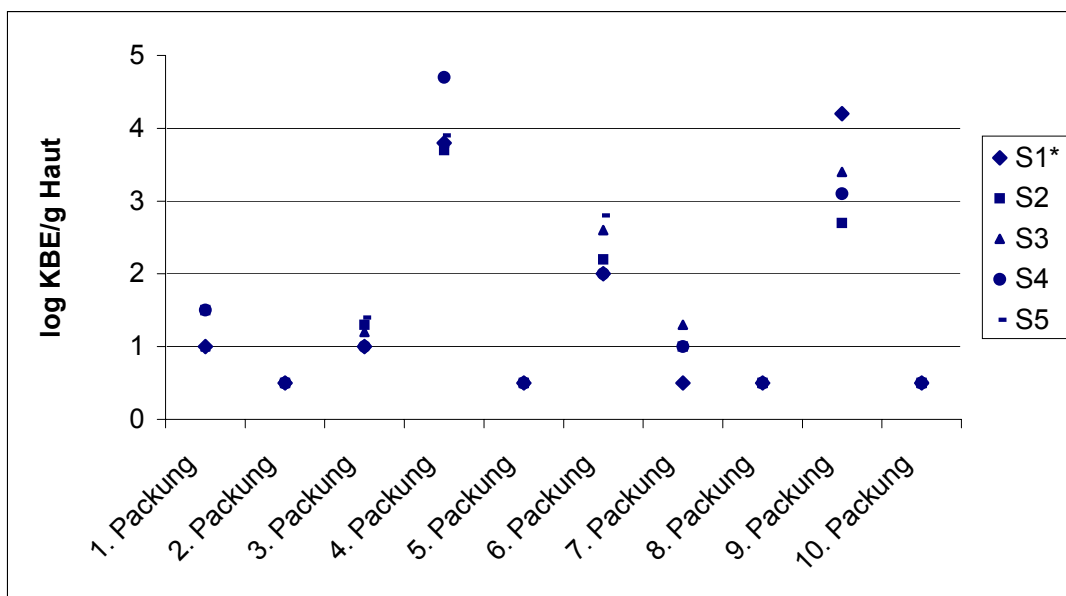


4. Ergebnisse

4.1. *Campylobacter*-Keimzahlen auf Hähnchenschenkeln innerhalb einer Handels-Packung

Die Untersuchung der Verteilung der *Campylobacter*-Keimzahlen innerhalb einer Handels-Packung zeigte, dass die Keimzahlen der 4-5 Hähnchenschenkel derselben Packung nur geringfügig voneinander abweichen. In Abbildung 8 sind die Keimzahlen innerhalb der untersuchten Packungen dargestellt. In den Packungen 2, 5, 8 und 10 lag die *Campylobacter*-Keimzahl aller Hähnchenschenkel derselben Handels-Packung unter dem Erfassungslimit des Spatelverfahrens ($> \log 1 \text{ KbE/g Haut}$). Für die Auswertung ist dieses Resultat wie üblich mit der halben Nachweisgrenze, d.h. $\log 0,5 \text{ KbE/g Haut}$, angesetzt worden. Tabelle 10 zeigt die Verteilung der Keimzahlen in den untersuchten Packungen.

Abb. 8: Einzelwerte der *Campylobacter*-Keimzahlen von Hähnchenschenkeln innerhalb einer Handels-Packung



*S1 – S5 = Hähnchenschenkel einer Handels-Packung

Tab. 10: Verteilung der *Campylobacter*-Keimzahlen auf Hähnchenschenkeln innerhalb einer Handels-Packung

Handels-Packung	Minimum	25. Perzentil	Median	75. Perzentil	Maximum
log KbE/g Haut					
1	1,0	1,0	1,3	1,5	1,5
2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	1,0	1,0	1,2	1,3	1,4
4	3,7	3,8	3,8	3,9	4,7
5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	2	2,0	2,2	2,6	2,8
7	0,5	0,9	1,0	1,1	1,3
8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
9	2,7	3,0	3,3	3,6	4,2
10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

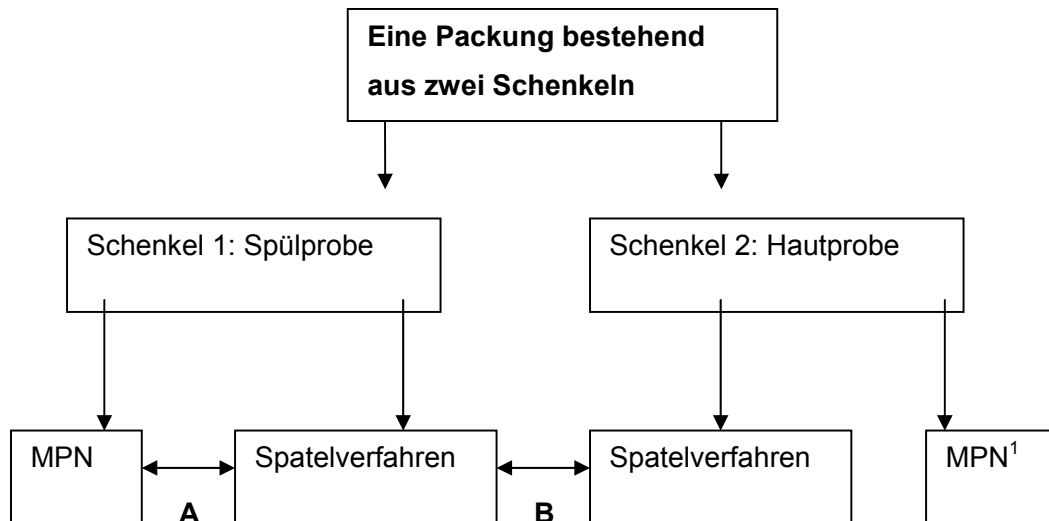
4.2. Vergleichsuntersuchungen

Die unterschiedlichen Bezugsgrößen von Haut- und Spülprobe (KbE/g Haut bzw. KbE/ml) erschweren einen Vergleich der Probenahmetechniken mittels gewichtsbezogener Daten. Aus diesem Grund wurden die jeweiligen Keimzahlergebnisse pro Gewichtseinheit auf den entsprechenden Schenkel hochgerechnet (siehe 3.2.3.7.). Zum Vergleich der Haut- und Spülproben dienten die mit dem Spatelverfahren ermittelten Keimzahlergebnisse, in Abb. 9 als B bezeichnet. Für die Gegenüberstellung der Zählverfahren wurden die Keimzahlen der Spülproben herangezogen (Fall A in Abb. 9), da bei den Hautproben eine Fett-Eiweiß-Schicht auf den 24 h inkubierten MPN-Röhrchen zu unregelmäßigen und somit unzuverlässigen Ergebnissen führte. Die Keimzahlen der Spülproben beziehen sich ebenfalls auf den gesamten Schenkel und sind in log KbE/Schenkel angegeben.

Die statistischen Berechnungen zur Vergleichbarkeit der Zählmethoden und der Probenarten berücksichtigten nur die Proben, in denen Keimzahlen über der Nachweisgrenze vorlagen. Somit ergaben sich für den Vergleich der Zählmethoden 20

Wertepaare und für den der Probenarten 51 Wertepaare.

Abb. 9: Schema der Vergleichsuntersuchungen



¹ Auswertung wegen Fett-Eiweiß-Schicht auf den MPN-Röhrchen nicht möglich

A = Vergleich der Zählmethoden anhand der *Campylobacter*-Keimzahl in den Spülproben

B = Vergleich der Probenarten anhand der mittels Spatelverfahren ermittelten *Campylobacter*-Keimzahl

4.2.1. Vergleich der Haut- und Spülproben

4.2.1.1. Prävalenz und Anzahl von *Campylobacter* spp. in den Hautproben

70% (63/90) der untersuchten Hautproben zeigten sich *Campylobacter*-positiv. Davon konnten in 57% (51/90) der Fälle Keimzahlen über der Nachweisgrenze des Spatelverfahrens ermittelt werden. Sie wurden daher in die Vergleichsuntersuchungen miteinbezogen. 13% (12/90) der Hautproben wiesen Keimzahlen unter der Nachweisgrenze auf, reagierten jedoch in der Anreicherung positiv.

Die *Campylobacter*-Keimzahlen reichten von log 2,6 bis log 5,0 KbE/Schenkel, dabei lagen 50% der Werte im Bereich von log 3,4 bis log 4,5 KbE/Schenkel. Der Median betrug log 4,0 KbE/Schenkel, die Standardabweichung lautete log 0,6 KbE/Schenkel. Abb. 10 enthält die entsprechenden Box and Whisker Plots.

4.2.1.2. Prävalenz und Anzahl von *Campylobacter* spp. in den Spülproben

77% (69/90) der untersuchten Spülproben waren *Campylobacter*-positiv und 57% (51/90) wiesen *Campylobacter*-Keimzahlen über der Nachweisgrenze des Spatelverfahrens auf, während in 20% (18/90) der Spülproben *Campylobacter* nur nach der Anreicherung erfasst werden konnten.

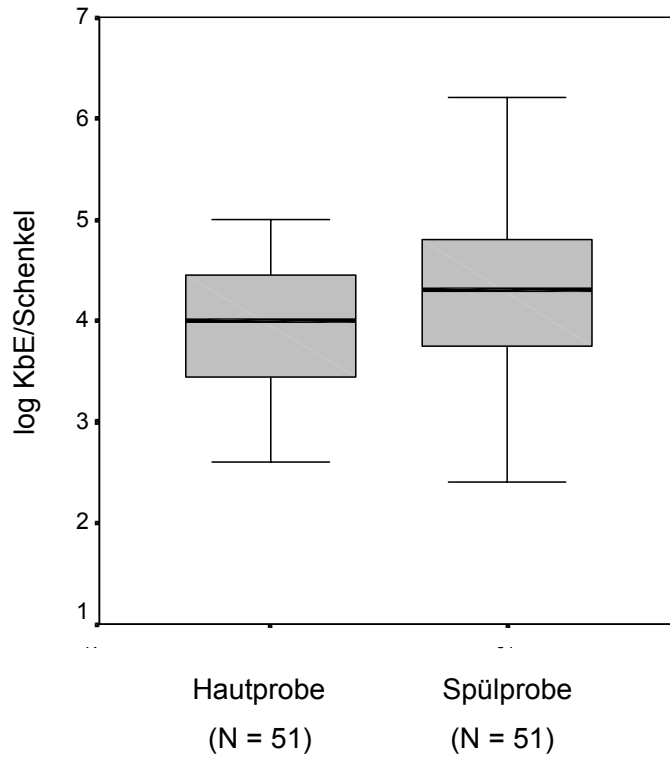
Die in den Spülproben ermittelten *Campylobacter*-Keimzahlen reichten von log 2,4 (Minimum) bis log 6,5 KbE/Schenkel (Maximum). 50% der Werte bewegten sich zwischen log 3,7 und log 4,8 KbE/Schenkel, der Medianwert betrug log 4,3 KbE/Schenkel und die Standardabweichung lag bei log 0,9 KbE/Schenkel (Abb. 10).

Tabelle 11 zeigt die statistischen Parameter der *Campylobacter*-Keimzahlen in den Haut- und Spülproben.

Obwohl 73% (37/51) der Spülproben höhere *Campylobacter*-Keimzahlen aufwiesen als die Hautproben, konnte kein signifikanter Unterschied ($p = 0,08$) zwischen den Keimzahlen nachgewiesen werden. Der Korrelationskoeffizient ($= r$) der Keimzahlen in den Haut- und Spülproben betrug 0,57 und weist auf eine eher schwache Korrelation der beiden

Isolierungstechniken hin.

Abb. 10: Verteilung der *Campylobacter*-Keimzahlen in Hähnchenschenkeln in Abhängigkeit des Probenahmeverfahrens (Box and Whisker Plots)



Tab. 11: Statistische Parameter der *Campylobacter*-Keimzahlen der Haut- und Spülproben von Hähnchenschenkeln

Statistische Parameter	Hautprobe (KbE/Schenkel)	Spülprobe (KbE/Schenkel)
Mittelwert	log 4,0	log 4,2
Standardabweichung	log 0,6	log 0,9
Varianz	log 0,4	log 0,9
Minimum	log 2,6	log 2,4
Maximum	log 5,0	log 6,5
Median	log 4,0	log 4,3
25. Perzentil	log 3,4	log 3,7
75. Perzentil	log 4,5	log 4,8

4.2.2. Vergleich des Spatelverfahren und der MPN-Technik

4.2.2.1. Prävalenz und Anzahl von *Campylobacter* spp. in Hautproben

Aufgrund der in Abschnitt 4 beschriebenen Fett-Eiweiß-Schicht auf den 24 h inkubierten MPN-Röhrchen der Hautproben und den daraus resultierenden unzuverlässigen Keimzahlergebnissen wurden diese bei den Vergleichsuntersuchungen der Zählverfahren nicht weiter berücksichtigt.

4.2.2.2. Prävalenz und Anzahl von *Campylobacter* spp. in Spülproben

Campylobacter-Keimzahlen, die über der Nachweisgrenze sowohl des Spatelverfahrens als auch der MPN-Technik lagen, konnten in 50% (20/40) der Spülproben ermittelt werden. Für den Methodenvergleich ergaben sich somit 20 Wertepaare.

Die MPN Indices der Spülprobe lagen in Kategorie 1, d.h. es traten keine unwahrscheinlichen Kombinationen auf.

In 5% (2/40) der Spülproben ließen sich nur mit der MPN-Technik *Campylobacter*-Keimzahlen ermitteln, da diese im Vergleich zum Spatelverfahren eine niedrigere Keimnachweisgrenze besitzt.

Mit dem Spatelverfahren ergaben sich in 80% (16/20) der Spülproben höhere Keimzahlen mit einem Medianwert von log 4,2 KbE/Schenkel als mit der MPN-Technik, für die sich ein Medianwert von log 4,0 KbE/Schenkel errechnete. Der Unterschied der Keimzahlen war jedoch nicht signifikant ($p = 0,05$).

Abbildung 11 zeigt die Verteilung der *Campylobacter*-Keimzahlen der Spülproben in Abhängigkeit vom angewandten Zählverfahren.

Die Standardabweichung (SD) der MPN-Technik lag bei 1,1, die des Spatelverfahrens bei 1,0. Tabelle 12 stellt die weiteren statistischen Parameter der *Campylobacter*-Keimzahlen der Spülproben getrennt nach Spatel- und MPN-Technik dar.

Der Korrelationskoeffizient der mittels MPN-Technik und Spatelverfahren ermittelten *Campylobacter*-Keimzahlen betrug 0,92 und verdeutlicht einen sehr guten Zusammenhang der Zählmethoden. Punkteschwarm und Regressionsgerade der Zählverfahren gibt Abbildung 12 wieder.

Tab. 12: Statistische Parameter der *Campylobacter*-Keimzahlen der Spülproben von Hähnchenschenkeln in Abhängigkeit des angewandten Zählverfahrens

Statistische Parameter	MPN-Technik (KbE/Schenkel)	Spatelverfahren (KbE/Schenkel)
Mittelwert	log 4,0	log 4,2
Standardabweichung	log 1,1	log 1,0
Varianz	log 1,2	log 1,0
Minimum	log 1,9	log 2,4
Maximum	log 6,0	log 6,2
Median	log 4,0	log 4,2
25. Perzentil	log 3,3	log 3,7
75. Perzentil	log 4,4	log 4,8

Abb. 11: Verteilung der *Campylobacter*-Keimzahlen der Spülproben von Hähnchenschenkel in Abhängigkeit vom angewandten Zählverfahren (Box and Whisker Plots)

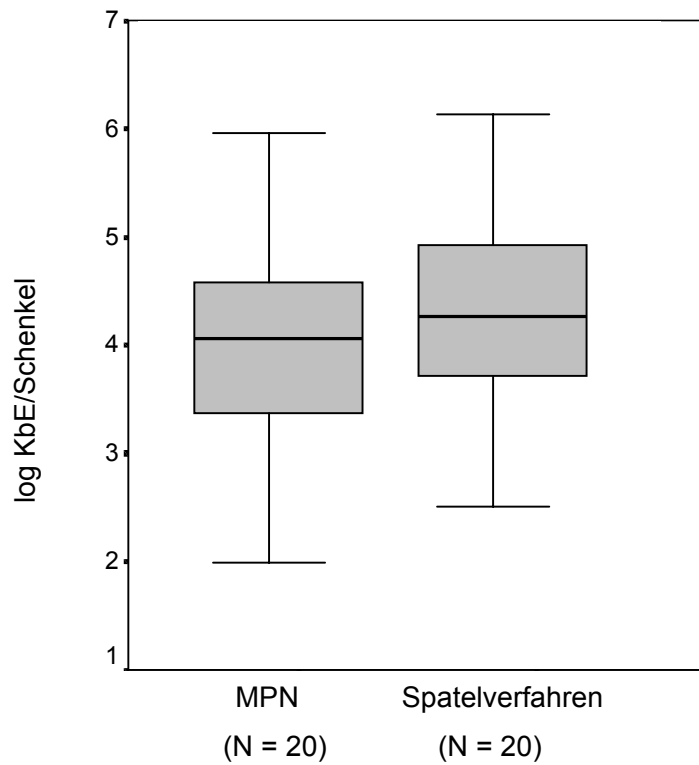
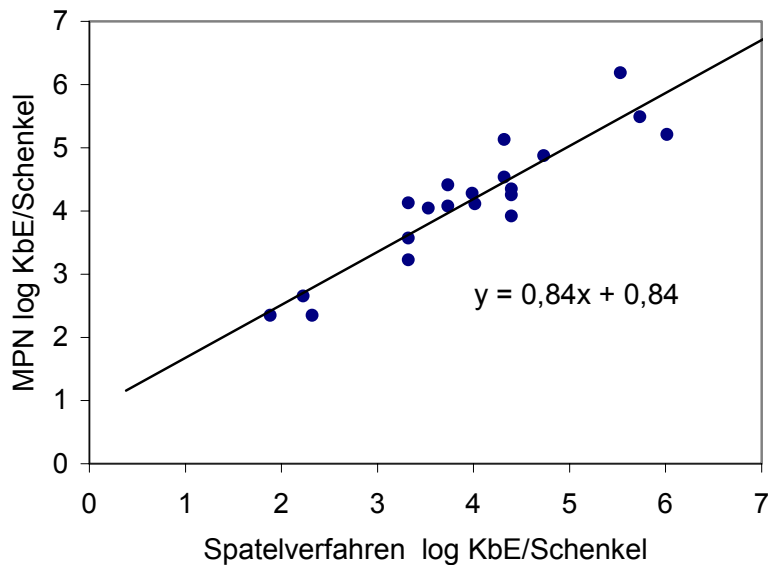


Abb. 12: Korrelation der über Spatelverfahren und MPN ermittelten *Campylobacter*-Keimzahlen in den Spülproben

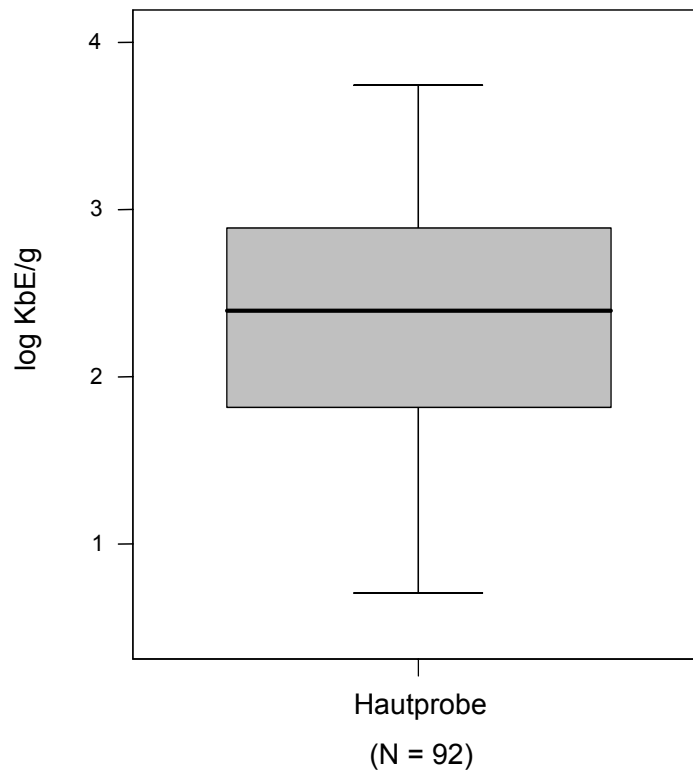


4.3. Prävalenz und Keimzahl von *Campylobacter* spp. auf der Haut von Hähnchenschenkeln (Spatelverfahren) von November 2003 bis Dezember 2004

Insgesamt waren 66% (92/140) der untersuchten Hautproben *Campylobacter*-positiv (Konfidenzintervall = KI = 58 – 74%). Die Speziesverteilung lautet wie folgt: 84% (77/92) *C. jejuni*, von denen 34 Isolate (44%) Nalidixinsäure resistent waren, und 16% (15/92) *C. coli*, von denen 8 (53%) eine Nalidixinsäure-Resistenz aufwiesen. *C. lari* ließ sich nicht nachweisen.

Die niedrigste ermittelte Keimzahl betrug log 0,7 KbE/g Haut, die höchste log 3,7 KbE/g Haut. 50% der Werte lagen in einem Bereich von log 1,8 und log 2,9 KbE/g Haut, der Medianwert der *Campylobacter*-positiven Proben betrug log 2,4 KbE/g Haut. Die Verteilung der *Campylobacter*-Keimzahl in den positiven Hautproben ist in Abbildung 13 als Box and Whisker Plot dargestellt.

Abb. 13: Verteilung der *Campylobacter*-Keimzahl auf der Haut von Hähnchenschenkeln



Die Verteilung der nach Häufigkeitsklassen sortierten *Campylobacter*-Keimzahlen in den Hautproben stellte sich wie folgt dar: 11% der untersuchten positiven Hautproben (15/140) lagen im Bereich log 1,0 bis 1,99 KbE/g, 32% (45/140) im Bereich log 2,0 bis 2,99 KbE/g und 15% (21/140) reichten von log 3,0 bis log 3,99 KbE/g. Bei 8% (11/140) der Hautproben waren *Campylobacter* spp. nur über eine Anreicherung nachweisbar (Tabelle 13).

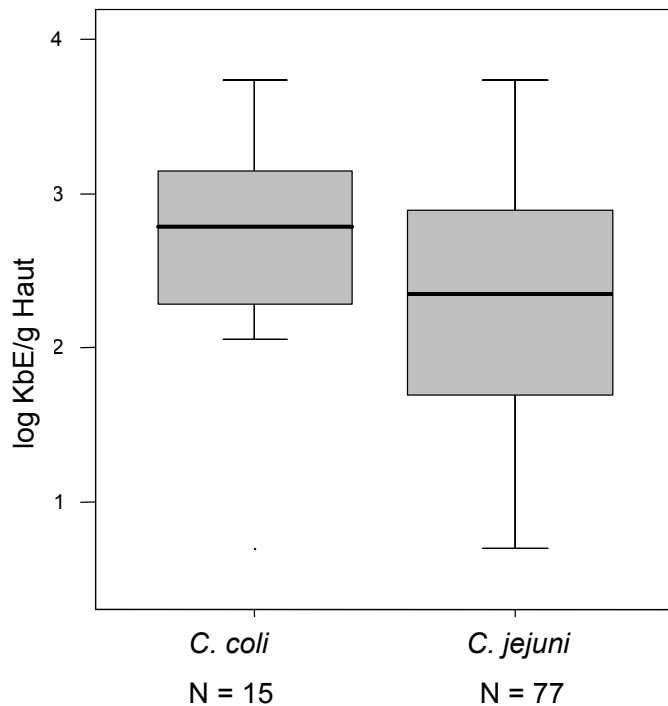
Tab. 13: Nach Häufigkeitsklassen sortierte *Campylobacter*-Keimzahlen in den Hautproben

log ₁₀ KbE/g Haut	%	n/N*
<1,0	8	11/140
1,0 - 1,99	11	15/140
2,0- 2,99	32	45/140
3,0 - 3,99	15	21/140
Gesamt positive	66	92/140

* n/N = Anzahl/Gesamtanzahl

Obwohl *C. coli* weniger häufig auf den Hähnchenschenkeln vorkam, war die Art andererseits in signifikant höheren Keimzahlen als *C. jejuni* vorzufinden (p = 0,044). Für die *C. coli*-Keimzahlen wurde ein Medianwert von log 2,8 KbE/g berechnet, während der Median der *C. jejuni*-Keimzahlen bei log 2,3 KbE/g lag. Die Verteilung der Keimzahlen auf der Haut von Hähnchenschenkeln gegliedert nach den Spezies *C. jejuni* und *C. coli* ist in Abbildung 14 dargestellt.

Abb. 14: Verteilung der *C. jejuni*- und *C. coli*-Keimzahlen in den positiven Hautproben (Box and Whiskers Plots)



4.4. Prävalenz und Keimzahlen von *Campylobacter* spp. im Muskel von Hähnchenschenkeln (MPN-Technik)

Insgesamt konnten mit dem MPN-Verfahren in 27% (31/115) der untersuchten Muskelproben *Campylobacter* nachgewiesen werden (KI = 19-35%). Die Speziesverteilung lautete wie folgt: 97% (30/31) *C. jejuni* Stämme, von denen 9 (30%) eine Resistenz gegen Nalidixinsäure aufwiesen, und ein einziger (3%) *C. coli*-Stamm, der sich nalidixinsäureresistent zeigte.

Aufgrund der geringen Keimbelastung im Muskel, liessen sich in 17 % (19/115) der Muskelproben *Campylobacter* nur über eine Anreicherung nachweisen, lediglich 10% (12/115) der Muskelproben wiesen Keimzahlen über der Nachweisgrenze der MPN-

Technik auf. Die Spannweite reichte von 0,36 MPN *Campylobacter*/g Muskel (Minimum) bis 9,3 MPN *Campylobacter*/g Muskel (Maximum). Für die Muskelproben errechnete sich ein Medianwert von 0,9 MPN *Campylobacter*/g Muskel. Die MPN Indices der Muskelprobe lagen zu 85% in Kategorie 1 und zu 15% in Kategorie 2, d.h. ein nicht unerheblicher Anteil weniger plausibler Codes lag vor.

Die Prävalenz von *Campylobacter* in Haut und Muskelproben, die Medianwerte der Keimzahlen sowie die Speziesverteilung sind in Tabelle 14 dargestellt.

Tab 14: Prävalenz und Medianwerte von *Campylobacter* auf der Haut und in der Muskulatur von Hähnchenschenkeln von November 2003 bis Dezember 2004

	Haut ¹ (n = 140)	Muskel ² (n = 115)
Prävalenz	66% (92/140)	27% (31/115)
<i>C. jejuni</i>	84% (77/92)	97% (30/31)
<i>C. coli</i>	16% (15/92)	3% (1/31)
Median	log 2,4 KbE/g Haut	0,9 MPN/g Muskel

¹ Spatelverfahren

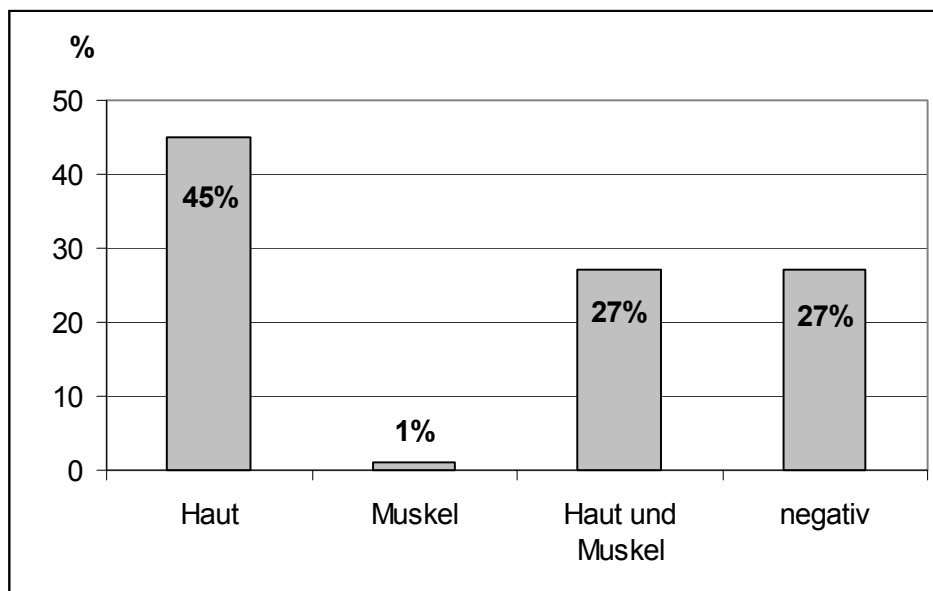
² MPN-Technik

4.5. Vergleich des Vorkommens von *Campylobacter* spp. auf der Haut und in der zugehörigen Muskulatur von Hähnchenschenkeln

Bei 45% (52/115) der untersuchten Hähnchenschenkel ließen sich *Campylobacter* auf der Haut, nicht aber in der zugehörigen Muskulatur nachweisen. 27% (31/115) der Proben erwiesen sich sowohl auf der Haut als auch im Muskel als *Campylobacter*-positiv und in lediglich einem von 115 Schenkeln waren nur im Fleisch *Campylobacter* vorhanden. Bei 27% (31/115) der untersuchten Schenkel konnten weder in der Haut noch im Muskel *Campylobacter* isoliert werden (Abb. 15).

Auf der Haut der Hähnchenschenkel konnte signifikant häufiger ($p < 0,001$) und in signifikant höherer Anzahl ($p < 0,001$) *Campylobacter* nachgewiesen werden als im Muskel.

Abb. 15: Vorkommen von *Campylobacter* auf der Haut und im Muskel von Hähnchenschenkeln



4.6. Tupferproben der medialen Schenkelfläche

Bei 7/10 (70%) der untersuchten medialen Schenkelflächen konnten *Campylobacter* nachgewiesen werden. Diese wären zwar in einer Spülprobe, aber nicht der Hautprobe zu finden.

4.7. Isolationsrate von *Campylobacter* spp. auf der Haut und in der Muskulatur von Hähnchenschenkeln in Abhängigkeit des Beprobungsmonats

Bezogen auf den Entnahmezeitpunkt konnte die höchste Isolationsrate von *Campylobacter* auf der Haut von Hähnchenschenkeln im Februar ermittelt werden (100%), daraufhin fiel die Quote bis April leicht und dann markant ab (90% und 0%), stieg während der Sommermonate Juli, August und September auf 90% bzw. 80% und sank anschliessend während der kälteren Monate, November und Dezember auf 60%.

In den Muskelproben fiel die Isolationsrate für *Campylobacter* von Februar bis April von 40% auf 0%, blieb in den darauf folgenden Monaten Mai und Juni (10%) konstant und stieg im Juli erneut auf 50% an. Die höchste Prävalenz bestand im Monat September mit einer Häufigkeit von 70%; ein kontinuierlicher Abfall der Isolationsrate ließ sich daraufhin von Oktober bis November (50%, 30%, 0%) beobachten (Abb. 16).

4.8. *Campylobacter*-Keimzahlen auf der Haut von Hähnchenschenkeln in Abhängigkeit des Beprobungsmonats

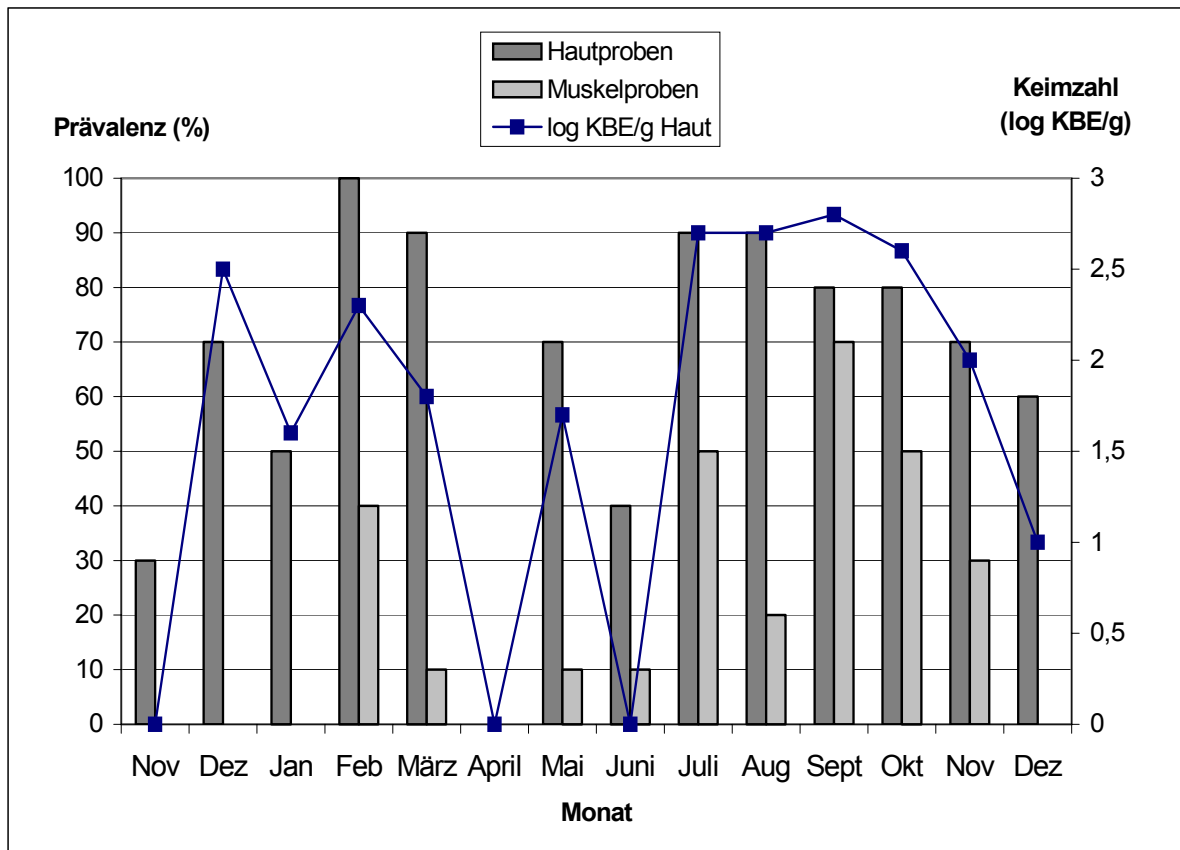
Neben den Informationen zur Prävalenz wurden aus den ermittelten Keimzahlen der Hautproben für jeden Monat ein Medianwert errechnet und in log KbE/g Haut transformiert. Die mittleren Keimzahlen sanken von Februar bis April kontinuierlich von log 2,3 KbE/g Haut auf 0 KbE/g, stiegen anschliessend während der wärmeren Monate Juli und August auf log 2,7 KbE/g an und erreichten ihr Maximum im September mit log 2,8 KbE/g. In den darauf folgenden kälteren Monaten Oktober und November konnte ein kontinuierlicher Abfall von log 2,6 KbE/g auf log 2,0 KbE/g beobachtet werden, der sein Minimum mit log 1,0 KbE/g im Dezember erreichte.

Anstieg und Abfall der Keimzahlen in den Hautproben verliefen parallel mit der jeweiligen Isolationsrate eines Monats. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Korrelation zwischen der monatlichen Isolationsrate einerseits und der Keimzahl andererseits, wobei der Korrelationskoeffizient 0,85 betrug.

Das Vorkommen von *Campylobacter* auf der Haut und im Muskel von Hähnchenschenkeln sowie die Medianwerte der Keimzahlen auf der Haut ist in Abbildung 16 dargestellt.

Tabelle 15 zeigt die Isolationsrate und Keimzahl von *Campylobacter* in der Haut und Muskulatur von Hähnchenschenkeln pro Monat in der Übersicht.

Abb. 16: *Campylobacter*-Prävalenz auf der Haut und im Muskel von Hähnchenschenkeln; durchschnittliche *Campylobacter*-Keimzahlen in Hautproben in Abhängigkeit vom Entnahmezeitpunkt



Tab. 15: Prävalenz von *Campylobacter* spp. auf der Haut- und im Muskel von Hähnchenschenkeln; Medianwerte der Keimzahlen auf der Haut pro Monat

Monat	C. spp.-positive Hautproben (%)	Median (log KbE/g Haut)	C. spp.-positive Muskelproben (%)
November 2003	30	0	n.b.
Dezember 2003	70	2,5	n.b.
Januar 2004	50	1,6	0
Februar 2004	100	2,3	40
März 2004	90	1,8	10
April 2004	0	0	0
Mai 2004	70	1,7	10
Juni 2004	40	0	10
Juli 2004	90	2,7	50
August 2004	90	2,7	20
September 2004	80	2,8	70
Oktober 2004	80	2,6	50
November 2004	70	2,0	30
Dezember 2004	60	1,0	0

n.b. = nicht bestimmt