

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabellenverzeichnis</b> .....                                          | <b>V</b>  |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b> .....                                        | <b>IX</b> |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....                                        | <b>X</b>  |
| <b>1 Einleitung</b> .....                                                 | <b>1</b>  |
| <b>2 Literatur</b> .....                                                  | <b>2</b>  |
| <b>2.1 Die Lebensmittelkette beim Schaf</b> .....                         | <b>2</b>  |
| 2.1.1 Haltung.....                                                        | 3         |
| 2.1.2 Technologie der Fleischgewinnung von Schafen.....                   | 6         |
| <b>2.2 Hygiene der Lebensmittelkette</b> .....                            | <b>8</b>  |
| 2.2.1 Aerobe Gesamtkeimzahl und Enterobacteriaceae.....                   | 9         |
| 2.2.1.1 Der Prozessablauf.....                                            | 9         |
| 2.2.1.2 Umgebung (Geräte).....                                            | 17        |
| 2.2.2 Thermophile <i>Campylobacter</i> .....                              | 18        |
| 2.2.2.1 Genus <i>Campylobacter</i> .....                                  | 18        |
| 2.2.2.2 <i>Campylobacter</i> beim Menschen.....                           | 18        |
| 2.2.2.3 <i>Campylobacter</i> bei Tieren.....                              | 20        |
| 2.2.2.4 <i>Campylobacter</i> in der Schaflebensmittelkette.....           | 23        |
| 2.2.3 <i>Listeria</i> .....                                               | 25        |
| 2.2.3.1 Genus <i>Listeria</i> .....                                       | 25        |
| 2.2.3.2 <i>Listeria</i> beim Menschen.....                                | 26        |
| 2.2.3.3 <i>Listeria</i> bei Tieren.....                                   | 27        |
| 2.2.3.4 <i>Listeria</i> in der Schaflebensmittelkette.....                | 29        |
| 2.2.4 <i>Escherichia coli</i> .....                                       | 31        |
| 2.2.4.1 Genus <i>Escherichia</i> .....                                    | 31        |
| 2.2.4.2 <i>Escherichia coli</i> beim Menschen.....                        | 32        |
| 2.2.4.3 <i>Escherichia coli</i> bei Tieren.....                           | 33        |
| 2.2.4.4 <i>Escherichia coli</i> in der Schaflebensmittelkette.....        | 34        |
| 2.2.5 <i>Yersinia enterocolitica</i> .....                                | 36        |
| 2.2.5.1 Die Spezies <i>Yersinia enterocolitica</i> .....                  | 36        |
| 2.2.5.2 <i>Yersinia enterocolitica</i> beim Menschen.....                 | 37        |
| 2.2.5.3 <i>Yersinia enterocolitica</i> bei Tieren.....                    | 38        |
| 2.2.5.4 <i>Yersinia enterocolitica</i> in der Schaflebensmittelkette..... | 38        |
| 2.2.6 <i>Salmonella</i> .....                                             | 39        |
| 2.2.6.1 Genus <i>Salmonella</i> .....                                     | 39        |
| 2.2.6.2 Salmonellen beim Menschen.....                                    | 39        |
| 2.2.6.3 Salmonellen bei Tieren.....                                       | 40        |
| 2.2.6.4 Salmonellen in der Schaflebensmittelkette.....                    | 42        |
| <b>3 Eigene Untersuchungen</b> .....                                      | <b>45</b> |
| <b>3.1 Schlachtbetrieb und Gewinnungstechnologie</b> .....                | <b>45</b> |
| <b>3.2 Material</b> .....                                                 | <b>45</b> |
| <b>3.3 Technik der Probenahme</b> .....                                   | <b>46</b> |
| 3.3.1 Stanzen.....                                                        | 46        |
| 3.3.2 Tupfer.....                                                         | 46        |

|            |                                                                                           |            |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3.3      | Die Ausfahrten .....                                                                      | 46         |
| <b>3.4</b> | <b>Probentransport und Lagerung .....</b>                                                 | <b>53</b>  |
| <b>3.5</b> | <b>Methodik .....</b>                                                                     | <b>53</b>  |
| 3.5.1      | Vorbereitung der Proben .....                                                             | 53         |
| 3.5.2      | Quantitative Verfahren .....                                                              | 53         |
| 3.5.2.1    | Bestimmen der aeroben Gesamtkeimzahl (GKZ) .....                                          | 53         |
| 3.5.2.2    | Enterobacteriaceae (Eb) .....                                                             | 54         |
| 3.5.3      | Qualitative Verfahren .....                                                               | 55         |
| 3.5.3.1    | Untersuchung auf thermophile <i>Campylobacter</i> .....                                   | 55         |
| 3.5.3.2    | Untersuchung auf <i>Listeria</i> .....                                                    | 65         |
| 3.5.3.3    | Untersuchung auf <i>Escherichia coli</i> .....                                            | 69         |
| 3.5.3.4    | Untersuchung auf <i>Yersinia enterocolitica</i> .....                                     | 71         |
| 3.5.3.5    | Untersuchung auf Salmonellen .....                                                        | 75         |
| 3.5.3.6    | Kältekonservierung der Isolate .....                                                      | 77         |
| 3.5.3.7    | Statistische Auswertung .....                                                             | 77         |
| <b>4</b>   | <b>Ergebnisse .....</b>                                                                   | <b>80</b>  |
| <b>4.1</b> | <b>Quantitative Werte .....</b>                                                           | <b>80</b>  |
| 4.1.1      | Aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ) .....                                                         | 81         |
| 4.1.1.1    | Ausfahrten- und Probenahmestelle am Tierkörper .....                                      | 81         |
| 4.1.1.2    | Prozesspositionen und Tierkörperstelle .....                                              | 84         |
|            | Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) .....                                               | 90         |
|            | Zweifaktorielle Varianzanalyse .....                                                      | 93         |
| 4.1.2      | Enterobacteriaceae (Eb) .....                                                             | 95         |
| 4.1.2.1    | Ausfahrten- und Probenahmestelle am Tierkörper .....                                      | 95         |
| 4.1.2.2    | Prozessposition und Tierkörperstelle .....                                                | 99         |
|            | Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) .....                                               | 104        |
|            | Zweifaktorielle Varianzanalyse .....                                                      | 107        |
| <b>4.2</b> | <b>Qualitative Ergebnisse (Untersuchungen auf Zoonoseerreger) .....</b>                   | <b>110</b> |
| 4.2.1      | Ergebnisse der Untersuchungen auf <i>Campylobacter</i> .....                              | 110        |
| 4.2.1.1    | Konventionelle mikrobiologische Untersuchungen .....                                      | 110        |
| 4.2.1.2    | Identifizierung von <i>Campylobacter</i> mittels molekularbiologischer<br>Verfahren ..... | 112        |
|            | <i>Campylobacter</i> -Genus-Identifizierung .....                                         | 112        |
|            | Speziesdifferenzierung .....                                                              | 112        |
| 4.2.2      | Ergebnisse der Untersuchungen auf <i>Listeria</i> .....                                   | 118        |
| 4.2.2.1    | Identifizierung des Genus <i>Listeria</i> .....                                           | 118        |
| 4.2.2.2    | Speziesdifferenzierung .....                                                              | 119        |
| 4.2.3      | Ergebnisse der Untersuchungen auf <i>E.coli</i> .....                                     | 120        |
| 4.2.3.1    | Konventionelle mikrobiologische Untersuchung .....                                        | 120        |
| 4.2.3.2    | Differenzierung der Isolate mittels PCR .....                                             | 121        |
| 4.2.4      | Ergebnisse der Untersuchungen auf <i>Yersinia</i> .....                                   | 122        |
| 4.2.5      | Ergebnisse der Untersuchungen auf <i>Salmonella</i> .....                                 | 123        |
| <b>5</b>   | <b>Diskussion .....</b>                                                                   | <b>124</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Der Schlachtbetrieb .....</b>                                                          | <b>124</b> |
| 5.1.1      | Technologie und Hygiene .....                                                             | 124        |
| <b>5.2</b> | <b>Bedeutung der GKZ und der Enterobacteriaceae .....</b>                                 | <b>125</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Bedeutung der untersuchten Zoonoseerreger .....</b>                                    | <b>126</b> |
| 5.3.1      | Thermophile <i>Campylobacter</i> .....                                                    | 126        |

|            |                                                                                                             |               |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 5.3.2      | <i>Listeria</i> .....                                                                                       | 126           |
| 5.3.3      | <i>Escherichia coli</i> .....                                                                               | 126           |
| 5.3.4      | <i>Yersinia enterocolitica</i> .....                                                                        | 127           |
| 5.3.5      | <i>Salmonella</i> .....                                                                                     | 127           |
| <b>5.4</b> | <b>Beprobung und Nachweistechiken</b> .....                                                                 | <b>128</b>    |
| 5.4.1      | Das Probenmaterial .....                                                                                    | 128           |
| 5.4.1.1    | In den Beständen .....                                                                                      | 128           |
| 5.4.1.2    | Im Schlachtbetrieb .....                                                                                    | 128           |
| 5.4.2      | Kühlung des Probenmaterials .....                                                                           | 129           |
| 5.4.3      | Die Beprobungstechnik .....                                                                                 | 130           |
| 5.4.3.1    | Nachweis thermophiler <i>Campylobacter</i> .....                                                            | 130           |
| 5.4.3.2    | Nachweis von <i>Listeria</i> .....                                                                          | 132           |
| 5.4.3.3    | Nachweis von <i>E.coli</i> .....                                                                            | 133           |
| 5.4.3.4    | Nachweis von <i>Yersinia enterocolitica</i> .....                                                           | 133           |
| 5.4.3.5    | Nachweis von <i>Salmonella</i> .....                                                                        | 134           |
| <b>5.5</b> | <b>Die Ergebnisse</b> .....                                                                                 | <b>134</b>    |
| 5.5.1      | Quantitative Analysen .....                                                                                 | 134           |
| 5.5.1.1    | Aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ) .....                                                                           | 134           |
| 5.5.1.2    | Enterobacteriaceae .....                                                                                    | 137           |
| 5.5.1.3    | <i>Escherichia coli</i> .....                                                                               | 140           |
| 5.5.2      | Qualitative Analysen .....                                                                                  | 142           |
| 5.5.2.1    | Thermophile <i>Campylobacter</i> .....                                                                      | 142           |
| 5.5.2.2    | <i>Listeria</i> .....                                                                                       | 148           |
| 5.5.2.3    | <i>Escherichia coli</i> .....                                                                               | 149           |
| 5.5.2.4    | <i>Yersinia enterocolitica</i> .....                                                                        | 150           |
| 5.5.2.5    | <i>Salmonella</i> .....                                                                                     | 150           |
| <b>6</b>   | <b>Zusammenfassung</b> .....                                                                                | <b>152</b>    |
| <b>7</b>   | <b>Summary</b> .....                                                                                        | <b>154</b>    |
| <b>8</b>   | <b>Literaturverzeichnis</b> .....                                                                           | <b>XIII</b>   |
| <b>9</b>   | <b>Anhang</b> .....                                                                                         | <b>XXXVII</b> |
| 9.1        | Fleischgewinnungsablauf im Schafschlachtbetrieb .....                                                       | XXXVII        |
| 9.2        | Fließschemata der Untersuchungen .....                                                                      | XXXVIII       |
| 9.2.1      | Fließschema zum Nachweis von thermotoleranten <i>Campylobacter</i> -Species<br>(DIN ISO 10272-1:2004) ..... | XXXVIII       |
| 9.2.2      | Fließschema zum Nachweis von <i>Listeria</i> (§ 64 LFGB; ISO 11290: 1995) .....                             | XXXIX         |
| 9.2.3      | Fließschema zum Nachweis von <i>E.coli</i> (DIN ISO 16654) .....                                            | XL            |
| 9.2.4      | Fließschema zum Nachweis von <i>Yersinia enterocolitica</i><br>(ISO/DIN 10273: 2003) .....                  | XLI           |
| 9.2.5      | Fließschema zum Nachweis von <i>Salmonella</i> (§ 64 LFGB; ISO 6579: 2002) .....                            | XLII          |