

KAI JENDRETZKE

UNTERSUCHUNGEN ZU LAKTOSEGEHALT, SOMATISCHER
ZELLZAHL UND BAKTERIOLOGISCHER BESCHAFFENHEIT
VON ZIEGENMILCH AUS HESSISCHEN BESTÄNDEN



INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades beim
Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2009

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2009

© 2009 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

AUS DEM INSTITUT FÜR TIERÄRZTLICHE NAHRUNGSMITTELKUNDE
DER JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIEßEN
PROFESSUR FÜR MILCHWISSENSCHAFTEN

BETREUER: PROF. DR. DR. HABIL. E. USLEBER

**Untersuchungen zu Laktosegehalt, somatischer
Zellzahl und bakteriologischer Beschaffenheit
von Ziegenmilch aus hessischen Beständen**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades beim
Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität-Gießen

eingereicht von

KAI JENDRETZKE
Tierarzt aus Wiesbaden (Hessen)

Gießen 2009

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

DEKAN: Prof. Dr. Dr. habil. Georg Baljer

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. habil. Ewald Usleber

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Christoph Lämmler

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Mai 2009

Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Kai Jendretzke

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Einleitung	1
2	Schrifttum	2
2.1	Allgemeines	2
2.2	Wirtschaftliche Bedeutung von Ziegenmilch	2
2.2.1	Leistungsmerkmale von Ziegen	4
2.2.2	Vermarktung von Ziegenmilch und daraus hergestellte Erzeugnisse	5
2.3	Zytologische und bakteriologische Qualität von Ziegenmilch	6
2.3.1	Gesetzliche Anforderungen an Ziegenmilch	6
2.3.2	Besonderheiten bei der Ziegenhaltung und Gewinnung von Ziegenmilch	8
2.3.3	Zytologische Beschaffenheit von Ziegenmilch	8
2.3.3.1	Bedeutung der Zellzahl	8
2.3.3.2	Unterschiede bezüglich der somatischen Zellzahl bei Ziegenmilch und Kuhmilch	9
2.3.3.3	Einflussfaktoren auf die somatische Zellzahl	10
2.3.3.4	Somatische Zellen und zytoplasmatische Partikel	11
2.3.3.5	Zellzahlbestimmung und Bestimmung der zytoplasmatischen Partikel in Ziegenmilch	13
2.3.3.6	Literaturangaben zur somatischen Zellzahl in Ziegenmilch	16
2.3.3.6.1	Tankmilch	21
2.3.4	Bakteriologische Beschaffenheit von Ziegenmilch	22
2.3.4.1	Allgemeines	22
2.3.4.2	Hygiene der Ziegenmilchgewinnung	22
2.3.4.2.1	Einfluss der Melkhygiene	22
2.3.4.2.2	Anforderungen an die Qualität von Ziegenmilch und an die Melkhygiene	23
2.3.4.2.3	Literaturangaben zum Hygienestatus von Rohmilch von Ziegen	23
2.3.4.3	Eutergesundheit und Mastitis	25
2.3.4.3.1	Entstehung und Einteilung von Mastitiden	25
2.3.4.3.2	Häufig nachgewiesene bakterielle Mastitiserreger in Ziegenmilch	27

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
2.3.4.3.3	Bakteriologische Untersuchung von Ziegenmilch	29
2.3.4.3.4	Literaturangaben zur bakteriologischen Beschaffenheit von Ziegenmilch	30
2.3.4.3.5	Kombinierte Auswertung von bakteriologischen und zytologischen Untersuchungsmethoden	32
2.4	Laktose	36
2.4.1	Allgemeines	36
2.4.2	Aufbau und Struktur der Laktose	37
2.4.3	Synthese der Laktose	37
2.4.4	Veränderungen des Laktosegehalts bei Sekretionsstörungen	38
2.4.5	Literaturangaben zum Laktosegehalt	38
3	Eigene Untersuchungen	40
3.1	Material	40
3.1.1	Chemikalien	40
3.1.2	Nährmedien und Differenzierungsmedien	40
3.1.3	Verbrauchsmaterialien	41
3.1.4	Geräte und Zubehör	42
3.2	Methoden	43
3.2.1	Probenmaterial	43
3.2.2	California Mastitis Test	45
3.2.3	Mikroskopische Bestimmung der somatischen Zellzahl	46
3.2.4	Bakteriologische Untersuchung der Milchproben	47
3.2.5	Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl	47
3.2.6	Quantitative Laktosebestimmung (enzymatisches Verfahren)	48
3.3	Ergebnisse	52
3.3.1	Untersuchungen des Zellgehaltes	52
3.3.1.1	Bewertung der eingesetzten Untersuchungsverfahren	52
3.3.1.2	Semiquantitative Beurteilung der Zellzahl in Hälftengemelksproben in Ziegenmilch mittels CMT	52
3.3.1.3	Quantitative mikroskopische Zellzahlbestimmung	56

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
3.3.2	Beurteilung der Melkhygiene und hygienische Beschaffenheit der Ziegenmilch	71
3.3.3	Bakteriologische Untersuchung von Hälftegemelksproben	73
3.3.4	Enzymatischer Nachweis von Laktose in Ziegenmilch	81
3.3.4.1	Bewertung des eingesetzten Untersuchungsverfahrens	81
3.3.4.2	Quantitative Laktosebestimmung in Ziegenmilch	81
4	Diskussion	96
4.1	Zytologische Untersuchungen von Ziegenmilch	96
4.1.1	California Mastitis Test (CMT)	96
4.1.2	Quantitative mikroskopische Zellzahlbestimmung	97
4.2	Bakteriologische Beschaffenheit	99
4.2.1	Mikrobiologische Eutergesundheit	100
4.2.2	Kombinierte Auswertungen	101
4.3	Laktose	102
4.4	Schlussfolgerungen	103
5	Zusammenfassung	105
6	Summary	108
7	Literaturangaben	111

Abbildungsverzeichnis

	Seite
<u>Abb. 1</u> Entwicklung des Schaf- und Ziegenbestandes in der Europäischen Union (EU) (nach DOPPELBAUER, 2002)	3
<u>Abb. 2</u> Verteilung des Ziegenbestandes (n = 12,16 Millionen Tiere) in der Europäischen Union (EU-15) im Jahr 2001 (nach DOPPELBAUER, 2002)	4
<u>Abb. 3</u> Chemische Struktur der Laktose	37
<u>Abb. 4</u> Relative Häufigkeit von CMT-Bewertungen (0 = negativ, 1 = einfach positiv, 2 = zweifach positiv, 3 = dreifach positiv) für Hälftengemelke von Ziegen in der Früh- (n = 631) und Spätlaktation (n = 214)	53
<u>Abb. 5</u> Vergleichende Darstellung der für verschiedene CMT-Ergebnisse ermittelte Medianwerte der absoluten Zellgehalte in Hälftengemelksproben bei Ziegen in der Früh- (n = 430) bzw. Spätlaktation (n = 214)	55
<u>Abb. 6</u> Vergleichende Darstellung der für verschiedene CMT-Ergebnisse ermittelten Medianwerte der Laktosekonzentration in Hälftengemelksproben bei Ziegen in der Früh- bzw. Spätlaktation	55
<u>Abb. 7</u> Mikroskopische Zellzahlbestimmung in Ziegenmilch. Präparat einer Probe mit einem Zellgehalt von $4,0 \times 10^5$ Zellen/ml (1000fache Vergrößerung; die Abbildung entspricht in der Breite ca. 0,12 mm und in der Länge ca. 0,16 mm)	56
<u>Abb. 8</u> Mikroskopische Zellzahlbestimmung in Ziegenmilch. Präparat einer Probe mit einem Zellgehalt von $2,5 \times 10^6$ Zellen/ml (1000fache Vergrößerung; die Abbildung entspricht in der Breite ca. 0,12 mm und in der Länge ca. 0,16 mm)	57
<u>Abb. 9</u> Mikroskopische Zellzahlbestimmung in Ziegenmilch. Präparat einer Probe mit einem Zellgehalt von $7,0 \times 10^6$ Zellen/ml (1000fache Vergrößerung; die Abbildung entspricht in der Breite ca. 0,12 mm und in der Länge ca. 0,16 mm)	57

Abbildungsverzeichnis

	Seite
<u>Abb. 10</u> Mikroskopische Zellzahlbestimmung in Ziegenmilch. Präparat einer Probe mit einem Zellgehalt von $> 1,0 \times 10^7$ Zellen/ml (1000fache Vergrößerung; die Abbildung entspricht in der Breite ca. 0,12 mm und in der Länge ca. 0,16 mm)	58
<u>Abb. 11</u> Relative Häufigkeit von Häftengemelksproben von Ziegen mit Zellzahlen von unter bzw. über 1 Millionen Zellen/ml in der Früh- bzw. Spätlaktation	59
<u>Abb. 12</u> Verteilung der Messwerte für den somatischen Zellgehalt bei Häftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation. Die Proben wurden nach dem Zellgehalt aufsteigend sortiert.	60
<u>Abb. 13</u> Verteilung der Messwerte für den somatischen Zellgehalt bei Häftengemelksproben in der Spätlaktation. Die Proben wurden nach dem Zellgehalt aufsteigend sortiert.	60
<u>Abb. 14</u> Verteilung der Messwerte für den somatischen Zellgehalt bei Häftengemelksproben in der Früh- und Spätlaktation. Die Proben wurden nach dem Zellgehalt aufsteigend sortiert.	61
<u>Abb. 15</u> Darstellung der relativen Häufigkeit der einzelnen Zellzahlklassen in Häftengemelksproben (Pool aller Werte)	62
<u>Abb. 16</u> Relative Häufigkeit der Zellgehaltsweite, differenziert nach Früh- bzw. Spätlaktation	62
<u>Abb. 17</u> Relative Häufigkeit der Zellgehaltsweite Pool aller Werte der Früh- und Spätlaktation	63
<u>Abb. 18</u> Vergleichende Darstellung des Zellgehalts bei Ziegen verschiedener Altersklassen in Häftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation	70

- Abb. 19 Relative Häufigkeit von Bakteriennachweis in Hälftengemelksproben in Ziegenmilch. Koagulase-negative Staphylokokken (KNS) wurden in 170 Proben (Frühlaktation) bzw. 65 Proben (Spätlaktation) nachgewiesen. Die entsprechenden Werte lagen für *S. aureus* bei 27 Proben (Frühlaktation) bzw. 2 Proben (Spätlaktation). Äsculin-positive Streptokokken (ÄPS) wurden in 8 Proben (Frühlaktation) bzw. 6 Proben (Spätlaktation) nachgewiesen. Bei dem Befund ÄPS konnte in sechs Fällen eine weiterführende Bakteriendifferenzierung zu *Str. uberis* erfolgen. Andere positive Proben (*E. coli*, Enterokokken, Coliforme, *Corynebakterien* und *Kleb. Pneumoniae*) wurden in 7 Proben (Frühlaktation) bzw. 3 Proben (Spätlaktation) nachgewiesen. 74
- Abb. 20 Zellzahl in Hälftengemelksproben in Ziegenmilch bei negativem (n = 355) bzw. positivem (n = 192) bakteriologischen Befund in der Früh- und Spätlaktation 77
- Abb. 21 Vergleichende Darstellung der Mittelwerte der Laktosekonzentration zur Milchgewinnung genutzter Ziegenrassen in der Frühlaktation (n = 240) und Spätlaktation (n = 264) (BDE = Bunte Deutsche Edelziege, WDE = Weiße Deutsche Edelziege, THW = Thüringer Waldziege, TW = Toggenburger Waldziege, SCHS = Schweizer Saanenziege, MIX = Kreuzungsrassen) 83
- Abb. 22 Vergleich der Zellzahl mit der Laktosekonzentration in Hälftengemelksproben in der Frühlaktation 88
- Abb. 23 Vergleich der Zellzahl mit der Laktosekonzentration in Hälftengemelksproben in der Spätlaktation 89
- Abb. 24 Vergleich der Zellzahl mit der Laktosekonzentration in Hälftengemelksproben in der Früh- und Spätlaktation (gepoolte Werte) 89

Abbildungsverzeichnis

	Seite
<u>Abb. 25</u> Vergleichende Darstellung unterschiedlicher Altersklassen mit Bezug auf die Mediane der Laktosekonzentration in Hälftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation	93

Tabellenverzeichnis

	Seite
<u>Tab. 1</u> Vergleich der Laktationsdauer und Milchleistung verschiedener Tierarten (nach ENGELHARDT et al., 2000)	5
<u>Tab. 2</u> Zusammenstellung verschiedener Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Zellzahl (nach KIELWEIN (1994) bzw. WENDT et al. (1994))	14
<u>Tab. 3</u> Zellzahlschätzung in Ziegenmilch mit Beurteilungskriterien für den CMT (nach ESCOBAR, 1999)	15
<u>Tab. 4</u> Zusammenstellung von Literaturangaben zur prozentualen Verteilung der Zellzahlbereiche in Ziegenmilch mittels CMT-Test	16
<u>Tab. 5</u> Zusammenstellung von Literaturangaben zur somatischen Zellzahl in Ziegenmilch	19
<u>Tab. 6</u> Zusammenstellung von Literaturangaben zur prozentualen Verteilung von Zellgehalten in Ziegenmilch unterschiedlicher Zellzahlklassen	20
<u>Tab. 7</u> Zusammenstellung von Literaturangaben zur prozentualen Verteilung von Zellgehalten in Ziegenmilch unterschiedlicher Zellzahlklassen	20
<u>Tab. 8</u> Literaturangaben zu CMT-Werten und dazugehöriger Zellzahlen	21
<u>Tab. 9</u> Die ermittelten CMT-Ergebnisse mit den dazugehörigen Median-Werten der Zellzahlen ($\times 10^5$ Zellen/ml) verschiedener Autoren	21
<u>Tab. 10</u> Untersuchungen zur prozentualen Verteilung der Keimbelastung (aerobe mesophile Keimzahl) in Ziegenmilch in Einzelproben	24
<u>Tab. 11</u> Literaturangaben zur Keimbelastung in Ziegenmilch (aerobe mesophile Keimzahl)	24
<u>Tab. 12</u> Wichtige Ursachen von Mastitiden bei Kühen (nach WENDT et al., 1994)	26

Tabellenverzeichnis

	Seite
<u>Tab. 13</u> Literaturangaben zur relativen Häufigkeit (in %) verschiedener Mikroorganismen (Mastitiserregern) in Milch von Ziegen mit bakteriologisch positivem Befund in der Milch (subklinische Mastitis)	32
<u>Tab. 14</u> Vergleich der klinischen Untersuchung mit den Ergebnissen des CMT bei 379 Ziegen aus 15 Betrieben Niederösterreichs (nach PERNTHANER et al., 1991)	33
<u>Tab. 15</u> Zusammenstellung von Literaturangaben zu durchschnittlichen Zellzahlwerten in Euterhälften von Ziegen bei vorliegendem bakteriologischen Befund	34
<u>Tab. 16</u> Prozentuale Verteilung der somatischen Zellzahlen (Bestimmung mittels Fossomatic) in infizierten und nichtinfizierten Milchproben (nach HUNTER, 1984)	35
<u>Tab. 17</u> Literaturangaben zur durchschnittlichen Zellzahl ($\times 10^5$ Zellen/ml) in infizierten und nichtinfizierten Milchproben von Ziegen	35
<u>Tab. 18</u> Literaturangaben zur Milchzusammensetzung (Anteile in %) verschiedener Säugetierarten (nach KIELWEIN, 1994)	36
<u>Tab. 19</u> Zusammenstellung von Literaturangaben zur Laktosekonzentration (in %) in Ziegenmilch	39
<u>Tab. 20</u> Angaben zu den in die Untersuchung einbezogenen Betriebe	44
<u>Tab. 21</u> Quantitative Zellzahlwerte ($\times 10^5$ Zellen/ml) für Früh- (n = 430) und Spätlaktation (n = 108) im Vergleich zum semiquantitativen CMT-Ergebnis	54
<u>Tab. 22</u> Zellgehalte in Häuftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation	59

Tabellenverzeichnis

	Seite
<u>Tab. 23</u> Differenzierte Darstellung der Zellgehaltswerte in Hälftengemelken für verschiedene Ziegenrassen	65
<u>Tab. 24</u> Differenzierte Darstellung der Zellgehaltswerte in Hälftengemelksproben in der Früh- und Spätlaktation (Pool aller Werte) für verschiedene Ziegenrassen	66
<u>Tab. 25</u> Vergleich der Zellzahlergebnisse in Hälftengemelksproben der Früh- bzw. Spätlaktation für verschiedene Bestände	67
<u>Tab. 26</u> Somatische Zellzahl bei Hälftengemelksproben in Abhängigkeit vom Bestand (Früh- und Spätlaktation gepoolt)	68
<u>Tab. 27</u> Einfluss des Alters (in Jahren) der Ziegen auf die Zellzahl ($\times 10^5$ Zellen/ml) in Hälftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation	69
<u>Tab. 28</u> Einfluss des Alters (in Jahren) der Ziegen auf die Zellzahl ($\times 10^5$ Zellen/ml) in Hälftengemelksproben (Früh- und Spätlaktation gepoolt)	70
<u>Tab. 29</u> Betriebliche Auswertung der Keimzahl ($\times 10^4$ KbE/ml) in Sammelmilchproben	71
<u>Tab. 30</u> Keimzahlbestimmung ($\times 10^4$ KbE/ml) in Ziegenmilch von Hälftengemelksuntersuchungen zufällig ausgewählter Tiere aller Betriebe in der Früh- und Spätlaktation. Bei größeren Betrieben wurden bis zu 7 Tiere beprobt, bei kleineren Betrieben nur 1-2 Tiere.	72
<u>Tab. 31</u> Auswertung des CMT-Ergebnis in Verbindung mit dem Bakteriennachweis in der Frühlaktation (n = 631) (in %)	75
<u>Tab. 32</u> Auswertung des CMT-Ergebnis in Verbindung mit dem Bakteriennachweis in der Spätlaktation (n = 214) (in %)	75

Tabellenverzeichnis

	Seite
<u>Tab. 33</u> Vergleichende Darstellung eines bakteriologisch negativen bzw. positiven Befundes mit der Zellzahl ($\times 10^5$ Zellen/ml) bei Hälftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation	76
<u>Tab. 34</u> Durchschnittliche Zellzahlen ($\times 10^5$ Zellen/ml) in infizierten und nichtinfizierten Hälftengemelksproben in der Früh- und Spätlaktation	78
<u>Tab. 35</u> Durchschnittliche Zellzahlen ($\times 10^5$ Zellen/ml) in infizierten und nichtinfizierten Hälftengemelksproben in der Früh- und Spätlaktation gepoolt	79
<u>Tab. 36</u> Verteilung von infizierten und nichtinfizierten Ziegenhälftengemelksproben der Früh- und Spätlaktation (n = 431) in verschiedenen Zellklassen (in %)	80
<u>Tab. 37</u> Verteilung von infizierten und nichtinfizierten Ziegenhälftengemelksproben der Spätlaktation (n = 118) in verschiedenen Zellklassen (in %)	80
<u>Tab. 38</u> Verteilung von infizierten und nichtinfizierten Ziegenhälftengemelksproben der Früh- und Spätlaktation (gepoolte Werte) (n = 549) in verschiedenen Zellklassen (in %)	81
<u>Tab. 39</u> Laktosekonzentration (in %) in Ziegenmilch (komplettes Euter) in der Früh- bzw. Spätlaktation	82
<u>Tab. 40</u> Vergleichende Darstellung der Laktosekonzentration (in %) in der Früh- und Spätlaktation in Ziegenmilch bei unterschiedlichen Rassen	84
<u>Tab. 41</u> Betriebliche Auswertung der Laktosekonzentration (in %) in Ziegenmilch in der Früh- und Spätlaktation	85
<u>Tab. 42</u> Betriebliche Auswertung der Laktosekonzentration (in %) in Ziegenmilch in der Spätlaktation	86

Tabellenverzeichnis

	Seite
<u>Tab. 43</u> Betriebliche Auswertung der Laktosekonzentration (in %) in Ziegenmilch in der Früh- und Spätlaktation (gepoolte Werte)	87
<u>Tab. 44</u> Auswertung von Ergebnissen von 100 Häuftengemelksproben mit niedrigen Zellzahlen ($\times 10^5$ Zellen/ml) bezüglich der Laktosekonzentration (in %), jeweils Früh- und Spätlaktation	90
<u>Tab. 45</u> Auswertung von Ergebnissen von 100 Häuftengemelksproben mit hohen Zellzahlen ($\times 10^5$ Zellen/ml) bezüglich der Laktosekonzentration (in %), jeweils Früh- und Spätlaktation	90
<u>Tab. 46</u> Vergleichende Darstellung der Laktosekonzentration (in %) in Bezug zur Zellzahl ($\times 10^5$ Zellen/ml) der Häuftengemelksproben mit besonderem Augenmerk auf die Zellzahlklassen ($\times 10^5$ Zellen/ml)	92
<u>Tab. 47</u> Einfluss des Alters (in Jahren) auf die Laktosekonzentration (in %) in Häuftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation	94
<u>Tab. 48</u> Einfluss des Alters (in Jahren) auf die Laktosekonzentration (in %) in Häuftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation	95

1. Einleitung

Ziegenmilch und Erzeugnisse aus Ziegenmilch weisen in den letzten Jahren in Deutschland eine steigende Verbreitung und zunehmende Beliebtheit beim Verbraucher auf, vor allem in Hinblick darauf, dass sie eine Alternative zur Kuhmilch darstellen (KENGETER, 2003). Immer häufiger werden in spezialisierten Betrieben größere Ziegenherden zur Milchproduktion für Molkereien oder zur Direktvermarktung von Milchprodukten gehalten (GALL, 2001). Die steigende Nachfrage begründet sich im Wesentlichen auf zwei Faktoren: zum einen haben Milcherzeugnisse von der Ziege ein positives Image als gesunde und naturbelassene Lebensmittel bzw. als Delikatesse, zum anderen ist die hohe Nachfrage im steigenden Bevölkerungsanteil von Personen aus süd- und osteuropäischen Ländern in der Bevölkerung begründet (SAMBRAUS, 1996; SCHWOPE et al., 1995; KENGETER, 2003; MARK et al., 2002).

Der überwiegende Teil der auf dem deutschen Markt befindlichen Erzeugnisse aus Ziegenmilch stammt aus anderen europäischen Ländern. Die Ziegenhaltung und Milchproduktion der knapp 100 Betriebe in Hessen spielt wirtschaftlich gesehen nur eine geringe Rolle. Allerdings ist hier der hohe Anteil der direktvermarktenden Betriebe aus lebensmittelhygienischer Sicht relevant.

Ziel dieser Arbeit war es, eine Untersuchung von Ziegenmilch durchzuführen, zur Ermittlung des Status Quo einiger wichtiger Parameter auf Einzeltier- und Bestandsebene.

Hierzu wurden im Zeitraum von August 2001 bis Mai 2002 in 13 mittel- und nordhessischen Ziegenbeständen Einzel- und Sammelmilchproben genommen. Die Ziegenmilchproben aus der Früh- und Spätlaktation wurden bakteriologisch und zytologisch untersucht sowie der Laktosegehalt bestimmt. Die Untersuchungen erfolgten auf Einzeltier- und Bestandsebene.

2 Schrifttum

2.1 Allgemeines

Die Ziege, ein Vertreter der kleinen Wiederkäuer, gehört zu den Haustierrassen, die schon sehr früh domestiziert wurden. Ziegen sind Herdentiere, mit hoher Bewegungsaktivität und innerhalb einer Herde mit einer streng hierarchischen Rangordnung. Vergleichend mit anderen Nutztieren hat die Ziege nur geringe Ansprüche an Futter und Stallraum. Sie kommt bis auf polnahe Gebiete weltweit vor und man findet sie häufig in semi-ariden und ariden Zonen und in Ländern, in denen bestimmte Tierarten (Rind, Schwein) nicht getötet bzw. nicht verzehrt werden dürfen.

Aus den wenigen Wildziegenarten bzw. -rassen, von denen unsere Hausziegen abstammen, hat sich eine große Anzahl von Rassen mit unterschiedlichen Form- und Leistungsmerkmalen entwickelt.

Ziegen werden wegen ihrer Milch, als Fleischlieferant, wegen der Häute, manche Rassen auch wegen ihrer Wolle gehalten (SAMBRAUS, 1996; DOPPELBAUER, 2002; HZZV, 2002; CONSTANTIN, 2002).

Ziegenmilch ist ein wertvolles, gesundes und leicht verdauliches Nahrungsmittel. Sie hat einen typischen, leicht süßlichen Geschmack und ist im frischen Zustand von der Kuhmilch kaum zu unterscheiden. Ist sie älter, kann ein typischer Geschmack auftreten (HZZV 2002).

2.2 Wirtschaftliche Bedeutung von Ziegenmilch

Die Gesamtzahl der weltweit gehaltenen Ziegen wird auf ca. 746 Millionen Ziegen geschätzt, wobei mehr als 90 % der Tiere in weniger entwickelten Ländern gehalten werden (SAMBRAUS, 1996; DOPPELBAUER, 2002). Etwa die Hälfte der Ziegenmilchproduktion der Welt entfällt auf Asien und ein Viertel auf Afrika (KIELWEIN, 1994).

Im Jahr 2001 betrug der Ziegenbestand in der Europäischen Union (EU) rund 12,2 Millionen Tiere, er ist damit in den Jahren von 1996 bis 2001 um rund 2 % gestiegen. Allerdings ging im gleichen Zeitraum der Ziegenbestand in Italien und Griechenland um ca. 5 % zurück.

Steigerungen von mehr als 100 % wurden in Belgien und den Niederlanden verzeichnet. Vor allem in Spanien erfolgte mit rund 280.000 Tieren die höchste Zunahme in absoluten Zahlen, gefolgt von Frankreich (128.000 Tiere), den Niederlanden (122.000 Tiere) und Deutschland (55.000 Tiere). In Abbildung 1 ist die Entwicklung des Ziegenbestandes in der Europäischen Union-15 (EU-15) und in Abbildung 2 die Verteilung des Ziegenbestandes in der Europäischen Union im Jahr 2001 dargestellt (DOPPELBAUER, 2002).

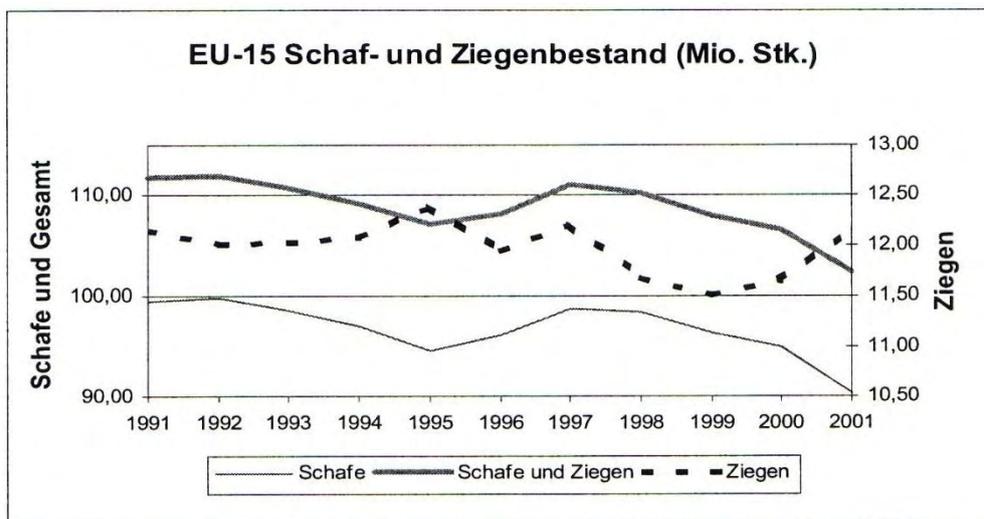


Abbildung 1: Entwicklung des Schaf- und Ziegenbestandes in der Europäischen Union (EU) (nach DOPPELBAUER, 2002)

Nach Angaben von HESSE et al. (2002) werden in Griechenland 5,9 Millionen, in Spanien 2,5 Millionen, in Italien 1,4 Millionen, in Frankreich 1,1 Millionen, in Portugal 0,8 Millionen und in den Niederlanden 0,13 Millionen Ziegen gehalten (die Zahlen gelten für das Jahr 1998).

In Deutschland werden überwiegend vier Milchziegenrassen gehalten: die Weiße Deutsche Edelziege, die Bunte Deutsche Edelziege, die Toggenburger Ziege und die Thüringer Waldziege. Ein weiterer Teil entfällt auf Kreuzungen. Neuerdings trifft man auch die Schweizer Saanenziege an. Mit Anteilen von 60 % bzw. 35 % sind die Bunte Deutsche Edelziege und die Weiße Deutsche Edelziege am stärksten vertreten (SAMBRAUS, 1996).

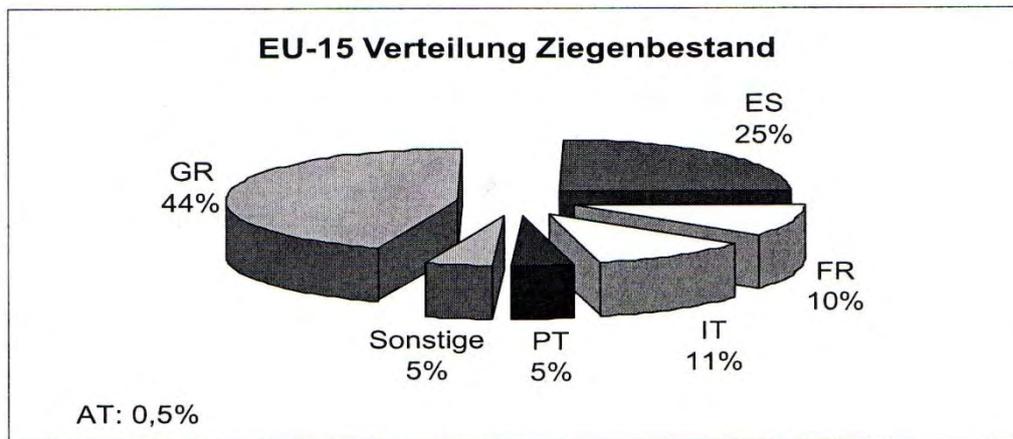


Abbildung 2: Verteilung des Ziegenbestandes (n = 12,16 Millionen Tiere) in der Europäischen Union (EU-15) im Jahr 2001 (nach DOPPELBAUER, 2002)

Nach Angaben des Bundesverbandes Deutscher Ziegenzüchter (BDZ, 2001) werden heute in Deutschland ca. 15.000 Ziegenzüchter und –halter mit etwa 125.000 Ziegen verzeichnet. 1998 wurden nach einer AGÖL-Zählung rund 9.000 Ziegen auf ökologischen Betrieben mit Verbrauchszugehörigkeit gehalten. Weitere 2.000 Ziegen wurden auf Biobetrieben ohne Verbrauchszugehörigkeit vermutet. Mit rund 9 % war der Anteil der ökologischen Ziegenhaltung an der gesamten Ziegenhaltung höher als bei jeder anderen Tierart (HESSE et al., 2002).

Der Hessische Ziegenzuchtverband (HZZV) zählte zum Beginn des Jahres 2002 ca. 130 Mitglieder, davon waren rund 100 Herdbuchzüchter. Insgesamt wurden von den Mitgliedern des HZZVs rund 1300 Ziegen und Böcke gehalten. Davon wurden im Jahre 2001 etwa 800 Ziegen und Ziegenböcke im Herdbuch geführt (HZZV, 2002).

2.2.1 Leistungsmerkmale von Ziegen

Ziegen sind allgemein leicht melkend. Sie können sowohl mit der Hand (Faustmelken) als auch mit einer Maschine gemolken werden, wobei das Melkzeug den anatomischen Gegebenheiten angepasst sein muss. Der Milchentzug erfolgt in der Regel durch zweimaliges Melken pro Tag (WENDT et al., 1994).

Die Milchleistung der Ziege ist je nach Rasse sowie Haltungs- und Fütterungsbedingungen sehr unterschiedlich (KIELWEIN, 1994 und WENDT et al., 1994). Europäische Ziegen können bei guten Fütterungs- und Haltungsbedingungen jährlich etwa 1.000 kg Milch produzieren, während in Afrika und Asien die Milchleistung zwischen 150 und 300 kg pro Jahr liegt. Allerdings ist der Fettgehalt der Milch dieser Ziegen mit etwa 5 % deutlich höher als der europäischer Ziegen mit etwa 3,5 % (KIELWEIN, 1994).

In Tabelle 1 ist die Laktationsdauer und –leistung verschiedener Tierarten dargestellt.

Tabelle 1: Vergleich der Laktationsdauer und Milchleistung verschiedener Tierarten (nach ENGELHARDT et al., 2000)

Tierart	Laktationsdauer (Tage)	Laktationsleistung (Kg)
Rind (Milchrasse)	300	5000 - 12000
Schaf	120 - 200	120 - 1000
Ziege	200 - 250	500 - 1000
Pferd	90 - 120	1500 - 2600

2.2.2 Vermarktung von Ziegenmilch und daraus hergestellte Erzeugnisse

Nach HAENLEIN (2001) besitzt die Ziegenmilchproduktion eine besondere wirtschaftliche Bedeutung für die nationale Ökonomie vieler Länder, insbesondere von Entwicklungsländern. In Afrika und Asien dient die Ziegenmilch als Grundnahrungsmittel und wird überwiegend als frische Milch getrunken (KIELWEIN, 1994).

Nach DOPPELBAUER (2002) erfolgt die Ziegenhaltung in den meisten westlichen Industrieländern vielfach aus Freude am Tier, die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung von Milch und Fleisch ist in dieser Hobbyhaltung „eher sekundär“. Dennoch ist in der EU eine steigende Zahl größerer Herden für die Marktproduktion zu verzeichnen. Die Haltung von Milchziegen wurde insbesondere aufgrund des Verfalls der Auszahlungspreise für Kuhmilch für einige Milcherzeuger interessant, zumal die Vermarktung von Ziegenmilch nicht unter die Milchquotenregelung fällt (DOPPELBAUER, 2002; MARK et al., 2002). Dies trifft zum

einen auf die Mittelmeerländer zu, ganz besonders in Frankreich und Spanien, wo die Ziegenmilch als Rohprodukt für die Herstellung von Ziegenkäse dient (KIELWEIN, 1994). Aber auch in Deutschland und den Niederlanden sind ähnliche Trends zu beobachten.

Nach HESSE et al. (2002) wurden nur 20.000 der in Deutschland gehaltenen Ziegen gemolken, viele davon auf Ökobetrieben. Durch den geringen Umfang der Ziegenmilchproduktion in Deutschland war nach Angaben von KENGETER (2003) auch das Angebot recht begrenzt. In Deutschland bieten nur wenige Molkereien Ziegenmilch und Ziegenmilchprodukte in Reformhäusern und Bioläden an. Somit beschränkt sich das Angebot teilweise auf regionale Produkte von Selbsterzeugern und Selbstvermarktern. Die Produktpalette reicht von frischer Ziegenmilch über Ziegenquark, Ziegenfrischkäse, Ziegenweichkäse, Schnitt- und Hartkäse (KENGETER, 2003). Das im Handel befindliche Sortiment scheint in den letzten Jahren jedoch an Breite und Umfang zuzunehmen. Eine Süddeutsche Molkerei (Andechser Molkerei Scheitz) hat sich sogar komplett auf Ziegenmilch spezialisiert.

2.3 Zytologische und Bakteriologische Qualität von Ziegenmilch

2.3.1 Gesetzliche Anforderungen an Ziegenmilch

Grundsätzlich gelten die Anforderungen der Milchverordnung sinngemäß auch für Ziegenmilch.

Die z. Z. für rohe Ziegenmilch vorgeschriebenen Untersuchungsverfahren wurden bis vor kurzem in Anlage 4 Absatz 3 der Milchverordnung vom 24. April 1995 geregelt. Seit Ende September 2007 wurde mit der Durchführungsverordnung von Vorschriften des gemeinschaftlichen Lebensmittelrechts die Milchverordnung zwar aufgehoben, die neuen Regelungen sind allerdings im Wesentlichen identisch mit den bisherigen Vorschriften.

Die „alte“ Milchverordnung schrieb in Anlage 4 Absatz 3 folgendes vor:

3. Rohe Ziegen- und Schafmilch muss

3.1 zur Herstellung wärmebehandelter Konsumziegenmilch oder –schafmilch oder zur Herstellung wärmebehandelter Erzeugnisse auf Ziegen- und Schafmilchbasis folgende Anforderungen erfüllen:

	bis 31.12.1997	ab 01.01.1998
Keimzahl bei + 30 °C (pro ml)	$\leq 300.000^{(1)}$	$\leq 1.500.000^{(1)}$

⁽¹⁾ Geometrisches Mittel über zwei Monate bei monatlich mindestens zwei Probenahmen.

3.2 zur Herstellung von Rohmilcherzeugnissen folgende Anforderungen erfüllen:

Keimzahl bei + 30 °C (pro ml)	$\leq 1.000.000^{(1)}$	$\leq 500.000^{(1)}$
Staphylococcus aureus	wie bei Kuhmilch ⁽²⁾	n = 5 m = 500 M = 2000 c = 2
Salmonellen in 25 ml	wie bei Kuhmilch ⁽²⁾	n = 5 m = 0 M = 0 c = 0
sonstige Krankheitserreger und deren Toxine	wie bei Kuhmilch	dürfen nicht in Mengen vorhanden sein, die die Gesundheit der Verbraucher gefährden können

⁽¹⁾ Geometrisches Mittel über zwei Monate bei monatlich mindestens zwei Probenahmen.

⁽²⁾ n = Anzahl der Proben

m = Schwellenwert für die Keimzahl; das Ergebnis gilt als ausreichend, wenn die Keimzahl jeder einzelnen Probe den Wert „m“ nicht übersteigt;

M = Höchstwert für die Keimzahl; das Ergebnis gilt als nicht ausreichend, wenn die Keimzahl einer oder mehrerer Proben den Wert „M“ erreicht oder überschreitet;

c = Anzahl der Proben mit einer Keimzahl zwischen „m“ und „M“; das Ergebnis ist akzeptabel, wenn die Keimzahl der übrigen Proben höchstens den Wert „m“ erreicht.

Abschnitt 3.2 ist durch das neue Lebensmittelrecht weitgehend außer Kraft gesetzt worden (VO 852 - 854/2004). Allerdings schreibt auch die VO 854 für Milch anderer Tierarten, die für die Herstellung von Rohmilcherzeugnissen ohne Hitzebehandlung bestimmt sind, weiterhin eine Keimzahl von ≤ 500.000 Keime/ml vor. Zudem war nach deutscher

Interpretation die endgültige Aufhebung der Milchverordnung erst durch die Lebensmittelhygiene-Durchführungsverordnung erfolgt.

Für rohe Ziegenmilch gibt es nach wie vor keine gesetzlichen Anforderungen bezüglich der somatischen Zellzahl.

2.3.2 Besonderheiten bei der Ziegenhaltung und Gewinnung von Ziegenmilch

Ziegen können sowohl im Stall, als auch auf der Weide gehalten werden. Ideal ist die Kombination einer Weide-/Stallhaltung (CONSTANTIN, 2002).

Wie bereits in 2.2.1 erwähnt, sind Ziegen allgemein leicht melkend. Sie können sowohl mit der Hand, als auch mit der Maschine gemolken werden, wobei das Melkzeug den anatomischen Gegebenheiten angepasst ist. Die Zitzen sind konisch, etwa 50 - 80 mm lang, meist schräg nach vorn und teils auch seitlich nach außen gerichtet. Der Abstand zwischen Zitzenspitze und Boden beträgt 20 - 25 cm (WENDT et al., 1994). Insbesondere größere Betriebe, die an Molkereien liefern, wenden heute überwiegend maschinelles Melken an.

2.3.3 Zytologische Beschaffenheit von Ziegenmilch

2.3.3.1 Bedeutung der Zellzahl

Die Zellzahl dient als wesentliches Qualitätskriterium der Kuhmilch, insbesondere wird die somatische Zellzahl als quantitativer Index eines Mastitiszustandes (klinische und subklinische Mastitis) in Kuhmilch akzeptiert (POUTREL und LERONDELLE, 1983; DROKE et al., 1993; ENGELHARDT et al., 2000; HAENLEIN, 2001).

Physiologisch ist ein erhöhter Zellgehalt in der Kolostralmilch. Bei entzündlichen Eutererkrankungen kommt es durch einsetzende, unspezifische Abwehrvorgänge in der Milchdrüse zu einer Erhöhung des Zellgehaltes der Milch. Dabei kann der Milchzellgehalt bei Kühen auf Zellzahlwerte von $2 - 5 \times 10^7$ Zellen/ml ansteigen. Ein erhöhter Zellgehalt wird als wesentliches Merkmal für das Bestehen einer subklinischen Mastitis gewertet (WENDT et al., 1994; ENGELHARDT et al., 2000).

Der Zellzahlgrenzwert stellt somit nach SCHÜPPEL et al. (1999) einen wesentlichen Faktor zur Kontrolle der Eutergesundheit dar. Entsprechend der Milchgüteverordnung (§ 1 Ziffer 4) liegt der zulässige maximale Wert in Kuhmilch bei $4,0 \times 10^5$ Zellen/ml (ENGELHARDT et al., 2000).

Für Ziegenmilch ist die Relevanz der Zellzahl weit weniger eindeutig, auch die Frage von Grenzwerten konnte bisher nicht beantwortet werden.

Die bisher zur Bestimmung der somatischen Zellzahl in Ziegenmilch eingesetzten Untersuchungsverfahren beruhen auf Ergebnissen für Milchkühe (HAENLEIN, 2003). Dies hat zu differenzierten Ergebnissen geführt, wodurch die Schlussfolgerungen und Meinungen voneinander abweichen, wo „Grenzwerte“ für den somatischen Zellgehalt in verkehrsfähiger Ziegenmilch liegen sollten, bzw. wann aufgrund der Zellzahllhöhe von einer Mastitis auszugehen ist (SCHÜPPEL et al., 1999). Nach POUTREL UND LERONDELL (1983) und POUTREL et al. (1997) ist die somatische Zellzahl eine zuverlässige Größe zur Vorhersage einer Euterinfektion bei Ziegen. Dagegen reicht nach KAPTURE (1980) die somatische Zellzahl zur Identifizierung einer Mastitis alleine nicht aus. Zur sicheren Diagnose einer Mastitis in Ziegenmilch muss die Leukozytenzahl spezifisch gezählt werden (SMITH et al., 1977; KAPTURE, 1980; SHELDRAKE et al., 1981).

Mehrere Autoren, darunter HUNTER (1984), PAAPE et al. (1997) und HAENLEIN (2001), fordern die Festlegung separater Standards für Ziegenmilch bezüglich der Zellzahl.

2.3.3.2 Unterschiede bezüglich der somatischen Zellzahl bei Ziegenmilch und Kuhmilch

Die Unterschiede bezüglich physiologischer und pathologischer Verhältnisse bei der Beurteilung der somatischen Zellzahl zwischen Ziegen- und Kuhmilch sind von großer wirtschaftlicher Bedeutung (PARK et al., 1986; HAENLEIN, 2001). Offensichtliche Unterschiede bestehen in der Anatomie der Tiere, da Ziegen zwei Euterhälften und Kühe vier Viertel besitzen, des Weiteren im Zisternenvolumen und im viel engeren Durchmesser des Zitzenkanals bei der Ziege. Nachweisliche Unterschiede gibt es in der Zusammensetzung, der

Physiologie, der Biochemie und der Mikrobiologie von Ziegen- und Kuhmilch (HAENLEIN, 2001 und 2003).

Nach Angaben verschiedener Autoren wird der „normal hohe“ Zellgehalt von Zellfragmenten in der Ziegenmilch damit erklärt, dass bei der Sekretion der Milch bei der Ziege im Gegensatz zur Kuh es zu größeren Zellverlusten der sekretorischen Drüsenzellen kommt (PARK et al., 1986; DROKE et al., 1993; PAAPE et al., 1997; HAENLEIN, 2001).

DULIN et al. (1983) zeigten, dass die somatische Zellzahl in Milch von nicht infizierten Ziegeneutern und die somatische Zellzahl von nicht infizierten Kuheutern gleich war.

2.3.3.3 Einflussfaktoren auf die somatische Zellzahl

Der Zellgehalt der Ziegenmilch unterliegt stärkeren physiologischen Schwankungen als der Zellgehalt der Kuhmilch (KLOPPERT et al., 2000), wobei häufig auch widersprüchliche Befunde publiziert wurden. Mögliche Schwankungen sind auf den Gesundheitszustand des Euters, dem Laktationsstadium und die Tierart zurückzuführen (GALL, 2001; HUNTER, 1984; LERONDELLE et al., 1992; ENGELHARDT et al., 2000). Mehr als 90 % der Schwankungsbreite der somatischen Zellzahl in Ziegenmilch sind wohl nicht auf bakterielle Euterinfektionen zurückzuführen. Die wichtigsten Faktoren sind nach WILSON et al. (1995) die Laktationsdauer und der Monat des Jahres.

Weitere Einflussfaktoren sind der technische Funktionszustand der Melkanlage, die Melkhäufigkeit, Besaugen durch das Jungtier, Medikation der Tiere und die oftmals latent verlaufende Infektion mit dem Erreger der caprine arthritis encephalitis (CAE) (LERONDELLE et al., 1992; RYAN et al., 1993; ZENG UND ESCOBAR, 1995; PAAPE et al., 1997). FAHR UND VON LENGEKERN (1996) geben als weitere Punkte das betriebliche Management im Zusammenhang mit der Fütterung, der Jahreszeit und der Laktationsnummer an.

Als physiologisch werden höhere Zellzahlen am Anfang und am Ende der Laktation, sowie steigende Zellzahlen mit zunehmender Laktationszahl betrachtet (CARUOLO, 1974; SMITH et al., 1977; PEREZ et al., 1979; PETTERSEN, 1981; DULIN et al., 1982; DULIN et al.,

1983; PARK et al., 1984; DROKE et al., 1993; DE CRÉMOUX et al., 1995; SCHWOPE et al., 1995; ZENG UND ESCOBAR, 1995; SCHÜPPEL et al., 1999). Ebenso gibt es nach PEREZ et al. (1979) und SCHÜPPEL et al. (1999) einen direkten Zusammenhang zwischen der Zellzahl und der Milchleistung. Eine hochsignifikante, negative Korrelation für Zellgehalt und Milchmenge wurde von CARUOLO (1974), HINCKLEY (1983), SCHULZ (1994) und SCHÜPPEL et al. (1999) festgestellt. Für den Zellgehalt und die Laktationsdauer konnte SCHÜPPEL et al. (1999) keinen Zusammenhang feststellen.

Nach PERNTHANER et al. (1991) hat die Art des Milchentzuges einen entscheidenden Einfluss auf den Zellgehalt in Ziegenmilch. In den Untersuchungen von SCHNELLDHARDT (1998) ergaben sich dagegen keine Abhängigkeiten zwischen der somatischen Zellzahl in Ziegenmilch und der Melktechnik.

PEREZ et al. (1979), DULIN et al. (1983), DE CRÉMOUX et al. (1995) und ZENG UND ESCOBAR (1995) zeigten, dass die somatische Zellzahl bei älteren Tieren erhöht ist. Eine altersabhängige Beeinflussung der Zellzahl in Ziegenmilch konnte in den Untersuchungen von PERNTHANER et al. (1991) dagegen nicht nachgewiesen werden.

Ein weiterer wichtiger Grund für hohe Zellzahlen können Einflüsse von Mastitiseimen sein, durch die Infektion des Euters mit pathogenen Keimen und gelegentliche Infektionen mit nicht-pathogenen Keimen (HUNTER, 1984; KIELWEIN, 1984; FAHR UND VON LENGGERKE, 1996), wobei nach KIELWEIN (1984) die Zellgehaltserhöhung nicht in linearer, sondern in exponentieller Gesetzmäßigkeit zur Stärke der Noxe steht. In den Untersuchungen von DULIN et al. (1983) führten Euterentzündungen in einer Euterhälfte zu einer Erhöhung der Zellzahl im Nachbareuter, was seiner Meinung nach ein wichtiger Faktor in der Qualitätsbestimmung werden könnte. Auch POUTREL et al. (1997) geben an, dass erhöhte Zellzahlen in Eutern von Ziegen grundsätzlich eine Antwort auf Infektionen ist.

2.3.3.4 Somatische Zellen und zytoplasmatische Partikel

Als somatische Zellen bezeichnet man zelluläre Bestandteile der Milch, die entweder aus dem Blut oder aus dem Eutergewebe stammen (WENDT et al., 1994; ENGELHARDT et al., 2000; ESCOBAR, 1999). Die somatischen Zellen findet man sowohl in der Milch von Kühen als

auch in der Milch von kleinen Wiederkäuern, Schweinen und Pferden sowie Hunden und Katzen (ENGELHARDT et al., 2000).

Eine wichtige Aufgabe der somatischen Zellen liegt in den zellulären Abwehrmechanismen der Milchdrüse. Diese basiert auf der Phagozytose der Erreger durch polymorphkernige Leukozyten und Makrophagen (ESCOBAR, 1999; ENGELHARDT et al., 2000).

Nach WENDT et al. (1994) und ENGELHARDT et al. (2000) werden die somatischen Zellen in der Milch in 4 Hauptzellarten (polymorphkernige Leukozyten, B- und T-Lymphozyten, Makrophagen und nichtdifferenzierbare Zellen und Zellteile) und in spezifische Zellen unterteilt. Bei den spezifischen Zellen können eosinophile Granulozyten, Monozyten, Riesenzellen, Epithelzellen (Alveolar- bzw. Milchgangsepithel, auch Epithelzellen des Zitzenkanals) und Plasmazellen festgestellt werden.

In der Kuhmilch werden die Anteile der Milchzellfraktionen mit ca. 50 % Leukozyten, etwa 25 % Lymphozyten und etwa 25 % Makrophagen angegeben. In geringer Anzahl findet man auch Epithelzellen. Bei akuten Euterinfektionen kann der Anteil der polymorphkernigen Leukozyten bis auf 95 % ansteigen. Gleichzeitig erhöht sich auch der Milchzellgehalt pro ml Milch beträchtlich (WENDT et al., 1994 und ENGELHARDT et al., 2000).

In den Untersuchungen von DROKE et al. (1993) enthielten die Milchproben von Ziegen 87 % Neutrophile, 2,8 % Lymphozyten und 9,9 % Makrophagen. Nach PAAPE et al. (1997) machten Neutrophile in Ziegenmilch frei von Euterentzündungen 50 bis 70 % der somatischen Zellen aus. Mit ca. 40 % waren in den Untersuchungen von FAHR et al. (1999) die polymorphkernigen Leukozyten die häufigste Milchzellart, wobei ihr Anteil mit steigenden Zellzahlen zunahm.

DROKE et al. (1993) und ROTA et al. (1993) gaben an, dass erhöhte Zahlen an neutrophilen Granulozyten zu hohen somatischen Zellzahlen in Ziegenmilch führen können. Ein erhöhter Anteil von neutrophilen Granulozyten im Eutersekret der Ziege weist auf Entzündungs- und Abwehrvorgänge hin (WENDT et al., 1994). Nach KAPTURE (1980) kann man bei Ziegen eine hohe somatische Zellzahl bei gleichzeitig relativ niedriger Leukozytenzahl beobachten. Die totale somatische Zellzahl in der Ziegenmilch korreliert nicht mit der Leukozytenzahl

(SMITH et al., 1977; HINCKLEY et al., 1981; SHELDRAKE et al., 1981; DULIN et al., 1982).

Eine Besonderheit in der Ziegenmilch ist das regelmäßige Auftreten von zytoplasmatischen Partikeln, die von den somatischen Zellen abzugrenzen sind (WOODING et al., 1970; SCHALM et al., 1971; WENDT et al., 1994). Sie üben keine Abwehrfunktionen aus und kommen im Mittel in der Milch gesunder Euter mit 57 % und in der Milch infizierter Euter mit 25,5 % vor (WENDT et al., 1994). Nach HÜSLER (1978) liegt der Anteil am Gesamtpartikelgehalt bei 40,9 %.

Die zytoplasmatischen Partikel sind sphärische Körper mit einem Durchmesser von 5 bis 30 µm. Sie besitzen keinen Zellkern, weisen aber Zellorganellen und Einschlüsse im Zytoplasma auf wie endoplasmatisches Retikulum, Golgikomponenten, sekretorische Vesikel und Fettkügelchen (DULIN et al., 1982; DULIN et al., 1983; WENDT et al., 1994). Herkunftsmäßig werden sie nach WENDT et al. (1994) und ESCOBAR (1999) mit der apokrinen Sekretion der Milchdrüsenzellen in Verbindung gebracht. ESCOBAR (1999) gibt an, dass die abgegebenen zytoplasmatischen Partikel sowohl kernhaltig als auch nichtkernhaltig sind.

2.3.3.5 Zellzahlbestimmung und Bestimmung der zytoplasmatischen Partikel in Ziegenmilch

Nach MANSER (1986) können die derzeitigen Untersuchungsmethoden für Kuhmilch (z.B. somatische Zellzahlbestimmung, Whiteside-Test, CMT) in der Diagnose der Ziegenmastitis eingesetzt werden, obwohl noch keine eindeutige Übereinkunft bezüglich der Frage besteht, in welcher Form diese Standards auf Ziegenmilch angewendet werden können.

Für die Untersuchung der Zellzahl in der Milch werden vom Internationalen Milchwirtschaftsverband (IDF, 1984) die mikroskopische Zellzählung und die elektronische Zellzählung (Coulter-Counter, Fossomatic-Gerät, photoelektronischer Auto-Analysator) empfohlen (WENDT et al., 1994). Nach KIELWEIN (1994) ist die mikroskopische Zellzahlbestimmung nach PRESCOTT und BREED (1910) auch heute noch, trotz einer Reihe

von Unsicherheiten, als das Bezugssystem zur Bestimmung des Zellgehaltes der Milch anzusehen.

Zur Bestimmung der Milchzellzahl gibt es verschiedene qualitative, semiquantitative und quantitative Untersuchungsmethoden, die in Tabelle 2 zusammengefasst sind.

Tabelle 2: Zusammenstellung verschiedener Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Zellzahl (nach KIELWEIN (1994) bzw. WENDT et al. (1994))

Art der Zellzählung	Untersuchungsmethoden
Sedimentbeurteilung	Trommsdorfsche Probe Sedimentausstrich Mikroskopische Beurteilung
Indirekte Zellzählung	Feulgen-Test Whiteside-Test Schalm-Test (Schalm-Noorland-Test, California-Mastitis-Test [CMT]) Brabanter-Mastitis-Test
Direkte Zellzählung	Zellzählung nach PRESCOTT und BREED (mikroskopisch) Zellzählung nach Scar (Mikroskop) Elektronische Teilchenzählung (Coulter- Counter-Prinzip) Teilchenzählung mit „Fossomatic“

In der Praxis weit verbreitet sind qualitative Untersuchungsmethoden nach dem Prinzip des California-Mastitis-Tests (CMT). Dieses Prinzip beruht auf der Beobachtung, dass sich nach Zusatz einer 4 %igen wässrigen Lösung anionische Tenside zu Milch aus erkrankten Eutervierteln ein Gel bildet (KIELWEIN, 1994).

Der CMT eignet sich zur Kontrolle von Ziegeneuterhälften und sollte routinemäßig durchgeführt werden (SCHÜPPEL UND SCHWOPE, 1998; WINTER UND BAUMGARTNER, 1999; HAENLEIN, 2003). Auch nach PERNTHANER et al. (1991) eignet sich der CMT zur Zellzahlschätzung in Ziegenmilch, wobei aber die physiologisch höheren Zellzahlen sowie deren größeren Schwankungen zu berücksichtigen sind. Fragliche bzw. schwach positive CMT-Reaktionen werden daher bei Ziegen teilweise als physiologisch

angesehen, deutlich bis stark positive CMT-Reaktionen sind Hinweis auf Mastitiden. Zusätzlich ist die klinische Untersuchung wichtig, da die Kombination aus genauer klinischer Untersuchung und dem CMT einen relativ sicheren Rückschluss auf die Eutergesundheit erlaubt. ESCOBAR (1999) schlägt für die Untersuchung von Ziegenmilch mittels CMT eine neue Einteilung vor, die in Tabelle 3 dargestellt ist.

Tabelle 3: Zellzahlschätzung in Ziegenmilch mit Beurteilungskriterien für den CMT (nach ESCOBAR, 1999)

CMT-Ergebnis	Beschreibung	Zellzahlbereich x 10 ⁵ Zellen/ml
0	Keine Reaktion	< 2,0
Zweifelhaft	Leichte Schlieren, mit der Tendenz beim weiteren Schütteln zu verschwinden	1,5 – 5,0
1	„Schleimbildung“, aber kein Gel	4,0 – 15
2	Mittlere Gelbildung, bewegt sich als Masse beim Bewegen	8,0 – 50
3	Deutliche „Bergbildung“ des Gels	> 50

Bei der Ermittlung der Milchzellzahl bei Ziegen ist von Belang, welche Methodik angegeben wird, d.h. mit oder ohne Erfassung der zytoplasmatischen Partikel (WENDT et al., 1994).

Mit der Methylengrün-Pyronin-Y-Färbung sind die zytoplasmatischen Partikel infolge des Fehlens von DNS (Fehlen der Grünfärbung) von den anderen kernhaltigen Milchzellen zu differenzieren. Bei der Zählung mit Fossomatic-Geräten werden sie aus diesem Grund nicht erfasst. Elektronische Partikelzähler (Coulter Counter) und mikroskopische Direktzählungen in Methylenblau gefärbten Ausstrichen erfassen sie dagegen und führen zu falschen Milchzellzahlen (DULIN et al., 1982; WENDT et al., 1994; ESCOBAR, 1999).

PETTERSEN (1981) zeigte in seinen Untersuchungen im Gegensatz zu DULIN et al. (1982), dass es Unterschiede in der Höhe der ermittelten somatischen Zellzahl zwischen der direkten mikroskopischen Zählung und der elektronischen Zellzählung gab.

Nicht nur die Ermittlung der Zellzahl, sondern auch die Beurteilung des Milchzellbildes hat eine wesentliche Bedeutung. Das typische mikroskopische Bild bei einer bestehenden Mastitis zeigt das Auftreten von Leukozytenklumpen mit phagozytierten Erregern sowie degenerativer Zell- und Kernzerfall. Bei schweren pathologischen Vorgängen im Euter (z.B. bei einer Pyogenes-Mastitis) sind im gesamten Gesichtsfeld zum Teil nur noch Dentritusmassen erkennbar (WENDT et al., 1994).

2.3.3.6 Literaturangaben zur Zellzahl in Ziegenmilch

Über die Höhe des physiologischen Zellgehaltes in Ziegenmilch existieren unterschiedliche Literaturangaben, die stark widersprüchlich sind. Bei den bisherigen Untersuchungen wurde auch häufig mit nicht oder nur schwer vergleichbaren Methoden bzw. Probenmaterialien gearbeitet.

Bei den Untersuchungen von GALINA et al. (1996) von n = 1040 Einzelgemelksproben mittels CMT, wurde bei 44 % ein CMT-Wert von 0 und bei 56 % ein CMT-Wert von 1-3 ermittelt. Weitere CMT-Wertbeurteilungen (in %) sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Zusammenstellung von Literaturangaben zur prozentualen Verteilung der Zellzahlbereiche in Ziegenmilch mittels CMT-Test

Land	n Proben	CMT-Beurteilung in Prozent				Autor
		0	1	2	3	
Spanien	369	47,0	28,0	21,0	5,0	Contreras et al. (1995)
Österreich	129	7,0	18,0	36,0	40,0	Winter und Baumgartner (1999)
Deutschland	1507	26,5	47,6	15,5	10,4	Höhn (2006)

NESBAKKEN (1977) fand die höchsten Zellzahlen zu Beginn der Weideperiode. Nach HINCKLEY (1991) kommen die geringsten Werte für somatische Zellzahlen in Ziegenmilch im April und die höchsten Werte im September bis durch den Oktober hindurch vor. WENDT et al. (1994) geben für die Frühaktation eine durchschnittliche Zellzahl von $1,4 \times 10^5$ Zellen/ml und für die Mitte der Laktation eine durchschnittliche Zellzahl von $6,1 \times 10^5$ Zellen/ml in Ziegenmilch an. In den Untersuchungen von FAHR et al. (1999) nahmen die Zellzahlen im Verlauf der Laktation und mit der Laktationszahl zu. Tiere mit hohen Zellzahlen zu Laktationsbeginn behielten diese im Verlauf der Laktation meist bei. NESBAKKEN (1977) zeigte in ihren Untersuchungen, dass die Zellzahlen zwischen den untersuchten Herden variierten, nicht jedoch wesentlich zwischen den Ziegen innerhalb der gleichen Herde. Des Weiteren wurden die niedrigsten Zellzahlen ($2,2 \times 10^5$ Zellen/ml) in einer handgemolkenen Herde und die höchsten Zellzahlen ($1,4 \times 10^6$ Zellen/ml) in einer maschinengemolkenen Herde gefunden.

Zellzahlen in Ziegenmilch von bis zu $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml wurden von verschiedenen Autoren als normal beurteilt (DULIN et al., 1982; BINDER, 1986; HAHN et al., 1992; DROKE et al., 1993; SCHULZ, 1994; ESCOBAR, 1999). Der „normale“ Zellgehalt für Ziegenmilch beträgt nach OELFKEN (1993) $1,1 \times 10^6$ Zellen/ml. ROGUINSKEY et al. (1980) geben einen Mittelwert für den physiologischen Zellgehalt in Ziegenmilch von $1,2 \times 10^6$ Zellen/ml an. Nach DULIN et al. (1983) weisen nichtinfizierte Ziegeneuter im Mittel $5,0 \times 10^5$ Zellen/ml und infizierte Euter im Mittel $1,7 \times 10^6$ Zellen/ml auf. Nach SCHÜPPEL et al. (1999) können Zellzahlen von bis zu $1,0 \times 10^7$ Zellen/ml in Ziegenmilch ohne Symptome einer Eutererkrankung sein und auch den Normalbefund mitbestimmen. In Tabelle 5 sind unterschiedliche Kenngrößen von somatischen Zellzahlen in Ziegenmilch dargestellt.

Nach LERONDELLE et al. (1984) wird in der mittleren Laktation die Schwelle von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml als sichere Diagnose für eine schwere Infektion in Ziegenmilch vorgeschlagen. HAHN et al. (1992) empfehlen für Ziegenmilch einen Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml für die Verkehrstauglichkeit festzulegen. Nach PAAPE et al. (1997) sollten die Bemühungen dahin gehen, die gegenwärtigen somatischen Zellstandards von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml auf $7,5 \times 10^5$ Zellen/ml zu senken.

Untersuchungen von LEITNER et al. (2008) zeigten, dass bei infizierten Euterhälften die Zellzahlen deutlich über denjenigen für nichtinfizierte Tiere lagen. In zwei Teil-

untersuchungen waren diese Unterschiede für 25 Ziegen bei $4,1 \times 10^5$ Zellen/ml gegenüber $1,7 \times 10^6$ Zellen/ml (LEITNER et al., 2004a), in einer weiteren Untersuchung lagen die Zellzahlen bei $4,8 \times 10^5$ Zellen/ml gegenüber $2,2 \times 10^6$ Zellen/ml (LEITNER et al., 2004b). Damit wäre eine Zellzahl im Bereich des Grenzwertes für Kuhmilch sinngemäß auf Ziegenmilch übertragbar.

LEITNER et al. (2008) leiten drei Qualitätsstufen für Herdensammelmilch bei Ziegenmilchbetrieben ab: Ziegenmilch mit einer Zellzahl von $X < 8,0 \times 10^5$ Zellen/ml wird von diesen Autoren als „high quality“ eingestuft, da sie $4,0 \times 10^5$ Zellen/ml auf Herdensammelmilchenebene als unrealistisch niedrig einstufen. Die Kategorie „medium quality“ entspricht einer Zellzahl von $X \leq 1,5 \times 10^6$ Zellen/ml, während mehr als $1,5 \times 10^6$ Zellen/ml als „low quality milk“ eingestuft wird. Herdensammelmilch mit mehr als $3,5 \times 10^6$ Zellen/ml sollte nach Ansicht dieser Autoren nicht mehr für die Lebensmittelproduktion verwendet werden, da chemische Veränderungen zu gesundheitlich bedenklichen Gehalten an Stickoxiden oder Nitrotyrosine führen können (LEITNER et al., 2008).

In den Untersuchungen von KIRST et al. (2002) hatten 58,6 % der mit Fluoreszenzmikroskopie untersuchten Ziegenmilchproben einen Zellgehalt von $X \leq 4,0 \times 10^5$ Zellen/ml. In den Untersuchungen von ESPIE et al. (1987) hatten 53,3 % der untersuchten Ziegenmilchproben einen Zellgehalt von $X \leq 1,0 \times 10^6$ Zellen/ml. In Tabelle 6 und 7 sind die prozentualen Verteilungen von Zellgehalten in Ziegenmilchproben in unterschiedlichen Zellzahlklassen dargestellt.

Die Kombination aus CMT-Ergebnis und den dazu ermittelten Zellzahlen ist in Tabelle 8 und 9 dargestellt.

Tabelle 5: Zusammenstellung von Literaturangaben zur somatischen Zellzahl in Ziegenmilch

Land	n Proben	Zellzahl x 10 ⁵ Zellen/ml			Zellzahlbereiche	Referenz
		Minimum	Maximum	Mittelwert		
Deutschland	K.A.	K.A.	K.A.	≤ 7,5	K.A.	Wendt et al. (1994)
Deutschland	K.A.	0,13	75	5,8	K.A.	Kirst et al. (2002)
Deutschland	K.A.	K.A.	K.A.	6,0	K.A.	Burdinski (1991)
Deutschland	K.A.	K.A.	K.A.	6,4	K.A.	Schnellhardt (1998)
Deutschland	413	K.A.	K.A.	10	K.A.	Fahr et al. (1999)
Bulgarien	128	K.A.	K.A.	33 (Saanenziege) 25 (Toggenburger) 37 (Anglo-Nubian)	K.A.	Petrova (1997)
Deutschland	K.A.	K.A.	K.A.	2,2	K.A.	Binder (1986)
Skandinavien	K.A.	K.A.	K.A.	8,8 (mikroskopisch) 6,9 (elektronisch)	K.A.	Pettersen (1981)
Deutschland	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.	≥ 6, 0- ≥ 10	Schwöpe et al. (1995)
?	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.	7,5 – 54	Dulin et al. (1983)
USA	K.A.	K.A.	K.A.	9,0	4,8 – 62 (Alpine) 7,8 – 28 (Nubian)	Park et al. (1986)
Nord Irland	K.A.	K.A.	K.A.	12 7,2	3,6 – 58	Espie et al. (1987)
Skandinavien	K.A.	K.A.	K.A.	(Maschinenmelken) 5,4 (Handmelken) 6,8 (alle Proben)	K.A.	Nesbakken (1977)
USA	K.A.	K.A.	K.A.	13*	2,8 – 77	Droke et al. (1993)
Deutschland	1510 766	0,21 0	260 450	7,8* 2,0*	K.A. K.A.	Höhn (2006)
Polen	414	0,028	18,4	7,53	K.A.	Olechnowicz und Sobek (2008)
Türkei	96 96	11 14	76 75	31(morgens) 37(abends)	K. A.	Cedden et al. (2008)

K.A. = Keine Angabe * = geometrischer Mittelwert

Tabelle 6: Zusammenstellung von Literaturangaben zur prozentualen Verteilung von Zellgehalten in Ziegenmilch unterschiedlicher Zellzahlklassen

Land	n Tier	n Proben	Zellzahlklassen x 10 ⁵ Zellen/ml			Referenz
			X ≤ 5,0	5,0 > X ≤ 10	X > 10	
USA	K.A.	412	64,0	19,0	17,0	Mellenberger (1979)
Mexiko	80	156	47,4	17,9	34,6	Perez et al. (1979)
Deutschland	209	K.A.	40,0	17,0	43,0	Schulz (1994)
Deutschland	K.A.	K.A.	64,6	19,6	15,8	Kirst et al. (2002)
Deutschland	K.A.	154	10,0	50,0	38,0	Höhn (2006)

K.A. = Keine Angabe

Tabelle 7: Zusammenstellung von Literaturangaben zur prozentualen Verteilung von Zellgehalten in Ziegenmilch unterschiedlicher Zellzahlklassen

Land	n Tiere	n Proben	Zellzahlklassen x 10 ⁵ Zellen/ml				Referenz			
			X ≤ 5,0	X ≤ 7,5	5,0 > X ≤ 10	10 > X ≤ 15		X > 15	X > 20	
Schottland	K.A.	483	19,8	K.A.	25,2	K.A.	K.A.	21,9	33,1	Hunter (1984)
USA	K.A.	K.A.	K.A.	8,6	34,5	K.A.	K.A.	51,9	13,6	Droke et al. (1993)
Deutschland	K.A.	K.A.	24,0	K.A.	25,0	17,0	34,0	K.A.	K.A.	Schüppel et al. (1999)

K.A. = Keine Angabe

Tabelle 8: Literaturangaben zu CMT-Werten und dazugehöriger Zellzahlen

Land	n Proben	CMT-Ergebnis	Zellzahl x 10 ⁵ Zellen/ml			Autor
			Median	Minimum	Maximum	
Österreich	794	negativ = 0	2,0	0,2	16	Pernthaner et al. (1991)
		fraglich = (1)	3,0	0,9	16	
		einfach positiv = 1	5,0	0,8	22	
		zweifach positiv = 2	14	4,0	54	
		dreifach positiv = 3	40	9,0	230	
Deutschland	1507	negativ = 0	2,2	0,2	38	Höhn (2006)
		einfach positiv = 1	7,3	0,4	160	
		zweifach positiv = 2	20	3,5	140	
		dreifach positiv = 3	64	1,8	260	

Tabelle 9: Die ermittelten CMT-Ergebnisse mit den dazugehörigen Median-Werten der Zellzahlen (x 10⁵ Zellen/ml) verschiedener Autoren

Land	n Proben	CMT-Ergebnis					Autor
		0	„fraglich“ ^(a)	1	2	3	
Spanien	K.A.	1,7	K.A.	5,3	21	44	Contreras et al. (1995)
Neuseeland	K.A.	1,4	K.A.	3,6	11	75	McDougall et al. (2001)
Deutschland	1507	2,2	K.A.	7,3	20	64	Höhn (2006)
Österreich	794	2,0	3,0	5,0	14	40	Pernthaner et al. (1991)

K.A. = Keine Angabe; ^{a)} die Kategorie „fraglich“ existiert nur bei Pernthaner et al. (1991)

2.3.3.6.1 Tankmilch

Nach FAHR et al. (1999) bestand bei den Tankmilchzellzahlen in Ziegenmilch keine Jahresrhythmik, obwohl von April bis Oktober sowohl die Maxima als auch die Minima der ermittelten Zellzahlen deutlich niedriger lagen als von Oktober bis März. Bei der Festlegung von Grenzwerten für den Zellgehalt für Tankmilch sollte die Dynamik unter Beachtung der jeweiligen Ablammsaison der Herden beachtet werden.

SCHÜPPEL et al. (1999) fanden von Januar bis Oktober in der Tankmilch von Ziegen im geometrischen Mittel $1,6 \times 10^6$ Zellen/ml. Auffällig war, dass in der Sammelmilch ein höherer geometrischer Mittelwert als bei Einzelmilchproben festgestellt wurde.

In den Untersuchungen von DROKE et al. (1993) wurden in der Tankmilch $87,3 \pm 1,1$ % Neutrophile, $9,9 \pm 0,9$ % Makrophagen und $2,8 \pm 0,5$ % Lymphozyten gefunden.

2.3.4 Bakteriologische Beschaffenheit von Ziegenmilch

2.3.4.1 Allgemeines

Verglichen mit der Literatur für Kuhmilch wurde relativ wenig über die mikrobiologische Qualität von Ziegenmilch und das Vorkommen von Mastitis bei Ziegen veröffentlicht. Ziegen werden im Vergleich zu Kühen allgemein als „sauberere“ Tiere betrachtet (HUNTER, 1984). Einfluss auf die Qualität von Ziegenmilch haben das Management der Tiere (Haltung, Futter und Fütterung), die Stall- und Umgebungsluft, der Melkprozess, die Melkanlageneinrichtung (Reinigung und Pflege) sowie Lagerung, Kühlung und Transport (SLAGHUIS et al., 1991; HAENLEIN, 2003).

2.3.4.2 Hygiene der Ziegenmilchgewinnung

2.3.4.2.1 Einfluss der Melkhygiene

Neben dem Gehalt an somatischen Zellen stellt die aerobe mesophile „Gesamtkeimzahl“ ein wichtiges Beurteilungskriterium zur Bewertung der hygienischen Beschaffenheit und Qualität von Rohmilch dar. Sie ist ein Parameter für die Qualität der durchgeführten Hygiene bei der Milchgewinnung, für die Sorgfalt bei der Reinigung von Melkanlage und Tank sowie für die Kühlung (HAMANN UND GEDEK, 1994; KLOPPERT et al., 2000).

Nach der EG-Entscheidung 91/180 EWG ist hierfür das Koloniezählverfahren als Referenz/Amtliches Verfahren vorgeschrieben. Diese Methode ist vergleichbar mit internationalen Standards (IDF 100B.ISO 6610) sowie L 01.00-5 aus der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (SUHREN et al., 2001)

2.3.4.2.2 Anforderungen an die Qualität von Ziegenmilch und an die Melkhygiene

Der derzeitige Grenzwert für die aerobe mesophile Keimzahl von $1,5 \times 10^6$ KbE/ml für Ziegenmilch ist nach KLOPPERT et al. (2000) viel zu hoch und es muss bei diesen Werten von Mängeln bei der Reinigung und Desinfektion der Milchgerätschaften oder von einer ungenügenden Kühlung der Milch ausgegangen werden. Bei der Gewinnung und Behandlung von Ziegenmilch können ohne weiteres die gleichen hygienischen Anforderungen wie bei der Milch von Kühen ($0,1 \times 10^6$ KbE/ml) erfüllt werden (KLOPPERT et al., 2000; KIRST et al., 2002).

Zur Ermittlung des Hygienestatus eines Betriebes müssen regelmäßig Kontrollen durchgeführt werden. Im ersten Schritt muss ein betriebsindividueller Grenzwert festgelegt werden, der deutlich unter $0,1 \times 10^6$ KbE/ml liegen sollte. Die Bestimmung der Gesamtkeimzahl sollte einmal pro Monat erfolgen und eine ausführliche Dokumentation geführt werden. Bei Überschreitung des Grenzwertes ist eine sofortige Ermittlung der Ursache und Behebung des Problems vorzunehmen. Danach hat eine erneute Kontrolle stattzufinden (KLOPPERT et al., 2000).

2.3.4.2.3 Literaturangaben zum Hygienestatus von Rohmilch von Ziegen

In den Untersuchungen von HUNTER (1984) hatte Ziegenmilch von nichtinfizierten Eutern nur sehr geringe Raten bakterieller Infektionen, 80 % dieser Proben wiesen weniger als 100 KbE/ml auf. Nur 3,6 % der nichtinfizierten Proben wiesen eine Keimzahl von $X > 1,0 \times 10^3$ KbE/ml auf. Dagegen hatten 80,2 % der bakteriell infizierten Proben eine Keimzahl von $X > 1,0 \times 10^3$ KbE/ml. PODSTATZKY-LICHTENSTEIN et al. (2001) fanden in ihren Untersuchungen, dass 100 % der Ziegenmilchproben, die mit *Staphylococcus aureus* infiziert waren, eine Keimbelastung von $X < 0,5 \times 10^3$ KbE/ml hatten. In Tabelle 10 sind prozentuale Keimbelastungen in Einzelproben von Ziegenmilch dargestellt ohne Angaben, ob es sich um mit pathogenen Keimen infizierte oder nichtinfizierte Proben handelte. In Tabelle 11 sind die absoluten Zahlen der Keimbelastung in Ziegenmilch dargestellt.

Tabelle 10: Untersuchungen zur prozentualen Verteilung der Keimbelastung (aerobe mesophile Keimzahl) in Ziegenmilch in Einzelproben

Land	n Proben	Verschiedene Keimzahlklassen x 10 ⁴ KbE/ml						Referenz
		X<5	X≤10	X<50	X<100	X<150	X>150	
Deutschland	K.A.	89,1	3,6	1,8	K.A.	1,9	3,6	Kirst et al. (2002)
Deutschland	K.A.	K.A.	K.A.	82,0	85,0	K.A.	K.A.	Schnellhardt (1998)
Australien	K.A.	26,0	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.	Genandoy et al. (1990)
Nord Irland	K.A.	76,3	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.	Espie et al. (1987)
Österreich	K.A.	K.A.	K.A.	54,4	K.A.	77,3	22,7	Podstatzky-Lichtenstein et al. (2001)

K.A. = Keine Angaben

Tabelle 11: Literaturangaben zur Keimbelastung in Ziegenmilch (aerobe mesophile Keimzahl)

Land	n Proben	Keimzahl x 10 ⁴ KbE/ml			Referenz
		Minimum	Maximum	Mittelwert	
USA	34 6	K.A.	K.A.	30 >1000	Droke et al. (1993)
Deutschland	K.A.	0,1	222	10	Kirst et al. (2002)
Deutschland	K.A.	K.A.	K.A.	6*	Schnellhardt (1998)
Australien	K.A.	0,05	> 100	K.A.	Genandoy et al. (1990)
Nord Irland	K.A.	0,01	170	0,65	Espie et al. (1987)
Österreich	K.A.	K.A.	K.A.	34*	Podstatzky-Lichtenstein et al. (2001)
Schweiz	344	0,1	43652	4,9 ^(*)	Muehlherr et al. (2003)
Deutschland	154	0,19	620	3,5	Höhn (2006)

K.A. = Keine Angabe * = geometrischer Mittelwert ^(*) = Median

In den Untersuchungen von SCHNELLHARDT (1998) lag der Gehalt an *Escherichia coli* im geometrischen Jahresmittel bei 7,4 KbE/ml, die Werte für coliforme Keime lagen im Mittel bei 170,2 KbE/ml. *Escherichia coli O157* und *Salmonellen* konnten in keiner der von dieser Autorin untersuchten Proben nachgewiesen werden.

SCHÜPPEL et al. (1999) fanden in der Tankmilch im Zeitraum von Januar bis Oktober eine durchschnittliche Keimbelastung von 24×10^4 KbE/ml. In den Untersuchungen von FOSCHINO et al. (2002) lag der Mittelwert bei $5,0 \times 10^4$ KbE/ml. HÖHN (2006) fand in ihren Untersuchungen einen geometrischen Mittelwert von $3,4 \times 10^4$ KbE/ml. 96 % der untersuchten Tankmilchproben hatten eine Keimbelastung von $\leq 0,5 \times 10^6$ KbE/ml und 98 % lagen unter $1,5 \times 10^6$ KbE/ml.

2.3.4.3 Eutergesundheit und Mastitis

2.3.4.3.1 Entstehung und Einteilung von Mastitiden

Mastitiden sind nach WENDT et al. (1994) bei den in Laktation stehenden Tieren der wichtigste Schadensfaktor in der Milchtierhaltung. Mastitiden führen zu großen wirtschaftlichen Einbußen aufgrund verminderter Milchleistung, Ablieferungssperre und Verkehrsverbot für Milch klinisch kranker und mit Antibiotika behandelter Tiere, Verlust von Lämmern, erhöhte Arzneimittel- und Tierarztkosten sowie durch frühzeitiges Ausmerzen erkrankter Tiere (KIELWEIN, 1994; WENDT et al., 1994).

Die wichtigsten Ursachen für die Entstehung von Mastitiden sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

Euterinfektionen entstehen hauptsächlich galaktogen durch Invasion pathogener Mikroorganismen über den Zitzenkanal mit nachfolgender Vermehrung des Erregers. Durch Verletzungen der Haut können die Erreger auch über den lymphohämatogenen Weg in den Tierkörper gelangen. Die pathogenen Mikroorganismen stammen entweder vom Tier selbst, dem die Milch behandelnden Mensch oder aus der Umgebung, wobei kontaminiertes Wasser eine wichtige externer Infektionsquelle im Milcherzeugerbetrieb ist (WENDT et al., 1994).

Tabelle 12: Wichtige Ursachen von Mastitiden bei Kühen (nach WENDT et al., 1994)

Anatomische und Krankheitsbedingte Ursachen	Haltungs- und Melk-technischbedingte Ursachen	Hygienischbedingte Ursachen
Zitzenanomalien, einschließlich überzähliger Zitzen	Melkmethode (Handmelken oder maschinelles Melken)	Unzureichende Hygiene und Desinfektion
Größe Form und Melkbarkeit des Euters	Falsche Vakuum- und Pulsationseinstellungen	
Euterverletzungen	Ungleichmäßige Zwischenmelkzeiten	
Veränderungen an der Euter- und Zitzenhaut (Lippengrind, Pocken, Verletzungen, Parasiten)	Unvollständiges Ausmelken (Gefahr der Milchsteinbildung)	
Euterentwicklungsstörungen	Gegenseitiges Besaugen Milchretention Grobes Melken Zu lange Melkzeiten	

Bei den Mastitiden unterscheidet man nach KIELWEIN (1994) die latente Euterinfektion, die subklinische Mastitis und die klinische Mastitis.

Bei den subklinischen Mastitiden, die in der Regel als Bestandsproblem auftreten, unterscheidet man zwischen den kontagiösen und den konstitutionellen Mastitiden. Die kontagiösen Mastitiden werden durch obligat parasitäre und nur bei den Tieren und in ihrer unmittelbaren Umwelt sowie gelegentlich bei Menschen vorkommenden Bakterien (*Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, Streptokokken der Serogruppe G, Streptokokken der Serogruppe L) verursacht. Die an den konstitutionellen Mastitiden beteiligten Erreger (*Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, Koagulase-negative Staphylokokken, Enterokokken) sind Umweltkeime, die nur dann Mastitiden auslösen, wenn die Abwehrkräfte der Milchtiere durch Mängel in der Haltung, Fütterung oder durch ungünstige Umweltbedingungen geschwächt sind.

Bei den klinischen Mastitiden unterscheidet man zwischen den haemorrhagischen und nekrotisierenden Mastitiden und den katarrhalisch eitrigen Mastitiden. Die haemorrhagisch und nekrotisierenden Mastitiden entwickeln sich nach Freisetzung von

Entzündungsmediatoren durch bakterielle Toxine (*Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa*) (KIELWEIN, 1994).

Volkswirtschaftlich kommt nach WENDT et al. (1994) den subklinischen Mastitiden gegenüber den klinischen Formen die größere Bedeutung zu, da sie etwa dreißig- bis fünfzigmal häufiger vorkommen, als die äußerlich erkennbaren klinischen Fälle.

2.3.4.3.2 Häufig nachgewiesene bakterielle Mastitiserreger in Ziegenmilch

Am häufigsten werden Mastitiden bei der Ziege durch Staphylokokken verursacht, wobei sowohl schwere akute nekrotisierende als auch nachfolgend chronische Entzündungen beobachtet werden (PERNTHANER et al., 1991; WENDT et al., 1994).

In vielen Ländern werden sporadische, aber auch endemische Vorkommen der Staphylokokken-Infektionen beobachtet, wobei bis zu 80 % der Tiere betroffen sein können und die Letalität im akuten Fall bis 90 % betragen kann (SASSHOFER et al., 1987; WENDT et al., 1994). Die pathogene Wirkung von Staphylokokken beruht auf den invasiven Eigenschaften und ihre Verbreitung in Geweben. Einige Staphylokokkenstämme haben die Fähigkeit zur Enterotoxinbildung. Diese Enterotoxine werden überwiegend von Koagulase-positiven Staphylokokkenstämmen gebildet. Staphylokokken sind gegenüber Wärmewirkung relativ empfindlich. Sie werden durch die amtlich vorgeschriebenen Bedingungen der Pasteurisierung inaktiviert. Die Enterotoxine sind demgegenüber thermoresistent (WENDT et al., 1994).

Der wichtigste Mastitiserreger innerhalb des Genus Staphylokokkus ist *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) (HUNTER, 1984; MANSER, 1986; WENDT et al., 1994). *S. aureus* gehört nach WENDT et al. (1994) zur Familie der *Micrococcaceae* und wächst unter aeroben Bedingungen bei 37 °C schnell und üppig auf Blutagar. Die Kolonien sind rund, erhaben und feucht glänzend. *S. aureus* löst vor allem die akute, nekrotisierende Mastitis aus. Etwa 5 - 10 % der *S. aureus*-Stämme von Erregern der bovinen Mastitis sind in der Lage, ein oder mehrere Enterotoxine zu bilden. Bei insgesamt hoher Pathogenität des *S. aureus* für das Ziegeneuter hängt die Schädigung wesentlich von der Toxinproduktion der Keime und von der Widerstandskraft des Tierkörpers ab.

Koagulase-negative Staphylokokken lassen sich relativ häufig bei klinischen Mastitiden der Ziege nachweisen. Sie werden teilweise zu den Mastitiserregern gerechnet, teils als Sekundärbesiedler angesehen (BINDER, 1986). Eine Infektion mit Koagulase-negativen Staphylokokken führt zu einer Erhöhung der Zellzahl und einer Verminderung der Milchleistung (DULIN et al., 1983; POUTREL UND LERONDELLE, 1983). Nach POUTREL (1984) müssen Koagulase-negative Staphylokokken als Krankheitserreger bei Ziegenmastitiden berücksichtigt werden. In den Untersuchungen von MANSER (1986) verursachten die Koagulase-negativen Staphylokokken nur selten nachweisliche Erkrankungen im Ziegeneuter und sind ein Teil der normalen Flora des Euters.

Eine weitere, gehäuft in Ziegenbeständen vorkommende Mastitidenform ist die „Streptokokken-Mastitis“. Diese wird nicht immer erfasst und bewertet (PERNTHANER et al., 1991; WENDT et al., 1994).

Das Vorkommen der Streptokokken wird entschieden durch ihre Nährstoffbedürfnisse bestimmt, wodurch sie hohe Ansprüche an die Zusammensetzung des Nährmediums stellen. Pathogene Arten lassen sich auf Blutagar anhand der Bildung unterschiedlicher Hämolyseformen in Routineuntersuchungen grob differenzieren.

Die wichtigsten Spezies der so genannten „Streptokokken-Mastitis“ gehören den Gattungen *Streptococcus*, *Enterococcus* und *Lactococcus* an. Die wichtigsten Mastitiserreger der Gattung *Streptococcus* sind: *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus pyogenes* und *Streptococcus zooepidemicus* (WENDT et al., 1994).

Während *Streptococcus agalactiae* (serologische Gruppe B) früher einer der am häufigsten nachgewiesenen Mastitiserreger bei Rind war, sind nach HUNTER (1984) Infektionen mit diesem Keim bei Ziegen sehr selten.

Des Weiteren haben nach PERNTHANER et al. (1991) noch *Escherichia coli* (*E. coli*), Klebsiellen, *Arcanobacterium pyogenes*, Pasteurellen, Chlamydien und Pilze eine Bedeutung bei Ziegenmastitiden.

Infektionen der Gattung *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* und *Klebsiella* treten zumeist sporadisch in Einzel- und Herdenhaltung auf. Als Ursache für Ziegenmastitiden wurden die Erreger *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* und *Pseudomonas aeruginosa* isoliert.

E. coli, ein Vertreter der Enterobacteriaceae, hat eine Bedeutung nicht nur als Index- bzw. Indikatorkeim (Indikator hygienischer Mängel), sondern auch als Krankheitserreger. Hier sind vor allem die enteropathogenen *E. coli* zu nennen, die in Enteropathogene (EPEC), Enteroinvasive (EIEC), Enterotoxinbildende (ETEC) und Enterohämorrhagische (EHEC) *E. coli* eingeteilt werden. Die Beteiligung von *E. coli* an Lebensmittelvergiftungen in Abhängigkeit von den Verzehrbedingungen und dem Stand der Lebensmittelhygiene liegt zwischen 2 und 10 %. Als Vektor gelten Fleisch, Geflügel, Fisch, Milch und Milchprodukte sowie Wasser.

Infektionen mit Pseudomonaden entstehen häufig während des Melkens, begünstigt durch ungenügende Hygiene. Im Euter vermehren sie sich relativ schnell und schädigen das Gewebe durch Toxine. Pseudomonaden sind hochgradig umweltresistent und durch gewöhnliche Desinfektionen wenig angreifbar (WENDT et al., 1994).

Nach MANSER (1986) wird bei Pasteurellenmastitiden bei der Ziege häufig *Pasteurella haemolytica*, seltener *Pasteurella multocida* isoliert. Die Infektion des Ziegeneuters erfolgt ähnlich der Staphylokokken-Infektion. Begünstigend wirken Erregerkontaminationen der Maulhöhle, saugende Lämmer oder der Melkbecher. In vielen Fällen können Vorschädigungen des Euters durch andere Bakterien die klinische Erkrankung begünstigen.

2.3.4.3.3 Bakteriologische Untersuchung von Ziegenmilch

Nach WENDT et al. (1994) wird die bakteriologische Untersuchung der Ziegenmilch nach ähnlichen methodischen Kriterien wie bei der Kuhmilch vorgenommen. Dabei liefert die Hälftegemelksprobe die höchste diagnostische Sicherheit zur ätiologischen Abklärung klinischer Mastitiden und zur Entwicklung von Therapievorschlügen der individuellen Erkrankung. Sammelmilch bzw. Tankmilchproben aus dem Gemisch aller Gemelke mehrerer Ziegen (Gruppe oder Herde), geben Hinweise auf die epidemiologische Situation in einem

Bestand. Aussagefähige bakteriologische Befunde lassen sich jedoch nur für kleinere Gruppen erstellen.

Für aussagefähige Untersuchungsbefunde ist die sachgemäße Probenentnahme wesentliche Voraussetzung. Die Untersuchung der Proben erfolgt auf Blutagarplatten, selektiven Nährböden, über eine mikroskopische Beurteilung und serologische Verfahren. Zum zielgerechten Einsatz von Chemotherapeutika sind Resistenzbestimmungen der diagnostizierten Erreger durchzuführen. Die Bestimmung der Empfindlichkeit der in Reinkultur angezüchteten Erreger (sekundäre Resistenzbestimmung) gegen die zu prüfenden Chemotherapeutika (Antibiotika, Sulfonamide, Nitrofurane) erfolgt auf halbfesten Kulturmedien im Agardiffusionstest oder mittels Testplättchenverfahren. Die Bewertung der Ergebnisse wird mit „empfindlich“, „vermindert empfindlich“ oder „resistent“ angegeben.

2.3.4.3.4 Literaturangaben zur bakteriologischen Beschaffenheit von Ziegenmilch

FAHR et al. (1999) fanden in allen untersuchten Herden eine gute klinische Eutergesundheit bei Ziegen, wobei der Anteil bakteriologisch negativer Proben 80 % betrug. LERONDELLE et al. (1992) erzielten ähnliche Ergebnisse mit 75 % bakteriologisch negativen Proben und 25 % bakteriologisch positiven Proben (n = 181 Hälftengemelke). In den Untersuchungen von PERNTHANER et al. (1991) wurde ein Vergleich der bakteriologischen Befunde mit der klinischen Untersuchung durchgeführt. Hier zeigte sich, dass in 9,5 % der bakteriologisch negativen Proben klinische Veränderungen und in 24,5 % der bakteriologisch positiven Proben keine klinischen Veränderungen vorhanden waren. Außerdem fanden diese Autoren eine altersabhängige Erhöhung der Mastitishäufigkeit, von 29,3 % bei unter 3 Jahre alten Ziegen auf 58,6 % bei über 5 Jahre alten Ziegen. In den Untersuchungen von PEREZ et al. (1979) waren von 160 untersuchten Euterhälften nur 5 % mit Mastitiserregern infiziert. 36 % der Euterhälften hatten nicht-pathogene Keime und 21 % der Proben zeigten keine Infektionen, wiesen aber erhöhte Zellzahlen auf.

POUTREL et al. (1997) isolierten bei 47 % der 5905 Euterhälftenproben von Ziegen ohne klinische Symptome einer Mastitis als vorherrschende Bakterien Koagulase-negative Staphylokokken. Als häufigste Erreger chronischer bzw. latenter Mastitiden in Ziegenmilch wurden in den Untersuchungen von PERNTHANER et al. (1991) Koagulase-positive und

Koagulase-negative Kokken isoliert. In den Untersuchungen von SHELDRAKE et al. (1981) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen nichtinfizierten Euterhälften und mit Koagulase-negativen Staphylokokken infizierten Euterhälften festgestellt werden. In den Untersuchungen von MANSER (1986) lag die Infektionsrate in 5 Ziegenherden mit 85 Tieren zwischen 15 und 79 %. Die isolierten Koagulase-positiven Staphylokokken waren pathogen. Der wichtigste pathogene Keim war *S. aureus* mit einer Infektionsrate von bis zu 9 %. SCHNELLAHRDT (1998) fand in 45 % der Ziegenmilchproben Koagulase-positive Staphylokokken. In 7 von 9 Ziegenbetrieben wurden ein- oder mehrmalig Koagulase-positive Staphylokokken nachgewiesen. In den Untersuchungen von PODSTATZKY-LICHTENSTEIN et al. (2001) wurden die höchsten *S. aureus*-Infektionen im ersten Drittel der Laktationsperiode gefunden. In 100 % der Ziegenmilchproben lag beim Auftreten von *S. aureus* der Keimgehalt bei $X < 0,5 \times 10^3$ KbE/ml. Gleichzeitig hatte das Auftreten von *S. aureus* in der Individualmilch großen Einfluss auf die Summe von *S. aureus* in der Tankmilch und auf die Melkhygiene. DEINHOFER et al. (1995) fanden in ihren Untersuchungen beim Vorliegen einer klinischen Mastitis in 39,6 % der infizierten Euterhälften *S. aureus* und in 29,6 % der infizierten Euterhälften *S. simulans*. Eine sehr hohe signifikante Erhöhung der somatischen Zellzahl ($p < 0,01$) waren assoziiert mit *S. aureus*, *S. simulans* und *S. epidermidis*. MUEHLHERR et al. (2003) isolierten bei 344 Tankmilchproben in 61,6 % *Enterobacteriaceae* und in 31,7 % der Proben *S. aureus*.

Die prozentuale Häufigkeit der isolierten Mikroorganismen in Milch von Ziegen mit einer subklinischen Mastitis ist in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Literaturangaben zur relativen Häufigkeit (in %) verschiedener Mikroorganismen (Mastitiserregern) in Milch von Ziegen mit bakteriologisch positivem Befund in der Milch (subklinische Mastitis).

Land	n Proben	Prozentuale Häufigkeit einzelner Erreger bzw. Erregergruppen an der Gesamtzahl bakteriologisch positiver Proben					Referenz
		KPS	KNS	Str.	E. coli	Andere	
Österreich	204	52,4	39,2	5,9	0,5	2,0	Pernthaler et al. (1991)
USA	61	16,0	80,0	K.A.	K.A.	4,0	Manser (1986)
Schottland	121	12,4	83,5	3,3	0,8	0,0	Hunter (1984)
Österreich	402	17,6	66,8	9,0	1,7	≤ 4,9	Deinhofer et al. (1995)
Griechenland	93	18,5	61,1	9,3	K.A.	11,1	Boscos et al. (1996)
USA	1061	11,0	38,2	4,1	1,6	1,2	White und Hinckley (1999)
Israel	217	32,7	62,2	K.A.	K.A.	5,1	Leitner et al. (2007)

KPS = Koagulase-positive Staphylokokken, KNS = Koagulase-negative Staphylokokken, Str. = Streptokokken, K.A. = Keine Angabe

2.3.4.3.5 Kombinierte Auswertung von bakteriologischen und zytologischen Untersuchungsmethoden

In den Untersuchungen von MANSER (1986) konnten mit Hilfe des CMT alle mit Koagulase-positiven Staphylokokken, α -hämolytische Streptokokken und *P. haemolytica* infizierten Ziegeneuterhälften erfasst werden. Diese Euterhälften wiesen im CMT einen Wert von einfach positiv und mehr auf. Allerdings hatten mehr als die Hälfte der untersuchten Proben, die mit Koagulase-negativen Staphylokokken infiziert waren, das gleiche Testergebnis. Von den bakteriologisch negativen Proben hatten 335 ein Testergebnis von einfach positiv und mehr. In Tabelle 14 sind die Untersuchungsergebnisse von

PERNTHANER et al. (1991) zwischen dem Vergleich der klinischen Untersuchung und dem CMT dargestellt. Die klinischen Untersuchungsergebnisse und die CMT-Reaktionen waren hochsignifikant unterschiedlich zwischen bakteriologisch-negativen und bakteriologisch-positiven Euterhälften.

Tabelle 14: Vergleich der klinischen Untersuchung mit den Ergebnissen des CMT bei 379 Ziegen aus 15 Betrieben Niederösterreichs (nach PERNTHANER et al., 1991)

Ergebnis der klinischen Untersuchung	Ergebnis in Prozent	CMT-Ergebnis
Negativ	39,3	Negativ
Positiv	8,8	Negativ
Negativ	18,5	Deutlich bzw. stark positiv
Positiv	52,0	Deutlich bzw. stark positiv

Die Wahrscheinlichkeit einer beidseitigen Euterinfektion ist geringer als die einer einseitigen. Somit lassen sich Euterhälften mit Mastitis meist anhand unterschiedlicher Reaktionen beider Euterhälften eines Tieres ermitteln (Ermittlung der Hälftendifferenz). Bei der Gegenüberstellung der Zellzahlergebnisse zu der bakteriologischen Auswertung der Hälftengemelksprobe stellte sich bei der Ziege heraus, dass bei zunehmender Zellzahl die Wahrscheinlichkeit eines Erregernachweises deutlich geringer war als bei zunehmender Zellzahldifferenz zwischen beiden Euterhälften eines Tieres (Hälftendifferenz) (KLOPPERT et al., 2000).

Ziegenmilchproben, infiziert mit schweren Krankheitserregern, hatten sehr viel höhere Zellzahlen, als Proben von nichtinfizierten und mit Koagulase-negativen Staphylokokken infizierten Euterhälften. Des Weiteren war die durchschnittliche Zellzahl in Euterhälften infiziert mit Koagulase-negativen Staphylokokken etwa dreimal geringer als bei Hälften, die mit schweren Krankheitserregern infiziert waren (POUTREL et al., 1997). PARK et al. (1986) fanden keine signifikante Korrelation zwischen der somatischen Zellzahl und der Bakterienzahl. Allerdings war der Korrelationskoeffizient zwischen Staphylokokken und der somatischen Zellzahl bei der Rasse Alpine signifikant. Eine Erhöhung der Zellzahl bei Ziegen

konnten HUNTER (1984), MANSER (1986) und SCHNELLHADRT (1998) bei einer Infektion mit Koagulase-positiven Staphylokokken nachweisen.

MELLENBERGER (1979) fand in seinen Untersuchungen eine zehnmal größere Durchschnittszellzahl in mit *S. aureus* infizierten Ziegeneuterhälften, als in mit *S. epidermitis* infizierten Euterhälften. HAHN et al. (1992) wiesen Zellzahlen von $X > 1,0 \times 10^6$ Zellen/ml nach, wenn *S. aureus* vorkam. HUNTER (1984) fand in seinen Untersuchungen in 73 % der Ziegeneuterhälften, die mit *S. aureus* infiziert waren, eine Zellzahl von mehr als $2,0 \times 10^6$ Zellen/ml, wobei die höchste Zellzahl beinahe $3,0 \times 10^7$ Zellen/ml betrug. In Tabelle 15 sind die durchschnittlichen Zellzahlen im Vergleich zur bakteriologischen Untersuchung angegeben. Tabelle 16 zeigt die prozentuale Verteilung der somatischen Zellzahl in infizierten und nichtinfizierten Proben in unterschiedlichen Zellklassen. Tabelle 17 zeigt die durchschnittliche Zellzahl in infizierten und nichtinfizierten Proben.

Tabelle 15: Zusammenstellung von Literaturangaben zu durchschnittlichen Zellzahlwerten in Euterhälften von Ziegen bei vorliegendem bakteriologischem Befund

Land	n Tiere	n Proben	Bakteriologischer Befund	Zellzahl x 10 ⁵ Zellen/ml			Referenz
				Median	Mittelwert	Bereiche	
Österreich	397	K.A.	negativ positiv	4,0 11	8,0 21	K.A.	Pernthaner et al. (1991)
USA	K.A.	291 121	negativ positiv	K.A. K.A.	2,8 29	K.A.	Mellenberger (1979)
Frankreich	K.A.	K.A.	negativ	K.A.	K.A.	4,7 - 27	Lerondelle et al. (1984)
USA	K.A.	K.A.	negativ	K.A.	K.A.	0,5 - 4,0	Paape et al (1997)
Schweiz	K.A.	K.A.	negativ	K.A.	K.A.	2,0 - 20	Augsburger et al. (1993)

K.A. = Keine Angabe

Tabelle 16: Prozentuale Verteilung der somatischen Zellzahlen (Bestimmung mittels Fossomatic) in infizierten und nichtinfizierten Milchproben (nach HUNTER, 1984)

Infektionsstatus		n Proben	Somatische Zellzahlklassen x 10 ⁵ Zellen/ml			
			X < 5,0	5,0 ≥ X < 10	10 ≥ X ≤ 20	X > 20
Infizierte Proben	KNS	101	17,8	27,7	24,8	29,7
	KPS	15	6,7	13,3	6,7	73,3
Nichtinfizierte Proben		362	21,3	24,9	21,8	32,0

KNS = Koagulase-negative Staphylokokken, KPS = Koagulase-positive Staphylokokken

Tabelle 17: Literaturangaben zur durchschnittlichen Zellzahl (x 10⁵ Zellen/ml) in infizierten und nichtinfizierten Milchproben von Ziegen

Land	n Tiere	n Proben	Infektionsstatus	Mittelwert	Referenz	
Mexiko	80	153	Infizierte Proben mit pathogenen Keimen	29	Perez et al. (1979)	
			Infizierte Proben ohne pathogene Keime	9,0		
			Nichtinfizierte Proben	K.A.		
Frankreich	1060	5905	Infizierte Proben mit pathogenen Keimen	24	Poutrel et al. (1997)	
			Infizierte Proben ohne pathogene Keime	9,3		
			Nichtinfizierte Proben	2,7		
Israel	682	K.A.	Infizierte Proben	K.A.	22	Leitner et al. (2004b)
			Nichtinfizierte Proben		4,8	
Israel	25	K.A.	Infizierte Proben	K.A.	17	Leitner et al. (2004a)
			Nichtinfizierte Proben		4,1	

K.A. = Keine Angabe

2.4 Laktose

2.4.1 Allgemeines

Laktose wird, wie die meisten Milchinhaltsstoffe, in den Alveolarzellen der Milchdrüse synthetisiert. Die Zusammensetzung der Milch und auch der Laktosegehalt variiert zwischen verschiedenen Säugetierarten und innerhalb einer Säugetierart, abhängig von der Rasse, Individuum, Alter, Haltungs- und Fütterungsbedingungen, Laktationsstadium und Gesundheitszustand (KIELWEIN, 1994; WENDT et al., 1994). Die durchschnittlichen Werte der Milchezusammensetzung verschiedener Säugetierarten sind in Tabelle 18 zusammengestellt.

Tabelle 18: Literaturangaben zur Milchezusammensetzung (Anteile in %) verschiedener Säugetierarten (nach KIELWEIN, 1994)

Spezies	Trocken- masse	Gesamt- protein	Caseine	Molken- proteine	Fett	Laktose	Asche
Kuh	12,7	3,4	2,8	0,6	3,9	4,7	0,7
Ziege	13,3	3,2	2,6	0,6	3,5	4,3	0,8
Schaf	18,0	5,5	4,6	0,9	7,2	4,8	0,8
Pferd	11,2	2,5	1,3	1,2	1,9	6,2	0,5
Mensch	12,9	0,9	0,4	0,5	4,0	7,1	0,2

Die Laktose dient dem Jungtier als Energiequelle, die jedoch erst nach Spaltung im Dünndarm durch das büstensaummembranständige Enzym β -Galaktosidase in Glukose und Galaktose hydrolysiert zur Verfügung steht. Durch die relativ langsame Freisetzung dieser Kohlenhydrate mittels enzymatischer Spaltung ist somit eine kontinuierliche Energieversorgung der Jungtiere über einen längeren Zeitraum gesichert (KIELWEIN, 1994; WENDT et al., 1994; ENGELHARDT et al., 2000).

2.4.2 Aufbau und Struktur der Laktose

Die Laktose (4 β -Galaktosyl-1-Glukose) [Milchzucker] ist das wichtigste Kohlenhydrat der Milch. Laktose ist ein Disaccharid, bestehend aus α - oder β -Glucose und β -Galaktose, die über eine 1,4- β -glykosidische Bindung verknüpft sind (KIELWEIN, 1994). Man unterscheidet zwei Formen der Laktose, die α -Laktose und die β -Laktose, die eine unterschiedliche optische Aktivität besitzen, was eine unterschiedliche Drehung des polaren Lichtes zur Folge hat. Diese Tatsache macht man sich zu nutze, um mittels polarisierten Lichtes quantitativ den Gehalt an Laktose in frischer Milch zu bestimmen. Die Laktose ist der am stärksten osmotisch wirksame Bestandteil der Milch, die mit Calcium und Eisen schwache Komplexe bildet (ENGELHARDT et al., 2002). Nach WENDT et al. (1994) ist die Laktose neben Wasser der quantitativ wichtigste Bestandteil der Milch. Die chemische Struktur der Laktose ist in Abbildung 3 dargestellt.

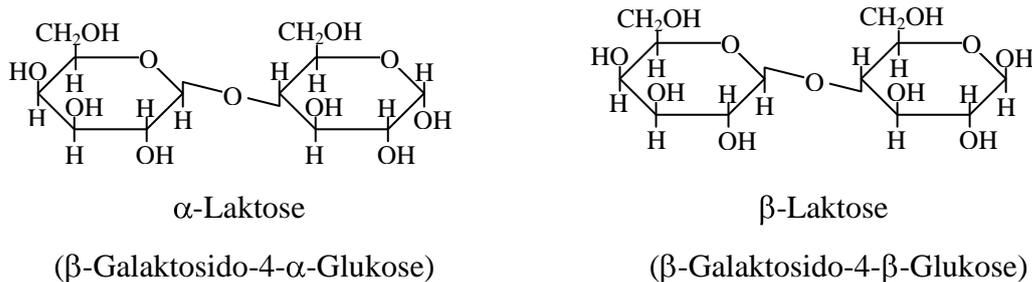


Abbildung 3: Chemische Struktur der Laktose

2.4.3 Synthese der Laktose

Die Synthese der Laktose aus Glukose und Galaktose erfolgt im Euter. Die benötigte Glukose entstammt dem Blut und die Galaktose wird erst im Euter aus Glukose gebildet. Dabei wird mittels der Laktosesynthetase, die aus Galaktosyltransferase und α -Lactalbumin besteht, der Galaktosylrest auf die Glukose übertragen. α -Lactalbumin gewährleistet, dass der Galaktosylrest spezifisch auf die Glukose übertragen wird. Der Vorgang der Laktosesynthetase läuft in den Hohlräumen des Golgi-Apparates ab. Die Laktose und das α -Lactalbumin wandern dann zur Lumenseite der Epithelzellen. Dort verschmelzen sie zunächst

mit der apikalen Membran, wonach ihr Inhalt in das Lumen der Alveolen übertritt (ENGELHARDT et al., 2000).

2.4.4 Veränderungen des Laktosegehalts bei Sekretionsstörungen

Neben dem Zell- und Bakteriengehalt kann auch der Laktosegehalt der Milch als Parameter für entzündliche Erkrankungen der Milchdrüse herangezogen werden. Eine Erkrankung laktierender Ziegen (z.B. fieberhafte Allgemeinerkrankungen, Euterkrankheiten) beeinflussen quantitativ und qualitativ die Milchbildung und –sekretion. Durch die Erkrankung kommt es zu einer Unterfunktion der Milchdrüse, wobei nicht nur die Synthese, von in der Milchdrüse selbst synthetisierten Milchbestandteile eingeschränkt ist, sondern auch die selektive Ausscheidung von Blutbestandteilen mit der Milch beeinflusst wird. Die geringe Laktosekonzentration erkrankter Milchtiere ist eine Folge der verminderten Syntheseleistung der Alveolarzellen, wodurch weniger Casein, α -Laktalbumin, β -Laktoglobulin, Laktose und Milchfett gebildet wird (KIELWEIN, 1994).

Bei den Untersuchungen von PETROVA (1997) wurde ein deutlicher Zusammenhang zwischen der somatischen Zellzahl und dem Laktosegehalt festgestellt. Ziegen mit einer Zellzahl von $X > 1,0 \times 10^6$ Zellen/ml und Ziegen mit einer Zellzahl von $X < 4,0 \times 10^5$ Zellen/ml unterschieden sich signifikant im Laktosegehalt der Milch (3,88 % bzw. 4,69 % [p < 0,01]).

Leitner et al. (2004a) fanden ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen bakteriologisch negativen (Laktosegehalt 4,7 %) und bakteriologisch positiven (Laktosegehalt 4,17 %) Euterhälften. Die bakteriologischen Befunde wurden hierbei von Koagulase-negativen Staphylokokken bestimmt.

2.4.5 Literaturangaben zum Laktosegehalt

In der Literatur werden überwiegend Durchschnittskonzentrationen angegeben, die sich auf eine Herde und eine Laktationsperiode beziehen. Angaben über Laktosekonzentrationen einzelner Rassen, Einzeltiere oder Verlaufszahlen über den Zeitraum einer Laktation, konnten

nicht gefunden werden. Die in der Literatur gefundenen Angaben zu Laktationskonzentrationen in Ziegenmilch sind in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Zusammenstellung von Literaturangaben zur Laktosekonzentration (in %) in Ziegenmilch

Land	Laktosekonzentration in %			Referenz
	Minimum	Maximum	Mittelwert	
Deutschland	K.A.	K.A.	4,3	Kielwein (1994)
Deutschland	K.A.	K.A.	> 3,8	Wendt et al. (1994)
Deutschland	K.A.	K.A.	4,1	Engelhardt et al. (2000)
Deutschland	4,1	4,8	4,54	Kirst et al. (2002)
Deutschland	4,5	4,7	K.A.	HZZV (2002)
Deutschland	K.A.	K.A.	4,4	Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz (2002)
Australien	3,74	5,17	4,60	Genandoy et al. (1990)

K.A. = Keine Angabe

3. Eigene Untersuchungen

3.1 Material

3.1.1 Chemikalien

1,1,2,2-Tetrachlor-ethan	(Sigma-Aldrich Chemie GmbH, EC No. 2011978)
Destilliertes Wasser	(Membra Pure)
Ethylalkohol (96 %)	(VWR 1.00986.1000)
Essigsäure (Eisessig 100 %)	(VWR 1.00063.1000)
Harnstoff	(VWR 1.08488.5000)
Kaliumhexacyanoferrat(II)-Trihydrat (422,39 g/mol)	(VWR 1.04984.0500)
Laktose/D-Galaktose-Test-Kitt	(Boehringer Mannheim, r-Biopharm GmbH, 0176303)
Lactose-Monohydrat (360,32 g/mol)	(VWR 1.07657.1000)
Methylenblau	(VWR 1.15943.0025)
Natriumchlorid	(VWR 1.06404.1000)
Natriumdodecylsulfat	(VWR 8.17034.2500)
Natriumhydroxid (40,00 g/mol)	(VWR 1.06498.1000)
Phenolphthaleinlösung (2 %ige ethanolische Lösung)	(Sigma No 201-004-7)
Ringerlösung	(Oxoid BR 0052 G/101059-001)
Wasserstoffperoxid 30 %	(VWR 1.07210.0250)
Zinksulfat-7-hydrat (287,55 g/mol)	(Riedel-de Haën, EG-Nr. 231-793-3)

3.1.2 Nährmedien und Differenzierungsmedien

Ampicillin	(Oxoid CT 0003 B)
Amoxicillin/Clavulanic Acid	(Oxoid CT 0223 B)
Äsculin	(VWR 1.00842.0025)
Bactident-Oxidase	(VWR 1.13300.0001)
Brilla-Bouillon	(VWR 1.12587.0500)
Cefacetril	(Oxoid CT 1302 S)

Cobactan	(Oxoid CT 1425 S)
Enrofloxacin (Baytril® Reg. TM of Bayer)	(Oxoid CT 0639 B)
Gentamicin	(Oxoid CT 0024 B)
Kanamycin-Äsculin-Azid-Agar	(VWR 1.05222.0500)
Kovács Indolreagenz (Bactident® Indol)	(VWR 1.11350)
Kristallviolett	(VWR 1.11885.1)
Lugol	(VWR 1.00567.1000)
Malonat-Phenylalanin-Bouillon	(Sifin Art-Nr./Code: TN 1159)
Müller-Hinton-Agar	(VWR 1.05437.0500)
Oxacillin	(Oxoid CT 0040 B)
PenicillinG	(Sigma EC NO 204-038-0)
Plate-Count-Magermilch-Agar	(VWR 1.15338.0500)
Rose-Bengal	(Oxoid CM 549)
Safranin	(VWR 1.11885.5)
Schafblut defibriniert	(Oxoid SR 0051 C)
Standart I-Nähragar	(VWR 1.07881.0500)
Standart II-Nähragar	(VWR 1.07883.0500)
Staph aurex plus	(remel 30859901 ZL 30)
Sulphamethoxazol/Trimethoprim	(Oxoid CT 0052 B)
Tetracyclin	(Oxoid CT 0054 B)

3.1.3 Verbrauchsmaterialien

Immersionsöl	(VWR 1.04699.0500)
Faltenfilter	(Schleicher & Schuell, Ref.-No.: 311645) (VWR 515.7005)
Küvetten	(Sarstedt No./Ref. 67.741)
Objektträger	(Carl Roth Art.-Nr. H869)
Pipettenspitzen blau	(Sarstedt No./Ref. 250.70.762)
Pipettenspitzen gelb	(Sarstedt No./Ref. 70.760.002)
Pipettenspitzen weiß	(Eppendorf, VWR 613.3507)
Plastikröhrchen mit Borsäure	(nerbe plus)
Zellkulturpetrischalen	(nerbe plus)

3.1.4 Geräte und Gerätschaften

Accujet Pipettierhilfe	(VWR 612-1960)
Agarclav	(biomedis, ID-Nr. 001705)
Autoclav Ster Vis	(Holzner, Stuttgart, Deutschland)
Binokulares Mikroskop Axioplan	(Zeiss)
Brutschrank B 6	(Heraeus 50042301)
Brutschrank B 12	(Heraeus 50042307)
Bunsenbrenner	(Schütt)
CMT-Schale	(Reutschler Warthausen)
Erlenmeyerkolben 250 ml	(VWR 214-1160)
Färbeküvette mit Gestell	(Wheaton, VWR 720-07050 und VWR 720-0702)
Handstückzähler	(VWR 609-1135)
Küvettenständer	(Brandt)
Magnetrührer	(IKA-Combimag RCT)
Magnetrührstäbchen	(VWR 4424521)
Messkolben, Nennvolumen 100 ml	(Blaubrand [®] , VWR 612-5078)
Messpipetten 5 ml	(VWR 612-1113)
Messpipetten 10 ml	(VWR 612-1114)
Milchshaker	(MS1, IKA, VWR 444-2120)
Pipette 50 µl	(Eppendorf, VWR 613-3636)
Pipette 100 µl	(Eppendorf, VWR 613-3637)
Pipette 200 µl	(Eppendorf, VWR 613-3639)
Pipette 1000 µl	(Eppendorf, VWR 613-3541)
Pipette 2500 µl	(Eppendorf, VWR 613-3544)
Pipettenspitzenbox (blaue Spitzen)	(Sarstedt)
Pipettenspitzenbox (gelbe Spitzen)	(Sarstedt)
Plastiktrichter	(VWR 221-1236)
Rührspatel (Plumper)	(Boehringer Mannheim)
Schablone für BREED-Ausstrich	(Eigenanfertigung)
Spectrophotometer	(Hitachi U-2000, Serial No. 6323-064)
Waage	(Mettler, Typ: PM 200, SNR J72396)
Wasserbad	(julabo, SW 20C, Typ-Nr. 8546206)

Wasserbad

(GFL 1083, Typ 1083 Nr. 11076591J)

3.2 Methoden

3.2.1 Probenmaterial

Die Probennahme erfolgte in zwei Zeiträumen, die der Früh- bzw. Spätlaktation entsprachen. In der Früh-laktation (Februar bis Juni) wurden 318 Ziegen, in der Spätlaktation (Oktober und November) 284 Ziegen aus 13 Betrieben Mittelhessens einbezogen. In Tabelle 20 sind Angaben zu diesen Betrieben wiedergegeben. Die Herdengröße unterschied sich stark und reichte von 3 bis 106 Tieren. Folgende Rassen wurden in die Untersuchungen mit aufgenommen: Bunte Deutsche Edelziege, Weiße Deutsche Edelziege, Thüringer Waldziege, Toggenburger Waldziege und Schweizer Saanenziege. Kreuzungsrassen wurden als „Mixtiere“ angegeben. Zu diesen Mixtieren wurden auch Ziegen gezählt, die den oberen Rassen nicht klar zuordenbar waren. Das durchschnittliche Alter der Ziegen lag bei 4 Jahren (1,5 bis 13). Die Probennahme fand im Zeitraum von Oktober 2001 bis Juni 2002 statt. In fünf Betrieben erfolgte der Milchentzug per Hand, in acht Betrieben per Melkanlage. Alle Tiere befanden sich bei der ersten Probennahmeperiode in der Spätlaktation bzw. bei der zweiten Probennahmeperiode in der Früh-laktation. Die Proben wurden nach Vorgaben der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V. (DVG, 2000) zur normalen Melkzeit mit der Hand genommen. Die ersten Strahlen des Vorgemelks wurden verworfen, anschließend 10 ml Milch aus jeder Euterhälfte in jeweils ein steriles Plastikröhrchen (Konservierungsmittel Borsäure) gewonnen. Im Anschluss an die Probennahme wurde bei jedem Betrieb eine Sammelmilchprobe aus dem Sammel-tankbehälter entnommen.

Die Proben wurden anschließend sofort gekühlt und ins Labor transportiert. Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

- Zellzschätzung mittels des California-Mastitis-Tests
- bakteriologische Untersuchung (Mastitiserreger)
- Gesamtkeimzahlbestimmung (aerobe mesophile Keimzahl)
- mikroskopische Zellzählung nach Prescott und Breed
- Quantitative Laktosebestimmung (enzymatisch).

Tabelle 20: Angaben zu den in die Untersuchung einbezogenen Betrieben

Betrieb	Bestandsgröße	Rassen	Haltungsform	Melken	Melkstand	Futter	MLP	Biobetrieb	Eigene Käseerei
A	40	BDE	Freiland, Box	2x/Tag, Maschine und per Hand	Ja	Getreide, Weide, Heu, Stroh	Ja	Nein	Ja
C	16	THW	Offenstall mit Auslauf, Weide	2x/Tag, per Hand	Ja	Grünfutter, Schrot	Nein	Demeter	Nein
D	10	BDE, Mix	Weide, Laufstall	2x/Tag, Maschine	Ja	Krafftutter, Weide, Futterrüben und -schnittel	Nein	ökologisch	Nein
E	4	BDE	Weide, Laufstall	2x/Tag, per Hand	Nein	Schnittel, Gerste, Hafer, Weide, Heu	Ja	Nein	Nein
G	120	TW, BDE, WDE	Sommer Weide, Winter Stall	2x/Tag, Maschine	Ja	Stroh, Weide, Gras, Klee, Krafftutter, alle 2 Tage Mineralfutter	Ja	Nein	Nein
H	26	BDE, TW, WDE, Mix, THW,	Weide, nachts Stall	2x/Tag, per Hand	Nein	Weide, Hafer, Weizen, Gerste	Ja	Bioland, VHM	Nein
I	60	BDE, Mix, WDE, THW, SCHS,	Offenfrontstall, Weide	2x/Tag, Maschine	Ja	Gras, Getreide, Biertreber, Gemisereste	Nein	ökologisch	ja
J	35	BDE	Stall, Boxen, Weide	2x/Tag, Maschine und per Hand	Ja	Heu, Grummit, Schafmineral, Hafer, Gerste, Rübenschnittel, Grünfütter	Ja	Nein	Nein
K	20	BDE, THW, Mix	Anbindehaltung, teils Weide	2x/Tag, per Hand	Nein	Heu, Gras, Rübenschnittel	Ja	Nein	Nein
L	16	BDE, WDE	Gruppe, Auslauf	2x/Tag, per Hand	Nein	Grünfütter, Getreidemischung	Ja	Nein	Ja
M	11	WDE	Stall	2x/Tag, Maschine	Nein	Gras, Silage, Treber, Krafftutter	Nein	Nein	Nein
N	34	BDE	Laufstall, Auslauf	2x/Tag, Maschine	Ja	Heu, Grünfütter, Kraft- und Mineralfutter	Ja	Demeter	Ja
O	200	BDE, WDE, TW, SCHS	Offenstall, Weide	2x/Tag, Maschine	Ja	Weide, Klee, Gras, Silage	nein	Bioland, Demeter	Nein

K.A. = Keine Angabe; MLP = Milchleistungsprüfung; VHM = Verband für handwerkliche Milchverarbeitung; BDE = Bunte Deutsche Edelziege; WDE = Weiße Deutsche Edelziege; THW = Thüringer Waldziege; TW = Toggenburger Waldziege; SCHS = Schweizer Saanenziege; Mix = Kreuzungsrassen

3.2.2 California Mastitis Test

Die indirekte Zellzahlschätzung erfolgte mittels des California-Mastitis-Test (CMT). Ausgewertet wurden in der Frühlaktation $n = 631$ Hälftengemelksproben und in der Spätlaktation $n = 214$ Hälftengemelksproben.

Die Reaktion des California-Mastitis-Tests (CMT) oder Schalm-Tests beruht auf dem Vermögen einiger oberflächenaktiver Stoffe, die Beschaffenheit von Milch, deren Zellgehalt erhöht ist, sichtbar zu verändern, um frühzeitig ein krankes Tier zu identifizieren. Das Detergens sprengt die Zellmembran und die Zellkerne. Das CMT-Reagenz reagiert mit der aus dem Zellkern freigesetzten Desoxyribonukleinsäure (DNS). Hohe DNS-Mengen führen dabei zu einer Viskositätsveränderung der Milch, die in einer Schlieren- bis Gelbildung sichtbar wird.

Der Test wird mit einer CMT-Schale durchgeführt, wobei 2 ml der Milchprobe in die Vertiefung gegeben wird. Hierzu wird im Verhältnis 1:1,5 Testreagenz zugegeben und anschließend durch kreisförmige Bewegung gemischt. Das Ergebnis der sichtbaren Reaktion kann nach 5 bis 10 Sekunden beobachtet werden. Die Bewertung des Testergebnisses ist subjektiv. Die Testung sollte vor dem Melken, nach der Milchstimulation und Verwerfen des Vorgemelks durchgeführt werden.

Für das Rind gilt: Treten keine sichtbaren Veränderungen auf, so liegt ein geringer Zellgehalt vor. Schlierenbildung bis hin zu einer Gelbildung weist auf einen erhöhten Zellgehalt hin. Das Testergebnis wird mit negativ (-) [Zellgehalt $< 4,0 \times 10^5$ Zellen/ml], schwach positiv (+) [Zellgehalt $4,0 - 1,5 \times 10^5$ Zellen/ml], deutlich positiv (++) [Zellgehalt $8,0 - 50 \times 10^5$ Zellen/ml] und stark positiv (+++) [Zellgehalt $> 5,0 \times 10^6$ Zellen/ml] angegeben.

Bei den eigenen Tests wurden die CMT-Reaktionen wie folgt beurteilt: negativ = 0, positiv = 1, deutlich positiv = 2 und stark positiv = 3. Die fraglichen, d. h. mit einer leichten Schlieren- und Gelbildung wurden als einfach positiv bewertet. Alle Bewertungen bzw. Einstufungen wurden durch den Autor vorgenommen.

3.2.3 Mikroskopische Bestimmung der somatischen Zellzahl

Die Bestimmung der somatischen Zellzahl erfolgte mikroskopisch nach der ursprünglich von PRESCOTT und BREED (1910) beschriebenen Methode entsprechend der Methode der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB (L 01.01.3).

In der Frühlaktation wurden $n = 430$ und in der Spätlaktation wurden $n = 433$ Häuftengemelksproben untersucht. Die Proben wurden auf $30\text{ °C} - 40\text{ °C}$ erwärmt und anschließend gründlich durchmischt. Das Auftragen der Probe erfolgte bei 20 °C . Von jeder Milchprobe wurden zwei Ausstriche angefertigt. Für einen Ausstrich wurden $0,01\text{ ml}$ Milch auf 1 cm^2 Fläche (Breite: $0,5\text{ cm}$ Länge: $2,0\text{ cm}$) auf einem Objektträger ausgestrichen. Nach Trocknung wurde das Präparat 10 min. gefärbt. Die Färbelösung setzte sich wie folgt zusammen:

0,6 g Methyleneblau, DAB
54,0 ml Ethylalkohol ($\varpi = 96\%$)
40,0 ml 1,1,2,2-Tetrachlorethan
6,0 ml Eissessig

Anschließend wurde das Präparat mit Leitungswasser gespült und erneut getrocknet. Die Zählung der Zellen erfolgte mikroskopisch bei 1000facher Vergrößerung.

In Modifikation der Vorschrift für Kuhmilch, wurden alle Zellkerne und Zellfragmente gezählt. Nicht eindeutig identifizierbare Zellen wurden als „nicht differenzierbare Zellen“ gewertet. Gezählt wurden alle Zellen, von denen mindestens die Hälfte im mikroskopischen Feld erfasst wurde. Abweichend von der Standardmethode wurden je Präparat 25 Gesichtsfelder (entspricht 1,2 Banden) ausgezählt. Diese waren über den gesamten Objektträger so verteilt, dass der gesamte Objektträger in Augenschein genommen wurde, um einen Überblick über das Präparat zu bekommen und um eine inhomogene Verteilung auszuschließen.

Zur Berechnung des Zellgehaltes pro ml Milch ist die gezählte Anzahl somatischer Zellen mit dem Berechnungsfaktor zu multiplizieren. Die dazugehörige Formel lautet:

$$\text{Berechnungsfaktor} = \frac{20 \times 100}{d \times b}$$

wobei d = Ø des Gesichtsfeldes in mm

b = Anzahl der vollständig ausgezählten Banden

20 = Länge des Ausstrichfeldes in mm

100 = Faktor für 1ml Milch

Bei dem verwendeten Mikroskop betrug der Durchmesser des Gesichtsfeldes 0,24 mm (bestimmt mit einem Skalaberechnungsmikroskopobjektträger mit einer Einteilung in μm).

3.2.4 Bakteriologische Untersuchung der Milchproben

Die bakteriologische Untersuchung der Hälftengemelksproben (Frühlaktation n = 631, Spätlaktation n = 223) erfolgte entsprechend den Richtlinien der DVG (DVG, 2000). Hierzu wurden die gekühlten Proben in einem Wasserbad auf 16 °C erwärmt und anschließend gut durchmischt. Danach wurde von jeder Probe mittels einer Öse ein Viertelplattenausstrich auf einer Blut-Agar-Platte mit Äsculinzusatz angefertigt und bei 37 °C für 24 h inkubiert. Zusätzlich wurde von jeder Probe, die im CMT mindestens einfach positiv war, eine ganze Platte mit 0,1 ml beimpft und ebenfalls bei 37 °C für 24 h inkubiert. Die Auswertung der Proben erfolgte nach 24 h und nach 48 h nach dem Schema der DVG (DVG, 2000).

Waren nach 24 h auf dem Ösenausstrich fünf oder mehr Kolonien zu finden, wurde eine weitere Differenzierung der Probe vorgenommen. Bei „major pathogens“ Keimen (*S. aureus*, Streptokokken, *E. coli*) wurde zusätzlich ein Resistenztest durchgeführt.

3.2.5 Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl

Zur Ermittlung der aeroben mesophilen Keimzahl wurden Stichprobenuntersuchungen durchgeführt, wobei sowohl Hälftengemelksproben (n = 45) als auch Sammelmilchproben (n = 23) geprüft wurden. Die Durchführung der Untersuchung erfolgte nach der Methode L

01.00-5 (amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren § 64 LFGB). Die Vorbereitung der Proben erfolgte nach Methode L 01.00-1.

Es wurde zunächst eine dezimale Verdünnungsreihe der Milchproben von 10^0 bis 10^{-6} mit viertelstarker Ringerlösung hergestellt. Je 1 ml der einzelnen Verdünnungsstufen wurde in je 2 Petri-Schalen gegeben, mit 10 – 12 ml Plate-Count-Magermilch-Agar vermischt und 72 h bei 30 °C bebrütet. Die Herstellung des Plate-Count-Magermilch-Agar erfolgte nach Angaben des Herstellers.

Die Auswertung erfolgte durch Auszählen der Koloniebildenden Einheiten. Anschließend wurde mittels des gewogenen arithmetischen Mittels die mittlere Anzahl Koloniebildender Einheiten je ml der Probe errechnet.

Es wurden nur solche Petri-Schalen ausgewertet, die zwischen 10 und 300 Koloniebildende Einheiten aufwiesen.

Die Formel für die Berechnung der Keimzahl lautet:

$$GK = \frac{\sum c}{n_1 \times 1 + n_2 \times 0,1} \times d$$

GK = Anzahl der Koloniebildenden Einheiten je ml

n_1 = Anzahl der Petri-Schalen der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe, die zur Berechnung herangezogen werden

n_2 = Anzahl der Petri-Schalen der nächsthöheren Verdünnungsstufe, die zur Berechnung herangezogen werden

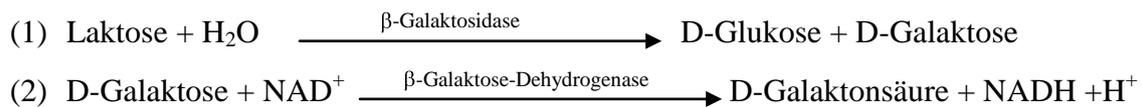
d = Faktor der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe, hierbei handelt es sich um die auf n_1 bezogene Verdünnungsstufe

3.2.6 Quantitative Laktosebestimmung (enzymatisches Verfahren)

Die quantitative Laktosebestimmung erfolgte nach Methode L 01.00-17 (amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren § 64 LFGB). Hierzu wurden in der Frühlaktation $n = 485$ und in der Spätlaktation $n = 519$ Häftengemelksproben untersucht.

Zur Durchführung wurde 1 g Probe in einen 100 ml Messkolben genau eingewogen und mit 60 ml bidestilliertem Wasser aufgefüllt und geschwenkt. Zur Klärung wurden 5 ml Carrez-I-Lösung (3,60 g Kaliumhexacyanoferrat-II, $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3 H_2O/100ml$), 5 ml Carrez-II-Lösung (7,20 g Zinksulfat, $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O/100ml$) und 10 ml NaOH (0,1 mol/l) hinzugefügt und nach jeder Zugabe wurde die Probe gut geschüttelt. Die so vorbereitete Probe wurde auf Raumtemperatur gebracht und anschließend mit bidestilliertem Wasser bis zur Eichmarke des Kolbens aufgefüllt und anschließend filtriert. Diese klare, evtl. leicht trübe Lösung wurde zum Test eingesetzt.

Prinzip: In dem durch Fällung nach CARREZ von Fett und Eiweiß befreiten, wässrigen Extrakt der Probe wird Laktose in Gegenwart des Enzyms β -Galaktosidase und Wasser bei pH 6,6 in D-Glukose und D-Galaktose gespalten (1).



D-Galaktose wird in Gegenwart des Enzyms β -Galaktose-Dehydrogenase durch Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NAD) bei pH 8,6 zu Galaktonsäure oxidiert (2). Die Menge der bei dieser Reaktion gebildeten reduzierten Form des Nicotinamid-adenin-dinucleotids (NADH) wird durch Messung des Extinktionsanstiegs in der Probelösung bei 340 nm bestimmt und ist der vorhandenen Galaktose proportional. In einem Parallelansatz wird die vorhandene freie Galaktose ohne Spaltung der Laktose in gleicher Weise durch Oxidation der Galaktonsäure bestimmt. Die Differenz der Extinktionen zwischen der Probe, die mit β -Galaktosidase behandelt wurde, und der Probe ohne Spaltung der Laktose ist proportional der Laktose der freigesetzten Galaktose und somit auch dem Laktosegehalt der Probe.

Für die Fällung nach CARREZ wurde eine Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung (CARREZ I) und eine Zinksulfatlösung (CARREZ II) nach Vorschrift selbständig angerührt. Die Durchführung der enzymatischen Laktosebestimmung erfolgte mit Laktose/D-Galaktose-Testkits der Firma BOEHRINGER MANNHEIM. Die Testkombination enthielt:

1. Flasche 1 mit ca. 600 mg Lyophilisat, zusammengesetzt aus: Citrat-Puffer, pH ca. 6,6; NAD, ca. 35 mg; Magnesiumsulfat

2. Flasche 2 mit ca. 1,7 ml Suspension β -Galaktosidase, ca. 100 U
3. Flasche 3 mit ca. 34 ml Lösung, zusammengesetzt aus: Kaliumdiphosphat-Puffer, pH ca. 8,6; Stabilisatoren
4. Flasche 4 mit ca. 1,7 ml Suspension Gal-DH, ca. 40 U
5. Laktose-Standardlösung zur Testkontrolle (Die Messung der Standardlösung ist nicht erforderlich zur Berechnung von Ergebnissen). Standardlösung unverdünnt verwenden.

Der Inhalt der Flasche 1 musste vor Gebrauch mit 7,0 ml bidestilliertem Wasser gelöst werden. Die Inhalte der Flaschen 2 - 4 wurden unverdünnt verwendet. Des Weiteren musste die Lösung 1 und 3 vor Gebrauch auf eine Temperatur von 20 – 25 °C gebracht werden. Der Bestimmungsansatz erfolgte bei einer Wellenlänge von Hg 365 nm, Einwegküvetten mit 1,00 cm Schichtdicke, einer Temperatur von 20 – 25 °C und einem Testvolumen von 3,300 ml. Die Messung erfolgte gegen Luft und die Probenlösung enthielt 4 – 200 μ g Laktose und D-Galaktose/Küvette (in 0,100 - 0,500 ml Probenvolumen).

Der Bestimmungsansatz wurde wie folgt vorbereitet: Für die Leerwert-Bestimmung wurden 0,2 ml der Flasche 1 und 0,05 ml der Flasche 2 in eine Küvette pipettiert. In die Küvetten mit Laktose-Probe wurden zusätzlich 0,1 ml der vorher gefällten Probenlösung pipettiert bzw. 0,1 ml Standardlösung für die Standard-Küvette. Danach wurden die Ansätze mit jeweils einem Rührspatel gemischt und 20 Minuten bei 20 – 25 °C stehen gelassen. Anschließend wurde in jede Küvette 1,0 ml der Flasche 3 pipettiert. In die Küvette mit dem Leerwert wurden 2,0 ml bidestilliertes Wasser pipettiert, in die Küvetten mit Laktose-Probe und die Küvette mit dem Standard nur jeweils 1,9 ml. Erneutes mischen und nach ca. 2 Minuten wurden die Extinktion der Lösungen gemessen (E_1). Danach erfolgte die Zugabe von 0,05 ml der Flasche 4, erneutes mischen und damit starten der Reaktion. Der Stillstand der Reaktion musste abgewartet werden (ca. 15 min bei 50 μ g Laktose/Test; ca. 30 min bei 200 μ g Laktose/Test) und danach die Extinktion der Lösung jeweiligen Probe bestimmt werden (E_2). Falls die Reaktion nach der angegebenen Zeit nicht zum Stillstand gekommen war, musste die Extinktion in 5 min Abständen erneut gemessen werden, bis eine konstante Extinktionsänderung pro 5 min erreicht war. Bei konstanter Extinktionszunahme von E_2 wurde die Extinktion auf die Zeit der Zugabe von Flasche 4 extrapoliert.

Für Leerwerte und Proben wurden die Extinktionsdifferenzen ($E_2 - E_1$) berechnet. Die Extinktionsdifferenz der Leerwerte wurde von den Extinktionsdifferenzen der jeweiligen Proben abgezogen:

$$\Delta E = (E_2 - E_1)_{\text{Probe}} - (E_2 - E_1)_{\text{Leerwert}}$$

Die Differenz dieser Werte ergab $\Delta E_{\text{Lactose}}$.

Berechnung: Nach der allgemeinen Berechnungsformel für die Bestimmung der Konzentrationen gilt:

$$c = \frac{V \times MG}{\varepsilon \times d \times v \times 1000} \Delta E \left[\frac{g}{l} \right]$$

V = Testvolumen [ml]

v = Probevolumen [ml]

MG = Molekulargewicht der zu bestimmenden Substanz [g/mol]

d = Schichtdicke [cm]

ε = Extinktionkoeffizient von NADH bei 365 nm = 3,4 [l * mmol⁻¹ * cm⁻¹]

Hieraus ergibt sich für den Laktosegehalt der Probe (als Monohydrat berechnet):

$$c = \frac{3,300 \times 360,32}{3,4 \times 1,00 \times 0,100 \times 1000} \Delta E \left[\frac{g}{l} \right]$$

Für den Standard ergibt sich:

$$c = \frac{3,300 \times 342,3}{3,4 \times 1,00 \times 0,100 \times 1000} \Delta E \left[\frac{g}{l} \right]$$

Wurde bei der Probenvorbereitung eine Verdünnung vorgenommen, musste das Ergebnis mit dem Verdünnungsfaktor F multipliziert werden.

Der Gehalt der Laktose berechnete sich dann wie folgt:

$$\text{Gehalt} = \frac{c}{\text{Einwaage}} \times 100 \left[\frac{g}{l} \right]$$

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Untersuchungen des Zellgehaltes

3.3.1.1 Bewertung der eingesetzten Untersuchungsverfahren

Der Zellgehalt der Ziegenmilch wurde semiquantitativ mittels des California Mastitis Tests und quantitativ mit der mikroskopischen Zellzählmethode nach PRESCOTT und BREED (1910) bestimmt.

Die Durchführung des California Mastitis Tests (CMT) erfolgte prinzipiell analog zu den Kriterien der Kuhmilch. Hierbei zeigte sich jedoch, dass eine eindeutige Kategorisierung in die vier CMT-Bewertungsstufen negativ, einfach positiv, zweifach positiv und dreifach positiv nur schwer vorgenommen werden konnte. Häufig wurde die Einstufung in „negativ“ bzw. „einfach positiv“ durch Schlierenbildung erschwert. Im Zweifelsfall wurden derartige Proben als „einfach positiv“ bewertet.

Die Untersuchung der Ziegenmilch nach PRESCOTT und BREED (1910) war mit relativ großem Arbeits- und Zeitaufwand verbunden. Hierbei konnten jedoch relativ exakte, quantitative Ergebnisse unter Ausschluss von Störeffekten der zytoplasmatischen Partikel getroffen werden. Allerdings waren im Gegensatz zur Kuhmilch die Zellen in Ziegenmilch bei dieser Färbemethode teilweise zerstört, sodass eine eindeutige Identifizierung der einzelnen somatischen Zellen nicht möglich war.

Die Reproduzierbarkeit der Methode wurde durch mehrmalige Zellzahlbestimmung desselben Präparates geprüft. Die mittlere Abweichung lag bei unter 0,1 %.

3.3.1.2 Semiquantitative Beurteilung der Zellzahl in Hältfengemelksproben in Ziegenmilch mittels CMT

Zur Beurteilung der Zellzahl in Ziegenmilchproben wurde zuerst eine orientierende Bewertung der Hältfengemelke mittels des CMT durchgeführt. Hierzu wurden insgesamt $n = 845$ Proben in der Frühlaktation ($n = 631$) bzw. in der Spätlaktation ($n = 214$) visuell ausgewertet. Aus Abbildung 4 wird ersichtlich, dass in der Frühlaktation annähernd 50 % und in der Spätlaktation 45 % der untersuchten Milchproben negativ waren. Weiter ist ersichtlich,

dass in der Frühlaktation etwa 20 % und in der Spätlaktation annähernd 30 % der Auswertungen sich auf die CMT-Einstufungen „zweifach bzw. dreifach positiv“ verteilen.

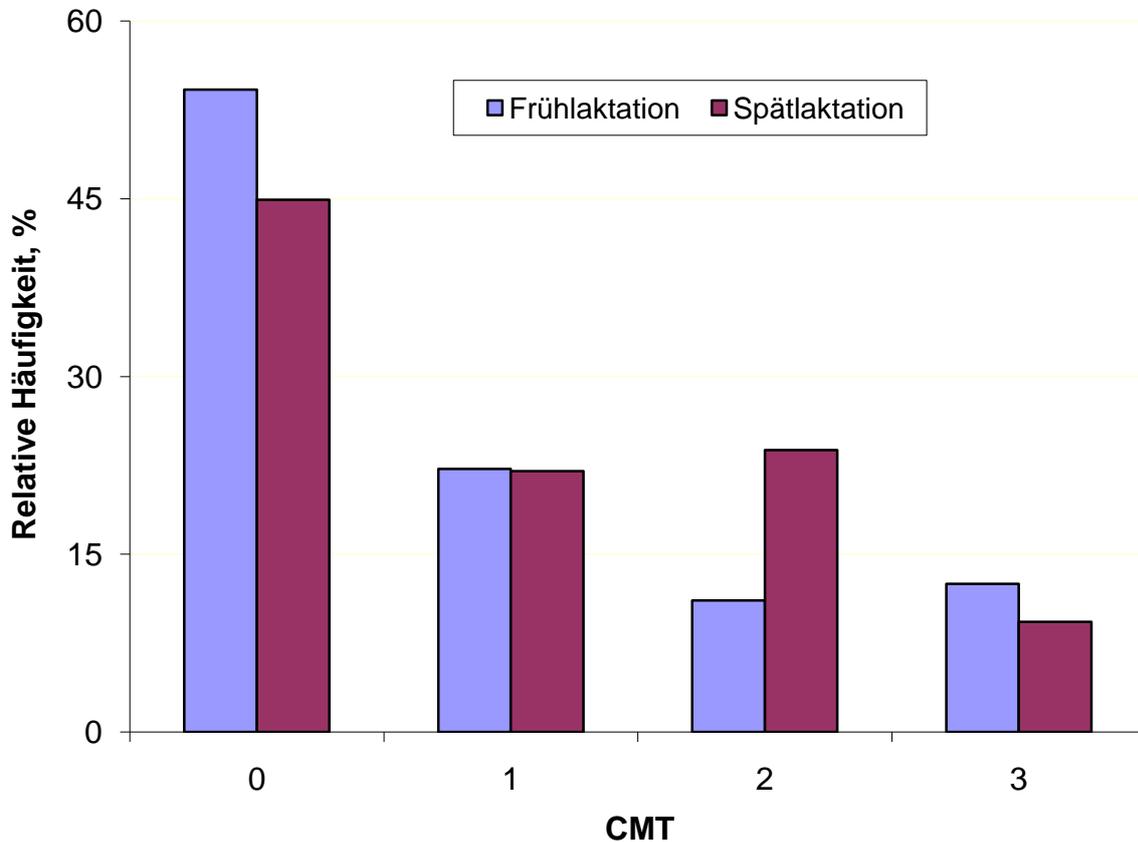


Abbildung 4: Relative Häufigkeit von CMT-Bewertungen (0 = negativ, 1 = einfach positiv, 2 = zweifach positiv; 3 = dreifach positiv) für Hälftegemelke von Ziegen in der Frühlaktation (n = 631) und Spätlaktation (n = 214)

Für den Vergleich der semiquantitativen Ergebnisse des CMT mit der quantitativen mikroskopischen Zellzahlbestimmung wurden die Daten für insgesamt n = 538 Hälftegemelke ausgewertet. In Tabelle 21 sind die Zellzahlwerte in Relation zu den CMT-Ergebnissen dargestellt. Wie hieraus und auch aus Abbildung 5 ersichtlich wird, folgten die quantitativ bestimmten Mediane des Zellgehalts grundsätzlich der Kategorisierung des CMT. Zwischen den Kategorien „negativ bis zweifach positiv“ wurden allerdings nur geringe Unterschiede im Medianwert der Zellgehalt der Milchproben festgestellt. Bereits bei der CMT-Kategorie „negativ“ wurde ein Zellgehalt von $8,1 - 11 \times 10^5$ Zellen/ml erreicht. In der Spätlaktation war in der CMT-Bewertung „zweifach bzw. dreifach positiv“ ein deutlicher

Zellanzahlanstieg zu erkennen. Allerdings lagen für die Auswertung des Zellgehaltes bei der CMT-Kategorie 3 in der Spätlaktation nur drei Werte zugrunde, sodass dieses Ergebnis sehr zurückhaltend bewertet werden muss.

Zusammenfassend ließ der CMT-Test erst für sehr hohe Zellzahlen eine eindeutige – von negativen Proben unterschiedliche - Einstufung zu.

Tabelle 21: Quantitative Zellzahlwerte ($\times 10^5$ Zellen/ml) für Früh- (n = 430) und Spätlaktation (n = 108) im Vergleich zum semiquantitativen CMT-Ergebnis

Parameter	<u>Frühlaktation</u>				<u>Spätlaktation</u>			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Mittelwert	14	13	15	32	21	20	26	81
Median	8,1	8,6	9,7	21	11	14	25	100
Standardabweichung	18	14	17	30	21	15	15	33
Minimum	0,5	1,3	3,0	2,2	0,9	4,3	9,6	43
Maximum	100	61	95	100	82	52	50	100
n	223	105	54	48	82	16	7	3

In Abbildung 6 sind die CMT-Ergebnisse zu den Medianwerten der Laktosekonzentration dargestellt. Hierzu wurden insgesamt n = 671 Proben in der Frühlaktation (n = 485) bzw. in der Spätlaktation (n = 186) ausgewertet. Die CMT-Kategorien einfach bzw. zweifach positiv wiesen nur geringgradig niedrigere Laktosekonzentrationen auf als die CMT-negativen Hälften. Einzig in der CMT-Kategorie dreifach positiv war ein leichter Rückgang der Laktosekonzentration festzustellen. Außerdem ist in Abbildung 6 erkennbar, dass die Mediane der Laktosekonzentration in der Spätlaktation durchschnittlich um 0,5 % niedriger lagen als in der Frühlaktation.

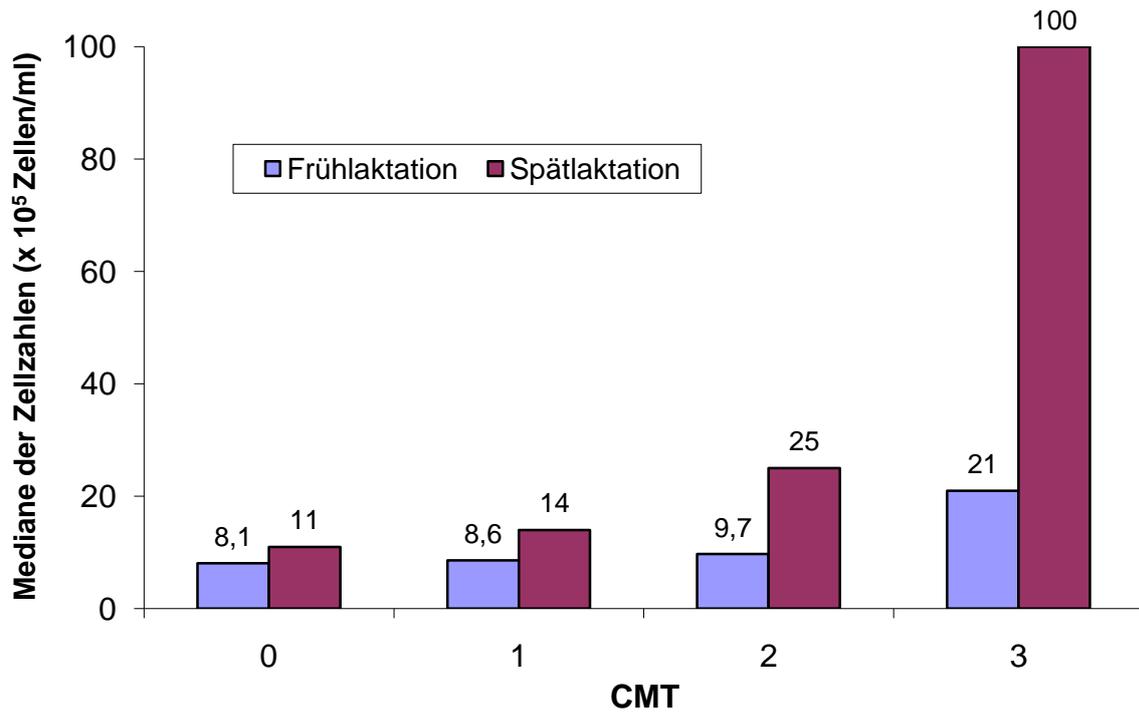


Abbildung 5: Vergleichende Darstellung der für verschiedene CMT-Ergebnisse ermittelten Medianwerte der absoluten Zellgehalte in Hälftegemelksproben bei Ziegen in der Früh- (n = 430) bzw. Spätlaktation (n = 108)

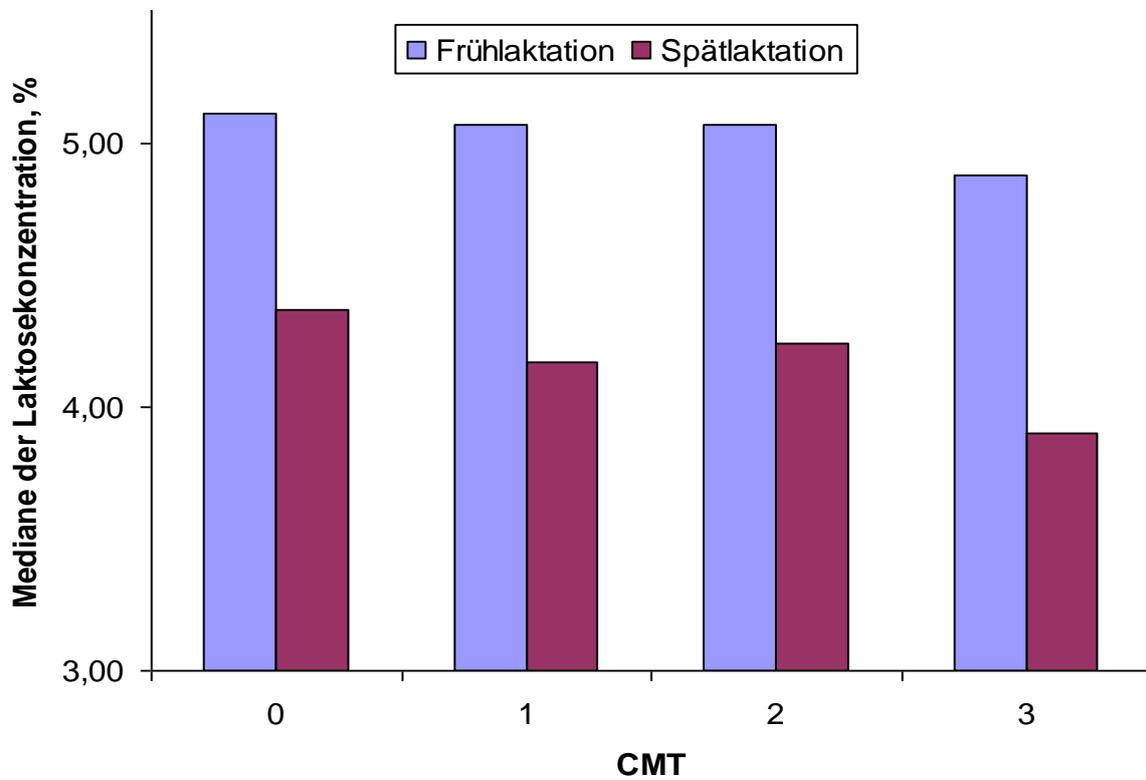


Abbildung 6: Vergleichende Darstellung der für verschiedene CMT-Ergebnisse ermittelten Medianwerte der Laktosekonzentration in Hälftegemelksproben bei Ziegen in der Früh- bzw. Spätlaktation

3.3.1.3 Quantitative mikroskopische Zellzahlbestimmung

Bei der Bestimmung der Zellzahl nach PRESCOTT und BREED (1910) wurden insgesamt $n = 863$ Hälftengemelke in der Frühlaktation ($n = 430$) bzw. in der Spätlaktation ($n = 433$) untersucht. In den Abbildungen 7 - 10 sind beispielhaft mikroskopische Aufnahmen (1000fache Vergrößerung) von Präparaten aus Milch unterschiedlicher Zellgehalte dargestellt.

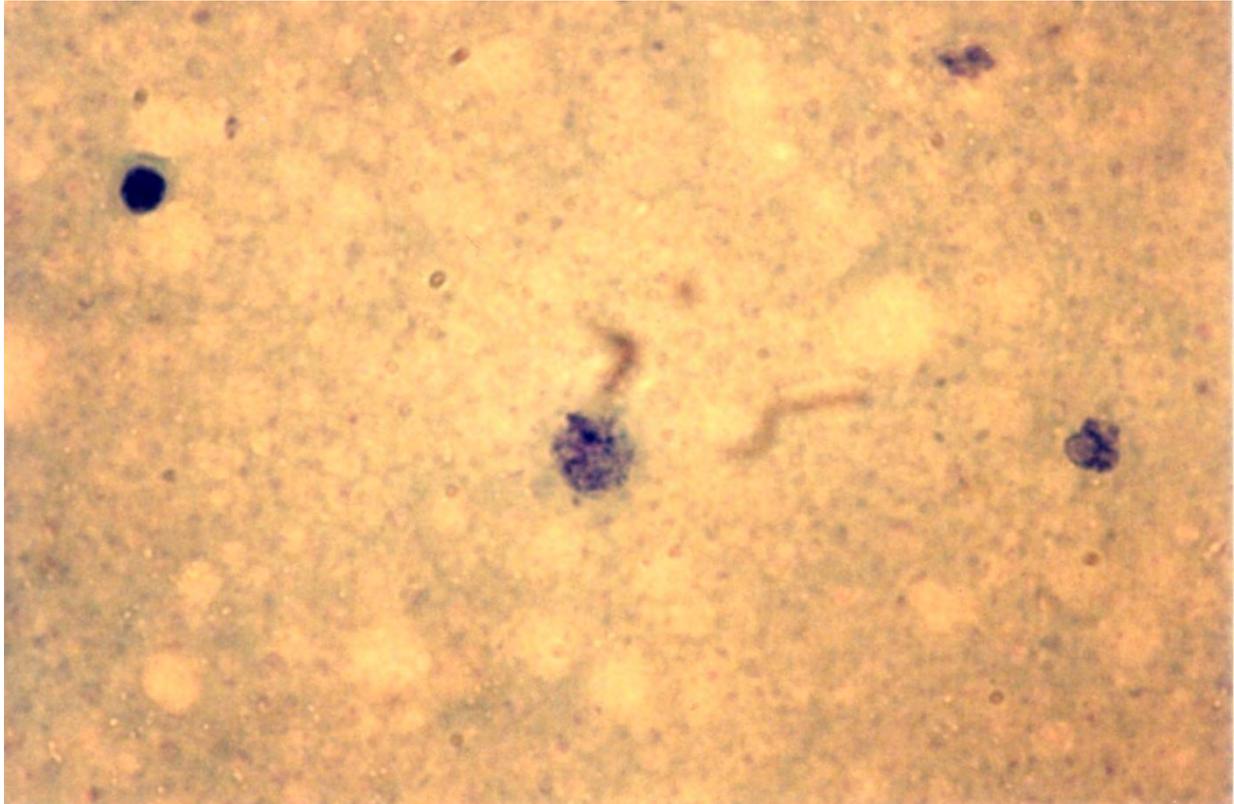


Abbildung 7: Mikroskopische Zellzahlbestimmung in Ziegenmilch. Präparat einer Probe mit einem Zellgehalt von $4,0 \times 10^5$ Zellen/ml (1000fache Vergrößerung; die Abbildung entspricht in der Breite ca. 0,12 mm und in der Länge ca. 0,16 mm)

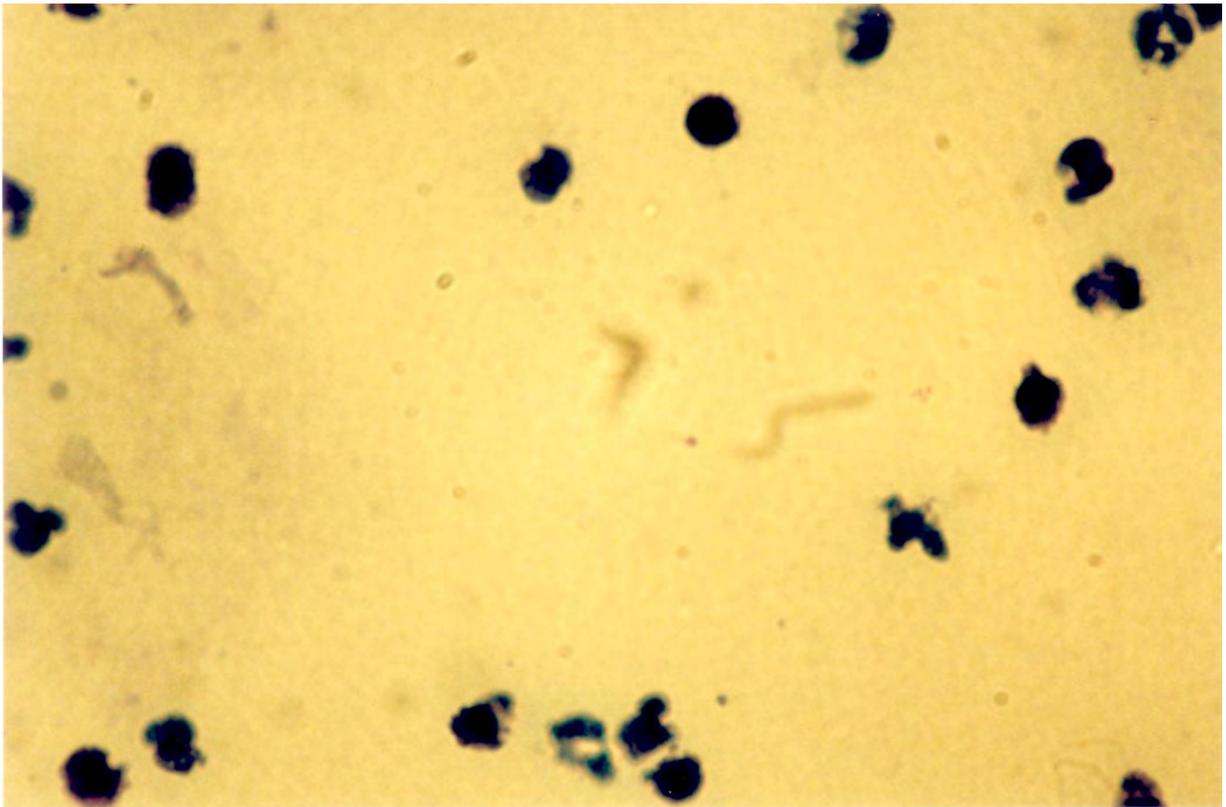


Abbildung 8: Mikroskopische Zellzahlbestimmung in Ziegenmilch. Präparat einer Probe mit einem Zellgehalt von $2,5 \times 10^6$ Zellen/ml (1000fache Vergrößerung; die Abbildung entspricht in der Breite ca. 0,12 mm und in der Länge ca. 0,16 mm)

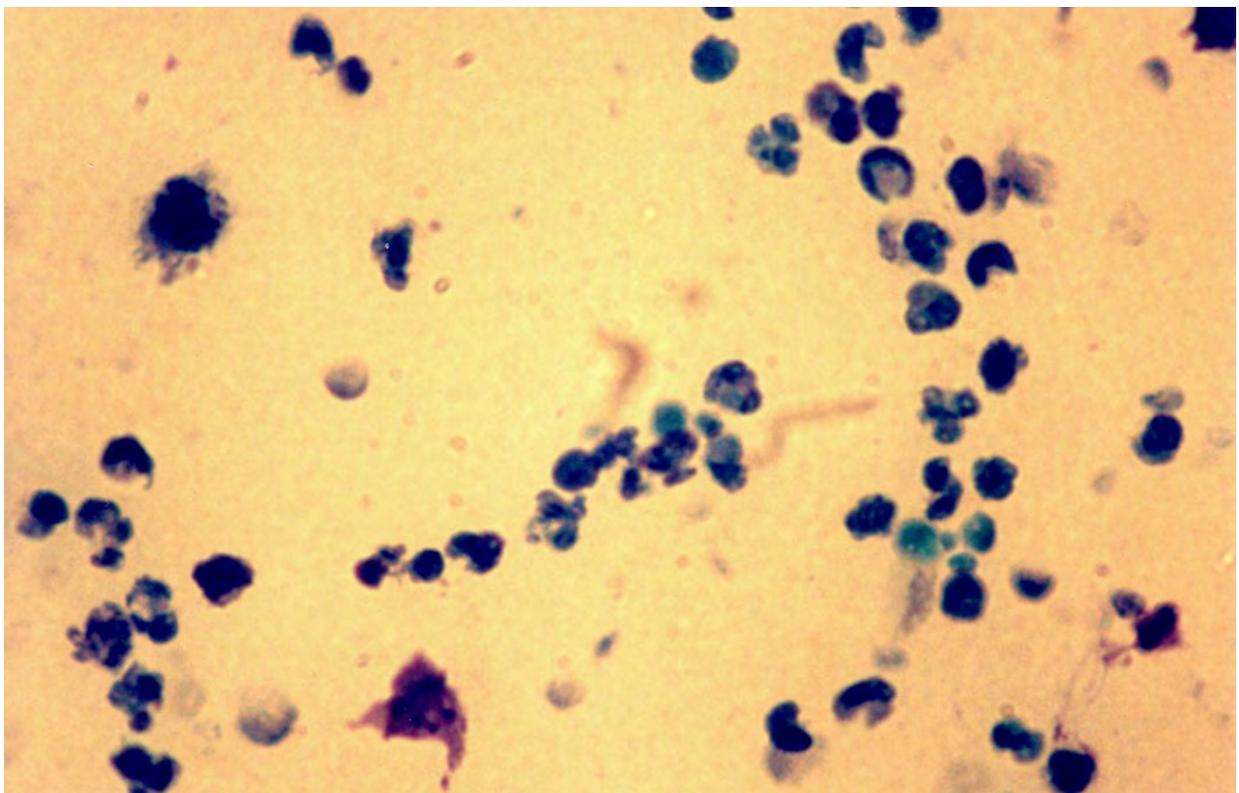


Abbildung 9: Mikroskopische Zellzahlbestimmung in Ziegenmilch. Präparat einer Probe mit einem Zellgehalt von $7,0 \times 10^6$ Zellen/ml (1000fache Vergrößerung; die Abbildung entspricht in der Breite ca. 0,12 mm und in der Länge ca. 0,16 mm)

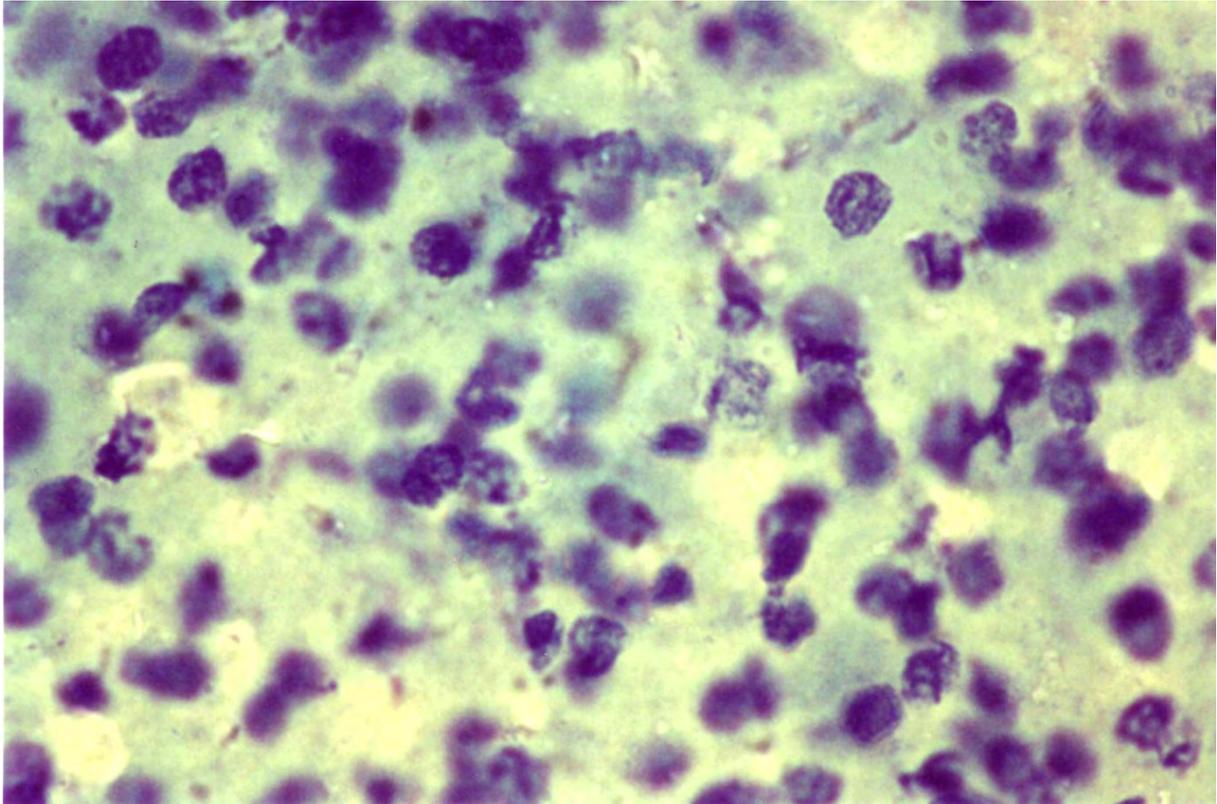


Abbildung 10: Mikroskopische Zellzahlbestimmung in Ziegenmilch. Präparat einer Probe mit einem Zellgehalt von $> 1,0 \times 10^7$ Zellen/ml (1000fache Vergrößerung; die Abbildung entspricht in der Breite ca. 0,12 mm und in der Länge ca. 0,16 mm)

In Tabelle 22 sind die mittels mikroskopischer Zellzählmethode ermittelten quantitativen Zellgehalte dargestellt. Die Hälfte aller Proben überschritten einen Zellgehalt von rund $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml nicht. 25 % aller Proben wiesen Zellgehalte von nicht mehr als $5,0 \times 10^5$ Zellen/ml. Für 75 % aller Proben lagen die Zellgehalte unter $2,0 \times 10^6$ Zellen/ml.

Abbildung 11 zeigt das Verhältnis der ermittelten Zellzahlwerte bei einem „willkürlich“ gewählten cut-off von 1 Mio. Zellen/ml. Lediglich etwas mehr als die Hälfte der untersuchten Proben sowohl in der Früh- als auch in der Spätlaktation lagen unter diesem in der Literatur gelegentlich diskutierten Grenzwert.

In den Abbildungen 12 - 14 sind die ausgewerteten Zellzahlen der Früh- bzw. Spätlaktation sowie aller Proben, geordnet, in logarithmischer Form dargestellt, beginnend mit der kleinsten Zellzahl bis hin zur größten Zellzahl. Dabei entspricht ein Wert von 1 auf der Y-Achse einer Zellzahl von 1 Mio. Zellen/ml und ein Wert von 2 einer Zellzahl von 10 Mio. Zellen/ml. Des Weiteren sind jeweils das 25. und 75. Perzentil sowie der Median der Ergebnisse angegeben.

Hieraus wird ersichtlich, dass ein relativ kontinuierlicher Übergang zwischen einzelnen Zellzahlbereichen gegeben war.

Tabelle 22: Zellgehalte in Häftgemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation

Parameter	Zellzahl x 10 ⁵ /ml		
	Frühlaktation	Spätlaktation	Alle Proben
Mittelwert	16	21	19
Standardabweichung	20	25	23
25. Perzentil	4,7	5,0	4,8
Median	9,6	10	9,9
75. Perzentil	18	27	21
Minimum	0,5	0,4	0,4
Maximum	100	100	100
Anzahl (n)	430	433	863

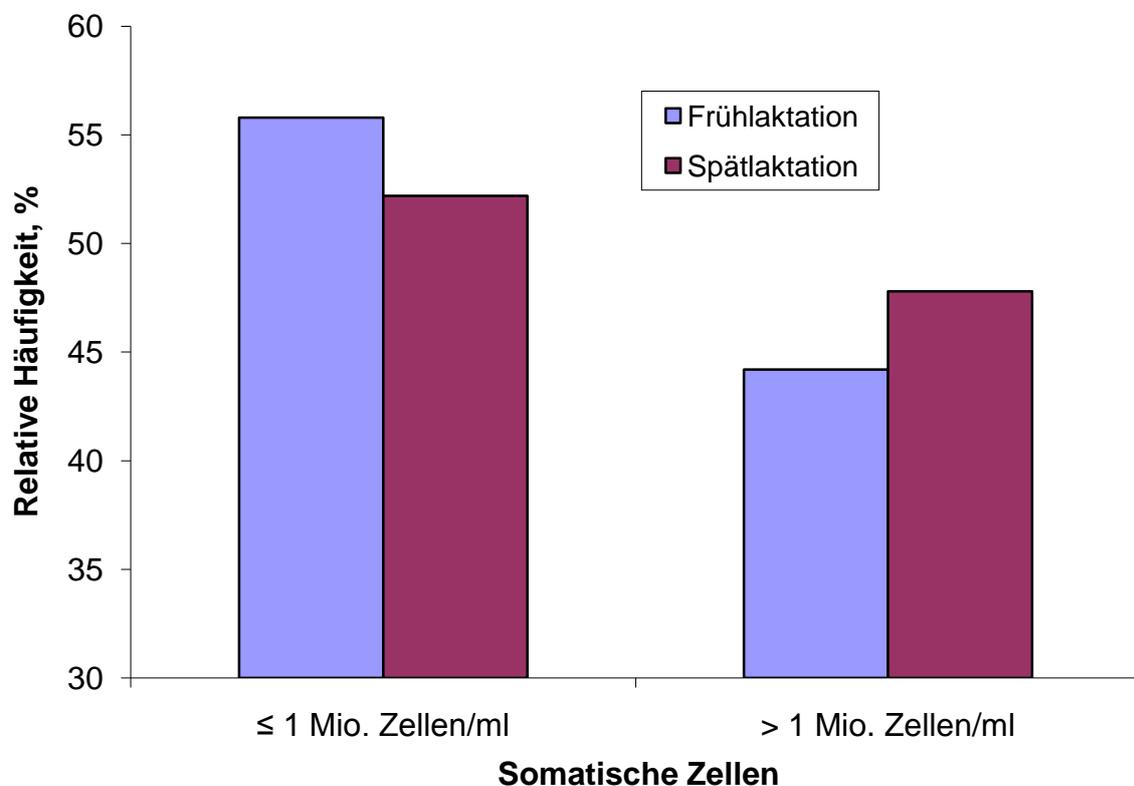


Abbildung 11: Relative Häufigkeit von Häftgemelksproben von Ziegen mit Zellzahlen von unter bzw. über 1 Millionen Zellen/ml in der Früh- bzw. Spätlaktation

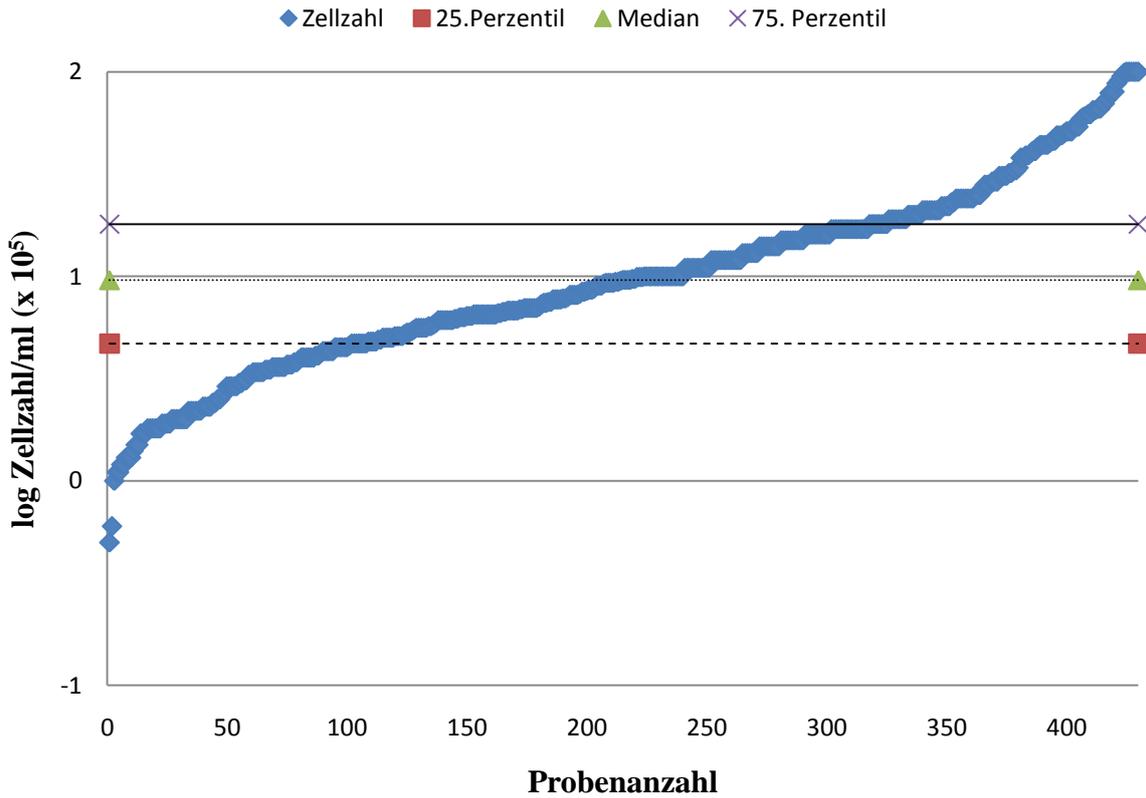


Abbildung 12: Verteilung der Messwerte für den somatischen Zellgehalt bei Hälftegemelksproben in der Frühlaktation. Die Proben wurden nach dem Zellgehalt aufsteigend sortiert.

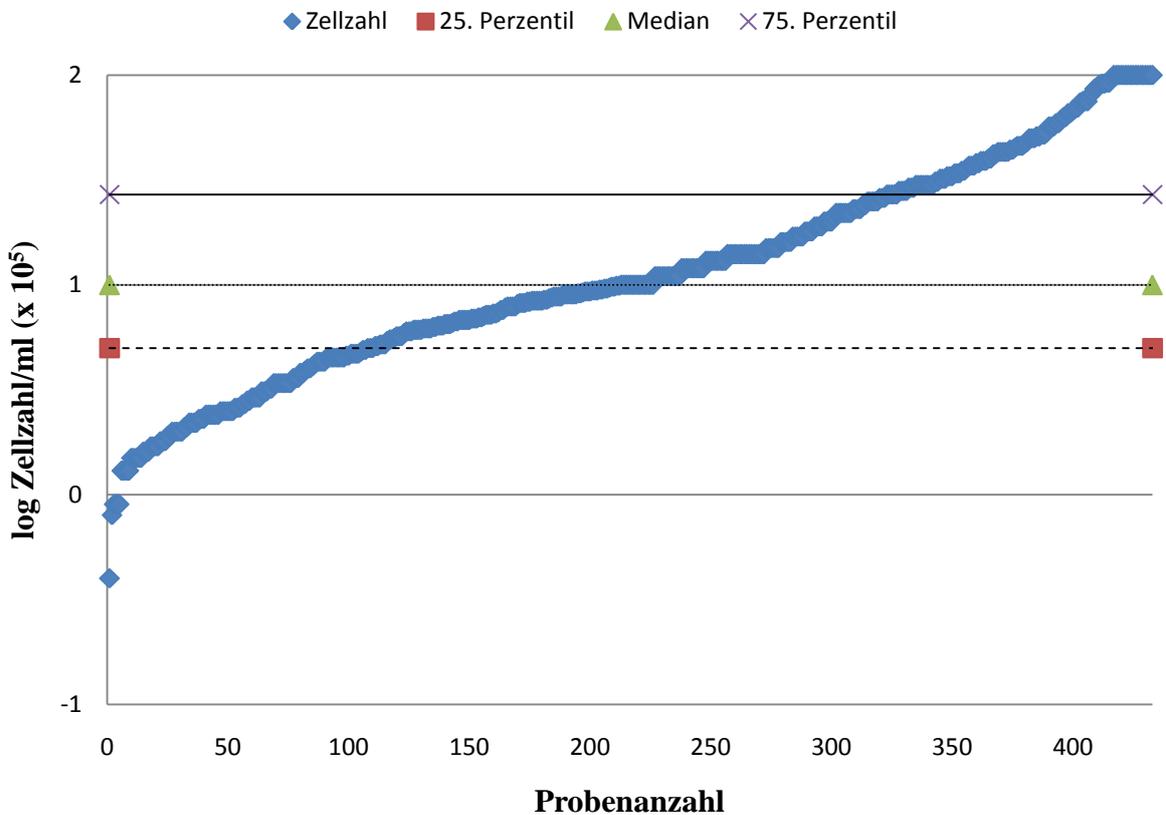


Abbildung 13: Verteilung der Messwerte für den somatischen Zellgehalt bei Hälftegemelksproben in der Spätlaktation. Die Proben wurden nach dem Zellgehalt aufsteigend sortiert.

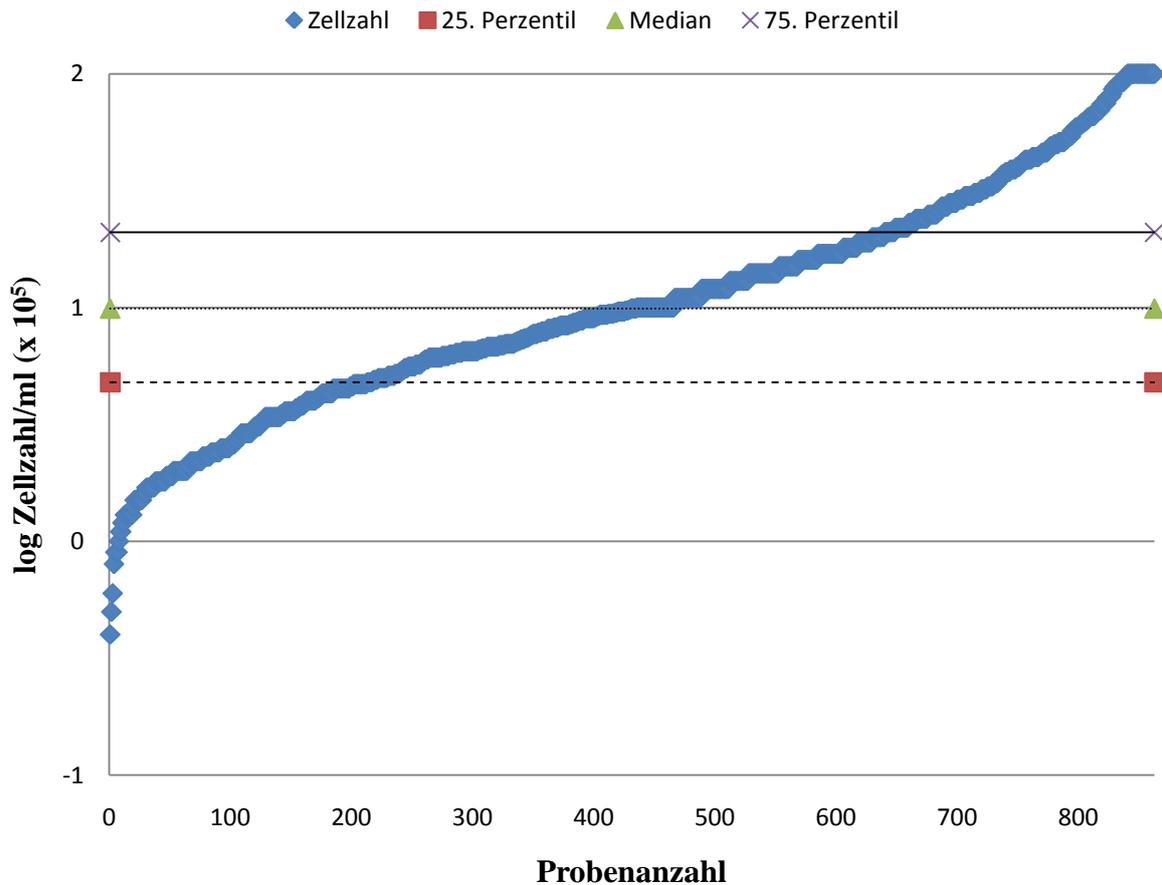


Abbildung 14: Verteilung der Messwerte für den somatischen Zellgehalt bei Hältfengemelksproben in der Früh- und Spätlaktation. Die Proben wurden nach dem Zellgehalt aufsteigend sortiert.

In Abbildung 15 ist die relative Häufigkeit der gefundenen Zellzahlen in der Früh- und Spätlaktation bezogen auf die Zellklassen dargestellt. Hierbei wird ersichtlich, dass nur rund 20 % aller ausgewerteter Proben den Grenzwert der Milchgüteverordnung für Kuhmilch erreichten. 35 % der Proben überschritten den Grenzwert der Milchgüteverordnung, lagen aber unter dem in der Literatur diskutierten Grenzwert von 1 Mio. Zellen/ml in Ziegenmilch. 25 % aller Proben hatten eine Zellzahl von mehr als 2 Mio. Zellen/ml.

In Abbildung 16 ist ebenfalls die relative Häufigkeit der Zellzahlen der Früh- bzw. Spätlaktation in den einzelnen Zellklassen dargestellt, wobei hier eine stärkere Auffächerung der Zellklassen vorgenommen wurde. Man erkennt im Bereich von 1 Mio. Zellen/ml sowohl in der Früh- als auch in der Spätlaktation eine annähernde Normalverteilung mit einer leichten Rechtsverschiebung. Abbildung 17 zeigt ebenfalls die relative Häufigkeit der Zellzahlen für alle Proben in den einzelnen Zellzahlklassen.

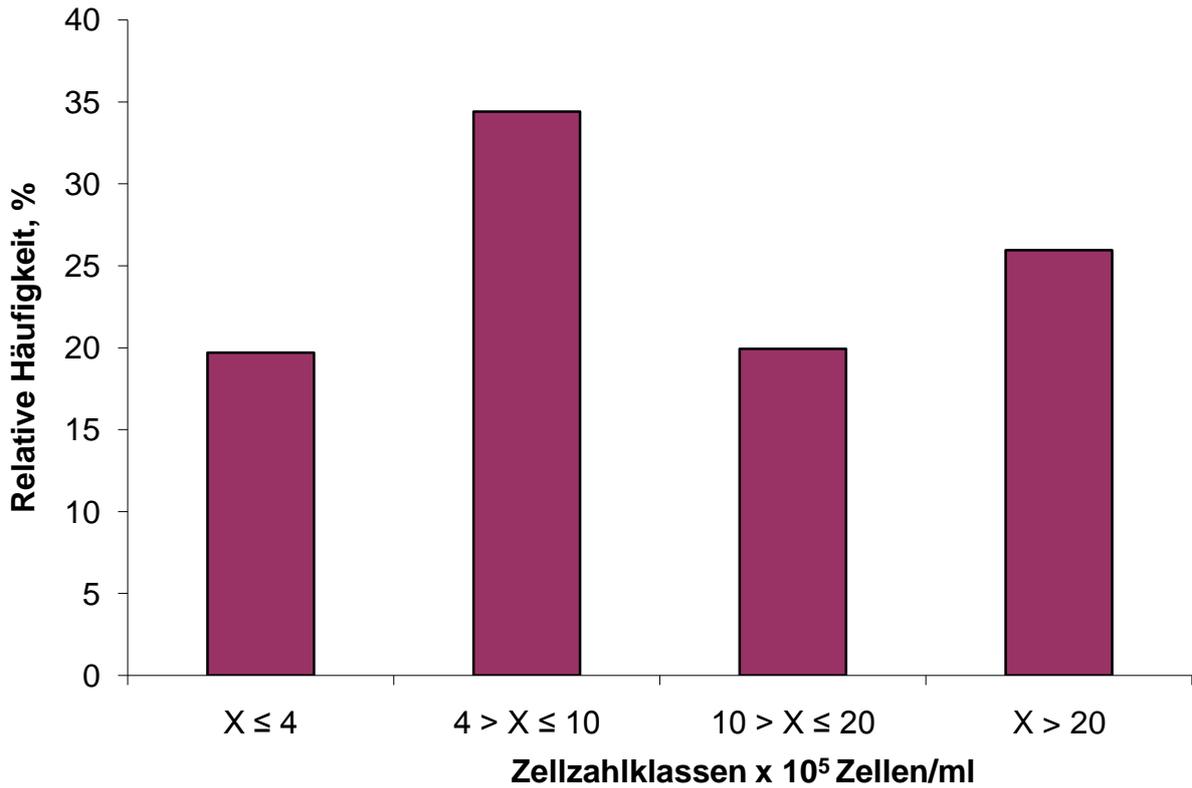


Abbildung 15: Darstellung der relativen Häufigkeit der einzelnen Zellzahlklassen in Häftengemelksproben (Pool aller Werte)

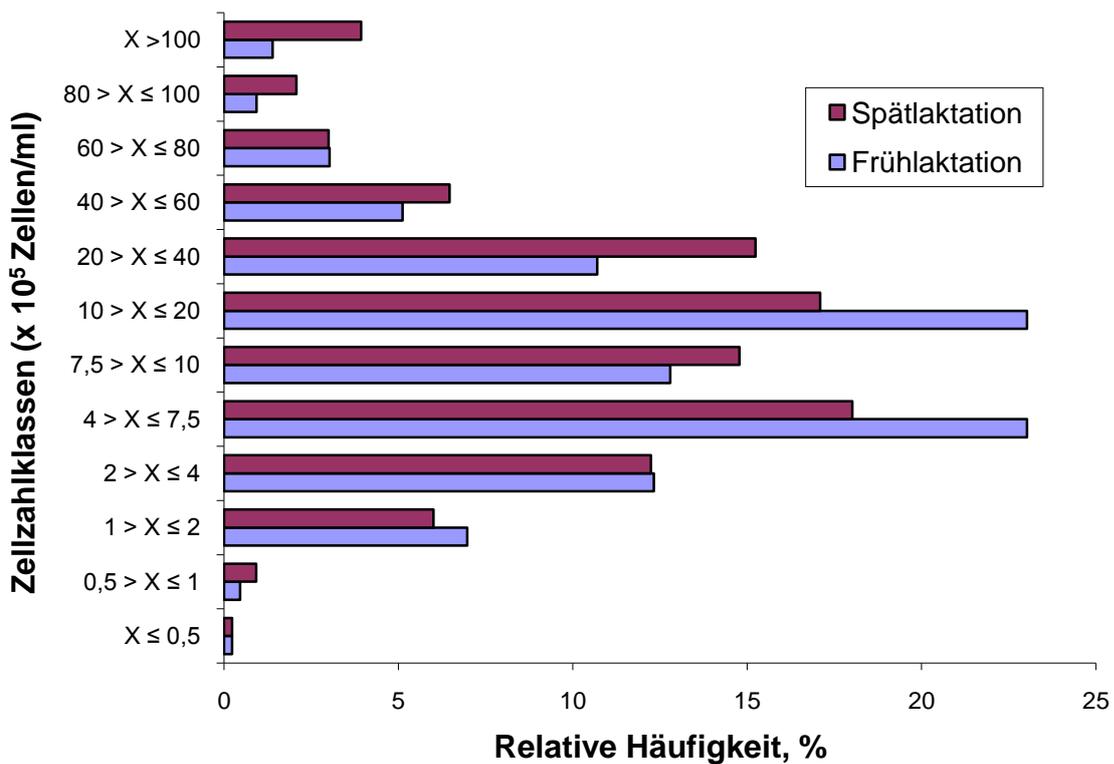


Abbildung 16: Relative Häufigkeit der Zellgehaltsweite, differenziert nach Früh- bzw. Spätlaktation

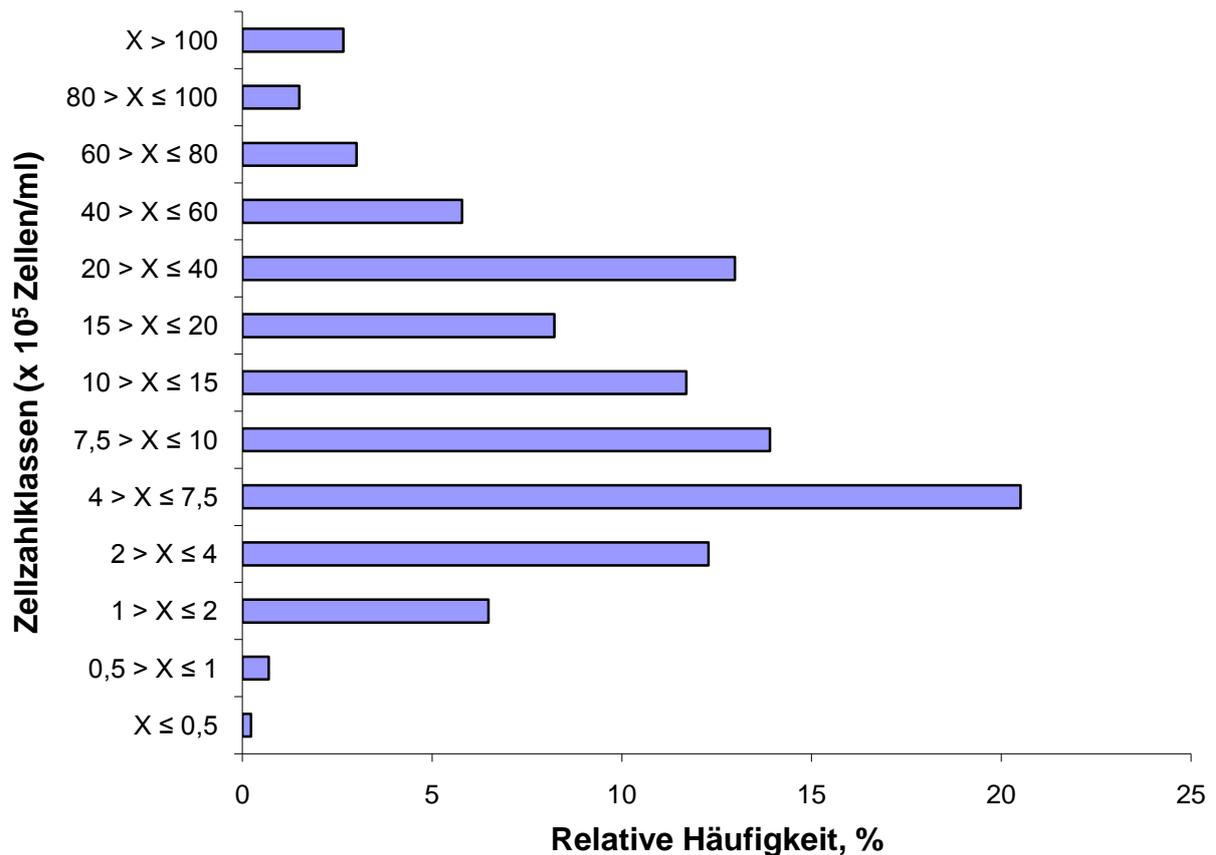


Abbildung 17: Relative Häufigkeit der Zellgehaltsweite Pool aller Werte aus der Früh- und Spätlaktation

Tabelle 23 und 24 zeigt eine differenzierte Darstellung der quantitativ bestimmten Zellgehalte nach Rasse der Ziegen. Bei Betrachtung der für jede Rasse ermittelten Quartile zeigten sich teilweise deutliche Unterschiede, beispielsweise für die Schweizer Saanenziege in der Früh- und Spätlaktation. Ein konsistenter Unterschied konnte jedoch nicht festgestellt werden. Insbesondere im Hinblick auf einen möglichen Grenzwert für die Zellzahl lagen alle Rassen zu erheblichen Prozentsätzen der Proben über 1 Millionen Zellen/ml. Im Hinblick auf den in der Literatur diskutierten Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml konnten mit Ausnahme der Bunten Deutschen Edelziege in der Früh- und Spätlaktation, sowie der Schweizer Saanenziege und der Weißen Deutschen Edelziege in der Spätlaktation weniger als 50 % der Tiere aller Rassen diesen Wert einhalten. Den Grenzwert der Milchgüteverordnung für Kuhmilch konnten mit Ausnahme der Bunten Deutschen Edelziege weniger als 25 % der Tiere aller Rassen einhalten.

In den Tabellen 25 und 26 sind die Zellzahlen für Hälftegemelksproben (teilweise auch Sammelmilch) in der Früh- bzw. Spätlaktation differenziert nach Bestand dargestellt.

Lediglich fünf der 13 untersuchten Betriebe konnten bei der Sammelmilch den diskutierten Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml einhalten. Keiner der untersuchten Betriebe konnte sowohl in der Früh- als auch in der Spätlaktation den Grenzwert der Milchgüteverordnung für Kuhmilch einhalten.

In den Tabellen 27 und 28 ist der Einfluss des Alters auf die Zellzahl in der Früh- bzw. Spätlaktation dargestellt. Die höchsten Zellzahlen wurden in der ersten Laktation erreicht. Mit zunehmendem Alter (bis sechs Jahre) konnte man bei den Mittelwerten in der Früh- bzw. Spätlaktation einen Rückgang der Zellzahl beobachten. Bei der Altersklasse von älter als sechs Jahren blieb die Zellzahl in etwa gleich mit einem leichten Anstieg in der Spätlaktation. In der ersten Laktation, entsprechend einem Lebensalter von zwei Jahren, erreichten weniger als 50 % der Tiere den in der Literatur beschriebenen Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml. Bei älteren Tieren erreichten mindestens 50 % der Tiere diesen Grenzwert.

Abbildung 18 zeigt die Medianwerte der Zellzahlen ($\times 10^5$ Zellen/ml) in Häftengemelksproben unterschiedlicher Altersklassen in der Früh- bzw. Spätlaktation.

Tabelle 23: Differenzierte Darstellung der Zellgehaltswerte in Häuftengemelken für verschiedene Ziegenrassen

Parameter	Zellzahl x 10 ⁵ Zellen/ml											
	Frühlaktation						Spätlaktation					
	BDE	WDE	THW	TW	SCHS	MIX	BDE	WDE	THW	TW	SCHS	MIX
Mittelwert	14	16	15	16	35	21	18	19	20	44	17	22
Standardabweichung	19	22	14	14	28	19	24	23	21	28	26	28
25. Perzentil	3,7	5,0	6,3	6,9	13	5,8	5,0	4,5	9,2	4,8	5,9	7,2
Median	6,5	12	10	11	21	13	9,4	9,6	14	16	7,0	12
75. Perzentil	16	17	18	22	53	37	19	27	25	46	12	24
Minimum	0,6	1,5	2,2	0,5	4,7	1,2	0,9	1,8	2,0	0,4	4,5	3,4
Maximum	100	100	22	66	100	66	100	100	92	100	100	100
Anzahl	215	48	52	66	27	22	232	50	32	94	13	12

BDE = Bunte Deutsche Edelziege WDE = Weiße Deutsche Edelziege THW = Thüringer Waldziege TW = Toggenburger Waldziege
 SCHS = Schweizer Saanenziege MIX = Kreuzungsrassen

Tabelle 24: Differenzierte Darstellung der Zellgehaltswerte in Häuftengemeinschaften in der Früh- und Spätlaktation (Pool aller Werte) für verschiedene Ziegenrassen

Parameter	Zellzahl x 10 ⁵ Zellen/ml					
	BDE	WDE	THW	TW	SCHS	MIX
Mittelwert	16	18	17	23	29	22
Standardabweichung	22	22	17	24	28	22
25. Perzentil	4,1	4,7	6,5	6,1	9,9	5,8
Median	8,2	10	12	14	16	12
75. Perzentil	17	20	19	33	43	28
Minimum	0,6	1,5	2,0	0,4	4,5	1,2
Maximum	100	100	92	100	100	100
Anzahl	447	98	84	160	40	34

BDE = Bunte Deutsche Edelziege WDE = Weiße Deutsche Edelziege THW = Thüringer Waldziege TW = Toggenburger Waldziege
 SCHS = Schweizer Saanenziege MIX = Kreuzungsrassen

Tabelle 25: Vergleich der Zellzahlergebnisse in Hälfengemelksproben der Früh- bzw. Spätlaktation für verschiedene Bestände

Parameter	Zellzahl x 10 ⁵ Zellen/ml													
Betrieb	A	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
Mittelwert	5,1	14	7,2	8,2	16	18	24	11	19	14	6,0	14	42	
Standardabweichung	7,6	X	11	7,7	6,5	42	18	18	15	8,9	4,2	29	X	
25. Perzentil	4,4	15	7,0	6,2	16	21	24	12	24	13	4,0	23	35	
Median	18	X	7,9	4,7	6,2	26	26	20	15	5,8	3,3	29	X	
75. Perzentil	2,7	5,6	3,1	5,0	6,7	6,3	9,3	3,2	3,1	5,3	3,6	3,9	12	
Minimum	1,7	X	5,6	3,9	3,2	22	6,2	8,6	5,2	4,7	2,3	10	X	
Maximum	4,2	11	4,3	5,6	11	10	17	7,3	6,8	11	5,7	5,4	29	
Sammelmilch	2,3	X	6,7	10	4,5	38	10	9,7	9,8	8,1	2,6	15	X	
Anzahl	5,7	16	8,7	9,0	20	21	31	10	21	15	7,0	16	63	
	4,5	X	15	11	8,0	56	14	16	15	12	4,4	30	X	
	1,1	2,2	1,9	3,1	1,7	1,5	1,8	1,8	1,0	3,6	2,0	2,2	9,6	
	0,9	X	1,9	1,5	0,4	4,1	2,0	6,0	2,9	1,5	1,8	5,1	X	
	25	74	24	20	100	100	100	49	70	51	15	100	100	
	100	X	29	12	32	100	100	100	50	26	10	100	X	
	9,0	6,5	8,3	28	35	24	40	12	21	13	10	10	18	
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	42	24	14	6	94	62	73	28	13	22	8	32	12	
	34	X	16	6	84	102	59	22	9	28	8	65	X	

X = keine Probennahme

Tabelle 26: Somatische Zellzahl bei Häftengemelksproben in Abhängigkeit vom Bestand (Früh- und Spätlaktation gepoolt)

Parameter	Zellzahl x 10 ⁵ Zellen/ml														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Betrieb															
Mittelwert	6,2	14	9,0	8,0	12	33	22	14	18	11	5,2	24	42		
Standardabweichung	12	15	7,6	5,3	13	27	25	16	21	9,8	3,7	28	35		
25. Perzentil	2,0	5,6	3,6	4,5	3,8	10	6,9	6,5	4,9	5,1	2,5	6,7	12		
Median	3,4	11	6,1	8,1	7,3	26	12	9,0	8,2	8,7	3,6	13	29		
75. Perzentil	5,6	16	12	10	14	45	21	16	20	14	7,0	27	63		
Minimum	0,9	2,2	1,9	1,5	0,4	0,5	1,2	1,8	1,0	1,5	1,8	2,2	9,6		
Maximum	100	74	29	20	100	100	100	100	70	51	15	100	100		
Sammelmilch	9,0	6,5	8,3	28	35	24	40	12	21	13	10	10	18		
Anzahl	76	24	30	12	178	164	132	50	22	50	16	97	12		

Tabelle 27: Einfluss des Alters (in Jahren) der Ziegen auf die Zellzahl ($\times 10^5$ Zellen/ml) in Hälftegemelksproben in der Früh- bzw. Spät-
laktation

Parameter	<u>Frühlaktation</u>				<u>Spätlaktation</u>					
	$X \leq 2$	$2 > X \leq 4$	$4 > X \leq 6$	$6 > X \leq 8$	$X > 8$	$X \leq 2$	$2 > X \leq 4$	$4 > X \leq 6$	$6 > X \leq 8$	$X > 8$
Mittelwert	18	15	13	11	11	29	17	12	24	23
Standardabweichung	18	17	23	17	21	27	22	19	31	30
25. Perzentil	6,8	4,8	2,1	3,6	4,0	8,4	4,5	2,8	6,3	4,2
Median	12	9,2	5,1	5,4	5,1	20	9,7	6,6	12	7,9
75. Perzentil	21	18	16	13	6,6	44	20	10	25	31
Minimum	0,5	1,0	0,6	1,2	1,7	0,8	0,4	0,9	1,9	1,5
Maximum	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Anzahl	24	128	54	50	20	123	169	64	49	20

Tabelle 28: Einfluss des Alters (in Jahren) der Ziegen auf die Zellzahl ($\times 10^5$ Zellen/ml) in Hälftegemelksproben (Früh- und Spätlaktation gepoolt)

Parameter	Alle Proben				
	$X \leq 2$	$2 > X \leq 4$	$4 > X \leq 6$	$6 > X \leq 8$	$X > 8$
Mittelwert	24	16	12	17	17
Standardabweichung	24	20	20	25	27
25. Perzentil	7,5	4,7	2,4	4,3	4,0
Median	14	9,5	6,3	8,2	5,8
75. Perzentil	32	19	11	17	17
Minimum	0,5	0,4	0,6	1,2	1,5
Maximum	100	100	100	100	100
Anzahl	233	297	118	99	40

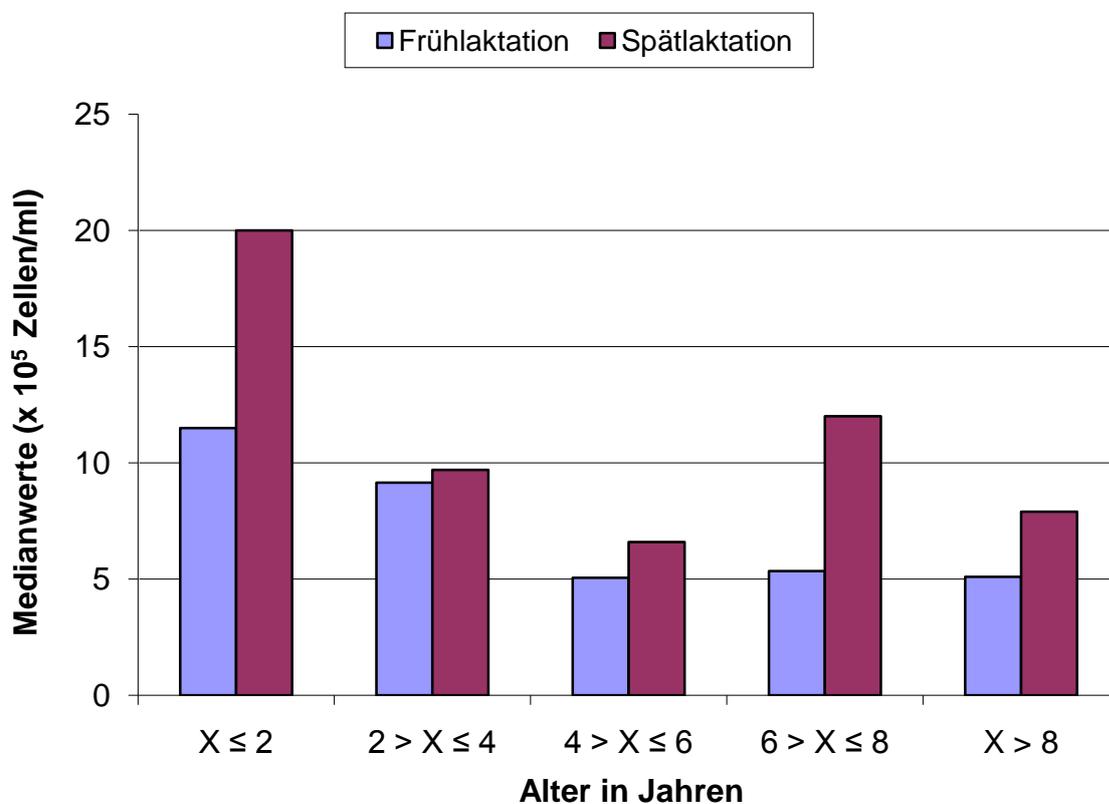


Abbildung 18: Vergleichende Darstellung des Zellgehalts bei Ziegen verschiedener Altersklassen in Hälftegemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation

3.3.2 Beurteilung der Melkhygiene und hygienische Beschaffenheit der Ziegenmilch

Zur Beurteilung der Melkhygiene und der hygienischen Beschaffenheit der Ziegenmilch wurde eine Keimzahlbestimmung mittels standardisierten Verfahren entsprechend den Methoden nach § 64 des Lebens- und Futtermittelgesetzbuches (Methode L 01.00-5) durchgeführt. Diese Methode ist mit einem hohen Zeitaufwand verbunden, jedoch ist die Keimzahlbestimmung analog zur Güteprüfung von Kuhmilch mittels Bactoscan für Ziegenmilch nicht validiert und damit nicht zuverlässig einsetzbar.

Zur Beurteilung der Melkhygiene von allen Betrieben wurde (teilweise zweimal) eine Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl bei 30 °C durchgeführt. In Tabelle 29 sind die betrieblich festgestellten Keimzahlergebnisse dargestellt. Hierbei zeigte sich, dass mit Ausnahme von drei Betrieben, überwiegend eine deutliche Unterschreitung des nach Milchverordnung festgelegten Grenzwertes für die Keimzahl von $1,5 \times 10^6$ KbE/ml festgestellt wurde. Bei zwei der drei auffälligen Betriebe gab es eine deutliche Überschreitung ($2,5 \times 10^6$ KbE/ml bzw. $2,6 \times 10^6$ KbE/ml) und bei dem dritten Betrieb eine massive Überschreitung ($1,2 \times 10^8$ KbE/ml). Bei erneuter Kontrolle von zwei der auffälligen Betriebe gab es keine Beanstandung. Der Median der Keimzahlbelastung in Sammelmilchproben unterschiedlicher Betriebe in der Früh- und Spätlaktation lag bei $1,1 \times 10^5$ KbE/ml.

Tabelle 29: Betriebliche Auswertung der Keimzahl ($\times 10^4$ KbE/ml) in Sammelmilchproben

Parameter	Betrieb												
	A	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Frühlaktation	2,8	1,0	0,27	0,1	18	250	0,18	24	7,4	0,54	140	1,9	62
Spätlaktation	11	X	X	260	X	X	X	11	1,5	X	X	110	12000

X = keine Untersuchung durchgeführt

Zur Beurteilung der hygienischen Beschaffenheit der Ziegenmilch wurden zur Überprüfung der Keimzahl einzelne Hälftegemelksproben untersucht, die zufällig ausgewählt wurden. In Tabelle 30 sind die Ergebnisse der Keimzahlbestimmung der zufällig ausgewählten Tiere in den jeweiligen Betrieben dargestellt.

Tabelle 30: Keimzahlbestimmung ($\times 10^4$ KbE/ml) in Ziegenmilch von Häuftgemelksuntersuchungen zufällig ausgewählter Tiere aller Betriebe in der Früh- und Spätlaktation. Bei größeren Betrieben wurden bis zu 7 Tiere beprobt, bei kleineren Betrieben nur 1 - 2 Tiere.

Parameter	Betrieb													
	A	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
Tier 1	0,019	2,1	0,0021	0	0,0043	0,0037	0	0	0,83	0,0035	0,0054	0,18	0,0014	
Tier 2	0,029	0,018	X	0,01	0,81	12	0,022	0,002	0,064	0,012	X	0,0096	0,0033	
Tier 3	0,019	X	X	X	0,29	0,0087	2,3	0,54	X	X	X	0,013	0,17	
Tier 4	X	X	X	X	2,8	0,0031	0,014	X	X	X	X	0,0035	<0,001	
Tier 5	X	X	X	X	X	0,02	0,0032	X	X	X	X	0,022	0,0045	
Tier 6	X	X	X	X	X	0,057	0,19	X	X	X	X	0,17	0,0019	
Tier 7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,011	X	

X = es wurden keine weiteren Untersuchungen durchgeführt

Aus Tabelle 30 wird ersichtlich, dass nur bei vier der untersuchten Tiere leicht erhöhte Keimzahlen vorlagen. Diese Erhöhungen lagen aber weit unter dem gesetzlichen Grenzwert von $1,5 \times 10^6$ KbE/ml in Ziegenmilch. Alle anderen untersuchten Hälftengemelksproben wiesen nur eine geringe Keimbelastung auf.

Der Median der Hälftengemelksuntersuchungen zufällig ausgewählter Tiere lag bei $0,013 \times 10^4$ KbE/ml.

3.3.3 Bakteriologische Untersuchung von Hälftengemelksproben

Die bakteriologische Untersuchung der unter möglichst kontaminationsarmen Bedingungen genommenen Proben erfolgte analog zur Kuhmilch nach den Richtlinien der DVG (DVG, 2000). Diese relativ zeitaufwendige Untersuchung lieferte in allen Fällen aussagefähige Ergebnisse.

Bei der Untersuchung zum bakteriologischen Status wurden insgesamt $n = 854$ Hälftengemelksproben in der Früh- ($n = 631$) bzw. in der Spätlaktation ($n = 223$) untersucht. In der Früh- und in der Spätlaktation wurden bei 66,5 % ($n = 420$) und bei 66,4 % ($n = 150$) der untersuchten Proben kein bakterielles Wachstum festgestellt. In Abbildung 19 ist die relative Häufigkeit der nachgewiesenen Bakterien dargestellt. Die häufigste nachgewiesene Bakterienspezies war sowohl in der Früh- (26,9 %) als auch in der Spätlaktation (28,8 %) die Koagulase-negative Staphylokokken (KNS). 4,3 % der Proben in der Früh- und 0,9 % der Proben in der Spätlaktation enthielten *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). Äsculin-positive Streptokokken (ÄPS) wurden in 1,3 % (Früh- und in 2,7 % (Spätlaktation) der Proben nachgewiesen. Andere pathogene Bakterien konnten in 1,1 % (Früh- und in 1,3 % (Spätlaktation) der Proben nachgewiesen werden.

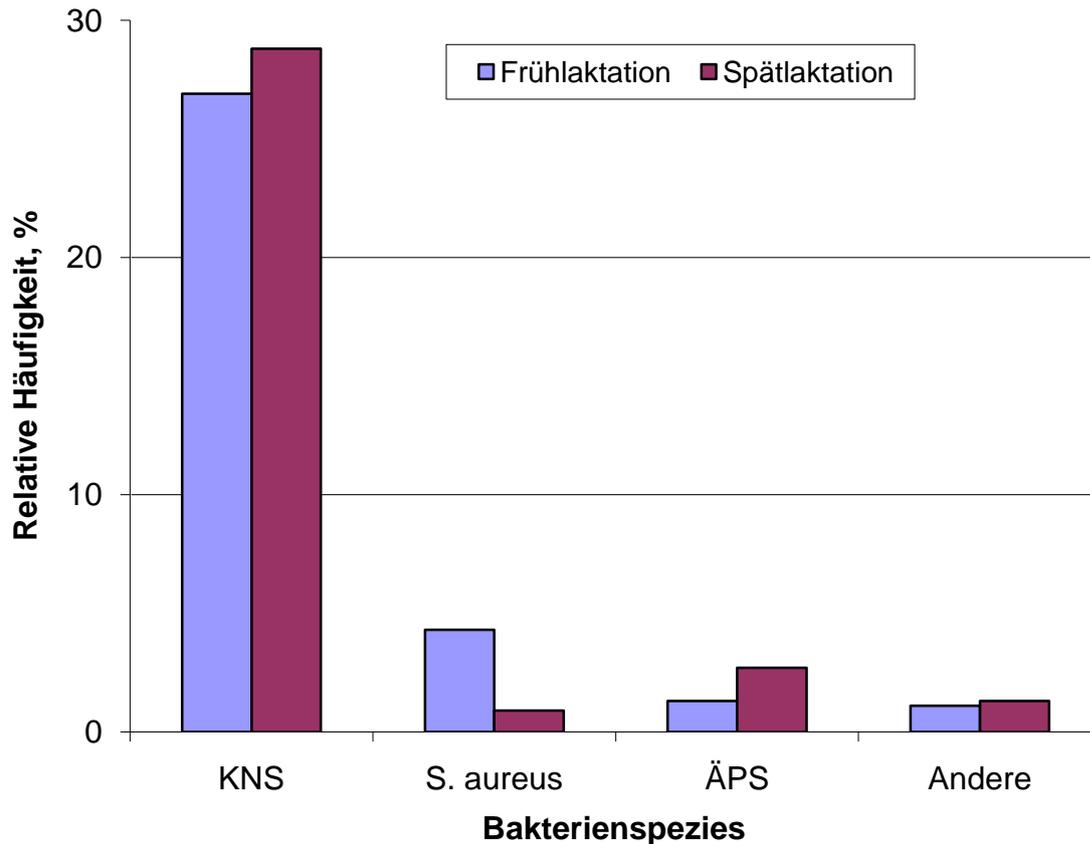


Abbildung 19: Relative Häufigkeit von Bakteriennachweis in Hälftengemelksproben in Ziegenmilch. Koagulase-negative Staphylokokken (KNS) wurden in 170 Proben (Frühlaktation) bzw. 65 Proben (Spätlaktation) nachgewiesen. Die entsprechenden Werte lagen für *S. aureus* bei 27 Proben (Frühlaktation) bzw. 2 Proben (Spätlaktation). Äsculin-positive Streptokokken (ÄPS) wurden in 8 Proben (Frühlaktation) bzw. 6 Proben (Spätlaktation) nachgewiesen. Bei dem Befund ÄPS konnte in sechs Fällen eine weiterführende Bakteriendifferenzierung zu *Str. uberis* erfolgen. Andere positive Proben (*E. coli*, Enterokokken, Coliforme, *Corynebakterien* und *Kleb. Pneumoniae*) wurden in 7 Proben (Frühlaktation) bzw. 3 Proben (Spätlaktation) nachgewiesen.

In Tabelle 31 und 32 sind die Ergebnisse der CMT-Befunde in Verbindung mit dem Bakteriennachweis dargestellt. In der Spätlaktation waren alle Ziegenmilchproben, die mit einem pathogenen Keim infiziert waren, im CMT mindestens ein- oder mehrfach positiv. In der Frühlaktation wurden 2,8 % der infizierten Ziegenmilchproben mit dem CMT nicht erfasst. Darüber hinaus wurden bis auf 15,6 % in der Frühlaktation und 8,7 % in der Spätlaktation alle Ziegenmilchproben, die mit Koagulase-negativen Staphylokokken infiziert waren, ebenfalls mittels CMT (Ergebnis ein- bis mehrfach positiv) erfasst.

Tabelle 31: Auswertung des CMT-Ergebnis in Verbindung mit dem Bakteriennachweis in der Frühlaktation (n = 631) (in %)

Bakteriennachweis	Anzahl (in %) Proben mit CMT-Ergebnis				
	0	1	2	3	
negativ (n = 419)	303 (72,3)	58 (13,8)	31 (7,4)	27 (6,4)	
positiv (n = 212)	minor pathogens	33 (15,6)	76 (35,8)	31 (14,6)	31 (14,6)
	major pathogens	6 (2,8)	6 (2,8)	8 (3,8)	21 (9,9)

minor pathogens = KNS; major pathogens = *S. aureus*, Streptokokken, *E. coli*, andere

Tabelle 32: Auswertung des CMT-Ergebnis in Verbindung mit dem Bakteriennachweis in der Spätlaktation (n = 214) (in %)

Bakteriennachweis	Anzahl (in %) Proben mit CMT-Ergebnis				
	0	1	2	3	
negativ (n = 145)	92 (63,4)	15 (10,3)	26 (17,9)	12 (8,3)	
positiv (n = 69)	minor pathogens	6 (8,7)	28 (40,6)	20 (28,9)	5 (7,3)
	major pathogens	0 (0,0)	3 (4,4)	4 (5,8)	3 (4,4)

minor pathogens = KNS; major pathogens = *S. aureus*, Streptokokken, *E. coli*, andere

In Tabelle 33 sind die bakteriologischen Befunde den entsprechenden Ergebnissen für die Zellzahl der Häuftengemelksproben gegenübergestellt. Die Bewertungen der Zellzahlen folgen annähernd den Ergebnissen aus Tabelle 22, sodass sich kein deutlicher Zusammenhang zwischen einem bakteriologischen Befund und der Zellzahl ergab. Allerdings wiesen bakteriologisch positive Häuftengemelksproben bei allen Quartilen etwas höhere Zellzahlen auf. In Abbildung 20 ist das Ergebnis dieser Auswertung noch einmal graphisch für alle Proben der Früh- und Spätlaktation dargestellt.

Eine detailliertere Darstellung der durchschnittlichen Zellzahlen bezogen auf den Infektionsstatus und Keim ist in den Tabellen 34 und 35 dargestellt. In der Frühlaktation gab es im Median zwischen nichtinfizierten und mit KNS oder *S. aureus* infizierten Proben keinen Unterschied. In der Spätlaktation waren die Unterschiede deutlicher. Betrachtet man alle Proben, ist der Median zwischen nichtinfizierten und mit KNS infizierten Proben gleich. Der Median mit *S. aureus* oder anderen pathogenen Keimen infizierten Proben lag nur unwesentlich darüber.

Tabelle 33: Vergleichende Darstellung eines bakteriologisch negativen bzw. positiven Befundes mit der Zellzahl ($\times 10^5$ Zellen/ml) bei Häftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation

Parameter	<u>Frühlaktation</u>		<u>Spätlaktation</u>		<u>Alle Proben</u>	
	Bakteriologischer Befund					
	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv
Mittelwert	15	18	20	27	16	20
Standardabweichung	18	21	22	21	19	22
25. Perzentil	4,5	5,5	2,5	11	4,3	6,1
Median	9,6	9,6	10	21	9,6	10
75. Perzentil	17	20	30	37	20	24
Minimum	0,5	1,0	0,9	4,3	0,5	1,0
Maximum	100	100	100	100	100	100
Anzahl	268	162	87	30	355	192

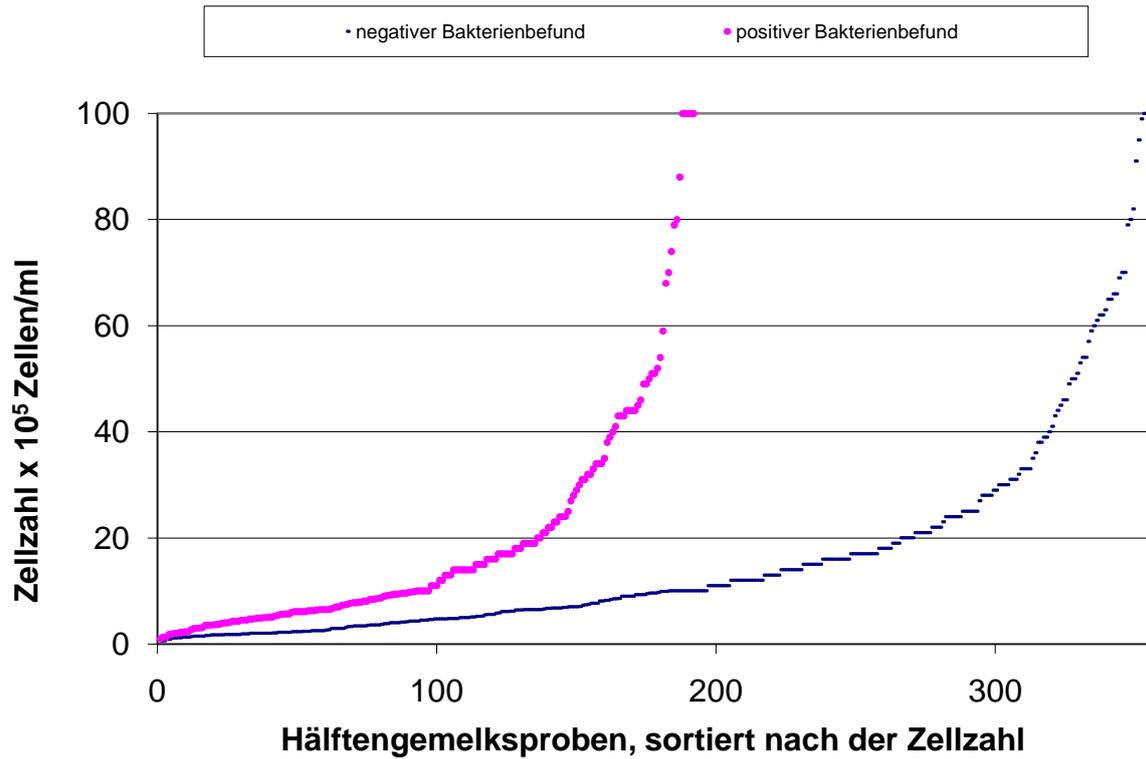


Abbildung 20: Zellzahl in Hälftegemelksproben in Ziegenmilch bei negativem (n = 355) bzw. positivem (n = 192) bakteriologischen Befund in der Früh- und Spätlaktation

Tabelle 34: Durchschnittliche Zellzahlen ($\times 10^5$ Zellen/ml) in infizierten und nichtinfizierten Hälftengemelksproben in der Früh- und Spätlaktation

Parameter	Frühlaktation				Spätlaktation					
	Nicht-infizierte Proben	KNS	<i>S. aureus</i> (1)	Andere „major pathogens“ (2)	Alle „major pathogens“ (1+2)	Nicht-infizierte Proben	KNS	<i>S. aureus</i> (1)	Andere „major pathogens“ (2)	Alle „major pathogens“ (1+2)
Mittelwert	15	17	26	33	27	20	24	44	47	46
Median	9,6	9,5	9,5	25	17	10	21	44	14	43
Standardabweichung	18	20	25	36	27	22	16	0,7	48	40
Minimum	0,5	1,3	1,0	3,7	1,0	0,9	4,3	43	7,3	7,3
Maximum	100	100	79	100	100	100	68	44	100	100
n	268	136	21	6	27	87	24	2	5	7

KNS = Koagulase-negative Staphylokokken

Tabelle 35 Durchschnittliche Zellzahlen ($\times 10^5$ Zellen/ml) in infizierten und nichtinfizierten Hälftengemelksproben in der Früh- und Spätlaktation gepoolt

Parameter	Nichtinfizierte Proben	KNS	<i>S. aureus</i> (1)	Andere „major pathogens“ (2)	Alle „major pathogens“ (1+2)
Mittelwert	16	18	27	40	31
Median	9,6	10	17	18	18
Standardabweichung	19	20	24	40	30
Minimum	0,5	1,3	1,0	3,7	1,0
Maximum	100	100	79	100	100
n	355	160	23	11	34

KNS = Koagulase-negative Staphylokokken

Des Weiteren zeigen die Tabellen 36 bis 38 die Aufteilung der infizierten und nichtinfizierten Ziegenhälftengemelksproben in einzelnen Zellklassen. Es fällt auf, dass annähernd 50 % der mit *S. aureus* und etwa 65 % der mit anderen „major pathogens“ Keimen infizierten Ziegenmilchproben eine Zellzahl von $\geq 1,0 \times 10^6$ Zellen/ml hatten. 50 % der mit KNS oder nichtinfizierten Ziegenmilchproben zeigten das gleiche Ergebnis. 50 % der Proben, die mit *S. aureus* und 33 % der Proben, die mit einem anderen „major pathogen“ Keim infiziert gewesen waren, hatten eine Zellzahl von $\leq 1,0 \times 10^6$ Zellen/ml, annähernd 15 % sogar $\leq 5,0 \times 10^5$ Zellen/ml.

Tabelle 36: Verteilung von infizierten und nichtinfizierten Ziegenhäuftengemelksproben der Früh lactation (n = 431) in verschiedenen Zellklassen (in %)

Infektionsstatus	n Proben	Somatische Zellzahlklassen x 10 ⁵ Zellen/ml			
		X < 5,0	5,0 ≥ X < 10	10 ≥ X ≤ 20	X > 20
Nicht-infizierte Proben	268	79 (29,5)	60 (22,4)	78 (29,1)	51 (19,0)
KNS	136	32 (23,5)	39 (28,7)	36 (26,5)	29 (21,3)
Infizierte Proben	21	3 (14,3)	8 (38,1)	1 (4,8)	9 (42,9)
Andere „major pathogens“	6	1 (16,7)	1 (16,7)	1 (16,7)	3 (50,0)

KNS = Koagulase-negative Staphylokokken

Tabelle 37: Verteilung von infizierten und nichtinfizierten Ziegenhäuftengemelksproben der Spätlactation (n = 118) in verschiedenen Zellklassen (in %)

Infektionsstatus	n Proben	Somatische Zellzahlklassen x 10 ⁵ Zellen/ml			
		X < 5,0	5,0 ≥ X < 10	10 ≥ X ≤ 20	X > 20
Nicht-infizierte Proben	87	28 (32,2)	15 (17,2)	10 (11,5)	34 (38,1)
KNS	24	2 (8,3)	4 (16,7)	6 (25,0)	12 (50,0)
Infizierte Proben	2	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (100,0)
Andere „major pathogens“	5	0 (0,0)	2 (40,0)	2 (40,0)	1 (20,0)

KNS = Koagulase-negative Staphylokokken

Tabelle 38: Verteilung von infizierten und nichtinfizierten Ziegenhäuftengemelksproben der Früh- und Spätlaktation (gepoolte Werte) (n = 549) in verschiedenen Zellklassen (in %)

Infektionsstatus	n Proben	Somatische Zellzahlklassen x 10 ⁵ Zellen/ml			
		X < 5,0	5,0 ≥ X < 10	10 ≥ X ≤ 20	X > 20
Nichtinfizierte Proben	355	107 (30,1)	75 (21,1)	88 (24,8)	85 (24,0)
KNS	160	34 (21,3)	43 (26,9)	42 (26,3)	41 (25,6)
Infizierte Proben					
<i>S. aureus</i>	23	3 (13,0)	8 (34,8)	1 (4,3)	11 (47,8)
Andere „major pathogens“	11	1 (9,1)	3 (27,3)	3 (27,3)	4 (36,4)

KNS = Koagulase-negative Staphylokokken

3.3.4 Enzymatischer Nachweis von Laktose in Ziegenmilch

3.3.4.1 Bewertung des eingesetzten Untersuchungsverfahrens

Die quantitative Laktosebestimmung erfolgte nach den Richtlinien des § 64 LFGB (amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren) Methode L 01.00-17. Diese Methode ist mit einem hohen Zeitaufwand verbunden.

Die Reproduzierbarkeit der Methode wurde durch definierte Zusätze von unterschiedlichen Laktosekonzentrationen, Standardzusätzen und Doppelbestimmungen zufällig ausgewählter Proben überprüft. Die mittlere Abweichung lag bei unter 0,1 %.

3.3.4.2 Quantitative Laktosebestimmung in Ziegenmilch

Für den enzymatischen Laktosenachweis in Ziegenmilch wurden insgesamt 504 Eutergemelke in der Früh- (n = 240) bzw. in der Spätlaktation (n = 264) untersucht. Die durchschnittlichen Laktosekonzentrationen sind in Tabelle 39 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Laktosekonzentration in der Früh- und Spätlaktation im Mittel um 0,82 % höher lag, als in der Spätlaktation. Für das Jahresmittel ergab sich eine Laktosekonzentration von 4,65 %.

Tabelle 39: Laktosekonzentration (in %) in Ziegenmilch (komplettes Euter) in der Früh- bzw. Spätlaktation

Parameter	Frühlaktation	Spätlaktation	Alle Proben
Mittelwert	5,08	4,26	4,65
Standardabweichung	0,36	0,47	0,59
25. Perzentil	4,86	4,04	4,29
Median	5,08	4,33	4,70
75. Perzentil	5,29	4,56	5,07
Minimum	3,45	1,96	1,96
Maximum	6,00	5,37	6,00
Anzahl	240	264	504

In Tabelle 40 ist die Laktosekonzentration für die zur Milchgewinnung genutzten Ziegenrassen in der Früh- bzw. Spätlaktation dargestellt. In der Frühlaktation hatten die Kreuzungsrassen (MIX) mit 5,43 % und in der Spätlaktation die Schweizer Saanenziegen (SCHS) mit 4,56 % die höchste Laktosekonzentration. Innerhalb einer Rasse konnte eine deutlich höhere Laktosekonzentration in der Frühlaktation zur Spätlaktation festgestellt werden. Im Mittel waren die Laktosekonzentrationen der Frühlaktation um 0,6 – 1,0 % höher als in der Spätlaktation. Beim Vergleich der einzelnen Ziegenrassen untereinander konnte in der Früh- und Spätlaktation bei den Mittelwerten der Laktosekonzentration eine Schwankungsbreite von rund 0,4 % beobachtet werden.

Abbildung 21 verdeutlicht noch einmal die Unterschiede in den Mittelwerten der Laktosekonzentration der einzelnen Rassen in der Früh- bzw. Spätlaktation.

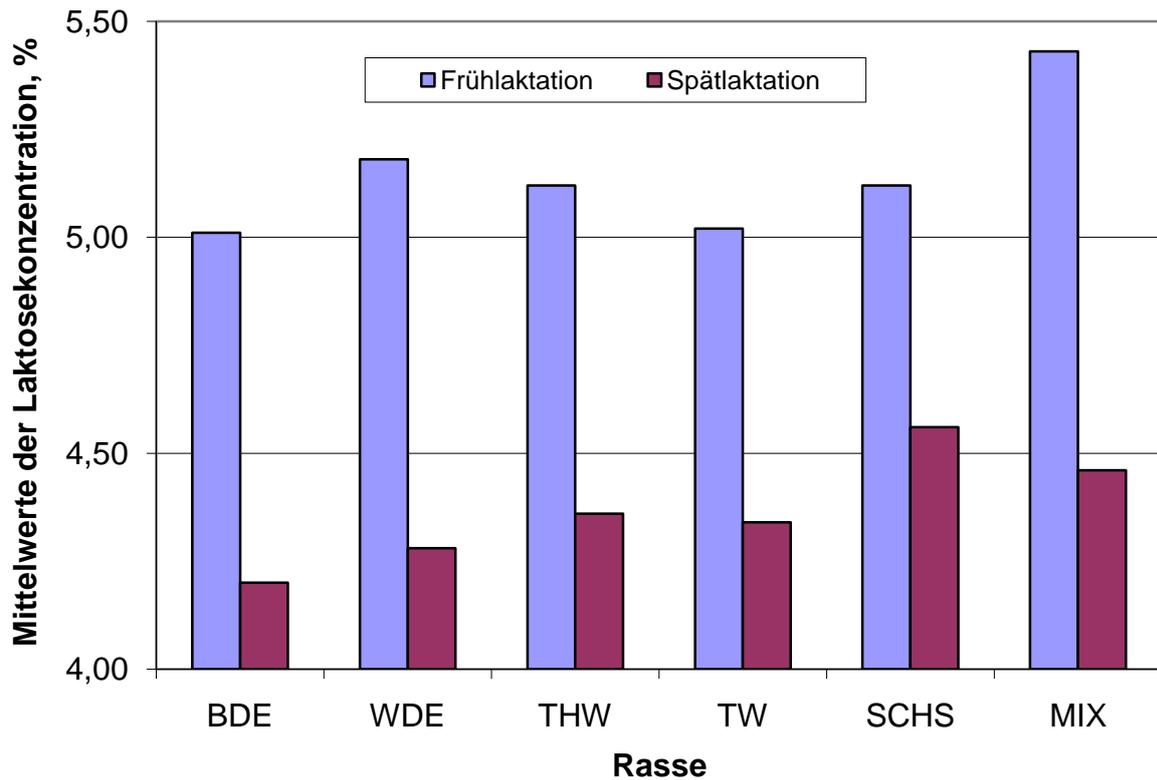


Abbildung 21: Vergleichende Darstellung der Mittelwerte der Laktosekonzentration zur Milchgewinnung genutzter Ziegenrassen in der Frühlaktation (n = 240) und Spätlaktation (n = 264) (BDE = Bunte Deutsche Edelziege, WDE = Weiße Deutsche Edelziege, THW = Thüringer Waldziege, TW = Toggenburger Waldziege, SCHS = Schweizer Saanenziege, MIX = Kreuzungsrassen)

In den Tabellen 41 - 43 sind die betrieblichen Auswertungen der Laktosekonzentration (in %) dargestellt. Vergleicht man die Laktosekonzentrationen mit den Mittelwerten aus Tabelle 39, liegen die Laktosekonzentrationen der einzelnen Betriebe in der Frühlaktation in einem Bereich von $\pm 0,5$ % um den Mittelwert von 5,08 %. In der Spätlaktation lagen die Werte enger zusammen und schwankten um $\pm 0,3$ % um den Mittelwert von 4,26 %. Im Jahresmittel ergibt sich eine Abweichung von $\pm 0,35$ % bezogen auf den Wert von 4,65 %.

Tabelle 40: Vergleichende Darstellung der Laktosekonzentration (in %) in der Früh- und Spätlaktation in Ziegenmilch bei unterschiedlichen Rassen

Parameter	<u>Frühlaktation</u>						<u>Spätlaktation</u>					
	BDE	WDE	THW	TW	SCHS	MIX	BDE	WDE	THW	TW	SCHS	MIX
Mittelwert	5,01	5,18	5,14	5,02	5,12	5,43	4,20	4,28	4,36	4,34	4,56	4,46
Standardabweichung	0,38	0,43	0,28	0,25	0,29	0,33	0,53	0,48	0,36	0,28	0,17	0,26
25. Perzentil	4,81	4,85	5,05	4,86	4,96	5,23	4,01	3,95	4,05	4,11	4,40	4,34
Median	5,01	5,12	5,14	4,99	5,14	5,57	4,30	4,40	4,29	4,36	4,64	4,52
75. Perzentil	5,23	5,49	5,26	5,13	5,30	5,68	4,54	4,63	4,65	4,52	4,70	4,62
Minimum	3,45	4,33	4,14	4,35	4,48	4,90	1,96	2,91	3,85	3,82	4,36	4,04
Maximum	5,75	6,00	5,55	5,61	5,88	5,71	5,37	4,95	4,96	4,49	4,72	4,78
Anzahl	108	31	26	34	31	10	152	32	23	46	5	6

BDE = Bunte Deutsche Edelziege WDE = Weiße Deutsche Edelziege THW = Thüringer Waldziege TW = Toggenburger Waldziege
 SCHS = Schweizer Saanenziege MIX = Kreuzungsrasen

Tabelle 41: Betriebliche Auswertung der Laktosekonzentration (in %) in Ziegenmilch in der Frühlaktation

Parameter	Frühlaktation													
	A	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
Betrieb	4,95	5,12	5,57	5,34	5,21	5,10	5,16	4,92	5,32	4,78	5,09	4,61	5,07	
Mittelwert	4,95	5,12	5,57	5,34	5,21	5,10	5,16	4,92	5,32	4,78	5,09	4,61	5,07	
Standardabweichung	0,19	0,10	0,19	0,36	0,33	0,42	0,29	0,17	0,22	0,23	0,04	0,46	0,29	
25. Perzentil	4,81	5,08	5,48	5,21	4,98	4,85	4,95	4,84	5,26	4,58	5,07	4,34	4,84	
Median	4,92	5,12	5,68	5,49	5,12	5,10	5,20	4,91	5,34	4,80	5,09	4,65	5,10	
75. Perzentil	5,06	5,19	5,71	5,55	5,39	5,47	5,39	5,06	5,47	4,94	5,10	4,93	5,23	
Minimum	4,60	4,92	5,23	4,93	4,72	4,14	4,52	4,58	4,90	4,51	5,05	3,45	4,48	
Maximum	5,36	5,25	5,75	5,61	6,00	5,71	5,63	5,15	5,56	5,18	5,14	5,31	5,88	
Anzahl	21	12	7	3	47	31	37	15	7	11	4	16	33	

Tabelle 42: Betriebliche Auswertung der Laktosekonzentration (in %) in Ziegenmilch in der Spätlaktation

Parameter	Spätlaktation												
	A	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Betrieb	4,24	4,07	4,58	4,73	4,50	4,38	4,25	4,30	4,46	3,97	4,62	4,30	3,92
Mittelwert	4,24	4,07	4,58	4,73	4,50	4,38	4,25	4,30	4,46	3,97	4,62	4,30	3,92
Standardabweichung	0,45	0,13	0,22	0,30	0,25	0,31	0,46	0,46	0,30	0,30	0,18	0,52	0,62
25. Perzentil	4,13	4,00	4,41	4,61	4,34	4,16	3,99	4,16	4,22	3,79	4,51	4,03	3,56
Median	4,31	4,06	4,61	4,80	4,52	4,37	4,37	4,38	4,33	4,02	4,58	4,31	4,05
75. Perzentil	4,54	4,15	4,75	4,90	4,65	4,60	4,56	4,58	4,70	4,20	4,68	4,66	4,36
Minimum	2,72	3,87	4,30	4,41	3,93	3,82	2,75	3,15	4,18	3,22	4,45	2,51	1,96
Maximum	4,78	4,29	4,86	4,99	4,95	4,96	4,78	4,96	4,86	4,29	4,86	5,37	4,88
Anzahl	17	9	8	3	42	44	28	11	5	14	4	30	46

Tabelle 43: Betriebliche Auswertung der Laktosekonzentration (in %) in Ziegenmilch in der Früh- und Spätlaktation (gepoolte Werte)

Parameter	Alle Proben													
	A	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
Betrieb	4,63	4,67	5,04	5,04	4,88	4,68	4,77	4,66	4,96	4,33	4,85	4,41	4,40	
Mittelwert	4,63	4,67	5,04	5,04	4,88	4,68	4,77	4,66	4,96	4,33	4,85	4,41	4,40	
Standardabweichung	0,49	0,54	0,55	0,45	0,46	0,51	0,59	0,45	0,51	0,49	0,28	0,52	0,76	
25. Perzentil	4,32	4,11	4,61	4,83	4,52	4,31	4,40	4,44	4,61	4,01	4,60	4,13	3,97	
Median	4,77	4,98	4,86	4,96	4,86	4,62	4,78	4,79	5,08	4,29	4,96	4,39	4,48	
75. Perzentil	4,97	5,13	5,62	5,37	5,16	4,98	5,21	4,97	5,37	4,60	5,08	4,77	5,08	
Minimum	2,72	3,87	4,30	4,41	3,93	3,82	2,75	3,15	4,18	3,22	4,45	2,51	1,96	
Maximum	5,36	5,25	5,75	5,61	6,00	5,71	5,63	5,15	5,56	5,18	5,14	5,37	5,88	
Anzahl	38	21	15	6	89	75	65	26	12	25	8	46	79	

In den Abbildungen 22 - 24 sind die ausgewerteten Zellzahlen der Hälftengemelke in aufsteigender Form, beginnend mit der niedrigsten Zellzahl zur höchsten Zellzahl und die zugehörigen Laktosekonzentrationen der Hälftengemelke in der Früh- bzw. Spätlaktation aufgetragen. Wie aus den Abbildungen ersichtlich wird, kann kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Zellzahl und der Laktosekonzentration festgestellt werden. Nur in Extremfällen konnte bei einer hohen Zellzahl häufiger eine niedrige Laktosekonzentration beobachtet werden.

Zur Überprüfung, ob in den unteren und oberen Zellzahlbereichen Unterschiede in der Laktosekonzentration vorlagen, wurden zwei Gruppen geprüft, die den Extremwerten der Zellzahl entsprachen. Hierzu wurden 100 Proben niedriger und hoher Zellzahl bezüglich ihres Laktosegehaltes (Tabelle 44 und 45) ausgewertet. Es zeigte sich, dass sich die Mittelwerte der Laktosekonzentrationen beider Gruppen nur um 0,3 % ihres maximalen Laktosegehaltes unterschieden.

Auch bezüglich eines Vergleichs der Laktosewerte mit den CMT-Werten (Abbildung 6) ergab sich nur für die CMT-Extrembereiche ein deutlicher Unterschied im Laktosegehalt.

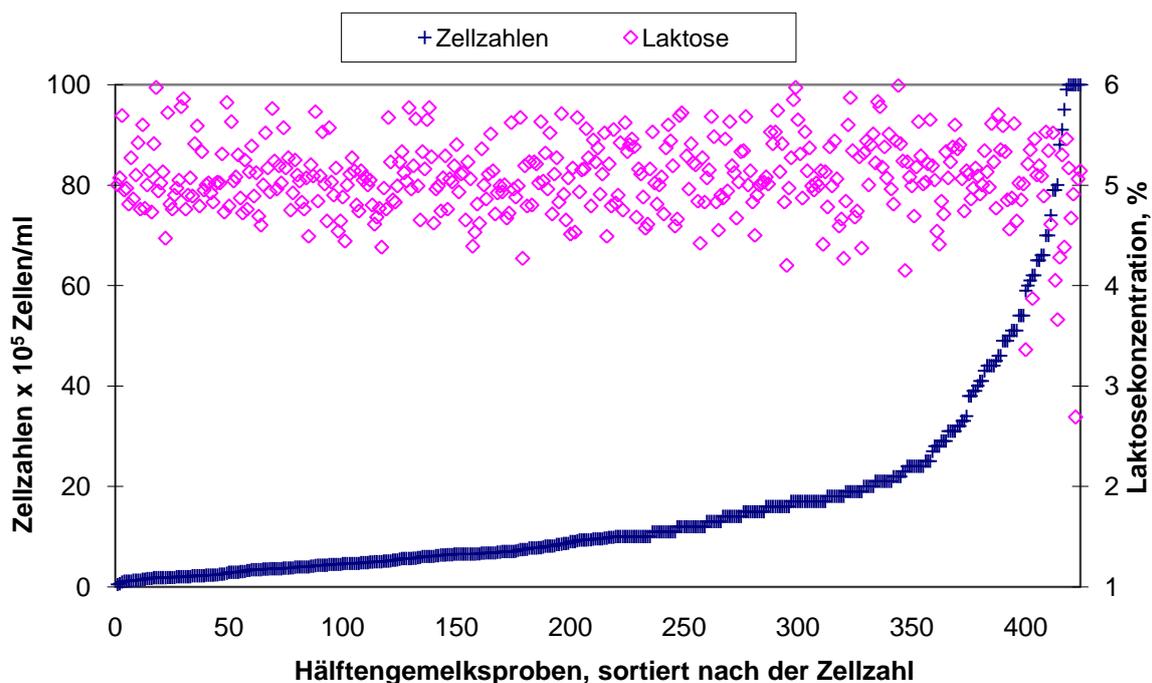


Abbildung 22: Vergleich der Zellzahl mit der Laktosekonzentration in Hälftengemelksproben in der Früh-laktation

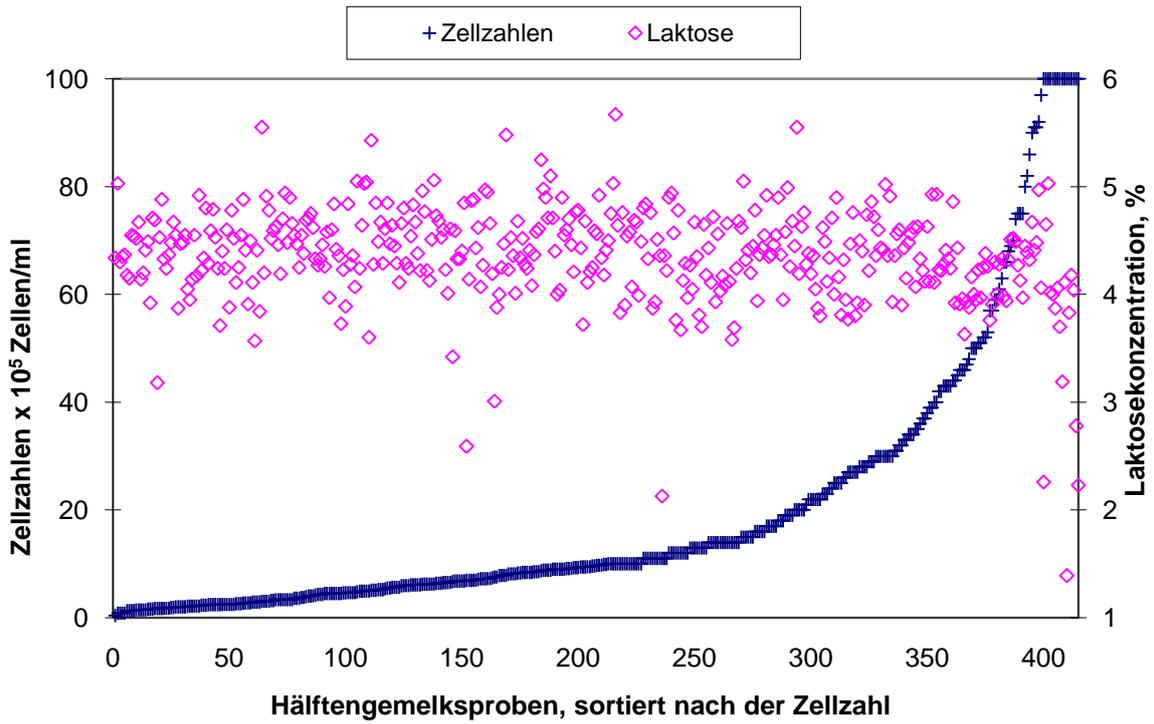


Abbildung 23: Vergleich der Zellzahl mit der Laktosekonzentration in Hälftengemelksproben in der Spätlaktation

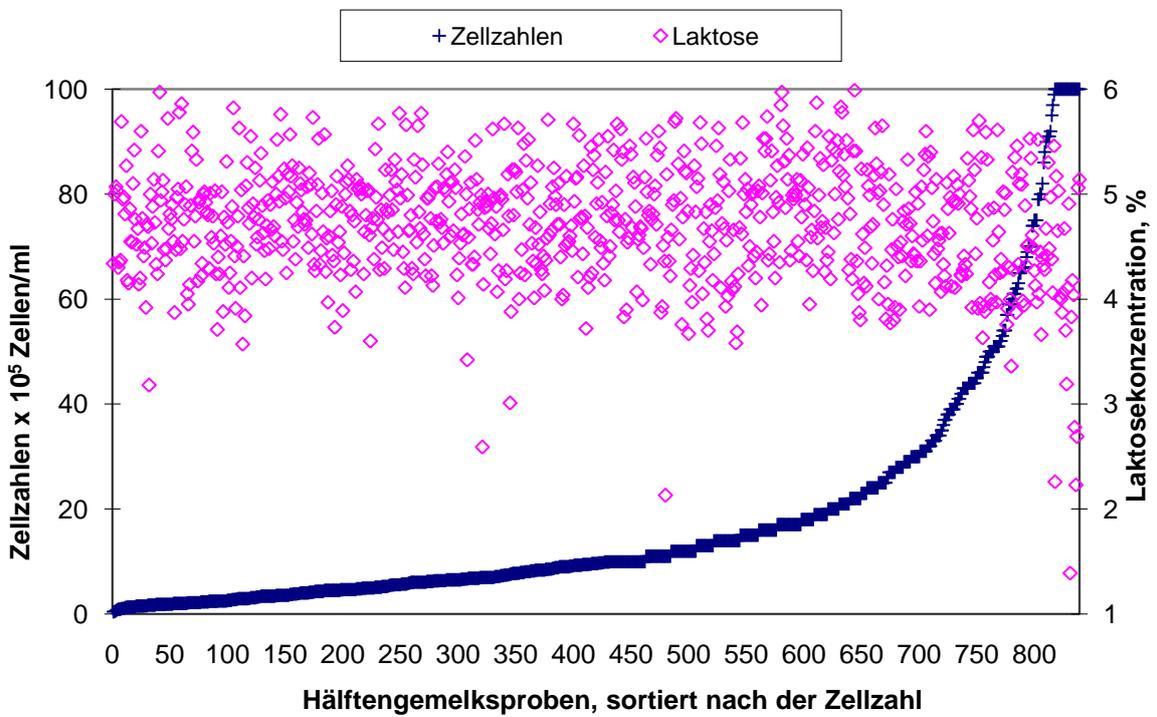


Abbildung 24: Vergleich der Zellzahl mit der Laktosekonzentration in Hälftengemelksproben in der Früh- und Spätlaktation (gepoolte Werte)

Tabelle 44: Auswertung von Ergebnissen von 100 Häftengemelksproben mit niedrigen Zellzahlen ($\times 10^5$ Zellen/ml) bezüglich der Laktosekonzentration (in %), jeweils Früh- und Spätlaktation

Parameter	<u>Frühlaktation</u>		<u>Spätlaktation</u>		<u>Alle Proben</u>	
	Zellzahl	Laktose	Zellzahl	Laktose	Zellzahl	Laktose
Mittelwert	2,8	5,08	2,7	4,41	1,8	4,72
Standardabweichung	1,1	0,33	1,1	0,34	0,5	0,49
25. Perzentil	1,9	4,87	1,9	4,24	1,5	4,39
Median	2,9	5,02	2,5	4,46	1,9	4,76
75. Perzentil	3,7	5,25	3,4	4,60	2,2	5,00
Minimum	0,5	4,47	0,4	3,18	0,4	3,18
Maximum	4,6	5,97	4,6	5,55	2,6	5,97
Anzahl	100	100	100	100	100	100

Tabelle 45: Auswertung von Ergebnissen von 100 Häftengemelksproben mit hohen Zellzahlen ($\times 10^5$ Zellen/ml) bezüglich der Laktosekonzentration (in %), jeweils Früh- und Spätlaktation

Parameter	<u>Frühlaktation</u>		<u>Spätlaktation</u>		<u>Alle Proben</u>	
	Zellzahl	Laktose	Zellzahl	Laktose	Zellzahl	Laktose
Mittelwert	44	5,05	56	4,19	70	4,42
Standardabweichung	24	0,5	26	0,54	21	0,77
25. Perzentil	24	4,86	33	3,97	51	4,00
Median	36	5,12	46	4,26	66	4,38
75. Perzentil	55	5,35	75	4,48	93	5,01
Minimum	19	2,69	27	1,39	43	1,39
Maximum	100	5,99	100	5,03	100	5,70
Anzahl	100	100	100	100	100	100

In Tabelle 46 ist die Laktosekonzentration in Bezug zur Zellzahl der Hälftengemelksproben aufgeteilt in die einzelnen Zellklassen in der Früh- bzw. Spätlaktation dargestellt. Die Mittelwerte der Laktosekonzentration unterscheiden sich in der Früh- bzw. Spätlaktation um 0,1 % und in der Spätlaktation um 0,2 %. Auch hier ist kein Zusammenhang zwischen der Zellzahl und der Laktosekonzentration feststellbar.

Tabelle 46: Vergleichende Darstellung der Laktosekonzentration (in %) in Bezug zur Zellzahl ($\times 10^5$ Zellen/ml) der Hälfengemelksproben mit besonderem Augenmerk auf die Zellzahlklassen ($\times 10^5$ Zellen/ml)

Parameter	Frühlaktation				Spätlaktation			
	$X \leq 4,0$	$4,0 < X \leq 10$	$10 < X \leq 20$	$X > 20$	$X \leq 4,0$	$4,0 < X \leq 10$	$10 < X \leq 20$	$X > 20$
Mittelwert	5,09	5,06	5,14	5,04	4,41	4,44	4,34	4,20
Standardabweichung	0,33	0,33	0,39	0,51	0,33	0,40	0,45	0,52
25. Perzentil	4,88	4,83	4,87	4,87	4,24	4,24	4,12	3,97
Median	5,02	5,05	5,13	5,11	4,48	4,47	4,37	4,26
75. Perzentil	5,27	5,23	5,41	5,35	4,61	4,68	4,65	4,48
Minimum	4,47	4,27	4,20	2,69	3,18	2,59	2,13	1,39
Maximum	5,97	5,77	6,03	5,99	5,03	5,48	5,05	5,03
Anzahl	86	152	101	91	84	138	69	118

X = Zellzahl

Tabelle 47 und 48 zeigt die Laktosekonzentration (in %) bezogen auf unterschiedliche Altersklassen (in Jahren) in der Früh- bzw. Spätlaktation. Bei Betrachtung der Mittelwerte der Laktosekonzentration erkennt man sowohl in der Früh- als auch in der Spätlaktation nur minimale Unterschiede (durchschnittlich 0,2 %) in den einzelnen Altersklassen. Die durchschnittlichen Laktosekonzentrationen der Früh- bzw. Spätlaktation lagen um rund 0,8 % höher als in der Spätlaktation. Es konnte kein Einfluss des Alters auf die Laktosekonzentration festgestellt werden.

Das Verhältnis der Medianwerte der Laktosekonzentration (in %) bezogen auf das Alter (in Jahren) ist in Abbildung 25 dargestellt.

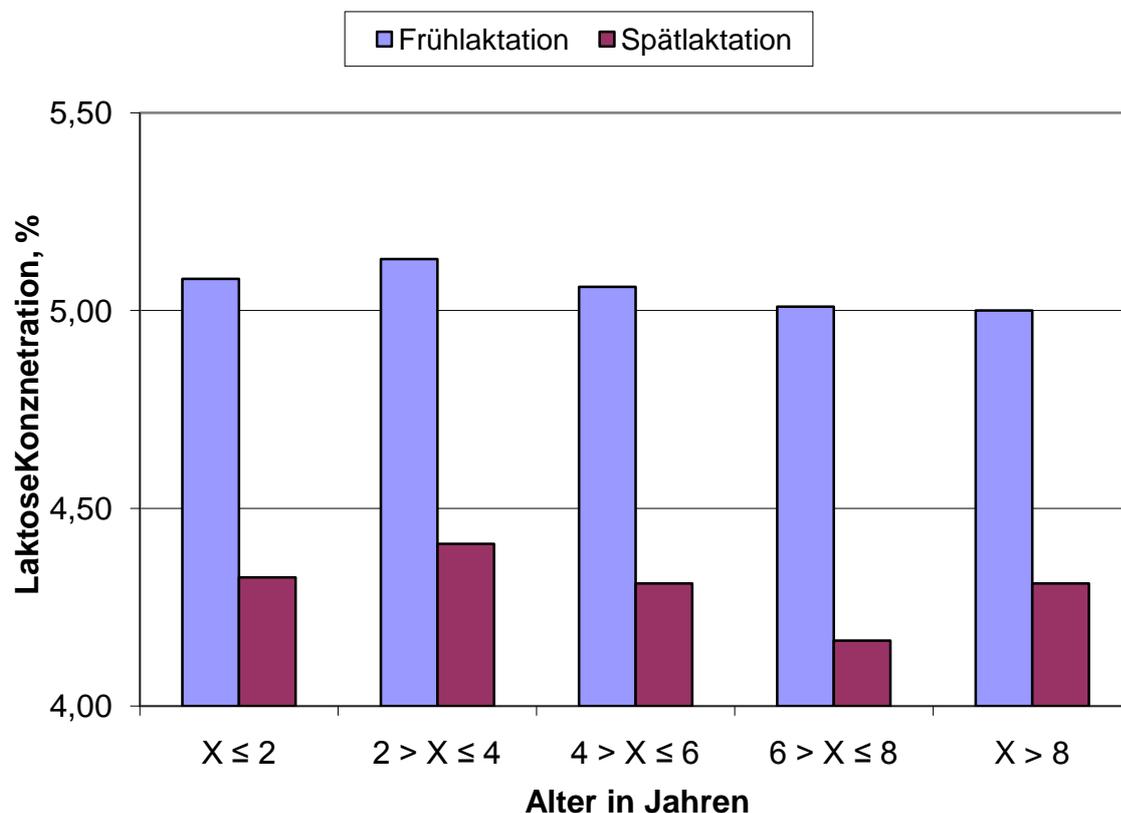


Abbildung 25: Vergleichende Darstellung unterschiedlicher Altersklassen mit Bezug auf die Mediane der Laktosekonzentration in Häuftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation

Tabelle 47: Einfluss des Alters (in Jahren) auf die Laktosekonzentration (in %) in Hälfengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation

Parameter	Frühlaktation				Spätlaktation					
	$X \leq 2$	$2 > X \leq 4$	$4 > X \leq 6$	$6 > X \leq 8$	$X > 8$	$X \leq 2$	$2 > X \leq 4$	$4 > X \leq 6$	$6 > X \leq 8$	$X > 8$
Mittelwert	5,12	5,12	5,07	4,95	4,90	4,35	4,38	4,30	4,20	4,25
Standardabweichung	0,37	0,37	0,27	0,42	0,29	0,35	0,37	0,39	0,39	0,74
25. Perzentil	4,86	4,90	4,86	4,84	4,70	4,14	4,20	4,14	3,99	4,04
Median	5,08	5,13	5,06	5,01	5,00	4,33	4,41	4,31	4,17	4,31
75. Perzentil	5,46	5,34	5,14	5,14	5,12	4,60	4,63	4,57	4,40	4,56
Minimum	4,33	4,04	4,71	3,45	4,32	3,22	2,75	2,72	3,15	2,51
Maximum	5,73	6,00	5,75	5,70	5,20	4,99	4,96	4,81	4,96	5,37
Anzahl	55	65	27	25	10	58	83	34	26	10

Tabelle 48: Einfluss des Alters (in Jahren) auf die Laktosekonzentration (in %) in Hälftengemelksproben in der Früh- bzw. Spätlaktation

Parameter	<u>Alle Proben</u>				
	$X \leq 2$	$2 > X \leq 4$	$4 > X \leq 6$	$6 > X \leq 8$	$X > 8$
Mittelwert	4,72	4,70	4,64	4,57	4,57
Standardabweichung	0,53	0,52	0,51	0,55	0,64
25. Perzentil	4,30	4,36	4,30	4,15	4,30
Median	4,75	4,68	4,65	4,58	4,64
75. Perzentil	5,03	5,06	5,01	5,00	5,04
Minimum	3,22	2,75	2,72	3,15	2,51
Maximum	5,73	6,00	5,75	5,70	5,37
Anzahl	113	148	61	51	20

Das erhobene Datenmaterial wurde dahingehend überprüft, ob bei Feststellung größerer Diskrepanzen innerhalb einer Euterprobe einzelne Messgrößen beeinflusst wurden bzw. sich gegenseitig beeinflussen. Hierbei ergaben sich keine konstanten Befunde.

Beispielsweise war bei einem Zellgehalt von $1,3 \times 10^5$ Zellen/ml (linke Euterhälfte) bzw. $3,5 \times 10^6$ Zellen/ml (rechte Euterhälfte) der entsprechende CMT 0 bzw. 1, d.h. der CMT hätte die deutlich höheren Zellgehalte nicht erkannt. In Extremfällen, beispielsweise beim Vorliegen einer Infektion mit Coliformen und einem entsprechenden Zellgehalt von $> 1,0 \times 10^7$ /ml, waren deutliche Unterschiede erkennbar und die Infektion hätte nachgewiesen werden können.

Beim Vorliegen einer Infektion mit KNS konnte kein Zusammenhang zwischen der Zellzahl und dem CMT getroffen werden. Teilweise war bei erhöhten Zellzahlen der CMT negativ bis nur einfach positiv und umgekehrt bei niedrigen Zellzahlen zwei bis dreifach positiv.

Auch die Laktosewerte wiesen selbst bei hohen Zellzahldifferenzen keine bzw. nur geringe Unterschiede auf.

Insgesamt konnte kein verwertbarer Zusammenhang der Parameter zur Früherkennung einer Euterinfektion mittels CMT von Hälftengemelksproben festgestellt werden.

4 Diskussion

4.1 Zytologische Untersuchungen von Ziegenmilch

4.1.1 California Mastitis Test (CMT)

Die Anwendbarkeit des CMT auf Ziegenmilch analog zur Kuhmilch ist nach Angaben einiger Autoren prinzipiell möglich und sollte routinemäßig eingesetzt werden (SCHÜPPEL UND SCHWOPE, 1998; WINTER UND BAUMGARTNER, 1999; HAENLEIN, 2003; HÖHN, 2006). Allerdings wird die eindeutige Zuordnung in die vier Bewertungskriterien (negativ, einfach, zweifach und dreifach positiv) häufig durch Schlierenbildung erschwert. Wie PERNTHANER et al. (1991) und ESCOBAR (1999) veranschaulichten, müssen bei der Zellzahlschätzung in Ziegenmilch mittels CMT die physiologisch höheren Zellzahlen sowie deren größere Schwankungen berücksichtigt werden und eine neue Einteilung bezüglich der geschätzten Zellzahl vorgenommen werden (Tab. 3). Hinsichtlich der möglichen Beeinflussung des CMT durch die physiologischen zytoplasmatischen Partikel in Ziegenmilch konnten der Literatur keine eindeutigen Ergebnisse entnommen werden.

In vorliegender Arbeit wiesen die prozentualen CMT-Ergebnisse (Abb. 4) eine ähnliche Verteilung auf wie bei CONTRERAS et al. (1995), GALINA et al. (1996) und HÖHN (2006) (Tab. 4). Allerdings erschwerte das Auftreten von Schlierenbildung bei den eigenen Untersuchungen die eindeutige Einstufung einer Probe in „negativ“ oder „einfach positiv“. Beim Vergleich der Medianen der Zellzahlen in Bezug zum CMT (Abb. 5 und Tab. 21) mit den Ergebnissen aus der Literatur (Tab. 8 und 9) ähnelten sich die Werte bei den Ergebnissen von zwei- und dreifach positivem CMT. Lediglich die Mediane der CMT-Ergebnisse für „negativ“ und „einfach positiv“ lagen etwas höher als in der Literatur angegeben.

Wie aus Abb. 6 ersichtlich wird, war nur ein schwacher Zusammenhang zwischen CMT-Ergebnis und durchschnittlicher Laktosekonzentration in Ziegenmilch feststellbar. Lediglich bei einem CMT von „dreifach positiv“ war ein leichter Rückgang der Laktosekonzentration zu beobachten.

Aufgrund der eigenen Ergebnisse ist die Anwendbarkeit des CMT für Ziegenmilch als fraglich zu bewerten, im Gegensatz zu den Feststellungen von HÖHN (2006). Die Festlegung eindeutiger Standards zur Beurteilung und Bewertung der Ziegenmilch für den CMT dürfte relativ schwierig sein. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass die Beurteilung des CMT-

Ergebnisses von Untersucher zu Untersucher schwanken kann, vor allem im Hinblick auf das Auftreten von Schlierenbildung und die daraus folgende Einstufung einer Probe in negativ, fraglich oder einfach positiv.

4.1.2 Quantitative mikroskopische Zellzahlbestimmung

Die Untersuchungen der Ziegenmilchproben mittels der quantitativen mikroskopischen Zellzahlbestimmung nach PRESCOTT und BREED (1910) waren mit einem großen Arbeits- und Zeitaufwand verbunden. Allerdings konnten mit dieser Färbemethode die zytoplasmatischen Partikel ausgeschlossen werden. Im Gegensatz zu Vergleichsausstrichen mit Kuhmilch, waren die Zellen der Ziegenmilch häufig zerstört, sodass keine sichere Differenzierung der somatischen Zellen vorgenommen werden konnte. Zusätzlich wurden in den Ausstrichen bläulich gefärbte Zellfragmente gefunden, die nicht näher identifiziert werden konnten.

Die Bedeutung der somatischen Zellzahl als Qualitätskriterium und quantitativer Index eines Mastitiszustandes in Ziegenmilch wird in der Literatur kontrovers diskutiert (siehe 2.3.3.1). Dies spiegelt sich vor allem in der Tatsache wieder, dass es für Ziegenmilch noch keinen Grenzwert bezüglich der Zellzahl gibt. Diskutiert wird ein Wert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml (HAHN et al., 1992). Nach PAAPE et al. (1997) sollte dieser sogar auf $7,5 \times 10^5$ Zellen/ml gesenkt werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde nach Einbeziehung von 863 Einzeluntersuchungen ein Medianwert des Zellgehaltes in Ziegenmilch von fast exakt 1 Millionen Zellen/ml ($9,9 \times 10^5$ Zellen/ml) ermittelt (Tab. 22). Dieser Wert entspricht recht gut früheren Literaturangaben (z.B. HÖHN, 2006). Wie Abb. 11 verdeutlicht, kann damit die Hälfte aller Proben aller Tiere den in der Literatur besprochenen Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml nicht einhalten. Weiter geht aus Tab. 22 hervor, dass der Medianwert der Zellgehalte in der Früh- und Spätlaktation annähernd identisch war. Die gefundenen Zellzahlen bei Hälftengemelksproben in der Früh- und Spätlaktation hatten eine annähernde gleiche Verteilung (Abb. 12 + 13). Dies veranschaulicht auch Abb. 16 mit einem ähnlichen Verteilungsmuster in den einzelnen Zellklassen mit geringfügigen Abweichungen in der relativen Häufigkeit. Somit konnten die Aussagen von NESBAKKEN (1977) und HINCKLEY (1991) bezüglich erhöhter Zellgehalte

in der Früh- bzw. Spätlaktation sowie von FAHR et al. (1991) über eine Zunahme der Zellzahlen im Verlauf einer Laktation nicht bestätigt werden. Es ergaben sich auch keine Hinweise darauf, dass die 863 untersuchten Häftengemelksproben in zwei deutlich verschiedene Klassen eingeteilt werden konnten, was auf eine Unterscheidung im Hinblick auf „gesund – krank“ brauchbar wäre.

Lediglich 20 % aller Proben erfüllten den Grenzwert der Milchgüteverordnung für Kuhmilch (Abb. 15). Dieser Wert lag deutlich unter den Ergebnissen von KIRST et al. (2002) von 58,6 %, ermittelt mit der Fluoreszenzmikroskopie. Nur 54 % aller Proben lagen unter dem in der Literatur geforderten Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml, was den Ergebnissen von ESPIE et al. (1987) mit 53,3 % entsprach.

Aus den Untersuchungen von PARK et al. (1986) wird ersichtlich, dass die Zellzahlen innerhalb einer Rasse (Alpine: $4,8 - 62 \times 10^5$ Zellen/ml und Nubian: $7,8 - 28 \times 10^5$ Zellen/ml) mehr oder weniger stark variieren können. Ähnliche Schwankungen innerhalb einer Rasse und im Vergleich der Früh- und Spätlaktation sind aus Tab. 23 und 24 ersichtlich. Betrachtet man die Medianwerte auf den in der Literatur zur Diskussion bezogenen Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml, so zeigte sich, dass mit Ausnahme der Bunten Deutschen Edelziege in der Früh- und Spätlaktation, sowie der Schweizer Saanenziege und der Weißen Deutschen Edelziege in der Spätlaktation, dieser Grenzwert von allen Rassen im Median erreicht oder bereits überschritten wurde. Weiter geht aus Tab. 23 hervor, dass - mit Ausnahme der Bunten Deutschen Edelziege in der Früh- und Spätlaktation - weniger als ein Viertel der Tiere aller Rassen den Grenzwert der Milchgüteverordnung für Kuhmilch einhalten konnte.

Bei Betrachtung der Ergebnisse auf Betriebsebene (Tab 25 und 26) wurde in der Sammelmilch in der Früh- und Spätlaktation der in der Literatur besprochene Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml lediglich von fünf der 13 untersuchten Betriebe eingehalten. Die gefundenen Zellzahlwerte der Sammelmilch lagen zwischen $6,5 - 40 \times 10^5$ Zellen/ml. Ähnliche Ergebnisse wurden für Proben aus der Spätlaktation ermittelt. Auch hier erkennt man bei Betrachtung der Mittelwerte, dass nur fünf der elf untersuchten Betriebe den diskutierten Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml einhalten konnten. HÖHN (2006) fand in ihren Untersuchungen ähnliche Ergebnisse ($5,2 - 18 \times 10^5$ Zellen/ml). Betrachtet man die Mittelwerte aller Proben, erreichen sogar nur vier der 13 untersuchten Betriebe den Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml. Keiner

der untersuchten Betriebe konnte sowohl in der Früh- als auch in der Spätlaktation den Grenzwert der Milchgüteverordnung für Kuhmilch einhalten.

Die Beobachtung von SCHÜPPEL et al. (1999), dass in der Sammelmilch ein höherer Mittelwert der Zellzahlen als bei Einzelmilchproben festgestellt wurde, konnte ebenfalls bestätigt werden. Gründe hierfür konnten nicht ermittelt werden.

Im Bezug auf das Alter konnte gezeigt werden, dass in der ersten Laktation die höchsten Zellzahlen erreicht wurden (Tab. 27 und 28). Mit zunehmender Laktationszahl nahm der Medianwert der Zellzahlen ab und blieb annähernd konstant, mit einem leichten Anstieg in der Spätlaktation bei Tieren älter als sechs Jahren. Dies ist gegenläufig zu den Ergebnissen von PEREZ et al. (1979), DULIN et al. (1983), DE CRÉMOUX et al. (1995) und ZENG und ESCOBAR (1995), die zeigten, dass die somatische Zellzahl bei älteren Tieren erhöht war.

Der diskutierte Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml ist als kritisch zu beurteilen, da nur die Hälfte aller Tiere diesen einhalten können und keine Anhaltspunkte für eine verminderte Milchqualität bei diesem Wert überschreitenden Zellzahlen vorliegen. Ein ähnliches Ergebnis ist bei den Zellzahlauswertungen nach Rassegesichtspunkten zu beobachten.

Betrachtet man den Zellzahlgrenzwert auf Betriebsebene, ist dieser Grenzwert noch schwieriger einzuhalten, da viele Betriebe eine Mischpopulation verschiedener Ziegenrassen bzw. von Mischlingstieren haben.

4.2 Bakteriologische Beschaffenheit

Die Beurteilung der mikrobiologischen Beschaffenheit mittels der amtlichen Methode L 01.00-5 nach § 64 des LFGB ist eine sichere, aber zeitaufwendige Methode

Generell wurde ein guter Hygienestatus in den untersuchten Betrieben vorgefunden. Lediglich Proben von drei Betrieben überschritten den derzeitigen Grenzwert von $1,5 \times 10^6$ KbE/ml, eine davon allerdings massiv ($1,2 \times 10^8$ KbE/ml) (Tab. 29). Der Medianwert der Keimgehalte in der Sammelmilch lag bei $1,1 \times 10^5$ KbE/ml, was den Untersuchungsergebnissen von SCHÜPPEL et al. (1999) entsprach ($2,4 \times 10^5$ KbE/ml). Nimmt man den von KLOPPERT et

al. (2000) und KIRST et al. (2002) geforderten Grenzwert von $1,0 \times 10^5$ KbE/ml für Kuhmilch als Grundlage, so konnten 10 der 18 untersuchten Sammelmilchproben einzelner Betriebe diesen Wert nicht erfüllen.

Betrachtet man die Keimzahlbestimmung einzelner Hälftengemelksproben (Tab. 30), so wurden die geforderten Grenzwerte von $1,5 \times 10^6$ KbE/ml und $1,0 \times 10^5$ KbE/ml deutlich unterschritten. Dieses Ergebnis ist deutlich besser als die Untersuchungsergebnisse von KIRST et al. (2002) (Tab. 10 und 11).

Daraus ist zu folgern, dass die hohe Keimzahlbelastung in der Sammelmilch nicht auf einer schlechten Eutergesundheit beruht, sondern vielmehr auf eine mangelnde Reinigung und Desinfektion der Melkgerätschaften sowie auf eine ungenügende Kühlung der Milch zurückzuführen ist. Dies ist vermutlich auch darauf zurückzuführen, dass ein erheblicher Teil der Betriebe als „semiprofessionell“ oder sogar als „Hobbybetrieb“ einzustufen ist.

4.2.1 Mikrobiologische Eutergesundheit

Die bakteriologische Untersuchung der unter möglichst kontaminationsarmen Bedingungen gewonnenen Ziegenmilchproben nach den Richtlinien der DVG (DVG, 2000) analog zur Kuhmilch lieferte stets brauchbare Ergebnisse. Generell wurde eine gute Eutergesundheit festgestellt. In der Früh-laktation wurde bei 66,5 % ($n = 420$) und in der Spät-laktation bei 66,4 % ($n = 150$) der untersuchten Ziegenmilchproben kein bakterielles Wachstum festgestellt. Diese Ergebnisse lagen über den Befundergebnissen von PEREZ et al. (1979) (21 % negativ, $n = 160$) und unter den Ergebnissen von LERONDELLE et al. (1992) (75 % bakteriologisch negativ, $n = 181$) und FAHR et al. (1999) (80 % bakteriologisch negativ, $n =$ keine Angabe).

Wie in Abb. 19 dargestellt, wurden KNS sowohl in der Früh- als auch in der Spät-laktation mit einem Anteil von ca. 30 % an allen bakteriologischen Befunden am häufigsten isoliert. Auch bei anderen Autoren wurden KNS am häufigsten isoliert, zumeist sogar mit einer noch größeren Häufigkeit (PEREZ et al. (1979): KNS = 36 %; POUTREL et al. (1997): KNS = 47 %).

In den eigenen Untersuchungen wurden von den „major pathogens“ Keimen *S. aureus* am häufigsten isoliert, die anderen „major pathogens“ in geringer Häufigkeit (Abb. 19). Diese Ergebnisse ähneln denen verschiedener Literaturangaben (Tab. 13).

4.2.2 Kombinierte Auswertungen

Wie aus den eigenen Untersuchungen ersichtlich wird (Tab. 21), erfasste der CMT nicht immer das tatsächliche mittels mikroskopischer Untersuchung festgestellte Zellzahlgeschehen. So waren in allen CMT-Kategorien niedrige und hohe Zellzahlwerte zu finden, d.h. es lagen falsch-positive und falsch-negative Ergebnisse vor. Darüber hinaus konnten im Gegensatz zu MANSER (1986), bei dessen Ergebnissen alle „major pathogens“ im CMT in einem Ergebnis von wenigstens „einfach positiv“ resultierten, mit dem CMT in der Früh lactation nicht alle Hälften, in denen „major pathogene“ Keime nachgewiesen worden waren (2,8 %), erkannt werden (Tab. 31 und 32). Ähnlich wie von MANSER (1986) beschrieben, war der CMT für „minor pathogens“ praktisch nicht aussagekräftig. Zwar bestanden durchaus Unterschiede zwischen bakteriologisch negativen Proben und Proben, in denen „minor“ oder „major pathogens“ nachgewiesen worden waren (Tab. 31 und Tab. 32) bezüglich der CMT-Einstufung. Die Häufigkeit von Ausnahmen schränkte jedoch die Aussagekraft stark ein.

Die prozentuale Verteilung der infizierten und nichtinfizierten Hälftengemelksproben in den einzelnen Zellzahlklassen (Tab. 36 bis 38) zeigen eine sehr ähnliche Verteilung wie von HUNTER (1984) beschrieben wurde (Tab. 16). Allerdings war die Ausprägung der Verteilung der mit *S. aureus* infizierten Proben und einem Zellgehalt von $\geq 1,0 \times 10^6$ Zellen/ml mit 50 % etwas geringer, als die Ergebnisse von HUNTER (1984) die in 80 % aller mit *S. aureus* infizierten Hälften hohe Zellgehalte fanden.

Die generelle Aussage von POUTREL et al. (1997) und LEITNER et al. (2004a, 2004b und 2008), dass mit „major pathogens“ infizierte Euterhälften sehr viel höhere Zellzahlen aufwiesen als solche Proben, die entweder nicht infiziert oder mit Koagulase-negativen Staphylokokken infiziert waren (Tab. 17), konnte nicht bestätigt werden. Der ermittelte Medianwert bakteriologisch negativer bzw. positiver Proben betrug annähernd $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml. Lediglich 50 % der mit *S. aureus* oder einem anderen „major pathogen“ Keim

infizierten Hälftengemelksproben hatten eine Zellzahl von $> 2,0 \times 10^6$ Zellen/ml. 50 % der untersuchten Proben infiziert mit einem „major pathogen“ Keim hatten eine Zellzahl von $< 1,0 \times 10^6$ Zellen/ml und annähernd 15 % sogar eine Zellzahl von $< 5,0 \times 10^5$ Zellen/ml (Tabelle 36 bis 38). Die Ergebnisse der eigenen Untersuchung folgen eher den Ergebnissen von PARK et al. (1986), die ebenfalls keinen zwingenden Zusammenhang zwischen der somatischen Zellzahl und einem bakteriologischen Befund fanden.

Ebenso konnten die Ergebnisse von KLOPPERT et al. (2000), bezüglich der frühzeitigen und einfachen Ermittlung einer Mastitis in einer Euterhälfte mittels der „Hälftendifferenz“ der somatischen Zellzahl, in dieser Deutlichkeit nicht bestätigt werden.

4.3 Laktose

Die quantitative Laktosebestimmung nach den Richtlinien des § 64 LFGB (amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren Methode L 01.00-17) ist eine kostspielige und zeitaufwendige Methode, liefert aber stets präzise und richtige Ergebnisse.

Im Jahresmittel aller Tiere konnte in vorliegender Arbeit (Tab. 39) eine Laktosekonzentration von 4,65 % ermittelt werden. Dieser Wert ist vergleichbar mit den Ergebnissen von KIRST et al. (2002) und GENANDOY et al. (1990) (Tab. 19). In der Frühlaktation wurde ein Mittelwert der Laktosekonzentration von 5,08 % und in der Spätlaktation von 4,26 % festgestellt.

Beim Vergleich der Mittelwerte der Laktosekonzentration einzelner zur Milchgewinnung genutzter Ziegenrassen (Abb. 21) konnte sowohl in der Frühlaktation als auch in der Spätlaktation unter den Rassen ein Schwankungsbereich für die Laktosekonzentration von 0,4 % beobachtet werden. Bei allen untersuchten Rassen waren die Mittelwerte in der Frühlaktation deutlich höher als in der Spätlaktation (0,6 - 1,0 %). Da Ziegen häufig im Frühjahr lammen, sind die erhöhten Laktosekonzentrationen in der Frühlaktation mit großer Wahrscheinlichkeit auf den erhöhten Energiebedarf der Jungtiere zurückzuführen. Bei den Betrieben, die überwiegend aus gemischten Ziegenrassen bestanden, bewegte sich die Laktosekonzentration in einem Bereich von $4,26 \% \pm 0,35 \%$ (Tab. 41 bis 43).

Des Weiteren konnte in vorliegender Arbeit im Gegensatz zu PETROVA (1997) kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Zellzahl und der Laktosekonzentration festgestellt werden. Lediglich in Einzelfällen wurde bei sehr hohen Zellzahlen niedrigere Laktosekonzentration festgestellt (Abb. 22 - 24 und Tab. 44 und 45). Daher ergab eine Betrachtung der Laktosekonzentration in den einzelnen Zellzahlklassen keine brauchbaren Unterschiede (Tab. 46). Die Bestimmung des Laktosegehalts scheint daher kein geeignetes Instrument zur Beurteilung der Eutergesundheit der Ziege zu sein.

Auch das Alter der Tiere hatte keinen relevanten Einfluss auf die Laktosekonzentration. Die Medianwerte der Laktosekonzentrationen unterschieden sich in den einzelnen Altersklassen um lediglich 0,2 % (Abb. 25 und Tab. 47 und 48).

4.4 Schlussfolgerungen

Da bisher keine allgemein akzeptierbaren Standards für die Qualitätsbeurteilung von Ziegenmilch existieren, werden in der Routineuntersuchung oft die bei Kuhmilch angewendeten Parameter herangezogen. Dies sollte jedoch mit großer Vorsicht geschehen, da zumindest in Bezug auf die Zellzahl deutlich andere Verhältnisse vorliegen.

Dies wird vor allem bei den kombinierten Auswertungen dieser Arbeit deutlich. Tendenziell konnte beim Vorliegen eines stark positiven CMT (zwei- bis dreifach positiv) häufiger auch Krankheitserreger (major pathogens) isoliert und mikroskopisch eine massiv erhöhte Zellzahl festgestellt werden. Allerdings zeigten die Untersuchungen, dass ein einfach positiver, oft aber auch ein mehrfachpositiver CMT kein eindeutiger Hinweis auf eine tatsächlich vorliegende hohe Zellzahl oder eine Infektion mit einem „major pathogenic“ Keim ist. Umgekehrt kann beim Vorliegen eines negativen CMT eine Mastitis nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden. Dies schränkt die Praktikabilität dieser Parameter stark ein.

Im Hinblick auf die Eutergesundheit und dem Hygienestatus der Betriebe sollten bezüglich der Keimzahl die bestehenden gesetzlichen Vorschriften auf die Werte für Kuhmilch angepasst werden, um eine insgesamt bessere Hygiene zu erzielen. Dies ist aus der Tatsache zu folgern, dass in einigen Betrieben sehr hohe Keimgehalte in den Sammelmilchproben festgestellt wurden. Darüber hinaus besteht offensichtlich bei einigen Ziegenhaltern

Aufklärungs- und Beratungsbedarf bezüglich der Reinigung der Milchgerätschaften und der Kühlung der Milch.

5. Zusammenfassung

Über einen Zeitraum von einem Jahr wurden bei 13 Ziegenmilchbetrieben Mittelhessens mehrfach (Frühlaktation, Spätlaktation) Häuftengemelksproben von Einzeltieren sowie Sammelgemelksproben gewonnen. Gleichzeitig wurden Daten zur Betriebsstruktur und zur Haltungsform erhoben. In diese Untersuchungen einbezogen wurden die Betriebshygiene sowie die Parameter Laktosegehalt, Zellgehalt, aerobe mesophile Keimzahl sowie in Verdachtsproben auch bakterielle Mastitiserreger.

Die indirekte Zellzahlschätzung in Ziegenhäuftengemelksproben (n = 845) mittels California-Mastitis-Test (CMT) ergab für Proben aus der Frühlaktation in 50 %, für Proben aus der Spätlaktation in 45 % ein negatives Ergebnis. Der Medianwert der Zellgehalte für CMT-negative Proben lag bei $8,1 - 11 \times 10^5$ Zellen/ml. Zwischen CMT-Ergebnis und der festgestellten Laktosekonzentration bestand keine Korrelation.

Bei der direkten mikroskopischen Zellzahlbestimmung in Ziegenhäuftengemelksproben (n = 863) gemäß der Methoden nach PRESCOTT und BREED ergab sich im Medianwert eine Zellzahl von $9,9 \times 10^5$ Zellen/ml. Annähernd die Hälfte aller Proben hätte damit den in der Literatur besprochenen Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml nicht einhalten können. Lediglich 25 % aller Proben wiesen einen Zellgehalt von $< 5,0 \times 10^5$ Zellen/ml auf, und nur rund 20 % aller Proben lagen unterhalb des Grenzwertes der Milchgüteverordnung für Kuhmilch. Ein Viertel aller Proben wies Zellgehalte von $> 2,0 \times 10^6$ Zellen/ml auf. In der Früh- und Spätlaktation zeigten sich bei den somatischen Zellen bezogen auf die relative Häufigkeit in den einzelnen Zellklassen nur geringe Unterschiede.

Die höchsten durchschnittlichen Zellzahlen wurden bei Tieren in der ersten Laktation festgestellt ($1,4 \times 10^6$ Zellen/ml). Mit zunehmendem Alter nahm die durchschnittliche Zellzahl ab, Tiere mit einem Alter von > 6 Jahren wiesen wieder höhere Zellgehalte auf.

Ein Vergleich der Medianwerte der Zellgehalte einzelner Rassen von Ziegen ergab deutliche Unterschiede. Im Hinblick auf den in der Literatur diskutierten Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml konnten mit Ausnahme der Bunten Deutschen Edelziege in der Früh- und Spätlaktation, sowie der Saanenziege und der Weißen Deutschen Edelziege in der Spätlaktation weniger als 50 % aller Tiere diesen Wert einhalten. Den Grenzwert der

Milchgüteverordnung für Kuhmilch konnten mit Ausnahme von Tieren der Rasse „Bunte Deutsche Edelziege“ weniger als 25 % der Tiere aller anderen Rassen einhalten.

Die Zellzahlbestimmung in der Sammelmilch der Betriebe zeigte, dass nur fünf der 13 untersuchten Betriebe einen Grenzwert von $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml einhalten konnten. Keiner der untersuchten Betriebe konnte den Grenzwert der Milchgüteverordnung für Kuhmilch ($4,0 \times 10^5$ Zellen/ml) einhalten.

Generell wurde in den untersuchten Betrieben eine zufriedenstellende Hygienepraxis bezüglich Tierhaltung und Melken vorgefunden. Der Medianwert der Keimbelastung in Sammelmilchproben unterschiedlicher Betriebe in der Früh- und Spätlaktation lag bei $1,1 \times 10^5$ KbE/ml. Der Median der Hälftegemelksuntersuchungen zufällig ausgewählter Tiere lag bei $0,013 \times 10^4$ KbE/ml. Der Grenzwert von derzeit $1,5 \times 10^6$ KbE/ml in Ziegenmilch wurde in den Sammelmilchproben dreimal überschritten, einmal sehr deutlich ($2,5 \times 10^6$ KbE/ml, $2,6 \times 10^6$ KbE/ml und $1,2 \times 10^8$ KbE/ml). Die festgestellten, recht hohen Keimgehalte in der Sammelmilch wiesen auf Hygieneprobleme bei Reinigung und Desinfektion der Milchgerätschaften und der Lagerung der Ziegenmilch hin.

Die bakteriologische Untersuchung der Hälftegemelksproben zeigte eine durchweg gute Eutergesundheit. In 66,5 % der untersuchten Milchproben wurde kein Bakterienwachstum nachgewiesen. Am häufigsten wurden Koagulase-negative Staphylokokken (KNS) nachgewiesen (26,9 % in der Früh- und 28,8 % in der Spätlaktation). Von den als „major pathogens“ bezeichneten Keimen wurde *S. aureus* (Frühlaktation = 4,3 %, Spätlaktation = 0,9 %) am häufigsten isoliert. Der Nachweis eines „major pathogens“ war in fast allen Fällen mit einem CMT-Wert von mindestens einfach positiv verbunden. Weniger deutlich war dagegen die Abstufung der CMT-Werte.

Nichtinfizierte Proben und mit KNS infizierte Proben hatten im Medianwert eine Zellzahl von jeweils rund $1,0 \times 10^6$ Zellen/ml. Mit einem „major pathogen“ Keim infizierte Proben hatten im Medianwert eine Zellzahl von $1,8 \times 10^6$ Zellen/ml.

Für den Laktosegehalt in Ziegenmilch wurde ein Mittelwert von $4,65 \% \pm 0,59 \%$ ermittelt. In der Frühlaktation lag die Laktosekonzentration im Mittel um 0,82 % höher, als in der Spätlaktation. Ein Vergleich verschiedener Ziegenrassen sowie ein Vergleich der Früh- und

Spätlaktation ergab relativ geringe Variabilität. Die maximalen Unterschiede zwischen den Rassen lag bei ca. 0,4 %. Die Laktosekonzentrationen der Frühaktation lagen innerhalb einer Rasse um 0,6 – 1 % höher als diejenigen in der Spätlaktation. Auf Betriebsebene wurde im Jahresmittel eine Laktosekonzentration von $4,65 \pm 0,35$ % erreicht. Zwischen der Laktosekonzentration einerseits und der somatischen Zellzahl oder dem Tieralter andererseits konnte kein Zusammenhang festgestellt werden.

6 Summary

This thesis describes a study on lactose content, somatic cell count and bacteriological quality of goat`s milk from producers in central Hessen, Germany.

Over a period of one year, in early lactation and in late lactation stage, milk samples (udder halves) from individual animals, as well as bulk milk samples were collected from 13 goat milk farms in central Hessen. At the same time data were raised concerning operating structure and production characteristics and hygienic status of these farms. The following parameters were analysed in milk: lactose content (enzymatic), somatic cell count (california mastitis test (CMT), microscopy), bacteriological analysis (aerobic mesophilic bacteria count, major and minor mastitis pathogens).

The qualitative somatic cell estimate in milk samples of udder halves of goats (n = 845) by means of (CMT) resulted in a negative result for samples from the early lactation in 50 % and for samples from the late lactation in 45%. The median somatic cell counts enumerated by microscopy for CMT negative samples was $8.1 - 11 \times 10^5$ cells/ml. There was no useful correlation between CMT result and lactose concentration.

In the case of the direct microscopic enumeration of somatic cell count, udder halves of goats (n = 863) had a median value of 9.9×10^5 cells/ml. Thus, more or less exactly the half of all samples would not have been within a maximum value as discussed in the literature (1.0×10^6 cells/ml). Only 25 % of all samples had somatic cell counts of $< 5.0 \times 10^5$ cells/ml, and only approximately 20 % of all samples were below the limit cow's milk (4.0×10^5 cells/ml). A quarter of all samples had high somatic cell counts of $> 2.0 \times 10^6$ cells/ml. There were only small differences between early and late lactation stage with regard to somatic cell counts.

The highest average cell counts were determined for animals in the first lactation (1.4×10^6 cells/ml). With increasing age the average cell count decreased, while older animals with an age of > 6 years again had higher somatic cell counts.

A comparison of the median cell counts depending on breed resulted showed some differences between breeds. Regarding a limit of 1.0×10^6 cells/ml, less than 50 % of samples of most breeds were below this value, with the exception of the "Bunte Deutsche Edelziege"

in early and late lactation, as well as “Schweizer Saanenziege” and “Weiße Deutsche Edelziege” in late lactation.

The somatic cell count for bulk milk samples of the farms showed that only five of the 13 examined farms could keep a limit value of 1.0×10^6 cells/ml. None of the examined farms could keep the limit value of the milk quality regulation for cow's milk (4.0×10^5 cells/ml).

With regards to overall hygiene, generally a satisfying hygiene practice was found for most farms. The median of total aerobic mesophilic bacteria in bulk milk samples of different farms in the early and late lactation was at 1.1×10^5 KbE/ml. The median of the milk samples of udder halves of arbitrarily selected animals was at 0.013×10^4 KbE/ml. The regulatory value for goat milk of 1.5×10^6 KbE/ml was slightly exceeded in two bulk milk samples (2.5×10^6 KbE/ml, 2.6×10^6 KbE/ml). In one sample, high total bacteria numbers of 1.2×10^8 KbE/ml indicated hygienic problems with cleaning and disinfection of the milk equipment and/or the storage of the milk.

The bacteriological investigation of milk samples of udder halves for major and minor mastitis pathogens indicated a generally good udder health. In 66.5 % of the examined milk samples no bacterial growth was observed. Most frequently coagulase negative staphylococci (CNS) were found (26.9 % early lactation, 28.8 % late lactation). Among the major mastitis pathogens, *Staphylococcus aureus* was most frequently isolated (4.3 % early lactation, 0.9 % late lactation). If a major pathogen was found in a udder half milk sample, a positive CMT score was observed in nearly all cases. However, the strength of a positive CMT result was less clear for mastitis pathogens.

Bacteriologically negative and CNS-positive milk samples had the same median value for somatic cells of approximately 1.0×10^6 cells/ml. Samples of udder halves infected with a major pathogen had a slightly higher median somatic cell count of 1.8×10^6 cells/ml.

The average lactose content in goat milk was determined to be $4.65 \% \pm 0.59 \%$. In the early lactation, the lactose concentration was about 0.82 % higher than in late lactation. A comparison of different goat breeds, as well as a comparison between results for early and late lactation, showed that there was only small differences. The maximum differences of lactose content between breeds were approximately 0.4 %. The lactose content in the early lactation

throughout all breeds was 0.6 – 1 % higher than in the late lactation. Comparing different farms, the average in lactose concentration was 4.65 ± 0.35 %. There was no coherence between lactose concentration and somatic cell count.

7. Literaturangaben

- AUGSBURGER, H., B. MEYER, S. RAHM, H. GEYER (1983): Über den Zellgehalt der Milch von säugenden gemsfärbigen Gebirgsziegen. Schweiz Arch. Tierheilk. **125**, 103-108
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT, ERNÄHRUNG UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2002): Milchzucker – Vorkommen, Lebensmitteltechnologie, Stoffwechsel, Diätetik.
<http://www.stmgev.bayern.de/ernaehrung/milchzucker.htm>
- BDZ (BUNDESVERBAND DEUTSCHER ZIEGENZÜCHTER E.V.) (2001): Ziegenzucht in der Bundesrepublik Deutschland in Zahlen 2001. BDZ, Godesberger Allee 142 – 148, 53175 Bonn – Bad Godesberg. www.bundesverband-ziegen.de
- BINDER, C. (1986): Untersuchungen zur subklinischen Mastitis der Ziege unter besonderer Berücksichtigung der *Micrococcoaceae*. Diss. Med. Vet., Gießen
- BOSCOS, C., A. STEFANAKIS, C. ALEXOPOULUS, F. SAMARTZI (1996): Prevalence of subclinical mastitis and influence of breed, parity, stage of lactation and mammary bacteriological status on Coulter Counter Counts and California Mastitis Test in the milk of Saanen and autochthonous Greek goats. Small Ruminant Res. **21**, 139-147
- BURDINSKI, L. (1991): Untersuchungen in einer Ziegenherde der Lehr- und Versuchsanstalt Kleve zur Milchverordnung 1989. Diss. Med. Vet., Hannover
- CARUOLO, EV. (1974): Milk yield, composition and somatic cells as a function of time of day in goats under continuous lighting regime. Brit. Vet. J. 1974, **130**, 380-387
- CEDDEN, F., S. O. KAYA, I. DASKIRAN (2008): Somatic cell, udder and milk yield in goat. Revue Med. Vet. **159**, 237-242
- CONSTANTIN, I. (2002): Haltungssysteme und –verfahren für Milchziegen. Landwirtschaftszentrum Haus Riswick, S. 1-8

- CONTRERAS, A., J.C. CORRALES, D. SIERRA, J. MARCO (1995): Prevalence and aetiology of non-clinical intramammary infection in Murciano-Granadina goats. *Small Ruminant Res.* **17**, 71-78
- DE CRÈMOUX, R., B.POUTREL, F.BERNY (1995): Use of somatic cell counts for presumptive diagnosis of intramammary infections in goats. The 3rd international Mastitis Seminar, Proceedings II S6:90
- DEINHOFER, M., A. PERNTHANER (1995): Staphylococcus spp. as mastitis-related pathogens in goat milk. *Vet. Microbiol.* **43**, 161-166
- DEUTSCHE VETERINÄRMEDIZINISCHE GESELLSCHAFT (DVG) (2000): Fachgruppe „Milchhygiene“, Sachverständigenausschuss „Subklinische Mastitis“-Leitlinien zur Entnahme von Milchproben unter aseptischen Bedingungen und Leitlinien zur Isolierung und Identifizierung von Mastitiserregern. Verlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Gießen
- DOPPELBAUER, J.P. (2002): Ziegenzucht und Ziegenhaltung in der EU und den Beitrittsländern. 1. Fachtagung für Ziegenzüchter und -halter, 12. – 13. November 2002 Bundesanstalt für alpenländliche Landwirtschaft Gumpenstein, 8952 Irdning, 1-4
- DROKE, E. A., M. J. PAAPE, A. L. DI CARLO (1993): Prevalence of high somatic cell counts in bulk tank goat milk. *J. Dairy Sci.* **76**, 1035-1039
- DULIN, A. M., M. J. PAAPE, W. P. WERGIN (1982): Differentiation and enumeration of somatic cells in goat milk. *J. Food Prot.* **45**, 435-439
- DULIN, A.M., M. J. PAAPE, W. D. SCHULTZE, B. T. WEINLAND (1983): Effect of parity, stage of lactation and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmatic particles in goat milk. *J. Dairy Sci.* **66**, 2426-2433
- ENGELHARDT, W. V. & G. BREVES (2000): *Physiologie der Haustiere*. Enke-Verlag GmbH, Stuttgart

- ESCOBAR, E.N. (1999): Somatic cells in goat milk. Proceedings 14th Ann. Goat Field Day, Langston University, OK, USA, pp. 110-114
<http://www.luresext.edu/goats/library/field/escobar99a.pdf>
- ESPIE, W.E., W.M.A. MULLAN (1987): Microbiological aspects of the quality of goat milk in Northern Ireland. *Milchwissenschaft* **42** (12), 762-764
- FAHR, R.-D., G. VON LENGERKEN (1996): Untersuchung von Verarbeitungseigenschaften der Ziegenmilch unter Berücksichtigung des Zellgehaltes. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Forschungsbericht 1997-1998
- FAHR, R.-D., J. SCHULZ, G. FINN, G. VON LENGERKEN, R. WALTHER (1999): Zellgehalt und Differentialzellbild der Ziegenmilch – Variabilität und Einflussfaktoren. *Tierärztl. Praxis* **27**, 99-106
- FOSCHINO, R., A. INVERNIZZI, R. BARUCCO, K. STRADIOTTO (2002): Microbial composition, including the incidence of pathogens, of goat milk from the Bergamo region of Italy during a lactation year. *J. Dairy Res.* **69**, 213-225
- GALINA, M. A., R. MORALES, B. LOPEZ, M. A. CARMONA (1996): Effect of somatic cell count on lactation and soft cheese yield by dairy goats. *Small Ruminant Res.* **21**, 251-257
- GALL, C. (2001): *Ziegenzucht*. 2. Auflage Ulmer Verlag, Stuttgart
- GENANDOY, H., R. G. BLACK (1990): Quality of raw goat milk for cheese manufacture. In Brief Communications of the XXIII International Dairy Congress, Montreal, October 8-12, 1990, Vol. I. Brussels, Belgium; International Dairy Federation (1990) 29 ISBN 0-9694713-4-3 [EN] Food Research Institute, Department of Agriculture and Rural Affairs, Werribee, Victoria, Australia. *Dairy Sci. Abstracts*, **53**, No. 4, 341
- HAENLEIN, GEORGE. F. W. (2001): Past, present and future perspectives of Small Ruminant Dairy Research. *J. Dairy Sci.* Vol. **84**, No. 9, 2097-2115

- HAENLEIN, GEORGE F. W. (2003): Goat management - Producing quality goat milk. Cooperative Extension Dairy Specialist, University of Delaware, 12. May 2003, <http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-05.htm>
- HAHN, G, H. KIRCHHOFF, P. HAMMER, E.-H. UBBEN, W. HEESCHEN (1992): Anzahl und Bewertung somatischer Zellen in der Milch von Ziegen und Schafen und Bakteriologische Befunde und deren Bewertung in Milch und Milchprodukten von Ziegen und Schafen. *Archiv für Lebensmittelhyg.* **43**, 86-93
- HAMANN, J. UND W. GEDEK (1994): Zur Beurteilung des Zellgehaltes der Milch aus lebensmittelhygienischer und tiergesundheitlicher Sicht. DVG e. V., 35. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ Teil II, 27. bis 30. September 1994 in Garmisch-Partenkirchen, 9-15
- HESSE, N., C. KRUTZINNA, G. RAHMANN (2002): Milchziegen auf Biobetrieben in Deutschland. *Ökologie und Landbau* **124**, **4**, 30-31
- HZZV (HESSISCHER ZIEGENZUCHTVERBAND) (2002): Ziegenmilch als Nahrungsmittel. Sensenstein Str. 36, 34266 Niestetal-Heiligenrode. www.ziegenzucht.de
- HINCKLEY, L.S. (1983): Somatic cell count in relation to caprine mastitis. *Vet. Med. Small Animal Clin.* **78**, 1267-1271
- HINCKLEY, L.S., L. F. WILLIAMS (1981): Diagnosis of mastitis in goats. *Vet. Med. Small Animal Clin.* **76**, 711-712
- HINCKLEY, L. S. (1991): Revision of the somatic cell count standard for goat milk. *Dairy Food Environm. Sanitat* **10**, 548-549
- HÖHN, S. H. (2006): Untersuchungen zur zytobakteriologischen Qualität von Ziegenmilch in bayerischen Bio-Betrieben. *Diss. Med. Vet., München*
- HÜSLER, A. (1978): Zellen in der Ziegenmilch. *Diss. Med. Vet., Bern*

- HUNTER, A.C. (1984): Microflora and somatic cell content of goat milk. *Vet. Rec.* **114**, 318-320
- KAPTURE, J. (1980): Somatic counts don't tell whole mastitis story with goat milk. *Dairy Goat Guide* (Dec.) **3**, 9
- KENGETER, B. (2003): Die Bedeutung von Ziegenmilch und deren Produkte für die menschliche Ernährung unter Berücksichtigung des Angebotes auf dem Bio-Markt. Schriftenreihe des Arbeitskreises für Ernährungsforschung Band 1, Niddastr. 14; D-61118 Bad Vilbel
- KIELWEIN, G.(1994): Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene. 3. Auflage, Berlin: Blackwell Wissenschafts-Verlag
- KIRST, DR. E., DR. A.RENSING, DR. M. HAMMEL, B. KLOPSCH UND DR. J. SCHURIG (2002): Untersuchung von Schaf- und Ziegenmilch. *dmz* **10**, 37-43
- KLOPPERT, B., A. EHRENBURG, W. WOLTER, M. ZSCHÖCK (2000): Konzept zur Überwachung und Eigenkontrolle in Schaf- und Ziegenmilcherzeugerbetrieben im Sinne der Milchverordnung. DVG e. V., 41. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ Teil I, vom 25.-28-09.2000 in Garmisch-Partenkirchen. Gießen, DVG, 213-219
- LEITNER, G., U. MERIN, N. SILANIKOVE (2004a): Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. *J. Dairy Sci.* **87**, 1719-1726
- LEITNER, G., U. MERIN, A. GLICKMAN, L. WEISBLIT, O. KRIFUCKS, A. SHWIMMER, A.SARAN (2004b): Factors influencing milk quantity and quality in Assaf sheep and goat crossbreds. *South African J. Anim. Sci.* **34**, 162-164
- LEITNER, G., U. MERIN, Y. LAVI, A. EGBER, N. SILANIKOVE (2007): Aetiology of intramammary infection and its effect on milk composition in goat flocks. *J. Dairy Res.* **74**, 186-193

- LEITNER, G., N. SILANIKOVE, U. MERIN (2008): Estimate of milk and curd yield loss of sheep and goats with intramammary infection and its relation to somatic cell count. *Small Ruminant Res.* **74**, 221-225
- LERONDELLE, C., B. POUTREL (1984): Characteristics of non-clinical mammary infections of goats. *Ann. Rech. Vet.* **15**, 105-112
- LERONDELLE, C., Y. RICHARD, J. ISSARTIAL (1992): Factors affecting somatic cell count in goat milk. *Small Ruminant Res.* **8**, 129-139
- MANSER, P. A. (1986): Prevalence, causes and laboratory diagnosis of subclinical mastitis in the goat. *Vet. Rec.* **118**, 552-554
- MARK, P., Dr. A. SCHÖNE (2002): Wissenswertes über Ziegen- und Schafmilch mit Informationsquellen aus dem Internet. Bayerische Landesanstalt für Ernährung, Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Milchwirtschaft und Molkereiwesen Triesdorf, Steingruberstraße 10, 91746 Weidenbach, <http://www.triesdorf.de/lfe/index.htm>
- McDOUGALL, S., P. MURDOUGH, W. PANKEY, C. DELANEY, J. BARLOW, D. SCRUTON (2001): Relationship among somatic cell count, California Mastitis Test, impedance and bacteriological status of milk in goats and sheep in early lactation. *Small Ruminant Res.* **40**, 245-254
- MELLENBERGER, R. (1979): Somatic cell counts in goat's milk. In annual Meeting, National Mastitis Council, Inc. February 18-21, 1979. Washington, DC 20001, USA; National Mastitis Council, Inc. (1979) 41-43 [En, 3 ref.] Michigan State Univ., East Lansing, Michigan 48824, USA; *Dairy Sci. Abstracts* Vol. **44**, No. 10, 6937
- MUEHLHERR, J. E., C. ZWEIFEL, S. CORTI, J. E. BLANCO, R. STEPHAN (2003): Microbiological quality of raw goat's and ewe's bulk-tank milk in Switzerland. *J. Dairy Sci.* **86**, 3849-3856
- NESBAKKEN, T. (1977): Der Zellgehalt in Ziegenmilch (The cell count in milk of goats). *Milchwissenschaften* **32** (8), 485

- OELFKEN, K. (1993): Zellgehalt, Mastitiserreger und Hemmstoffe in Ziegenmilch. Diss. Med. Vet., München
- OLECHNOWICZ, J., Z. SOBEK (2008): Factors of variation influencing production level, SCC and basic milk composition in dairy goats. *J. Anim. Feed Sci.* **17**, 41-49
- PAAPE, M. J., A. V. CAPUCO (1997): Cellular defence-mechanisms in the udder and lactation of goats. *J. Anim. Sci.* **75**, 556-565
- PARK, Y. W., R. D. HUMPHREY (1984): Bacterial cell counts of goat milk and their correlation between different types of cells. *J. Dairy Sci.* **67**, 87
- PARK, Y. W., R. D. HUMPHREY (1986): Bacterial cell counts in goat milk and their correlations with somatic cell counts, percent fat, and protein. *J. Dairy Sci.* **69**, 32-37
- PEREZ, M., L. H. SCHULTZ (1979): Somatic cells in goat milk. In annual Meeting, National Mastitis Council, Inc. February 18-21, 1979. Washington, DC 20001, USA; National Mastitis Council, Inc. (1979) 44-49 [En, 5 ref.] Inst. Nacional de Investigaciones Pecuarias, Palo Alto, D.F. Mexico; *Dairy Sci. Abstracts Vol.* **44**, No. 10, 764
- PERNTHANER, A., A. DEUTZ, G. SCHLERKA, W. BAUMGARTNER (1991): Untersuchungen über den Zellgehalt in Schaf- und Ziegenmilch. *Tierärztl. Praxis* **19**, 612-616
- PETROVA, N. (1997): Effect of the different somatic cell count on the macrocomponents in goat`s milk. *Bulgarian J. Agricultural Sci.* **3** (6), 783-787
- PETTERSEN, K. E. (1981): Cell content in goat`s milk. *Acta Vet. Scand.* **22**, 226-237
- PODSTATZKY-LICHTENSTEIN, L., P.WINTER, H. ASPERGER, C. GABLER AND W. BAUMGARTNER (2001): Bacteriological findings in raw bulk milk from sheep and goats. *Milchwissenschaft* **56** (9), 500-503

- POUTREL, B. (1984): Udder infection of goats by coagulase-negative staphylococci. *Vet. Microbiol.* **9**, 131-137
- POUTREL, B., C. LERONDELLE (1983): Cell content of goat milk: California Mastitis Test, Coulter Counter and Fossomatic for predicting half infection. *J. Dairy Sci.* **66**, 2575-2579
- POUTREL, B., R. DE CRÉMOUX, M. DUCCELLIEZ, D. VERNEAU (1997): Control of intramammary infections in goats: impact on somatic cell counts. *J. Anim. Sci.* **75**, 566-570
- PRESCOTT, S. C., R. S. BREED (1910): The determination of the number of body cells in milk by a direct method. *J. Infect. Dis.*, **7**, 632-640
- ROGUINSKEY, M., B. POUTREL, J. P. SECQ, R. PILLER (1980): Etude cellulaire et bacteriologique sur les laits de troupeau de chevres. *Lait* **60**, 27-32
- ROTA, A. M., C. GONZALO, P. L. RODRIGUEZ, A. I. ROJAS, L. MARTIN, J. J. TOVAR (1993): Somatic cell types in goat milk in relation to total cell count, stage and number of lactation. *Small Ruminant Res.* **12**, 89-98
- RYAN, D. P., L. GREENWOOD, P. J. NICHOLIS (1993): Effect of caprine arthritis-encephalitis virus infection on milk cell count and N-Acetyl- β -Glucosaminidase activity in dairy goats. *J. Dairy Res.* **60**, 299
- SAMBRAUS, H. H. (1996): *Atlas der Nutztierassen*. 5. Auflage, 1996, Eugen Ulmer GmbH & Co.
- SASSHOFER, K., A. LOIBL, O. KESSLER (1987): Erkrankungen bei Schaf und Ziege - 7. Euterentzündungen. *Wien, Tierärztl. Mschr.* **74**, 125-135
- SCHALM, O.W., E. J. CARROLL, N. C. JAIN (1971): *Bovine Mastitis*. pp. 150-151, Lea and Febiger, Philadelphia, P. A.

- SCHNELLDHARDT, C. (1998): Untersuchungen zur bakteriologischen und zytologischen Qualität von Schaf- und Ziegenmilch in oberbayerischen Betrieben. Diss. Med. Vet., München
- SCHÜPPEL, H., M. SCHWOPE (1998): Zur Anwendung des Mastitis-Schnelltestes und zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit für die Kontrolle der Eutergesundheit bei Ziegen. Arch. Lebensmittelhyg. **49**, 61-64
- SCHÜPPEL, H., M. SCHWOPE (1999): Zum Gehalt somatischer Zellen und zur mikrobiologischen Beschaffenheit der Milch von Ziegen mit klinisch unauffälligem Euterbefund. Milchwissenschaften **54** (1), 13-16
- SCHULZ, J. (1994): Somatic cells in goat milk. Tierärztl. Praxis **22** (5), 438-442
- SCHWOPE, M., H. SCHÜPPEL (1995): Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit von Ziegenmilch und daraus hergestellten Produkten. DVG e. V., 36. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ Teil II Poster, vom 26.-29.09.1995 GAP in Garmisch-Partenkirchen, 249-259
- SHELDRAKE, R. F., R. J. T. HOARE, V. E. WOODHOUSE (1981): Relationship of somatic cell count and cell volume analysis of goat's milk to intramammary infection with coagulase-negativ staphylococci. J. Dairy Res. **48**, 393-403
- SLAGHUIS, B. A., T. DE VRIES, J. G. P. VERHEIJ (1991): Bacterial load of different materials which can contaminate milk during production. Milchwissenschaft **46** (9), 574-578
- SMITH, M. C., ROGUINSKY (1977): Mastitis and other diseases of the goat's udder. J. Am. Vet. Med Assoc. **171**, 1241-1248
- SUHREN, G., J. REICHMUTH, H.-G. WALTE (2001): Bacteriological quality of raw milk: Conversion of Bactoscan-FC counts onto the scale of the official method. Milchwissenschaften **56** (7), 380-384

- WENDT, K., H. BOSTEDT, H. MIELKE, H.-W. FUCHS (1994): Euter- und Gesäugekrankheiten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- WHITE, E. C., L. S. HINCKLEY (1999): Prevalence of mastitis pathogens in goat milk. *Small Ruminant Res.* **33**, 117-121
- WILSON, D. J., K. N. STEWART, P. M. SEARS (1995): Effects of stage of lactation, production and season on somatic cell counts in infected and uninfected dairy goats. *Small Ruminant Res.* **16**, 165-169
- WINTER, P., W. BAUMGARTNER (1999): Schalmtestreaktionen in Ziegenmilch und deren Interpretationen. *Deutsche Tierärztl. Wochenschrift* **106**, 30-34
- WOODING, F. B. P., M. PEAKER, J. L. LINZELL (1970): Theories of milk secretion: evidence from the electron microscopic examination of milk. *Nature (Lond.)* **226**, 762
- ZENG, S. S., E. N. ESCOBAR (1995): Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. *Small Ruminant Res.* **17**, 269-274

Danksagung

Allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, möchte ich an dieser Stelle herzlich danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. E. Usleber für die Überlassung des Themas sowie für sein unermüdliches Interesse und seine Unterstützung bei der Anfertigung der vorliegenden Arbeit.

Mein Dank gilt ebenso allen Mitarbeitern, Doktoranden und Kollegen des Instituts für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde, Professur für Milchwissenschaften die mich im Rahmen dieser Arbeit mit ihrer Hilfsbereitschaft bei allen anfallenden Problemen mit Rat und Tat unterstützt haben, sowie für die angenehme Arbeitsatmosphäre.

Für die Bereitstellung der verwendeten Proben und das entgegengebrachte Interesse an dieser Arbeit danke ich allen beteiligten Ziegenzüchtern aus Hessen.

Abschließend möchte ich meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, meinem Bruder und meiner Oma, sowie meinen Freunden für die unermüdliche Unterstützung, ständige Motivation und Toleranz während dieser Zeit herzlich danken.

édition scientifique

VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN 3-8359-5412-1



9 783835 195412 0



© Alexander Tarasov - Fotolia.com