) of the respondents were aware of toxoplasmosis. A total of 77.4% knew it was a zoonosis [29]. A U.S. study showed that 48% of pregnant women had heard or seen information about toxoplasmosis [30]. A survey of pregnant and postpartum women in Brazil showed that only 27.8% knew that the disease existed. Most of them (72.2%) had never heard of toxoplasmosis [31]. In a study from Zimbabwe, only 4% of 49 respondents knew that toxoplasmosis was a zoonosis that could be transmitted via cats [32]. Overall, there appear to be fewer consumer surveys than on *Campylobacter* and *Salmonella*. This may be because clinical symptoms usually do not occur except in pregnant women. In addition, the overall case numbers are significantly lower than those for *Campylobacter* and *Salmonella* in Germany as well as throughout the EU [33].

Our study showed that meat was not sufficiently known as the main vector of *Campylobacter*. Only half (52.2%) of those who knew about *Campylobacter* (n = 320) knew that it could be transmitted to humans via meat. Although 116 consumers indicated that they knew how they could protect themselves, 36.2% (42/116) did not know that transmission occurs via meat. In general, consumers are aware that food-borne infections are often associated with chicken meat [34, 35], but an international comparison also shows that consumers do not know that meat is a vector of *Campylobacter*. An Australian study showed that only 9% of consumers associate *Campylobacter* with chicken and poultry [16]. In a U.S. study, only 0.4% of respondents could name a *Campylobacter* vector [36]. In Slovenia, only 18% of respondents knew how often *Campylobacter* was present on poultry meat in retail outlets [19]. A study from Switzerland showed a high level of general knowledge about pathogenic bacteria in poultry meat, but pathogenic bacteria are perceived as the least threatening in comparison to other potential food risks, such as the intake of too many calories, an unbalanced diet, hormone residues in meat or allergies [37]. In New Zealand, only 15% of respondents knew that a very high proportion of fresh chicken is contaminated with *Campylobacter* [11]. In a UK study, 24% of respondents had heard that *Campylobacter* can cause foodborne infection [12].

Our study also showed that meat was predominantly known as a vector of *Salmonella*. Only 13.4% of all respondents (131/980) who knew about *Salmonella* said they did not know that these pathogens could be transmitted to humans via meat. Nevertheless, it was found

that some consumers misjudged their knowledge. Of those who said they knew how to protect themselves, 11.3% (88/779) did not know that *Salmonella* was transmissible via meat. An international comparison shows that many consumers are aware that meat can be a source of *Salmonella* transmission. A survey of students at the University of Maine showed that slightly more than half of those surveyed (57.3%) were aware of an association between *Salmonella* and raw chicken [38]. Murray and Glass-Kaastra [34] showed that the majority of respondents are aware of the risks of foodborne illness associated with chickens, and the majority are aware that chickens that are not fully cooked can be a cause of foodborne illness. A study in Mexico showed that fresh meat is the most commonly considered sources of salmonellosis compared to other food categories, such as “fruits and vegetables” or “dairy products” [39]. In an Italian study, on the other hand, the awareness of *Salmonella* transmission was not particularly high. Only approximately ¼ of the respondents were aware of food vehicles for the transmission of *Salmonella* [40]. In Ireland, a study showed that of those who knew about *Salmonella*, only 23.1% knew that *Salmonella* can be transmitted via poultry. Only 4.7% knew that *Salmonella* could be transmitted via pork. The most frequently mentioned possible vectors that were correct were eggs (44%) [18].

In our study, 50.7% knew that *Toxoplasma* could be transmitted via meat. Thus, we can conclude that consumers know more about the transmissibility of *Toxoplasma* via meat than about the transmissibility of *Campylobacter* via meat. A U.S. study showed that only 30% of pregnant women were aware that *Toxoplasma* may be found in raw or undercooked meat [30]. Another U.S. study showed that only 24% of the respondents knew that *Toxoplasma* can be transmitted via food [13]. In a study from Poland that included only pregnant women, 46.7% knew that raw or uncooked meat was a route of transmission [29]. Nevertheless, it is also evident that significantly fewer consumers (16%) know that *Campylobacter* can be transmitted via food. Again, most consumers (93%) know that *Salmonella* can be transmitted via food [13].

Since the consumption of meat is known to be the main cause of *Campylobacter* infection, a reduction in meat consumption could lead to a reduced incidence of *Campylobacter* food-borne infections. A general reduction in meat consumption would also have the advantage of a lower number of *Salmonella* and *Toxoplasma* infections, although consumer knowledge of these pathogens is higher. Clinically manifest diseases or even deaths associated with the consumption of meat, and therefore secondary health care costs, may be reduced if knowledge about foodborne diseases were more widespread. Switching to a vegetarian diet would also reduce

infection with these pathogens, as meat is the most common source of foodborne infections. A complete reduction in incidence is not possible because *Campylobacter* is also transmissible through raw milk [3] and *Salmonella* through eggs [33].

In addition, only 11.5% of the participants in our study who had heard of at least *Campylobacter* ($n = 320$) knew how to protect themselves from *Campylobacter* infection. Thus, it is not sufficient only to increase the level of knowledge about *Campylobacter*. In Germany, there are still too many consumers who do not wash their hands or the cutting board after preparing raw meat [41]. This result seems contradictory at first, since a survey of the German Federal Institute for Risk Assessment shows that 90% of the respondents indicated that they know how to protect themselves against pathogenic bacteria in their own household. At the same time, this survey also shows that only a minority of 9% of German consumers believe that compliance with kitchen hygiene serves as a protective measure against bacteria [42]. International comparative studies show that consumers are well aware of good hygiene practices and that many consumers are familiar with hygiene measures, such as washing their hands after handling raw meat [43, 44]. One reason for the nevertheless increasing incidence of foodborne infections in general could be that consumers do not wash their hands properly, and cross-contamination still occurs [45]. Health policy has long recognized that insufficient consumer awareness of *Campylobacter* is a problem, and scientific institutions have already compiled comprehensive information for consumers. However, although much information about *Campylobacter* and protection against infection is available at the national and international levels [46–49], our results suggest that the available information does not reach consumers. Consumers must actively search for available information material. Increased media attention could increase consumer awareness and vigilance in food handling [44]. The general lack of dramatic outbreak situations for *Campylobacter* explains why media attention is rather weak. The total number of *Campylobacter* outbreaks is much lower than that of *Salmonella* infections. The number of people who need hospital treatment due to clinical symptoms is much lower for *Campylobacter* than for *Salmonella* [33]. Regarding *Campylobacter*, 3% of the patients need to be hospitalized, whereas this is necessary for 19.5% of *Salmonella* patients. In addition, low mortality has occurred in those with *Campylobacter* infections than in those with *Salmonella* infections [33].

Providing a label with appropriate handling instructions or warning signs indicating the *Campylobacter* risk could increase consumer awareness. This is confirmed, for example, by the results of other consumer surveys [11, 50]. Approximately 80% of consumers in Germany

have the opinion that it is not easy to discern whether a foodstuff can cause health problems if handled incorrectly [51]. According to the results of the Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V [52], which informs consumers about the quality of food (among other things) and conducts studies on the food industry, consumers in Germany think that such information on the packaging would be very useful. It is therefore necessary to identify methods to ensure that the available information materials reach consumers.

According to the Robert Koch Institute case numbers of *Campylobacter*, men are generally more exposed to infections than women [53]. However, in our study, we could not show that men were significantly less informed about *Campylobacter* than women. Therefore, we could not confirm any association between the level of knowledge of men and women and the incidence of the disease. This is also coincident with results from Lin et al. [15]. Women are significantly more interested in food safety issues than men, although there is no statistically significant relationship between gender and food safety knowledge [35]. This is confirmed in other studies [54, 55]. Rossvoll et al. [56] came to a different conclusion: according to their results, men seem to know less about food safety than women and have more knowledge deficits in hygiene practices. It has also been shown that there are knowledge differences between men and women regarding the fact that microorganisms are the cause of food-borne infections [57]. Tomaszewska et al. [58] found different results in two different countries in their study: while in Poland, women showed a slightly higher level of knowledge about food hygiene than men, this significant gender difference in knowledge could not be established in Thailand.

Younger consumers are less interested in food safety issues than older consumers are [35]. This could explain why the knowledge about *Campylobacter* in our study differed statistically significant by age group, and young adults <20 years were the least informed. A possible explanation would be that approximately 80% of the female and over 80% of the male 19-year-olds still live in their parents' households [59]. In addition, 30% of individuals under 19 years old in Germany generally do not prepare their meals themselves, whereas those over 60 years old cook more often than the average person [60]. Children may not be as concerned about food safety and the transmission of pathogens through food because the parents often prepare the food for the children even if they are already grown up. In comparison to our study, Lin et al. [15] found that the age groups investigated in their study did not differ significantly with regard to *Campylobacter* knowledge. Similarly, Stratev et al. [54] could not establish a significant relationship between age and knowledge of food safety.

We found that consumers with a higher education level were significantly more informed about *Campylobacter* than those with lower education. Similar results were also shown in a U.S. study. Consumers with at least some college education are more likely to have heard of *Campylobacter* than those with less education were [15]. Further study results also suggest that the more educated consumers are, the better their knowledge of food safety [55, 61]. However, Zorba and Kaptan [35] found no significant correlation between educational level and food safety issues.

Comparable to our study, other studies have not found that consumers with higher household incomes after taxes are significantly better informed about *Campylobacter* than are consumers with lower incomes [15]. However, there are also studies showing that safe food handling is more prevalent among consumers with higher incomes [62].

We could confirm that actors in the food chain, and veterinarians in particular, are better informed about *Campylobacter* than are those who are not or have not been active in this sector. We have assumed that there is a certain level of knowledge about pathogens that occur in the immediate occupational sector. A study from Ontario that surveyed actors and veterinarians involved in pig production showed corresponding results. More veterinarians were familiar with *Campylobacter* and other microbial hazards than were individuals in other occupational groups. One explanation seems to be that veterinarians are informed about pathogens through their education and that knowledge about zoonosis is an important component [63]. However, our finding that more than half of the actors in the food chain (54.7%) did not know about *Campylobacter* at all was very interesting. One survey showed significant gaps in the knowledge of *Campylobacter* among broiler chicken producers. While 82.4% of those surveyed know that *Salmonella* could be transmitted to humans via contaminated chicken meat, only 21% of chicken meat producers knew that the same applies to *Campylobacter* [64]. A survey of pork producers showed that knowledge of *Campylobacter* is also low among this group. Only 12.8% of respondents knew that *Campylobacter* could infect humans [65]. There also seem to be gaps in the knowledge of food workers in meat processing plants. While there is a high level of knowledge of general protective measures, most workers are not well aware of specific diseases or pathogens that could be transmitted through food [66]. A U.S. study from Pennsylvania also showed gaps in the knowledge of poultry product vendors about pathogens and cross-contamination during poultry processing [67].

Although there are statistically significant differences in the level of knowledge by age group, educational level, occupational group and status as a veterinarian, there

must be other factors that significantly influence the level of knowledge.

Conclusions

Campylobacter, despite its high incidence in Germany, is largely unknown to consumers. Since elimination from poultry farms and within the poultry production chain is not foreseeable at present, one focus of infection prevention and educational work must be to sensitize consumers. Based on the results of our study, it can be concluded that the risk of a foodborne infection by *Campylobacter* may be underestimated or not perceived as such, and consumers' assessments do not seem to correspond to scientific findings. Even if certain consumer groups appear to be better informed than others, it is evident, nationally and internationally, that consumer knowledge about *Campylobacter* and their transmission routes must be increased to reduce the high annual incidence of *Campylobacter* infections. However, the findings seem to be different for *Salmonella*. Knowledge about *Salmonella* is much better, and the number of cases has decreased since the beginning of this century. Although knowledge about toxoplasmosis is not as high as knowledge about *Salmonella*, the persons for whom an infection is clinically relevant seem to be well informed. Overall, it is a great challenge to accurately target information on the safe handling of food to consumers. There is no lack of information materials per se, and educational campaigns take place in the real world as well as in social media. Consumers must become aware that they have a large part of the responsibility themselves. It must be made clear that purchased food might contain pathogenic microorganisms and that it is up to consumers to safely handle food or prepare food to kill microorganisms before consumption. In addition to heating raw meat sufficiently, consumers must comply with general hygiene measures, such as washing hands, and reduce cross-contamination by using various kitchen utensils. Finally, the risk of infection can be reduced by reducing meat consumption. Educating consumers about the responsibilities of the actors in the food chain, including themselves, could help to reduce foodborne infections. To provide information materials on the abovementioned risks and protective measures against food-borne infections to consumers, one possibility would be to disseminate information via social media. This would enable a large number of consumers to be reached, as such information would be passed on to friends and acquaintances by the consumers themselves. The development of an innovative phone app would also be conceivable, since a large part of the population is now reached through this medium; gaps in knowledge could be conveyed through this phone app. Appropriate marketing at the point of sale, in

newspapers, in social media and on TV would be useful here, so that as many consumers as possible are made aware of such an app.

Abbreviations

OR: Odds ratio; US: United States; e.g.: Example given

Acknowledgements

We thank the panel provider *GapFish* for the execution of the study and all participants in the study.

Authors' contributions

KAH is the first author. KAH and MGD were involved in the conception and design of the study and the questionnaire. KAH analysed the data and drafted the manuscript. RM und TA were involved in the data analysis. All authors were involved in the revision of draft manuscripts and the approval of the final manuscript.

Funding

The study was partly funded by *pangea labs GmbH*. This work was partly funded by the German Federal Ministry of Education and Research under project number 01KI1725A as part of the Research Network on Zoonotic Infectious Diseases. *pangea labs GmbH* provided the software to prepare the online survey, including the layout. The funding bodies were not involved in the design of the study; the collection, analysis and interpretation of the data; or the preparation of the manuscript.

Availability of data and materials

Raw data of the study are available upon request to the corresponding author.

Ethics approval and consent to participate

According to the guidelines for online surveys of market and social research associations in Germany, formal ethical approval was not required. This guideline states that the scientific approach of the survey, the informed consent to participate, the anonymization of the participants and the strict separation of scientific from nonscientific activities have to be granted [68]. *GapFish* guarantees that all requirements are fulfilled. Participants have long-term agreements with *GapFish* and have given written consent to participate.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Author details

¹Institute for Veterinary Epidemiology and Biostatistics, Freie Universität Berlin, Königsberg 67, 14163 Berlin, Germany. ²Institute of Food Safety and Food Hygiene, Freie Universität Berlin, Königsberg 67 and 69, 14163 Berlin, Germany.

Received: 28 September 2019 Accepted: 6 March 2020

Published online: 16 March 2020

References

1. Robert Koch Institut. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2014, Berlin. 2015. https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch_2014.pdf?__blob=publicationFile. Accessed 26 Aug 2019.
2. European Food Safety Authority. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. 2018. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5500>. Accessed 28 Aug 2019.
3. Robert Koch Institut. In hrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2017. Berlin 2018. https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch_2017.pdf?__blob=publicationFile. Accessed 26 Aug 2019.
4. Institute of Environmental Science and Research Ltd. Notifiable Diseases in New Zealand: Annual Report 2016. Porirua, New Zealand 2017. <https://surv>.

- esr.cri.nz/PDFsurveillance/AnnualRpt/AnnualSurv/2016/2016 AnnualNDReportFinal.pdf. Accessed 28 Aug 2019.
5. World Health Organization. The global view of campylobacteriosis: report of an expert consultation. Utrecht, Netherlands: World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Organisation for Animal Health; 2013. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/80751/9789241564601_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20\(2013\)](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/80751/9789241564601_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20(2013)). Accessed 28 Aug 2019.
 6. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Berichte zur Lebensmittelsicherheit: Zoonose-Monitoring 2013. 2015. https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Berichte/03_Zoonosen_Monitoring/2013_zoonosen_monitoring_bericht.pdf?__blob=publicationFile&v=5. Accessed 28 Aug 2019.
 7. Bundesinstitut für Risikobewertung. BfR-Verbrauchermonitor 06 | 2015. https://www.bfr.bund.de/epaper_verbrauchermonitor_2015_deutsch/files/assets/common/downloads/BfR-Verbrauchermonitor_2015.pdf (2015). Accessed 28 Aug 2019.
 8. Nestle. Das is(s)t Qualität. 2012. https://www.nestle.de/sites/g/files/pydnoa391/files/asset-library/documents/verantwortung/nestle%20studie/executive_summary_studie_2012.pdf. Accessed 28 Aug 2019.
 9. Bundesinstitut für Risikobewertung. BfR-Verbrauchermonitor 02 | 2018. 2018. <https://mobil.bfr.bund.de/cm/350/bfr-verbrauchermonitor-02-2018.pdf>. Accessed 28 Aug 2019.
 10. Cates S, Carter-Young HL, Gledhill E. Changes in Consumer Knowledge, Behavior, and Confidence Since the 1996 PR/HACCP Final Rule. Orlando, FL 2002. https://www.rti.org/sites/default/files/resources/haccp_changes_poster.pdf. Accessed 19 Feb 2019.
 11. Allan PD, Palmer C, Chan F, Lyons R, Nicholson O, Rose M, et al. Food safety labelling of chicken to prevent campylobacteriosis: consumer expectations and current practices. *BMC Public Health*. 2018;18(1):414.
 12. Food Standards Agency. Biannual Public Attitudes Tracker 2018. 2018. https://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/biannual-public-attitudes-tracker-wave-16-final-270718_1.pdf. Accessed 28 Aug 2019.
 13. Lando A, Verrill L, Liu S, Smith E. FDA Food Safety Survey: U.S. Food and Drug Administration; 2016. <https://www.fda.gov/media/101366/download>. Accessed 28 Aug 2019.
 14. Hölzl C, Aldrian U. Lebensmittelsicherheit und Hygiene im Privathaushalt: Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH. 2011. https://www.ages.at/fileadmin/AGES2015/Themen/Lebensmittel_Dateien/Lebensmittelsicherheit_und_Hygiene_im_Privathaushalt_13_12_2013.pdf. Accessed 28 Aug 2019.
 15. Lin CTJ, Jensen KL, Yen ST. Awareness of foodborne pathogens among US consumers. *Food Qual Prefer*. 2005;16(5):401–12.
 16. Jay LS, Comar D, Govenlock LD. A national Australian food safety telephone survey. *J Food Protect*. 1999;62(8):921–8.
 17. Bergsma NJ, Fischer ARH, Van Asselt ED, Zwietering MH, De Jong AEI. Consumer food preparation and its implication for survival of campylobacter jejuni on chicken. *Br Food J*. 2007;109(7):548–61.
 18. Kennedy J, Jackson V, Blair IS, McDowell DA, Cowan C, Bolton DJ. Food safety knowledge of consumers and the microbiological and temperature status of their refrigerators. *J Food Protect*. 2005;68(7):1421–30.
 19. Sternisa M, Mozina SS, Levstek S, Kukec A, Raspor P, Jevsnik M. Food safety knowledge, self-reported practices and attitude of poultry meat handling among Slovenian consumers. *Br Food J*. 2018;120(6):1344–57.
 20. European Food Safety Authority. Scientific opinion on quantification of the risk posed by broiler meat to human campylobacteriosis in the EU. 2010. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2010.1437>. Accessed 28 Aug 2019.
 21. Kaakoush NO, Castano-Rodriguez N, Mitchell HM, Man SIM. Global epidemiology of campylobacter infection. *Clin Microbiol Rev*. 2015;28(3):687–720.
 22. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Versorgung mit Fleisch in Deutschland im Kalenderjahr 2018. 2019. https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/Fleisch/Fleisch_2018.xlsx?sessionid=C4FB5DE48E8ABDCF931D2096434098FD.1_cid335?__blob=publicationFile&v=2. Accessed 28 Aug 2019.
 23. Yun J, Greiner M, Holler C, Messelhauser U, Rampp A, Klein G. Association between the ambient temperature and the occurrence of human Salmonella and campylobacter infections. *Sci Rep-Uk*. 2016;6:1–7.
 24. Robert Koch Institut. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2018. 2019. https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch_2018.pdf?sessionid=B4B6B3E78886C3084EB65186A5C8C638.1_cid390?__blob=publicationFile. Accessed 18 Dec 2019.
 25. Fischer M. Möglichkeiten sozialwissenschaftlicher Surveys im Internet : Stand und Folgerungen für Online-Befragungen. 2005. https://kops.uni-konstanz.de/bitstream/handle/123456789/11664/Heft46_OnlineBefragung.pdf?sequence=1. Accessed 28 Aug 2019.
 26. BfR. BfR-Verbrauchermonitor 02/2019. 2019. <https://mobil.bfr.bund.de/cm/350/bfr-verbrauchermonitor-02-2019.pdf>. Accessed 18 Dec 2019.
 27. Bartsch L. Analyse des hygienerelevanten Verbraucherverhaltens im Rahmen der Zubereitung gegrillter Speisen: Hochschule Rhein-Waal; 2018. <https://opus4.kobv.de/opus4-rhein-waal/frontdoor/index/index/docId/263>. Accessed 18 Dec 2019.
 28. van Velsen L, Beaujean DJ, van Gemert-Pijnen JE, van Steenberghe JE, Timen A. Public knowledge and preventive behavior during a large-scale Salmonella outbreak: results from an online survey in the Netherlands. *BMC Public Health*. 2014;14:100.
 29. Smereka J, Szarpak L, Ruetzler K, Schacham Y, Smereka A, Dabrowski M, et al. A multicenter survey on toxoplasmosis knowledge among pregnant women in Poland (the TOWER study). *BMC Pregnancy Childb*. 2018;18:1–5.
 30. Jones JL, Ogunmodede F, Scheffel J, Kirkland E, Lopez A, Schulkun J, et al. Toxoplasmosis-related knowledge and practices among pregnant women in the United States. *Infect Dis Obstet Gynecol*. 2003;11(3):139–45.
 31. Millar PR, de Moura FL, Bastos OMP, de Mattos DPBG, Fonseca ABM, Sudre AP, et al. Toxoplasmosis-related knowledge among pregnant and postpartum women attended in public health units in Niteroi, Rio De Janeiro, Brazil. *Rev Inst Med Trop Sp*. 2014;56(5):433–8.
 32. Pfukenyi DM, Chipunga SL, Dinginya L, Matenga E. A survey of pet ownership, awareness and public knowledge of pet zoonoses with particular reference to roundworms and hookworms in Harare, Zimbabwe. *Trop Anim Health Prod*. 2010;42(2):247–52.
 33. European Food Safety Authority. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. *Efsa J*. 2017;15(12):5077–2017.
 34. Murray R, Glass-Kaasta S, Gardhouse C, Marshall B, Ciampa N, Franklin K, et al. Canadian consumer food safety practices and knowledge: Foodbook study. *J Food Prot*. 2017;80(10):1711–8.
 35. Zorba NND, Kaptan M. Consumer food safety perceptions and practices in a Turkish community. *J Food Protect*. 2011;74(11):1922–9.
 36. Altekruze SF, Street DA, Fein SB, Levy AS. Consumer knowledge of foodborne microbial hazards and food-handling practices. *J Food Protect*. 1996;59(3):287–94.
 37. Bearth A, Cousin ME, Siegrist M. Poultry consumers' behaviour, risk perception and knowledge related to campylobacteriosis and domestic food safety. *Food Control*. 2014;44:166–76.
 38. Ferk CC, Calder BL, Camire ME. Assessing the food safety knowledge of University of Maine students. *J Food Sci Educ*. 2016;15(1):14–22.
 39. Godinez-Oviedo A, Sampedro Parra F, Machuca Vergara JJ, Gutierrez Gonzalez P, Hernandez IM. Food consumer behavior and Salmonella exposure self-perception in the central region of Mexico. *J Food Sci*. 2019;84(10):2907–15.
 40. Angellillo IF, Foresta MR, Scozzafava C, Pavia M. Consumers and foodborne diseases: knowledge, attitudes and reported behavior in one region of Italy. *Int J Food Microbiol*. 2001;64(1–2):161–6.
 41. Bremer V, Bocter N, Rehmet S, Klein G, Breuer T, Ammon A. Consumption, knowledge, and handling of raw meat: a representative cross-sectional survey in Germany, march 2001. *J Food Prot*. 2005;68(4):785–9.
 42. Bundesinstitut für Risikobewertung. BfR-Verbrauchermonitor 2015 Spezial Antibiotikaresistenzen. <https://mobil.bfr.bund.de/cm/350/bfr-verbrauchermonitor-2015-spezial-antibiotikaresistenzen.pdf> (2015). Accessed 28 Aug 2019.
 43. Food Marketing Institute. U.S. Grocery Shopper Trends 2018. Arlington: Food Marketing Institute; 2018.
 44. Fein SB, Lando AM, Levy AS, Teisl MF, Noblet C. Trends in U.S. Consumers' safe handling and consumption of food and their risk perceptions, 1988 through 2010. *J Food Protect*. 2011;74(9):1513–23.
 45. United States Department of Agriculture. Food Safety Consumer Research Project: Meal Preparation Experiment Related to Thermometer Use 2018. 2018. <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/cb222383-1e02-471a-8657-c205eda92acf/Observational-Study.pdf?MOD=AJPERES>. Accessed 28 Aug 2019.
 46. Bundesinstitut für Risikobewertung. Schutz vor lebensmittelbedingten Infektionen mit Campylobacter. 2019. <https://www.bfr.bund.de/cm/350/>

- [verbrauchertipps-schutz-vor-lebensmittelbedingten-infektionen-mit-campylobacter.pdf](#). Accessed 28 Aug 2019.
47. Bundesinstitut für Risikobewertung. Was tun mit dem Huhn?. 2014. http://www.bfr.bund.de/de/was_tun_mit_dem_huhn_-191706.html. Accessed 28 Aug 2019.
 48. United States Department of Agriculture. Campylobacter Questions and Answers. last modified Aug 07,2013. https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/foodborne-illness-and-disease/campylobacter-questions-and-answers/ct_index. Accessed 28 Aug 2019.
 49. European Food Safety Authority. EFSA explains zoonotic diseases: Campylobacter. 2014. https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/factsheetcampylobacter.pdf. Accessed 28 Aug 2019.
 50. Antonise-Kamp L, Friesema IHM, van der Vossen-Wijmenga WP, Beaujean DJMA. Evaluation of the impact of a hygiene warning label on the packaging of poultry. *Food Control*. 2018;92:86–91.
 51. Zühlsdorf A, Jürkenbeck K, Spiller A. Lebensmittelmarkt und Ernährungspolitik 2018: Verbrauchereinstellungen zu zentralen lebensmittel- und ernährungspolitischen Themen; 2018.
 52. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. Verbraucherkompetenz & Lebensmittelkennzeichnung: Was braucht der Mensch beim Lebensmittelkauf?. 2015. https://www.dlg-verbraucher.info/fileadmin/downloads/Folder_DLG-Studie_Verbraucherkompetenz_2015.pdf. Accessed 28 Aug 2019.
 53. Robert Koch Institut. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Erkrankungen für 2016. Berlin. 2017. https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch_2016.pdf?__blob=publicationFile. Accessed 28 Aug 2019.
 54. Stratev D, Odeyemi OA, Pavlov A, Kyuchukova R, Fatehi F, Bamidele FA. Food safety knowledge and hygiene practices among veterinary medicine students at Trakia University, Bulgaria. *J Infect Public Health*. 2017;10(6):778–82.
 55. Samapundo S, Thanh TNC, Khaferi R, Devlieghere F. Food safety knowledge, attitudes and practices of street food vendors and consumers in ho chi minh city, Vietnam. *Food Control*. 2016;70:79–89.
 56. Rossvoll EH, Lavik R, Ueland O, Jacobsen E, Hagtvedt T, Langsrud S. Food safety practices among Norwegian consumers. *J Food Protect*. 2013;76(11):1939–47.
 57. Langiano E, Ferrara M, Lanni L, Viscardi V, Abbatecola AM, De Vito E. Food safety at home: knowledge and practices of consumers. *J Public Health*. 2012;20(1):47–57.
 58. Tomaszewska M, Trafialek J, Suebpongsang P, Kolanowski W. Food hygiene knowledge and practice of consumers in Poland and in Thailand - a survey. *Food Control*. 2018;85:76–84.
 59. Krack-Roberg E, Rübenach S, Sommer B, Weinmann J. Familie, Lebensformen und Kinder. In: Datenreport 2016, Ein Sozialbericht für die Bundesrepublik Deutschland, vol. 2016. https://www.destatis.de/GPSStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00021684/Datenreport2016.pdf%3Bjsessionid%3DE5C94A0A9F727899774E66A2BE50E59FF. Accessed 28 Aug 2019.
 60. Bundesministerium für Ernährung und landwirtschaft. Deutschland wie es isst. 2016 https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Ernaehrungsreport2016.pdf?__blob=publicationFile. Accessed 28 Aug 2019.
 61. Carbas B, Cardoso L, Coelho AC. Investigation on the knowledge associated with foodborne diseases in consumers of northeastern Portugal. *Food Control*. 2013;30(1):54–7.
 62. Alrabadi NI, AL-Massad M, Alboqai O. Food Safety: A Study of Jordanian Consumer's Knowledge and Practices. *World Appl Sci J*. 2013;22(1):35–40 2013.
 63. Marvin DM, Dewey CE, Rajic A, Poljak Z, Young B. Knowledge of Zoonoses among those affiliated with the Ontario swine industry: a questionnaire administered to selected producers, allied personnel, and veterinarians. *Foodborne Pathog Dis*. 2010;7(2):159–66.
 64. Young J, Rajic A, Letellier A, Cox B, Leslie M, Sanei B, et al. Knowledge and attitudes toward food safety and use of good production practices among Canadian broiler chicken producers. *J Food Protect*. 2010;73(7):1278–87.
 65. Bahnson PB, Michalak MM, Miller GY. Pork producers' attitudes, knowledge, and production practices that relate to on-farm food safety. *J Food Protect*. 2001;64(12):1967–72.
 66. Ansari-Lari M, Soodbakhsh S, Lakzadeh L. Knowledge, attitudes and practices of workers on food hygienic practices in meat processing plants in Fars, Iran. *Food Control*. 2010;21(3):260–3.
 67. Scheinberg J, Radhakrishna RB, Cutter CN. Food safety knowledge, behavior, and attitudes of vendors of poultry products sold at Pennsylvania farmers' markets. *J Ext*. 2013;51(6):1-12.
 68. Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e. V., Arbeitsgemeinschaft Sozialwissenschaftlicher Institute e.V., Berufsverband Deutscher Markt- und Sozialforscher e. V., Deutschen Gesellschaft für Online-Forschung. Guideline for Online Surveys. 2000. Revised August 2007. http://rat-marktforschung.de/fileadmin/user_upload/pdf/R08_RDMS.pdf.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions



4. From stable to table: Determination of German consumer perceptions of the role of multiple aspects of poultry production on meat quality and safety

This article has been accepted by: Journal of Food Protection

Article number: Vol. 84, No. 8, 2021, Pages 1400–1410

Manuscript received by the Journal: December 23rd, 2020

Manuscript accepted by the Journal: March 29th, 2021

Published by the Journal: April 1st, 2021

Authors: Karoline Apollonia Henke, Thomas Alter, Marcus G. Doherr, Roswitha Merle

<https://doi.org/10.4315/JFP-20-491>

Research Paper

From Stable to Table: Determination of German Consumer Perceptions of the Role of Multiple Aspects of Poultry Production on Meat Quality and Safety

KAROLINE A. HENKE,¹ THOMAS ALTER,² MARCUS G. DOHERR,¹ AND ROSWITHA MERLE[✉]<https://orcid.org/0000-0002-8688-2926>^{1*}

¹Institute for Veterinary Epidemiology and Biostatistics, Freie Universität Berlin, Königsberg 67, 14163 Berlin, Germany; and ²Institute of Food Safety and Food Hygiene, Freie Universität Berlin, Königsberg 69, 14163 Berlin, Germany

MS 20-491: Received 23 December 2020/Accepted 29 March 2021/Published Online 1 April 2021

ABSTRACT

Contamination with potentially pathogenic microorganisms may occur at all stages of the food chain. We conducted a representative cross-sectional survey of 1,008 consumers aged 16 years and older in Germany via an online panel. The aim was to assess the perception of consumers regarding the influence of aspects of meat production on the safety and quality of meat. More than 70% of the participants indicated that poultry fattening farms had a high or very high influence on meat safety, followed by cooks or meat preparers (66.3%). Meat consumption was significantly associated with a high perception of the influence of cooks or meat preparers ($P = 0.025$). The oldest participants were almost three times as likely to vote high influence and six times as likely to select very high influence (instead of no or limited) as the youngest participants (high influence: odds ratio [OR] = 2.89, $P = 0.016$; very high influence: OR = 6.06, $P < 0.001$). Of all participants, 78.1% believed organic farming had a positive influence on the safety of meat compared with conventional farming. Participants older than 60 years voted significantly more frequently than youngest participants (16 to 19 years) that organic farming had no influence ($P = 0.006$, OR = 5.71) or a positive influence ($P = 0.007$, OR 3.93) on meat safety. In addition, it could be shown that most consumers believed that irradiation of meat had a negative influence on the safety of meat. In conclusion, consumers were aware that many aspects were important for food safety and quality. The influence of organic farming compared with conventional farming, as well as the influence of irradiation, was often incorrectly assessed by consumers. Consumers seemed to need more information on sensitive issues, such as the different types of farming or the effects of irradiation, to better assess the impact of these aspects on the safety and quality of meat.

HIGHLIGHTS

- Consumers' awareness on their role in meat safety needs to be increased.
- Consumers believe organic meat is safer than conventionally produced meat.
- Most consumers assess meat irradiation negatively.

Key words: Consumer awareness; Food chain; Food safety; Germany; Online survey; Public health

Food contaminated with zoonotic agents is an important source of infection in humans (5). The World Health Organization (59) estimates that based on 31 foodborne-included hazards, 600 million foodborne infections occurred worldwide in 2010 and 420,000 people died from them. Some 315,000 foodborne infections are confirmed annually in the European Union (EU), although the actual number is likely to be higher (17). In 2017, 27 member states in the EU reported 5,079 food and water-related outbreaks (18). An outbreak is defined as two or more people developing the same foodborne illness after eating or drinking the same food (20). In Germany, 416 foodborne outbreaks were

reported in 2018. At least 2,476 illnesses, 324 hospitalizations, and 11 deaths were related to the outbreaks (42). Current data from the EU show that in 2017, 60% of foodborne outbreaks supported by strong evidence were associated with food of animal origin. Meat and meat products (including meat from poultry, pork, bovine, sheep, and other unspecified red meats and their products) were the food group most frequently involved (18). Campylobacteriosis was the most frequently reported zoonosis throughout the EU in 2017, followed by salmonellosis (18). This trend is particularly evident in Germany. Among the reported outbreaks in which a food vehicle was reported, the food category “meat or meat products” was selected most frequently (45%) (47). Among the notifiable bacterial infectious agents that can be transmitted to humans via

* Author for correspondence. Tel: +49 30 838 75096; Fax: +49 30 838 4 75096; E-mail: roswitha.merle@fu-berlin.de.

meat, *Campylobacter enteritis* and salmonellosis were the most frequently reported in Germany in 2018, with 76,872 and 13,529 reported cases, respectively (47).

Contamination with zoonotic agents can occur at all stages of the food chain, from primary production to consumption (5, 59). The food chain has become more complex, with more steps and stakeholders involved in recent years, and demographic, cultural, economic, and environmental developments have increased food-related health risks (58). Tackling foodborne disease is a shared responsibility of all stakeholders along the food chain, from stable to table (primary production to consumption) (59).

According to several studies, most consumers in Germany assume that food is 100% safe (6, 45). Almost 70% of consumers in Germany have never heard of *Campylobacter* (30). Only 7% of consumers in Germany are concerned about *Campylobacter* in meat (7). In contrast, only 2.8% of the respondents were unaware of *Salmonella* (30), and 26% of consumers were concerned about the presence of *Salmonella* in food (7). Consumer expectations of agriculture are high. Having access to top-quality and safe food is the most important requirement from the perspective of consumers in Germany (10). Consumers express great confidence in farmers, whereas the retail sector is regarded as less trustworthy (10, 29). In addition to agriculture and retail, consumers are part of the food chain, e.g., by maintaining the cold chain when transporting food or at home when preparing meals. Consumers' knowledge about specific protective measures, such as avoiding cross-contamination by using different cutting boards or personal hygiene in their household, varies substantially among countries (4, 24, 25, 35, 38, 44). However, a study from Germany shows that consumers are largely unaware of the steps along the food processing value chain that affect the safety and quality of the products (45).

The aim of the study was to assess the influence that consumers attribute to the various aspects of meat production regarding the safety and quality of poultry meat. The participants in the study were asked about their perceptions using examples from the poultry meat production chain. The aim was to determine which aspects of meat production—based on consumer perceptions—were responsible for compliance with selected examples, such as poultry fattening farms, animal transport, slaughtering, retail, or who cooked the meat. Based on the results, we examined whether consumer assessment was consistent with scientific findings. This is relevant for targeted consumer awareness campaigns related to food safety.

MATERIALS AND METHODS

Data collection and questionnaire development. To conduct this study, a questionnaire was designed comprising an aggregate of 43 questions divided into five sections. The questions covered the following thematic blocks: sociodemographic factors, socioeconomic factors, and consumer knowledge of selected pathogens, such as *Campylobacter*, *Salmonella*, and *Toxoplasma*. Consumers were also asked about the degree of the influence of selected aspects of meat production (poultry fattening farm, animal transport, slaughtering, retail, and cook or preparer) on the safety and quality of poultry meat and the positive or negative

influence of specific aspects of the meat production chain (organic farming in comparison to conventional agriculture, maintaining the cold chain, proper meat handling and preparation in the kitchen, meat irradiation with ionizing radiation, and packaging under a modified atmosphere). For a common understanding of these terms among the respondents, each of them was explained in detail. Safety was defined as the transmission or spread of pathogens such as *Campylobacter* and/or *Salmonella*, whereas quality was defined as taste and mouthfeel (juiciness and tenderness). Questions concerning meat consumption were not focused on poultry meat, because we assumed that meat consumers would also consume poultry meat and we were interested in the general knowledge of transmission of pathogens via (poultry) meat. The questionnaire was written in the German language; an English translation is available in the supplements.

The items addressed in the questionnaire were selected from literature. Questionnaire validation took place in several steps. First, a draft was discussed with experts from the departments of veterinary epidemiology and food hygiene, and the questionnaire methodology was validated by the market research company Pangea labs. This was followed by a functionality check by the panel provider. In a final step, the questionnaire was answered by five consumers of different genders and ages and validated for comprehensibility and unclear formulations.

For the implementation of the survey, we enlisted the services of a commercial German panel provider, GapFish. Participants were preregistered and could be selected by demographic characteristics, such as age, gender, and occupation. The participants were recruited through various channels, such as TV, radio, or social media campaigns, as well as through search engine marketing or affiliate partnerships. The participants were invited by GapFish through an individual e-mail link, which could only be used once to exclude multiple submissions. To ensure that all participants included in the sample read the questions properly, so-called speeders with unrealistic short answer times were identified and excluded immediately by the system. After completion of the survey, participants received a small payment, which was either transferred via a bank to the participants or could be donated directly to a good cause. The panel provider, based on its experience, had recommended a survey of at least 1,000 consumers in Germany to ensure a demographically representative sample and a low margin of error on relevant parameter estimates. The target population consisted of individuals aged 16 years and older. Only individuals fluent in German could participate, which in some cases excluded first-generation immigrants. To ensure representativeness regarding age and geographical location, the study population was proportionally stratified according to the German federal states, gender, and five age groups. Sampling was continued until all strata were complete. When a stratum was complete, further participation was refused. In aggregate, 1,008 consumers participated. Data collection started on 11 August 2017, and was completed on 20 August 2017.

Statistical analysis. The evaluation of the data was carried out with IBM SPSS Statistics Version 26. Responses from 1,008 consumers who had answered all questions completely were included in the statistical analysis. Exceptions from completeness were made for questions on the level of education, primary residence, number of children in the household, and household income after tax. For these questions, there was an option to indicate either that the question could not be answered or that the respondent did not wish to answer. If a participant selected one of these answer options, this answer was not considered in the

univariate and multinomial analyses, thus reducing the item-specific sample size.

The descriptive statistics contain an overview of the participants' demographics, including frequency tables on both questions about the influence of general aspects of meat production on the safety and quality of meat and questions about the influence of specific aspects of the meat production chain on the safety and quality of meat from the perspectives of (i) all consumers together and (ii) individual consumer groups.

Univariable associations between categorical variables were analyzed by cross-tabulation and chi-square statistics. If the number of cells with expected values below 5 was above 25%, Fisher's exact test was used instead of the chi-square test. The level of significance was set to 0.05. When possible, odds ratios (ORs), including 95% confidence intervals, were given. Four target variables were examined. In the first group of chi-square tests, we defined the target variable as the level of influence of the respective aspects of the meat production chain (poultry fattening farm, animal transport, slaughtering, retail, and cook or preparer) on the safety of meat. The parameter values for these target variables were "no or limited influence," "moderate influence," "high influence," and "very high influence." The association of different factors, such as age and gender, with the consumer-perceived level of influence of aspects of meat production on the safety of meat was assessed. In the second group of chi-square tests, we defined the target variable as the level of influence of aspects of meat production on the quality of meat. The parameter values for this target variable were the same as in the first group of chi-square tests.

Subsequently, we investigated whether specific aspects of the meat production chain had a positive or negative influence on the safety or quality of meat from the perspective of consumers. The specific aspects were (i) organic compared with conventional farming, (ii) maintenance of the cold chain, (iii) proper handling and preparation of meat in the kitchen, and (iv) irradiation of meat with ionizing radiation. The parameter values for these target variables of the specific aspects were "negative influence," "no influence," and "positive influence." We investigated the association of demographic factors, such as age and gender, with the consumer-perceived influence of the specific aspects of the meat production chain.

Subsequently, the association of the factors with two of the previously mentioned target variables were examined further in multinomial logistic regression models: (i) the level of influence of the aspects of meat production on the safety of meat and (ii) the influence of the specific aspects of the meat production chain on the safety of meat from the consumer perspective. In each case, the parameters that had $P < 0.2$ in the previously conducted chi-square test were included as candidates. Variables were selected by manual forward selection: Following addition of a variable, we noted the change in the regression coefficients of the variables already in the model, as well as the change in the model R^2 . Two-way interactions between explanatory variables were tested for inclusion in the multinomial model and removed if they proved to be statistically insignificant or led to instability of the model.

RESULTS AND DISCUSSION

The survey was conducted by a commercial online survey company and was designed as a stratified sample from an existing target panels. The advantage was that the data collection could be completed rapidly and with limited effort. The planned number of respondents was attained quickly because of the efficient dissemination of the access

link to the online questionnaire by e-mail to the participants that were already preregistered with the panel provider. Due to their existing voluntary registration to participate in consumer surveys, as well as the relevance of the topic, the acceptance rate was high. Data transfer to the first author was automated; this eliminated transcription errors. However, not all potential sources of selection and information bias could be controlled for. Not all consumer groups have the same level of online access, and only those consumers who had consciously registered for a panel could participate in the study. In addition, no queries were possible in cases of ambiguities or difficulties in understanding specific questions. The presence of third parties or the use of information material while completing the questionnaire could not be excluded. This would have biased the survey results toward higher knowledge. Multiple submissions were excluded by the one-time delivered and one-time usable link.

Participant demographics. Comparison of the study population of 1,008 individuals with the demographic characteristics of the German national population in 2017 (50–53) indicated no major deviations, and we therefore feel confident regarding the external validity of our study results (Table 1).

Consumer perceptions of the influence of the aspects of meat production on the safety and quality of poultry meat. Food safety was defined in our study as the transmission and spread of pathogens such as *Campylobacter* and/or *Salmonella*. To avoid misunderstandings, this was explained to consumers before they answered the questions. German consumers generally expect that food is safe and does not pose health risks (45). In addition to the presence of pathogens, consumers in Germany are concerned about antibiotic resistance, as well as the presence of pesticides, glyphosate, and microplastics in food (8, 19).

With regard to livestock farming, it was shown that most participants considered the meat production facets of poultry fattening farm, animal transport, slaughtering, retail, and cook (person) as highly or very highly influential on the safety and quality of meat. With regard to the influence of the poultry fattening farm, consumer assessment was consistent with scientific findings, namely, that different aspects of farming are associated with meat safety. The term "poultry fattening farm" included stables, livestock, work processes, and those employees involved in fattening on the farm—and thus the total primary production. Relevant factors in this domain include the age of the animals (fattening period), poor biosecurity (including lack of stall-specific clothing), control of flock density (thinning), and the presence of flocks of different ages on a farm. A range of studies has demonstrated that these are risk factors for *Campylobacter* infection (entry, transmission, and spread of *Campylobacter*) in broiler chickens on poultry farms, thus affecting the safety of meat (16, 22, 27, 31, 41, 49). In the final multinomial logistic regression model, there was only a significant difference between consumers from eastern and western Germany in the perception of the influence of

TABLE 1. Demographic characteristics of survey participants

	<i>n</i>	Total respondents (%)	German population, 2017 (%) (50–53)
Gender			
Male	508	50.4	49.3
Female	500	49.6	50.7
Age group (yr)			
16–19 (younger than 20)	176	17.5	18.4
20–39	219	21.7	24.6
40–59	451	44.7	29.1
60 and older	162	16.1	27.9
Federal state			
Eastern Germany ^a	215	21.3	19.5
Western Germany	793	78.7	80.5
Size of main residence			
Rural community (<5,000 inhabitants)	158	16.2	13.0
Small town (between 5,000 and less than 20,000)	220	22.6	24.8
Midsize town (between 20,000 and less than 100,000)	264	27.1	27.4
Metropolis (100,000 and more)	332	34.1	34.8
Children in household			
Family (at least 1 child) ^b	337	34.0	19.9
Other households (no child)	654	66.0	80.1
Household income after tax (€)			
<1,500	252	29.8	27.6
1,500–<2,600	236	27.9	31.1
≥2,600	358	42.3	41.3

^a Brandenburg, Berlin, Mecklenburg–Western Pomerania, Saxony, Saxony-Anhalt, Thuringia.

^b Family includes all parent–child communities, i.e., married couples, nonmarital same-sex and mixed-sex cohabiting couples, and single fathers and mothers with unmarried children in the household.

poultry fattening farm characteristics on meat safety (Table 2). People from western Germany were more likely than those from eastern Germany to assume that the poultry fattening farm had a high or very high influence on the safety of meat (high influence: OR = 5.49, $P = 0.008$; very high influence: OR = 6.54, $P = 0.04$). In addition, we were able to show that more than two-thirds of consumers believed that organic farming (compared with conventional farming), maintaining the cold chain, and proper handling and preparation in the kitchen had a positive influence on the safety and quality of meat. Concerning farming systems, our results showed that a vast majority (78.9%) of respondents assumed that organic farming had a positive influence on the safety of meat compared with conventional farming. A study from The Netherlands showed that consumers rate the risk of *Campylobacter* contamination of meat from animals kept in indoor systems (conventional, conventional plus, colony cages, or noncage systems) higher than from those in outdoor systems (56). In contrast, a study in Switzerland showed that only 22% of respondents believed that poultry meat from organic farms contains pathogens less frequently than other poultry (3). However, consumer perceptions are not consistent with scientific findings in all aspects: Poultry meat from organic farm animals is more often contaminated with *Campylobacter* than meat from conventional farm animals (54, 57). A study

from Denmark identified a higher risk of illness after exposure to *Campylobacter* from organic broiler meat (48), whereas other studies suggested that there is no significant difference in the incidence of *Campylobacter* on meat or carcasses between samples from organic and from conventional farming (12, 13). Furthermore, two U.S. studies showed that overall, raw organic poultry is not safer than conventionally reared poultry in terms of microbiological risk (28, 43). Concerning the perceived influence of organic farming compared with conventional farming, in the final multinomial logistic regression model, the age groups differed significantly ($P = 0.034$) (Table 3). Participants older than 60 years of age were more likely than the youngest participants to perceive that organically produced meat was equally safe or safer compared with conventionally produced meat (no influence: OR = 5.71, $P = 0.006$; positive influence: OR = 3.93, $P = 0.007$). In contrast to age, our initial hypothesis that there is a difference in perception between genders has not been confirmed, although another study claimed that female participants consider the risk of *Campylobacter* contamination of meat to be higher for indoor housing systems and lower for outdoor housing systems compared with male participants (56). Based on the results of our study, we conclude that German consumers believe that poultry meat from organic farms is safer than poultry meat from conventional farms. Therefore, it is

TABLE 2. Influence of the poultry fattening farm on meat safety from the consumer perspective

	Univariable analysis		Multinomial logistic regression ^a								
	χ^2 test	Likelihood quotient tests	Moderate influence			High influence			Very high influence		
			P	aOR	95% CI	P	aOR	95% CI	P	aOR	95% CI
Age group (yr)	<0.001^b	0.179									
16–19			0.923	0.94	0.268–3.295	0.834	0.881	0.27–2.873	0.114	0.374	0.11–1.266
20–39			0.478	0.668	0.219–2.034	0.890	1.075	0.386–2.998	0.522	0.717	0.259–1.987
40–59			0.819	1.117	0.432–2.887	0.966	1.019	0.418–2.485	0.648	0.815	0.339–1.959
>60 (baseline)											
Cold-cut consumption per wk	<0.001	0.209									
No or almost no consumption			0.546	0.719	0.246–2.1	0.360	0.634	0.238–1.684	0.285	0.586	0.22–1.56
Occasional to regular consumption			0.228	1.579	0.751–3.321	0.689	1.152	0.576–2.302	0.719	0.88	0.439–1.766
Often or daily consumption (baseline)											
Children in household	<0.001	0.055									
At least 1 child			0.302	1.473	0.706–3.075	0.662	1.166	0.586–2.320	0.506	0.788	0.391–1.590
No child (baseline)											
Meat consumption per wk	0.006	0.296									
No or almost no consumption			0.174	0.401	0.108–1.495	0.090	0.351	0.105–1.179	0.645	0.753	0.226–2.513
Occasional to regular consumption			0.405	0.663	0.251–1.747	0.305	0.622	0.251–1.541	0.461	0.707	0.282–1.775
Often or daily consumption (baseline)											
Federal state	0.049										
Eastern Germany			0.161	0.360	0.086–1.501	0.008	0.182	0.052–0.644	0.004	0.153	0.043–0.548
Western Germany (baseline)											
Monthly household income after tax (€)	0.078										
Low income (<1,500)			0.618	1.316	0.447–3.879	0.526	0.726	0.269–1.954	0.057	0.376	0.137–1.030
Middle income (1,500–3,600)			0.227	1.916	0.668–5.495	0.839	0.904	0.342–2.392	0.744	0.851	0.322–2.248
High income (>3,600) (baseline)											
Federal state: monthly household income after tax (€)		0.017									
Eastern Germany: low income (<1,500)			0.241	3.155	0.462–21.567	0.041	6.275	1.082–36.399	0.006	11.807	2.009–69.390
Eastern Germany: middle income (1,500–3,600)			0.763	0.754	0.120–4.731	0.073	4.330	0.870–21.549	0.094	3.973	0.790–19.971
Eastern Germany: high income (>3,600)											
Western Germany: low income (<1,500)											
Western Germany: middle income (1,500–3,600)											
Western Germany: high income (>3,600)											

^a Reference category is no or limited influence. aOR, adjusted odds ratio; 95% CI, 95% confidence interval.

^b Bold font indicates statistically significant *P* values.

TABLE 3. Influence of organic farming in comparison to conventional agriculture on meat safety from the consumer perspective

	Univariable analysis		Multinomial logistic regression ^d								
	χ^2 test		Likelihood quotient tests			No influence			Positive influence		
	P		P	aOR	95% CI	P	aOR	95% CI	P	aOR	95% CI
Age group (yr)	0.011^b		0.034								
16–19											
20–39				0.006	0.175	0.050–0.612	0.007	0.255	0.094–0.694		
40–59				0.502	0.674	0.213–2.134	0.319	0.596	0.215–1.651		
>60 (baseline)				0.768	0.854	0.299–2.438	0.621	0.789	0.310–2.013		
Level of education	0.023		0.151								
No certificate or lower secondary school certificate				0.687	1.217	0.468–3.168	0.367	0.681	0.296–1.568		
At least secondary school certificate (baseline)											
Monthly household income after tax (€)	0.127		0.455								
Low income (<1,500)				0.129	0.476	0.183–1.240	0.158	0.550	0.240–1.260		
Middle income (1,500–3,600)				0.373	0.656	0.260–1.657	0.688	0.845	0.373–1.919		
High income (>3,600) (baseline)											

^a Reference category is negative influence. aOR, adjusted odds ratio; 95% CI, 95% confidence interval.

^b Bold font indicates statistically significant P values.

important to educate consumers accordingly. Although organic farming differs from conventional farming in the type of feed used, administration of medicines, size of the herd, area of the barn, etc., the safety of meat does not necessarily depend on these characteristics. One possible explanation is that consumer perceptions of the safety of meat from different types of farming may have been influenced by their perception of organic (extensive) and conventional (mass production) farming, with a view that the organically produced meat is safer because of better farming conditions. When assessing the influence of aspects of meat production on meat quality, a similar trend was seen. For most participants, all aspects of meat production had a high or very high influence on the quality of meat. The influence of the poultry farm was evaluated differently in univariable analysis between age groups ($P < 0.001$), consumers with or without children in the household ($P < 0.001$), and household income after tax ($P = 0.009$). A positive assessment of organic farming on the quality of meat was associated with a higher level of (school) education certificate ($P = 0.007$), as well as with a higher net household income ($P = 0.015$).

For irradiation of meat with ionizing radiation, most consumers in our study suspected a negative influence on safety (58.7%) and quality (60.9%). Our hypothesis that consumers in Germany were more likely to refuse this procedure was thus confirmed. In the analysis of the influence of the irradiation of meat with ionizing radiation from the consumer perspective, the results of the chi-square test could only be partially confirmed in the multinomial logistic regression analysis (Table 4). A significant difference was observed between genders ($P < 0.001$): males were more likely than females to suppose that irradiation had no or a positive influence (OR = 1.61, $P = 0.017$; OR = 2.26, $P < 0.001$) on the safety of meat. Another study also shows that the acceptance of irradiated foods is very low (40), because consumers either are insecure and have doubts about irradiation (21, 26) or regard it as dangerous and believe that it may cause cancer or other diseases (14). Nevertheless, irradiation is an effective method to achieve complete elimination of *Campylobacter* spp. (37, 46). Regarding the influence of irradiation on quality, 60.9% of the participants assumed a negative influence. Univariable analysis showed that there were significant differences within the consumer groups of gender ($P < 0.001$), age ($P < 0.001$), number of children in the household ($P = 0.029$), and occupational status ($P = 0.018$). Men and younger age groups were still more likely to see a positive influence of irradiation, whereas participants without children and nonactors in the food chain were more likely to see a negative influence. Scientifically, it has been reported that irradiation results in sensory changes in the meat (1, 34, 37), although in some studies no significant differences in sensory quality were found (2, 11, 32). Based on paragraph 8 of the Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (German Food and Feed Code (9)), no food except for dried aromatic herbs and spices may be irradiated in Germany. Nevertheless, because irradiation is permitted for other foods in other EU countries (15), it

TABLE 4. Influence of irradiation of meat with ionizing radiation on meat safety from the consumer perspective

	Univariable analysis		Multinomial logistic regression ^a									
	χ^2 test		Likelihood quotient tests			No influence			Positive influence			
	<i>P</i>		<i>P</i>	<i>P</i>	aOR	95% CI	<i>P</i>	aOR	95% CI	<i>P</i>	aOR	95% CI
Gender	<0.001 ^b		<0.001									
Male (baseline)												
Female				0.017	0.62	0.419–0.917	<0.001	0.442	0.33–0.593			
Level of education	0.041		0.570									
No certificate or lower secondary school certificate				0.052	1.710	0.996–2.935	0.349	0.787	0.477–1.299			
At least secondary school certificate (baseline)												
Occupational groups	0.069		0.910									
Employees in the food chain				0.577	0.825	0.42–1.622	0.055	1.520	0.992–2.331			
No employees in the food chain (baseline)												

^a Reference category is negative influence. aOR, adjusted odds ratio; 95% CI, 95% confidence interval.

^b Bold font indicates statistically significant *P* values.

was of interest to assess how this decontamination procedure was perceived by consumers in Germany. Results imply that consumers are misinformed about irradiation technology and that better education is necessary (23, 26).

Regarding the influence of the cook and kitchen hygiene, it was shown that most consumers in our study (66.3%) believed that the cook or preparer has a high or very high influence on the safety of meat. Nevertheless, only 12% of consumers in Germany are concerned about food hygiene at home (8). We observed significant differences between age groups ($P < 0.001$) and consumers with different frequencies of meat consumption ($P = 0.025$) in how they evaluate the influence of the cook on the safety of meat (Table 5). Compared with the youngest, the oldest participants were three times as likely to assume that the cook has a high influence on the safety of meat (OR = 2.89, $P = 0.016$). In addition, they were six times more likely to believe that the cook has a very high influence on the safety of meat (OR = 6.06, $P < 0.001$). Individuals who did not consume meat or consumed almost no meat were significantly less likely to believe that the cook can highly influence the safety of meat compared with those who consumed meat frequently (OR = 0.333, $P = 0.021$). More than two-thirds of consumers in our study believed that proper handling and preparation of meat in the kitchen has a positive influence on safety. In addition, there were significant differences within consumer groups in this context (Table 6). Participants with higher level of education were twice as likely to be aware that proper handling and preparing meat in the kitchen can lead to an increase in meat safety (OR = 2.01, $P = 0.043$). Respondents from eastern Germany were more likely than those from western Germany to believe that proper handling and preparation in the kitchen had no or a positive influence on the safety of meat (no influence: OR = 2.465, $P = 0.038$; positive influence: OR = 2.170, $P = 0.025$). Other studies have shown that older consumers have a higher awareness of food hygiene and safety compared with younger consumers (33, 36). In the case of compliance with the appropriate kitchen hygiene, the assessment of consumers is also correct that with appropriate measures, safety can be positively influenced. Other research has shown that most consumers practice good kitchen hygiene, such as washing their hands after touching raw meat or changing cutting boards (38). In contrast, many studies show that consumers are often not aware of the risk of cross-contamination because of deficiencies in both food preparation and storage measures (33, 39, 55). These apparently inconsistent results lead us to conclude that although consumers correctly assess how important kitchen hygiene is for food safety, there are obvious gaps in knowledge on adequate kitchen hygiene. Further educational work is therefore necessary to raise consumer awareness. It is necessary for all levels of society to be equally involved in this.

In summary, we found that consumers in Germany attribute an influence on safety and quality to all players in the food chain, consistent with scientific findings. It should be emphasized that conventional agriculture is apparently wrongly perceived by consumers as negatively affecting

TABLE 5. Influence of cook or preparer on meat safety from the consumer perspective

	Univariable analysis		Multinomial logistic regression ^a								
	χ^2 test	Likelihood quotient tests	Moderate influence			High influence			Very high influence		
	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	aOR	95% CI	<i>P</i>	aOR	95% CI	<i>P</i>	aOR	95% CI
Age group (yr)	<0.001^b	<0.001									
16–19			0.224	0.571	0.232–1.408	0.016	0.346	0.146–0.822	<0.001	0.165	0.067–0.407
20–39			0.997	0.998	0.39–2.557	0.898	0.943	0.386–2.305	0.460	0.712	0.289–1.752
40–59			0.485	0.751	0.335–1.68	0.205	0.609	0.282–1.311	0.310	0.673	0.313–1.446
>60 (baseline)											
Meat consumption per wk	0.043	0.025									
No or almost no consumption			0.554	0.756	0.299–1.911	0.021	0.333	0.131–0.847	0.278	0.608	0.248–1.493
Occasional to regular consumption			0.231	0.656	0.328–1.309	0.136	0.607	0.315–1.17	0.046	0.51	0.263–0.989
Often or daily consumption (baseline)											
Children in household	0.075	0.566									
At least 1 child			0.163	0.686	0.403–1.166	0.274	0.755	0.456–1.25	0.388	0.798	0.477–1.333
No child (baseline)											
Occupational groups	0.081	0.125									
Employees in the food chain			0.097	0.545	0.267–1.116	0.203	0.655	0.341–1.257	0.917	0.966	0.505–1.849
No employees in the food chain (baseline)											

^a Reference category is no or limited influence. aOR, adjusted odds ratio; 95% CI, 95% confidence interval.

^b Bold font indicates statistically significant *P* values.

45

TABLE 6. Influence of proper handling and preparation of meat in the kitchen on meat safety from the consumer perspective

	Univariable analysis		Multinomial logistic regression ^a						
	χ^2 test	Likelihood quotient tests	No influence			Positive influence			
	<i>P</i>		<i>P</i>	<i>P</i>	aOR	95% CI	<i>P</i>	aOR	95% CI
Age group (yr)	<0.001^b	0.216							
16–19			0.843	0.881	0.253–3.073	0.188	0.550	0.226–1.338	
20–39			0.299	0.537	0.166–1.735	0.587	0.807	0.373–1.748	
40–59			0.597	1.301	0.491–3.445	0.626	1.187	0.597–2.360	
>60									
Level of education	<0.001	0.048							
No certificate or lower secondary school certificate			0.971	1.017	0.401–2.582	0.043	0.498	0.254–0.978	
At least secondary school certificate (baseline)									
Children in household	0.044	0.116							
At least 1 child			0.116	1.835	0.861–3.913	0.989	0.996	0.571–1.738	
No child (baseline)									
Federal state	0.061	0.044							
Eastern Germany			0.038	2.465	1.051–5.779	0.025	2.170	1.103–4.268	
Western Germany (baseline)									
Meat consumption per wk	0.105	0.024							
No or almost no consumption			0.892	0.925	0.301–2.843	0.126	0.560	0.267–1.176	
Occasional to regular consumption			0.143	1.887	0.807–4.416	0.107	1.604	0.902–2.851	
Often or daily consumption (baseline)									
Monthly household income after tax (€)	0.110	0.351							
Low income (<1,500)			0.139	0.471	0.174–1.275	0.053	0.487	0.235–1.010	
Middle income (1,500–3,600)			0.539	0.75	0.299–1.879	0.268	0.672	0.332–1.358	
High income (>3,600) (baseline)									

^a Reference category is negative influence. aOR, adjusted odds ratio; 95% CI, 95% confidence interval.

^b Bold font indicates statistically significant *P* values.

safety and quality, although this perception is not scientifically demonstrated. One plausible explanation is that the welfare of animals (space per animal, access to the exercise area, and use of antibiotics) is implicitly considered by consumers when assessing the safety and quality of meat. This link should be further investigated in the future to provide better information for consumer education. Lastly, if new processes are used, in addition to known physical methods of germ reduction, consumers should be sufficiently informed about the advantages and disadvantages to reduce uncertainties such as those associated with meat irradiation.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the panel provider GapFish for the execution of the study and all participants in the study. The costs of acquisition of the participants via the panel provider were covered by Pangea labs. This work was partly funded by the German Federal Ministry of Education and Research under project no. 01KI1725A as part of the Research Network on Zoonotic Infectious Diseases. Furthermore, Pangea labs provided the software to prepare the online survey, including the layout. The funding bodies were not involved in the design of the study; the collection, analysis, and interpretation of the data; or the preparation of the manuscript.

SUPPLEMENTAL MATERIAL

Supplemental material associated with this article can be found online at: <https://doi.org/10.4315/JFP-20-491.s1>

REFERENCES

- Ahn, D. U., I. S. Kim, and E. J. Lee. 2013. Irradiation and additive combinations on the pathogen reduction and quality of poultry meat. *Poultry Sci.* 92:534–545.
- Al-Bachir, M., S. Farah, and Y. Othman. 2010. Influence of gamma irradiation and storage on the microbial load, chemical and sensory quality of chicken kabab. *Radiat. Phys. Chem.* 79:900–905.
- Bearth, A., M. E. Cousin, and M. Siegrist. 2014. Poultry consumers' behaviour, risk perception and knowledge related to campylobacteriosis and domestic food safety. *Food Control* 44:166–176.
- Bremer, V., N. Bocter, S. Rehmet, G. Klein, T. Breuer, and A. Ammon. 2005. Consumption, knowledge, and handling of raw meat: a representative cross-sectional survey in Germany, March 2001. *J. Food Prot.* 68:785–789.
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. 2019. Berichte zur lebensmittelsicherheit-zoonose-monitoring 2018. Available at: https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Berichte/03_Zoonosen_Monitoring/2018_zoonosen_monitoring_bericht.pdf?__blob=publicationFile&v=7. Accessed 27 January 2021.
- Bundesinstitut für Risikobewertung. 2015. BfR-verbrauchermonitor 06/2015. Available at: https://www.bfr.bund.de/epaper_verbrauchermonitor_2015_deutsch/files/assets/common/downloads/BfR-Verbrauchermonitor_2015.pdf. Accessed 11 February 2021.
- Bundesinstitut für Risikobewertung. 2019. BfR-verbrauchermonitor 02/2019. Available at: <https://www.bfr.bund.de/cm/350/bfr-verbrauchermonitor-02-2019.pdf>. Accessed 21 October 2019.
- Bundesinstitut für Risikobewertung. 2020. BfR-verbrauchermonitor 02/2020. Available at: <https://www.bfr.bund.de/cm/350/bfr-verbrauchermonitor-02-2020.pdf>. Accessed 23 September 2020.
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. 2005. Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch. *Bundesgesetzblatt Teil I* 55:2618–2669.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). 2014. Einkaufs- und ernährungsverhalten in Deutschland. Available at: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Umfragen/TNS-Emnid-EinkaufsErnaehrungsVerhaltenInDeutschland.pdf?__blob=publicationFile. Accessed 15 January 2020.
- Chen, Q., M. Cao, H. Chen, P. Gao, Y. Fu, M. X. Liu, Y. Wang, and M. Huang. 2016. Effects of gamma irradiation on microbial safety and quality of stir fry chicken dices with hot chili during storage. *Radiat. Phys. Chem.* 127:122–126.
- Cui, S., B. Ge, J. Zheng, and J. Meng. 2005. Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* serovars in organic chickens from Maryland retail stores. *Appl. Environ. Microbiol.* 71:4108–4111.
- Economou, V., N. Zisides, P. Gousia, S. Petsios, H. Sakkas, N. Soutos, and C. Papadopoulou. 2015. Prevalence and antimicrobial profile of *Campylobacter* isolates from free-range and conventional farming chicken meat during a 6-year survey. *Food Control* 56:161–168.
- Ergonul, B. 2013. Consumer awareness and perception to food safety: a consumer analysis. *Food Control* 32:461–471.
- Europäische Union. 2009. Verzeichnis der in mitgliedstaaten zur behandlung mit ionisierenden strahlen zugelassenen lebensmittel und lebensmittelbestandteile. Available at: <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/f212707e-d52e-4287-aa3c-3f61bad780a2>. Accessed 10 December 2020.
- European Food Safety Authority. 2011. Scientific opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain. *EFSA J.* 9:2105.
- European Food Safety Authority. 2014. EFSA explains zoonotic diseases: food-borne zoonoses. Available at: https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/factsheetfoodbornezoonoses2014_en.pdf. Accessed 15 January 2020.
- European Food Safety Authority. 2018. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA J.* 16:e05500.
- European Food Safety Authority. 2019. Special Eurobarometer—food safety in the EU. Available at: https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/Eurobarometer2019_Food-safety-in-the-EU_Full-report.pdf. Accessed 12 February 2021.
- European Food Safety Authority. 2020. Glossary. Available at: <https://www.efsa.europa.eu/de/glossary-taxonomy-terms>. Accessed 10 December 2020.
- Flores, A., and G. Hough. 2008. Perception of irradiated foods among students (secondary, university [food science and nonfood science]) and adults in Argentina. *J. Food Process. Pres.* 32:361–377.
- Frost, S., O. Karlsson-Lindsjo, A. Niazi, L. L. Fernstrom, and I. Hansson. 2020. Identification of transmission routes of campylobacter and on-farm measures to reduce campylobacter in chicken. *Pathogens* 9:363.
- Galati, A., A. Tulone, P. Moavero, and M. Crescimanno. 2019. Consumer interest in information regarding novel food technologies in Italy: the case of irradiated foods. *Food Res. Int.* 119:291–296.
- Gkana, E. N., and G. J. E. Nychas. 2018. Consumer food safety perceptions and self-reported practices in Greece. *Int. J. Consum. Stud.* 42:27–34.
- Gong, S. L., X. Z. Wang, Y. S. Yang, and L. Bai. 2016. Knowledge of food safety and handling in households: a survey of food handlers in mainland China. *Food Control* 64:45–53.
- Gunes, G., and M. D. Tekin. 2006. Consumer awareness and acceptance of irradiated foods: results of a survey conducted on Turkish consumers. *LWT - Food Sci. Technol.* 39:444–448.
- Hansson, I., E. O. Engvall, I. Vagsholm, and A. Nyman. 2010. Risk factors associated with the presence of *Campylobacter*-positive broiler flocks in Sweden. *Prev. Vet. Med.* 96:114–121.
- Hardy, B., N. Crilly, S. Pendleton, A. Andino, A. Wallis, N. Zhang, and I. Hanning. 2013. Impact of rearing conditions on the microbiological quality of raw retail poultry meat. *J. Food Sci.* 78:M1232–M1235.
- Henderson, J., J. Coveney, P. R. Ward, and A. W. Taylor. 2011. Farmers are the most trusted part of the Australian food chain: results from a national survey of consumers. *Aust. N. Z. J. Publ. Heal.* 35:319–324.

30. Henke, K. A., T. Alter, M. G. Doherr, and R. Merle. 2020. Comparison of consumer knowledge about *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma* and their transmissibility via meat: results of a consumer study in Germany. *BMC Public Health* 20:336.
31. Hog, B. B., H. M. Sommer, L. S. Larsen, A. I. V. Sorensen, B. David, M. Hofshagen, and H. Rosenquist. 2016. Farm specific risk factors for *Campylobacter* colonisation in Danish and Norwegian broilers. *Prev. Vet. Med.* 130:137–145.
32. Isohanni, P. M. I., and U. Lyhs. 2009. Use of ultraviolet irradiation to reduce *Campylobacter jejuni* on broiler meat. *Poultry Sci.* 88:661–668.
33. Jay, L. S., D. Comar, and L. D. Govenlock. 1999. A national Australian food safety telephone survey. *J. Food Prot.* 62:921–928.
34. Kanatt, S. R., S. P. Chawla, and A. Sharma. 2015. Effect of radiation processing on meat tenderisation. *Radiat. Phys. Chem.* 111:1–8.
35. Kennedy, J., V. Jackson, I. S. Blair, D. A. McDowell, C. Cowan, and D. J. Bolton. 2005. Food safety knowledge of consumers and the microbiological and temperature status of their refrigerators. *J. Food Prot.* 68:1421–1430.
36. Kennedy, J., A. Nolan, S. Gibney, S. O'Brien, M. A. S. McMahon, K. McKenzie, B. Healy, D. McDowell, S. Fanning, and P. G. Wall. 2011. Determinants of cross-contamination during home food preparation. *Br. Food J.* 113:280–297.
37. Kudra, L. L., J. G. Sebranek, J. S. Dickson, A. F. Mendonca, Q. Zhang, A. Jackson-Davis, and K. J. Prusa. 2012. Control of *Campylobacter jejuni* in chicken breast meat by irradiation combined with modified atmosphere packaging including carbon monoxide. *J. Food Prot.* 75:1728–1733.
38. Lando, A., L. Verrill, S. Liu, and E. Smith. 2016. 2016 FDA food safety survey. Available at: <https://www.fda.gov/media/101366/download>. Accessed 28 January 2021.
39. Langiano, E., M. Ferrara, L. Lanni, V. Viscardi, A. M. Abbatecola, and E. De Vito. 2012. Food safety at home: knowledge and practices of consumers. *J. Publ. Health* 20:47–57.
40. MacRitchie, L. A., C. J. Hunter, and N. J. Strachan. 2014. Consumer acceptability of interventions to reduce *Campylobacter* in the poultry food chain. *Food Control* 35:260–266.
41. McDowell, S. W. J., F. D. Menzies, S. H. McBride, A. N. Oza, J. P. McKenna, A. W. Gordon, and S. D. Neill. 2008. *Campylobacter* spp. in conventional broiler flocks in Northern Ireland: epidemiology and risk factors. *Prev. Vet. Med.* 84:261–276.
42. Mikolajetz, U., T. Schewe, B. Rosner, and P. Luber. 2019. Gemeinsamer nationaler bericht des Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit und Robert Koch-Institut zu lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen in Deutschland 2018. Available at: https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Berichte/10_BELA_lebensmittelbed_Krankheitsausbruechen_Dt1/Jahresbericht2018.pdf?__blob=publicationFile&v=7. Accessed 11 February 2021.
43. Mollenkopf, D. F., J. K. Cenera, E. M. Bryant, C. A. King, I. Kashoma, A. Kumar, J. A. Funk, G. Rajashekara, and T. E. Wittum. 2014. Organic or antibiotic-free labeling does not impact the recovery of enteric pathogens and antimicrobial-resistant *Escherichia coli* from fresh retail chicken. *Foodborne Pathog. Dis.* 11:920–929.
44. Moreb, N. A., A. Priyadarshini, and A. K. Jaiswal. 2017. Knowledge of food safety and food handling practices amongst food handlers in the Republic of Ireland. *Food Control* 80:341–349.
45. Nestlé Deutschland AG. 2012. Nestlé studie 2012 “Das is(s)t qualität.” Available at: https://www.nestle.de/sites/g/files/pydnoa391/files/asset-library/documents/verantwortung/nestle%20studie/executive_summary_studie_2012.pdf. Accessed 15 January 2020.
46. Raut, A. D., R. Shashidhar, J. R. Bandekar, and B. P. Kapadnis. 2012. Effectiveness of radiation processing in elimination of *Campylobacter* from poultry meat. *Radiat. Phys. Chem.* 81:82–85.
47. Robert Koch-Institut. 2019. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2018. Available at: https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch_2018.pdf. Accessed 13 November 2019.
48. Rosenquist, H., L. Boysen, A. L. Krogh, A. N. Jensen, and M. Nauta. 2013. *Campylobacter* contamination and the relative risk of illness from organic broiler meat in comparison with conventional broiler meat. *Int. J. Food Microbiol.* 162:226–230.
49. Sommer, H. M., B. B. Hog, L. S. Larsen, A. I. V. Sorensen, N. Williams, J. Y. Merga, M. Cerda-Cuellar, S. Urdaneta, R. Dolz, K. Wiecezorek, J. Osek, B. David, M. Hofshagen, M. Jonsson, J. A. Wagenaar, N. Bolder, and H. Rosenquist. 2016. Analysis of farm specific risk factors for *Campylobacter* colonization of broilers in six European countries. *Microb. Risk Anal.* 2–3:16–26.
50. Statistisches Bundesamt. 2018. Bevölkerung in Deutschland: 82,8 millionen zum jahresende 2017. Available at: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/09/PD18_347_12411.html. Accessed 11 February 2021.
51. Statistisches Bundesamt. 2018. Fachserie/1/3. Ergebnisse des mikrozensus. Available at: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Haushalte-Familien/Publikationen/Downloads-Haushalte/haushalte-familien-2010300177004.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Accessed 11 February 2021.
52. Statistisches Bundesamt. 2020. Bevölkerung-einwohnerzahl in Deutschland nach geschlecht von 1990 bis 2019. Available at: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/161868/umfrage/entwicklung-der-gesamtbevoelkerung-nach-geschlecht-seit-1995/>. Accessed 11 February 2021.
53. Statistisches Bundesamt. 2021. Bevölkerung nach altersgruppen (ab1950). Available at: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/liste-altersgruppen.html>. Accessed 11 February 2021.
54. Tenhagen, B. A., K. Alt, A. Kasbohrer, C. Kollas, B. Pfefferkorn, S. Naumann, L. Wiehle, M. Thieck, and K. Stingl. 2020. Comparison of antimicrobial resistance of thermophilic campylobacter isolates from conventional and organic turkey meat in Germany. *Foodborne Pathog. Dis.* 17:750–757.
55. Tomaszewska, M., J. Trafialek, P. Suebpongsang, and W. Kolanowski. 2018. Food hygiene knowledge and practice of consumers in Poland and in Thailand—a survey. *Food Control* 85:76–84.
56. van Asselt, M., P. M. Poortvliet, E. D. Ekkel, B. Kemp, and E. N. Stassen. 2018. Risk perceptions of public health and food safety hazards in poultry husbandry by citizens, poultry farmers and poultry veterinarians. *Poultry Sci.* 97:607–619.
57. Van Overbeke, I., L. Duchateau, L. De Zutter, G. Albers, and R. Ducatelle. 2006. A comparison survey of organic and conventional broiler chickens for infectious agents affecting health and food safety. *Avian Dis.* 50:196–200.
58. World Health Organization. 2015. Complex food chain increases food safety risks. Available at: <http://www.euro.who.int/en/media-centre/stions/press-releases/2015/03/complex-food-chain-increases-food-safety-risks>. Accessed 27 January 2020.
59. World Health Organization. 2015. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007–2015. Available at: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf?sequence=1. Accessed 15 January 2020.

5. Diskussion

Verbraucherstudien und Befragungen sind wichtig um zu erkennen, wo Anstrengungen unternommen werden müssen, um die Verbraucher besser zu informieren. Ohne zu untersuchen wo die Wissensdefizite bei den Verbrauchern liegen, ist es schwer, entsprechende Informationen so aufzuarbeiten und zu verbreiten, dass diese die Verbraucher auch erreichen. In der vorliegenden Arbeit wurde für die Erhebung einer geschichteten Stichprobe eine Online-Panel-Befragung durchgeführt. Online-Befragungen zählten 2019 mit 46%, wie auch in den Jahren zuvor, zu der meist genutzten Befragungsmethode in Deutschland, von denen 77% auf Online-Access-Panels entfielen (Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V. 2020). Die Vorteile dieser Erhebungsform liegen darin, dass die Umfrage in kurzer Zeit und mit wenig Aufwand zu der erwünschten Teilnehmerzahl führt. Zudem ist die Akzeptanz bei den Teilnehmern hoch, da sie sich bewusst für die Teilnahme an einem Panel entscheiden. Fragebögen können zu jeder Tageszeit und an jedem Ort online beantwortet werden, sodass die Teilnehmer nicht an einen bestimmten Ort oder eine Zeit für die Beantwortung gebunden sind. Die Dateneingabe und -übertragung erfolgt automatisch, so dass Übertragungsfehler minimiert werden können (Fischer 2005). Alternative Methoden der wissenschaftlichen empirischen Forschung, wie die persönlich mündliche Befragung oder die telefonische Befragung, die häufig als Computer Assisted Telephone Interview (CATI) durchgeführt wird, stehen ebenfalls für Verbraucherbefragungen zur Verfügung. Bei der persönlichen Befragung ist der zeitliche Aufwand jedoch sehr viel höher als bei der Onlinebefragung. Es dauert häufig lange, bis eine entsprechende Rücklaufquote erreicht ist. Designelemente wie z.B. Fotos oder Graphiken können bei beiden Befragungsformen eingesetzt werden. Bei telefonischen Befragungen kann diese Möglichkeit nicht eingesetzt werden. Die Online-Befragung bietet Vorteile gegenüber der persönlichen und telefonischen Befragung, wenn es um die Erreichbarkeit von Menschen geht, die z.B. sehr viel oder im Schichtdienst arbeiten und daher sowohl persönlich als auch telefonisch kaum erreichbar sind (Taddicken 2013). Bei Rückfragen ist jedoch bei den Onlinebefragungen keine Hilfestellung möglich (Fischer 2005). Ein weiterer Nachteil der Onlinebefragung ist, dass die Befragungssituation weniger gut kontrollierbar ist. Die Anwesenheit von Dritten kann nicht ausgeschlossen werden, ebenso wenig wie die Nutzung anderer Medien z. B. zur Hilfestellung (Taddicken 2013; Fischer 2005). Hier liegen die Vorteile eindeutig bei der persönlichen und telefonischen Befragung. Auch wenn die Befragungssituation bei einem Telefoninterview nicht sichtbar ist, so werden über Stimmen und vorhandene Hintergrundgeräusche Informationen zur aktuellen Umgebung während der Befragung übermittelt (Taddicken 2013). Kritik an den Onlinebefragungen gibt es bezüglich der Repräsentativität der Daten, da ein limitierender Faktor die Internetnutzung ist (Wagner und Hering 2014). Zum Zeitpunkt der Datenerhebung

der Studie (Kapitel 3 und 4) gab es schätzungsweise 66,4 Mio. Internetnutzer in Deutschland, das sind 94% der deutschsprachigen Bevölkerung ab 14 Jahren (Beisch und Schäfer 2020). Zudem erscheint fraglich, inwieweit Panelmitglieder repräsentativ für die deutschen Internetuser sind (Taddicken 2013). Zudem ist kritisch zu sehen, dass eine Selbstselektion erfolgt, da die Befragten letztlich selbst auswählen, ob sie teilnehmen wollen und somit eine Zufallsstichprobe aus der Grundgesamtheit nicht erfolgt. Allerdings tritt eine solche Selbstselektion mehr oder weniger bei allen Befragungsformen der Marktforschung auf, da die Teilnahme auch dort die Teilnahmebereitschaft voraussetzt (Bosch 2018). Die Onlinebefragung ist daher immer eine gute Methode, wenn eine große Anzahl an Studienteilnehmern eingeschlossen werden soll und ein Internetzugang vorhanden ist (Wagner und Hering 2014). Bei allen Vor- und Nachteilen zeigen aktuelle Daten dennoch, dass die Anzahl der Onlineinterviews zunimmt, während die Anzahl der persönlichen und telefonischen Interviews eher abnimmt (Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V. 2020).

In Bezug auf die Lebensmittelsicherheit und -qualität ist es wichtig, das Instrument der Verbraucherbefragungen zu nutzen, da Lebensmittelinfektionen auch in Deutschland häufig vorkommen und festgestellt werden muss, wo genau die Wissenslücken vorhanden sind. Die in der vorliegenden Arbeit thematisierten bakteriellen Infektionserreger *Campylobacter* und *Salmonella* sind nach Angaben des Robert Koch-Institut (2020) neben den Noroviren die Erreger, die am häufigsten zu explizit lebensmittelbedingten Ausbrüchen führen. Das Ziel der ersten Publikation (Kapitel 3) war daher, zu untersuchen, ob und wie bekannt *Campylobacter* im Vergleich zu *Salmonella* und *Toxoplasma* bei den Verbrauchern ist und ob es ein Bewusstsein dafür gibt, dass diese Erreger über Fleisch übertragen werden können. Zudem sollte untersucht werden, ob die Verbraucher wissen, wie sie sich vor einer Infektion schützen können. Die Annahme, dass das Wissen über *Campylobacter* deutlich niedriger ist als über *Salmonella*, konnte bestätigt werden, allerdings wurde deutlich, dass die Angaben der Verbraucher auch kritisch beurteilt und bewertet werden müssen. In der ersten Publikation (Kapitel 3) gaben n=320/1008 Verbraucher an, dass sie *Campylobacter* kennen und n=116/320 gaben an auch zu wissen, wie sie sich schützen können. Allerdings hat es den Anschein, dass das tatsächliche Wissen und die eigene Wahrnehmung der Verbraucher nicht zwingend übereinstimmen. Es bleibt offen, warum etwas mehr als ein Drittel (36,2%) der Verbraucher, die angaben, zu wissen, wie sie sich vor einer *Campylobacter*infektion schützen können, nicht wussten, dass *Campylobacter* über Fleisch auf den Menschen übertragbar ist. Diese Angaben erscheinen widersprüchlich, da ein Schutz vor Infektion nur möglich ist, wenn auch bekannt ist, wie oder wodurch ein Erreger übertragbar ist. Vor diesem Hintergrund sollten

Verbraucher in Zukunft noch detaillierter befragt werden, welche Schutzmaßnahmen sie genau ergreifen, um sich vor einer Campylobacterinfektion zu schützen.

Es sind weltweit zahlreiche Verbraucherstudien vorhanden, die sich mit der Frage beschäftigen, wie das Verbraucherverhalten in Bezug auf Küchenhygiene ist. Die überwiegende Mehrheit gibt an, Kreuzkontaminationen zu verhindern, indem z.B. verschiedene Schneidebretter verwendet oder nach Kontakt zu rohem Fleisch Hände gewaschen werden (Lando et al. 2016; Kosa et al. 2015). Im Gegensatz dazu zeigte eine Studie aus Deutschland, dass hier nur ca. die Hälfte der Verbraucher angeben, diese beiden Maßnahmen durchzuführen (Bremer et al. 2005). Solche Maßnahmen würden jedoch in der Praxis, wenn immer konsequent angewendet, zum Schutz vor einer Campylobacteriose führen (Bundesinstitut für Risikobewertung 2019; Friedman et al. 2004), da zum Schutz vor dieser Erkrankung keine speziellen Vorkehrungen notwendig sind. Die Benutzung eines Thermometers zur Überprüfung des Garzustandes wird weniger häufig verwendet (Murray et al. 2017; Kosa et al. 2015; Hölzl und Aldrian 2011), könnte aber ein Ansatz sein um zu verhindern, dass Fleisch unbeabsichtigt unzureichend erhitzt verzehrt wird. Zudem geben Verbraucher häufig an, dass rohes Hähnchenfleisch vor der Zubereitung abgewaschen wird (Lando et al. 2016; Kosa et al. 2015). Die Verbraucher scheinen davon auszugehen, damit die Lebensmittelsicherheit zu erhöhen (Cardoso et al. 2021), jedoch kann durch das Abwaschen des Fleisches kontaminiertes Wasser zur Übertragung von Krankheitserregern auf andere Lebensmittel und Küchenoberflächen führen (Cardoso et al. 2021; Kosa et al. 2015). Daher muss zum einen davon ausgegangen werden, dass die Verbraucherwahrnehmung und die Angaben in Bezug auf die Einhaltung der Küchenhygiene mit dem tatsächlichen Handeln nicht immer übereinstimmen, zum anderen, dass Verbraucher bei bestimmten Praktiken offenbar falsch oder wenig informiert sind.

Ziel der zweiten Publikation (Kapitel 4) war es festzustellen, welche Aspekte der Fleischproduktion aus Sicht der Verbraucher wieviel Einfluss auf die Sicherheit und Qualität von Fleisch haben. Um das Ergebnis zu konkretisieren, wurden die Verbraucher neben den allgemeinen Aspekten (Geflügelmastbetrieb, Tiertransport, Schlachtung, Einzelhandel und Koch oder Zubereiter) zusätzlich befragt, welche spezifischen Aspekte der Fleischproduktion (Biohaltung im Vergleich zur konventioneller Tierhaltung, Einhaltung der Kühlkette, Handhabung und Zubereitung in der Küche, Bestrahlung, Verpackung unter Schutzatmosphäre) ihrer Meinung nach einen positiven oder einen negativen Einfluss auf die Sicherheit und Qualität haben. Bei der Auswertung zeigte sich, dass übergreifend allen untersuchten allgemeinen Aspekten mehrheitlich ein „großer“ oder „sehr großer Einfluss“ beigemessen wird, während „kein Einfluss oder fast kein Einfluss“ über alle Verbrauchergruppen hinweg bei allen Aspekten vergleichsweise selten gewählt wurde. Der

Grund hierfür könnte sein, dass keine relative Gewichtung vorhanden war, weil nach den einzelnen Aspekten unabhängig voneinander gefragt wurde. Somit mussten die Verbraucher keine Priorisierung und Abwägung vornehmen. Eine solche Anspruchsinflation tritt besonders im Bereich der Marktforschung auf. Werden Teilnehmer einer Studie nach der Relevanz einzelner Faktoren gefragt, werden häufig alle Faktoren als sehr relevant bewertet, da es keinen Zwang zum Vergleich der Faktoren untereinander gibt (Westphal 2016). Um dieses in Bezug auf die Studienergebnisse dieser Arbeit zu ermöglichen und ein detaillierteres Ergebnis zu erhalten, welche Aspekte im Verhältnis am meisten Einfluss auf die Sicherheit und Qualität von Fleisch aus Verbrauchersicht haben, könnten zukünftige Befragungen mittels AHP-Verfahren (Analytic Hierarchy Process) durchgeführt werden. Dieses Verfahren ist eine Lösungsmethodik, welches ein Entscheidungsproblem in seine Bestandteile zerlegt, hierarchisch strukturiert, um anschließend mit Paarvergleichen alle Elemente der Hierarchie mit Hilfe bestimmter Algorithmen in Beziehung zu setzen (Gusseck 1992). Der Prozess endet mit der Rangreihung der Bewertungskriterien (Lütters und Staudacher 2008). Die Entscheidungssituation für den Entscheidungsträger (z.B. den Verbraucher einer Studie) kann so stark reduziert werden, da immer zwei Elemente im Verhältnis zueinander bewertet werden müssen (Westphal 2016). Im Fall von dieser Studie wäre mittels eines solchen Verfahrens beispielsweise möglich, dass sich Verbraucher entscheiden müssten, ob der Geflügelmastbetrieb oder der Koch oder Zubereiter des Fleisches einen größeren Einfluss auf die Sicherheit und Qualität von Fleisch hätte (Abbildung 1). Gleiches Verfahren wäre auch mit dem paarweisen Vergleich der anderen Aspekte möglich. So könnte in Zukunft differenzierter ausgewertet werden, welche Aspekte konkret aus Verbrauchersicht einen stärkeren Einfluss auf die Sicherheit und Qualität von Fleisch haben.

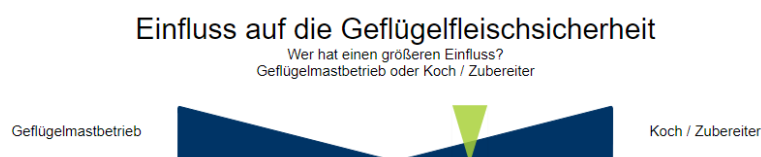


Abbildung 1: Beispiel einer möglichen Fragestellung nach AHP-Verfahren

Bei der Auswertung des Einflusses der spezifischen Aspekte auf die Sicherheit und Qualität von Geflügelfleisch zeigten sich die interessantesten Ergebnisse bei den Aspekten „Einfluss der Biohaltung im Vergleich zur konventionellen Tierhaltung“ und „Einfluss der Bestrahlung mit ionisierenden Strahlen“. Über alle Verbrauchergruppen hinweg wurde deutlich, dass die überwiegende Mehrheit der Meinung ist, dass die Biohaltung im Vergleich zur konventionellen Tierhaltung einen positiven Einfluss auf die Sicherheit und Qualität des Fleisches hat. Dass diese Einschätzung nicht zwingend mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen übereinstimmt,

wurde in der vorliegenden Arbeit bereits diskutiert (Kapitel 4). Anhand der Studienergebnisse dieser Arbeit könnte man davon ausgehen, dass die Verbraucher ihre Einschätzung zur Sicherheit und Qualität von Biofleisch auch in der Kaufentscheidung berücksichtigen. Verbraucherstudien in Deutschland zeigen auch, dass Verbraucher bereit sind, für Bioprodukte mehr Geld auszugeben (PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft 2017; Otto Group 2013). Dennoch zeigen aktuelle Daten, dass die Angaben der Verbraucher in Verbraucherstudien diesbezüglich nicht unbedingt mit der Realität am Point of sale übereinstimmen. Zwar ist die Nachfrage nach ökologisch erzeugten Nahrungsmitteln EU-weit binnen 5 Jahren um ca. zwei Drittel gestiegen (Deutscher Bauernverband e.V. und AMI Agrarmarkt-Informationen-GmbH 2020), dennoch ist der Verkaufsanteil von Fleisch aus Biohaltung im Vergleich zur konventionellen Tierhaltung weiterhin sehr viel niedriger. Der Bioanteil beispielsweise beim Geflügelfleisch liegt in Deutschland nur bei etwa 1,4 % (Bund Ökologischer Lebensmittelwirtschaft e.V. 2020). Zwei Studien aus Deutschland konnten zeigen, dass die Mehrheit der Verbraucher gar nicht bis gelegentlich Biofleisch kauft und 28 % bzw. 42% angeben, oft oder immer bzw. häufig oder ausschließlich Biofleisch zu kaufen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2020c; Statista 2017). Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch die PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (2017). Nach deren Ergebnissen kaufen in Deutschland nur gut ein Drittel der Verbraucher Biofleisch. Limitierende Faktoren für die Wahl von Biofleisch am Point of sale sind u.a. offensichtlich der Preis des Fleisches (Nguyen et al. 2019; PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft 2017; O'Donovan und McCarthy 2002), wobei die Zahlungsbereitschaft auch abhängig vom Einkommen oder dem Bildungsstand ist (Hamzaoui-Essoussi und Zahaf 2012; Gunduz und Bayramoglu 2011; Lockie et al. 2002).

Im Hinblick auf die Aspekte in der Geflügelfleischproduktionskette lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die erfolgreiche Bekämpfung von *Campylobacter* beim Geflügel und Geflügelfleisch nur erfolgreich werden kann, wenn die Mäster, Schlachtbetriebe und die Verbraucher zusammenarbeiten (Bundesinstitut für Risikobewertung 2011). Nach Expertenmeinung ist es bisher noch nicht möglich, *Campylobacter* aus der Mast und dem Schlachtprozess vollständig zu eliminieren. Es ist daher wichtig, die Verbraucher auf dieses Thema aufmerksam zu machen und zu erklären, wie eine Kontamination von Lebensmitteln vermieden werden kann (Bearth et al. 2014). Von der European Food Safety Authority (2011) wird eine Reihenfolge von Kontrollmaßnahmen vorgeschlagen. Dabei steht an erster Stelle, dass der *Campylobacter*eintrag bei der Primärproduktion verhindert werden muss. Es folgen die Steigerung der Resistenz, die Reduzierung der *Campylobacter*konzentration im Darm der Tiere vor der Schlachtung, Verbesserung der Hygienemaßnahme während der Schlachtung,

die physikalische oder chemische Dekontamination der Tierkörper und schließlich die Aufklärung über Hygienemaßnahmen u.a. der Verbraucher. Allerdings reichen Interventionen auf nationaler Ebene nicht aus, da durch den innereuropäischen und internationalen Handel auch Fleisch aus anderen Ländern importiert wird. Nur in Deutschland durchgeführte Maßnahmen bei der Geflügelfleischproduktion hätten somit nur einen geringen Effekt auf die Zahl der bundesweiten Campylobacterioseerkrankungen (Bundesinstitut für Risikobewertung 2005a), obwohl der Selbstversorgungsgrad Deutschlands seit 1991 deutlich angestiegen ist (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2020c).

6. Zusammenfassung

Lebensmittelinfektionen sind ein weltweit verbreitetes Problem. Ein häufig verursachender bakterieller Infektionserreger, der über Geflügelfleisch auf den Menschen übertragen wird, ist *Campylobacter*. Die Campylobacteriose zählt zu den am häufigsten in Deutschland gemeldeten bakteriellen Infektionskrankheiten und kann, neben akuten Magen-Darm-Beschwerden, auch Langzeitfolgen für die Betroffenen haben. Es ist wenig darüber bekannt, in welchem Ausmaß Verbraucher in Deutschland über die Gefahr einer Campylobacteriose informiert sind und welche Aspekte der Fleischproduktion aus Verbrauchersicht für die Sicherheit und Qualität von Geflügelfleisch verantwortlich sind. Die Verbraucher selbst sind nach dem Motto „from stable to table“ ebenfalls als ein Teil der Produktionskette zu sehen. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, mit einer Online-Panel-Befragung zu untersuchen, wie der Kenntnisstand der Verbraucher zu ausgewählten Zoonoseerregern (*Campylobacter*, *Salmonella* und *Toxoplasma*) im Fleisch ist und welche Aspekte der Fleischproduktion aus ihrer Sicht Einfluss auf die Sicherheit und Qualität von Geflügelfleisch haben. Um die Begriffe Sicherheit und Qualität zu konkretisieren, wurde Sicherheit definiert als die Übertragung und Verbreitung von Krankheitserregern wie *Campylobacter* und/oder *Salmonella* und Qualität als Geschmack und Mundgefühl (Saftigkeit und Zartheit). Die Datenanalyse erfolgte mittels SPSS. Im ersten Teil der Studie wurden die Verbraucher nach dem Kenntnisstand der einzelnen Zoonoseerreger befragt. Es wurde zum einen untersucht, ob die Erreger überhaupt bekannt waren, zum anderen, ob die Verbraucher wussten, wie sie sich vor einer Infektion schützen können. Die Verbraucher, die angegeben hatten, den jeweiligen Erreger zu kennen, wurden befragt, ob diese Erreger ihrer Meinung nach über Fleisch übertragbar sind. Es erfolgte eine deskriptive Datenanalyse, gefolgt von der Untersuchung kategorialer Variablen mittels Chi-Quadrat-Test sowie einer multivariablen logistischen Regressionsanalyse. Es zeigte sich, dass die Verbraucher überwiegend unzureichend über *Campylobacter* und die Übertragungswege informiert sind, wobei das Wissen über *Campylobacter* mit zunehmendem Alter und einem höheren Bildungsgrad anstieg. Verbraucher, die selbst beruflich in der Fleischproduktion tätig sind oder waren, hatten in Bezug auf *Campylobacter* ebenfalls einen besseren Kenntnisstand. Das Wissen über *Toxoplasma* war besser als das über *Campylobacter*. Das meiste Wissen hatten die Verbraucher über *Salmonella*.

Im zweiten Teil der Studie wurden die Verbraucher nach ihrer Einschätzung befragt, welche Aspekte der Fleischproduktion aus ihrer Sicht Einfluss auf die Sicherheit und Qualität von Geflügelfleisch haben. Ziel war es u.a. zu ermitteln, ob sich die Verbraucher bewusst sind, welche wichtige Rolle sie selbst als Teil in der Lebensmittelkette einnehmen, wenn es um die Sicherheit und Qualität geht. Die Verbraucher sollten mittels Schieber-Regler angeben, ob die

einzelnen Aspekte (Geflügelmastbetrieb, Tiertransport, Schlachtung, Einzelhandel und Koch oder Zubereiter des Fleisches) „keinen Einfluss“ bis „sehr großen Einfluss“ auf die Sicherheit und Qualität haben. Im Anschluss wurde nach der Einschätzung gefragt, ob spezifische Aspekte der Produktionskette (Biohaltung im Vergleich zur konventioneller Tierhaltung, Einhaltung der Kühlkette, die Handhabung und Zubereitung, die Bestrahlung mit ionisierenden Strahlen und die Verpackung unter Schutzatmosphäre) eher einen „positiven oder negativen Einfluss“ auf die Sicherheit und Qualität haben. Es erfolgte eine deskriptive Datenanalyse, gefolgt von der Untersuchung kategorialer Variablen mittels Chi-Quadrat-Test sowie multinomialer logistischer Regressionsanalyse. Es zeigte sich, dass allen Aspekten der Fleischproduktion mehrheitlich ein „großer“ oder „sehr großer Einfluss“ beigemessen wird. Es gab bei den Einschätzungen kaum signifikante Unterschiede zwischen den Verbrauchergruppen. Die Biohaltung wurde über alle Verbrauchergruppen hinweg im Vergleich zur konventionellen Tierhaltung deutlich positiver bewertet. Im Gegensatz dazu hatten die Verbraucher bei der Einschätzung der „Bestrahlung von Fleisch mit ionisierenden Strahlen“ auf die Sicherheit und Qualität mehrheitlich negative Assoziationen.

Als Schlussfolgerung ergab sich, dass Verbraucher in Deutschland insgesamt besser über *Campylobacter* informiert werden müssen, beziehungsweise überlegt werden muss, wie die vorhandenen Informationsmaterialien besser zugänglich gemacht werden können. Verbraucher können nachweislich als letztes Glied in der Lebensmittelkette durch die genaue Einhaltung der Küchenhygiene aktiv dazu beitragen, dass Lebensmittelinfektionen seltener auftreten, sodass die Wissensvermittlung auf dieser Ebene essentiell ist. Vor einer Einführung möglicher neuer Dekontaminationsmaßnahmen sollten die Verbraucher über mögliche Risiken und Nebenwirkungen zwingend aufgeklärt werden, um Ängste und Skepsis zu minimieren und die Akzeptanz zu erhöhen.

Summary of the PhD thesis:

Consumer perception of zoonotic pathogens in meat and the influence of multiple aspects of meat production on poultry meat safety and quality

Foodborne infections are a widespread problem worldwide. A common causative bacterial infectious agent transmitted to humans via poultry meat is *Campylobacter*. Campylobacteriosis is one of the most commonly reported bacterial infectious diseases in Germany and, in addition to acute gastrointestinal symptoms, can have long-term consequences for those affected. It is not well known to what extent consumers in Germany are informed about the risk of campylobacteriosis and which aspects of meat production are responsible for the safety and quality of poultry meat from the consumer's point of view. Consumers themselves are also to be seen regarded as a part of the production chain according to "from stable to table".

The aim of the present work was to use an online panel survey to investigate the level of consumer knowledge about selected zoonotic pathogens (*Campylobacter*, *Salmonella*, and *Toxoplasma*) in meat, such as *Campylobacter*, *Salmonella*, and *Toxoplasma*, and which aspects of meat production have an influence on the safety and quality of poultry meat from their point of view. To substantiate the terms safety and quality, safety was defined as the transmission and spread of pathogens such as *Campylobacter* and/or *Salmonella* and quality as taste and mouthfeel (juiciness and tenderness). Data analysis was conducted using SPSS. In the first part of the study, consumers were asked about their level of knowledge of the individual zoonotic pathogens. On the one hand, it was investigated whether the pathogens were known at all, and on the other hand, whether the consumers knew how they could protect themselves against infection. The consumers who had indicated that they knew the respective pathogen were asked whether they thought that these pathogens were transmissible via meat. Descriptive data analysis was conducted, followed by examination of categorical variables using a chi-square test and multivariable logistic regression analysis. The results showed that consumers were predominantly inadequately informed about *Campylobacter* and transmission routes. Knowledge about *Campylobacter* increased with age and a higher level of education. Consumers who are or were themselves working professional in meat production also had a better level of knowledge with regard to *Campylobacter*. Knowledge about *Toxoplasma* was better than that about *Campylobacter*. Consumers had the most knowledge about *Salmonella*. In the second part of the study, consumers were asked about their perception of which aspects in the food chain have an influence on the safety and quality of poultry meat. One of the objectives was to determine whether consumers are aware of the important role they themselves play as part of the food chain when considering safety and quality. Consumers

were asked to use slider controls to indicate whether each aspects (poultry fattening farm, animal transport, slaughter, retail, and cook/preparer of the meat at home or in restaurants) had "no influence" to "very high influence" on safety and quality. Next, respondents were asked to rate whether specific aspects of the production chain (organic farming compared to conventional livestock farming, maintaining the cold chain, handling and preparation, irradiation with ionizing radiation, and modified atmosphere packaging) were more likely to have a "positive or negative influence" on safety and quality. Descriptive data analysis was conducted, followed by examination of categorical variables using chi-square test and multinomial logistic regression analyses. It was found that a majority of all aspects of meat production were attributed a "high" or "very high influence." There were hardly any significant differences in the assessments between the consumer groups. Organic farming was rated significantly more positively across all consumer groups compared to conventional farming. In contrast, the majority of consumers had negative associations when assessing the "irradiation of meat with ionizing radiation" on safety and quality.

The conclusion was that consumers as a whole need to be better informed about *Campylobacter*, or consideration needs to be given to how existing information materials can be made more accessible. Consumers, as the last part of the food chain, have been shown to be able to actively contribute to reducing the incidence of foodborne infections through strict adherence to kitchen hygiene, so knowledge communication at this level is essential. Before possible new decontamination measures are introduced, it is imperative that consumers be informed about possible risks and possible side effects to minimize fears and scepticism and to increase acceptance.

Literaturverzeichnis

Adzitey F. (2011):

Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality
International Food Research Journal, 18, S. 484-490

Akamp M., Schattke H. (2011):

Regionale Vulnerabilitätsanalyse der Ernährungswirtschaft im Kontext des Klimawandels.
Eine Wertschöpfungskettenbetrachtung der Fleischwirtschaft in der Metropolregion Bremen-
Oldenburg

Abgerufen am: 28.01.2021, von <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:109-1-7938420>

Albersmeier F., Mörlein D., Spiller A. (2009):

Zur Wahrnehmung der Qualität von Schweinefleisch beim Kunden
Abgerufen am: 27.01.2021, von <http://hdl.handle.net/10419/29694>

Allen V. M., Weaver H., Ridley A. M., Harris J. A., Sharma M., Emery J., Sparks N., Lewis
M., Edge S. (2008):

Sources and spread of thermophilic *Campylobacter* spp. during partial depopulation of broiler
chicken flocks
Journal of Food Protection, 71, S. 264-270

Alonso M. E., Gonzalez-Montana J. R., Lomillos J. M. (2020):

Consumers' Concerns and Perceptions of Farm Animal Welfare
Animals (Basel), 10, S. 385

Alpers K., Stark K., Hellenbrand W., Ammon A. (2004):

Zoonotische Infektionen beim Menschen - Übersicht über die epidemiologische Situation in
Deutschland
Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 47, S. 622-632

Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V. (2020):

ADM Jahresbericht 2019

Abgerufen am: 07.01.2021, von https://www.adm-ev.de/wp-content/uploads/2020/09/ADM_Jahresbericht_2019_020920_WEB.pdf

Baeza E., Arnould C., Jlali M., Chartrin P., Gigaud V., Mercierand F., Durand C., Meteau K., Le Bihan-Duval E., Berri C. (2012):

Influence of increasing slaughter age of chickens on meat quality, welfare, and technical and economic results

J Anim Sci, 90, S. 2003-2013

Barrios P. R., Reiersen J., Lowman R., Bisailon J. R., Michel P., Fridriksdottir V.,

Gunnarsson E., Stern N., Berke O., McEwen S., Martin W. (2006):

Risk factors for *Campylobacter* spp. colonization in broiler flocks in Iceland

Preventive Veterinary Medicine, 74, S. 264-278

Bearth A., Cousin M. E., Siegrist M. (2014):

Poultry consumers' behaviour, risk perception and knowledge related to campylobacteriosis and domestic food safety

Food Control, 44, S. 166-176

Beisch N., Schäfer C. (2020):

Internetnutzung mit großer Dynamik: Medien, Kommunikation, Social Media - Ergebnisse der ARD/ZDF-Onlinestudie 2020

Media Perspektiven, 9, S. 462-481

Berrang M. E., Buhr R. J., Cason J. A., Dickens J. A. (2001):

Broiler carcass contamination with *Campylobacter* from feces during defeathering

Journal of Food Protection, 64, S. 2063-2066

Bonou et al. (2017):

Influence of pre-slaughter transportation and capture chase stress on carcass and meat quality of indigenous chicken reared under traditional system in Benin

International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR), 10, S. 27-40

Bosch C. (2018):

Repräsentativität in der Online-Marktforschung - (Un)lösbares Problem?

Abgerufen am: 27.01.2021, von <https://docplayer.org/2673514-Repraesentativitaet-in-der-online-marktforschung.html>

Bouwknegt M., van de Giessen A. W., Dam-Deisz W. D. C., Havelaar A. H., Nagelkerke N. J. D., Henken A. M. (2004):

Risk factors for the presence of *Campylobacter* spp. in Dutch broiler flocks
Preventive Veterinary Medicine, 62, S. 35-49

Bremer V., Bocter N., Rehmet S., Klein G., Breuer T., Ammon A. (2005):

Consumption, knowledge, and handling of raw meat: a representative cross-sectional survey in Germany, March 2001

J Food Prot, 68, S. 785-789

Brown S. N., Nute G. R., Baker A., Hughes S. I., Warriss P. D. (2008):

Aspects of meat and eating quality of broiler chickens reared under standard, maize-fed, free-range or organic systems

Br Poult Sci, 49, S. 118-124

Bull S. A., Allen V. M., Domingue G., Jorgensen F., Frost J. A., Ure R., Whyte R., Tinker D., Corry J. E. L., Gillard-King J., Humphrey T. J. (2006):

Sources of *Campylobacter* spp. colonizing housed broiler flocks during rearing
Applied and Environmental Microbiology, 72, S. 645-652

Bund Ökologischer Lebensmittelwirtschaft e.V. (2020):

Branchen Report 2020 - Ökologische Lebensmittelwirtschaft

Abgerufen am: 27.01.2021, von

https://www.boelw.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/Zahlen_und_Fakten/Brosch%C3%BCre_2020/B%C3%96LW_Branchenreport_2020_web.pdf

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2019):

Berichte zur Lebensmittelsicherheit - Zoonose-Monitoring 2018

Abgerufen am: 27 January 2021, von

https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Berichte/03_Zoonosen_Monitoring/2018_zoonosen_monitoring_bericht.pdf?__blob=publicationFile&v=7

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2020a):

Bericht zur Markt- und Versorgungslage Fleisch 2020

Abgerufen am: 16.12.2020, von https://www.ble.de/DE/Themen/Landwirtschaft/Kritische-Infrastruktur/Marktversorgung/Versorgungslage_node.html

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2020b):

Geflügelfleischerzeugung in Deutschland

Abgerufen am: 18.12.2020, von <https://www.praxis-agrar.de/tier/gefluegel/gefluegelfleischerzeugung/>

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2020c):

Versorgung mit Fleisch in Deutschland seit 1991

Abgerufen am: 25.02.2021, von https://www.ble.de/DE/BZL/Daten-Berichte/Fleisch/fleisch_node.html

Bundesinstitut für Risikobewertung (2005a):

Campylobacteriose durch Hähnchenfleisch - Eine quantitative Risikoabschätzung

Abgerufen am: 27.01.2021, von

https://mobil.bfr.bund.de/cm/350/campylobacteriose_durch_haehnchenfleisch.pdf

Bundesinstitut für Risikobewertung (2005b):

Fragen und Antworten zu verdorbenem Fleisch

Abgerufen am: 26.01.2021, von

http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_verdorbenem_fleisch-7042.html

Bundesinstitut für Risikobewertung (2006a):

Anforderungen an die chemische Dekontamination von Geflügelfleisch

Abgerufen am: 26.01.2021, von

http://www.bfr.bund.de/cm/343/anforderungen_an_die_chemische_dekontamination_von_gefluegelfleisch.pdf

Bundesinstitut für Risikobewertung (2006b):

Entwicklung von Handlungsoptionen zur Reduzierung von Campylobacter spp. im Geflügelbereich

Abgerufen am: 27 January 2021, von

http://www.bfr.bund.de/cm/343/entwicklung_von_handlungsoptionen_zur_reduzierung_von_campylobacter_spp_im_gefluegelbereich.pdf

Bundesinstitut für Risikobewertung (2010):

Ausgewählte Fragen und Antworten zu Fleisch, welches unter Schutzatmosphäre mit erhöhtem Sauerstoffgehalt verpackt wurde

Abgerufen am: 02.01.2020, von

https://www.bfr.bund.de/cm/343/ausgewaehlte_fragen_und_antworten_zu_fleisch_welches_unter_schutzatmosphaere_mit_erhoehtem_sauerstoffgehalt_verpackt_wurde.pdf

Bundesinstitut für Risikobewertung (2011):

Verbesserungen in der Geflügelschlachthygiene sind erforderlich

Abgerufen am: 09.02.2015, von <http://www.bfr.bund.de/cm/343/verbesserungen-in-der-gefluegelschlachthygiene-sind-erforderlich.pdf>

Bundesinstitut für Risikobewertung (2012):

Schutz vor lebensmittelbedingten Infektionen mit Campylobacter

Abgerufen am: 26.01.2021, von <https://www.bfr.bund.de/cm/350/verbrauchertipps-schutz-vor-lebensmittelbedingten-infektionen-mit-campylobacter.pdf>

Bundesinstitut für Risikobewertung (2015):

Ausgewählte Fragen und Antworten zu Geflügelfleisch

Abgerufen am: 30.05.2016, von

http://www.bfr.bund.de/de/ausgewaehlte_fragen_und_antworten_zu_gefluegelfleisch-7245.html

Bundesinstitut für Risikobewertung (2019):

Schutz vor lebensmittelbedingten Infektionen mit Campylobacter

Abgerufen am: 26.01.2021, von <https://www.bfr.bund.de/cm/350/verbrauchertipps-schutz-vor-lebensmittelbedingten-infektionen-mit-campylobacter.pdf>

Bundesinstitut für Risikobewertung (2020a):

BfR-Verbrauchermonitor 02|2020

Abgerufen am: 23 September 2020, von <https://www.bfr.bund.de/cm/350/bfr-verbrauchermonitor-02-2020.pdf>

Bundesinstitut für Risikobewertung (2020b):

Verbrauchertipps: Schutz vor Lebensmittelinfektionen im Privathaushalt

Abgerufen am: 14.01.2021, von

https://www.bfr.bund.de/cm/350/verbrauchertipps_schutz_vor_lebensmittelinfektionen_im_privathaushalt.pdf

Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2006):

Bekanntmachung der Neufassung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 22.

August 2006

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006 Teil I Nr. 41, ausgegeben zu Bonn am 31. August 2006, S. 2043-2056

Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012):

Verordnung zum Schutz von Tieren im Zusammenhang mit der Schlachtung oder Tötung und zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 des Rates (Tierschutz-Schlachtverordnung - TierSchIV) vom 20. Dezember 2012

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2012 Teil I Nr. 63, ausgegeben zu Bonn am 31. Dezember 2012, S. 2982-2993

Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013):

Bekanntmachung der Neufassung des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuches vom 3. Juni 2013

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 27, ausgegeben zu Bonn am 10. Juni 2013, S. 1426-1470

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2019):

Bekanntmachung der Neufassung der Lebensmittelbestrahlungsverordnung vom 15. Februar 2019

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2019 Teil I Nr. 5, ausgegeben zu Bonn am 27. Februar 2019 S. 116-120

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2020a):

Bekanntmachung der Neufassung der Viehverkehrsverordnung vom 26. Mai 2020

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2020 Teil I Nr. 26, ausgegeben zu Bonn am 5. Juni 2020, S. 1170-1205

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2020b):

Landwirtschaft verstehen - Fakten und Hintergründe

Abgerufen am: 18.12.2020, von

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?__blob=publicationFile&v=9

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2020c):

Ökobarometer 2019 - Umfrage zum Konsum von Biolebensmitteln

Abgerufen am: 27.01.2021, von

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/oekobarometer-2019.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz und

Bundesministerium der Finanzen (2009):

Verordnung zum Schutz von Tieren beim Transport und zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1/2005 des Rates (Tierschutztransportverordnung - TierSchTrV)

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 9, ausgegeben zu Bonn am 18. Februar 2009, S. 375-385

Calkins C. R., Hodgen J. M. (2007):

A fresh look at meat flavor

Meat Science, 77, S. 63-80

Cardoso M. J., Ferreira V., Truninger M., Maia R., Teixeira P. (2021):

Cross-contamination events of *Campylobacter* spp. in domestic kitchens associated with consumer handling practices of raw poultry

International Journal of Food Microbiology, 338, DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108984

Castellini C., Berri C., Le Bihan-Duval E., Martino G. (2008):

Qualitative attributes and consumer perception of organic and free-range poultry meat

Worlds Poultry Science Journal, 64, S. 500-512

Chmiel M., Hac-Szymanczuk E., Adamczak L., Pietrzak D., Florowski T., Cegiela A. (2018):

Quality changes of chicken breast meat packaged in a normal and in a modified atmosphere

Journal of Applied Poultry Research, 27, S. 349-362

- Chouliara E., Badeka A., Savvaidis I., Kontominas M. G. (2008):
Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: microbiological, chemical and sensory changes
European Food Research and Technology, 226, S. 877-888
- Chowdhury S., Sandberg M., Themudo G. E., Ersboll A. K. (2012):
The effect of presence of infected neighbouring farms for the Campylobacter infection status in Danish broiler farms
Spat Spatiotemporal Epidemiol, 3, S. 311-322
- Corzo A., Schilling M. W., Loar R. E., Jackson V., Kin S., Radhakrishnan V. (2009):
The effects of feeding distillers dried grains with solubles on broiler meat quality
Poultry Science, 88, S. 432-439
- Cosansu S., Ayhan K. (2010):
Effects of Lactic and Acetic Acid Treatments on Campylobacter Jejuni Inoculated onto Chicken Leg and Breast Meat during Storage at 4c and -18c
Journal of Food Processing and Preservation, 34, S. 98-113
- Dave A. E., Ghaly A. E. (2011):
Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: A critical review
American Journal of Agricultural and Biological Science, 6, S. 486-510
- de Jong A. E., Verhoeff-Bakkenes L., Nauta M. J., de Jonge R. (2008):
Cross-contamination in the kitchen: effect of hygiene measures
J Appl Microbiol, 105, S. 615-624
- Demirhan B., Candogan K. (2017):
Active packaging of chicken meats with modified atmosphere including oxygen scavengers
Poultry Science, 96, S. 1394-1401
- Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (2015):
Verbraucherkompetenz & Lebensmittelkennzeichnung: Was braucht der Mensch beim Lebensmittelkauf?
Abgerufen am: 08.07.2019, von https://www.dlg-verbraucher.info/fileadmin/downloads/Folder_DLG-Studie_Verbraucherkompetenz_2015.pdf

Deutscher Bauernverband e.V., AMI Agrarmarkt-Informationen-GmbH (2020):
Situationsbericht 2020/21 - Trends und Fakten zur Landwirtschaft
Abgerufen am: 28.01.2021, von
https://www.bauernverband.de/fileadmin/user_upload/dbv/situationsbericht/2020-2021/kapitel1/Kap_1.pdf

Diepolder H. (2012):
Verderb von Fleisch
Abgerufen am: 18.12.2020, von
https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warengruppen/wc_06_fleisch/et_verderb_fleisch.htm

Duden (2017):
Qualität, die
Abgerufen am: 27.01.2021, von <http://www.duden.de/node/647868/revisions/1316851/view>

Efken J., Deblitz C., Kreins P., Krug O., Küest S., Peter G., Haß M. (2015):
Stellungnahme zur aktuellen Situation der Fleischerzeugung und Fleischwirtschaft in
Deutschland
Abgerufen am: 27.01.2021, von <http://hdl.handle.net/10419/117297>

Ellerbroek L. I., Lienau J. A., Klein G. (2010):
Campylobacter spp. in Broiler Flocks at Farm Level and the Potential for Cross-
Contamination During Slaughter
Zoonoses and Public Health, 57, S. E81-E88

Ellis-Iversen J., Jorgensen F., Bull S., Powell L., Cook A. J., Humphrey T. J. (2009):
Risk factors for Campylobacter colonisation during rearing of broiler flocks in Great Britain
Preventive Veterinary Medicine, 89, S. 178-184

Europäische Union (2002):
Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar
2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des
Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und
zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit
Amtsblatt der europäischen Gemeinschaften L 31, S. 1-24

Europäische Union (2003):

Richtlinie 2003/99/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 zur Überwachung von Zoonosen und Zoonoseerregern und zur Änderung der Entscheidung 90/424/EWG des Rates sowie zur Aufhebung der Richtlinie 92/117/EWG des Rates

Amtsblatt Jahrgang 2003 Nr. L 325, S. 31-40

Europäische Union (2004a):

Verordnung (EG) Nr. 852/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene

Amtsblatt der europäischen Union L 139, S. 1-54

Europäische Union (2004b):

Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des europäischen Parlaments und Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs

Amtsblatt der europäischen Union L 139, S. 55-205

Europäische Union (2004c):

Verordnung (EG) Nr. 854/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit besondere Verfahrensvorschriften für die amtliche Überwachung von zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnisse tierischen Ursprungs

Amtsblatt der europäischen Union L 139, S. 206-320

Europäische Union (2005a):

Verordnung (EG) Nr. 1/2005 des Rates vom 22. Dezember 2004 über den Schutz von Tieren beim Transport und damit zusammenhängenden Vorgängen sowie zur Änderung der Richtlinien 64/432/EWG und 93/119/EG und der Verordnung (EG) Nr. 1255/97

Amtsblatt der Europäischen Union L 3, S. 1-44

Europäische Union (2005b):

Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel

Amtsblatt der europäischen Union L 338, S. 1-26

Europäische Union (2007):

Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91
Amtsblatt der europäischen Union L 189, S. 1–23

Europäische Union (2008):

Verordnung (EG) Nr. 543/2008 der Kommission vom 16. Juni 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 1234/2007 des Rates hinsichtlich der extensiven Vermarktungsnormen für Geflügelfleisch
Amtsblatt der europäischen Union L 157, S. 46-87

Europäische Union (2009):

Verzeichnis der in Mitgliedstaaten zur Behandlung mit ionisierenden Strahlen zugelassenen Lebensmittel und Lebensmittelbestandteile
Amtsblatt der Europäischen Union C 283, S. 5

European Food Safety Authority (2005):

Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) on a request from the Commission related to Treatment of poultry carcasses with chlorine dioxide, acidified sodium chlorite, trisodium phosphate and peroxyacids
EFSA Journal, 4, DOI: 10.2903/j.efsa.2006.297

European Food Safety Authority (2007):

The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents, Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European Union in 2006
EFSA Journal, 5, DOI: 10.2903/j.efsa.2007.130r

European Food Safety Authority (2010a):

Scientific Opinion on Quantification of the risk posed by broiler meat to human campylobacteriosis in the EU
EFSA Journal, 8, DOI: 10.2903/j.efsa.2010.1437

European Food Safety Authority (2010b):

Special Eurobarometer 354 - Food-related risks

Abgerufen am: 18.12.2020, von

https://ec.europa.eu/comfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_354_en.pdf

European Food Safety Authority (2011):

Scientific Opinion on Campylobacter in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain

EFSA Journal, 9, DOI: 10.2903/j.efsa.2011.2105

European Food Safety Authority (2014):

Die Efsa erklärt Zoonosen - Lebensmittelbedingte Zoonosen

Abgerufen am: 27.01.2021, von

http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/factsheetfoodbornezoonoses2014_de.pdf

European Food Safety Authority (2018):

The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017

EFSA Journal 2018, 16, DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5500

Evans S. J., Sayers A. R. (2000):

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

Prev Vet Med, 46, S. 209-223

Evers E. G. (2004):

Predicted quantitative effect of logistic slaughter on microbial prevalence

Preventive Veterinary Medicine, 65, S. 31-46

Fanatico A. C., Pillai P. B., Cavitt L. C., Emmert J. L., Meullenet J. F., Owens C. M. (2006):

Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access:

Sensory attributes

Poultry Science, 85, S. 337-343

Farkas J. (1998):

Irradiation as a method for decontaminating food - A review
International Journal of Food Microbiology, 44, S. 189-204

Fischer A. R., De Jong A. E., Van Asselt E. D., De Jonge R., Frewer L. J., Nauta M. J.
(2007):

Food safety in the domestic environment: an interdisciplinary investigation of microbial
hazards during food preparation
Risk Anal, 27, S. 1065-1082

Fischer M. (2005):

Möglichkeiten sozialwissenschaftlicher Surveys im Internet : Stand und Folgerungen für
Online-Befragungen

Abgerufen am: 26.01.2021, von http://kops.uni-konstanz.de/bitstream/handle/123456789/11664/Heft46_OnlineBefragung.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Floros J. D., Matsos K. I. (2005):

Introduction to modified atmosphere packaging
In: Innovations in Food Packaging/Hrsg.: J. H. Han, S. 159-172
London: Elsevier - ISBN 978-0-12-311632-1

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014):

Guidance on Hygiene and Safety in the Food retail sector
Abgerufen am: 05.01.2021, von <http://www.fao.org/3/a-i3986e.pdf>

Food Safety Authority of Ireland (2002):

Control of Campylobacter species in the food chain
Abgerufen am: 18.12.2020, von <https://zenodo.org/record/807528#.X9yyXNhKiUk>

Friedman C. R., Hoekstra R. M., Samuel M., Marcus R., Bender J., Shiferaw B., Reddy S.,
Ahuja S. D., Helfrick D. L., Hardnett F., Carter M., Anderson B., Tauxe R. V., Emerging
Infections Program FoodNet Working G. (2004):

Risk factors for sporadic Campylobacter infection in the United States: A case-control study
in FoodNet sites
Clin Infect Dis, 38, S. 285-296

Frosth S., Karlsson-Lindsjo O., Niazi A., Fernstrom L. L., Hansson I. (2020):
Identification of Transmission Routes of Campylobacter and On-Farm Measures to Reduce
Campylobacter in Chicken
Pathogens, 9, S. 363

GfK Panel Services Deutschland, Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie
e.V. (2011):
Consumers' Choice '11 Lebensmittelqualität im Verbraucherkfokus: Chancen für
Ernährungsindustrie und Handel
Abgerufen am: 26.01.2021, von www.bve-online.de/presse/infothek/.../consumers-choice2011

Gibbens J. C., Pascoe S. J. S., Evans S. J., Davies R. H., Sayers A. R. (2001):
A trial of biosecurity as a means to control Campylobacter infection of broiler chickens
Preventive Veterinary Medicine, 48, S. 85-99

Grashorn M. A. (2010):
Research into poultry meat quality
Br Poult Sci., 51, S. 60-67

Grashorn M. A., Serini C. (2006):
Quality of chicken meat from conventional and organic production.
In: XII. European Poultry Conference 2006, Verona, Italy

Greene D., Wenger E., Alvarado C., Thompson L., O'Keefe S. (2005):
Consumer perceptions of meat quality and shelf-life in commercially raised broilers
compared to organic free range broilers
Poultry Science, 84, S. 129-129

Grunert K. G., Bredahl L., Brunsø K. (2004):
Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat
sector—a review
Meat Sci, 66, S. 259-272

Guerin M. T., Martin W., Reiersen J., Berke O., McEwen S. A., Bisailon J. R., Lowman R. (2007):

A farm-level study of risk factors associated with the colonization of broiler flocks with *Campylobacter* spp. in Iceland, 2001-2004

Acta Veterinaria Scandinavica 2007, 49, DOI: 10.1186/1751-0147-49-18

Gunduz O., Bayramoglu Z. (2011):

Consumer's Willingness to Pay for Organic Chicken Meat in Samsun Province of Turkey

Journal of Animal and Veterinary Advances, 10, S. 69-75

Gusseck F. (1992):

Erfolg in der strategischen Markenführung

1. Auflage, Wiesbaden: Gabler Verlag - ISBN 978-3-409-13661-7

Hald B., Rattenborg E., Madsen M. (2001):

Role of batch depletion of broiler houses on the occurrence of *Campylobacter* spp. in chicken flocks

Letters in Applied Microbiology, 32, S. 253-256

Hald B., Skov M. N., Nielsen E. M., Rahbek C., Madsen J. J., Waino M., Chriel M.,

Nordentoft S., Baggesen D. L., Madsen M. (2016):

Campylobacter jejuni and *Campylobacter coli* in wild birds on Danish livestock farms

Acta Vet Scand, 58, S. 11

Hald B., Skovgard H., Bang D. D., Pedersen K., Dybdahl J., Jespersen J. B., Madsen M.

(2004):

Flies and *Campylobacter* infection of broiler flocks

Emerging Infectious Diseases, 10, S. 1490-1492

Hald B., Sommer H. M., Skovgard H. (2007):

Use of fly screens to reduce *Campylobacter* spp, introduction in broiler houses

Emerging Infectious Diseases, 13, S. 1951-1953

Hamzaoui-Essoussi L., Zahaf M. (2012):

Canadian Organic Food Consumers' Profile and Their Willingness to Pay Premium Prices

Journal of International Food & Agribusiness Marketing, 24, S. 1-21

Hansson I., Ederoth M., Andersson L., Vagsholm I., Olsson Engvall E. (2005):
Transmission of *Campylobacter* spp. to chickens during transport to slaughter
J Appl Microbiol, 99, S. 1149-1157

Hansson I., Engvall E. O., Vagsholm I., Nyman A. (2010):
Risk factors associated with the presence of *Campylobacter*-positive broiler flocks in Sweden
Prev Vet Med, 96, S. 114-121

Haslinger M., Leitgeb R., Bauer F., Etle T., Windisch W. M. (2007):
Slaughter yield and meat quality of chicken at different length of preslaughter feed withdrawal
Die Bodenkultur, 58, S. 67-72

Havelaar A. H., Mangen M. J., de Koeijer A. A., Bogaardt M. J., Evers E. G., Jacobs-Reitsma
W. F., van Pelt W., Wagenaar J. A., de Wit G. A., van der Zee H., Nauta M. J. (2007):
Effectiveness and efficiency of controlling *Campylobacter* on broiler chicken meat
Risk Anal, 27, S. 831-844

Hertogs K., Heyndrickx M., Gelaude P., De Zutter L., Dewulf J., Rasschaert G. (2021):
The effect of partial depopulation on *Campylobacter* introduction in broiler houses
Poultry Science, 100, S. 1076-1082

Heuer O. E., Pedersen K., Andersen J. S., Madsen M. (2001):
Prevalence and antimicrobial susceptibility of thermophilic *Campylobacter* in organic and
conventional broiler flocks
Lett Appl Microbiol, 33, S. 269-274

Hofmann K. (1987):
Der Begriff Fleischqualität. Definition und Anwendung
Fleischwirtschaft, 67, S. 4

Hölzl C., Aldrian U. (2011):
Lebensmittelsicherheit und Hygiene im Privathaushalt
Abgerufen am: 26.01.2021, von
https://www.ages.at/fileadmin/AGES2015/Themen/Lebensmittel_Dateien/Lebensmittelsicherheit_und_Hygiene_im_Privathaushalt_13_12_2013.pdf

Honikel K. O. (2004):

Vom Fleisch zum Produkt: Reifen - Erhitzen - Zerkleinern - Salzen
Fleischwirtschaft, 84, S. 228-234

Horsted K., Allesen-Holm B. H., Hermansen J. E., Kongsted A. G. (2012):

Sensory profiles of breast meat from broilers reared in an organic niche production system
and conventional standard broilers
J Sci Food Agric, 92, S. 258-265

Horsted K., Henning J., Hermansen J. E. (2005):

Growth and sensory characteristics of organically reared broilers differing in strain, sex and
age at slaughter
Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science, 55, S. 149-157

Hue O., Le Bouquin S., Laisney M.-J., Allain V., Lalande F., Petetin I., Rouxel S., Quesne S.,
Gloaguen P.-Y., Picherot M., Santolini J., Salvat G., Bougeard S., Chemaly M. (2010):
Prevalence of and risk factors for *Campylobacter* spp. contamination of broiler chicken
carcasses at the slaughterhouse
Food Microbiology, 27, S. 992-999

Humphrey T., O'Brien S., Madsen M. (2007):

*Campylobacter*s as zoonotic pathogens: A food production perspective
International Journal of Food Microbiology, 117, S. 237-257

Husak R. L., Sebranek J. G., Bregendahl K. (2008):

A Survey of Commercially Available Broilers Marketed as Organic, Free-Range, and
Conventional Broilers for Cooked Meat Yields, Meat Composition, and Relative Value
Poultry Science, 87, S. 2367-2376

Johannessen G. S., Johnsen G., Okland M., Cudjoe K. S., Hofshagen M. (2007):

Enumeration of thermotolerant *Campylobacter* spp. from poultry carcasses at the end of the
slaughter-line
Letters in Applied Microbiology, 44, S. 92-97

Jongberg S., Wen J., Tørngren M. A., Lund M. N. (2014):
Effect of high-oxygen atmosphere packaging on oxidative stability and sensory quality of two chicken muscles during chill storage
Food Packaging and Shelf Life, 1, S. 38-48

Koch W. J. (2006):
Zur Wertschöpfungstiefe von Unternehmen - Die strategische Logik der Integration,
Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag - ISBN 978-3-8350-0538-9

Kosa K. M., Cates S. C., Bradley S., Chambers E., Godwin S. (2015):
Consumer-Reported Handling of Raw Poultry Products at Home: Results from a National Survey
Journal of Food Protection, 78, S. 180-186

Lando A., Verrill L., Liu S., Smith E. (2016):
2016 FDA Food Safety Survey
Abgerufen am: 28 January 2021, von <https://www.fda.gov/media/101366/download>

Lawes J. R., Vidal A., Clifton-Hadley F. A., Sayers R., Rodgers J., Snow L., Evans S. J., Powell L. F. (2012):
Investigation of prevalence and risk factors for Campylobacter in broiler flocks at slaughter: results from a UK survey
Epidemiology and Infection, 140, S. 1725-1737

Lienau J. A., Ellerbroek L., Klein G. (2007):
Tracing flock-related Campylobacter clones from broiler farms through slaughter to retail products by pulsed-field gel electrophoresis
Journal of Food Protection, 70, S. 536-542

Lockie S., Lyons K., Lawrence G., Mummery K. (2002):
Eating 'green': Motivations behind organic food consumption in Australia
Sociologia Ruralis, 42, S. 23-40

Lütters H., Staudacher J. (2008):
Wirksame Unterstützung: Strategische Kontrolle mit dem Analytic Hierarchy Process
Marketing Review St. Gallen, 25, S. 44-49

- Lyngstad T. M., Jonsson M. E., Hofshagen M., Heier B. T. (2008):
Risk factors associated with the presence of *Campylobacter* species in Norwegian broiler flocks
Poultry Science, 87, S. 1987-1994
- Lyon B. G., Smith D. P., Lyon C. E., Savage E. M. (2004):
Effects of diet and feed withdrawal on the sensory descriptive and instrumental profiles of broiler breast fillets
Poult Sci, 83, S. 275-281
- McDowell S. W. J., Menzies F. D., McBride S. H., Oza A. N., McKenna J. P., Gordon A. W., Neill S. D. (2008):
Campylobacter spp. in conventional broiler flocks in Northern Ireland: Epidemiology and risk factors
Preventive Veterinary Medicine, 84, S. 261-276
- Meerburg B. G., Kijlstra A. (2007):
Role of rodents in transmission of *Salmonella* and *Campylobacter*
Journal of the Science of Food and Agriculture, 87, S. 2774-2781
- Melero B., Juntunen P., Hanninen M. L., Jaime I., Rovira J. (2012):
Tracing *Campylobacter jejuni* strains along the poultry meat production chain from farm to retail by pulsed-field gel electrophoresis, and the antimicrobial resistance of isolates
Food Microbiology, 32, S. 124-128
- Michaud S., Menard S., Arbeit R. D. (2004):
Campylobacteriosis, Eastern Townships, Quebec
Emerg Infect Dis, 10, S. 1844-1847
- Min Y. N., Li L., Waldroup P. W., Niu Z. Y., Wang Z. P., Gao Y. P., Liu F. Z. (2012):
Effects of dietary distillers dried grains with solubles concentrations on meat quality and antioxidant status and capacity of broiler chickens
Journal of Applied Poultry Research, 21, S. 603-611

Mir N. A., Rafiq A., Kumar F., Singh V., Shukla V. (2017):

Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review
Journal of Food Science and Technology-Mysore, 54, S. 2997-3009

Murray R., Glass-Kaastra S., Gardhouse C., Marshall B., Ciampa N., Franklin K., Hurst M.,
Thomas M. K., Nesbitt A. (2017):

Canadian Consumer Food Safety Practices and Knowledge: Foodbook Study
J Food Prot, 80, S. 1711-1718

Mylius S. D., Nauta M. J., Havelaar A. H. (2007):

Cross-contamination during food preparation: A mechanistic model applied to chicken-borne
Campylobacter
Risk Analysis, 27, S. 803-813

Narasimha Rao D., Sachindra N. M. (2002):

Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products
Food Reviews International, 18, S. 263-293

Nather G., Alter T., Martin A., Ellerbroek L. (2009):

Analysis of risk factors for Campylobacter species infection in broiler flocks
Poult Sci, 88, S. 1299-1305

Nestlé Deutschland AG (2012):

Nestlé Studie 2012 „Das is(s)t Qualität“.

Abgerufen am: 15 January 2020, von

https://www.nestle.de/sites/g/files/pydnoa391/files/asset-library/documents/verantwortung/nestle%20studie/executive_summary_studie_2012.pdf

Nguyen H. V., Nguyen N., Nguyen B. K., Lobo A., Vu P. A. (2019):

Organic Food Purchases in an Emerging Market: The Influence of Consumers' Personal
Factors and Green Marketing Practices of Food Stores

Int J Environ Res Public Health 2019, 16, DOI: 10.3390/ijerph16061037

Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit:

Die richtige Lagerung von Lebensmitteln

Abgerufen am: 21.01.2021, von

https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/lebensmittel/lebensmittelhygiene/verbrauchertipps_zum_umgang_mit_lebensmitteln/lebensmittellagerung-im-haushalt-108002.html

O'Donovan P., McCarthy M. (2002):

Irish consumer preference for organic meat

British Food Journal, 104, S. 353-370

Olson J. C., Jacoby J. (1972):

Cue utilization in the quality perception process

ACR Special Volumes, S.

Otto Group (2013):

Otto Group Trendstudie 2013: Lebensqualität

Abgerufen am: 13.01.2021, von

https://www.ottogroup.com/wLayout/wGlobal/scripts/accessDocument.php?document=/media/docs/de/trendstudie/1_Otto_Group_Trendstudie_2013.pdf&display=1&forceDownload=0

Oude Ophuis P. A. M., Van Trijp H. C. M. (1995):

Perceived quality: A market driven and consumer oriented approach

Food Quality and Preference, 6, S. 177-183

Patriarchi A., Fox A., Maunsell B., Fanning S., Bolton D. (2011):

Molecular Characterization and Environmental Mapping of Campylobacter Isolates in a Subset of Intensive Poultry Flocks in Ireland

Foodborne Pathogens and Disease, 8, S. 99-108

Perez-Alvarez J. A., Sendra-Nadal E., Sanchez-Zapata E. J., Viuda-Martos M. (2010):

Poultry flavour: General aspects and applications

In: Handbook of Poultry Science and Technology, Secondary Processing/Hrsg.: I. Guerrero-Legarreta, 2. Auflage, S. 339-357

New Jersey: John Wiley & Sons - ISBN 9780470504468

Pietschmann C., Hafez (2002):

Von Salmonellen und glücklichen Hühnern - Der Spagat zwischen artgerechter Haltung und Verbraucherschutz

Abgerufen am: 21.01.2021, von https://www.fu-berlin.de/presse/publikationen/fundiert/archiv/2002_01/02_01_hafez/index.html

Poltowicz K., Doktor J. (2012):

Effect of Slaughter Age on Performance and Meat Quality of Slow-Growing Broiler Chickens
Annals of Animal Science, 12, S. 621-631

PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (2017):

Bio vs. konventionell - Was kaufen Konsumenten zu welchem Preis?

Abgerufen am: 13.01.2021, von <https://www.pwc.de/de/handel-und-konsumguter/bevoelkerungsbefragung-bio-vs-konventionell.pdf>

Ramabu S. S., Boxall N. S., Madie P., Fenwick S. G. (2004):

Some potential sources for transmission of *Campylobacter jejuni* to broiler chickens
Letters in Applied Microbiology, 39, S. 252-256

Ranft M. (2007):

Analyse des Verbraucherverhaltens beim Kauf von Fleisch und Fleischerzeugnissen unter besonderer Berücksichtigung der Prämissen Produktsicherheit, Tiergerechtheit und Umweltfreundlichkeit

Dissertation, Technische Universität München

Resconi V. C., Escudero A., Beltran J. A., Olleta J. L., Sanudo C., Campo M. D. (2012):

Color, Lipid Oxidation, Sensory Quality, and Aroma Compounds of Beef Steaks Displayed under Different Levels of Oxygen in a Modified Atmosphere Package

Journal of Food Science, 77, S. 10-S18

Ridley A., Morris V., Gittins J., Cawthraw S., Harris J., Edge S., Allen V. (2011):

Potential sources of *Campylobacter* infection on chicken farms: contamination and control of broiler-harvesting equipment, vehicles and personnel

J Appl Microbiol, 111, S. 233-244

Ristic M., Freudenreich P., Werner R., Bittermann A., Schussler G., Kostner U., Ehrhardt S. (2007):

Meat quality of broilers - A comparison between conventional and organic production
Fleischwirtschaft, 87, S. 114-116

Rivoal K., Denis M., Salvat G., Colin P., Ermel G. (1999):

Molecular characterization of the diversity of *Campylobacter* spp. isolates collected from a poultry slaughterhouse: analysis of cross-contamination
Letters in applied microbiology, 29, S. 370

Robert Koch-Institut (2015):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2014

Abgerufen am: 19.06.2019, von

https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch_2014.pdf;jsessionid=3150928F1698DA4668280AFC700F7022.2_cid372?__blob=publicationFile

Robert Koch-Institut (2018):

RKI-Ratgeber *Campylobacter*-Enteritis

Abgerufen am: 28.01.2021, von

https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Campylobacter.html

Robert Koch-Institut (2020):

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2019

Abgerufen am: 16.12.2020, von

https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch_2019.pdf?__blob=publicationFile

Rohr A., Luddecke K., Drusch S., Muller M. J., von Alvensleben R. (2005):

Food quality and safety - consumer perception and public health concern

Food Control, 16, S. 649-655

Rosenquist H., Boysen L., Krogh A. L., Jensen A. N., Nauta M. (2013):

Campylobacter contamination and the relative risk of illness from organic broiler meat in comparison with conventional broiler meat

International Journal of Food Microbiology, 162, S. 226-230

Russa A. D., Bouma A., Vernooij J. C. M., Jacobs-Reitsma W., Stegeman J. A. (2005):
No association between partial depopulation and *Campylobacter* spp. colonization of Dutch broiler flocks

Letters in Applied Microbiology, 41, S. 280-285

Sahin O., Morishita T. Y., Zhang Q. (2002):

Campylobacter colonization in poultry: sources of infection and modes of transmission

Anim Health Res Rev, 3, S. 95-105

Sandercock D. A., Hunter R. R., Nute G. R., Mitchell M. A., Hocking P. M. (2001):

Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality

Poultry Science, 80, S. 418-425

Seibel W. (1991):

Der Einfluß von Verbraucher und Handel auf die Qualität landwirtschaftlicher Produkte und Lebensmittel

The Science of Nature, 78, S. 307-310

Seliwiorstow T., Bare J., Van Damme I., Gisbert Algaba I., Uyttendaele M., De Zutter L.

(2016):

Transfer of *Campylobacter* from a Positive Batch to Broiler Carcasses of a Subsequently Slaughtered Negative Batch: A Quantitative Approach

J Food Prot, 79, S. 896-901

Siegmann O., Neumann U. (2012):

Kompodium der Geflügelkrankheiten

7. überarbeitete Auflage, Hannover: Schlütersche Verlag - ISBN 978-3-89993-083-2

Signorini M. L., Zbrun M. V., Romero-Scharpen A., Olivero C., Bongiovanni F., Soto L. P., Frizzo L. S., Rosmini M. R. (2013):

Quantitative risk assessment of human campylobacteriosis by consumption of salad cross-contaminated with thermophilic *Campylobacter* spp. from broiler meat in Argentina

Prev Vet Med, 109, S. 37-46

Slader J., Domingue G., Jorgensen F., McAlpine K., Owen R. J., Bolton F. J., Humphrey T. J. (2002):

Impact of transport crate reuse and of catching and processing on Campylobacter and Salmonella contamination of broiler chickens

Appl Environ Microbiol, 68, S. 713-719

Smolander M., Alakomi H.-L., Ritvanen T., Vainionpää J., Ahvenainen R. (2004):

Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions. A. Time-temperature indicators as quality-indicating tools

Food Control, 15, S. 217-229

Statista (2017):

Statista Umfrage Nachhaltigkeit und Umweltverhalten 2017

Abgerufen am: 12.01.2021, von

<https://de.statista.com/statistik/studie/id/47860/dokument/statista-umfrage-nachhaltigkeit-und-umweltverhalten-2017/>

Stern N. J., Clavero M. R., Bailey J. S., Cox N. A., Robach M. C. (1995):

Campylobacter spp. in broilers on the farm and after transport

Poult Sci, 74, S. 937-941

Stiebing A., Upmann M., Schmidt B., Thumel H. (2011):

Sensorische Analyse-Sensorik von Frischfleisch

Abgerufen am: 28.01.2021, von

https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/lebensmittel/themen/publikationen/expertenwissen/lebensmittelsensorik/2011_5_Expertenwissen_Sensorik_Frischfleisch.pdf

Stiftung Warentest (2010):

Frische Hähnchenbrustfilets - Es war einmal ein Huhn

Abgerufen am: 28.01.2021, von

file:///C:/Users/Karoline%20Henke/Desktop/4138297_t201010022.pdf

Taddicken M. (2013):

Online-Befragung

In: Handbuch standardisierte Erhebungsverfahren in der

Kommunikationswissenschaft/Hrsg.: W. Möhring, D. Schlütz, 1. Auflage, S. 201-217

Wiesbaden: Springer - ISBN 978-3-531-18776-1

Tauxe R. V. (2001):

Food safety and irradiation: protecting the public from foodborne infections

Emerg Infect Dis, 7, S. 516-521

Tilman B., Eckhard B., Kristina G. (2000):

Consumer perception of fresh meat quality in Germany

British Food Journal, 102, S. 246-266

Tougan P. U., Dahouda, Salifou C. F. A., Ahounou S. G. A., Kpodekon M. T., Mensah G. A.,
Thewis A., Karim I. Y. A. (2013):

Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality

International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 3, S. 1-20

van de Giessen A. W., Bloemberg B. P., Ritmeester W. S., Tilburg J. J. (1996):

Epidemiological study on risk factors and risk reducing measures for campylobacter
infections in Dutch broiler flocks

Epidemiol Infect, 117, S. 245-250

Van De Giessen A. W., Tilburg J. J. H. C., Ritmeester W. S., Van Der Plas J. (1998):

Reduction of campylobacter infections in broiler flocks by application of hygiene measures

Epidemiology and Infection, 121, S. 57-66

Verbraucherzentrale NRW e.V. (2020):

Fleisch richtig einkaufen und lagern

Abgerufen am: 21.01.2021, von

[https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/fleisch-richtig-einkaufen-und-lagern-](https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/fleisch-richtig-einkaufen-und-lagern-5555#:~:text=Die%20k%C3%BChlste%20Stelle%20im%20K%C3%BChlschrank,%C3%BCberschritten%20werden%20(siehe%20Tabelle).)

[5555#:~:text=Die%20k%C3%BChlste%20Stelle%20im%20K%C3%BChlschrank,%C3%BCberschritten%20werden%20\(siehe%20Tabelle\).](https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/fleisch-richtig-einkaufen-und-lagern-5555#:~:text=Die%20k%C3%BChlste%20Stelle%20im%20K%C3%BChlschrank,%C3%BCberschritten%20werden%20(siehe%20Tabelle).)

Verhoeff-Bakkenes L., Beumer R. R., de Jonge R., van Leusden F. M., de Jong A. E. (2008):
Quantification of *Campylobacter jejuni* cross-contamination via hands, cutlery, and cutting
board during preparation of a chicken fruit salad

J Food Prot, 71, S. 1018-1022

Wagner P., Hering L. (2014):

Online-Befragung

In: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung/Hrsg.: N. Baur, J. Blasius, 1.

Auflage, S. 661-673

Wiesbaden: Springer Gabler - ISBN 978-3-531-18939-0

Wang K. H., Shi S. R., Dou T. C., Sun H. J. (2009):

Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality
of slow-growing chicken

Poult Sci, 88, S. 2219-2223

Westphal D. (2016):

Adaptive Verkürzung des Analytischen Hierarchie Prozesses zur rationalen Lösung
multikriterieller Entscheidungsprobleme

Dissertation, Technische Universität Berlin

Whyte P., Collins J. D., McGill K., Monahan C., O'Mahony H. (2001):

The effect of transportation stress on excretion rates of *campylobacters* in market-age
broilers

Poult Sci, 80, S. 817-820

Wieczorek K., Osek J. (2015):

Poultry flocks as a source of *Campylobacter* contamination of broiler carcasses

Polish Journal of Veterinary Sciences, 18, S. 101-106

World Health Organization (2015a):

Complex food chain increases food safety risks

Abgerufen am: 27 January 2020, von [http://www.euro.who.int/en/media-](http://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/press-releases/2015/03/complex-food-chain-increases-food-safety-risks)

[centre/sections/press-releases/2015/03/complex-food-chain-increases-food-safety-risks](http://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/press-releases/2015/03/complex-food-chain-increases-food-safety-risks)

World Health Organization (2015b):

WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015

Abgerufen am: 15 January 2020, von

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf?sequence=1

World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Organisation for Animal Health (2013):

The global view of campylobacteriosis: report of an expert consultation

Abgerufen am: 13.02.2019, von <https://apps.who.int/iris/handle/10665/80751>

Zakrys-Waliwander P. I., O'Sullivan M. G., O'Neill E. E., Kerry J. P. (2012):

The effects of high oxygen modified atmosphere packaging on protein oxidation of bovine M. longissimus dorsi muscle during chilled storage

Food Chemistry, 131, S. 527-532

Zhang X. X., Wang H. H., Li N., Li M., Xu X. L. (2015):

High CO₂-modified atmosphere packaging for extension of shelf-life of chilled yellow-feather broiler meat: A special breed in Asia

Lwt-Food Science and Technology, 64, S. 1123-1129

Zhang X. Y., Tang M. J., Zhou Q., Zhang J., Yang X. X., Gao Y. S. (2018):

Prevalence and Characteristics of Campylobacter Throughout the Slaughter Process of Different Broiler Batches

Frontiers in Microbiology, 9, S.

Zühlsdorf A., Jürkenbeck K., Spiller A. (2018):

Lebensmittelmarkt und Ernährungspolitik 2018: Verbrauchereinstellungen zu zentralen lebensmittel- und ernährungspolitischen Themen

Abgerufen am: 28.01.2021, von [https://www.uni-](https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/ada0c217bc6048ba09e9f721d249d8ba.pdf)

[goettingen.de/de/document/download/ada0c217bc6048ba09e9f721d249d8ba.pdf](https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/ada0c217bc6048ba09e9f721d249d8ba.pdf)/Lebensmittelmarkt%20und%20Ern%C3%83%C2%A4hrungspolitik%202018_Chartbook.pdf

Zühlsdorf A., Spiller A. (2012):

Trends in der Lebensmittelvermarktung - Begleitforschung zum Internetportal lebensmittelklarheit.de: Marketingtheoretische Einordnung praktischer Erscheinungsformen und verbraucherpolitische Bewertung

Abgerufen am: 28.01.2021, von

https://www.lebensmittelklarheit.de/sites/default/files/downloads/Marktstudie%2520-%2520Trends%2520in%2520der%2520Lebensmittelvermarktung_Studententext_final.pdf

Zweifel C., Scheu K. D., Keel M., Renggli F., Stephan R. (2008):

Occurrence and genotypes of *Campylobacter* in broiler flocks, other farm animals, and the environment during several rearing periods on selected poultry farms

International Journal of Food Microbiology, 125, S. 182-187

Anhang

Fragebogen

1. Vorab möchten wir etwas über Sie erfahren. Wie alt sind Sie?
2. Sind Sie männlich oder weiblich?
3. In welchem Bundesland leben Sie derzeit? Wenn es mehrere Wohnorte gibt, geben sie bitte den Hauptwohnsitz an
4. Nun möchten wir gerne wissen, wie häufig Sie persönlich Wurst (Aufschnitt wie Salami, Schinken etc.) in der Woche verzehren?
 - nie
 - fast nie (weniger als 1x/Woche)
 - selten (1-2x/Woche)
 - regelmäßig (3-4x/Woche)
 - oft (5-6x/Woche)
 - täglich
5. Nun möchten wir gerne wissen, wie häufig Sie persönlich Fleisch (z.B. Steak, Hähnchenbrustfilet, Gulasch) ausgenommen Fisch in der Woche verzehren?
 - nie
 - fast nie (weniger als 1x/Woche)
 - selten (1-2x/Woche)
 - regelmäßig (3-4x/Woche)
 - oft (5-6x/Woche)
 - täglich
6. Als nächstes geht es um Ihren persönlichen Bezug zum Lebensmittel Fleisch. Bitte beurteilen Sie in wie weit die folgenden Aussagen auf Sie zutreffen. Die Beantwortung erfolgte über einen Schieber-Regler von „trifft überhaupt nicht zu“ bis hin zu „trifft voll und ganz zu“.
 - 6.1 Ich interessiere mich sehr für das Lebensmittel Fleisch
 - 6.2 Es macht mir Spaß mich mit den verschiedenen Angeboten an Fleisch zu beschäftigen
 - 6.3 Die Wahl einer bestimmten Fleischsorte sagt viel über die eigene Persönlichkeit aus
 - 6.4 Je nach gekaufter Fleischsorte kann es zu einem gesundheitlichen Problem kommen

6.5 Die Lebensmittelsicherheit von im Einzelhandel angebotenem Fleisch unterscheidet sich sehr stark

7. Als nächstes werden fünf Krankheitserreger genannt. Wie schätzen Sie ihren Kenntnisstand bezüglich der folgenden Krankheitserreger ein?

7.1 Salmonellen

7.2 Campylobacter

7.3 Toxoplasmen

7.4 Humane-Immundefizienz-Virus (HIV)

7.5 Tollwut- Virus

Die folgenden Antwortoptionen waren jeweils möglich: „Habe ich noch nie von gehört“, „Habe ich schon von gehört, weiß aber nicht wie ich mich schützen kann“, „Habe ich schon von gehört und weiß wie ich mich schützen kann“

8. Welche dieser Krankheitserreger ist ihrer Meinung nach über Fleisch auf den Menschen übertragbar? Es sind Mehrfachnennungen möglich. Es wurden nur die Erreger gelistet, die zuvor als „bekannt“ angegeben wurden

9. Im Folgenden werden wir Ihnen einige Akteure/Stationen der Fleischproduktionskette (von der Erzeugung bis hin zum Verzehr) von Geflügelfleisch nennen. Bitte bewerten Sie deren Einfluss auf die Sicherheit und Qualität. Sicherheit ist die Übertragung bzw. Verbreitung von Krankheitserregern wie Campylobacter und/oder Salmonellen; Qualität ist Geschmack und das Mundgefühl (Saftigkeit und Zartheit)

9.1 Wie groß ist Ihrer Meinung nach der Einfluss folgender Akteure/Stationen entlang der Lebensmittelkette auf die Geflügelfleischsicherheit (Übertragung bzw. Verbreitung von Krankheitserregern, wie Campylobacter oder Salmonellen)? Die Fragen wurden mit einem Schiebe-Regler beantwortet Die Antworten reichten von "kein Einfluss" bis "sehr großer Einfluss“.

9.1.1 Geflügelmastbetrieb

9.1.2 Tiertransport

9.1.3 Schlachtung

9.1.4 Einzelhandel

9.1.5 Koch/Zubereiter des Fleisches im Privathaushalt oder in der Gastronomie

9.2 Wie groß ist Ihrer Meinung nach der Einfluss folgender Akteure/ Stationen entlang der Lebensmittelkette auf die Geflügelfleischqualität, also den Geschmack und das Mundgefühl (Saftigkeit und Zartheit)? Die Fragen wurden mit einem Schiebe-Regler beantwortet. Die Antworten reichten von "kein Einfluss" bis "sehr großer Einfluss".

9.2.1 Geflügelmastbetrieb

9.2.2 Tiertransport

9.2.3 Schlachtung

9.2.4 Einzelhandel

9.2.5 Koch/Zubereiter des Fleisches im Privathaushalt oder in der Gastronomie

10. Nun werden Ihnen spezielle Beispiele aus der Lebensmittelproduktionskette u.a. von Geflügelfleisch aufgezeigt. Geben Sie bitte an welchen Einfluss diese Aspekte Ihrer Meinung nach auf die Sicherheit (Übertragung bzw. Verbreitung von Krankheitserregern wie Campylobacter und/oder Salmonellen) bzw. die Qualität (Geschmack und Mundgefühl) haben. Die Fragen wurden mit einem Schiebe-Regler beantwortet. Die Antworten reichten von "negativer Einfluss" bis "positiver Einfluss".

10.1 Welchen Einfluss hat eine ökologische (Bio-) Haltung von Geflügel im Vergleich zur konventionellen Haltung auf:

10.1.1 Lebensmittelsicherheit

10.1.2 Lebensmittelqualität

10.2 Welchen Einfluss hat die Einhaltung der Kühlkette (ununterbrochene Kühlung des Fleisches während des Transports und Lagerung) auf:

10.2.1 Lebensmittelsicherheit

10.2.2 Lebensmittelqualität

10.3 Welchen überwiegenden Einfluss hat Ihrer Meinung nach die Handhabung und Zubereitung von Fleisch in der Küche auf:

10.3.1 Lebensmittelsicherheit

10.3.2 Lebensmittelqualität

10.4 Welchen Einfluss hätte die Bestrahlung des Fleisches mit Röntgen- und Gammastrahlen (ionisierenden Strahlen) auf:

10.4.1 Lebensmittelsicherheit

10.4.2 Lebensmittelqualität

10.5 Welchen Einfluss hat eine Verpackung des Fleisches unter Schutzatmosphäre auf:

10.5.1 Lebensmittelsicherheit

10.5.2 Lebensmittelqualität

11. Wie ist ihr höchster Bildungsabschluss?

- ohne allgemeinen Schulabschluss
- Haupt-(Volks-)schulabschluss
- Realschul- oder gleichwertiger Abschluss
- Fachabitur oder Abitur
- Lehre/Berufsausbildung
- Hochschulabschluss/ Fachhochschulabschluss
- Möchte ich nicht sagen

12. Wo liegt Ihr derzeitiger (Hauptwohnsitz/ derzeitiger Wohnort)?

- in einer Landgemeinde (unter 5.000 Einwohner)
- in einer Kleinstadt (zwischen 5.000 und unter 20.000 Einwohner)
- in einer Mittelstadt (zwischen 20.000 und unter 100.000 Einwohner)
- in einer Großstadt (100.000 und mehr Einwohnern)
- Kann ich nicht sagen
- Möchte ich nicht sagen

13. Wie viele Kinder in folgenden Altersgruppen leben in ihrem Haushalt?

- Anzahl der Kinder 0 Jahre bis 6 Jahre
- Anzahl der Kinder 7 Jahre bis 16 Jahre

14. Wie hoch ist das monatliche Haushalts-Nettoeinkommen? Dies beinhaltet Lohn, Gehalt, Einkommen aus selbständiger Tätigkeit, Rente oder Pension abzüglich Steuern und Sozialabgaben von allen im Haushalt lebenden Personen zusammen.

- Unter 900 €
- 900 € bis unter 1300 €
- 1300 € bis unter 1500 €
- 1500 € bis unter 2000 €
- 2000 € bis unter 2600 €
- 2600 € bis unter 3600 €

- 3600 € bis unter 5000 €
- 5000 € bis unter 18000 €
- 18000 € und mehr
- Weiß ich nicht
- Möchte ich nicht sagen

15. Waren Sie jemals oder sind Sie derzeit in einer der genannten Bereiche mind. 6 Monate beruflich tätig? (Alle Berufsgruppen dürfen an dieser Studie teilnehmen,) Mehrfachnennungen sind möglich)

- Fleischerzeugende Landwirtschaft
- Tiertransport
- Schlachtung, Fleischverarbeitung
- Fleischverkauf
- Lebensmittelüberwachung
- Zubereitung von Lebensmitteln oder Speisen
- keine der oben genannten

16. Sind Sie Veterinärmediziner?

- ja
- nein

Publikationsverzeichnis

Publikationen (peer reviewed)

2021

K. A. Henke, T. Alter, M. G. Doherr, R. Merle

From stable to table: Determination of German consumer perceptions of the role of multiple aspects of poultry production on meat quality and safety

Journal of food protection

DOI: <https://doi.org/10.4315/JFP-20-491>

2020

K. A. Henke, T. Alter, M. G. Doherr, R. Merle

Comparison of consumer knowledge about *Campylobacter*, *Salmonella* and *Toxoplasma* and their transmissibility via meat: results of a consumer study in Germany

BMC Public Health

DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08476-0>

Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei Prof. Marcus G. Doherr dafür bedanken, mich mit der anfänglichen Idee der Durchführung einer Verbraucherbefragung als externe Doktorandin zu betreuen. Die Chance von dir zu erhalten, bei gleichzeitigen beruflichen und familiären Herausforderungen, die Promotion zu beginnen und das Promotionsthema sowie den Fragebogen mit deiner Unterstützung zu konkretisieren, war für mich die Schlüsselstelle des Promotionsstartes.

Mein größter Dank gilt PD Dr. Roswitha Merle, die mich im Verlauf der Promotion als Doktorandin übernommen hat. Eine bessere Betreuerin hätte ich mir nicht wünschen können. Du warst immer als Ansprechpartnerin für mich da, auch wenn wir uns auf Grund meiner beruflichen Situation nur selten gesehen haben. Ich wusste, dass ich mich jederzeit mit Fragen an dich wenden konnte. Du hast mir immer das Gefühl gegeben auf dem richtigen Weg zu sein. Ich werde mich immer an unsere besondere Zeit zurück erinnern.

Zudem möchte ich mich bei Prof. Thomas Alter dafür bedanken, dass du den Kontakt zu Prof. Marcus G. Doherr hergestellt hast. Ich danke dir für die hilfreichen Anregungen bei der fachspezifischen Thematik.

Ein großer Dank gilt der pangea labs GmbH für die Bereitstellung der Software zur Erstellung des Fragebogens und der Abbildung in dieser Arbeit, dem hilfreichen Feedback zur Fragebogenmethodik sowie für die finanzielle Unterstützung zur Durchführung der Studie.

Mein besonderer Dank gilt abschließend meiner gesamten Familie. Insbesondere meiner Mutter möchte ich posthum für ihre Unterstützung danken, da ich bis zuletzt in jeglicher Hinsicht immer auf ihre Unterstützung zählen konnte und sie stets an mich geglaubt hat.

Finanzierungsquellen

Diese Arbeit wurde sowohl finanziell als auch durch die Bereitstellung der Software „questfox“ durch die pangea labs GmbH unterstützt.

Interessenskonflikte

Es besteht kein Interessenskonflikt durch finanzielle Unterstützung der Arbeiten.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 23.07.2021

Karoline Apollonia Henke

