



# Themenbericht *Campylobacter* 2021



## Zahlen, Daten, Fakten zu *Campylobacter* in Österreich, 2016-2020

M. MATT, S. KÖBERL-JELOVCAN, J. LADSTÄTTER, P. MUCH, T. PÖLZLER, S.  
POLSTER, K. WEYRMAIR

01.09.2021

# Inhalt

---

Inhalt .....	2
Zusammenfassung .....	4
Summary .....	6
1 Einleitung .....	8
2 Informationen zu <i>Campylobacter</i> .....	9
2.1 Erkrankungsbild Campylobacteriose .....	9
2.1.1 Allgemeines .....	9
2.1.2 Therapie.....	9
2.1.3 Saisonalität, Altersverteilung.....	10
2.2 Infektionsquellen und Übertragungswege der Campylobacteriose .....	10
2.2.1 Besonderer Stellenwert der Geflügelwirtschaft .....	11
2.3 Problemfeld antibiotikaresistente <i>Campylobacter</i> .....	12
2.3.1 Relevanz .....	12
2.3.2 Allgemeines .....	12
2.3.3 Situation in Österreich .....	13
2.4 Konsumentenwahrnehmung .....	14
2.5 Charakteristika der Gattung <i>Campylobacter</i> .....	15
3 <i>Campylobacter</i> : österreichische Daten .....	16
3.1 Inzidenz der humanen Campylobacteriose .....	16
3.1.1 Lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche .....	18
3.2 Vorkommen in Lebensmitteln.....	19
3.2.1 Geflügelfleisch .....	19
3.2.2 Rind- und Schweinefleisch .....	23

3.2.3	Rohmilch .....	24
3.3	Vorkommen in Tieren .....	25
3.3.1	Hühner.....	25
3.3.2	Klein- und Wildtiere.....	28
3.3.3	Futtermittelproben .....	29
4	Maßnahmen zur Eindämmung von <i>Campylobacter</i> .....	30
4.1	In Österreich umsetzbare Interventionen.....	30
4.2	Geflügelhygieneverordnung .....	31
4.3	Mikrobiologische Kriterien VO 2073/2005 -Prozesshygienekriterium.....	34
5	Ergebnisse aus Projekten.....	35
5.1	CampControl (2018-2021) .....	35
5.2	CamChain (2012-2015) .....	35
5.3	CamCon (2011-2015).....	36
6	Internationale Studien: Herkunftszuordnung, source attribution .....	36
7	Begriffserklärung.....	40
8	Abbildungsverzeichnis .....	41
9	Tabellenverzeichnis .....	41
10	Literaturverzeichnis .....	42

## Zusammenfassung

Im Jahr 2020 wurden 5.162 Erkrankungen durch *Campylobacter* gemeldet. Im Vergleich dazu gab es 906 Salmonellosen. Die Anzahl gemeldeter Fälle liegt immer unter jener der tatsächlich aufgetretenen Fälle, da nicht alle Erkrankten einen Arzt aufsuchen und nicht immer eine mikrobiologische Untersuchung einer Stuhlprobe durchgeführt wird. Pro Jahr wird die Anzahl aller Campylobacteriosen für Österreich auf 44.000 geschätzt (EFSA, 2011).

Die Campylobacteriose ist eine zoonotische bakterielle Infektionskrankheit und verursacht in erster Linie Durchfall, Bauchkrämpfe und Fieber. Nach überstandener Infektion können seltene Folgekrankheiten wie reaktive Arthritis und das Guillain-Barré-Syndrom auftreten. Laut europäischem Zoonosenbericht wurden im Jahr 2019 in der EU insgesamt 47 Campylobacter-Fälle mit tödlichem Ausgang registriert (EFSA u. ECDC, 2021).

Für den Krankheitserreger *Campylobacter* gelten Hühner als Haupt-Reservoir. Ca. 50-80% der humanen Erkrankungsfälle werden diesem Reservoir zugeschrieben und 20-30% der Erkrankungsfälle stehen direkt mit dem Verzehr bzw. dem Hantieren von Hühnerfleisch in Verbindung (EFSA, 2011). Die Übertragung der Bakterien auf den Menschen kann durch den Verzehr von nicht vollständig durchgegartem Geflügelfleisch, durch den Konsum von verzehrfertigen Nahrungsmitteln nach Kontakt mit rohen Geflügelprodukten (also durch Kreuzkontamination) und direkt von Mensch-zu-Mensch oder direkt von Tier-zu-Mensch erfolgen. Auch andere Tiere, wie Rinder, Heimtiere und Schweine können als Reservoir dienen (siehe auch Kapitel 6). Weitere Übertragungsmöglichkeiten von *Campylobacter* ergeben sich durch den Verzehr von Rohmilch und durch den Kontakt mit kontaminiertem Wasser (z. B. Oberflächengewässer, Trinkwasser).

Die *Campylobacter* Prävalenz in Mastgeflügelbetrieben liegt seit Jahren unverändert bei 47-60% mit einem Maximum von fast 100% im Sommer (MATT u. a., 2013). Bei der Grundlagenstudie der EU wurde 2008 *Campylobacter* auf 80,6% der untersuchten Broilerschlachtkörper in der EU nachgewiesen (EFSA, 2010). Diese Grundlagenstudie mündete in einem Prozesshygienekriterium an Schlachthöfen, welches 2018 in Kraft trat. Der *Campylobacter*-Nachweis in frischem Hühnerfleisch in Österreich liegt seit 2014 zwischen 60-70%. In tiefgefrorenem Hühnerfleisch und

Hühnerfleischzubereitungen sind *Campylobacter* seltener nachweisbar (diverse Zoonosenberichte).

Rohmilch kann durch fäkale Verunreinigung beim Melken *Campylobacter* enthalten und gilt als mögliche Ursache für Krankheitsausbrüche. Nichts desto trotz wird der Keim in Rohmilch selten nachgewiesen.

Basierend auf einer Vielzahl internationaler Studien wird von einer linearen Reduktion des Gesundheitsrisikos bei entsprechender Reduktion der Herdenprävalenz bei Masthühnern ausgegangen. Ebenso kann beim Schlachtprozess die Hygiene optimiert werden. Eine zusätzliche Verringerung des Gesundheitsrisikos wird durch Interventionen in einem späteren Stadium der Lebensmittelproduktionskette erwartet. Eine Kombination von Interventionen auf allen Ebenen (Primärproduktion, Verarbeitung und KonsumentInnenverhalten) führte zu einer vielversprechenden Reduktion der Neuerkrankungen in einigen Ländern, wie in Island (um 71%) und Neuseeland (um 54%), wenngleich eine vollständige Elimination von *Campylobacter* nicht möglich scheint.

Aus diesem Grund wurde im Juni 2012 vom damaligen Gesundheitsministerium und aufgrund einer Initiative der AGES ExpertInnen der Humanmedizin, Veterinärmedizin und Landwirtschaft auf Ebene der Landes- und Bundesbehörden sowie Fachgruppierungen der Sozialpartner eingeladen, um an der Diskussion bezüglich eines gangbaren Wegs zur Reduktion der humanen *Campylobacter*-Erkrankungen in Österreich teilzunehmen. Die Ergebnisse wurden im Konsensuspapier (Plattform *Campylobacter* 2012) veröffentlicht. Die Ergebnisse der damaligen Diskussion sind bis heute unverändert gültig.

## Summary

In 2020, 5.162 illnesses due to *Campylobacter* were reported. In comparison, 906 *Salmonella* isolates were identified in humans. The number of reported cases is always lower than the number of cases that actually occurred, since not all of those who fall ill consult a doctor and a microbiological examination of a stool sample is not always carried out. The number of all campylobacterioses in Austria is estimated at 44,000 per year (EFSA, 2011).

Campylobacteriosis is a zoonotic bacterial infectious disease and primarily causes diarrhoea, abdominal cramps and fever. After infection rare secondary diseases such as reactive arthritis and Guillain-Barré syndrome may occur. According to the European Zoonoses Report, a total of 47 *Campylobacter* cases with fatal outcome were registered in the EU in 2019 (EFSA and ECDC, 2021).

Chicken are considered the main reservoir for *Campylobacter*. Approximately 50-80 % of human cases are attributed to this reservoir and 20-30 % of cases are directly linked to the consumption or handling of chicken meat (EFSA, 2011). Transmission of the bacteria to humans can occur via consumption of undercooked poultry meat, consumption of ready-to-eat food after contact with raw poultry products (i.e. cross-contamination) and directly from human-to-human or directly from animal-to-human. Other animals such as cattle, pets and pigs can also serve as reservoirs (see also chapter 6). Further infection routes of *Campylobacter* are consumption of raw milk and contact with contaminated water (e.g. surface water, drinking water).

The prevalence of *Campylobacter* in broiler farms has remained unchanged for years at 47-60 % with a maximum of almost 100 % in summer (MATT et al., 2013). In 2008, the EU baseline study detected *Campylobacter* on 80.6 % of the broiler carcasses tested in the EU (EFSA, 2010). This baseline study resulted in a process hygiene criterion at slaughterhouses, which came into force in 2018. *Campylobacter* detection in fresh chicken meat in Austria has been between 60-70 % since 2014.

*Campylobacter* can be detected less frequently in frozen chicken meat and chicken meat preparations (various zoonosis reports). Raw milk may contain *Campylobacter* due to faecal contamination during milking and is considered a possible cause of disease outbreaks. Nevertheless, the pathogen is rarely detected in raw milk.

Based on a large number of international studies, a linear reduction of health risk with a corresponding reduction in broiler is assumed, as well as hygiene management should be optimised in the slaughter process. An additional reduction in health risk is expected through interventions at a later stage in the food production chain. A combination of interventions at all levels (primary production, processing and consumer behaviour) led to promising reductions of campylobacteriosis in some countries, such as Iceland (by 71 %) and New Zealand (by 54 %), although complete elimination of Campylobacter does not seem possible.

For this reason, in June 2012, experts in human medicine, veterinary medicine and agriculture were invited by the then Ministry of Health and on the basis of an initiative of AGES at the level of the provincial and federal authorities as well as expert groups of the social partners to participate in the discussion regarding a feasible way to reduce human Campylobacter infections in Austria. The results were published in the consensus paper (Platform Campylobacter 2012). The results of the discussion at that time are still valid today.

# 1 Einleitung

---

Erkrankungen mit Bakterien der Gattung *Campylobacter* werden Campylobacteriosen genannt. Die Campylobacteriose zählt zu den Zoonosen. Geflügel (v. a. Hühner), Wildvögel, Schweine, Rinder und Heimtiere gelten als relevantes Reservoir in Europa. Diese Tiere scheiden *Campylobacter* meistens ohne selbst zu erkranken aus.

Das Erkrankungsbild der Campylobacteriose ist durch eine akute Durchfallerkrankung mit Fieber und unterschiedlich starken Bauchkrämpfen gekennzeichnet. Neben der selbst limitierenden Durchfallerkrankung sind schwerwiegende Folgeerkrankungen bekannt (reaktive Arthritis, Guillain-Barré-Syndrom). Infektionen mit *Campylobacter* sind weltweit verbreitet und stellen in Europa die bedeutendste bakterielle Durchfallerkrankung, noch vor der Salmonellose, dar.

Die Übertragung auf den Menschen erfolgt hauptsächlich durch den Verzehr von *Campylobacter*-haltigen Lebensmitteln. Die bedeutendste Infektionsquelle ist das Hühnerfleisch: unzureichend erhitztes Hühnerfleisch, besonders jedoch unhygienisches Hantieren mit rohem Hühnerfleisch bei der Speisenzubereitung (Kreuzkontamination durch fehlende Küchenhygiene).

Andere tierische sowie nicht tierische Lebensmittel können durch Kreuzkontamination während der Zubereitung zur Infektionsquelle werden. Zusätzlich wurden andere Lebensmittel wie Rohmilch, Wasser und Fleisch von Nicht-Geflügel als Infektionsquellen beschrieben. Einen weiteren, unabhängigen Risikofaktor stellt Reisetätigkeit dar.

## 2 Informationen zu *Campylobacter*

---

### 2.1 Erkrankungsbild Campylobacteriose

---

#### 2.1.1 Allgemeines

---

Das klinische Bild einer Campylobacteriose entspricht dem einer akuten Gastroenteritis mit Durchfall unterschiedlichen Schweregrads, zum Teil begleitet von Bauchkrämpfen und Fieber. Die akute Durchfallerkrankung ist zumeist selbstlimitierend, ein Spitalsaufenthalt kann jedoch notwendig sein. Seltene post-infektiöse Komplikation einer *Campylobacter*-Infektion können die reaktive Arthritis mit der Sonderform des Morbus Reiter und das Guillain-Barré-Syndrom sein. Das Guillain-Barré-Syndrom ist die schwerwiegendste Folgeerkrankung einer *Campylobacter*-Infektion. Insgesamt wird die Inzidenz des Guillain-Barré-Syndroms auf 1-2 Fälle/100.000 Personen/Jahr geschätzt. Diese neurologische Erkrankung ist eine Autoimmunerkrankung des peripheren Nervensystems, bei der es zu einer Demyelinisierung der peripheren Nervenbahnen kommt. Sie manifestiert sich mit aufsteigender, schlaffer Lähmung. Eine vollständige Genesung ist möglich, jedoch bleiben bei bis zu 20 % der Erkrankungsfälle neurologische Defizite zurück. Die Fall-Sterblichkeit des Guillain-Barré-Syndroms wird mit 5-10 % (5-10 Todesfälle auf 100 Erkrankungsfälle) angegeben. Bei ca. 1/3 der Guillain-Barré-Syndrom-Fälle liegt eine *Campylobacter*-Infektion in der Anamnese vor.

#### 2.1.2 Therapie

---

Bei der gastrointestinalen Form der Campylobacteriose stehen Wasser- und Elektrolytsubstitutionen im Vordergrund, da die Enteritis meist selbstlimitierend ist. Bei systemisch Erkrankten und Immunsupprimierten oder fehlender klinischer Besserung ist eine Antibiotikatherapie erforderlich. Hierbei sind Makrolide Mittel der Wahl.

### 2.1.3 Saisonalität, Altersverteilung

---

In den Industrieländern (nördliche Halbkugel) unterliegt das Auftreten der Campylobacteriose gewöhnlich einer saisonalen Schwankung mit einem Inzidenz-Höhepunkt in den Sommermonaten. Die Altersverteilung ist durch zwei Gipfel gekennzeichnet: Kinder zwischen ein und vier Jahren und junge Erwachsene (15-24 Jahre) erkranken am häufigsten.

## 2.2 Infektionsquellen und Übertragungswege der Campylobacteriose

---

Die Infektionsquellen, Übertragungswege und Reservoirs für *Campylobacter* sind vielgestaltig. In Abbildung 1 sind sie als braune, begeißelte Bakterien dargestellt. Sie kolonisieren den Magen-Darm-Trakt von Hühnern in hoher Anzahl. Durch fäkal-orale Übertragungswege einerseits zwischen den Hühnern, aber auch durch Ausscheidung in die Umwelt (z. B. Oberflächenwasser – eine Vergesellschaftung mit Protozoen ist möglich) gelangen *Campylobacter* über die Lebensmittelkette (z. B. Hühnerfleisch, Rohmilch, Wasser) zum Menschen. Über den Magen-Darm-Trakt besiedeln sie anschließend den menschlichen Organismus (YOUNG u. a., 2007).

Häufigste Infektionsquelle sind tierische Lebensmittel, wobei Hühnerfleisch das bedeutendste Vehikel für *Campylobacter* darstellt (siehe 3.2.1 und 2.3.3) Rohmilch, Rind- und Schweinefleisch sowie Wasser (Oberflächenwasser, Trinkwasser) sind weitere Infektionsquellen. Ebenso können der Kontakt zu Haus- und Nutztieren, mit der Umwelt (z.B. Gewässer, Eintrag durch Wildgeflügel, etc.) und direkter menschlicher Kontakt eine weitere Übertragungsart für *Campylobacter* sein. Zusätzlich ist Reisetätigkeit in Regionen mit höherem *Campylobacter*-Aufkommen als zu Hause als ein Risikofaktor anerkannt.

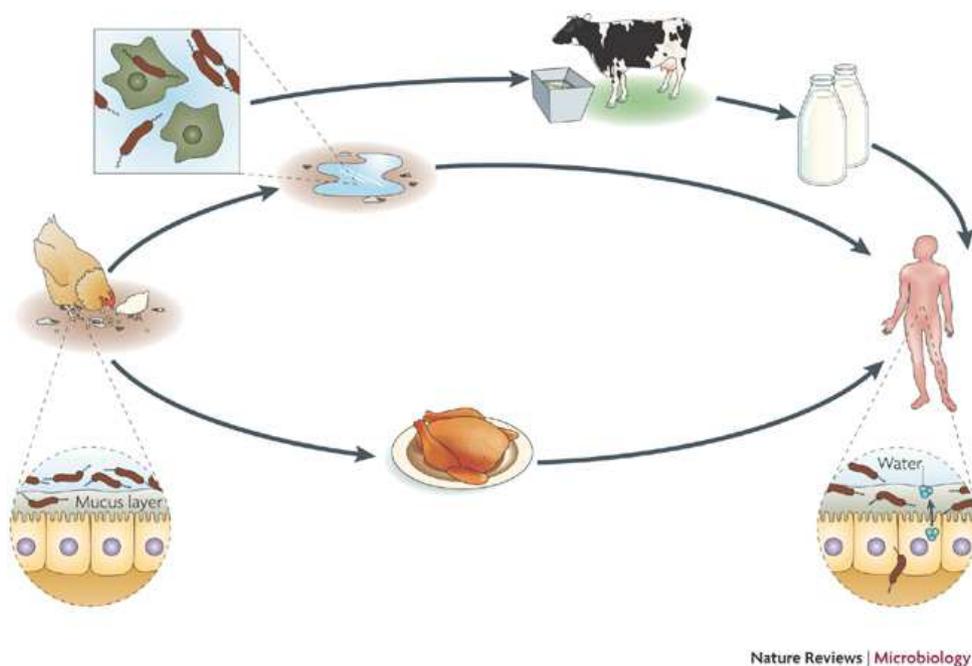


Abbildung 1: Übertragungswege für *Campylobacter* (Quelle Bild: (YOUNG u. a., 2007))

## 2.2.1 Besonderer Stellenwert der Geflügelwirtschaft

Die vorherrschende Bedeutung von Geflügel als Reservoir von und Geflügelfleisch als Infektionsquelle für *Campylobacter* ist unbestritten. Das belegen folgende Erkenntnisse:

- Während der Dioxinkrise im Juni 1999 in Belgien und den Niederlanden kam es zu einem drastischen Rückgang des Geflügelfleischkonsums. Gleichzeitig ging die humane *Campylobacter*-Inzidenz um 40 % zurück.
- In Island wurde durch drei Risikomanagementmaßnahmen, welche sich ausschließlich auf Hühnerfleisch und Hühnerfleischzubereitung konzentrierten, die Inzidenz der *Campylobacter*-Inzidenz von 116/100.000 Personen (im Jahr 1999) auf 33/100.000 Personen (im Jahr 2000) gesenkt (STERN u. a., 2003). Zu diesen Maßnahmen zählten: Tiefrieren von Hühnerfleisch, Schulung der Konsumenten, erhöhte Bio-Sicherheit auf den Broiler-Farmen.
- Die Typisierung von *Campylobacter*-Stämmen verschiedener Herkunft ergab unter Zuhilfenahme von „Source attribution“ Modellen immer Hühnerfleisch (bzw. Geflügelfleisch, falls nicht näher differenziert) als die häufigste Quelle von *Campylobacter*-Inzidenz – siehe dazu auch Kapitel 6.

Aktuelle Schätzungen eines Expertenkonsortiums der EFSA schreiben 20-30 % der humanen *Campylobacteriose*-Fälle dem Hantieren mit und dem Konsum von Hühnerfleisch sowie 50-80 % dem Huhn als Reservoir insgesamt zu (EFSA, 2011).

## 2.3 Problemfeld antibiotikaresistente *Campylobacter*

---

### 2.3.1 Relevanz

---

Üblicherweise müssen *Campylobacteriosen* bei Menschen nicht antibiotisch behandelt werden. Bei schweren Verläufen und bei Erkrankungen von immunsupprimierten Personen kann eine Therapie jedoch notwendig sein. Durch die häufig bestehende erworbene Resistenz gegen Chinolone sind die Therapiemöglichkeiten in diesen Fällen eingeschränkt.

### 2.3.2 Allgemeines

---

Der Einsatz von Chinolonen (dazu zählen Enrofloxacin, Ciprofloxacin) als Therapeutikum bei diversen bakteriellen Erkrankungen - nicht zur Bekämpfung von *Campylobacter* - in der Geflügelproduktion gilt als Hauptgrund für das Auftreten Ciprofloxacin-resistenter *Campylobacter*, das zeigen folgende Erkenntnisse:

- Seit der Einführung von Enrofloxacin in der Geflügelindustrie kam es zu einem rasanten Anstieg der Resistenz gegen Chinolone bei *Campylobacter* spp.
- Länder ohne Zulassung für diese Arzneimittelgruppe für Geflügel haben keinen Anstieg dieser Resistenz zu verzeichnen.
- Chinolon-Resistenzraten stiegen parallel in Geflügelisolaten und in Humanisolaten.
- Die Resistenzraten von Isolaten bei Kindern sind gleich hoch wie bei Erwachsenen, obwohl zur Therapie bei Kindern keine Chinolone zugelassen sind.

*Campylobacter* kolonisiert normalerweise den menschlichen Darm nicht, daher ist die Zeitdauer einer möglichen Selektion durch Antibiotikagaben im Menschen sehr begrenzt. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit einer Resistenzbildung oder die Selektion von Chinolon-resistenten Stämmen im Geflügeldarm höher als im menschlichen Darm.

### 2.3.3 Situation in Österreich

---

In Österreich wurde das zu den Chinolonen zählende Enrofloxacin 1989 als Tierarzneimittel bei Geflügel zugelassen. Damals lag die Resistenz in humanen *Campylobacter*-Isolaten bei < 3 %. Seitdem ist die Resistenz in Österreich kontinuierlich angestiegen.

Das Resistenzverhalten der *C. jejuni*-Isolate gewonnen aus Darminhalten von Masthühnern und isoliert von Hühnerfleisch stimmt hochgradig mit dem der Isolate gewonnen von an Campylobacteriose erkrankten Personen überein. Diese Tatsache unterstreicht die Bedeutung von Hühnern als Reservoir für *Campylobacter* und von Hühnerfleisch als Vehikel für die Infektionen des Menschen.

Tabelle 1: Antibiotikaresistenzen bei *C. jejuni* aus Darminhalten von Masthühnern und Puten, deren Fleisch und dem Menschen, 2020

Antibiotikum	Masthühner	Puten	Hühnerfleisch	Putenfleisch	Mensch
Ciprofloxacin	78,0%	61,0%	78,8%	72,7%	75,1%
Erythromycin	0,0%	0%	0,0%	0,0%	0,0%
Gentamicin	0,0%	0%	0,0%	0,0%	0,0%
Nalidixinsäure	72,3%	54,5%	74,7%	72,7%	74,1%
Streptomycin	22,6%	9,1%	21,2%	9,1%	18,2%
Tetracyclin	45,2%	29,9%	53,5%	63,6%	48,0%
Erythromycin	78,0%	61,0%	78,8%	72,7%	75,1%

*C. coli* weist häufiger Resistenzen auf als *C. jejuni*, insbesondere gegenüber wichtigen Antibiotika wie z.B. Fluorochinolonen und Makroliden und kann Resistenzgene beherbergen sowie diese an *C. jejuni* übertragen. Mehr Details dazu können dem österreichischen Resistenzbericht AURES entnommen werden (letzte Ausgabe AURES 2019, (BMSGPK, 2020)).

## 2.4 Konsumentenwahrnehmung

Der Bekanntheitsgrad von *Campylobacter* in Österreich ist als sehr gering einzustufen. So wurden im Projekt „Hygiene im Privathaushalt“ 353 zufällig ausgewählte InterviewpartnerInnen gefragt, ob ihnen der Begriff *Campylobacter* bekannt sei, 78 % beantworteten diese Frage mit nein. Von den 75 Personen, welche angaben, den Namen *Campylobacter* schon gehört zu haben, konnten 3/4 der Befragten den Keim keinem Lebensmittel zuordnen und niemand assoziierte ihn mit Geflügelfleisch. Die Studie wurde veröffentlicht auf der Seite:

<http://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/wenn-essen-krank-macht/schauplatz-kueche/hygiene-im-privathaushalt/>.

## 2.5 Charakteristika der Gattung *Campylobacter*

---

*Campylobacter* sind gram-negative, spiral- oder S-förmige Stäbchenbakterien. Die wichtigsten humanpathogenen *Campylobacter* wachsen bis zu 42°C unter mikroaerophilen Bedingungen. Im Gegensatz zu *Salmonella* und *Listeria* sind *Campylobacter* auf Lebensmitteln nicht vermehrungsfähig. Die häufigsten nachgewiesenen Spezies bei Magen-Darm-Erkrankungen sind *Campylobacter jejuni* und *Campylobacter coli*. Zu weiteren relevanten Arten zählen unter anderem *C. lari*, *C. upsaliensis* und *C. fetus*. Zum enzootischen *Campylobacter*-Abort bei Rindern und Schafen führt die Infektion mit *C. fetus* – daher ist dieser Erreger vor allem in der Tiergesundheit von großer Bedeutung.

In der Routinediagnostik werden die verschiedenen *Campylobacter*-Spezies mittels klassischer Mikrobiologie oder neuerer Methoden wie Matrix-unterstützte Laser-Desorption/Ionisation – time of flight (MALDI-TOF) unterschieden.

Durch weiterführende Feintypisierung von *Campylobacter* unterschiedlicher Herkunft können epidemiologische Zusammenhänge erkannt werden. Zu den hierfür eingesetzten molekularbiologischen Verfahren zählen beispielsweise die Multi-Locus-Sequenz-Typisierung (MLST) und/oder die Sequenzierung spezieller Genabschnitte (*flaA/flaB* Typisierung, *porA*-Typisierung). Bei der MLST charakterisiert die Gleichheit von 7 „house-keeping“ Genen einen Sequenztyp (ST). Des Weiteren werden jene Sequenztypen mit 4-6 übereinstimmenden Genen zu sogenannten Clonalen Complexen (CC's ) zusammengefasst (DINGLE u. a., 2001). Mittlerweile kommt vermehrt die Ganzgenomsequenzierung (Whole Genome Sequencing, WGS) zur Abklärung epidemiologischer Fragestellungen zum Einsatz.

## 3 *Campylobacter*: österreichische Daten

---

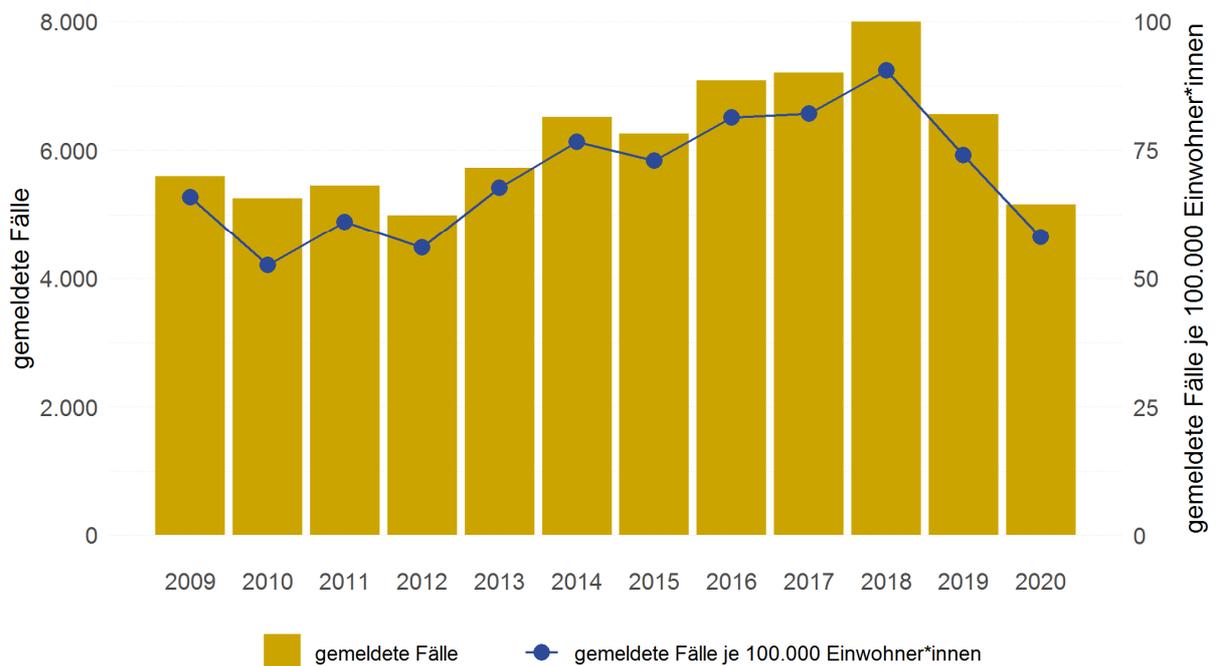
### 3.1 Inzidenz der humanen *Campylobacter*iose

---

Die *Campylobacter*iose unterliegt in Österreich seit 1996 der gesetzlichen Meldepflicht. Nach einem jahrelangen Anstieg der jährlichen gemeldeten *Campylobacter*iose-Fälle kam es 2018 nach Erreichen eines Höchststandes von 7.981 gemeldeten Fällen im Jahr 2018 (90,5 Erkrankungen/100.000 EinwohnerInnen) im Jahr 2020 erstmals zu einer deutlichen Abnahme derselben. Die Entwicklung der gemeldeten *Campylobacter*iose-Fälle in Österreich von 2009 bis 2020 ist in Abbildung 2 dargestellt. Im Jahr 2020 waren aufgrund von Covid-19 Pandemie-Verordnungen sowohl das Reiseverhalten, soziale Zusammenkünfte (z. B. Grillfeiern), Besuche beim Arzt, als auch das Konsumverhalten nicht vergleichbar mit den Vorjahren. Inwieweit dies einen direkten Einfluss auf die Inzidenz-Zahlen hat, ist nicht Teil dieses Themenberichts.

Gemeldete Erkrankungsfälle entsprechen nicht der tatsächlichen Anzahl der Neuerkrankungen an *Campylobacter*iose. Die Diskrepanz zwischen der Anzahl tatsächlich Erkrankter und der Anzahl gemeldeter Fälle hängt davon ab, wie viele Erkrankte einen Arzt aufsuchen und ob eine Stuhlprobe mikrobiologisch untersucht wird. Bei der mikrobiologischen Untersuchung spielt die Sensitivität der angewandten Nachweismethode eine Rolle.

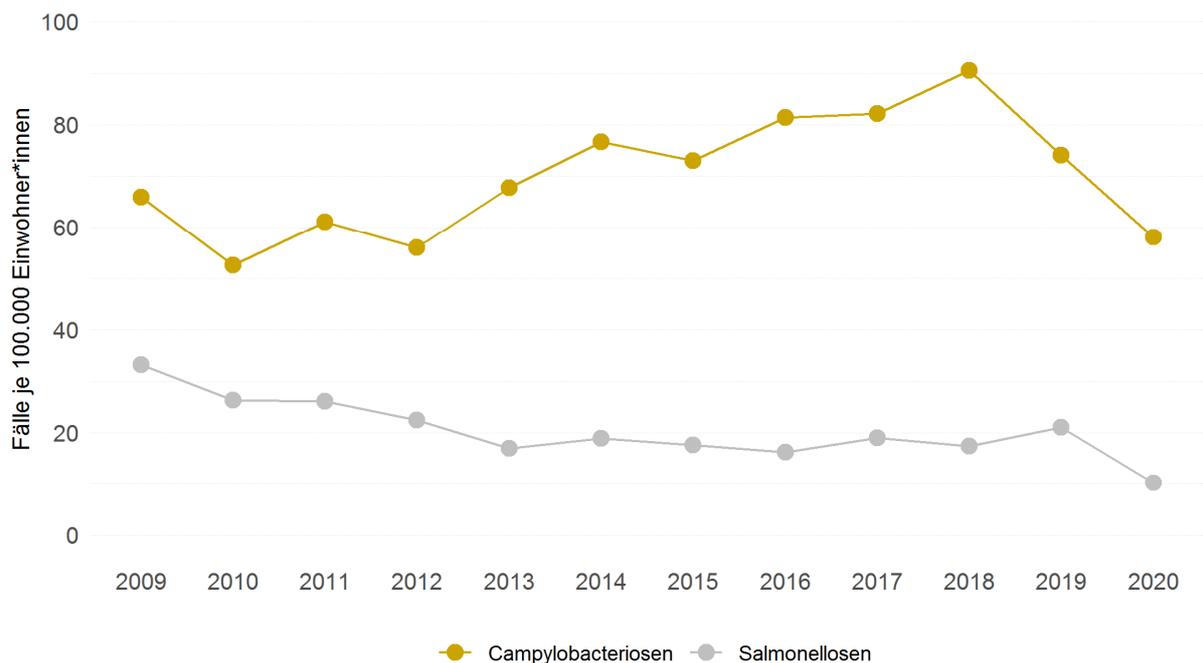
Im Rahmen einer Studie (EFSA, 2011) wurden erkrankte schwedische Touristen, die aus Österreich zurückkehrten, untersucht. Aufgrund der Ergebnisse wurde die tatsächliche Inzidenz der *Campylobacter*iose in Österreich auf 528/100.000 Personen geschätzt. Dieser Wert liegt um das 10,2-fache höher als die gemeldeten Fälle. Anders ausgedrückt bedeutet diese Schätzung, dass nur 9,8 % der wahren *Campylobacter*iose-Fälle detektiert bzw. erfasst werden (EFSA, 2011).



Grafik 17.08.2021, AGES/STA

Abbildung 2: Gemeldete Fälle und Jahres-Inzidenz der Campylobacteriose, Österreich EMS Meldedaten 2009-2020

*Salmonella* als Erreger bakterieller Durchfallerkrankungen ist im Allgemeinen besser bekannt als *Campylobacter*, obwohl die Campylobacteriose-Fälle schon längst weit häufiger auftreten als die Salmonellose (siehe Abbildung 3). Durchschnittlich 9% der jährlich in Österreich gemeldeten *Campylobacter*-Infektionen werden im Ausland erworben.



Grafik 17.08.2021, AGES/STA

Abbildung 3: Gemeldete Fälle an Campylobacteriose und Salmonellose, Österreich EMS Meldedaten 2009-2020

### 3.1.1 Lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche

Seit dem Jahr 2004 hat in Österreich der Anteil an lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen verursacht durch *Campylobacter* von 20% auf etwa 45% stark zugenommen und teilweise Salmonellen als häufigstes Ausbruchsagens abgelöst. Seit 2011 wechseln sich *Campylobacter* und *Salmonella* als häufigste Ausbruchsagentien fast jährlich ab (MUCH u. BMSGPK, 2020).

Neben Geflügelfleisch stellt unter anderem Rohmilch eine potentielle Infektionsquelle für eine *Campylobacter*-Enteritis dar. 2017 war ein Großteil der lebensmittelbedingten (ausgenommen Wasser) *Campylobacter*-Ausbrüche mit starker Evidenz in der EU auf Masthühnerfleisch und Milch zurückzuführen. In Österreich sind vereinzelt Krankheitsausbrüche mit dem Konsum von Rohmilch assoziiert, da es sich jedoch meist um kleine Haushaltsausbrüche handelt, können nur wenige dieser Lebensmittel-Ausbruchs-Verbindungen mit ausreichender Evidenz belegt werden.

## 3.2 Vorkommen in Lebensmitteln

---

### 3.2.1 Geflügelfleisch

---

Beim Geflügel als *Campylobacter*-Quelle liegt der Fokus vor allem auf Hühnerfleisch. Anderes Geflügel, wie z. B. Truthahn, Gans, Ente, etc. werden in Österreich seltener verspeist: laut Versorgungsbilanz (2019) beträgt der Selbstversorgungsgrad in Österreich 83 % für Hühnerfleisch und 42 % für Truthahnfleisch. Die Prävalenz bei Truthahnfleisch ist geringer als bei Hühnerfleisch, weil das Verhältnis der Oberfläche zur Fleischmenge geringer ist und andere Technologien bei der Schlachtung eingesetzt werden. Weiters wird der größte Teil ohne Haut vermarktet, das Fleisch häufiger tiefgefroren und/oder weiterverarbeitet (Wurst, Fertigprodukte). Bei Enten- und Gänsefleisch wurde im Rahmen einer Schwerpunktaktion im Jahr 2017 eine Prävalenz von ca. 60 % ermittelt.

Besonderen Stellenwert nimmt die Küchenhygiene beim Hantieren mit rohem Hühnerfleisch ein. Aufgrund einer Beobachtungsstudie konnten Daten zum „typischen Verhalten österreichischer KöchInnen im Privathaushalt“ erhoben werden. Diese wurden in einem Expositionsmodell verwendet, um das Risiko einer Campylobacteriose bei Verarbeitung von Hühnerfleisch im Privathaushalt zu ermitteln. Unter Annahme der Kontamination des Hühnerfleisches mit 1.000 KBE/g *Campylobacter*, wurde dieses Risiko auf ca. 30% geschätzt. Hohe Konzentrationen am Produkt im Handel führen zu einem höheren Risiko durch Kreuzkontamination an Campylobacteriose zu erkranken. Bei einer ursprünglichen Konzentration von 1.000 KBE/g sind, bedingt durch die niedrige Infektionsdosis, Erkrankungen des Menschen allein durch Kreuzkontamination möglich, obwohl das Fleisch ausreichend durcherhitzt wurde.

#### *Campylobacter* auf Hühnerfleisch im Verkauf (Einzelhandel)

Im Jahr 2007 wurde im Rahmen einer Schwerpunktaktion frisches und tiefgekühltes Geflügelfleisch untersucht (Ergebnisse siehe Tabelle 2). Sowohl die Prävalenz als auch der Kontaminationsgrad von tiefgekühltem Hühnerfleisch sind geringer als bei frischem Hühnerfleisch. Die Prävalenz im Handel (77,8 %) ist etwas geringer als die Prävalenz der Schlachtkörper (ca. 80,6 % positive).

Hühnerfleischzubereitungen (darunter versteht man Grillspieße mit Hühnerfleisch, mariniertes Hühnerfleisch, etc.) wurden im Jahr 2011 untersucht. Die Gesamtkontaminationsrate betrug 47,5 %, wobei der höchste Wert bei 1.200 KBE/g lag. Der Einfluss der Schutzgas-Atmosphären-Verpackung (konkret des O<sub>2</sub>-Gehaltes) auf mögliches Wachstum bzw. Absterben von *Campylobacter* wurde in einer Schwerpunktaktion 2012 geklärt. Die Gesamtkontaminationsrate betrug 74%, allerdings konnten bei den 70 unter Schutzgasatmosphäre verpackten Proben nur bei 3 Proben Werte über 100 KBE/g und in keiner Probe Werte über 1.000 KBE/g nachgewiesen werden.

Tabelle 2: Anteil *Campylobacter*-positiver Proben bei Schwerpunktaktionen, jeweils Sommer 2007 – 2020

Jahr	Hühnerfleisch (Handel)	Anzahl	%positive
2007	frisch	126	77,8
2007	tiefgefroren	57	31,6
2011	Hühnerfleischzubereitungen	141	47,5
2012	frisch, unter Schutzgasatmosphäre	70	74,3
2013	frisch, ohne Schutzgasatmosphäre	111	74,8
2017	frisch	97	67,0
2020	frisch	93	54,0

Seit 2013 werden in Österreich alle frischen Hühnerfleischproben, welche im Rahmen der Routineuntersuchungen von der Lebensmittelaufsicht verteilt über das ganze Jahr gezogen werden, neben *Salmonella* auch qualitativ und quantitativ auf *Campylobacter* untersucht. Die Ergebnisse sind über die Jahre unverändert, in ca. 60 -70 % der Proben ist *Campylobacter* nachweisbar. Eine leichte Verbesserung scheint bei den quantitativen Ergebnissen sichtbar zu werden, der Anteil an höheren Keimzahlen geht zurück (siehe Abbildung 4).

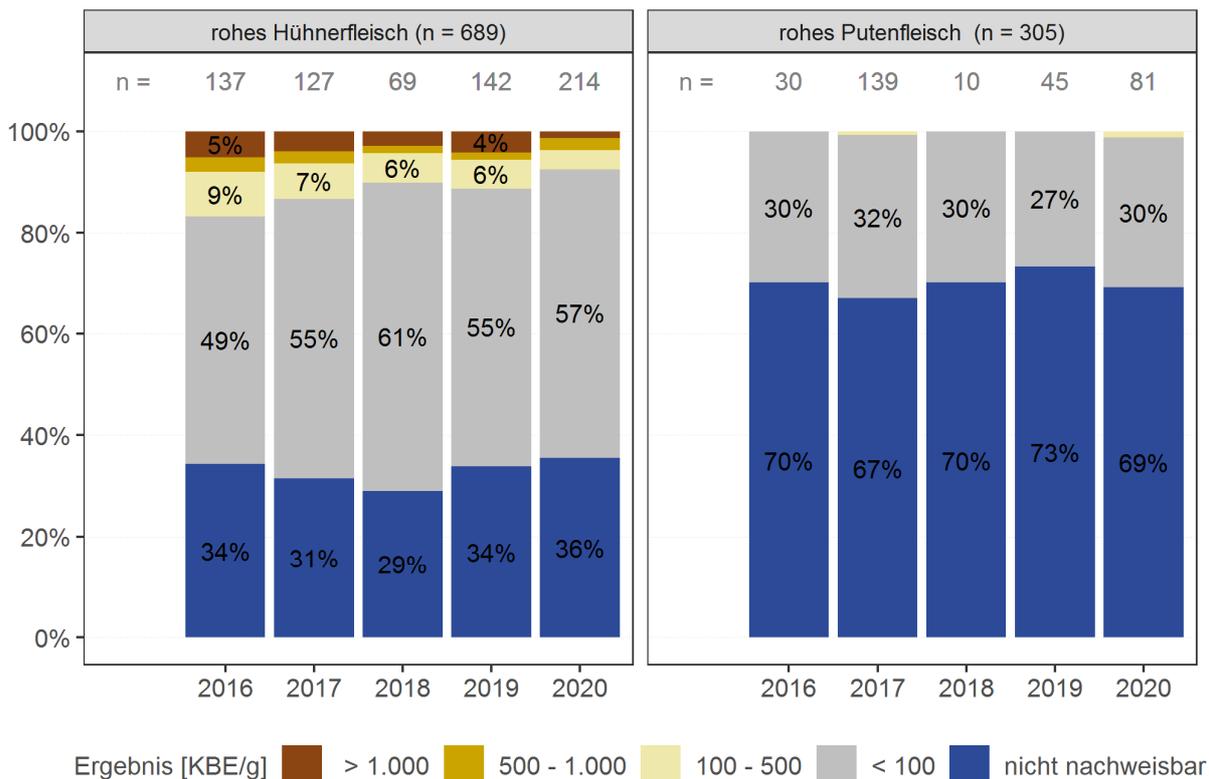
Diese Entwicklung kann aber auch mit der Veränderung des Angebots am Markt zusammenhängen, da Geflügelfleisch immer häufiger küchenfertig (z. B. Brust ohne Haut, Filets und ähnliches) vermarktet wird, was den Anteil an Haut in den Proben reduziert.

In mehrjährigem Abstand werden Schwerpunktaktionen durchgeführt, wo in einem definierten Zeitrahmen eine oder mehrere bestimmte Warengruppen in statistisch verwertbarer Probenzahl auf *Campylobacter* untersucht wird. Ziel ist die bessere Beobachtung der Entwicklung über einen längeren Zeitraum, um einerseits die Wirkung eventuell gesetzter Maßnahmen zu überprüfen und andererseits (bei keiner Verbesserung des Status) zielgerichtete Maßnahmen zu setzen.

Im Jahr 2017 wurden in 31 von 94 Putenproben (29 %) *Campylobacter* nachgewiesen, in keiner einzigen Probe >100 KBE/g.

Im Jahr 2020 wurden im Rahmen einer Schwerpunktaktion 93 Hühnerfleisch- und 43 Putenfleischproben unter anderem auch auf *Campylobacter* untersucht und folgende Kontaminationsraten ermittelt: In 50 Hühnerfleischproben (54 %) und 18 Putenfleischproben (42 %) waren *Campylobacter* nachweisbar, 2 Proben fielen in die Kategorie  $\geq 1.000$  KBE/g (max 8.000 KBE/g).

Ein Vergleich mit älteren Untersuchungen ist mit Vorbehalt zu betrachten, da seit Inkrafttreten der Norm EN ISO 10272 im Jahr 2017 nur 10 Gramm Probe statt vorher 25 Gramm untersucht werden.



Grafik 17.08.2021, AGES/STA

Abbildung 4: Ergebnisse quantitativer *Campylobacter*-Untersuchungen der Jahre 2016-2020

### *Campylobacter* auf österreichischen Schlachtkörpern

Im Jahr 2008 wurden in Europa umfassende Untersuchungen von Hühnern (Schlachtkörper nach der Kühlung) am Schlachthof durchgeführt. Dabei waren in Österreich 80,6 % (95 % KI: 76,7 %– 83,9 %) der Schlachtkörper *Campylobacter* positiv. Diese Studie wurde in allen teilnehmenden Ländern zeitgleich und mit standardisierten Probenahme- und Untersuchungsverfahren durchgeführt. Dadurch ist erstmalig ein direkter Vergleich der Ergebnisse aller EU-Mitgliedstaaten zulässig. Die österreichischen Ergebnisse der quantitativen Untersuchungen sind in Abbildung 5 grafisch dargestellt. Diese Baseline-Studie lieferte auch die notwendigen Daten, um ab dem 1.1.2018 ein Prozesshygiene-Kriterium EU-weit einzuführen. Eine ausführliche Erklärung des Prozesshygiene-Kriteriums ist in Kapitel 6 näher erläutert.

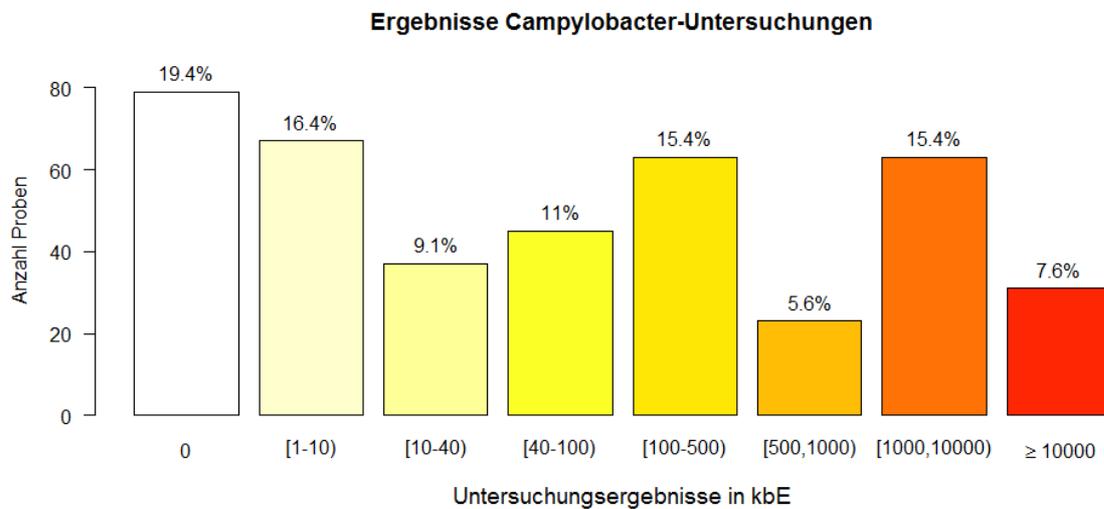


Abbildung 5: österreichische Untersuchungsergebnisse der Grundlagenstudie, gekühlte Broilerschlachtkörper

Das Prozesshygiene-Kriterium "Campylobacter", geregelt in der VO (EU) 2017/1495 der Kommission (im Rahmen der VO (EU) 2073/2005, mikrobiologische Kriterien) ist auch in Österreich seit 1.1.2018 in Kraft. Der Grenzwert seit 1.1.2020 lautet: 15 von 50 Proben dürfen den Grenzwert von 1.000 KBE/g überschreiten. In Österreichischen Broiler-Schlachthöfen wurden im Jahr 2020 insgesamt 795 Proben zum Zwecke der Eigenkontrolle gezogen, in 248 Proben wurden *Campylobacter* nachgewiesen. Davon lagen bei 210 Proben *Campylobacter* unter  $\leq 1.000$  KBE/g, 38 Proben überstiegen diesen Grenzwert.

### 3.2.2 Rind- und Schweinefleisch

---

Neben Hühnerfleisch wurde in diversen Lebensmittel-Überwachungsaktionen auch Rind- und Schweinefleisch untersucht. Die Ergebnisse belegen die geringe Relevanz dieser Lebensmittel für eine *Campylobacter*-Infektion. Im Jahr 2006 konnte bei keiner einzigen von 103 Rindfleischproben (rohes Gulaschfleisch) *Campylobacter* nachgewiesen werden. Bei Schweinefleisch (Schulter oder Schlögel) war eine von 93 Proben *Campylobacter* positiv. Auch bei 131 Proben Faschiertem konnte 2011 bei keiner Probe *Campylobacter* nachgewiesen werden.

Dem risikobasierten Ansatz der Lebensmittelüberwachung entsprechend werden Rind- und Schweinefleisch aber nur in einer niedrigen Frequenz untersucht, weil diese Warengruppen praktisch keinen Beitrag zu den lebensmittelbedingten *Campylobacter*erkrankungen liefern. Die Schlacht- und Verarbeitungsprozesse unterscheiden sich stark von der Geflügelverarbeitung, die Reifung des Fleisches führt zu einer weiteren Reduktion eventuell vorhandener Kontamination mit *Campylobacter*.

### 3.2.3 Rohmilch

---

Obwohl es immer wieder *Campylobacter*-Ausbrüche gibt, die auf den Konsum von Rohmilch zurückzuführen sind, wird das Risiko im Rahmen der Routineüberwachung nicht sichtbar, nur sehr vereinzelt sind Rohmilchproben in der Untersuchung positiv.

Es ist bekannt, dass *Campylobacter* in Rohmilch relativ kurz überlebt, oder besser, in einem kultivierbaren Zustand bleibt. Deshalb ist für bestimmte Fragestellungen, wie z. B. Ausbruchsabklärung auch die Zeit zwischen Milchgewinnung, Probennahme und Untersuchung als wesentlicher Faktor zu berücksichtigen.

Aus der Sicht des Risikomanagements ist bei Rohmilch einerseits die hygienische Gewinnung der Milch und andererseits die Information der Konsumenten wichtig. Information über das Risiko zur Vermeidung von Erkrankungen scheint effizienter als die mikrobiologische Untersuchung/Überwachung von Rohmilch.

Im Rahmen der Rohmilch-Überwachung konnte 2009 in keiner der 112 untersuchten Rohmilchproben *Campylobacter* nachgewiesen werden (95 % KI: [0 % - 3 %]). Die Untersuchungszahlen für die Jahre 2016-2020 sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: *Campylobacter*-Untersuchungsergebnisse Rohmilch (EFSA-Zoonoseberichte 2016-2020)

Jahr	Untersuchte Proben	Anzahl positiv	%positive
2016	56	0	0%
2017	45	0	0%
2018	22	0	0%
2019	23	0	0%
2020	23	0	0%

### 3.3 Vorkommen in Tieren

---

#### 3.3.1 Hühner

---

*Campylobacter* besiedelt den Darmtrakt von Geflügel, die Vermehrungsbedingungen können dort als optimal angesehen werden. Die Körpertemperatur der Vögel liegt bei 40-42°C und entspricht dem Temperaturoptimum thermotoleranter *Campylobacter*. Die Tiere erkranken zwar in der Regel nicht klinisch, jedoch kann die Besiedlung des Darmes mit v.a. *Campylobacter jejuni* zu einer Beeinträchtigung der Darmbarriere führen, was sich auf das Wohlbefinden und die Produktivität der Tiere auswirken kann. Eine vertikale Übertragung, d. h. eine Transmission vom Elterntier auf das Ei/Küken findet nicht statt. Da Hühnereier nicht mit *Campylobacter* infiziert sind, folgt, dass der Erreger zu einem späteren Zeitpunkt in die Herde eingeschleppt wird, oder zum Zeitpunkt der Einstellung der Küken bereits im Stall vorhanden ist. Dies wird durch eine geringe Dosis begünstigt, die zur Besiedlung eines Tieres führt (Eintrag bereits durch eine einzelne kontaminierte Fliege möglich). Die Ausbreitung innerhalb der Herde erfolgt sehr rasch.

Die *Campylobacter* Positivität der Hühnerherden unterliegt stark jahreszeitlichen Schwankungen, dargestellt in Abbildung 6.

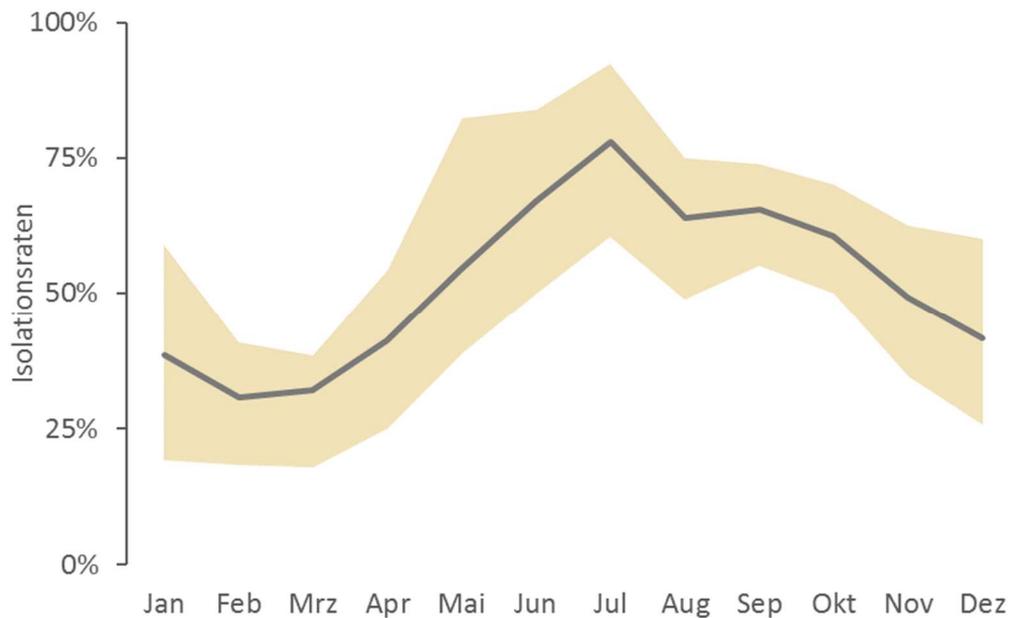


Abbildung 6: Maximale und minimale Isolationsraten sowie die Mittelwerte von *Campylobacter* bei monatlich untersuchten, geschlachteten Masthühnerherden in Österreich 2010-2020 (in den Jahren 2015, 2017, 2019 fanden keine Untersuchungen statt)

#### Prävalenzdaten

#### **EU-Grundlagenstudie**

In einer EU Grundlagenstudie wurden im Jahr 2008 in Österreich insgesamt 408 Masthühner Schlachtchargen über den Zeitraum von einem Jahr auf *Campylobacter* untersucht. Das Design dieser Prävalenz-Studie war für alle Mitgliedsstaaten gleich und basierte auf einem zuvor erstellten randomisierten Stichprobenplan. Für Österreich wurde eine Herdenprävalenz von 47,8 % (95 % KI: [41,5 %-54,2 %]) ermittelt.

#### **Zoonosenmonitoring 2006-2020**

Unter dem Begriff „Monitoring“ versteht man die kontinuierliche Überwachung, Feststellung oder Überprüfung eines Zustandes oder dessen Veränderung; im öffentlichen und veterinärmedizinischen Gesundheitswesen werden dabei Daten über Gesundheits- oder Umweltparameter erhoben, mit dem Ziel Änderungen der Prävalenz (= Anteil der erkrankten oder infizierten Individuen einer Population per definierter Zeiteinheit) möglichst frühzeitig aufzuzeigen.

Seit 2004 werden in Österreich Monitoring-Programme für ausgewählte Erreger bei Rindern, Schafen, Schweinen und Hühnern durchgeführt. Seit 2014 regelt die EU mittels Durchführungsbeschlüssen die Überwachung von Zoonose-Erregern und Antibiotikaresistenzen. Bis zum Jahr 2020 galt der EU-Durchführungsbeschluss 2013/652, im Jahr 2021 wurde dieser durch (EU) 2020/1729 ersetzt (gültig 2021-2027). Nicht jedes Jahr werden alle Tierarten auf alle Keime untersucht. Dadurch entstehen Lücken beim Geflügel in den ungeraden Jahren (vgl. Abbildung 7).

Bei Betrachtung des gesamten Kalenderjahres betrug der Anteil positiver Herden immer zwischen 45 % (im Jahr 2010) und 60% (im Jahr 2014). Die jährlichen Schwankungen zeigen keinen Trend, wobei *C. jejuni* immer häufiger als *C. coli* vorkommt.

Im Vergleich dazu waren 70 % der Puten-Herden im Jahr 2014 *Campylobacter*-positiv, im Jahr 2020 verringerte sich die Prävalenz auf 48 %. Obwohl die Vorkommens-Häufigkeit im lebenden Tier bei Hühnern und Puten vergleichbar hoch ist, können im Lebensmittel eindeutig Unterschiede festgestellt werden. Dies ist auf Unterschiede in der Schlachttechnik und Verarbeitung zurückzuführen.

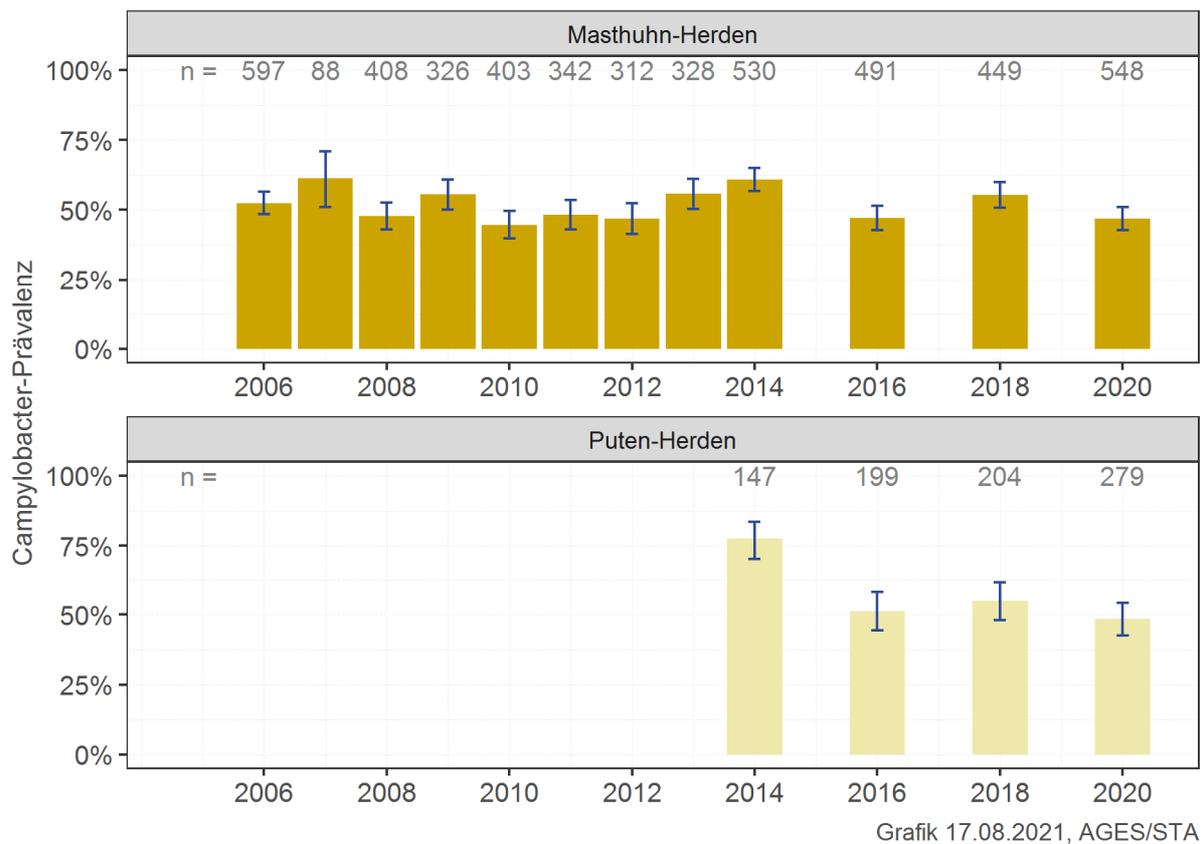


Abbildung 7: Isolationsraten von *Campylobacter* spp. in Blinddarminhalten von geschlachteten Hühner- und Putenherden, 2006–2020

### 3.3.2 Klein- und Wildtiere

Da Kleintiere (kleine Haustiere) auch *Campylobacter*-Träger sein können, wurden bei einer Untersuchung in den Jahren 2010–2012 Kot- und Kottupfer von gesunden und kranken Hunden und Katzen untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 (PÖLZLER u. a., 2018) dargestellt.

Weiters wurden im Rahmen einer Bachelorarbeit (2019/20) Kotproben von heimischen Singvögeln (Wildvögel) auf *Campylobacter* untersucht (LANZMAIER, 2021). Dabei konnten in 16,46 % (n=13) der 79 untersuchten Proben *Campylobacter* spp. nachgewiesen werden. Davon wurden 13,92 % (n=11) als *Campylobacter jejuni* identifiziert.

Tabelle 4: Ergebnisse, Untersuchungen Hunde/Katzen

	<b>Anzahl</b>	<b>positive</b>	<b>Anteil</b>
Hunde	498	28	5,6 %
Katzen	344	22	6,4%
<b>Gesamt</b>	<b>842</b>	<b>50</b>	<b>5,9%</b>

### 3.3.3 Futtermittelproben

---

In den Jahren 2002-2005 wurden am Institut für Futtermittel in Linz 122 Futtermittelproben (für Geflügel, Milchvieh, Schweine, kleine Wiederkäuer) auf *Campylobacter* untersucht. Bei keiner Probe konnte *Campylobacter* nachgewiesen werden. In der internationalen Literatur gelten derzeit Futtermittel im Zusammenhang mit einer *Campylobacter* Übertragung als kaum bedeutend, da der Eintrag in die Herde durch andere Routen (wie Gerätschaften, Menschen, Insekten, etc.) als wahrscheinlicher gilt.

## 4 Maßnahmen zur Eindämmung von *Campylobacter*

---

Aufgrund der Tatsache, dass Hühnerfleisch die weitaus häufigste Quelle für Campylobacteriose ist, konzentrieren sich Interventionen auf diesen abgrenzbaren Bereich: die Hühnerwirtschaft. Ergebnisse aus Island (STERN u. a., 2003) und Neuseeland zeigen, dass eine Reduktion der humanen Erkrankungsfälle durch Maßnahmen in Bezug auf Hühnerfleisch vielversprechend ist.

Erneute Berechnungen der EFSA, publiziert 2020, ergaben, dass eine Verringerung der Keimbelastung im Hühnerkot um 3 Log-Stufen, zu einer Reduktion des Gesundheitsrisikos um 58% führt (EFSA u. a., 2020). Frühere Berechnungen ergaben eine Verringerung des Gesundheitsrisikos um 90% (EFSA, 2011).

### 4.1 In Österreich umsetzbare Interventionen

---

Aufgrund der Bekämpfung von humanpathogenen *Salmonella*-Serotypen in den österreichischen Geflügelbetrieben ist sowohl die Prävalenz in den Herden als auch die Anzahl der Humanerkrankungen in den vergangenen Jahren stark zurückgegangen.

Die humanen *Campylobacter*-Erkrankungen blieben in diesem Zeitraum konstant hoch. Der hier zur Reduktion zu begehende Weg ist jedoch aus vielen Gründen nicht so klar vorgezeichnet. Daher haben die Sektion II, Bereich Verbrauchergesundheit, und die Sektion III des Bundesministeriums für Gesundheit gemeinsam mit der AGES im Juni 2012 ExpertInnen der Humanmedizin, Veterinärmedizin und Landwirtschaft auf Ebene der Landes- und Bundesbehörden sowie Fachgruppierungen der Sozialpartner eingeladen, um an der Diskussion bezüglich eines gangbaren Wegs zur Reduktion der humanen *Campylobacter*-Erkrankungen teilzunehmen. Dazu trafen sich drei Arbeitsgruppen über einen Zeitraum von ca. einem Jahr mit dem Ziel, ein Konsensuspapier zu erstellen.

Dieses Konsensuspapier behandelt mögliche Maßnahmen zur Reduktion entlang der Lebensmittelkette sowie die Beurteilung der humanmedizinischen Bedeutung der Campylobacteriose in Österreich und ist als Download verfügbar

<http://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/wenn-essen-krank-macht/die-wichtigsten-erreger/campylobacter/konsensuspapier-der-bundesweiten-plattform-campylobacter/>.

## 4.2 Geflügelhygieneverordnung

---

Da für die *Campylobacter*-Kolonisation einer Herde der Eintrag von außen die einzige Möglichkeit darstellt, ist vor allem das Einhalten von Hygienemaßnahmen von größter Bedeutung. In Tabelle 5 und Tabelle 6 sind einzelne Paragraphen der derzeit in Kraft befindlichen Geflügelhygieneverordnung inklusive einer spezifischen Interpretation aus „*Campylobacter* Sicht“ dargestellt.

Hygienemaßnahmen gelten auch am Schlachtbetrieb als wichtige Voraussetzung für die Produktion von gering kontaminiertem Broilerfleisch. Auch hier gilt, dass die Erfolge von „Hygienemaßnahmen“ an sich schwer zu quantifizieren sind, und ein Bündel an Maßnahmen beinhalten - vor allem Bewusstseinsbildung und Umsetzung durch die handelnden Personen.

Tabelle 5: Auszüge aus der Geflügelhygieneverordnung in der geltenden Fassung, §7 (Stand August 2021, zuletzt geändert Juli 2013)

§	Gesetzestext, original	Folge, Interpretation
§7 (1)	In Betrieben gemäß § 1 Abs. 1 darf nur Wasser, das den Anforderungen der Trinkwasserverordnung, BGBl. II Nr. 304/2001, entspricht, verwendet werden.	Nachweis der Trinkwasserqualität, Wasser dürfte keine Eintragsquelle mehr darstellen;
§7 (3)	Betriebsanlagen, Gebäude, Einrichtungen und Ausstattungsgegenstände müssen sich in einem guten Erhaltungszustand befinden, sodass Gewähr für die Einhaltung guter Hygienebedingungen gegeben ist und Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten leicht durchführbar sind. Sie sind laufend zu warten und instand zu halten.	Stallzustand; Stall muss so gebaut sein, dass gut desinfiziert werden kann (keine Fugen, Rillen, etc.)
§7 (4)	Lage, Anordnung und Produktionsweise der Anlagen, Einrichtungen und Gegenstände müssen für die jeweilige Produktionsart geeignet sein und die Verhinderung der Einschleppung und Ausbreitung von Krankheiten ermöglichen.	Stallzustand, Hygieneschleuse inkl. Waschbecken, Desinfektionsmöglichkeiten, etc. muss baulich vorhanden sein,
§7 (5)	In den Betriebsgebäuden ist durch geeignete Vorkehrungen und Maßnahmen Vorsorge dafür zu treffen, dass das Eindringen von Insekten, Vögeln, Nagetieren und anderen tierischen Schädlingen möglichst hintangehalten wird...	Fliegengitter, Insektenschutz, etc.
§7 (5)	...Gebäudevorplätze sind zu befestigen; Außenmauern müssen frei zugänglich sein, Pflanzenbewuchs ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern...	Befestigte Gebäudevorplätze, keine Sträucher bis zum Fenster, (Stallumgebung sauber)
§7 (5)	...Sonstige Haustiere sind von den Betriebsräumen fernzuhalten.	Kein Zugang für Hunde, Katzen, etc.,
§7 (6)	Werden an einem Standort mehrere Produktionseinheiten betrieben oder mehrere Herden gehalten, so ist für eine klare Trennung zwischen den einzelnen Funktionsbereichen beziehungsweise Stallräumen zu sorgen.	Klare Trennung: Hygiene, kein Verbringen, etc.

Tabelle 6: Auszüge aus der Geflügelhygieneverordnung in der geltenden Fassung, §8-12

§	Gesetzestext, original	Folge, Interpretation
§8 (2)	Das Betreten von Stallräumen und Brütereien ist nur mit eigens für den jeweiligen Bereich bereitzustellender Überbekleidung (einschließlich Kopfbedeckung) und bereitzustellendem Schuhwerk an den hierfür vorgesehenen Eingängen zulässig.	Kleiderwechsel verpflichtend! Schuhwechsel sollte auch stattfinden;
§8 (3)	Der Betriebsinhaber hat dafür zu sorgen, dass betriebsfremde Personen Betriebe .... unter Einhaltung aller Hygieneerfordernisse betreten.	thinning: Kleiderwechsel, Stiefelwechsel, sogar Kopfbedeckung! Für ALLE!
§ 9 (1)	Vorräume, Stallräume und deren befestigte Ausläufe und Zugänge, sowie deren Einrichtungen und Geräte sind nach jedem Entfernen des Geflügels einer gründlichen Reinigung zu unterziehen.	Gründliche Reinigung;
§9 (4)	Aus den Stallräumen und -flächen entfernte Einstreu, Exkrememente und sonstige Abfälle sind so zu lagern, dass eine Rückübertragung von Krankheitserregern auf Stallräume, -einrichtungen und -flächen möglichst ausgeschlossen ist.	Entfernung: z. B. >500m
§12 (3)	Mehrmals verwendbare Behältnisse sind unmittelbar nach jedem Gebrauch und vor der Wiederverwendung in dafür geeigneten Vorrichtungen oder Räumen gründlich zu reinigen und zu desinfizieren.	Transportkisten, Reinigung: vor und nach Verwendung

## 4.3 Mikrobiologische Kriterien VO 2073/2005 - Prozesshygienekriterium

---

Am 1. Jänner 2018 trat auf EU-Ebene ein Prozesshygienekriterium für *Campylobacter* mit einem Grenzwert von 1.000 KBE/g auf Masthühner-Schlachtkörpern in Kraft (VO (EU) 2017/1495, Aktualisierung der VO 2073/2005) mit dem Ziel, durch Minimierung der Kontamination beim Schlachtprozess die Campylobacteriose-Erkrankungszahlen zu reduzieren.

Grundsätzlich wird zwischen Lebensmittelsicherheits- und Prozesshygienekriterien unterschieden. Die Schlachthof-Betreiber müssen, falls Grenzwerte überschritten werden, entsprechende Maßnahmen ergreifen: Wenn ein Lebensmittelsicherheitskriterium überschritten wird, so müssen sie das Erzeugnis vom Markt nehmen. Falls das Erzeugnis den Endverbraucher bereits erreicht hat, ist ein Rückruf notwendig (AGES: Produktwarnungen und Produktrückrufe<sup>1</sup>).

Bei der Überschreitung eines Prozesshygienekriteriums muss das Produkt nicht sofort zurückgerufen werden, da das Ziel des Kriteriums die Überprüfung der Prozesshygiene ist. Bei Überschreitung müssen Maßnahmen zur Verbesserung der Produktionshygiene ergriffen werden. Zum Beispiel können Einstellungen der Schlacht-Maschinerie adaptiert werden, Kontrollen der Hygienemaßnahmen am Mastbetrieb, etc.

Ab 01.01.2018 gilt ein Grenzwert für *Campylobacter* von 1.000 KBE/g für Broiler-Schlachtkörper nach dem Kühlen. Von 50 Proben bei 10 aufeinander folgenden Probenerhebungen dürfen maximal 20 diesen Wert überschreiten. Ab dem 1.1.2020 reduziert sich die Anzahl der erlaubten Überschreitungen auf 15 von 50 Proben, und ab dem 1.1.2025 auf 10.

Diese 50 Proben werden über einen längeren Zeitraum – meistens 10 Wochen - gezogen. Pro Schlachtwoche müssen 5 Proben gezogen werden, somit werden meist die letzten 10 Wochen betrachtet. Innerhalb dieser Daten-Zeitspanne gilt es, jede

---

<sup>1</sup> auch als App für das Smartphone erhältlich

Woche zu überprüfen, wie viele Proben die 1.000 KBE/g überschreiten. Falls die erlaubte Anzahl dieser Proben zu hoch ist, müssen vom Betriebsinhaber Maßnahmen zur Reduktion von *Campylobacter* ergriffen werden.

## 5 Ergebnisse aus Projekten

---

### 5.1 CampControl (2018-2021)

---

In einem FFG-Branchen Projekt, unter der Projektleitung der Gemeinnützigen Lebensmittelinitiative Österreich (GLI) sollten fundierte Aussagen zur Wirksamkeit und Effizienz von Interventionsmaßnahmen zur Verringerung von *Campylobacter* in Geflügelaufzuchtbetrieben entwickelt werden. Die Projektergebnisse mündeten in einer Interventionsempfehlung (link zur [PowerPoint-Präsentation \(gli-austria.at\)](http://gli-austria.at)).

Dazu wurde in vergleichbaren Versuchsställe Untersuchungen zu *Campylobacter* in den Herden, Trinkwasser, Oberflächen, etc. durchgeführt. Nach einer Grundbelastungserhebung wurden bekannte Interventionsmaßnahmen umgesetzt und anschließend evaluiert. Bekannte Hygieneregeln, wie zum Beispiel funktionierende Hygieneschleusen, Trinkwasserqualität, Reinigung der Stalleinrichtungen erwiesen sich als effizient.

### 5.2 CamChain (2012-2015)

---

Das EMIDA Eranet Projekt „CamChain“ hatte zum Ziel, Datenlücken bzgl. *Campylobacter* entlang der Hühnerfleisch - Produktionskette zu schließen.

Über einen Zeitraum von 2 Jahren (Februar 2013-2015) wurden zwei österreichische Mastbetriebe regelmäßig untersucht. Ein Mastbetrieb war in den meisten Untersuchungsergebnissen *Campylobacter*-negativ, der andere Mastbetrieb wies häufig positive Proben auf. Eine neue PCR - Methode für Stiefeltupfer wurde validiert

und stellt eine robuste, schnelle und einfache Surveillance-Methode dar (MATT u. a., 2016).

Die Ergebnisse zeigten, dass entweder *Campylobacter* im Stall über die Leerstehzeit hinweg überleben, oder ein wiederkehrender Eintrag stattfindet. Beides könnte durch passende Hygienemaßnahmen vermindert werden. Ein deutschsprachiger Leitfaden („Best Practice Handbuch“) wurde in einer Kooperation mit einem anderen EU-Projekt (CamCon) erfolgreich umgesetzt (siehe [www.camcon-eu.net](http://www.camcon-eu.net)).

### 5.3 CamCon (2011-2015)

---

Das „CamCon“ Projekt hatte zum Ziel, Broilerproduzenten und Behörden sowohl Sachkenntnis als auch Werkzeuge für „low risk broilers“ zur Verfügung zu stellen. Unter „low risk broilers“ werden *Campylobacter*-freie Broiler Herden und Broiler Herden mit geringer *Campylobacter*-Belastung verstanden.

Auch in diesem Projekt wurde keine allumfassende, kostengünstige Intervention entdeckt. Die Ergebnisse bestätigen erneut den Stellenwert von allgemeiner Hygiene am Mastbetrieb. Ein Handbuch und e-learning tool wurden erstellt und im Zuge des CamChain-Projekts ins Deutsche übersetzt.

## 6 Internationale Studien: Herkunftszuordnung, source attribution

---

Hier sind wissenschaftlichen Studien zur „source attribution“ bzw. der weniger gebräuchliche, deutsche Begriff Herkunftszuordnung aufgelistet. Darunter versteht man den wissenschaftlichen Ansatz als Ergänzung zu Ausbruchsabklärungen die Ursache/Quelle der Infektion zu ermitteln. Isolate aus verschiedenen Quellen werden mit jenen von Erkrankten verglichen. Meistens sind relativ wenige Isolate aus nicht-Geflügel-Proben bzw. Umweltproben verfügbar.

Daher ergeben sich bei den Berechnungen/Simulationen oft unterschiedlich hohe Konfidenz- bzw. Glaubwürdigkeitsintervalle. Doch immer stellt Geflügel oder Hühnerfleisch die häufigste Quelle der humanen Campylobacteriose dar.

Tabelle 7: Übersichts-Liste der Publikationen zu source attribution (2012-2021)

Referenz	Land	Quellen/Risikofaktoren	Anteil an humanen Campylobacteriosen
(MUGHINI-GRAS u. a., 2021)	Niederlande	Geflügel / Hund & Katze / Rind / Oberflächenwasser	48,2% / 18% / 12,1% / 8,5%
(JEHANNE u. a., 2020)	Frankreich	Nur C. coli: Geflügel > Schwein >> Rind	Keine Prozentangaben
(MÄESAAR u. a., 2020)	Baltikum	Geflügel / Rind / Wildvögel	88.3% / 9,4% / 2,3%
(CODY u. a., 2019)	mehrer	Geflügel	44-83%
<b>(THEPAULT u. a., 2018)</b>	Frankreich	Huhn / Rind	31–63% / 22-55%
<b>(THEPAULT u. a., 2017)</b>	Großbritannien	Huhn / Wiederkäuer/ Umwelt	56,8% / 37,1% / 6,1%
<b>(THEPAULT u. a., 2017)</b>	Frankreich	Huhn / Wiederkäuer/ Umwelt	45,8% / 46,9% / 7,3%
(MOSSONG u. a., 2016)	Luxemburg	Geflügel / Wiederkäuer / Oberflächenwasser / Schwein	61,2% / 33,3% / 4,9% / 0,6%
(JONAS u. a., 2015)	Schweiz	Huhn / Rind / Hund	44-68% / 18-36% / 14-20%
(BOYSEN u. a., 2014)	Dänemark	Dänisches Huhn / importiertes Huhn / Rind	52% / 17% / 17% bzw. 38% / 14%/ 16%
(KITTL u. a., 2013)	Schweiz	Huhn /Rind / Hund / Schwein	70,39% / 19,3% / 8,6% / 1,2%
<b>(LEVESQUE u. a., 2013)</b>	Kanada	Huhn / Rind / Wasser/ Wildvögel	64,5% / 25,8% / 7,4% / 2,3%
(MUGHINI GRAS u. a., 2012)	Niederlande	Geflügel / Rind	66% / 21%

Tabelle 8: Übersichts-Liste der Publikationen zu source attribution (2009-2011)

Referenz	Land	Quellen/Risikofaktoren	Anteil an humanen Campylobacteriosen
(RANTA u. a., 2011)	Finnland	Huhn /Truthahn	56-68% / 12-20%
(RANTA u. a., 2011)	Norwegen	Huhn /Truthahn	25-38% / 23-39%
(DE HAAN u. a., 2010)	Finnland	Geflügel / Rind	45,4% / 44,3%
(BUETTNER u. a., 2010)	Schweiz	Geflügel / anderes / Reisetätigkeit /Haustierkontak	27% / 39% / 27% / 8%
(DOORDUYN u. a., 2010)	Niederlande	Lebensmittel / Geflügel / Umwelt / Tiere / Reisen / Grillfleisch unzureichend erhitztes Fleisch / Katzenbesitzer / Mensch	42% /28% / 21% / 19% / 12% / 12% / 9% / 7% / 6%
(MULLNER u. a., 2009)	Neuseeland	Geflügel / Rind / Schaf / Umwelt	80 % / 10% / 9% / 1%
(STRACHAN u. a., 2009) Kinder, ländliche Gegend	Großbritannien	Rind / Geflügel ohne Huhn / Huhn / Schaf	42% / 24% / 19% / 12%
(STRACHAN u. a., 2009) Kinder, Stadt	Niederlande	Geflügel / Hund & Katze / Rind / Oberflächenwasser	48,2% / 18% / 12,1% / 8,5%
(SHEPPARD u. a., 2009)	Frankreich	Nur C. coli: Geflügel > Schwein >> Rind	Keine Prozentangaben
(SHEPPARD u. a., 2009)	Baltikum	Geflügel / Rind / Wildvögel	88.3% / 9,4% / 2,3%
(WILSON u. a., 2008)	mehrer	Geflügel	44-83%
(ADAK u. a., 2005)	Frankreich	Huhn / Rind	31–63% / 22-55%
(VAILLANT u. a., 2005)	Großbritannien	Huhn / Wiederkäuer/ Umwelt	56,8% / 37,1% / 6,1%
(JEHANNE u. a., 2020)	Frankreich	Lebensmittel	50 %

## 7 Begriffserklärung

---

Die Begriffserklärungen sollen als Verständnishilfe dienen, und stellen keine exakten, wissenschaftlichen Definitionen dar.

- Anamnese: im Gespräch ermittelte Vorgeschichte eines Patienten in Bezug auf seine aktuelle Erkrankung
- Demyelinisierung: Zerstörung der Myelinscheiden der Nervenfasern
- Epidemiologie, epidemiologisch: Wissenschaft, die sich mit Ursachen und Folgen sowie der Verbreitung von gesundheitsbezogenen Zuständen und Ereignissen in Populationen beschäftigt
- Gastroenteritis: Magen-Darm-Entzündung
- Herdenprävalenz: Anzahl der zum Untersuchungszeitpunkt positiven (*Campylobacter*) Herden
- Inzidenz: Anzahl der Neuerkrankungen innerhalb einer definierten Population in einem bestimmten Zeitraum
- KBE/g: koloniebildende Einheiten pro Gramm untersuchtem Material
- Kontamination, kontaminiert: Verunreinigung, Verschmutzung, verunreinigt, verschmutzt;
- Kreuzkontamination: direkte oder indirekte ungewollte Übertragung von Bakterien auf z. B. ein Produkt
- mikroaerophil: Wachstum optimal, wenn Sauerstoffkonzentration geringer ist als in der Luft
- pathogen: krankmachend
- Prävalenz: Krankheitshäufigkeit in einer bestimmten Population; Anzahl der zum Untersuchungszeitpunkt oder während einer definierte Zeitdauer Erkrankten
- Reaktive Arthritis: Gelenkentzündung mit vorausgegangener gelenksferner Infektion (Atemwege, Darm, Urogenitaltrakt)
- Sensitivität: Maß für die Funktionalität eines diagnostischen Tests  
Testeigenschaft: Falsch-Negativ-Rate bzw. Richtig-Positiv-Rate
- Whole Genome Sequencing: WGS, Ganzgenomsequenzierung
- Zoonose, zoonotisch: Erkrankung, die von Tier auf Mensch, bzw. von Mensch auf Tier übertragen werden kann

## 8 Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Übertragungswege für <i>Campylobacter</i> (Quelle Bild: (YOUNG u. a., 2007) .....	11
Abbildung 2: Gemeldete Fälle und Jahres-Inzidenz der Campylobacteriose, Österreich EMS Meldedaten 2009-2020.....	17
Abbildung 3: Gemeldete Fälle an Campylobacteriose und Salmonellose, Österreich EMS Meldedaten 2009-2020.....	18
Abbildung 4: Ergebnisse quantitativer <i>Campylobacter</i> -Untersuchungen der Jahre 2016-2020 .....	22
Abbildung 5: österreichische Untersuchungsergebnisse der Grundlagenstudie, gekühlte Broilerschlachtkörper .....	23
Abbildung 6: Maximale und minimale Isolationsraten sowie die Mittelwerte von <i>Campylobacter</i> bei monatlich untersuchten, geschlachteten Masthühnerherden in Österreich 2010-2020 (in den Jahren 2015, 2017, 2019 fanden keine Untersuchungen statt).....	26
Abbildung 7: Isolationsraten von <i>Campylobacter</i> spp. in Blinddarminhalten von geschlachteten Hühner- und Putenherden, 2006–2020 .....	28

## 9 Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1: Antibiotikaresistenzen bei <i>C. jejuni</i> aus Darminhalten von Masthühnern und Puten, deren Fleisch und dem Menschen, 2020 .....	14
Tabelle 2: Anteil <i>Campylobacter</i> -positiver Proben bei Schwerpunktaktionen, jeweils Sommer 2007 – 2020 .....	20

Tabelle 3: <i>Campylobacter</i> -Untersuchungsergebnisse Rohmilch (EFSA-Zoonoseberichte 2016-2020).....	25
Tabelle 4: Ergebnisse, Untersuchungen Hunde/Katzen .....	29
Tabelle 5: Auszüge aus der Geflügelhygieneverordnung in der geltenden Fassung, §7 (Stand August 2021, zuletzt geändert Juli 2013) .....	32
Tabelle 6: Auszüge aus der Geflügelhygieneverordnung in der geltenden Fassung, §8-12 .....	33
Tabelle 7: Übersichts-Liste der Publikationen zu source attribution (2012-2021).....	38
Tabelle 8: Übersichts-Liste der Publikationen zu source attribution (2009-2011).....	39

## 10 Literaturverzeichnis

---

- ADAK, G.K., MEAKINS, S.M., YIP, H., LOPMAN, B.A. u. O'BRIEN, S.J. (2005): Disease Risks from Foods, England and Wales, 1996–2000. *Emerg Infect Dis* **11**, 365–372.
- BMSGPK. (2020): AURES, 2019.
- BOYSEN, L., ROSENQUIST, H., LARSSON, J.T., NIELSEN, E.M., SØRENSEN, G., NORDENTOFT, S. u. HALD, T. (2014): Source attribution of human campylobacteriosis in Denmark. *Epidemiol Infect* **142**, 1599–1608.
- BUETTNER, S., WIELAND, B., STAERK, K.D.C. u. REGULA, G. (2010): Risk attribution of *Campylobacter* infection by age group using exposure modelling. *Epidemiol Infect* **138**, 1748–1761.
- CODY, A.J., MAIDEN, M.C., STRACHAN, N.J. u. MCCARTHY, N.D. (2019): A systematic review of source attribution of human campylobacteriosis using multilocus sequence typing. *Eurosurveillance* **24**.
- DINGLE, K.E., COLLES, F.M., WAREING, D.R.A., URE, R., FOX, A.J., BOLTON, F.E., BOOTSMA, H.J., WILLEMS, R.J.L., URWIN, R. u. MAIDEN, M.C.J. (2001): Multilocus Sequence Typing System for *Campylobacter jejuni*. doi:10.1128/JCM.39.1.14-23.2001

- DOORDUYN, Y., VAN DEN BRANDHOF, W.E., VAN DUYNHOVEN, Y.T.H.P., BREUKINK, B.J., WAGENAAR, J.A., VAN PELT, W., DOORDUYN, Y., VAN DEN BRANDHOF, W.E., VAN DUYNHOVEN, Y.T.H.P., BREUKINK, B.J., WAGENAAR, J.A. u. VAN PELT, W. (2010): Risk factors for indigenous *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* infections in The Netherlands: a case-control study. doi:10.1017/S095026881000052X
- EFSA. (2010): Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses in the EU, 2008 Part A: *Campylobacter* and *Salmonella* prevalence estimates. EFSA J **8**.
- EFSA. (2011): Scientific Opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain. EFSA J. doi:10.2903/j.efsa.2011.2105
- EFSA u. ECDC. (2021): The European Union One Health 2019 Zoonoses Report. EFSA J **19**.
- EFSA, KOUTSOUMANIS, K., ALLENDE, A., BOLTON, D., DAVIES, R., DE CESARE, A., HERMAN, L., HILBERT, F., LINDQVIST, R., NAUTA, M., PEIXE, L., RU, G., SIMMONS, M., SKANDAMIS, P., SUFFREDINI, E., ALTER, T., CROTTA, M., HEMPEN, M., MESSENS, W. u. CHEMALY, M. (2020): Update and review of control options for *Campylobacter* in broilers at primary production. EFSA J **18**.
- HAAN, C.P.A. DE, KIVISTÖ, R.I., HAKKINEN, M., CORANDER, J. u. HÄNNINEN, M.-L. (2010): Multilocus sequence types of Finnish bovine *Campylobacter jejuni* isolates and their attribution to human infections. doi:10.1186/1471-2180-10-200
- JEHANNE, Q., PASCOE, B., BENEJAT, L., DUCOURNAU, A., BUISSONNIERE, A., MOURKAS, E., MEGRAUD, F., BESSEDE, E., SHEPPARD, S.K. u. LEHOURS, P. (2020): Genome-Wide Identification of Host-Segregating Single-Nucleotide Polymorphisms for Source Attribution of Clinical *Campylobacter coli* Isolates. Appl Environ Microbiol **86**.
- JONAS, R., KITTL, S., OVERESCH, G. u. KUHNERT, P. (2015): Genotypes and antibiotic resistance of bovine *Campylobacter* and their contribution to human campylobacteriosis. Epidemiol Infect **143**, 2373–2380.
- KITTL, S., HECKEL, G., KORCZAK, B.M. u. KUHNERT, P. (2013): Source Attribution of Human *Campylobacter* Isolates by MLST and Fla-Typing and Association of Genotypes with Quinolone Resistance. PLoS ONE **8**, e81796.

- LANZMAIER, T. (2021): Heimische Singvögel als Antibiotikaresistenz-Reservoir. Fachhochschule Joanneum, Leoben.
- LEVESQUE, S., FOURNIER, E., CARRIER, N., FROST, E., ARBEIT, R.D. u. MICHAUD, S. (2013): Campylobacteriosis in Urban versus Rural Areas: A Case-Case Study Integrated with Molecular Typing to Validate Risk Factors and to Attribute Sources of Infection. *PLoS ONE* **8**, e83731.
- MÄESAAR, M., TEDERSOO, T., MEREMÄE, K. u. ROASTO, M. (2020): The source attribution analysis revealed the prevalent role of poultry over cattle and wild birds in human campylobacteriosis cases in the Baltic States. *PLOS ONE* **15**, e0235841.
- MATT, M., NORDENTOFT, S., KOPACKA, I., PÖLZLER, T., LASSNIG, H., JELOVCAN, S. u. STÜGER, H.P. (2016): Estimating sensitivity and specificity of a PCR for boot socks to detect *Campylobacter* in broiler primary production using Bayesian latent class analysis. *Prev Vet Med* **128**, 51–57.
- MATT, M., STÜGER, H. u. PLESS, P. (2013): Risk Priority Number: A Measuring Instrument for Hygienic Management on Broiler Farms, Reflecting Their *Campylobacter* Status. *Agriculture* **3**, 700–714.
- MOSSONG, J., MUGHINI-GRAS, L., PENNY, C., DEVAUX, A., OLINGER, C., LOSCH, S., CAUCHIE, H.-M., PELT, W. VAN u. RAGIMBEAU, C. (2016): Human Campylobacteriosis in Luxembourg, 2010–2013: A Case-Control Study Combined with Multilocus Sequence Typing for Source Attribution and Risk Factor Analysis. *Sci Rep* **6**, 20939.
- MUCH, P. u. BMSGPK. (2020): Lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche, 2019.
- MUGHINI GRAS, L., SMID, J.H., WAGENAAR, J.A., BOER, A.G. DE, HAVELAAR, A.H., FRIESEMA, I.H.M., FRENCH, N.P., BUSANI, L. u. PELT, W. VAN. (2012): Risk Factors for Campylobacteriosis of Chicken, Ruminant, and Environmental Origin: A Combined Case-Control and Source Attribution Analysis. *PLoS ONE* **7**, e42599.
- MUGHINI-GRAS, L., PIJNACKER, R., COIPAN, C., MULDER, A.C., FERNANDES VELUDO, A., RIJK, S. DE, HOEK, A.H.A.M. VAN, BUIJ, R., MUSKENS, G., KOENE, M., VELDMAN, K., DUIM, B., GRAAF-VAN BLOOIS, L. VAN DER, WEIJDEN, C. VAN DER, KUILING, S., VERBRUGGEN, A., GIESSEN, J. VAN DER, OPSTEEGH, M., VOORT, M. VAN DER, CASTELIJN, G.A.A., SCHETS, F.M., BLAAK, H., WAGENAAR, J.A., ZOMER, A.L. u. FRANZ, E. (2021): Sources and transmission routes of campylobacteriosis: A combined analysis of genome and exposure data. *J Infect* **82**, 216–226.

- MULLNER, P., SPENCER, S.E.F., WILSON, D.J., JONES, G., NOBLE, A.D., MIDWINTER, A.C., COLLINS-EMERSON, J.M., CARTER, P., HATHAWAY, S. u. FRENCH, N.P. (2009): Assigning the source of human campylobacteriosis in New Zealand: A comparative genetic and epidemiological approach. doi:10.1016/j.meegid.2009.09.003
- PÖLZLER, T., STÜGER, H.-P. u. LASSNIG, H. (2018): Prevalence of most common human pathogenic *Campylobacter* spp. in dogs and cats in Styria, Austria. Vet Med Sci **4**, 115–125.
- RANTA, J., MATJUSHIN, D., VIRTANEN, T., KUUSI, M., VILJUGREIN, H., HOFSHAGEN, M. u. HAKKINEN, M. (2011): Bayesian Temporal Source Attribution of Foodborne Zoonoses: Campylobacter in Finland and Norway: Bayesian Temporal Source Attribution of Foodborne Zoonoses. Risk Anal **31**, 1156–1171.
- SHEPPARD, S.K., DALLAS, J.F., STRACHAN, N.J.C., MACRAE, M., MCCARTHY, N.D., WILSON, D.J., GORMLEY, F.J., FALUSH, D., OGDEN, I.D., MAIDEN, M.C.J. u. FORBES, K.J. (2009): Campylobacter Genotyping to Determine the Source of Human Infection. doi:10.1086/597402
- STERN, N.J., HIETT, K.L., ALFREDSSON, G.A., KRISTINSSON, K.G., REIERSEN, J., HARDARDOTTIR, H., BRIEM, H., GUNNARSSON, E., GEORGSSON, F., LOWMAN, R., BERNDTSON, E., LAMMERDING, A.M., PAOLI, G.M. u. MUSGROVE, M.T. (2003): Campylobacter spp. in Icelandic poultry operations and human disease. doi:10.1017/S0950268802007914
- STRACHAN, N.J.C., GORMLEY, F.J., ROTARIU, O., OGDEN, I.D., MILLER, G., DUNN, G.M., SHEPPARD, S.K., DALLAS, J.F., REID, T.M.S., HOWIE, H., MAIDEN, M.C.J. u. FORBES, K.J. (2009): Attribution of Campylobacter Infections in Northeast Scotland to Specific Sources by Use of Multilocus Sequence Typing.
- THEPAULT, A., MERIC, G., RIVOAL, K., PASCOE, B., MAGEIROS, L., TOUZAIN, F., ROSE, V., BÉVEN, V., CHEMALY, M. u. SHEPPARD, S.K. (2017): Genome-Wide Identification of Host-Segregating Epidemiological Markers for Source Attribution in Campylobacter jejuni. Appl Environ Microbiol **83**.
- THEPAULT, A., ROSE, V., QUESNE, S., POEZEVARA, T., BEVEN, V., HIRCHAUD, E., TOUZAIN, F., LUCAS, P., MERIC, G., MAGEIROS, L., SHEPPARD, S.K., CHEMALY, M. u. RIVOAL, K. (2018): Ruminant and chicken: important sources of campylobacteriosis in France despite a variation of source attribution in 2009 and 2015. Sci Rep **8**, 9305.
- VAILLANT, V., VALK, H.D., BARON, E., ANCELLE, T., COLIN, P., DELMAS, M.-C., DUFOUR, B., POUILLOT, R., STRAT, Y.L., WEINBRECK, P., JOUGLA, E. u.

DESENCLOS, J.C. (2005): Foodborne Infections in France. *Foodborne Pathog Dis* **2**, 221–232.

WILSON, D.J., GABRIEL, E., LEATHERBARROW, A.J.H., CHEESBROUGH, J., GEE, S., BOLTON, E., FOX, A., FEARNHEAD, P., HART, C.A. u. DIGGLE, P.J. (2008): Tracing the Source of Campylobacteriosis. doi:10.1371/journal.pgen.1000203

YOUNG, K.T., DAVIS, L.M. u. DIRITA, V.J. (2007): *Campylobacter jejuni*: molecular biology and pathogenesis. doi:10.1038/nrmicro1718



**GESUNDHEIT FÜR MENSCH, TIER & PFLANZE**

[www.ages.at](http://www.ages.at)