

## 5. Diskussion

Die Infektion mit *Campylobacter* zählt weltweit zu den häufigsten Ursachen bakterieller Gastroenteritiden. In Deutschland überstieg im Jahr 2005 die Zahl der an Campylobacteriose erkrankten Menschen erstmals die der Salmonellen-Infektionen. Die größte Bedeutung kommt hierbei den sogenannten thermophilen Spezies *C. jejuni* und *C. coli* zu (TAUXE, 1992). Mastgeflügel bildet hierbei ein natürliches Reservoir, ohne klinisch zu erkranken.

Die Campylobacteriose des Menschen ist hauptsächlich lebensmittelbedingt, wobei kontaminiertes Geflügelfleisch als Hauptinfektionsquelle gilt (JACOBS-REITSMA, 2000). Epidemiologischen Studien zufolge besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von *Campylobacter* in Masthähnchen und *Campylobacter*-Infektionen, die auf den Verzehr von Hähnchenfleisch zurückzuführenden sind (WEMPE et al., 1983; SHANE, 1992). Die Keimaufnahme findet zum einen über den Verzehr von unzureichend gegartem Geflügelfleisch statt und zum anderen über eine Kreuzkontamination, bei der Keime während der Zubereitung von Geflügelfleisch auf Hände, verzehrsfertige Lebensmittel und Küchenutensilien übertragen werden können (BLASER, 1982; BROUWER et al., 1979). Aufgrund der vermutlich niedrigen Infektionsdosis (BLACK et al., 1988) reichen schon wenige hundert mit einem Lebensmittel aufgenommene Keime aus, um eine Gastroenteritis auszulösen. Eine Expositionsabschätzung im Rahmen der Risikobewertung kann aber erst vorgenommen werden, wenn quantitative Daten von *Campylobacter* auf Geflügelfleisch und Geflügelfleischprodukten vorliegen (FAO/WHO, 2002). Mit diesem Ziel sind zahlreiche Studien zur Bestimmung der Anzahl und des Vorkommens von *Campylobacter* auf Hähnchen publiziert worden, die jedoch hinsichtlich der Probenaufbereitung und der Zählmethode variieren; ein Vergleich der Daten gestaltet sich demnach schwierig.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Quantifizierung von *Campylobacter* auf der Oberfläche und im Muskel von Hähnchenkeulen aus dem Handel sowie der Untersuchung eines möglichen saisonalen Einflusses auf das Vorkommen und die Keimzahl des Erregers. Im Rahmen der Studie wurden verschiedene Probenahmeverfahren zur Isolierung mit verschiedenen Keimzählverfahren kombiniert und einander

gegenübergestellt, um eine geeignete Methode zur Isolierung und Quantifizierung des Erregers zu erarbeiten.

### **5.1. Verteilung der *Campylobacter*-Keimzahl auf Hähnchenschenkeln innerhalb einer Handels-Packung**

Die *Campylobacter*-Keimzahlen verschiedener Hähnchenschenkel innerhalb einer Handels-Packung differieren mit einem Abstand zwischen 25 und 75% Perzentil von maximal 0,5 log KbE/g nur wenig. Dieser Befund spricht für eine homogene Verteilung des Erregers innerhalb einer Handels-Packung, was eine Voraussetzung für die Vergleichbarkeit von Haut- und Spülproben darstellt.

### **5.2. Vergleichsuntersuchungen**

#### **5.2.1. Vergleich von Haut- und Spülprobe**

Als Nachteil der Spülprobe gegenüber Hautproben gilt, dass durch den „Wascheffekt“ nur die oberflächlich haftenden Keime erfasst werden können. LILLARD (1988) isolierte nach zehn aufeinanderfolgenden Spülvorgängen derselben Hähnchenkarkasse immer noch eine große Anzahl von Bakterien. Sogar nach 40 Spülvorgängen waren bis zu  $10^5$  Keime pro Karkasse zu finden. In einer von IZAT et al. (1991) durchgeführten Studie gelang der Nachweis von Salmonellen erst nach wiederholtem Spülen derselben Karkasse. JORGENSEN et al. (2002) ermittelten in den Spüllösungen, denen Haut zugegeben wurde, eine höhere Isolationsrate von *Campylobacter*, als in solchen ohne Haut. Ein Vergleich aufeinanderfolgender Spülvorgänge zeigte, dass auch nach dem dritten Spülen noch *Campylobacter* auf der Haut nachweisbar sind. CHANTARAPANONT et al. (2003) konnten in Federfollikeln in einer Tiefe von 0-10  $\mu\text{m}$  eine größere Anzahl von *Campylobacter* feststellen als auf der Hautoberfläche. Zudem dokumentierten sie, dass in den Federfollikeln und tieferen Hautspalten befindliche *Campylobacter* besser vor dem mechanischen Entfernen geschützt sind.

Alle zitierten Literaturstellen erhärten die Vermutung, dass nur ein geringer Prozentsatz der auf der Karkasse vorhandenen Keime durch einmaliges Spülen erfasst werden kann. Die fester mit der Haut verbundenen oder in den Federfollikeln und tieferen Hautspalten

befindlichen Keime werden bei diesem Vorgang nicht zuverlässig erreicht und verbleiben möglicherweise auf der Karkasse. Durch das Homogenisieren der Haut hingegen sind auch diejenigen Keime erfassbar, die fester an der Haut haften oder in tieferen Hautschichten bzw. in den Federfollikeln lokalisiert sind.

In der vorliegenden Untersuchung gestaltet sich der Vergleich zwischen Haut- und Spülproben etwas komplizierter. Versuchsbedingt resultieren diejenigen Keimzahlen, die über die Haut als Probenmatrix bestimmt wurden, aus den Mikroorganismen, die sich in oder auf der Haut befinden und berücksichtigen somit nicht die Belastung der hautfreien medialen Schenkelfläche. Die mittels Spülprobe nachgewiesene Keimzahl hingegen bezieht sich auf die gesamte Oberfläche, inklusive medialer Schenkelfläche. Diese Feststellung ist insoweit relevant, als die Ergebnisse der Tupferproben zeigen, dass sich auch auf der hautfreien medialen Schenkelfläche *Campylobacter* befinden und das Gesamtergebnis beeinflussen können. Dieser Umstand erklärt vielleicht die überraschender Weise höheren *Campylobacter*-Keimzahlen in der Spülprobe. Der Unterschied fiel jedoch statistisch nicht signifikant aus, so dass ihm keine große Bedeutung zugemessen wird.

Allerdings konnten auch SARLIN et al. (1998) beim Salmonellennachweis keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Spülen von Hähnchen und dem Einwiegen der Haut feststellen. GILL et al. (2005) ermittelten ebenfalls ähnliche Keimzahlen beim Vergleich des Einwiegens der Haut mit dem Spülen der Hähnchenoberfläche. Auf jeden Fall scheinen *Campylobacter*-Keime, die entlang der Federkiele in die Tiefe eindringen und sich mit der Abspülmethode nicht erfassen lassen, bei der hier durchgeführten Erhebung quantitativ eher eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Bezogen auf die Präzision der Verfahren weist die Spülprobe eine höhere Standardabweichung ( $s = 0,9$ ) auf als die Hautprobe, bei der eine Varianz von  $s = 0,6$  bestand.

Ein weiterer Nachteil der Spülprobe besteht in der fehlenden Standardisierbarkeit des Waschvorgangs. Die Intensität des Spülens und der damit verbundene Keimertrag hängen maßgeblich von der durchführenden Person ab und verhalten sich somit im Gegensatz zum mechanischen Homogenisieren der Probe variabel. Darüberhinaus bezieht sich die

Keimzahl nicht direkt auf die zu untersuchende Matrix, sondern auf die Bezugsgröße „ml Spülflüssigkeit“ oder „cm<sup>2</sup> Oberfläche“. Ein Keimzahlvergleich mit gewichtsbezogenen Daten gestaltet sich demnach schwierig. Durch das direkte Einwiegen einer definierten Probenmenge bleibt dagegen die Bezugsgröße unterschiedlicher Matrices konstant und somit die Keimzahlen je Gramm vergleichbar.

Trotz fehlenden statistischen signifikanten Unterschieds ist die Hautprobe bei der quantitativen Untersuchung von Hähnchenschenkeln der Spülprobe wegen der geschilderten praktischen und theoretischen Vorteile vorzuziehen.

Aufgrund der durch den Haut- und Spülproben-Vergleich gewonnenen Ergebnisse wurden die übrigen quantitativen Untersuchungen der Schenkeloberfläche mit der Hautprobe durchgeführt.

### **5.2.2. Vergleich von Spatelverfahren und MPN-Technik**

Das MPN-Verfahren besitzt gegenüber dem Koloniezählverfahren zum einen den Vorteil einer deutlich niedrigeren Nachweisgrenze und ist somit speziell für die Bestimmung geringer Keimzahlen geeignet. Zum anderen wird ihm aufgrund des flüssigen Mediums eine optimale Anwuchsrate einschliesslich einer erhöhten Isolationsquote subletal geschädigter Zellen zugeschrieben (HILDEBRANDT und ARNDT, 1982).

Trotz theoretischer Überlegenheit lieferte das MPN-Verfahren nur bei 2 von 40 Proben (5%) Keimzahlen, die mit dem Spatelverfahren ein negatives Resultat erbrachten, d.h. die niedrige Nachweisgrenze wurde aufgrund der überwiegend hohen Anzahl von *Campylobacter* auf Hähnchenschenkeln (Median = log 4,0 KbE/Schenkel) nur selten benötigt.

Darüber hinaus erbrachte das Spatelverfahren bei den mit beiden Techniken positiven Proben meist höhere Keimzahlen als die MPN-Methode. Der Unterschied ist zwar statistisch nicht signifikant, zeigt jedoch, dass eine Überlegenheit des MPN-Verfahrens bezüglich der Sensibilität, auch gegenüber subletal geschädigter Zellen, nicht besteht. Die hohe Korrelation der beiden Verfahren belegt ebenfalls, dass Spatelverfahren und MPN-Technik gut miteinander kompatibel sind. In einer von STERN et al. (1985b)

veröffentlichten Studie führte das direkte Koloniezählverfahren ebenfalls zu einer höheren Keimausbeute als die MPN-Technik, was sich für die Keimzahlbestimmung von *Campylobacter* auf gefrorenem (BEUCHAT et al., 1987) und bei 4°C gelagertem Hähnchenfleisch (BEUCHAT et al., 1985) bestätigte. Eine Übereinstimmung der Werte beider Verfahren fanden LINE et al. (2001). WILLIS und MURRAY (1997) hingegen konnten mit dem direkten Zählverfahren keine *Campylobacter* auf Hähnchenkarkassen aus dem Handel nachweisen, obwohl 69% der untersuchten Tierkörper nach der Anreicherung *Campylobacter*-positive Resultate erbrachten.

Die Frage nach der Präzision beider Verfahren lässt sich dahingegen beantworten, dass die MPN-Technik aufgrund der geringfügig höheren Standardabweichung eine größere sogenannte Uncertainty aufweist als das direkte Koloniezählverfahren. Ähnliche Resultate erzielten HILDEBRANDT und SCHOTT (2001), welche ebenfalls eine höhere Streuung der mittels MPN-Technik ermittelten Werte gegenüber denen des Koloniezählverfahrens nachweisen konnten und diesen Befund mit der geringen Zahl realisierbarer Codes erklärten. Zu den Nachteilen der MPN-Technik gehören auch die Probleme bei der Untersuchung von Hautproben durch Bildung eines Fettfilms. Demnach begrenzt sich die Anwendbarkeit des Verfahrens auf bestimmte Probenarten.

Die Vorteile des Spatelverfahrens liegen in einer großen Breite erfassbarer Keimzahlen (1,0 KbE/ml bis  $> \log 5,0$  KbE/ml) bei vergleichsweise niedrigem Material- und Arbeitsaufwand. Um mit dem MPN-Verfahren einen annähernd umfangreichen Range abdecken zu können (0,3 MPN/ml bis  $\log 4,0$  KbE/ml), sind bis zu vier Verdünnungsstufen mit jeweils 3 oder 5 Röhrchen nötig und somit ist weitaus mehr Material erforderlich. Zudem lieferte das Spatelverfahren die Ergebnisse einen Tag früher als die MPN-Technik, da die Aliquots aus den Verdünnungsstufen der zu untersuchenden Probe direkt auf Karmali-Agar ausgespatelt werden konnten und dadurch die 24-stündige Anreicherung der MPN-Röhrchen entfällt.

Auch die eigenen Untersuchungen erlauben die Aussage, dass für die Quantifizierung von *Campylobacter* auf Hähnchenschenkeln das Koloniezählverfahren wegen des schnellen Nachweises einer großen Spannweite an Keimzahlen verbunden mit einem vergleichsweise geringeren Material- und Arbeitsaufwand der MPN-Technik überlegen ist.

Aufgrund der bei dem Vergleich der Zählverfahren gewonnenen Ergebnisse wurde für die Keimzahlbestimmung von *Campylobacter* auf der Haut von Hähnchenschenkeln das Spatelverfahren eingesetzt. Zur quantitativen Untersuchungen des Muskels ist die MPN-Technik dem Spatelverfahren jedoch vorzuziehen, da von einer geringen *Campylobacter*-Keimzahl im Fleisch ausgegangen werden kann.

### **5.3. Vorkommen und Anzahl thermophiler *Campylobacter* spp. auf der Haut und in der Muskulatur von Hähnchenschenkeln**

*Campylobacter*-Bakterien sind häufig in großen Mengen im Geflügeldarm vorhanden. Reißt das Intestinum während des Schlachtprozesses, läuft Darminhalt aus und führt zu einer Übertragung der Keime auf die Karkassen (BERRANG et al., 2004). Die Kontamination findet in erster Linie über die Geflügelhaut statt (MCMEEKIN et al., 1984), da sie den Keimen günstige Überlebensbedingungen bietet (CHANTARAPANONT et al., 2003).

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass sich ein sehr hoher Prozentsatz von 66% oberflächlich kontaminierter Hähnchenschenkel im Handel befindet und die Keimzahlen in positiven Proben mit einem Median von log 2,4 KbE/g beachtlich ausfallen.

Kürzlich durchgeführte Studien aus dem Vereinigten Königreich und den USA, bei denen der Erreger in 57% bis 94% der untersuchten Hähnchen nachgewiesen werden konnte (MUSGROVE et al., 2003; NORTHCUTT et al., 2003; STERN und ROBACH, 2003; MELDRUM et al., 2004; OYARZABAL et al., 2005; NANNAPANENI et al., 2005) liefern vergleichbare Daten. Ebenso decken sich die Ergebnisse der eigenen quantitativen Untersuchungen unter Berücksichtigung des Zählverfahrens mit den in der Literatur beschriebenen Daten. Auch hier lagen die *Campylobacter*-Keimzahlen im Bereich von log 2,7 bis 3,4 KbE/g Haut (BERNDTSON et al., 1992) bzw. log 0,7 bis 2,3 KbE/g Haut (MEAD et al., 1995).

Bei der Speziesdifferenzierung der isolierten *Campylobacter*-Stämme ließen sich auf der Haut 84% (77/92) *C. jejuni* und 16% (15/92) *C. coli* zuordnen. Auch in der Muskulatur waren überwiegend *C. jejuni* (97%) nachweisbar. *C. lari* wurde nicht gefunden. Diese Relationen decken sich mit der Speziesverteilung anderer Studien, bei denen die

*Campylobacter*-Isolate von Geflügelfleisch in 54% - 97% der Spezies *C. jejuni* und 6% - 35% der Spezies *C. coli* angehörten (KWIATEK et al., 1990; WALLACE et al., 1997; WEDDERKOPP et al., 2001). Zugleich bestätigt sich die Aussage, der zufolge beim Geflügel die Spezies *C. jejuni* dominiert, gefolgt von *C. coli* und *C. lari* (SHANE, 2000; PETERSEN et al., 2001; NADEAU et al., 2002).

Obwohl *C. coli* weniger häufig auf den untersuchten Hähnchenkeulen vorkommt, ist die Art in signifikant höheren Keimzahlen vorzufinden als *C. jejuni*. Die Ursachen hierfür sind vielfältig, u.a. wird der Spezies eine höhere Tenazität zugesprochen, was sich möglicherweise in einer höheren Widerstandskraft gegen keimreduzierende Maßnahmen während des Schlachtprozesses, wie Brühen, Kühlen oder Waschen, äußert. FERNANDEZ und PISON (1996) gelang es, *C. coli* aus 87% und *C. jejuni* aus 22% der gefrorenen Leberproben zu isolieren. Auch in diesem Befund kann ein vergleichsweise besseres Überleben von *C. coli* unter ungünstigen Umweltbedingungen gesehen werden.

Um das Infektionsrisiko des Verbrauchers realistisch definieren zu können, bedarf es der Kenntnis, ob die Kontamination nur auf die Oberfläche der Karkasse beschränkt bleibt, oder auch unter der Haut liegende Bereiche, wie die Muskulatur, betroffen sind. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass sowohl die Isolationsrate als auch die Anzahl von *Campylobacter* in der Muskulatur geringer als auf der Haut ausfällt. Diese Resultate stimmen weitgehend mit ähnlichen Studien überein, in denen keine *Campylobacter* im Fleisch von Schlachthähnchen nachgewiesen werden konnten (ALTMAYER et al., 1985) oder die Nachweisrate mit 3% sehr niedrig lag (BERNDTSON et al., 1992).

In der Literatur finden sich zahlreiche Theorien über die Wege, die zu einer Muskelkontamination führen können. Eine postmortale, exogene Kontamination, die in erster Linie ein Problem der Hygiene darstellt und sich durch gute Schlacht- und Verarbeitungshygiene begrenzen lässt, besitzt hier aufgrund der Probenahmetechnik geringe Wahrscheinlichkeit. Eine weitere Möglichkeit stellt die intra vitam erfolgende, endogene Kontamination dar, deren Ursachen noch weitgehend ungeklärt sind. In einer von LUBER et al. (2005) durchgeführten Untersuchung ergab die genotypische Differenzierung von *Campylobacter*-Stämmen, die von der Oberfläche und der Muskulatur derselben Hähnchenschenkel isoliert wurden, genetisch unterschiedliche Typen. Eine

Kontamination des Fleisches auf exogenem Weg, bei dem der Erreger postmortal während des Zerlegungsprozesses in die Muskulatur gelangt, erscheint hier unwahrscheinlich. Eher denkbar wäre eine intra vitam erfolgte Kontamination der Muskulatur. Stressoren, die auf das Schlachttier vor und während des Schlachtprozesses einwirken, können zu einer Störung des physiologischen Gleichgewichts im Darm führen und eine damit verbundene Translokation wirtseigener Bakterien vom Darm ins Blutssystem bedingen (SCHÜPPEL et al., 1994). Die Schwächung der Infektabwehr im Darmbereich begünstigt das Entstehen einer Bakteriämie und ermöglicht ein Überleben der Keime im Kreislaufsystem sowie deren Distribution in die Muskulatur (FEHLHABER, 2003). MENGERT und FEHLHABER (1996) zeigten, dass der normale Transport von Schlachthähnchen zu einer 50%igen Kontaminationsrate führte, bei 10% der Tieren kam es darüberhinaus zu belastungsinduzierten Bakteriämien und bei 23% konnten Keime auch in der Schenkelmuskulatur nachgewiesen werden. Allerdings ließ sich die Translokation von *Campylobacter* aus dem Darm in das Blutssystem noch nicht experimentell belegen, die hohe Nachweisrate in der Muskulatur spricht jedoch dafür.

Einen weiteren Auslöser der endogenen Kontamination stellt die Anwendung eines Elektrobetäubungsverfahrens mit höherfrequenten Strömen (>105mA pro Huhn) dar. Das Gerät erzeugt eine stärkere Durchblutung der Brust- und Beinmuskulatur (GREGORY und WILKINS, 1989), wodurch bereits im Blut vorhandene Keime vermehrt bis in die Skelettmuskulatur vordringen können.

Das Fehlen eines statistischen Zusammenhangs zwischen der Haut- und Muskelkontamination der Hähnchenschenkel im vorliegenden Material lässt unterschiedliche Kontaminationswege vermuten. Um diese Mechanismen näher bestimmen zu können, sind weiterführende Untersuchungen erforderlich. Trotz offener epidemiologischer Fragen resultiert aus der Prävalenz von *Campylobacter* im Muskelfleisch ein Risiko für den Konsumenten durch unzureichend gegartes Hähnchenfleisch, auch wenn die Keimzahlen nicht mit denen auf der Haut vergleichbar sind.

*Campylobacter* verhalten sich sehr empfindlich gegenüber Umwelteinflüssen wie Licht, Sauerstoff und Austrocknung (FERNANDEZ et al., 1985). In der Regel werden sie bei Temperaturen, die beim Erhitzen von Hähnchenfleisch üblicherweise erreicht werden,



abgetötet (BLANKENSHIP und CRAVEN, 1982). Aufgrund ihrer geringen Tenazität sind die Keime nicht in der Lage, sich auf oder in erhitzten Lebensmitteln zu vermehren (GILL und HARRIS, 1982).

Die eigenen Ergebnisse zeigen, dass die Hähnchenhaut weitaus häufiger mit *Campylobacter* belastet ist als die Muskulatur und die Keime darüber hinaus auch in einer größeren Anzahl vorzufinden sind. Zahlreiche Studien belegen, dass *Campylobacter* während der Zubereitung von rohem Geflügelfleisch auf verzehrsfertige Lebensmittel, Hände und Küchenutensilien übertragen werden können (DE BOER und HAHNE, 1990; COGAN et al., 1999; GORMAN et al., 2002; REDMOND et al., 2003; WANYENYA et al., 2004; KUSUMANINGRUM et al., 2004), wobei die Hände am häufigsten involviert sind (RYAN et al., 1996). Im Rahmen einer von COGAN et al. (2002) durchgeführte Studie, in der Freiwillige ganze Hähnchen zerteilten, zeigten sich 85% der Hände und 80% der Schneidbretter *Campylobacter*-positiv, wobei 20% der Hände und 45% der Schneidbretter Keimzahlen von über 1000 KbE aufwiesen. LUBER et al. (2006) gelang es, *Campylobacter* nach der experimentellen Zubereitung von rohen Hähnchenteilen auf Händen, Schneidbrett, Teller und Messer sowie auf Würstchen, Gurkenscheiben und Brötchen nachzuweisen. Zwar vermag *Campylobacter* aufgrund seiner vermutlich niedrigen Infektionsdosis (BLACK et al., 1988) auch bei ungenügender Erhitzung von Hähnchenfleisch eine Infektion auszulösen, doch stellt die Kreuzkontamination, bei der es schon vor dem Erhitzen zu einer Keimübertragung auf Hände, verzehrsfertige Lebensmittel und Küchenutensilien kommen kann, wahrscheinlich ein höheres Risiko für den Verbraucher dar.

#### **5.4. Saisonaler Trend des Vorkommens und der Anzahl thermophiler *Campylobacter* spp. auf Hähnchenschenkeln und in der Muskulatur**

Der Saisonalität im Auftreten der humanen *Campylobacter*iose in Verbindung mit dem Verzehr und dem Umgang mit Geflügelfleisch als Hauptkontaminationsquelle widmeten sich zahlreiche Untersuchungen mit der Fragestellung, ob sich ein ähnlicher Trend auch bei Mastgeflügel zeigt (WALLACE et al., 1997). Die in der vorliegenden Studie gewonnenen Ergebnisse lassen einen jahreszeitlichen Einfluss auf Prävalenz und Anzahl von *Campylobacter* bei Hähnchenschenkeln aus dem Handel erkennen. In den Monaten Juli bis Oktober konnten sowohl eine hohe Isolationsrate (jeweils 90%, 90%, 80% und

80%) als auch eine große Anzahl von *Campylobacter* (jeweils log 2,7, log 2,7, log 2,8, und log 2,6 KbE/g) auf der Haut von Hähnchenschenkeln nachgewiesen werden. Entsprechendes gilt für die Monate Februar und März (100%, 90%, bzw. log 2,3, log 1,8 KbE/g Haut). Eine kontinuierliche Verringerung der *Campylobacter*-Quote in der Muskulatur von 70% auf 0% war parallel mit einer Abnahme der Nachweisrate und der Anzahl auf der Haut von 80% auf 60%, bzw. von log 2,8 auf log 1,0 KbE/g Haut in den Monaten September bis Dezember zu verzeichnen. Diese Ergebnisse stimmen mit der Aussage zahlreicher Studien überein, denen zufolge das Vorkommen von *Campylobacter* in der Geflügelmast saisonalen, allerdings nicht einheitlichen Schwankungen unterworfen ist. In Norwegen erreichte die Kontaminationsrate bei Mastgeflügel ihren Höhepunkt in der Zeit von August bis November (KAPPERUD et al., 1993), in den Vereinigten Staaten hingegen im Frühling und Sommer (GENIGEORGIS et al., 1986). In einer von JACOBS-REITSMA et al. (1994a) veröffentlichten Erhebung erreichte die Kontaminationsrate von *Campylobacter* in den Sommermonaten (Juni bis September) mit 100% ihr Maximum, im März hingegen ließ sich eine Abnahme auf 50% beobachten. WILLIS und MURRAY (1997) untersuchten Hähnchenfleisch aus dem Handel und ermittelten während der Sommermonate (Mai bis Oktober) eine Kontaminationsrate zwischen 87% und 97%, die im Dezember auf 7% und im Januar auf 33% abfiel.

Im Gegensatz zu einer im Vereinigten Königreich durchgeführten Studie, bei der kein jahreszeitlicher Einfluss festgestellt werden konnte (HUMPHREY et al., 1993), wiesen WALLACE et al. (1997) eine positive Korrelation zwischen der minimalen Temperatur, der Sonnenscheindauer und der *Campylobacter*-Belastung bei Masthähnchen nach. Die höchsten Keimzahlen wurden im Juni und Juli ermittelt. Bei einer von STERN (1995) publizierten Untersuchung lagen hingegen das Maximum der Keimzahlen (16000 KbE/Huhn) im Winter und das Minimum im Frühling (4 KbE/Huhn).

Die saisonalen Schwankungen im Vorkommen von *Campylobacter* in der Geflügelmast werden insbesondere auf den Einfluss von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und UV-Licht zurückgeführt. PATRICK et al. (2004) belegten einen engen Zusammenhang zwischen der Aussen-Temperatur, den *Campylobacter*-Infektionen beim Mensch und dem Vorkommen des Erregers bei Mastgeflügel. JACOBS-REITSMA et al. (1994a) zufolge nimmt die Temperatur einen unmittelbaren Einfluss auf die *Campylobacter*-Belastung der Herden sowie auf Infektionsquellen innerhalb des Stalles wie Zugvögel, Insekten und Nagetiere.

Das gehäufte Auftreten von *Campylobacter* im Zusammenhang mit niedrigeren Temperaturen und weniger Sonnenlicht während der Herbstmonate steht im Einklang mit der Biologie des Erregers, der kühlere Temperaturen durchaus toleriert (CHAN et al., 2001) jedoch empfindlich auf Sonnenlicht reagiert (OBIRI-DANSO et al., 2001). Zugleich bestätigt die hohe Nachweisrate und Anzahl des Erregers auf Hähnchenschenkeln während der Monate September, Oktober und November die in der Literatur oftmals geäußerte Vermutung, dass eine erhöhte *Campylobacter*-Prävalenz im Herbst auch auf ein gesteigertes Vorkommen des Erregers in den Reservoiren während des Sommers zurückzuführen ist (PATRICK et al., 2004).

Die saisonalen Schwankungen in der Prävalenz und Anzahl von *Campylobacter* auf Hähnchenschenkeln lassen ein verstärktes Infektionsrisiko zu bestimmten Jahreszeiten vermuten. Aufgrund der teilweise divergierenden Angaben in der Literatur sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich, um einen jahreszeitlichen Einfluss der *Campylobacter*-Prävalenz und -Keimzahl auf Geflügel endgültig präzisieren zu können.