

**Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin**

**Bewertung der hygienischen Qualität
von Milch beim Einsatz von
automatischen Melkverfahren**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin**

**vorgelegt von
Petra Reinhold
Tierärztin
aus Neheim-Hüsten**

Berlin 2016

Journal-Nr.: 3882

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Erster Gutachter: Univ.-Prof. i.R. Dr. Goetz Hildebrandt
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Heuwieser
Dritter Gutachter: Prof. i.R. Dr. Wolf-Rüdiger Stenzel

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

Milk; milk quality; food hygiene; food safety; milking robots; milking time; farm management; microbiology; nutritive value; cleaning; disinfection; dairy equipment

Tag der Promotion: 07.11.2016

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-779-8

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2016

Dissertation, Freie Universität Berlin

D 188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2016

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Für Delly

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	LITERATURÜBERSICHT	2
2.1	<i>Gesetzliche Anforderungen an die Milchqualität und das Melken</i>	2
2.2	<i>Automatische Melkverfahren (AMV)</i>	7
2.2.1	Übersicht über Vorkommen/Anzahl und Art der Systeme	7
2.2.2	Systeme	7
2.2.3	Hersteller	12
2.2.4	Entwicklungen in Bezug auf Verbreitung und Anzahl der Systeme	22
2.3	<i>Chemisch-physikalische Untersuchungsparameter</i>	25
2.3.1	Zellzahl	25
2.3.2	Fett	29
2.3.3	Eiweiß	31
2.3.4	Laktose	33
2.3.5	Gefrierpunkt	34
2.3.6	Trockenmasse	37
2.4	<i>mikrobiologische Untersuchungsparameter</i>	39
2.4.1	Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl	39
2.4.2	Milchsäurebakterien/Laktobazillen	41
2.4.3	Pseudomonaden	41
2.4.4	Staphylokokken (Koagulase positiv)	42
2.4.5	Enterokokken	43
2.4.6	Enterobakteriazeen (Enterobacteriaceae)	43
2.4.6.1	Coliforme Keime	43
2.4.6.2	<i>Escherichia (E.) coli</i>	45
2.4.7	Hefen/Schimmelpilze	45
2.4.7.1	Hefen	45
2.4.7.2	Schimmelpilze	45
2.4.8	Sulfitreduzierende Anaerobier	46
2.4.9	<i>Bacillus (B.) cereus</i>	46
2.4.10	Salmonellen	47
2.4.11	Listerien (<i>Listeria monocytogenes</i>)	50
2.5	<i>Untersuchung von Oberflächen</i>	53
3	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	56
3.1.	<i>Material und Methoden</i>	56
3.1.1	<i>Material</i>	56
3.1.1.1	Probenmaterial	56
3.1.1.2	Nährmedien und Reagenzien	62
3.1.2	<i>Methoden</i>	63
3.1.2.1	Chemisch-physikalische Untersuchung der Tankmilch (BgVV)	64
3.1.2.2	Mikrobiologische Untersuchung (FU Berlin)	64
3.1.2.3	Effektivität der Euterreinigung	71

3.2	<i>Ergebnisse und Diskussion</i>	72
3.2.1	<i>Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchungen der Tankmilch</i>	72
3.2.1.1	Ergebnisse der flächendeckenden Studie, bezogen auf die einzelnen Herstellerfirmen	72
3.2.1.1.1	Zellzahl	72
3.2.1.1.2	Fett	74
3.2.1.1.3	Eiweiß	77
3.2.1.1.4	Laktose (Lactose)	79
3.2.1.1.5	Gefrierpunkt	81
3.2.1.1.6	Trockenmasse	83
3.2.1.2	Ergebnisse aller Betriebe, getrennt nach konventionellen (KMV) und automatischen (AMV) Melkverfahren	87
3.2.1.2.1	Zellzahl	89
3.2.1.2.2	Fett	91
3.2.1.2.3	Eiweiß	93
3.2.1.2.4	Laktose	95
3.2.1.2.5	Gefrierpunkt	97
3.2.1.2.6	Trockenmasse	98
3.2.1.3	Ergebnisse/Ranking der Einzelbetriebe	100
3.2.1.4	Ergebnisse der Versuchsbetriebsstudie	105
3.2.1.4.1	Zellzahl	105
3.2.1.4.2	Fett	108
3.2.1.4.3	Eiweiß	108
3.2.1.4.4	Laktose	108
3.2.1.4.5	Gefrierpunkt/Trockenmasse	108
3.2.2	<i>Ergebnisse der mikrobiologische Untersuchungen der Tankmilch</i>	110
3.2.2.1	Ergebnisse der flächendeckenden Studie, bezogen auf die einzelnen Herstellerfirmen	110
3.2.2.1.1	Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl	110
3.2.2.1.2	Milchsäurebakterien	112
3.2.2.1.2.1	Laktobazillen (säuretolerant)	115
3.2.2.1.3	Pseudomonaden	117
3.2.2.1.4	Koagulase positive Staphylokokken	119
3.2.2.1.5	Enterobakteriaceen	122
3.2.2.1.5.1	Coliforme Keime	124
3.2.2.1.5.2	<i>Escherichia (E.) coli</i>	126
3.2.2.1.6	Enterokokken	128
3.2.2.1.7	Hefen	131
3.2.2.1.8	Schimmelpilze	133
3.2.2.1.9	Sulfitreduzierende Anaerobier	135
3.2.2.1.10	<i>Bacillus (B.) cereus</i>	136
3.2.2.1.11	Salmonellen, Listerien	137
3.2.2.2	<i>Überblick über die Ergebnisse der Tankmilchuntersuchung aller Betriebe, getrennt nach konventionellen und AMV-Betrieben</i>	137
3.2.2.2.1	Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ)	142
3.2.2.2.2	Milchsäurebakterien	144
3.2.2.2.2.1	Laktobazillen	145

3.2.2.2.3	Pseudomonaden	147
3.2.2.2.4	Koagulase positive Staphylokokken	148
3.2.2.2.5	Enterokokken	151
3.2.2.2.6	Enterobakteriazeen	153
3.2.2.2.6.1	Coliforme Keime	154
3.2.2.2.6.2	<i>Escherichia (E.) coli</i>	156
3.2.2.2.7	Hefen	160
3.2.2.2.8	Schimmelpilze	162
3.2.2.2.9	Sulfitreduzierende Anaerobier	163
3.2.2.2.10	<i>Bacillus (B.) cereus</i>	164
3.2.2.2.11	Salmonellen und Listerien	165
3.2.2.3	Beurteilung der Einzelbetriebe	171
3.2.2.4	Überblick über die Ergebnisse der Tankmilchuntersuchung des Versuchsbetriebes	176
3.2.2.4.1	Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl	179
3.2.2.4.2	Pseudomonaden	181
3.2.2.4.3	Koagulase positive Staphylokokken	181
3.2.2.4.4	Enterokokken	182
3.2.2.4.5	<i>Escherichia (E.) coli</i>	183
3.2.2.4.6	Salmonellen/Listerien	183
3.2.3	<i>Ergebnisse der Tupferuntersuchungen</i>	184
3.2.3.1	Überblick über die Ergebnisse der Tupferuntersuchung aller Betriebe, ge- trennt nach konventionellen und AMV-Betrieben bzw. Herstellerfirmen	184
3.2.3.1.1	Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl	184
3.2.3.1.2	Pseudomonaden	195
3.2.3.1.3	Enterobakteriazeen	198
3.2.3.1.3.1	Coliforme Keime	199
3.2.3.1.3.2	<i>Escherichia (E.) coli</i>	201
3.2.3.1.4	Koagulase positive Staphylokokken	202
3.2.3.1.5	Enterokokken	204
3.2.3.1.6	Sulfitreduzierende Anaerobier	206
3.2.3.1.7	<i>Bacillus (B.) cereus</i>	207
3.2.3.1.8	Salmonellen, Listerien	207
3.2.3.2	Überblick über die Ergebnisse der Tupferproben des Versuchsbetriebs	207
3.2.3.2.1	Keimbelastung der einzelnen Melksystemkomponenten	207
3.2.3.2.2	Zusammensetzung der Keimflora auf den Melksystemkomponenten	208
3.2.4	<i>Effektivität der Euterreinigung im Versuchsbetrieb</i>	212
3.2.4.1	Spülflüssigkeit/Milch	212
3.2.4.2	Eutersauberkeit	213
4	SCHLUSSFOLGERUNGEN	215
5	ZUSAMMENFASSUNG	230
6	SUMMARY	232
7	LITERATURVERZEICHNIS	234
8	ANHANG	268
9	PUBLIKATIONEN	404
10	DANKSAGUNG	405
11	SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	406

Verzeichnis der Tabellen im Text

- Tab. 1: Automatische Melkverfahren (AMV) in Deutschland
- Tab. 2: Entwicklung/Vergleich des Untersuchungsparameters Zellzahl
- Tab. 3: Entwicklung/Vergleich des Untersuchungsparameters Fett
- Tab. 4: Entwicklung/Vergleich des Untersuchungsparameters Eiweiß
- Tab. 5: Entwicklung/Vergleich des Untersuchungsparameters Laktose
- Tab. 6: Entwicklung/Vergleich des Untersuchungsparameters Gefrierpunkt
- Tab. 7: Untersuchungen zur aeroben Gesamtkeimzahl (Tankmilch/Rohmilch)
- Tab. 8: Untersuchungen zum Vorkommen von Salmonellen in Rohmilch
- Tab. 9: Vorkommen von *Listeria monocytogenes* in Rohmilch und Milchbetrieben
- Tab. 10: Aufstellung der besuchten Betriebe und entnommenen Proben (Teil I-IV)
- Tab. 11: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchungen der Tankmilch aus konventionellen Melkbetrieben
- Tab. 12: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchungen der Tankmilch aus AMV-Betrieben
- Tab. 13: Überblick über die Ergebnisse der Einzelbetriebe, geordnet nach Beurteilungsmerkmalen
- Tab. 14: Ranking der Einzelbetriebe anhand von 5 bzw. 6 Bewertungsmerkmalen
- Tab. 15: Übersicht über den Stand der Einzelbetriebe in Bezug auf den Mittelwert aller Betriebe derselben Firma
- Tab. 16: geometrische und arithmetische Mittel der chemisch-physikalischen Untersuchungsergebnisse des Versuchsbetriebes
- Tab. 17: Ergebnisse der betriebsinternen Zellzahlprüfung, Anteil der Tiere mit > 250 x 1000 Zellen/ml [%]
- Tab. 18: Ergebnisse der betriebsinternen monatlichen Zellzahlprüfung (MGP), somatische Zellen (x 1000/ml) der Einzeltiere
- Tab. 19: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tankmilch aus konventionellen Melkverfahren (Teil I-II)
- Tab. 20: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tankmilch aus automatischen Melkverfahren (Teil I-II)
- Tab. 21: Überblick über die Ergebnisse der Einzelbetriebe (mesophile aerobe Gesamtkeimzahl [GKZ], Tankmilch), geordnet nach Gruppierungsparametern
- Tab. 22: Ranking der Einzelbetriebe anhand des Bewertungsmerkmals mesophile aerobe Gesamtkeimzahl (Tankmilch)
- Tab. 23: Übersicht über den Stand der Einzelbetriebe in Bezug auf den Mittelwert aller Betriebe derselben Firma (GKZ Milch, Tupfer)
- Tab. 24: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tankmilch des Versuchsbetriebes (Teil I-II)
- Tab. 25: Übersicht über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung des Einzelbetriebes über den gesamten Beobachtungszeitraum Versuchsbetriebes
- Tab. 26: Übersicht über die mikrobiologische Untersuchung der Gesamtkeimzahl von Spülflüssigkeit und Einzeltiermilch
- Tab. 27: Vergleich der Euterscores 1–5 mit den Untersuchungsergebnissen der Gesamtkeimzahlen von Spülflüssigkeit und Einzeltiermilch

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

- Tab. 28: Technische Angaben zu Automatischen Melksystemen: Einboxen-Melkroboter
- Tab. 29: Technische Angaben zu Automatischen Melksystemen: Mehrboxen-Melkroboter
- Tab. 30: Technische Angaben zu Automatischen Melksystemen: „Galaxy“
- Tab. 31: Überblick über die Ergebnisse der Zellzahlbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 32: Überblick über die Ergebnisse der Fettbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen- Fettgehalt in %
- Tab. 33: Überblick über die Ergebnisse der Eiweißbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen- Eiweißgehalt in %
- Tab. 34: Überblick über die Ergebnisse der Laktosebestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen- Laktosegehalt in %,
- Tab. 35: Überblick über die Ergebnisse der Gefrierpunktbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen- Gefrierpunkt x (-0,...°C)
- Tab. 36: Überblick über die Ergebnisse der Trockenmassebestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen- Trockenmasse in %
- Tab. 37: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 6 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte
- Tab. 38: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 1 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte
- Tab. 39: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 2 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte
- Tab.:40: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 3 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte
- Tab. 41: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 4 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte
- Tab. 42: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 5 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte
- Tab. 43: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 7 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte
- Tab. 44: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 6), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller bewerteten Betriebe
- Tab. 45: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 1), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller bewerteten Betriebe
- Tab. 46: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 2), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller bewerteten Betriebe
- Tab. 47: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 3), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller bewerteten Betriebe
- Tab. 48: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 4), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller bewerteten Betriebe
- Tab. 49: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 5), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller bewerteten Betriebe
- Tab. 50: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 7), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller bewerteten Betriebe

Verzeichnis der Tabellen

- Tab. 51: Überblick über die Ergebnisse der mesophilen aeroben Gesamtkeimzahlbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 52: Überblick über die Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 53: Überblick über die Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 54: Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 55: Überblick über die Ergebnisse der Staphylokokkenbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 56: Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 57: Überblick über die Ergebnisse der Coliformenbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 58: Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 59: Überblick über die Ergebnisse der Enterokokkenbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 60: Überblick über die Ergebnisse der Hefenbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 61: Überblick über die Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 62: Überblick über die Ergebnisse der sulfitreduzierenden Anaerobier-Bestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen
- Tab. 63: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 6 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
- Tab. 64: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 1 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
- Tab. 65: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 2 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
- Tab. 66: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 3 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
- Tab. 67: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 4 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
- Tab. 68: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 5 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
- Tab. 69: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 7 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
- Tab. 70: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 6), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe
- Tab. 71: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 1), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe
- Tab. 72: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 2), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe
- Tab. 73: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 3), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe

Verzeichnis der Tabellen

- Tab. 74: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 4), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe
- Tab. 75: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 5), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe
- Tab. 76: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 7), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe
- Tab. 77: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupfer (Zitzengummikopf), bezogen auf konventionelle Melkverfahren
- Tab. 78: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupfer (Zitzengummikopf), bezogen auf automatische Melkverfahren
- Tab. 79: Überblick über die Ergebnisse der *Bacillus cereus*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) verschiedener Melkverfahren
- Tab. 80: Überblick über die Ergebnisse der mesophilen Gesamtkeimzahlbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 81: Überblick über die Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 82: Überblick über die Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 83: Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 84: Überblick über die Ergebnisse der Staphylokokkenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 85: Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 86: Überblick über die Ergebnisse der Coliformenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 87: Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 88: Überblick über die Ergebnisse der Enterokokkenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 89: Überblick über die Ergebnisse der Hefenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 90: Überblick über die Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 91: Überblick über die Ergebnisse der SRA-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 92: Überblick über die Ergebnisse der *Bacillus cereus*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen
- Tab. 93: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupfer (Zitzengummischafft), bezogen auf konventionelle Melkverfahren
- Tab. 94: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupfer (Zitzengummischafft), bezogen auf automatische Melkverfahren
- Tab. 95: Überblick über die Ergebnisse der *Bacillus cereus*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) verschiedener Melkverfahren
- Tab. 96: Überblick über die Ergebnisse der mesophilen Gesamtkeimzahlbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen

Verzeichnis der Tabellen

- Tab. 97: Überblick über die Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 98: Überblick über die Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 99: Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 100: Überblick über die Ergebnisse der Staphylokokkenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 101: Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 102: Überblick über die Ergebnisse der Coliformenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 103: Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 104: Überblick über die Ergebnisse der Enterokokkenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 105: Überblick über die Ergebnisse der Hefenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 106: Überblick über die Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 107: Überblick über die Ergebnisse der SRA-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 108: Überblick über die Ergebnisse der *Bacillus cereus*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen
- Tab. 109: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupfer (Spülkopf), bezogen auf konventionelle Melkverfahren
- Tab. 110: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupfer (Spülkopf), bezogen auf automatische Melkverfahren
- Tab. 111: Überblick über die Ergebnisse der mesophilen Gesamtkeimzahlbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 112: Überblick über die Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 113: Überblick über die Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 114: Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 115: Überblick über die Ergebnisse der Staphylokokkenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 116: Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 117: Überblick über die Ergebnisse der Coliformenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 118: Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 119: Überblick über die Ergebnisse der Enterokokkenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen

- Tab. 120: Überblick über die Ergebnisse der Hefenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 121: Überblick über die Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 122: Überblick über die Ergebnisse der sulfitreduzierenden Anaerobier-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen
- Tab. 123: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren
- Tab. 124: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren auf Firmenebene (mesophile aerobe Gesamtkeimzahl)
- Tab. 125: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren auf Firmenebene (Milchsäurebakterien)
- Tab. 126: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren auf Firmenebene (Laktobazillen)
- Tab. 127: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren auf Firmenebene (Pseudomonaden)
- Tab. 128: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren auf Firmenebene (Enterobakteriazeen)
- Tab. 129: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren auf Firmenebene (coliforme Keime)
- Tab. 130: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren auf Firmenebene (*E. coli*)
- Tab. 131: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren auf Firmenebene (Hefen)
- Tab. 132: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren auf Firmenebene (Schimmelpilze)

Verzeichnis der Abbildungen

- Abb. 1: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Zellzahlbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 2: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Fettbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 3: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Eiweißbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 4: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Laktosebestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 5: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gefrierpunktbestimmung ($- 0, \dots ^\circ\text{C}$), bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 6: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Trockenmassebestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 7: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) der Zellzahlen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 8: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Milchfettgehalt, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 9: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Milcheiweißgehalt, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 10: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Gehalt an Laktose, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 11: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) des Gefrierpunktes, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 12: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) der Trockenmasse, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der chemisch-physikalischen Parameter
- Abb. 14: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 15: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 16: Graphischer Überblick über die Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 17: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 18: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Staphylokokkenbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 19: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriäzenbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 20: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Coliformenzahlbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 21: graphischer Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 22: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Enterokokkenbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen

- Abb. 23: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Hefenbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 24: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 25: graphischer Überblick über die Ergebnisse der sulfitreduzierenden Anaerobier-Bestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 26: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) der mesophilen aeroben Gesamtkeimzahl, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 27: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) der Milchsäurebakterienbestimmung, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 28: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) der Laktobazillenbestimmung, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 29: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Gehalt an Koagulase positiven Staphylokokken, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 30: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Gehalt an Enterokokken, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 31: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Gehalt an Enterobakteriazeen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 32: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Gehalt an coliformen Keimen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 33: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Gehalt an *E. coli*, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 34: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Gehalt an Hefen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 35: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Gehalt an Sulfitreduzierenden Anaerobiern, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 36: graphischer Überblick über die Einzelergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung des Versuchsbetriebes
- Abb. 37: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung des Versuchsbetriebes
- Abb. 38: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Enterokokkenbestimmung des Versuchsbetriebes
- Abb. 39: graphischer Überblick über die Einzelergebnisse der *E. coli*-Bestimmung des Versuchsbetriebes
- Abb. 40: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt auf den Sitzgummiköpfen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 41: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung der Sitzgummiköpfe, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 42: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt auf den Sitzgummischäften, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 43: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung der Sitzgummischäfte, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 44: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt auf den Spülköpfen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 45: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung auf den Spülköpfen, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen

- Abb. 46: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt auf den Reinigungssystemen der automatischen Melkverfahren
- Abb. 47: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung der Reinigungssysteme, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 48: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt aller drei Probenahmeorte (konventionelle und automatische Melksysteme)
- Abb. 49: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt aller vier Probenahmeorte (automatische Melksysteme)
- Abb. 50: graphischer Überblick über die Summe der Florakomponenten (Σ) auf den Zitzengummiköpfen aller beteiligten Melkverfahren
- Abb. 51: graphischer Überblick über die Summe der Florakomponenten (Σ) auf den Zitzengummischäften aller beteiligten Melkverfahren
- Abb. 52: graphischer Überblick über die Summe der Florakomponenten (Σ) auf den Spülköpfen aller beteiligten Melkverfahren
- Abb. 53: graphischer Überblick über die Summe der Florakomponenten (Σ) auf den Reinigungssystemen aller beteiligten Melkverfahren
- Abb. 54: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung auf den Zitzengummiköpfen, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 55: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung auf den Zitzengummischäften, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 56: Box- und Whiskerplot für den Pseudomonadengehalt auf den Reinigungssystemen, bezogen auf die automatischen Melkverfahren
- Abb. 57: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung der Reinigungssysteme, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 58: Box- und Whiskerplot für den Enterobakteriazeengehalt auf den Reinigungssystemen, bezogen auf die automatischen Melkverfahren
- Abb. 59: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung der Reinigungssysteme, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 60: Box- und Whiskerplot für den Gehalt an coliformen Keimen auf den Reinigungssystemen, bezogen auf die automatischen Melkverfahren
- Abb. 61: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Coliformenbestimmung der Reinigungssysteme, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 62: Box- und Whiskerplot für den *E. coli*-Gehalt der Reinigungssysteme, bezogen auf die automatischen Melkverfahren
- Abb. 63: graphischer Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung der Reinigungssysteme, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 64: Box- und Whiskerplots für den Gehalt an Koagulase positiven Staphylokokken auf den Zitzengummischäften, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 65: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Koagulase positive Staphylokokken-Bestimmung auf den Zitzengummischäften, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen
- Abb. 66: Box- und Whiskerplots für den Enterokokken-Gehalt der Zitzengummischäfte, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren
- Abb. 67: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Enterokokken-Bestimmung der Zitzengummischäfte, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen

- Abb. 68: Liniendiagramm über die Verteilung der Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung auf den Melksystemkomponenten des Versuchsbetriebes im gesamten Beobachtungszeitraum
- Abb. 69: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Keimzahlbestimmung der Zitzengummiköpfe des Versuchsbetriebes
- Abb. 70: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Keimzahlbestimmung der Zitzengummischäfte des Versuchsbetriebes
- Abb. 71: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Keimzahlbestimmung der Spülköpfe des Versuchsbetriebes

Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgruppe
aid	Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, jetzt „aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz“
ALA	Alfa Laval Agri
AMR®	automatic milking rotary (automatisches Melkkarussell)
AMS	Automatisches Melksystem
AMV	automatische Melkverfahren
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
CVUA	Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt
DBV	Deutscher Bauernverband
DCC	De Laval Zellzahlmessgerät
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
DLQ	Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen
DMS	Drehmelkstand
DP5	Dairy Plan 5 (Melk- und Herdenmanagementsystem)
DPP	Differenzial-Präzisions-Pedometer
DVG	Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft
GM	Gascoigne Melotte
HIT	Herden- und Informationssystem für Tiere
ICAR	International Committee for Animal Recording
IMA	Inline Milk Analyzer (Milchanalysesystem)
Kat.	Kategorie
KMV	konventionelle Melkverfahren
LKV	Landeskontrollverband
LWK	Landwirtschaftskammer
MDi	Mastitis/Milk detection index

Abkürzungsverzeichnis

MLR	Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
MQC-C	Milk Quality Control/Somatic Cell Count Indicator
MS	Melkstand
NTT	Nass-Trocken-Tupfer-Verfahren
OCC	Online Cell Counter
o. V.	ohne Verfasser
Rein	Reinigungssystem der automatischen Melkverfahren
RKI	Robert-Koch-Institut
RMA	Rohrmelkanlage
SPK	Spülkopf
T4C	Time for cows (Managementsystem)
VMB	Vormelkbecher
VMS	Voluntary Milking System
VP	Versuchsperiode
ZMP	Zentralschweizer Milchproduzenten
ZGK	Zitzengummikopf
ZGS	Zitzengummischicht
ZZ	Zellzahl

1 EINLEITUNG

In Deutschland werden seit 1992 automatische Melkverfahren (AMV) in der Landwirtschaft eingesetzt (WOLTER UND ZSCHÖCK 2000; DBV 2012/2013) und haben mittlerweile ihre Praxis-tauglichkeit bewiesen. Sie bieten dem Landwirt die Möglichkeit, Milchvieh zu halten, ohne an feste Melkzeiten gebunden zu sein. Andererseits erfordert diese Technik die Bereitschaft, sich mit der elektronischen Datenverarbeitung intensiv auseinanderzusetzen, da es sich um eine stark computerunterstützte Betriebsform handelt.

Die Entwicklung der AMV vollzog sich latent, rechtliche Aspekte waren teilweise nicht geklärt. Insbesondere fehlte eine Prüfung auf Konformität mit der Richtlinie (RL) 85/397/EWG der europäischen Gemeinschaft von 1985 und der Milchverordnung von 1989. Gemäß beider Rechtsnormen muss Rohmilch besondere hygienische Voraussetzungen erfüllen, wenn sie zur Herstellung von pasteurisierter Milch und Milchprodukten dienen soll.

Um mögliche Hygieneunterschiede zwischen traditionell ermolkenener Milch und Milch aus automatischen Melkverfahren zu erfassen, wurde im Rahmen des Forschungsauftrages „Bewertung der hygienischen Qualität von Milch bei Einsatz von automatischen Melksystemen“ (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, BLE) die vorliegende, flächendeckende Studie von AMV-Betrieben über 18 Monate (Februar 2000 bis Dezember 2001) mit dem Ziel einer stabilen Trendschätzung durchgeführt. Durch Besuche bei konventionell melkenden Betrieben wurden Vergleichswerte gewonnen. Neben einer Beurteilung des betrieblichen Umfeldes wurden mikrobiologische Untersuchungen an milchführenden Teilen der Melk-anlage und der Milch selbst vorgenommen.

Die Entwicklung und Anzahl der automatischen Melkverfahren ist im Laufe der Jahre weiter vorangeschritten. Ende 2010 hatten weltweit geschätzte 10.000 Betriebe ca. 14.500 automatische Melksysteme von fünf Herstellern im Einsatz, mit starken Zuwachsraten in den letzten Jahren. Dieser Trend wird sich nach Einschätzung der Hersteller auch in den nächsten 10 Jahren fortsetzen, danach ist allmählich eine Sättigung des Marktes zu erwarten (HARMS UND WENDL, 2012).

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Gesetzliche Anforderungen an die Milchqualität und das Melken

Zum Zeitpunkt der Durchführung der Studie (Februar 2000 bis Dezember 2001) existierten folgende diesbezügliche Gesetzesvorschriften in der jeweils gültigen Fassung:

- **Milchhygienerichtlinie 85/397/EWG** des Rates der europäischen Gemeinschaften vom 24. August 1985 zur Regelung gesundheitlicher und tierseuchenrechtlicher Fragen im inner-gemeinschaftlichen Handel mit wärmebehandelter Milch, **abgelöst durch die Milchhygienerichtlinie 92/46/EWG** des Rates der Europäischen Gemeinschaften vom 16. Juni 1992 mit Hygienevorschriften für die Herstellung und Vermarktung von Rohmilch, wärmebehandelter Milch und Erzeugnissen auf Milchbasis (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 35, Nr. L 268/1-L268/32), **aufgehoben durch 32004L0041** (Richtlinie 2004/41/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. April 2004) zur Aufhebung bestimmter Richtlinien über Lebensmittelhygiene und Hygienevorschriften für die Herstellung und das Inverkehrbringen von bestimmten, zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen tierischen Ursprungs sowie zur Änderung der Richtlinien 89/662/EWG und 92/118/EWG des Rates und der Entscheidung 95/408/EG des Rates (ABl. L 157 vom 30.4.2004, S. 33–44).
- **RL 89/362/EWG** der Kommission vom 26. Mai 1989 über die allgemeinen Hygienevorschriften für Milcherzeugerbetriebe, **aufgehoben durch 32004L0041**.
- Verordnung über die Güteprüfung und Bezahlung der Anlieferungsmilch (**Milch-Güte-Verordnung**) vom 09. Juli 1980 (BGBl. I S. 878, 1081), zuletzt geändert am 03. Februar 1997 (gültig z.Z. der Studie). **Letzte Änderung** durch Artikel 1 der Verordnung vom 17. Dezember 2010 (BGBl. I S. 2132).
- Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an das Gewinnen, Behandeln und Inverkehrbringen von Milch (**Milchverordnung**) vom 23. Juni 1989, abgelöst durch die Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an Milch und Erzeugnisse auf Milchbasis (Milchverordnung, Milch-VO) vom 24. April 1995, zuletzt geändert am 20. Juli 2000 (Bundesgesetzblatt Jahrgang 2000 Teil I Nr. 36, Seite 1178 vom 31. Juli 2000). Nach weiteren Änderungen **aufgehoben durch** Bundesgesetzblatt 2007 Teil I Nr. 39, S.1816, Art.23 vom 14. August 2007.
- Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz), Loseblattsammlung; Hrsg.: Beuth-Verlag in der jeweils gültigen Fassung, **abgelöst am** 07.09. 2005 durch § 64 Abs. 1 LFGB (Gesetz zur Neuordnung des Lebensmittel- und des Futtermittelrechts).
- Bekanntmachung über die Anwendung bestimmter Maßnahmen in Milcherzeugerbetrieben mit automatischen Melkverfahren bis zum Vorliegen entsprechender Rechtsvorschriften vom 01. Februar 2001 (veröffentlicht im Bundesanzeiger vom 13.02.2001 S. 2183) mit darin enthaltenden Maßnahmenkatalog. Der Text wird im Folgenden aufgeführt:

Milcherzeugerbetriebe mit automatischen Melkverfahren (AMV)

Für Milcherzeugerbetriebe sind in den Anlagen 1, 2 und 3 zu § 3 der Milchverordnung Anforderungen an den Tierbestand, den Erzeugerbetrieb und an das Melken festgelegt. Die Anlage 2 ist insgesamt auch von Betrieben, die mit automatischen Melkverfahren (AMV) arbeiten, AMV-spezifisch zu erfüllen. In den Anlagen 1 und 3 sind insbesondere die folgenden Punkte zu beachten:

Anlage 1 (Auszug)

Kühe, Büffel, Schafe, Ziegen und Stuten, von denen Milch als Lebensmittel gewonnen wird, müssen folgende Anforderungen erfüllen:

Nr. 1.1 sie dürfen keine Anzeichen

- von ansteckenden, durch die Milch auf Menschen übertragbare Krankheiten aufweisen;

Nr. 1.2 sie dürfen keine erkennbaren Anzeichen

- einer Störung des allgemeinen Gesundheitszustandes aufweisen und nicht
- an Krankheiten der Geschlechtsorgane mit Ausfluss,
- Magen-Darmkrankheiten mit Durchfall und Fieber oder
- einer erkennbaren Entzündung des Euters oder der Haut des Euters leiden;

Nr. 1.3 sie müssen von Tieren abgesondert sein,

- die von einer ansteckenden, durch die Milch auf Menschen übertragbare Krankheit befallen sind oder bei denen ein entsprechender Verdacht besteht,
- die erkennbare Anzeichen einer Störung des allgemeinen Gesundheitszustandes aufweisen oder
- die an Krankheiten der Geschlechtsorgane mit Ausfluss, an Magen-Darm-Krankheiten mit Durchfall und Fieber oder
- einer erkennbaren Entzündung des Euters oder der Haut des Euters leiden;

Nr. 1.4 sie dürfen keine Wunden am Euter aufweisen, die die Milch verunreinigen könnten.

Anlage 3 (Auszug)

Nr. 2 das Euter von Tieren, von denen Milch als Lebensmittel gewonnen wird, muss zu Beginn des Melkens sauber sein.

Nr. 3 Personen, die melken, haben

Nr. 3.3 die ersten Milchstrahlen aus jeder Zitze gesondert zu melken, um sich durch Prüfen des Aussehens von der einwandfreien Beschaffenheit der Milch von jedem Tier zu überzeugen.

Nr. 4 Tiere, die keine einwandfreie Milch geben und solche, die nach Anlage 1 Nr. 1.3 von der übrigen Herde getrennt wurden, sind gesondert und nach den anderen zu melken.

Diese Anforderungen sind wegen des fehlenden Kontaktes des Landwirtes mit den Kühen in Verbindung mit dem Melkvorgang in AMV-Betrieben gegenwärtig nicht bzw. nicht ohne besondere Maßnahmen erfüllbar. Insbesondere kann der Ausschluss des Einbringens sinnfällig veränderter Milch in die Anlieferungsmilch in Verbindung mit der konventionell durchgeführten Vormelkprobe beim Einsatz von AMV nicht erfolgen.

Die Anwendung der im nachstehenden Katalog aufgeführten Maßnahmen ist erforderlich, um den Einsatz automatischer Melkverfahren unter der geltenden Rechtslage zu ermöglichen.

2 Literaturübersicht

Maßnahmenkatalog

1. Bei Installation eines AMV in einen landwirtschaftlichen Betrieb ist die Eutergesundheit 4-6 Wochen vor der geplanten Inbetriebnahme des Systems und nochmals 1-2 Wochen vor Einbringen der Herde durch eine zyto-bakteriologische Untersuchung der Viertelanfangsgemelke zu überprüfen. Die zuständigen Behörden sind über die Installation eines AMV und die Ergebnisse der zyto-bakteriologischen Untersuchung zu informieren.
2. AMV-Betriebe nehmen an einer Prüfung in Anlehnung an die Milchleistungsprüfung teil. Im Mittel des Jahres sind einmal monatlich die Gesamtgemelke (GM) mindestens auf die Anzahl der somatischen Zellen und die Tagesleistung der Kühe zu prüfen. Beim aktuellen Probenmelken darf der Anteil an Kühen mit Zellgehalten über 250.000 Zellen/ml Milch im Gesamtgemelk nicht über 30 % aller laktierenden Kühe liegen.
3. Zusätzlich zu Abschnitt 2 wird zweimal im Monat eine Untersuchung der Tankmilch auf die Anzahl somatischer Zellen durchgeführt. Hierbei dürfen bei 2 aufeinanderfolgenden Proben im arithmetischen Mittel nicht mehr als 300.000 Zellen/ml Tankmilch und bei keiner Probe mehr als 400.000 Zellen/ml Tankmilch festgestellt werden.
4. Im Falle einer Überschreitung der unter 2. und 3. angeführten Richtwerte müssen folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

Kategorie	Prozentsatz der Einzelgemelke über 250.000 Zellen/ml (Nr. 2 des Katalogs)	Tankmilchzellzahl (Nr. 3 des Katalogs)	Maßnahmen
I	unter 30 %	unter den Richtwerten	nicht erforderlich
II	unter 30 %	über den Richtwerten	Kontrolle aller verdächtigen Kühe (GM > 250.000 Zellen/ml): Sekretbeurteilung, SMT (Schalm-Mastitis-Test)
III	über 30 %	unter den Richtwerten	Kontrolle aller verdächtigen Kühe und zyto-bakteriologische Untersuchung dieser Kühe
IV	über 30 %	über den Richtwerten	Kontrolle aller Kühe der Herde und zytobakteriologische Untersuchung

5. Zweimal am Tag hat eine Begehung des Stalles mit gezielter Beobachtung der Gesundheit der Tiere sowie deren Sauberkeit, insbesondere der Euter (Wunden, Entzündungen, Sauberkeit) zu erfolgen.
6. Mindestens zweimal täglich wird eine Kontrolle der beim AMV automatisch erfassten Daten (Warnliste) vorgenommen, um Hinweise auf Gesundheitsstörungen zu erhalten, z.B. über Zwischenmelkzeiten, über Milchmengen, über die elektrische Leitfähigkeit der Milch, über Tieraktivitäten, über erfolglose Melkversuche und über die Futteraufnahme.
7. Tiere, bei denen sich Hinweise auf Gesundheitsstörungen ergeben, werden unverzüglich auf das Vorliegen von Erkrankungen untersucht, bzw. werden bis zur Überprüfung von der Milchlieferung ausgeschlossen.

8. *Eine Dokumentation der unter 1–6 aufgeführten Maßnahmen inklusive Markierung bzw. gesonderter Angabe auffälliger Befunde und daraus abgeleiteter spezifischer Maßnahmen im Betrieb wird durchgeführt. Insbesondere sind Erkrankungen der Tiere, Behandlungen und Ausschluss von der Milchlieferei festzuhalten. Die Nachweise sind mindestens 24 Monate aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.*
9. *Vor dem Melken muss das Euter sauber sein. Flankierende, zur Sauberhaltung der Euter geeignete Maßnahmen, sind vorzunehmen. Diese Maßnahmen beziehen sich auf das Reinigen von Zitzen und Zitzenbasis, das mindestens tägliche Reinigen der Liegeboxen und der Laufwege und das Enthaaren der Euter (in angemessenen zeitlichen Abständen).*

Alle Maßnahmen sind in Kombination miteinander zu bewerten. Werden auffällige Befunde festgestellt, ergibt sich ein innerbetrieblicher Handlungsbedarf.

Nachfolgend sind die Neuerungen in Bezug auf Rechtsvorschriften und Normen aufgeführt:

- Norm-Entwurf DIN ISO 20966 Automatische Melkeinrichtungen – Anforderungen und Prüfung (ISO/DIS 20966:2005)
- DIN ISO 20966:2008-04 - Automatische Melksysteme - Anforderungen und Prüfung (ISO 20966:2007)
- Verordnung (EG) Nr. 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene (ABl. L 139 vom 30.4.2004, S. 1-54)
- Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs (ABl. L 226 vom 25.06. 2004, S. 22) als Basis des „Maßnahmenkataloges“
- Tierische Lebensmittel-Hygieneverordnung (Tier-LMHV) vom 8. August 2007 (BGBl. I S. 1816, 1828), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. November 2011 (BGBl. I S. 2233)

- Maßnahmenkatalog

Überarbeitung des Maßnahmenkataloges im Jahr 2006:

"Bekanntmachung zur Durchführung von Artikel 3 Absatz 1 in Verbindung mit Anhang III Abschnitt IX Kapitel I der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs (ABl. EU Nr. L 226 S. 22) hinsichtlich der Anwendung bestimmter Maßnahmen in Milcherzeugungsbetrieben mit automatischen Melkverfahren" in der Fassung vom 29. September 2006, veröffentlicht im Bundesanzeiger Ausgabe 191.

Überarbeitung des Maßnahmenkataloges im Jahr 2012:

"Bekanntmachung zur Durchführung von Artikel 3 Absatz 1 in Verbindung mit Anhang III Abschnitt IX Kapitel I der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs (ABl. L 226 vom 25.6.2004, S. 22) hinsichtlich der Anwendung bestimmter Maßnahmen in Milcherzeugungsbetrieben mit

automatischen Melkverfahren" in der Fassung vom 04. September 2012 veröffentlicht im Bundesanzeiger (BAnz AT 18.09.2012 B3).

In AMV-Betrieben sind gemäß dieser Bekanntmachung die geforderten Hygienevorschriften wegen des fehlenden direkten Kontakts des Landwirts mit den Kühen in Hinblick auf den Melkvorgang gegenwärtig nicht ohne besondere Maßnahmen erfüllbar. Die Erkennung und der Ausschluss von Milch mit abnormen Merkmalen vom menschlichen Verzehr bedürfen einer spezifischen technischen Ausstattung. Dieses Equipment muss den Anforderungen der o.g. Norm DIN ISO 20966 in Hinblick auf

- die Verfahren der Zitzenreinigung,
- der Erkennung abnormer Milch und
- einer Einrichtung zur Separierung von als abnorm erkannter Milch

genügen. Zudem sollten die Aufzeichnung relevanter Daten und die Zugriffsmöglichkeit auf diese Daten für einen bestimmten Zeitraum gewährleistet sein. Die Prüfung auf Erfüllung der Anforderungen sollte von unabhängigen Sachverständigen durchgeführt werden.

Da laut REINECKE (2013) bislang kein Hersteller Gutachten eines unabhängigen Sachverständigen über die Erfüllung der im Katalog definierten technischen Anforderungen vorgelegt hat, gelten für die Betriebe die im Katalog genannten Maßnahmen zur Sicherstellung der Eutersauberkeit bzw. zur Überwachung der Eutergesundheit. Die Autorin führt weiter aus, dass die Überarbeitung des Maßnahmenkatalogs mit dem Ziel einer bundeseinheitlichen und vom Katalog abgedeckten Vorgehensweise erfolgte, besonders im Hinblick auf die Erfassung des Eutergesundheitsstatus vor Inbetriebnahme. Dieser kann jetzt auch alternativ zur Herdenbeprobung durch den Eutergesundheitsdienst bzw. den bestandsbetreuenden Tierarzt attestiert werden. Desweiteren wurden Erfahrungen (Notwendigkeit der Kontrolle von Zukaufstieren, Herdenbeprobung 4–6 Wochen vor Inbetriebnahme lässt keinen Spielraum für Herdensanierungen und muss daher bereits 6 Monate vorher erfolgen) berücksichtigt und Regelungsinhalte vereinfacht.

Mit der Modifikation 2012 werden im Gegensatz zu den Vorgänger-Versionen des Maßnahmenkataloges die genannten Maßnahmen nicht mehr im Sinne einer „Muss-Bestimmung“ (verwendeter Wortlaut war „hat“, „ist“, „muss“) aufgeführt, sondern versehen mit dem Konjunktiv II „sollte“ zu Rat- bzw. Vorschlägen umformuliert, was zur Folge hat, dass ein direkter Zwang für die Umsetzung wegfällt.

Neuerungen ohne Normcharakter:

- Code of Good Hygienic Practices for Milking with Automatic Milking Systems (Bulletin of the IDF N°386/2004)

2.2 Automatische Melkverfahren (AMV)

2.2.1 Übersicht über Vorkommen/Anzahl und Art der Systeme

Die Arbeitsgruppe "Automatische Melkverfahren und Hygieneanforderungen" (BgVV 2000) am damaligen BgVV (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin; jetzt Bundesinstitut für Risikobewertung, BfR) hat einen Maßnahmenkatalog für landwirtschaftliche Betriebe konzipiert, die mit automatischen Melkverfahren (AMV) arbeiten. Dieser soll die Defizite, wie sie hinsichtlich des Einhaltens der rechtlichen Vorgaben bestehen, kompensieren und dem Landwirt die Möglichkeit bieten, die Systeme weiter zu nutzen.

Dieser Maßnahmenkatalog wurde am 25.07.2000 fertig gestellt und trat nach Beratung durch die zuständigen Ministerien der Länder am 01. Februar 2001 in Kraft (Veröffentlichung im Bundesanzeiger vom 13.02.2001, S. 2183).

In der vorliegenden Studie, die im Rahmen des Forschungsauftrages der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) durchgeführt wurde, sollten die verschiedenen Systeme von Melkrobotern, die in Deutschland zum damaligen Zeitpunkt bereits installiert waren, hinsichtlich ihrer hygienischen Arbeitsweise bewertet werden. Die erhobenen Daten sollten der Arbeitsgruppe neben anderen Angaben als Grundlage zur Erstellung des genannten Maßnahmenkataloges dienen.

Um eine Übersicht zu Vorkommen und Anzahl der verschiedenen automatischen Melkverfahren zu bekommen, wurden die Bundesländer um Mitteilung gebeten, wie viele AMV bis dato installiert wurden und um welche Systeme es sich handelt. Insgesamt gemeldet waren im Jahr 2000 92 Systeme in 70 Betrieben.

Davon entfallen	74 Systeme auf die	Firma Lely Industries,
	5 Systeme auf die	Firma Lemmer Fullwood,
	3 Systeme auf die	Firma Westfalia,
	3 Systeme auf die	Firma Alfa Laval Agri,
	7 Systeme auf die	Firma Prolion,
	0 Systeme auf die	Firma Gascoigne Melotte

(Quelle: ARBEITSGRUPPE „AUTOMATISCHE MELKVERFAHREN UND HYGIENEANFORDERUNGEN“, 2000)

Da die Firmen Lely Industries und Lemmer Fullwood nur Einboxensysteme anbieten, sind hier Systemanzahl und Boxenanzahl gleichzusetzen. Mehrboxensysteme der Firmen Westfalia und Prolion können zwischen 2 und 4 Boxen enthalten. Die Fa. Alfa Laval bietet lt. Prospekt auch Mehrfachboxensysteme an, in Deutschland scheinen aber nur Einboxensysteme bekannt zu sein. Über die genaue Anzahl der Boxen konnten aufgrund fehlender Informationen keine Angaben gemacht werden.

2.2.2 Systeme [VEAUTHIER, 1999 modif.; Preisangaben in Euro (gerundet)]

Beim AMV unterscheidet man zwischen Einboxen- und Mehrboxensystemen. Dabei bilden Einboxen-Melkroboter eine kompakte, eigenständige Melkeinheit. Im Fall des Einboxensystems ist das Handhabungssystem (Roboter) fest an oder neben der Melkbox montiert und

nur in der Lage, eine einzelne Box zu bedienen. Während des Melkens verbleibt der Ansetzarm unter der Kuh. Die Anlagen können freistehend in den Liegebereich des Stalles eingebaut werden und benötigen keine Melkergrube. Der Durchsatz der Einboxenanlagen liegt bei etwa 60 Kühen (bei 2,6–2,8 Melkungen/Kuh). Pro Anlage muss mit einer Investition von ca. 153.000 Euro gerechnet werden. Wartungsverträge schlagen mit ca. 2.560–3.070 Euro/Jahr zu Buche (keine Kostenangabe bei ALA).

Die Handelsnamen der einzelnen Fabrikate lauten:

- | | |
|---------------------|---|
| - Lely | <i>Astronaut</i> |
| - Fullwood | <i>Merlin</i> |
| - Alfa Laval | <i>VMS</i> |
| - Prolion | <i>Freedom</i> |
| - Manus | <i>Solos</i> (in Deutschland nicht erhältlich, im Vergleich nicht berücksichtigt) |
| - Gascoigne Melotte | <i>Zenith</i> |

Die Mehrboxen-Melkroboter bestehen aus zwei bis vier hintereinander geschalteten Tandemboxen. Bei dieser Konstruktion kann ein Handhabungssystem aufgrund der seitlichen, verfahrbaren Zuordnung zu den Boxen mehrere Melkboxen bedienen, was eine effizientere Nutzung der teureren Komponenten des AMV (Handhabungs-, Sensor- und Computersystem) erlaubt und daher Preisvorteile gegenüber mehreren Einboxensystemen bietet. Nachteile sind der große Platzbedarf und die Melkstand-ähnliche, räumlich fest angeordnete Stellung, die eine Melkergrube erforderlich macht (Ausnahme Gascoigne Melotte). Mit einer Mehrboxenanlage können 150–170 Kühe (vier Boxen) gemolken werden. Die Preise liegen für ein Basissystem mit zwei Melkboxen bei ca. 205.000–256.000 Euro. Jede weitere Box kostet im Schnitt 46.000 Euro. Wartungsverträge schlagen mit ca. 3.900 Euro für zwei Boxen und 5.300 Euro für vier Boxen im Jahr zu Buche (keine Preisangabe bei Westfalia).

Folgende Handelsnamen wurden für die Fabrikate gewählt:

- | | |
|---------------------|---|
| - Westfalia | <i>Leonardo</i> |
| - Prolion | <i>AMS-Liberty</i> |
| - Manus | <i>Miros</i> (in Deutschland nicht erhältlich, im Vergleich nicht berücksichtigt) |
| - Gascoigne Melotte | <i>Zenith</i> |

Einboxensysteme im Vergleich

Das **Grundkonzept** der Einboxensysteme gleicht sich bei allen Fabrikaten. Es handelt sich um Einboxenanlagen im Stil einer Tandembox. Sie sind sowohl in links- als auch in rechtsseitiger Ausführung erhältlich. Unterschiedliche Lösungen wurden für die Arbeitsschritte Tierfixierung, Zitzenreinigung, Zitzenerkennung, Vormelken, Ansetzen der Melkbecher, Leitfähigkeitsbestimmung, Austrieb und Reinigung gefunden.

Die **Tierfixierung** erfolgt bei Prolion, Alfa Laval und Gascoigne Melotte durch verschiebbare Futtertröge. Zusätzlich benutzt die Fa. Prolion einen besonders gestalteten Boden (Metallplatten, welche die Kuh zu einem leichten Spreizen der Hinterbeine zwingen und somit den

Ansatz der Melkbecher erleichtern); Fullwood setzt auf einen Körpersensor, durch den die Boxengröße an die Kuh und deren Bewegungen angeglichen wird. Lely benutzt keine Tierfixierung.

Das Problem der **Zitzenreinigung** sind die Firmen auf unterschiedliche Weise angegangen: Lely und Fullwood benutzen zwei gegenläufig rotierende Bürsten, die nach Gebrauch u.a. mit Peressigsäure desinfiziert werden; Prolion und Gascoigne Melotte spülen die Zitzen mit Wasser im Melkbecher. Alfa Laval setzt auf eine andere Lösung und benutzt einen separaten Vormelkbecher zur Reinigung aller Zitzen. Anschließend werden hier die Zitzen im Melkbecher luftgetrocknet.

Die **Zitzenerkennung** erfolgt bei Lely und Fullwood via Lasertechnik und einprogrammierter Koordinaten. Alfa Laval benutzt zusätzlich zur Lasertechnik eine Videokamera, wobei die Zitzenkoordinaten nicht gespeichert werden. Prolion und Gascoigne Melotte orten die Zitzen mit Ultraschall (Grob- und Feinsensor). Zusätzlich befindet sich im Melkbecher ein Sensor, der erkennt, ob der Melkbecher richtig angesetzt ist.

Das **Vormelken** erfolgt viertelindividuell bei Lely, Fullwood und Alfa Laval. Bei den ersten beiden Firmen wird das Vorgemelk separat in einen mit einem Kugelchen verschließbaren Napf abgeführt. Bei den anderen Fabrikaten wird das Vorgemelk mit dem Spülwasser getrennt abgeführt, wobei Alfa Laval einen eigenen Vormelkbecher verwendet.

Um das **Ansetzen** der Melkbecher zu ermöglichen, werden bei Fullwood zwei, bei Prolion und Gascoigne Melotte jeweils eine Referenzzitze benötigt, deren Zitzenkoordinaten gespeichert werden und als Bezugspunkt dienen. Bei Lely erfolgt der Ansatz zuerst an dem Viertel, bei dem die längste Milchdauer zu erwarten ist (i.d.R. hintere Viertel). Bei allen Fabrikaten wird jede Zitze einzeln angesetzt.

Bei Prolion und Gascoigne Melotte erfolgen die **Abnahme der Melkbecher** zusammen, ohne Roboterarm. Bei Lely, Fullwood und Alfa Laval wird jeder Melkbecher einzeln, aber gleichfalls ohne Hilfe des Roboterarms abgenommen.

Die **Leitfähigkeit** zur Beurteilung der Milchqualität wird mit Ausnahme von Fullwood viertelindividuell sowohl im Vor- als auch im Hauptgemelk gemessen. Fullwood bietet z.Z. nur eine Messung des Gesamtgemelkes an, eine viertelindividuelle Messmöglichkeit ist in Vorbereitung. Nach Programmierung des Computers können nicht melkberechtigte Tiere von der Melkung ausgeschlossen und vom Melksystem zurückgewiesen werden (keine Kraftfuttergabe, kein Melkbecheransatz).

Der **Austrieb** aus der Box erfolgt auf unterschiedliche Weise: Für eine pneumatische Austreibhilfe haben sich Fullwood, Prolion und Gascoigne Melotte entschieden, Alfa Laval benutzt einen beweglichen Bügel über dem verschiebbaren Futtertrog und Lely bietet optional eine elektrische Austreibhilfe an.

Die Firmen bieten drei **Reinigungssysteme** an: Zirkulationsreinigung, Kochendwasserreinigung und optional, eine Kombination beider Möglichkeiten.

Die **Häufigkeit der Reinigung der Melksysteme** wird entweder ab Werk vorgegeben (Lely, Fullwood, Alfa Laval) oder kann vom Landwirt selbst eingestellt werden (Lely, Prolion, Gascoigne Melotte).

Bei Lely wird eine 3 x tägliche Reinigung im 8 Stunden Takt vorgegeben (Kochendwasser mit Reinigungs- und Desinfektionsmittel), wobei während der meist 12 Minuten (lt. Betreiber mind. 20 Minuten) dauernden Reinigungsphase nicht gemolken werden kann. Der Landwirt besitzt auch die Möglichkeit, den Reinigungsrythmus selbst einzustellen. Eine kurze Zwischenreinigung nach jeder Kuh ist möglich. Eine Melkzeugzwischeninfektion wird optional angeboten (Lely Wash) und ein Sensor, der Farbabweichungen in der Milch erkennen soll (z.B. Blutspuren), befindet sich in der Entwicklungsphase.

Fullwood gibt für die Reinigung feste Zeiten vor (Kochendwasser-Reinigung). Diese erfolgt 3-mal täglich für jeweils 10 Minuten. Zwischenspülungen können entweder nach jeder Kuh oder nach einer programmierten Anzahl von Melkungen (z.B. 15) durchgeführt werden. Eine Zwischendesinfektion wird durchgeführt.

Alfa Laval gibt ebenfalls die Hauptreinigungszeiten (Zirkulationsreinigung) vor. 3-mal täglich wird die Anlage 30 Minuten lang mit dem Zirkulations-Spülautomat Hygenius C 200 gereinigt. Eine Zwischenspülung ist nach jeder Melkung möglich. Der Beginn der Reinigung kann vom Milchviehalter programmiert werden. Eine Zwischendesinfektion (Backflushing) wird angeboten. Mittlerweile wurden auch bei Alfa Laval Sensoren entwickelt, mit denen feste Bestandteile in der Milch (z.B. Gewebe- und Blutbeimengungen) erkannt werden können.

Bei Prolion kann der Milchviehalter den Zeitpunkt und die Reinigungshäufigkeit selbst bestimmen. Eine Zirkulationsreinigung ist der Standard, eine Kochendwasserreinigung kann eingebaut werden. Ein Reinigungsdurchgang dauert 35 Minuten. Nach jeder Melkung ist eine Zwischenspülung möglich (ca. 10 min), dagegen ist eine Zwischendesinfektion nicht lieferbar.

Mit Ausnahme der um 10 Minuten kürzeren Reinigungszeit entspricht das Reinigungssystem von Gascoigne Melotte dem von Prolion.

Eine **Vorkühlung** gehört zur Standardausrüstung von Fullwood, die anderen Firmen bieten dieses zusätzliche Kühlsystem optional an.

Für alle Anbieter gilt, dass **Fehlermeldungen** (z.B. mehrmalige Misserfolge beim Ansetzen der Melkbecher) per Funk weitergegeben und auf **Alarmlisten** entweder direkt am Roboter oder PC ausgedruckt werden. Die Alarmmeldungen können auch auf ein Mobiltelefon weitergeleitet werden. Bei Datenverlusten, PC-Ausfällen oder sonstigen Störungen können die automatischen Melksysteme direkt vom Hersteller aus gesteuert werden, da sie mit deren Hauptcomputer verbunden sind.

Eine **Aktivitätsmessung** in Form eines Pedometers zur besseren Gesundheitsüberwachung der Milchkühe bieten alle Firmen an, wobei diese Funktion bei Lely und Fullwood zur Grundausstattung gehört.

Sämtliche **beim Melken anfallenden Daten** werden per Computer erfasst und über die mitgelieferte Software verarbeitet. Die Informationen können entweder am Melkplatzterminal wie bei Alfa Laval, Prolion und Gascoigne Melotte oder an einem externen PC wie bei Fullwood abgerufen werden. Lely wählte den Mittelweg und bietet beide Möglichkeiten serienmäßig an. Der Master-PC von Lely speichert Angaben zur Milchmenge, Leitfähigkeit, Kraftfutterausgabe und zu Zwischenmelkzeiten. Bei den anderen Systemen wird auch die Besuchsfrequenz der einzelnen Tiere aufgezeichnet.

Möglichkeiten zur **Milchprobennahme** werden von Lely und Alfa Laval angeboten. Erstere kann auch vom System Merlin (Fullwood) genutzt werden.

Mehrboxensysteme im Vergleich

Der **Grundbauplan** ist bei diesen Systemen bis auf die zusätzlich bei Westfalia vorgeschaltete Reinigungsbox gleich. Es handelt sich bei diesen Mehrboxensystemen um 2–4 hintereinander geschaltete Boxen nach Bauart eines Autotandemmelkstandes. Sie werden in links- und rechtsseitiger Ausführung angeboten.

Eine **Tierfixierung** wird bei Westfalia nicht angeboten, Prolion und Gascoigne Melotte haben verschiebbare Futtertröge und einen speziell gestaltete Fußboden – wie schon bei den Einboxensystemen erwähnt – eingebaut, um eine Fixationsmöglichkeit zu bieten.

Bei der **Zitzenreinigung** folgt Westfalia einem eigenen Prinzip, indem die Kühe vor jedem Melkvorgang zunächst in eine Reinigungsbox geleitet werden. Hier wird das Euter mit einer relativ großen Bürste (\varnothing 35 cm) zuerst nass gereinigt und anschließend trocken gebürstet. Nach der Reinigung wird die Kuh in die nächste freie Melkbox geleitet. Die Bürste wird desinfiziert, bevor das nächste Euter gereinigt wird. Bei den anderen Fabrikaten werden die Zitzen mit Wasser im Melkbecher gespült und anschließend luftgetrocknet.

Die **Zitzenerkennung** erfolgt bei Prolion und Gascoigne Melotte mittels Ultraschall für die Grob- und Feinpositionierung und einem Sensor im Melkbecher, der den korrekten Sitz desselben angibt. Bei Westfalia benutzt der Roboter gespeicherte Zitzenkoordinaten für die Grobjustierung (Teaching – Zitzenkoordinaten werden per Hand eingegeben). Die genaue Charakterisierung der Zitzen erfolgt mit einer optischen Eutervermessung mittels LED-Matrix, wobei die – ein Netz von Lichtschranken unterbrechenden – Zitzen Signale abgeben. Ultraschall ergänzt die Feinpositionierung zusätzlich.

Die **Vorgemelke** werden entweder einzeln separat (Westfalia) oder mit dem Spülwasser wie bei den beiden anderen Systemen abgeführt.

Bei allen Systemen werden die **Melkbecher** einzeln an die Zitzen **angesetzt**, wofür sowohl bei Prolion als auch bei Gascoigne Melotte eine Referenzzitze benötigt wird.

Die **Abnahme der Melkbecher** erfolgt ohne Roboterarm, und zwar bei Westfalia einzeln, sowie bei den anderen beiden Fabrikaten zusammen.

Die **elektrische Leitfähigkeit** der Milch kann von allen Systemen viertelindividuell gemessen werden.

Eine **Austreibhilfe** aus der Box bieten alle drei Hersteller. Westfalia setzt einen beweglichen Bügel ein, der nur durch eine Berührung wirkt, Prolion und Gascoigne Melotte verwenden eine pneumatische Austreibhilfe und eine Trogabweisung.

Zur **Reinigung des Melkroboters** wird bei Westfalia und Prolion eine Zirkulationsreinigung eingesetzt, bei Gascoigne Melotte kann auf Wunsch eine Kochendwasserreinigung eingebaut werden. Die Spülzeiten lassen sich vom Betreiber individuell einstellen, auch Zwischenspülungen sind möglich.

Optional ist eine **Zwischendesinfektion** der Melkzeuge bei Westfalia (Back Flush). Gascoigne Melotte bereitet diese Desinfektionsmöglichkeit vor. Eine **Vorkühlung** wird von Westfalia serienmäßig, von den übrigen Herstellern auf Wunsch eingebaut. **Fehlermeldungen** werden wie bei den Einboxensystemen per Funk und Alarmlisten weitergegeben. Eine **Aktivitätsmessung** (via Pedometer) zur besseren Gesundheitsüberwachung und Brunsterkennung kann von allen Herstellern auf Wunsch in das Melksystem integriert werden.

Das auf Windows-Basis agierende **Melk- und Herdenmanagementsystem** von Westfalia DP5 (Dairy Plan) wird von einem externen PC bedient. Es speichert und wertet alle systemrelevanten Daten aus. Der Zenith von Gascoigne Melotte (Managementsystem GM 300) kann ebenso wie der AMS Liberty von Prolion sowohl durch den PC am Roboter wie auch durch einen externen PC bedient werden.

Eine serienmäßige Möglichkeit zur **Milchprobennahme** gibt es noch nicht. Die Fa. Westfalia wird demnächst in zwei Betrieben einen Prototyp einsetzen.

Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Vergleiche der Systeme in den Tabellen 28 und 29 im Anhang dargestellt.

2.2.3 Hersteller

Im Folgenden werden die Hersteller der in diese Studie einbezogenen Melkverfahren in alphabetischer Reihenfolge vorgestellt. Der Abschnitt „was danach geschah“ beschreibt jeweils Neuerungen in Bezug auf die beteiligten Firmen und den von ihnen hergestellten Melkverfahren nach Beendigung der Erhebung Ende des Jahres 2001. Er soll aktuelle Recherchen über Systeme und Hersteller erleichtern. Starke Firmenbewegungen, wie z.B. Abspaltung von Gesellschaften, Neuformierungen, Aufkäufe von Firmenteilen und das vom Markt Nehmen einzelner Melksystem-Modelle, führen teilweise zu großen Schwierigkeiten bei der Zuordnung von Melksystemen und ihrer Hersteller in der heutigen Zeit. Das System der Firma Intensec („Galaxy“) war nicht Gegenstand der Untersuchung, wird aber der Vollständigkeit halber erwähnt, da es zum Zeitpunkt der Erhebung auf dem Markt erhältlich war. Eine technische Übersicht des Systems ist in der Tabelle 30 im Anhang zu finden.

ALFA LAVAL AGRI (ALA) / DE LAVAL

Die Firma De Laval wurde vor mehr als 125 Jahren durch Gustav de Laval gegründet, nachdem er sich die Milchzentrifuge patentieren ließ. De Laval ist gemeinsam mit Tetra Pak und Sidel ein Teil der Tetra Laval Group. De Laval produziert und liefert Ausrüstung und Komplettsysteme für die Milchproduktion und die Tierhaltung (DE LAVAL, o. J. c).

Seit 1993 ist ALA integriert in die neu formierte, international agierende Tetra Laval Unternehmensgruppe. In Glinde liegt das Logistikzentrum für Deutschland und Zentraleuropa für ein Komplettangebot, das u.a. Melksysteme, Milchkühlanlagen und Melkstände umfasst (KUTSCHENREITER, 1998).

Geschichte von ALA / DE LAVAL

1878 patentierte Gustav de Laval den ersten Rahmseparator weltweit. 5 Jahre später wurde das ursprüngliche Unternehmen von Gustav de Laval und Oscar Lamm gegründet. 1917 erfolgte dann die Markteinführung der ersten Melkmaschine mit pulsierendem Vakuum, und 1930 wurde die erste Karussellplattform „Rotolactor“ in New Jersey, USA, installiert.

1991 erwarb Tetra Pak die Alfa Laval AB, danach wurde Alfa Laval Agri als separate Gesellschaft abgesplittet. Seit 1993 ist ALA integriert in die neu formierte, international agierende Tetra Laval Unternehmensgruppe. 1998 wurde das Voluntary Milking System (VMS) auf den Markt gebracht. Ein Jahr danach war auch ein System in Deutschland aktiv (VEAUTHIER, 1999). 2000 verblieb Alfa Laval Agri zwar bei der Tetra Pak Gruppe, wurde jedoch zu De Laval unbenannt und als Tetra Pak Alfa Laval AB verkauft.

was danach geschah...

2003 – DCC: Das De Laval Zellzahlmessgerät DCC wurde auf dem Markt eingeführt, es ermöglicht Milcherzeugern somatische Zellen an Ort und Stelle zu messen, das Resultat kann innerhalb einer Minute empfangen werden

2006 – OCC: De Laval führte eine neue Generation VMS mit dem De Laval Online Cell Counter (OCC) auf dem Markt ein

2008 – Herd Navigator: Ein Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung bei Mastitis, Reproduktion, Stoffwechselkrankheiten und Fütterung wurde entwickelt

2010 – AMR: De Laval brachte das erste automatische Melkkarussell (automatic milking rotary = AMR™) auf den Markt (DE LAVAL, o. J. b)

2010 – VMS: Vorstellung der neuen Version VMS 2011 auf der Euro Tier 2010 in Hannover

Das automatische Melkverfahren der Firma De Laval ist derzeit in drei Ausführungen erhältlich, die sich in ihrer Ausstattung unterscheiden (DE LAVAL, o.J. a).

VMS (Voluntary Milking System)

Das VMS ist mit einem Mastitis-Erkennungssystem (mastitis detection index = MDi technology) und einem Kuhkalender standardmäßig ausgerüstet. MDi misst die Leitfähigkeit, den Blutgehalt sowie das Melkintervall auf Euterviertel-Ebene und gibt Hinweise, ob die Gefahr einer Mastitis besteht. Der Kalender sendet regelmäßig Hinweise, z.B. in Bezug auf den 21-Tage-Zyklus und die Aktivitätsmessung zur Bestimmung des Besamungszeitpunktes.

VMS™ Supra

Dieses Melksystem bietet eine präzise Euter-Gesundheits-Beobachtung an. Es ist mit einem Online-Zellzahl-Messgerät (Online Cell Counter OCC) zu Ermittlung der Anzahl somatischer Zellen in der Milchprobe ausgestattet. Das OCC versorgt den Landwirt mit ständigen und genauen Informationen über jedes Euter während des Melkens. So kann Milch nach bestimmten, vorher vom Landwirt ausgewählten Parametern abgeschieden oder ein Tier zur Inspektion separiert werden. Der MDi (Milk Detection Index) hilft bei der Verwaltung des Wohlbefindens der Kühe. Der Kuhkalender gibt Hinweise auf einen günstigen Inseminationszeitpunkt.

VMS™ Supra Plus

Das Melksystem ist mit einem proaktiven Herdenmanagementsystem – De Laval Herd Navigator™ – ausgestattet. Damit kann der Fokus auf die Kühe gerichtet werden, denen besondere Beachtung geschenkt werden muss. Der Navigator zeigt brünstige Kühe mit einer Genauigkeit von 95 % an. Zugleich weist er auf stillbrünstige sowie abortierende Tiere und solche mit Zysten hin. Auch Rinder mit einem hohen Ketose-Risiko oder Mastitis werden detektiert. Die gesamten Daten dieser Messungen werden automatisch erhoben und in einer Übersichtsliste via Herdenmanagementsoftware (DelPro™ Farm manager) veranschaulicht. Der Herd Navigator empfiehlt das weitere Vorgehen.

LEMMER FULLWOOD

Lemmer Fullwood ist das deutsche Joint Venture des englischen Melktechnik-Herstellers Fullwood. Zum Angebot gehören u.a. Melkstände, Milchkühlanlagen und Herden-Management-Systeme. Seit 1970 werden Produkte von Lemmer-Fullwood auf den deutschen Markt gebracht. 1996 kam der erste Roboter „Merlin“ (Ein-Box-Anlage) zum Einsatz und arbeitet seit 1998 auch in deutschen Ställen. Die Firma besitzt Lizenzen für das Lely-AMS-System (KUTSCHENREITER, 1998).

FULLWOOD

Das 1785 gegründete Familienunternehmen widmet sich seit über 200 Jahren den Anliegen der Landwirtschaft. Es ist einer der führenden und weltweit anerkannten Hersteller seiner Branche. Die Zentrale von FULLWOOD und eine Produktionsstätte befinden sich in Ellesmere/England. Fünf Produktionsstätten wurden in Belgien, Holland, Irland und Brasilien gebaut, die Melkroboter selbst werden aber nur in England hergestellt.

Seit mehr als drei Jahrzehnten gehört das Familienunternehmen Lemmer-Fullwood der internationalen FULLWOOD-Gruppe als deren Partner für die Milchwirtschaft in Deutschland, Österreich und der Schweiz an (LEMMER-FULLWOOD, o. J. b).

was danach geschah...

Ihr 225-jähriges Bestehen feierte die Firma Fullwood im Jahr 2010 mit der Vorstellung des „Merlin 225“ (FULLWOOD, 2010.; PADFIELD, 2009). Ein Jahr später kam die jüngste Generation des automatischen Melkverfahrens „Merlin“ mit einem überarbeiteten Melkbecher-Ansatzarm auf den Markt. Es handelt sich um die 4. Version des Fullwood Merlin, die nach Firmenangaben ein schnelleres Ansetzen und Abnehmen der Melkbecher genauso wie gesteigerten

Kuhkomfort während des Melkens bietet. Das neue Design bedingt ein größeres Service-Intervall, es macht die Maschine leichter und billiger zu handhaben als auch sauber zu halten (STACKYARD, 2011).

Merlin 225

Beim neuen Merlin 225 ist die Melkstation komplett aus Edelstahl gefertigt. Alle Komponenten, die nicht direkt an der Melkeinheit benötigt werden, sind geschützt im Technikgehäuse untergebracht. Der Ansetzarm ist sehr stabil ausgeführt. Das Abnehmen der Zitzenbecher erfolgt einzeln in Abhängigkeit vom versiegenden Milchfluss.

Vor und nach dem Melken wird jedes Euter automatisch gereinigt. Über die Zwischenreinigung hinaus werden alle milchführenden Teile bei der Hauptreinigung dreimal täglich durch die Kochendwasserreinigung sterilisiert.

Die Ansetzmechanik des Merlin 225 folgt den Tierbewegungen. Die 3D-Laser-Optik erfasst die einzelnen Zitzen und speichert die Koordinaten für künftige Melkvorgänge fortlaufend ab, so dass die laktationsbedingte physiologische Veränderung des Euters stets aktuell als Datensatz vorliegt.

Die automatische Milchsepariereinrichtung wird vom Managementsystem angesteuert und ermöglicht somit das Abzweigen von Kolostralmilch oder Milch, die nicht dem Milchkühltank zugeführt werden soll.

Der Merlin 225 ist als Einzelbox mit unterschiedlichen Ausführungsvarianten, so z.B. nach links oder nach rechts, erhältlich. Jede Kuh tritt ohne Zwang in die Melkbox ein und kann sich frei nach vorn oder hinten bewegen. Die Ansetzmechanik folgt den Tierbewegungen.

Mit dem integrierten Management-System von Lemmer-Fullwood für den Merlin 225 kann einerseits die gesamte Funktion des Melksystems gesteuert und überwacht werden, andererseits verarbeitet es Daten für die Fütterung und die selbsttätige Tierbeobachtung, die automatisch erfasst und im Zentralrechner aufbereitet werden.

Alle Kühe in der Herde tragen am Fuß DPP-Präzisionspedometer (Differenzial-Präzisionspedometer). Diese dienen als Identifizierungseinheit und registrieren das Bewegungs- und Ruheverhalten jedes einzelnen Tieres. Veränderungen des Aktivitätsprofils, der Milchmenge und der Leitfähigkeit der Milch, die kontinuierlich gemessen werden, lassen Rückschlüsse sowohl auf die Brunst als auch auf sich anbahnende Gesundheitsprobleme zu.

Die Managementsoftware ermöglicht einen Datenaustausch mit der HIT (Herden- und Informationssystem Tiere)-Datenbank und den Rechenzentren der Landeskontroll- und Zuchtverbände.

Unter Verwendung der selbsttätigen Milchprobeentnahme-Vorrichtung ist die monatliche Milchkontrolle automatisiert durchführbar. Über diesen Datenausgang wird zudem die Fernwartung des gesamten Systems organisiert, für die bei Lemmer-Fullwood in Lohmar ein Hotline-Support-Service bundesweit zur Verfügung steht.

Informationen für das Fütterungs- und Herdenmanagement liefert das Milchanalysesystem IMA (Inline Milk Analyzer). Mit IMA ist erstmals während des Melkens die kontinuierliche Messung von Fett, Eiweiß und Laktose in der Milch möglich. Veränderungen der Zellgehaltswerte sowie erhöhter Blutanteile in der Milch können ebenfalls erkannt werden. Das System wird als Ergänzung für das integrierte Managementsystem angeboten.

Beim automatischen Melken bietet die Kochendwasser-Energiespar-Reinigung aller milchführenden Teile den Vorteil der höheren Ausnutzung. Pro Reinigungsvorgang werden ca. 8 Minuten beansprucht, um das gesamte System bis zum Kühltank gründlich zu reinigen und zu desinfizieren (Lemmer Fullwood, o. J. a).

LELY

Lely Industries ist ein familiengeführtes Landtechnik-Unternehmen mit Holding-Sitz in der Schweiz und Produktionsstätten in den Niederlanden und Deutschland. Automatische Melksysteme bilden ein Betätigungsfeld dieses Unternehmens. Bekannt wurde Lely für viele Patente [Anmerkung: die Abkürzung "AMS" für automatische Melksysteme ist eines davon, (AG „AUTOMATISCHE MELKVERFAHREN“, 2000) und Eigenentwicklungen (ANONYM, 1999)]. Die Fokussierung auf Innovationsmanagement führte Lely 1994 zur Akquisition des deutschen Landtechnikherstellers Welger in Wolfenbüttel.

Der "Astronaut", eine Einboxen-Anlage, wurde bei Lely in Maasland entwickelt und wird dort auch heute produziert (KUTSCHENREITER, 1998). 1995 wurde das System erstmals in Amsterdam vorgestellt und zwar im Herbst des gleichen Jahres auf der Agritechnica in Hannover zu sehen.

Geschichte des Lely Astronaut

Die Entwicklung des Lely Astronaut begann im Jahr 1985. Von Anfang an bestand die Zielvorgabe, dass der Melkroboter bei den Kühen selbst installiert werden sollte. Es dauerte dann vier Jahre, um den finalen Prototyp zu entwickeln, einem autonom arbeitenden Roboter, dessen Melktechnik noch Standard war. Getestet wurde er in einer firmeneigenen Entwicklungsabteilung. Ende 1992 installierte Lely den zweiten Prototyp in einem Betrieb in den Niederlanden. Es war das erste Mal, dass Kühe ohne manuelle Arbeit gemolken wurden. Die Produktion wurde 1995 gestartet, und in den späten 1997ern waren annähernd 100 Roboter betriebsbereit. Die ersten Roboter waren nur als galvanisierte Modelle verfügbar. Ab 1997 konnte der Kunde zwischen Rechts- und Linksausführungen sowie einer Version aus rostfreiem Stahl wählen. Seit 2000 besitzen die Lely Astronaut Melkroboter den MQC (Milk Quality Control) Sensor-Block. Ab 2001 gab es den optionalen Einbau einer Wäge-Einheit. Der Lely Astronaut A2 war das Modell, mit dem die Firma den Durchbruch schaffte. Das System wurde kontinuierlich weiterentwickelt. Dem Modell A2 folgte der Lely Astronaut A2 Evolution, der nur noch Komponenten aus rostfreiem Stahl besaß und schon viele Technologien beinhaltete, die für das Nachfolgemodell A3 vorgesehen waren.

was danach geschah...

2005 - wurde der A3 eingeführt. Dieses Modell wies eine Anzahl von technischen Verbesserungen auf, wie z.B. ein internes CAN-Protokoll, sowie Ethernet plus und das Management System Time for Cows (T4C).

2009 - folgte der Lely Astronaut A3 *Next*, ein Update des A3 (LELY, 2012b)

2010 - kam der Lely Astronaut A4 auf den Markt.

2011 - im Monat November wurde der 12.500. Lely Astronaut produziert (LELY, 2012a)

Lely Astronaut A4

Mit dem 2010 aufgelegten Astronaut A4 I-Flow-Konzept verbesserte Lely den Zugang zum Roboter. Die Durchgangskonstruktion ermöglicht es der Kuh, ohne jegliches Hindernis geradeaus in die Box hinein und wieder hinauszugehen, wodurch die Motivation der Kuh, sich melken zu lassen, stark steigen soll. Firmeninterne Studien sprechen von einer höheren Produktionsleistung infolge der schnelleren Bearbeitungszeit und der daraus resultierenden kürzeren Verweildauer des Tieres in der Box. Weiter Vorteile des I-Flow-Konzeptes liegen darin, dass die Kuh während des Melkens bei der Herde bleibe, mehr Platz in der Box habe und sich schneller an das Roboter melken gewöhnen würde (LELY, 2013).

Die Firma Lely wirbt damit, dass es als erstes Unternehmen ein serienmäßig integriertes Fett- und Eiweiß-Anzeigesystem anbietet. Hiermit werden bei jedem Melkvorgang Fett, Eiweiß und Laktose analysiert, so dass die Herdenleistung überwacht werden kann. Weiterhin wurde das Milchqualitätskontrollsystem zur somatischen Zellzahlklassifizierung (Milk Quality Control – Somatic Cell Count Indikator) MQC-C verbessert. Mit dieser Einrichtung, die bereits in der zweiten Generation verfügbar ist, kann die Anzahl an somatischen Zellen pro Viertel nach jeder Melkung bestimmt werden (LELY, o.J.).

GASCOIGNE MELOTTE (GM)

Bereits in den 80er Jahren begannen bei GM die Arbeiten an einem automatischen Melksystem. 1987 wurde ein Prototyp, basierend auf einer Einboxenanlage, in Amsterdam vorgestellt. Die Entwicklung dieses Prototyps ist eingestellt worden, nachdem der Melktechnikhersteller 1998 von der niederländischen Technologie-Schmiede Trako-Technik übernommen wurde. Im Frühjahr 1999 präsentierte GM dann den Melkroboter "Zenith". Dabei setzt GM auf die Robotertechnik des ebenfalls zur Trako-Gruppe gehörenden Herstellers Prolion. Der Zenith wird als Mehrboxensystem und auch als Einboxen-Melkroboter angeboten (VEAUTHIER, 1999).

Geschichte Gascoigne Melotte

1852 wurde das "Haus Melotte" in Belgien gegründet. Jules Melotte, der Sohn des Firmengründers, erfand den Rahmabscheider und sicherte damit die Zukunft des Unternehmens in der Milchindustrie. Als spätere Bestandteile des Konzerns Gascoigne Melotte gründete George H. Gascoigne die Firma Gascoigne 1927 in Reading, England (Melktechnik), während Gilmon F. Albrecht 1938 die Dairy Equipment Company in Madison, Wisconsin gründete. Letztere führte 1951 Dairy-Kool Milchkühltanks "ohne Kannen" ein. 1939 gründete Lawrence Bouma die Bou-Matic Milkers, Inc. in Ontario, Kalifornien, die seit 1956 von einem neuen Standort in Ontario aus arbeitete und Melktechnik über die Bouma Vertriebsagentur in den Verkehr brachte.

1961 erwarb die Dairy Equipment Company die Firma Bou-Matic und verlegte den Standort nach Wisconsin. 8 Jahre später erfolgte die Gründung der DEC International – Muttergesellschaft der Dairy Equipment Company – worin sich die verschiedenen Produktlinien und

die globale Orientierung des Unternehmens widerspiegeln. Auf der anderen Seite fusionierten 1974 Gascoigne und Melotte zu Gascoigne Melotte, dem führenden Unternehmen in Design und Entwicklung von Melkmaschinen (BOU-MATIC, o.J.).

Im Jahr 2000 stimmten Gascoigne-Melotte (GM) dem Erwerb eines bedeutenden Aktienanteils an AMS Liberty zu. Diese Zusammenführung, gepaart mit den bestehenden Ähnlichkeiten zwischen den beiden Unternehmen, führte zur Bildung eines neuen Unternehmens: GM Liberty. Wie AMS Liberty vorher, konzentrierte sich GM Liberty auf den Verkauf von automatischen Melkmaschinen durch das bestehende GM Händler-Netzwerk. GM Liberty wird weiterhin sowohl das Liberty- als auch das Zenith-System in seiner Produktpalette anbieten. Diese Entscheidung wird dem Kunden die Wahl zwischen Melksystemen mit hohem oder niedrigem Level, Ohrmarken- oder Halsband- Identifikationssystemen und eine Auswahl von Herdenmanagement Programmen ermöglichen. Während der Zenith mit GM Melktechnik ausgestattet sein wird, sind beim Liberty vielmehr Strangko Teile vorgesehen (GASCOIGNE MELOTTE, o.J.).

was danach geschah...

- 2003 - präsentiert Gascoigne Melotte einen neuen Melkroboter vom Typ Hercules in Paris. Er gehört zur neuen Generation von Melkrobotern und wird als Nachfolger des „Zenith“ gesehen, der zu diesem Zeitpunkt noch auf dem Markt ist (AGRITICA, 2003)
- 2004 - erwirbt Bou-Matic die Gascoigne-Melotte Gruppe zur Verstärkung der globalen Marktposition und Vergrößerung der Produktlinien beider Unternehmen
- 2006 - werden Bou-Matic und Gascoigne Melotte in BouMatic LLC integriert, (BOU-Matic, o.J.).

MR-S1/MR-D1

2011 berichtete das „Elite-Magazin“ über den MR-S1, mit dem der US-amerikanische Melkspezialist Boumatic ein völlig neues Melkkonzept, bei dem die Kühe von einem Roboter durch die Hinterbeine gemolken werden, präsentierte. Bei der bisherigen Melktechnik wurden die Melkbecher immer von der Seite angesetzt, wozu es eines flexiblen Ansetzarmes bedarf, der die Melkbecher unter das Euter führt. Das Melken „von hinten“ erlaubt Boumatic hingegen den Einsatz eines starren Ansetzarmes. Bei dem Arm handelt es sich um die Weiterentwicklung des erstmals auf der EuroTier 2010 vorgestellten SR1 Dipp/Spray-Roboters.

Kamera und Laser steuern das Ansetzen der Melkbecher. Der Roboter arbeitet mit einer 3-D-Kamera, die auf die Rückseite der Kuh gerichtet ist. Hiermit wird die Position der Kuh bestimmt, um zu prüfen, ob zwischen den Hinterbeinen genug Platz ist und sich das Euter erreichen lässt. Anschließend erfasst die 3-D-Kamera die Position des Euters. Eine weitere 2-D-Kamera ermittelt in Kombination mit einem Laser schließlich die exakte Position der einzelnen Zitzen, den Winkel, in dem diese zueinander stehen sowie deren Höhe. Im Anschluss werden zunächst alle Zitzen separat mit einem Vormelkbecher angefahren, gewaschen, getrocknet und vorgemolken. Das Vorgemelk wird in einem separaten Behälter aufgefangen. Nach dem Vormelken werden nacheinander die vier einzeln aufgehängten Melkbecher angeschlossen. Der Roboterarm verschwindet während des Melkvorgangs, sodass die Melkbecher frei unter dem Euter schwingen können. Nach Unterschreiten des voreingestellten Milchfluss-Schwellenwertes werden die Melkbecher viertelindividuell nach

oben vom Euter abgezogen, ohne den Melkarm zu benutzen. Dabei wird das Vakuum so reguliert, dass die Melkbehälter sich selbstständig von den Zitzen lösen. Anschließend werden die Zitzen mittels einer Spritzmethode, bei der ein feiner Nebel auf die Zitzen gesprüht wird, „gedippt“. Nach jedem Melkvorgang wird der Vormelk- sowie die Melkbecher automatisch gespült und desinfiziert. Der gesamte MR-S1 wird dreimal täglich gereinigt.

Die Melkbox ist vollklimatisiert und macht ein Melkhaus überflüssig. Sämtliche Technik ist in einer eigenen, vollisolierten Technikbox installiert. Seit 2012 bietet Boumatic diesen Melkroboter im Doppelpack (MR-D) an (ELITE-MAGAZIN, 2012).

PROLION

Prolion firmiert jetzt als Prolion Holding B.V. (Sitz: Vijfhuizen, Nordholland). Die Firma Prolion entstammt einem Management-Buyout aus der Greenland-Gruppe im Jahre 1990. Bereits im Jahre 1987 präsentierte die Firma Vicon, zur Greenland-Gruppe gehörig, einen Prototyp des Mehrboxensystems „AMS“-Liberty, der von der niederländischen Entwicklungsgesellschaft Prolion weiterentwickelt wurde. Prolion ist hochspezialisiert auf Robotertechnologie für bio-tronische Anwendung, automatisches Scannen und AMV-Hard- und Software-Zupassungen.

Holländischer Handelspartner ist die Fa. Meko. Parallel zu den eigenen AMV-Anlagen (Mehrboxensystem AMS Liberty, Einbox-AMS-Anlage Freedom) wird die Prolion-Technik unter der Marke Manus mit den Anlagen „Miros“ (Tandem) und Solos (Ein-Box) in den Niederlanden angeboten. Mit Alfa Laval-Agri besteht eine Vereinbarung zur gegenseitigen Nutzung von Patentrechten (KUTSCHENREITER, 1998).

was danach geschah...

2005 - verkündeten Punch International, eine breitgefächerte Technologie-Gruppe mit Sitz in Sint-Martens-Latem (Punch), und die Prolion Holding NV, der Produzent von automatischen Melkverfahren (Prolion), die Absicht, Punch's mechanische Entwicklungsaktivitäten zu Prolion zu verlegen. Die daraus entstehende, neue Gruppe wird unter dem Namen Punch Technix auftreten (PUNCH, O.J.). Ein Vierteljahr danach wurde die Prolion Holding NV von Punch international übernommen.

Prolion Holding NV befasst sich mit Hilfe ihrer Tochtergesellschaft, der Gascoigne Melotte Holding BV, mit der Entwicklung, Produktion und dem Verkauf von Gerätschaften zum Sammeln von Milch. Es vertreibt die automatischen Melksysteme über drei Vertriebskanäle: Gascoigne Melotte (GM), AMS Liberty, und United Brands. Die GM-Produkte der Firma umfassen Milchsammelvorrichtungen und Melkroboter. AMS-Liberty ist eine Franchise-Form, die auf Milchbetrieben gebräuchlich ist. United Brands beinhalten Manus und Universal.

Die Gesellschaft operiert primär in den Niederlanden, Frankreich, Dänemark, dem vereinigten Königreich und Kanada. [(BLOOMBERG BUSINESSWEEK (O.J.)). Aktuell befindet sich das Melkverfahren GM Liberty Zenith Robotic Milking System im Angebot. Das GM Liberty AMS ist auf unbestimmte Zeit vom Markt genommen worden. (DC ENGINEERING, O.J.).

WESTFALIA/SURGE® / WESTFALIASURGE / GEA FARM TECHNOLOGIES

GEA-Gruppe (GEA, o.J. a)

Die GEA Group Aktiengesellschaft ist einer der größten Systemanbieter für die nahrungsmittelverarbeitende Industrie sowie ein breites Spektrum von Prozessindustrien. Die Zentrale liegt in Düsseldorf [GEA, o.J. a, b]. Sie wurde 1920 als Gesellschaft für Entstaubungsanlagen (GEA) gegründet, die Anfang der 90er Jahre u.a. die Fa. Westfalia akquirierte. Die 1881 gegründete Metallgesellschaft AG (MG) übernahm die GEA AG im Jahre 1999 und wurde 2000 zur mg technologies ag und 2005 zur GEA Group Aktiengesellschaft umbenannt mit "GEA" als konzernweite Dachmarke. Zu den 5 Segmenten des Konzerns gehört **GEA Farm Technologies**. Auch die **Westfalia** Landtechnik GmbH gehört seit 1994 (GEA FARM TECHNOLOGIES, o.J.) zur GEA Gruppe, Bochum (GEA o.J. a, KUTSCHENREITER 1998).

GEA FARM TECHNOLOGIES

Die Wurzeln von GEA Farm Technologies liegen in traditionellen Unternehmen aus dem Bereich der Melk- und Gülletechnik sowie Stalleinrichtungen. Diese Traditionsmarken der zu GEA Farm Technologies vereinigten Unternehmen werden auf der Produktebene fortgeführt und verleihen den Produktlinien der Geschäftseinheiten („Business Units“) ihren Namen. Dazu zählen u.a. WestfaliaSurge und Houle (GEA FARM TECHNOLOGIES, o.J.). GEA Farm Technologies stellt eins von sechs Segmenten der GEA-Gruppe dar (GEA, o.J. a., b).

Das automatische Melksystem „Leonardo“ der Fa. Westfalia, von dem 1989 ein Prototyp vorgestellt wurde, basiert auf dem Anlagenkonzept der früheren Firma Düvelsdorf (VEAUTHIER, 1999). Das Unternehmen blickt auf eine lange Geschichte zurück. Am 1. September 1893 eröffnen die beiden Freunde und Schwäger Franz Ramesohl und Franz Schmidt in Oelde eine Werkstatt und begannen, Milch-Separatoren zu produzieren. Im Jahr 1900 sind bereits mehr als 10.000 Milchzentrifugen im Einsatz. 1930 begann die Ära der selbstentleerenden Separatoren. Bei einem Umsatz von 10 Mio. DM wurde die Firma 1940 in Westfalia Separator umbenannt. Im Zweiten Weltkrieg kam die Produktion fast zum Erliegen. 1946 begann der Wiederaufbau. Ab 1951 setzten sich Separatoren sowie Melk- und Fütterungsanlagen weltweit durch. In Deutschland avanciert Westfalia Separator zum Marktführer im Bereich Melktechnik mit steigendem Engagement in Anlagenbau und Systemangebot. Seit 1994 gehört Westfalia Separator zur GEA Group Aktiengesellschaft, Düsseldorf. Nach mehrmaliger Umstrukturierung und Umbenennung wurden zum 01.01.2010 die bisherigen Gesellschaften, GEA Westfalia Separator Production GmbH und GEA Westfalia Separator Systems GmbH durch Verschmelzung mit der GEA Westfalia Separator Process GmbH zusammengefasst. Die daraus entstandene neue Gesellschaft trägt den Namen GEA Westfalia Separator Group GmbH (GEA 2007b, SURGE o.J., WESTFALIA SEPARATOR, o.J.).

was danach geschah...

Westfalia Surge verkündete 2004 als erste Melktechnik-Firma ihren Ausstieg aus den automatischen Melkverfahren und legte ihr Melkroboter-Projekt „Leonardo“ auf Eis, da es nicht gelänge, mit AMS-Systemen dem enormen Kostendruck in der Milchproduktion entgegenzuwirken (ANONYMUS, 2004). Zudem sei der Roboter insbesondere für Landwirte mit größeren Viehbeständen gegenüber dem Karussell nicht konkurrenzfähig (PAAR, 2007).

2007 übernahm die Westfalia Surge GmbH in Bönen, ein Unternehmen der GEA Group Aktiengesellschaft, von der Firma PUNCH Technix nv aus Vijfhuizen, Niederlande, die weltweite Lizenz für deren automatisches Melksystem „TITAN“ (Melkroboter). Der Vertrag wurde durch die deutschen Kartellbehörden genehmigt. Teile des PUNCH Vertriebs- und Serviceteams wurden in die Westfalia Surge Organisation eingegliedert.

Nach Firmenangaben war das patentierte Mehrboxensystem zu dieser Zeit die einzige Lösung, die den Einsatz von Melkrobotern in nahezu alle Betriebsgrößen ermöglicht (ANONYMUS, 2007; GEA, 2007a). Schon ein Jahr später, d.h. 2008, präsentierte GEA Farm Technologies den Roboter Mlone, was für „Milking Intelligence“ steht. Nach Firmenangaben ist es der einzige Melkroboter, der ein echtes Melkzentrum ermöglicht. Das Multibox-System kann mit dem Betrieb mitwachsen, wobei ein neues Steuerungskonzept die Datenkommunikation beschleunigt und die Anbindung an das Herdenmanagementsystem Dairy Plan C21 ermöglicht. (WESTFALIA, 2008). Zudem sollen die mechanischen Schwachstellen des Vorgängermodells TITAN soweit überarbeitet worden sein, dass die Störanfälligkeit des Systems insgesamt deutlich verringert werden konnte (GEA, o.J. c).

INSENTEC

Die Abkürzung „Insentec“ steht für Internationale Sensortechnologie. Die Firma ist Spezialist in der Stallautomatisierung mit Sitz in Marknesse, Niederlande. Seit 1979 entwickelt und produziert Insentec Hard- und Software für die Rinder- und Schweinehaltung. 1997 startete Insentec BV die Entwicklung eines automatischen Melkverfahrens mit einem innovativen Verfahren, dem für das simultane Melken von zwei Kühen ausgelegte Galaxy Roboter Melksystem (INSENTEC, o.J., a). Insentec gehört zur Hokofarm Group, die den Melkroboter bislang in abgewandelter Form auch über die Melktechnikhersteller BouMatic, Flaco, System Happel oder SAC in Deutschland anbot (PROFI, 2011).

was danach geschah...

Auf der EuroTier 2010 stellte Insentec bereits das Nachfolgemodell vom Galaxy vor, den Melkroboter ASTREA 20.20 (siehe EuroTier Messeblog). Am 19. Mai 2011 präsentierten das Unternehmen dann in Amsterdam als Weltpremiere ihr neues Gesamtkonzept 20.20, bestehend aus dem Farm Management-System Saturnus 20.20, dem Steuerungsmodul TIM (Total Integrated Management) Farm Controller 2020 und dem Roboter Astrea 20.20.

Beim **Melkroboter ASTREA 20.20** kommt wieder ein Galaxy-Industrieroboter zum Einsatz. Das automatische Melksystem gibt es als Einzelbox oder aber als Doppelbox mit einem Roboterarm. Das Doppelboxsystem soll 1,4 Mio. kg Milch melken können, weshalb es sich auch für Betriebe mit mehr als 500 Kühen eignet. Die Kuhboxen selbst beinhalten keine Technik mehr, sondern fungieren als gewöhnliche Krafftutterboxen, in denen Kühe gemolken werden können (ELITE-MAGAZIN, o. J.).

Zum Aufspüren von Milch, die mit Blut oder Keimen verunreinigt ist, prüft die Technik die Leitfähigkeit und die Farbe der Milch pro Euterviertel und separiert diese bei Bedarf automatisch. Beide Sensoren sind ICAR-geprüft und an das Managementsystem "Saturnus"

angeschlossen. Nach jedem Melkvorgang reinigt und desinfiziert das Astrea Dampfreinigungssystem – ohne den Einsatz von Reinigungsmitteln – die Melkbecher mit heißem Dampf (PROFI, 2011).

2.2.4 Entwicklungen in Bezug auf Verbreitung und Anzahl der Systeme

Obwohl das erste automatische Melksystem bereits 1992 in einem niederländischen Praxisbetrieb kommerziell eingesetzt wurde, waren weltweit im Jahr 2000 (d.h. zu Beginn der vorliegenden Studie) erst 1.000 Betriebe mit solchen Robotern ausgerüstet. Aber Ende 2010 war die Gesamtzahl nach Herstellerangaben auf etwa 10.000 Betriebe mit automatischen Melksystemen (AMS) angestiegen, davon meistens Familienbetriebe mit 1 bis 3 Melkboxen. Inzwischen bieten acht Hersteller (BouMatic, DeLaval, Fullwood, GEA, Happel, Insentec, Lely und SAC) solche Roboter in unterschiedlicher Konzeption und Ausstattung an. In Deutschland war in den letzten 4 Jahren ein deutlicher Zuwachs zu verzeichnen. Nach Herstellerangaben wurden 2010 bei Neuinvestitionen in die Melktechnik automatische Melksysteme in über 40 % der Betriebe installiert (WENDL, 2011).

Einen zahlenmäßigen Überblick über die Verteilung/Anzahl von automatischen Melkverfahren nach Beendigung der eigenen Studie gibt die folgende Aufzählung für die einzelnen Bundesländer im Zeitraum 2007-2012, wobei kein Anspruch auf Vollständigkeit besteht.

Verteilung nach Bundesländern/Landeskontrollverbänden:

Baden Württemberg:

2007: 51 Betriebe (PACHE, 2008)

2009: ca. 200 Melkroboter mit steigender Tendenz (HARSCH, 2009)

2011: ca. 380 Melkroboter in Baden Württemberg (Lely, De Laval: jeweils ca. 170
Rest: Lemmer Fullwod, GEA/Westfalia, SAC, Happel) (HARSCH, 2011)

2015: ca. 800 Melkroboter in Baden-Württemberg (Lely: > 400, De Laval: 220, GEA: 100
Melkboxen, Lemmer Fullwood: 75, SAC und Happel: 5) (o. V., 2015)

Bayern:

2006: 94 Systeme (51 x Lely, 29 x De Laval, 8 x Lemmer Fullwood, 2 x Prolion, 3 x
Westfalia, 1 x Galaxy (SIEBER UND GROß, 2008)

2007: 155 Betriebe (PACHE, 2008)

2012: 648 Systeme (De Laval, Lely, Lemmer Fullwood, GEA (Mlone), Insentec/SAC,
Happel); HARMS UND WENDL (2012)

Brandenburg:

2007: 7 Betriebe (PACHE, 2008)

Weser-EMS:

2007 48 Betriebe (PACHE, 2008)

Hessen:

2006: 39 Anlagen in 33 Betrieben (BONSELS, 2008)

2007: 33 Betriebe (PACHE, 2008)
2009: ca. 85 automatische Melksysteme (Lely, De Laval, GEA Westfalia, Lemmer-Fullwood und SAC), davon 12 Betriebe mit zwei Einzelboxen, bzw. Doppelboxen, 10 Betriebe melken mit zwei Melkverfahren (LOHREY, 2009).

Mecklenburg-Vorpommern:

2007: 5 Betriebe (PACHE, 2008)

Niedersachsen/Bremen:

2007: 36 Betriebe (PACHE, 2008)
2011: 423 Roboter in 312 Betrieben (AGRARHEUTE, 2011)
2011, Ende: 539 Melkroboter in 390 Betrieben (AGRARHEUTE, 2012)
2012, Ende: 683 Roboter in 473 Betrieben (PROPLANTA 2013)

Nordrhein-Westfalen:

2007: 60 Betriebe (PACHE, 2008)
2009: über 110 Betriebe (LKV NRW, 2009)
2012: 306 Betriebe (LWK NS 2013)

Rheinland-Pfalz/Saarland :

2007: 20 Betriebe (PACHE, 2008)

Rheinland-Pfalz:

2009: > 40 Betriebe (Stand 8/2009) (BAUMGARTEN, 2009)

Sachsen:

2007: 6 Betriebe (PACHE, 2008)
2008: 9 Betriebe mit 21 Boxen (PACHE, 2008; QUELLE LKV)
2010: 13 Betriebe mit 26 Boxen (Firmen: Lely, De Laval)
2012: 37 Betriebe, 128 Melkboxen (Firmen: Lely, Lemmer Fullwood, GEA und De Laval), für 2013 geschätzte 60 – 70 Anlagen zusätzlich (POMMER et al., 2013)

Sachsen-Anhalt:

2007: 15 Betriebe (PACHE, 2008)
2009: 19, davon 7 Mischbetriebe (AMV + Melkstand), MODEL (2009)

Schleswig Holstein:

2007: 31 Betriebe (PACHE, 2008)
2012: 143 Betriebe (76 x Lely, 50 x De Laval, 5 x SAC, 10 x Fullwood, 2 x Westfalia), (LKV SH, 2013)
2013: 143 (De Laval: 40, Fullwood: 7, GEA: 2, Lely: 57, SAC: 5, + 30 Mischbetriebe (AMV + Melkstand), (RÖSTEL, 2013)

Thüringen:

2007: 11 Betriebe (PACHE, 2008)
2009: 17, davon 6 Mischbetriebe (AMV + Melkstand), MODEL (2009)]

2 Literaturübersicht

In ihrem Jahresbericht 2012 veröffentlicht die Landwirtschaftskammer Niedersachsen eine Zusammenstellung ihrer eruierten Zahlen. So sind ihren Angaben nach im Jahre 2012 in 2.538 Betrieben bundesweit 3.475 Melkroboter im Einsatz gewesen. Bezogen auf die Gesamtzahl der niedersächsischen Betriebe waren es aber bisher nur rund 5 % der MLP-Betriebe, die AMV installiert hatten.

Die Nachfrage nach dem automatischen Melkverfahren (AMV) boomt immer mehr. Bedingt durch den begrenzten Durchsatz an Kühen in einem AMV benutzt eine Reihe von Betrieben zwei oder mehr Melkroboter.

Die folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick zur Verbreitung und zahlenmäßigen Entwicklung der automatischen Melkverfahren in Deutschland.

Tab. 1: Automatische Melkverfahren in Deutschland (AMV), Quelle: DLQ (LWK NS, 2013)

Landeskontrollverband	Betriebe 2001	Betriebe 2005	Betriebe 2010	Betriebe 2011	Betriebe 2012
Niedersachsen - Bremen	15	26	131	159	191
Weser-Ems	21	30	181	231	282
Schleswig-Holstein	11	13	105	130	143
Nordrhein-Westfalen	20	23	210	254	306
Hessen	5	12	109	136	152
Rheinland-Pfalz, Saarland	10	12	79	118	136
Baden-Württemberg	9	29	167	247	247
Bayern	40	94	567	750	956
Mecklenburg-Vorpommern	5	4	18	19	22
Sachsen-Anhalt	14	12	17	18	26
Brandenburg	7	5	12	13	14
Thüringen	6	8	17	18	24
Sachsen	2	3	14	25	34
Summe:	166	272	1627	2.118	2.538

Legende: DLQ= Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen

2.3 Chemisch-physikalische Untersuchungsparameter

2.3.1 Zellzahl

Der Gehalt an somatischen (körpereigenen) Zellen in der Milch gilt als der bedeutendste Entzündungsparameter des Euters. Anhand dieses Merkmals können Rückschlüsse auf den Funktions- und Gesundheitszustand der laktierenden Milchdrüse getroffen werden. Es handelt sich hierbei um körpereigene Abwehrzellen (polymorph-kernige neutrophile Granulozyten, Makrophagen, Lymphozyten) und Gewebszellen (Epithelzellen) (KRÖMKER, 2007a).

Der physiologische Gehalt der Milch aus gesunden Drüsenkomplexen wird in der Literatur etwas unterschiedlich angegeben und schwankt zwischen 20.000–50.000 Zellen/ml Milch (KRÖMKER, 2007a; HAMANN und REICHMUTH, 1990). EULER (2010) und HOEDEMAKER et al. (2013) geben sogar eine Untergrenze von ca. 10.000 Zellen/ml für nichtinfiziertes und/oder ungeschädigtes Eutergewebe an. Die Obergrenze liegt übereinstimmend bei 100.000 Zellen/ml Milch (KRÖMKER, 2007a; DVG, 1994; HAMANN und REICHMUTH, 1990). Bei der Tankmilch werden Zellgehalte bis zu 250.000 Zellen/ml als gesund eingestuft (WINTER, 2010).

Mathematisch bedingt ist der Einfluss der Einzeltiere auf die Tankmilchzellzahl umso größer, je geringer die Anzahl der Kühe in einer Herde ausfällt. Hier können wenige euterkrankte Rinder eine erhebliche Auswirkung auf die Tankzellzahl ausüben. Deshalb empfehlen BRADE und FLACHOWSKY (2005) den Grenzwert von maximal 250.000 Zellen/ml auf einen 6-Monats-Durchschnitt einer Herde zu beziehen.

Die Ursachen für einen erhöhten Zellgehalt sind mannigfaltig. Schon bei gesunden Tieren kann der Zellgehalt schwanken, ohne dass eine Eutergesundheitsstörung vorliegen muss. Zu unterscheiden sind die zahlreichen nichtinfektiösen Ursachen, die sich in:

- a. tierbedingte Faktoren:
 - Genetik (Rasse, Kuhfamilien, Bullenlinien)
 - Laktationsstadium
 - Euterform (Erhöhung der Verletzungs- und damit Infektionsgefahr durch tiefhängende Euter)
 - Stoffwechselsituation (Beeinflussung der Immunabwehr → Stressempfindlichkeit) und
- b. umweltbedingte Faktoren:
 - Jahreszeit
 - Fehler beim Melken und der Melktechnik (Förderung der Entstehung von Euterkrankheiten und -reizungen)
 - Mangelnde Hygiene
 - Aufstellungsfehler
 - Fütterungsfehler

unterteilen lassen. Zu den infektiösen Ursachen zählt der Komplex der Mastitiden (AID, 2001).

Neben der aeroben Gesamtkeimzahl stellt der Entzündungsparameter „Anzahl somatischer Zellen“ einen wesentlichen Faktor für die Beurteilung der qualitativ-hygienischen Beschaffenheit der Milch dar. Rohe Kuhmilch darf gemäß den Anforderungen der Milchverordnung

(Anlage 4, Punkte 1.1 und 1.2) einen Gehalt von 400.000 somatischen Zellen/ml (bezogen auf die Tankmilch), berechnet als geometrisches Mittel über 3 Monate bei monatlich mindestens einer Probenahme, nicht überschreiten.

Der von der Arbeitsgruppe „Automatische Melkverfahren“ (BgVV, 2000) am BgVV (jetzt BfR) entworfene Maßnahmenkatalog konkretisiert zusätzliche Anforderungen an Betriebe, die mit automatischen Melkverfahren arbeiten. Hierbei dürfen bei 2 aufeinanderfolgenden Proben im arithmetischen Mittel nicht mehr als 300.000 Zellen/ml Tankmilch und bei keiner Probe mehr als 400.000 Zellen/ml Tankmilch bei zweimaliger Untersuchung der Tankmilch/Monat gemessen werden.

Gemäß Milch-Güte-Verordnung in der geltenden Fassung hat der Betrieb zur Feststellung des Gehaltes an somatischen Zellen monatlich mindestens zwei Untersuchungen durchführen zu lassen. Bei Überschreitung des Zellgehaltes von 400.000/ml kommt es zu einer Kürzung des Auszahlungspreises (Berechnungsgrundlage: geometrisches Mittel von 3 Monaten).

Milch mit einem Anteil an somatischen Zellen (Zellgehalt) unterhalb der lebensmittelhygienischen Mindestanforderung von 400.000 Zellen/ml ist auf diesem Level sowohl als gesundheitlich unbedenklich als auch als qualitativ einwandfrei anzusehen. Ebenso genügt sie den Ansprüchen des freien Warenverkehrs und findet zudem auch die Akzeptanz des Verbrauchers.

Der Gehalte an somatischen Zellen in Milchbetrieben mit einem automatischen Melkverfahren war und ist auch noch aktuell ein häufiger Gegenstand von Untersuchungen. Grund für die zahlreichen Erhebungen ist, dass die Auswirkungen der Einführung eines automatischen Melkverfahrens auf die somatische Zellzahl immer noch kontroverse Resultate liefern. Oftmals kommt es nach der Einführung des automatischen Systems zu Zellzahl-Erhöhungen, die sich nur teilweise im Laufe der Zeit relativieren. Aber auch Verringerungen der Zellzahlen sind dokumentiert.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über verschiedene Untersuchungsergebnisse, die zum Teil im Zuge von Verlaufsstudien ($\downarrow\uparrow$) im gleichen Betrieb – vor und nach der Installation – gewonnen wurden oder auf einen direkten Vergleich ($\blacktriangledown\blacktriangle$) zwischen Betrieben mit bzw. ohne automatisches Melkverfahren zurückgehen. Ergänzend sei die Arbeit von HOVINEN et al. (2009) aufgeführt. Sie untersuchten die Auswirkungen der Umstellung von verschiedenen konventionellen Haltungssystemen (Tiefstall, Laufstall) auf Laufstallhaltung mit automatischen Melkverfahren und konventioneller Melktechnik. Sie stellten ein höheres Risiko für einen Zellzahl-Anstieg bei AMV-Herden fest. Zudem kam es hier zu einer leichten Erhöhung der Zellzahlen und der Anteil von Tieren mit einem vermehrten Zellgehalt stieg an. Die Autoren vermuten als Ursache die verminderte Separation von Mastitistieren in den AMV-Herden.

HELGREN und REINEMANN (2006) eruierten im Rahmen einer Pilotstudie über die Milchqualität von Betrieben mit einem automatischen Melkverfahren die Milchqualität von 12 AMV-Betrieben über einen Zeitraum von drei Jahren. Zum Vergleich dienten Untersuchungsergebnisse einer Kohorte von konventionell melkenden Betrieben und Daten europäischer AMV-Einrichtungen. Sie konnten trotz niedrigerer Werte auf Seiten der AMV-Betriebe (254.000 Zellen/ml)

2 Literaturübersicht

versus 288.000 Zellen/ml auf Seiten der konventionellen Betriebe während der parallelen Untersuchungsperiode keinen signifikanten Unterschied im Zellzahlgehalt ableiten. Zudem beobachteten sie, dass u.a. der Zellgehalt bei den AMV-Betrieben in Abhängigkeit von der Dauer der Nutzung der automatischen Melkverfahren sank.

Tab. 2: Entwicklung / Vergleich des Untersuchungsparameters Zellzahl (Teil 1)

Zellzahl (Zellen/ml)			
Autor	Tendenz AMV vs. KMV	Werte	Ergänzungen/Anmerkungen
BUCHBERGER et al.(2003)	▲	AMV: 197.000 KMV (MS): 138.000	Vergleich AMV/KMV, Vorversuch 1999
BUCHBERGER et al.(2003)	▲	AMV: 240.000 KMV (MS): 180.000 KMV (RMA): 209.000	Vergleich AMV/KMV, Hauptversuch 2002
DAVIS und REINEMANN (2002)	▲	AMV: 158.000 KMV: 100.000	
GROENEWOLD und BOHLSSEN (2013)	▲↑	250.000-270.000 →360.000 (282.000)	Umstellung von KMV auf AMV
HELGREN und REINEMANN (2006)	▼	AMV: 254.000 KMV: 288.000	Vergleich AMV/KMV
HOVINEN et al. (2009)	▲	-	Umstellung auf Laufstallhaltung
JUSTESEN und RASMUSSEN (2000)	↑	AMV: 276.000 →342.000	Umstellung von KMV auf AMV ohne Selbstüberwachungsprogramm (Zahlen der ersten 3 Monate)
JUSTESEN und RASMUSSEN (2000)	↓	AMV: 276.000 →245.000	Umstellung von KMV auf AMV mit Selbstüberwachungsprogramm (Zahlen der ersten 3 Monate)
KELTON et al., (2001)	▲	KMV: 194.000 VMS: 255.000	mittlere Tagesleistung
KLUNGEL et al., (2000)	↓ ▲	AMS: 233.000→217.000 KMV2: 127.000 KMV3: 168.000	Umstellung von KMV auf AMV Vergleich zu KMV (2 bzw.3 Melkungen/Tag)
RASMUSSEN et. al. (2002)	↑	246.000→302.000 →281.000	Umstellung von KMV auf AMV ohne Selbstüberwachungsprogramm, Zahlen der ersten 3 Monate und 9 weiteren Monaten nach Installation

Tab. 2: Entwicklung / Vergleich des Untersuchungsparameters Zellzahl (Teil 2)

Zellzahl (Zellen/ml)			
Autor	Tendenz AMV vs. KMV	Werte	Ergänzungen/Anmerkungen
RASMUSSEN et al. (2002)	↑	246.000→261.000 →256.000	Umstellung von KMV auf AMV mit Selbstüberwachungsprogramm, Zahlen der ersten 3 Monate und 9 weiteren Monaten nach Installation
SCHWARZER (2000)	▲	AMV: 116.000 KMV: 92.000	
SVENNERSTEN-SJAUNJA et al., (2000)	▼	AMV: 51.000 KMV: 77.000	
VAN DER VORST und HOGEVEEN, (2000)	↑	174.800→190.200	Umstellung von KMV auf AMV, Modell 2
VAN DER VORST und DE KONING, (2002)	↑ ▲ = ▲ ↑ ▲	(DK) 259.000→279.000 KMV2: 246.000 (D) 201.000→203.000 KMV2: 181.000 (NL) 170.000→204.000 KMV2:176.000 KMV3:184.000	3-Länder-Studie (DK=Dänemark, D=Deutschland, NL=Niederlande), Umstellung von KMV auf AMV, KMV2: konventionelles Melkverfahren mit zwei Melkungen/Tag

Zeichenerklärung: AMV - automatisches Melkverfahren
 KMV - konventionelles Melkverfahren
 RMA - Rohrmelkanlage (KMV)
 VMS - Voluntary milking system
 MS - Melkstand
 ↑/↓ - Anstieg/Abfall der Werte bei Verlaufsstudien im gleichen Betrieb
 ▲/▼ Anstieg/Abfall der Werte bei verschiedenen Betrieben
 = (annähernd) gleichbleibende Werte
 → Änderung des Wertes auf

2.3.2 Fett

Milchfett stellt einen heterogen zusammengesetzten und kompliziert aufgebauten Lipidkomplex dar. Er besteht hauptsächlich aus Fettsäuren, die mit Glycerol vollständig verestert sind und Triglyceride bilden.

Milchfett enthält folgende Komponenten:

- einfache Lipide (Mono-, Di- und Triglyceride)
- zusammengesetzte Lipide (Phospholipide)
- Lipidderivate : freie Fettsäuren, die nur in Spuren vorkommen
- Fettbegleitstoffe: Cholesterol, Vitamin A, Carotin, Vitamin E, D und K.

Das Milchfett bestimmt wesentliche Eigenschaften und Merkmale der Milch wie Farbe, Geschmack, Transparenz, Viskosität und Aufrahmvermögen (SCHÜPPEL, 1992a).

Die Kuhmilch enthält im Mittel zwischen 3,6 % und 6,1 % Fett. Der Lipidgehalt der Milch wird zu einem erheblichen Teil genetisch bedingt, unterliegt aber auch zahlreichen anderen Einflüssen wie Fütterung, Haltungsbedingungen, Klima, Laktationsverlauf und Gesundheitszustand. Weiterhin unterscheiden sich die einzelnen Gemelksfraktionen beträchtlich in ihrem Fettgehalt. So ist der Gehalt der Lipidkonzentration im Anfangsgemelk mit durchschnittlich 0,7 % am geringsten, während im Endgemelk bis zu 12 % ermittelt werden kann. Ursächlich wird hierfür der während des Milchentzugs abnehmende Alveolardruck verantwortlich gemacht, wodurch es zur Ausschüttung von Fett aus den Drüsenzellen kommt (KIELWEIN, 1994b).

In der Literatur finden sich unterschiedliche Angaben bezüglich der Auswirkungen von AMV auf den Parameter „Fettgehalt“. WIRTZ et al. (2004) verglichen den Einsatz eines automatischen Melksystems mit einem konventionellen Verfahren (2-maliges Melken im Drehmelkstand) unter vergleichbaren Bedingungen in Hinblick auf diverse Kriterien, darunter auch der Untersuchungsparameter Milchqualität. Zu Versuchsbeginn lag der Milchfettgehalt bei Tieren, die mit einem Automaten gemolken wurden, bei 4,17 % und bei Kühen aus einem Drehmelkstand bei 4,12 %. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse der über zwei Jahre laufenden Erhebung ergab, dass der Milchfettgehalt bei Rindern am Melkautomat um 0,23 Prozentpunkte unter dem Fettgehalt der Kühe am Drehmelkstand lag. Die Differenz wurde v.a. durch die automatisch gemolkenen Färsen verursacht, deren Milch im Mittel 0,43 Prozentpunkte weniger Fett aufwies. Bei den mehrkalbigen Kühen betrug die Minderleistung nur 0,07 Prozentpunkte.

SHOSHANI und CHAFFER (2002) kamen in ihrer Studie, in der sie eine Kuh-Herde teilten und sie jeweils zur Hälfte mit einem konventionellen und zwei automatischen Einboxenanlagen molken, zu einem ähnlichen Ergebnis. Hier lag der Fettgehalt der Milch der mit einem konventionellen System gemolkenen Tiere bei 3,25 %, im Gegensatz zu 3,04 % bei der mit einem automatischen System ermolkenen Milch.

Nach der Einführung eines automatischen Melkverfahrens sank in der von KLUNGEL et al. (2000) durchgeführten Studie der Fettgehalt der Milch einer zuvor konventionell gemolkenen Herde von 4,43 % auf 3,37 %. Die zum Vergleich herangezogenen Kontrollgruppen wurden zwei- bzw. dreimal konventionell gemolken. Der Fettgehalt der Milch wurde mit 4,46 % bzw. 4,20 % gemessen.

2 Literaturübersicht

BUCHBERGER et al. (2003) untersuchte den Einfluss des Melkverfahrens auf die Qualität der Anlieferungsmilch und gliederten ihre Studie in einen Vor- und einen Hauptversuch. Als Besonderheit wurden hier zusätzlich zu Melkständen auch Rohrmelkanlagen (Hauptversuch) berücksichtigt. In beiden Versuchen war der Fettgehalt der Milch aus den AMV-Betrieben am niedrigsten (4,11 % bzw. 4,18 %; Melkstand: 4,33 % und 4,35 %, Rohrmelkanlage: 4,43 %); im 2. Versuch war die Differenz zwischen den automatischen Melkverfahren und den Rohrmelkanlagen signifikant.

RÖMER et al. (2005) untersuchten in ihrer annähernd 4-jährigen Erhebung die Auswirkungen des Einsatzes eines automatischen Melkverfahrens auf verschiedene Faktoren, u.a. auf die Milchqualität. Im Jahr 2001 zeigte sich ein signifikant geringerer Milchfettgehalt in der Robotergruppe gegenüber der Kontrollgruppe, die in einem Fischgrätenmelkstand gemolken wurde. Auch im folgenden Jahr lag der Milchfettgehalt in der Roboterfraktion tendenziell etwas niedriger, im Jahr 2003 wiesen beide Gruppen jedoch fast gleiche Milchfettgehalte auf.

IBEN (2003) berichtet von der Implementierung eines automatischen Einboxensystems in einen Betrieb. Hier kam es zu einer erheblichen Abnahme des Milchfettgehaltes auf einen Bereich von z.T. unter 3,7 %, was auch negative Auswirkungen auf den Auszahlungspreis der Milch hatte, der jedoch durch eine gesteigerte Milchleistung kompensiert wurde. Ein paar Monate später erholten sich die Werte und stiegen wieder auf 4 % an. Entgegen dem Trend lagen JANSTOVA et al. (2011) mit einem Fettgehalt von durchschnittlich 3,79 % in der automatisch ermolkenen Milch über den Gehalten der Milch aus konventionellen Melkverfahren.

Gemäß der Milch-Güte-Verordnung in der geltenden Fassung sind zur Feststellung des Fettgehaltes monatlich mindestens drei Proben zu entnehmen. Bei täglich zweimaliger Anlieferung seitens des Betriebes müssen monatlich mindestens jeweils zwei Proben morgens und abends entnommen werden. Laut § 4 muss bei Berechnung des Auszahlungspreises für die Anlieferungsmilch in der Milchgeldabrechnung der Wert für Milch mit einem Fettgehalt von 3,7% ausgewiesen werden.

Nachfolgend werden die referierten Untersuchungsergebnisse zur besseren Übersicht noch einmal tabellarisch dargestellt.

Tab. 3: Entwicklung / Vergleich des Untersuchungsparameters Fett

Fett (%)			
Autor	Tendenz AMV vs. KMV	Werte	Ergänzungen/Anmerkungen
BUCHBERGER et al. (2003)	▼	AMV: 4,11 / 4,18 %; MS: 4,33 % / 4,35 %, RMA: 4,43 %	Gliederung der Studie in Vor- /Hauptversuch
IBEN (2003)	↓	↓ 3,7 % → 4%	Implementierung eines Ein-Boxen- Systems/Entwicklung Monate später

Fett (%)			
Autor	Tendenz AMV vs. KMV	Werte	Ergänzungen/Anmerkungen
JANSTOVA et al. (2011)	▲	AMV: 3,79 % KMV: ↓	
KLUNGEL et al. (2000)	↓	4,43 % → 3,37 %. 4,46 % / 4,20 %	Umstellung KMV/AMV Kontrollgruppe (KMV) bei 2 bzw. 3-maliger Melkung
WIRTZ et al. (2004)	▲ ↓	AMV: 4,17/4,12 AMV/KMV: 0,23 %- Punkte niedriger als KMV	Vergleich AMV/KMV(DMS) vor Studienbeginn nach 2 Jahren
SHOSHANI UND CHAFFER (2002)	▼	AMV: 3,04 KMV: 3,25	Vergleich AMV/KMV (RMA), Hauptversuch 2002
RÖMER et al. (2005)	▼ =	AMV/KMV	2001, 2002 2003

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 2, Ergänzung: DMS - Drehmelkstand

2.3.3 Eiweiß

Kuhmilcheiweiß besteht zu ca. 80 % aus Kasein und zu etwa 20 % aus Molken- oder Serumprotein. (MLR, 2004).

WIRTZ et al. (2004) stellten bezüglich des mittleren Milchproteingehaltes keine deutlichen Unterschiede zwischen automatisch (3,21 %) und konventionell ermolkenen Milch (3,24 %) fest. Ähnlich geringfügige Differenzen eruierten SVENNERSTEN-SJAUNJA et al. (2000) bezogen auf den Durchschnitt ihrer 3-stufigen Studie. Hier lagen die Werte bei 3,39% (AMV) versus 3,36 % (konventionelles Melken). Auch SHOSHANI und CHAFFER (2002) konnten in ihrer Erhebung keine signifikanten Unterschiede im Proteingehalt nachweisen. In ihrer aus einem Vorversuch mit 13 AMV- bzw. Melkstand-Betrieben und einem Hauptversuch (je 24 AMV, Melkstand und Rohrmelkanlage-Betrieben) bestehenden Studie, in der sie verschiedene Parameter untersuchten, konnten BUCHBERGER et al. (2003) in Bezug auf den Eiweißgehalt in beiden Versuchen keine Abhängigkeit der Eiweißgehalte vom Melkverfahren aufweisen.

INNOCENTE und BIASUTTI (2012) konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Milchqualität, bezogen auf den Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalt von Milch aus konventioneller und automatischer Melkung feststellen.

KLUNGEL et al. (2000) untersuchten die Milchqualität von konventionell melkenden Betrieben und die Auswirkungen der Implementierung eines automatischen Melkverfahrens auf

verschiedene Milchqualitätsparameter. Der mittlere Proteingehalt der konventionellen Betriebe lag bei 3,46 % (2-malige Melkung) bzw. 3,42 % (3-malige Melkung). Bei den Betrieben mit einem automatischen Melkverfahren lag der Proteingehalt vor der Inbetriebnahme bei 3,49 %, nach der Einführung sank der Wert auf 3,42 % und damit auf das Niveau der Betriebe mit 3-maliger, konventioneller Melkung. Zu einem anderen Ergebnis kamen SCHOLZ et al. (2001). Sie untersuchten über einen Zeitraum von mehreren Monaten die Milchqualität in einer Herde der Rassen Deutsche Holsteins und Deutsches Fleckvieh, die wechselweise mit einem konventionellen bzw. automatischen Melksystem gemolken wurden. Beide Rassen reagierten auf die Umstellung auf das automatische Melkverfahren u.a. mit einem erhöhten Eiweißgehalt gegenüber den konventionellen Systemen.

Bei der von IBEN (2003) beschriebenen Verlaufsstudie kam es nach der Implementierung eines automatischen Melkverfahrens in einen landwirtschaftlichen Betrieb neben dem bereits beschriebenen Rückgang des Fettgehaltes zusätzlich zu Rückgängen des Milchprotein-gehaltes, jedoch fiel bei diesem Parameter die Abnahme nicht so drastisch aus.

Laut den Direktiven der Milch-Güte-Verordnung in der geltenden Fassung sind zur Bestimmung des Eiweißgehaltes monatlich mindestens drei Proben zu entnehmen. Abweichend davon sind bei täglich zweimaliger Anlieferung monatlich mindestens jeweils zwei Proben morgens und abends zu entnehmen. Der Preis für Milch mit einem Fettgehalt von 3,4 % muss gemäß § 4 der genannten Verordnung bei der Berechnung des Milchgeldes in der Abrechnung aufgeführt werden.

Die unterschiedlichen Auswirkungen auf den Eiweißgehalt durch das Melken mit einem automatischen Melkverfahren sind hier zwecks besserer Übersicht noch einmal in Tab. 4 aufgeführt.

Tab. 4: Entwicklung / Vergleich des Untersuchungsparameters Eiweiß

Eiweiß (%)			
Autor	Tendenz AMV vs. KMV	Werte	Ergänzungen/Anmerkungen
BUCHBERGER ET AL. (2003)	=	-	Vor- und Hauptversuch
IBEN (2003)	↓	-	Implementierung eines automatischen Melkverfahrens
INNOCENTE und BIASUTTI (2012)	=	-	
KLUNGEL et al. (2000)	▼ =	KMV: 3,46 % (2-mal Melken) 3,42 % (3-mal Melken) AMV: 3,49 % → 3,42 %	Vergleich AMV/KMV vor/nach Einführung AMV

Eiweiß (%)			
Autor	Tendenz AMV vs. KMV	Werte	Ergänzungen/Anmerkungen
SCHOLZ et al (2001)	▲	AMV: ↑	2 Rassen wechselweise AM/KMV über mehrere Monate
SHOSHANI und CHAFFER (2002)	=	AMV/KMV- Unterschiede nicht signifikant	Vergleich AMV/KMV Teilung einer Herde
SVENNERSTEN- SJAUNJA et al. (2000)	▲	AMV: 3,39 KMV: 3,36	Vergleich AMV/KMV 3-stufige Studie
WIRTZ et al. (2004)	▲ ↓	AMV: 3,21 KMV: 3,24	Vergleich AMV/KMV

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 2

2.3.4 Laktose

In der Milch eutergesunder Kühe sind 4,6–5 % (KIELWEIN, 1994b), durchschnittlich 4,8 % (HEFLER, 1999) Laktose enthalten. Andere Kohlenhydrate kommen in der Milch nur in ganz geringen Mengen vor (MIELKE, 1994).

Die Laktose ist zusammen mit den gelösten anorganischen Komponenten für den osmotischen Druck der Milch verantwortlich. Sinkt im Verlaufe von Euterentzündungen der Gehalt an Laktose in der Milch auf Werte von unter 4,5 % ab, dann erhöht sich zum Ausgleich des osmotischen Druckes entsprechend die Konzentration an Kochsalz (KIELWEIN, 1994b).

Untersuchungen zum Laktosegehalt der Milch sind in der Literatur relativ selten zu finden und sie zeigen unterschiedliche Tendenzen auf. BUCHBERGER et al. (2003) überprüften den Einfluss von unterschiedlichen Melkverfahren auf die Qualität der Anlieferungsmilch. Die Studie bestand aus zwei Teilen. Im Vorversuch fanden vergleichende Erhebungen zwischen AMV- und Melkstand (MS)-Betrieben statt. Hier ergaben sich Laktosegehalte von 4,69 % (AMV) resp. 4,72 % (MS). Im zweiten Teil, dem Hauptversuch, wurden als zusätzliche Komponente Betriebe mit Rohrmelkanlagen (RMA) hinzugefügt, um den landesüblichen Melk-systemen Rechnung zu tragen. Hier erreichten die Laktosewerte 4,76 % (AMV), 4,80 % (MS) und 4,79 % (RMA). In dem Vergleich zwischen konventioneller und automatischer Melk-technik, wobei die Tiere einer Rasse abwechselnd mit jeweils einem System gemolken wurden, bezogen SCHOLZ et al. (2001) die Milchqualität von Kühen unterschiedlicher Rassen ein. Der Laktosegehalt der Milch beider Milchrindrassen (Fleckvieh, Deutsche Holsteins) lag bei den mit einem automatischen Melkverfahren gemolkenen Tieren ca. 4,6 bis 4,7 % höher als bei den konventionell gemolkenen Tieren. Zu ähnlichen Resultaten kamen SVENNERSTEN-SJAUNJA et al. (2000) bei ihren Erhebungen. Auch hier lagen die Laktose-Werte der Tiere, die mit einem automatischen Melkverfahren gemolken wurden im Laufe der

2 Literaturübersicht

3 Versuchsperioden über denen, die konventionell gemolken wurden (AMV: 4,78 bis 4,87 %, konventionell: 4,71 bis 4,84 %).

Keinen statistisch signifikanten Unterschied im Laktose-Gehalt und anderen Messparametern der Milch aus konventionell und automatisch melkenden Betrieben konnten INNOCENTE und BIASUTTI (2012) feststellen. Sie untersuchten die Auswirkungen eines automatischen Melkverfahrens auf die erzeugte Milch und die Qualität von Montasio-Käse. Wie aufgrund der Ergebnisse der Milchuntersuchung seitens der Autoren bereits vermutet wurde, waren auch die Untersuchungsergebnisse der fertigen Käse in Bezug auf den Gehalt an Feuchtigkeit, Fett und Eiweiß vergleichbar.

Zur Übersicht sind die Ergebnisse der verschiedenen Studien in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Entwicklung / Vergleich des Untersuchungsparameters Laktose

Laktose (%)			
Autor	Tendenz AMV vs. KMV	Werte	Ergänzungen/Anmerkungen
BUCHBERGER et al. (2003)	▼	AMV: 4,69 % KMV: 4,72 % (MS) AMV: 4,76 % (AMV), MS: 4,80 % (MS), RMA: 4,79 % (RMA)	Vorversuch Hauptversuch MS = Melkstand RMA = Rohmelkanlage
SCHOLZ et al. (2001)	▲	AMV: ca. 4,6-4,7 % KMV: niedriger	nur ca.-Angaben
SVENNERSTEN-SJAUNJA et al. (2000)	▲	AMV: 4,78-4,87 %, KMV: 4,71-4,84 %	3 Versuchsperioden

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 2

2.3.5 Gefrierpunkt

Unter dem Gefrierpunkt von Milch wird die mit dem Referenzverfahren EN ISO 5764 (Thermistor-Kryoskop-Verfahren) ermittelte Temperatur, formell angegeben in Grad Celsius (°C), verstanden.

Weil die Milch gelöste Stoffe wie Zucker und Mineralien enthält, weist sie einen etwas niedrigeren Gefrierpunkt als Wasser auf. Der natürliche Gefrierpunkt der unbehandelten Rohmilch liegt zwischen -0,525°C und -0,535°C [-0.520°C bis -0.530°C und tiefer (ZMP, o. J.); -0,525°C bis -0,55 (KRÖMKER, 2007b)]. Fett- und Proteingehalte nehmen keinen Einfluss auf den Gefrierpunkt, da sie nicht echt gelöst in der Milch vorliegen (LKV NIEDERSACHSEN/BREMEN, o. J.).

Veränderungen des Gefrierpunktes treten auf durch:

- Fremdwasser: 1% Wasserzusatz führt zu 0,005°C höherem Gefrierpunkt
- Fütterung, Klima etc. (Veränderung des Gehaltes an gelösten Stoffen in der Milch).

Gelöste Stoffe mit signifikantem Einfluss auf den Gefrierpunkt sind Laktose und Salze (weil zu 80 % verantwortlich für Veränderungen). Energiemangel und Eiweißüberschuss, Rohfasermangel, Energie- und Eiweißunterversorgung sowie Unterversorgung mit Salzen und Mineralstoffen können den Gehalt an diesen Inhaltsstoffen verändern, so dass der Gefrierpunkt auch ohne Beimengung von Wasser steigt (ZMP, o.J.). Dabei handelt es sich jedoch um geringfügige Veränderungen im Bereich von -0,516°C bis 0,519°C).

In der Milch-Güteverordnung ist der Gefrierpunkt als Bewertungsmerkmal festgeschrieben. Er dient dazu, eine eventuelle Verwässerung der Rohmilch zu erfassen. Allerdings wird in der Milch-Güteverordnung kein Gefrierpunkt-Grenzwert festgeschrieben, weil die Werte auf Grund verschiedener Kriterien wie Fütterung, Laktationsstadium, Rasse usw. unterschiedlich ausfallen können. In den amtlichen Begründungen zur Milch-Güteverordnung ist zur Vermeidung unbilliger Härten unter Berücksichtigung der Standardabweichungen, Variationsbreite und weiterer Einflussfaktoren ein Wert von -0,515 °C festgesetzt. Werte von -0,520 °C sollten aber nicht überschritten werden, da sonst der Verdacht auf Fremdwasser in der Milch besteht (DLQ, o.J.).

Die Milch-Güte-Verordnung in der geltenden Fassung fordert zur Feststellung des Gefrierpunktes monatlich mindestens eine Untersuchung. Besteht auf Grund der Untersuchungsergebnisse der Verdacht auf Wasserzusatz, kann die zuständige Behörde oder die von ihr beauftragte Stelle aufgrund der Rigidien der Milch-Güte-Verordnung im Erzeugerbetrieb eine Vollprobe ziehen, die aus den vollständig überwachten Abend- und Morgenmelken besteht, zwischen denen ein zeitlicher Abstand von mindestens 11 und höchstens 13 Stunden liegt.

Ohne unmittelbare Wasserzugabe kann es zu erhöhten Wassergehalten kommen, wenn Mängel am Milchleitungssystem bestehen, die Milchpumpe nicht ordentlich entwässert wurde, die Milchbehältnisse nicht trocken sind, ein Defekt an der Kühl- oder der Reinigungsanlage vorliegt oder die Schwämme zu spät ausgewechselt werden (BUCHBERGER, 2003).

Das unvermeidbare Fremdwasser (Haftwasser, Kondenswasser) beträgt bei guter Melktechnik etwa 0,3 bis 0,4 %, wodurch sich der Gefrierpunkt um 0,001 bis maximal 0,002 % erhöht. Bei schlechter Melktechnik kommt es zum sogenannten vermeidbaren Fremdwasser mit einer Gefrierpunktsteigerung um 0,005 °C und mehr. Wenn eine Milchprobe einen Gefrierpunkt zwischen -0,515 und -0,519 °C erreicht, droht Gefahr für die S-Klassen-Bezahlung. Auch aus diesem Grund ist eine konstante gute Melktechnik wichtig.

DE KONING (2002) wies darauf hin, dass in einem automatischen Melksystem der Reinigungsvorgang nicht nur eine Rolle bei der Reduzierung der Keimzahlen spielt, sondern dass die Reinigung nach dem Melken von behandelten, kranken oder frisch-melkenden Kühen ebenso notwendig ist. Die meisten automatischen Melkverfahren sehen eine kurze Spülung zwischen zwei Melkungen vor, um das Risiko des Transfers von pathogenen Keimen von Kuh zu Kuh zu reduzieren. Jedoch sind das häufige Reinigen und oftmalige Spülen mit dem

Risiko einer Gefrierpunktserhöhung verbunden. Deshalb sollten der Trocknung des Systems nach der Reinigung, dem Neigungswinkel der Rohrleitungen und dem Gebrauch von Ablaufventilen spezielle Aufmerksamkeit gewidmet werden. Niederländische und dänische Studien, die Auswirkungen von automatischen Melkverfahren überprüften, berichten neben einem Anstieg der Keim- und Zellzahl der Tankmilch auch von einer Anhebung des Gefrierpunktes (RASMUSSEN et al., 2001).

JUSTESEN und RASMUSSEN (2000) konnten im Rahmen der Einführung eines Eigenkontrollprogramms in Dänemark einen Anstieg des Gefrierpunktes bei AMV-Betrieben um $0,008^{\circ}\text{C}$ beobachten. Sie führten diese Erhöhung auf das Melken von Tieren mit chronischen Euterentzündungen zurück, die aufgrund des Eigenkontrollprogramms eigentlich von der Melkung durch das automatische System ausgeschlossen waren. Trotzdem wurden diese Tiere während der Behandlung oftmals automatisch gemolken, so dass eine häufigere Spülung/Reinigung der milchführenden Teile erforderlich wurde. Der Reinigungsprozess hinterließ Wasserreste in Ventilen, Verbindungen und Tanks, wodurch sich der Gefrierpunkt erhöhte.

KELTON et al. (2001) stellten bei der Analyse ihrer Studiendaten ebenfalls einen höheren Gefrierpunktsdurchschnittswert bei Herden fest, die mit einem automatischen Melkverfahren gemolken wurden. Während 25 von 662 (4 %) der VMS-Herden das Limit von $-0,525^{\circ}\text{C}$ überschritten, waren es bei den konventionell gemolkenen Kontrollherden nur eine von 1.674. Es wurde vermutet, dass der Anstieg des Gefrierpunktes durch Restwasser im System infolge des häufigen Spülens der Geschirre und der milchführenden Teile bedingt war.

KLUNGEL et al. (2000) konnten ebenfalls höhere Gefrierpunktwerte bei Betrieben mit automatischen Melkverfahren gegenüber Betrieben mit einem konventionellen Melksystem messen. Hier lagen die Werte nach Einführung eines automatischen Melkverfahrens bei $-0,518^{\circ}\text{C}$ gegenüber $-0,523^{\circ}\text{C}$ (3-maliges Melken) und $-0,520^{\circ}\text{C}$ (2-maliges Melken) bei konventioneller Melktechnik. Die Autoren führten den Gefrierpunktsanstieg auf die Reinigungszyklen und die Spülungen zurück, die nach acht Stunden Betriebsdauer vorgenommen wurden und den Wassergehalt der Milch erhöhten.

Auch in der aus zwei Durchgängen bestehende Untersuchung von BUCHBERGER et al. (2003) lag der Gefrierpunkt bei den AMV-Betrieben höher als der von Milch aus konventionell arbeitenden Betrieben. Im Fall der in Bayern noch weit verbreiteten Rohrmelkanlagen, die in dieser Erhebung mit einbezogen wurden, ergab sich sogar eine signifikante Differenz im Gefrierpunkt. Wie bei anderen Erhebungen wird als Ursache die größere Anzahl von Reinigungs- und Spülvorgängen angeführt, wobei möglicherweise häufiger Restwasser zurückbleibt.

Bei WIRTZ et al. (2004) gab es nach Einführung eines automatischen Melkverfahrens in der ersten Versuchsperiode erhebliche Schwierigkeiten mit der Milchqualität, die sich unter anderem darin äußerte, dass bei 33 % der Untersuchungen ein Gefrierpunkt von $-0,515^{\circ}\text{C}$ überschritten wurde. Später, im dritten Abschnitt der Erhebung, wiesen alle Milchproben – sowohl konventionell als auch automatisch ermolken – Werte von unter $-0,515^{\circ}\text{C}$ auf. Der nur zu Beginn des Versuches zu beobachtende Anstieg des Gefrierpunktes ließ sich durch die häufigere Reinigung des Melkautomaten und durch verbleibendes Restwasser erklären.

Durch eine intensive Trocknung des Spülkreislaufes der automatischen Melkanlage wurde dieses Problem gelöst. Vergleichende Studien sind in Tab. 6 noch einmal zusammengefasst.

Tab. 6: Entwicklung / Vergleich des Untersuchungsparameters Gefrierpunkt

Gefrierpunkt (-0,....C°)			
Autor	Tendenz AMV vs. KMV	Werte	Ergänzungen/Anmerkungen
KELTON et al. (2001)	▲	0,525 °C	Überschreitung AMV: 25 von 662 (4 %) KMV: 1 von 1.674. (0,06 %)
KLUNGEL et al. (2000)	▲	AMV: -0,518 °C KMV: -0,523 °C - 0,520 °C	(3-maliges Melken) (2-maliges Melken)
WIRTZ et al. (2004)	▲	-0,515 °C	Überschreitung AMV: 33 % (1. VP) ohne Unterschied AMV/KMV: (3. VP)

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 2; VP – Versuchsperiode

2.3.6 Trockenmasse

Milch besteht zu ca. 87–88 % aus Wasser. Bei seiner Abtrennung durch Verdampfen entsteht als Rückstand die Trockenmasse. Sie enthält alle Nährstoffe der Milch und setzt sich aus dem Milchfett und der fettfreien Trockenmasse zusammen (TÖPEL, 2004). Somit ist die Trockenmasse als summarisches Maß für den Nährstoffgehalt der Milchprodukte von Bedeutung. Für verschiedene Produkte, z.B. Käse, wird ein Mindestgehalt an Trockenmasse gesetzlich verlangt. Ferner kann die Trockenmasse bzw. die fettfreie Trockenmasse Aufschluss über einen eventuellen Fremdwasserzusatz bei Milch und Buttermilch oder eine Anreicherung bzw. eine Konzentrierung der Bestandteile im Produkt geben. Ebenfalls wird die Trockenmasse für Ausbeuteberechnungen herangezogen (KÜBLER, 1983).

Die Messung des Gehaltes an der fettfreien Trockenmasse geht in die S-Klassen-Bezahlung der Molkereien ein, wie es im EU-Recht vorgegeben ist. In der Richtlinie 92/46/EWG des Rates vom 16. Juni 1992 mit Hygiene-Vorschriften für die Herstellung und Vermarktung von Rohmilch, wärmebehandelter Milch und Erzeugnissen auf Milchbasis ist festgelegt, dass wärmebehandelte Konsummilch vermarktet werden darf wenn die Anlieferungsmilch mindestens 8,5 % fettfreier Trockenmasse enthält. Wenn ein Grenzwert von 8,5 % bei der Konsummilch eingehalten werden soll, muss die Anlieferungsmilch bereits dieser Norm entsprechen. Nach RIMBACH et al. (2015) entspricht ein Wert von 8,9 % dem durchschnittlichen Wert von Kuhmilch.

Neben dem Gefrierpunkt gilt auch die fettfreie Trockenmasse, wie oben erwähnt, als Gradmesser für die Reinheit und Unbelassenheit der Anlieferungsmilch. Sie kann vom Landwirt neben der Steigerung des Milcheiweißgehaltes und über den Parameter Laktosegehalt positiv beeinflusst werden, indem er beim Spülen der Anlage technisch bedingtes Restwasser weitestgehend vermeidet. Es wird dringend empfohlen, nach dem letzten Spülen einen Schwammgummiball durchzusaugen und auf diese Weise das Haftwasser von den Oberflächen der Rohrleitungen zu entfernen (LKV RHEINLAND PFALZ, o.J.).

Der Parameter Trockenmasse variiert – wie andere Milchhaltsstoffe der Milch einer Säugtierart – in Abhängigkeit von Rasse, Individuum, Haltungs- und Fütterungsbedingungen, Alter, Melkintervall, Laktationsstadium und Gesundheitszustand. Die Milch von Rindern enthält einen durchschnittlichen Trockenmasse-Anteil von 13 %. (FRISTER, 2007). Seine Spannweite bewegt sich gemäß der Literatur in einem Bereich von einem Massenprozent mit Angaben zwischen 12,7 % (KIELWEIN, 1994b), (KLOSTERMEIER, 1985), (SCHÜPPEL, 1992b), 13,1 % (HELMERT, 2002) und 13,7 % (WEHRMÜLLER et al., 2007). Bei Vorliegen einer Mastitis tendiert der Trockenmassegehalt zur Reduktion (ZANGERL, 2007c). Angaben zum Einfluss der AMV auf den Trockenmassegehalt liegen im zugänglichen Schrifttum nicht vor.

2.4 Mikrobiologische Parameter

2.4.1 Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl

Die von der Europäischen Union verkündeten rechtlichen Vorschriften haben die Aufgabe, ein hohes Niveau des Schutzes der Volksgesundheit zu gewährleisten und der Sicherung der Qualität von Milch und Erzeugnissen auf Milchbasis zu dienen. Diese Direktiven sind sowohl in der Richtlinie 92/46/EWG als auch in der zur Umsetzung in nationales Recht dienenden Milchverordnung fixiert. In beiden Direktiven wird die Qualität der Milch abgesehen von dem Gehalt an somatischen Zellen zusätzlich durch die Einhaltung eines vorgegebenen Grenzwertes für die aerobe Gesamtkeimzahl bewertet.

In den letzten Jahrzehnten haben sich deutliche Änderungen in den Anforderungen ergeben. Waren früher Zahlen von mehreren Millionen Keimen/ml üblich, so liegen die Werte für Rohmilch derzeit deutlich niedriger. Die Höhe der Gesamtkeimzahl wird auch für die Bezahlung der Milch herangezogen. Die Festsetzung der Höchstgrenze von 100.000 Keimen/ml in der Richtlinie 92/46 EWG hat nicht zuletzt zu einer deutlichen Absenkung der mikrobiellen Belastung von Rohmilch geführt (JUNG, 2003).

Da die Milch im Euter äußerst keimarm ist, kann man davon ausgehen, dass nahezu der gesamte Keimgehalt der Rohmilch durch Kontamination beim oder nach dem Melken bedingt ist. Unter guten hygienischen Verhältnissen bei der Milchgewinnung und -lagerung lässt sich ohne weiteres eine Rohmilch mit einer Keimdichte von unter 10.000 KbE/ml gewinnen. 1997/98 lag das mittlere Belastungs-Niveau der Rohmilch in Deutschland bei unter 20.000 KbE/ml (KIRST, 2000). JUNG (2003) bestätigt diesen Trend, denn Keimzahlen von 20.000 KbE/ml sind keine Seltenheit mehr. Selbst Werte unter 10.000 KbE/ml Rohmilch (BARBANO et al., 2006) oder sogar unter 5000 KbE/ml (OLIVER, 2010) finden sich im Schrifttum.

Die Zitzenreinigung ist – neben der Diagnose von Veränderungen in der Milch – eine Schwachstelle der automatischen Melkverfahren. Die Reinigung erfolgt hier über Bürstensysteme oder separate Reinigungsbecher oder im Melkbecher selbst (VEAUTHIER, 1999). Derartige automatische Verfahren lassen sich weder dem individuellen Verschmutzungsgrad der Kuh anpassen, noch wird der Reinigungseffekt überprüft. Die Reinigungserfolge fallen je nach Herstellerfirma und Betriebsführung unterschiedlich aus. Unzureichende Erneuerung der Bürsten, kaltes statt warmes Wasser, ungenügende Melkfrequenz sowie roboteruntaugliche Kühe können ebenso negativ auf die Sauberkeit wirken wie die zu geringe Zahl an Liegeboxen bzw. zu seltene oder minderwertige Einstreu. Weitere Ursachen für hohe Gesamtkeimgehalte sind unzureichende Reinigung von Melkanlagen, Milchtransportleitungen und/oder Milchtank. Insbesondere thermotolerante Keime können die Pasteurisierung überleben und die Haltbarkeit von Milchprodukten beeinträchtigen (BAARS, 2006).

Bedenklich im Zusammenhang mit der automatischen Euterreinigung ist auch die Tatsache, dass bei einigen Systemen nach dem Reinigungsvorgang keine Trocknung der Zitzen erfolgt (DLG, 2000 und 2002a). Feuchte Zitzen fördern einerseits das vorzeitige Klettern des Melkzeuges, wodurch die Zitzenzisterne abgeschnürt und somit blindgemolken wird, und andererseits Krankheitserreger von noch nassen, nicht desinfizierten Zitzen während des Melkens leichter übertragen werden können (BMG, 2005), indem das kontaminierte Wasser an den Zitzen hinunter läuft und die Erreger in den Strichkanal wandern (SCHNEIDER et al., 2011).

2 Literaturübersicht

In einer kanadischen Studie untersuchten ELMOSLEMANY et al (2010) die Beziehung zwischen den Ergebnissen der Tankmilchuntersuchung und den Management-Praktiken von Milchvieherden. Sie stellten fest, dass es bei den Parametern Gesamtkeimgehalt und Voranreicherung eine positive Korrelation mit dem Grad der Zitzenverschmutzung vor der Euterpräparation, dem manuellen Reinigen des Milchtanks und dem Gebrauch eines bestimmten Typus von Detergenzien gab. Zusätzlich waren verschiedene Methoden der Eutervorbereitung beim Vormelken bedeutend. Das Pre-Dippen mit anschließender Trocknung erwies sich gegenüber anderen Verfahren in punkto Keimzahlreduktion überlegen.

Tabelle 7 zeigt die Resultate verschiedener Untersuchungen zur Gesamtkeimzahl in ihrer zeitlichen Reihenfolge ohne Unterscheidung zwischen AMV und KMV. Danach wird der durch die Milchverordnung vorgegebene Grenzwert von 100.000 KbE/ml von mehr als 98 % der Betriebe eingehalten. Die Studien von SUHREN und HEESCHEN (1992) sowie SPECKER (1996) entsprechen mit ihren Befunden jedoch nicht diesem Profil. Eine Ursache könnte in der Höhe des Grenzwertes von 100.000 KbE/ml liegen, der zum Zeitpunkt der genannten Studien gemäß Milchverordnung in der damals geltenden Fassung noch nicht für alle Erzeugnisse auf Milchbasis als verpflichtend anzusehen war. Deshalb unterteilte SPECKER (1996) seine Untersuchungsergebnisse in den Zeitpunkt vor und nach dem 01.01.1994. Nach Inkrafttreten des neuen Grenzwertes trat in den überprüften Betrieben eine Tendenz zur Senkung der Keimzahlen in der Tankmilch auf. Trotzdem erwies sich der Anteil an Betrieben, die über den ganzen Untersuchungszeitraum die Anforderungen (gemittelt über 2 Monate) erfüllten, mit 31,7 % als recht gering. Die restlichen Bestände überschritten, selbst bei einem Durchschnitt der Ergebnisse über zwei Monate, mindestens einmal diesen Wert. Er spricht in diesem Zusammenhang von Betrieben mit einem Bestandsproblem und macht bei seiner Ursachenforschung mögliche Managementfehler (u.a. Hygienemängel, unzureichende Pflege des Tierbestandes, schlecht zu reinigende Melkanlagen oder Installationen) verantwortlich.

Die zum Vergleich mit den deutschen Resultaten aufgeführte irische Studie (REA et al., 1992) zeigt Werte im mittleren Bereich auf.

Tab. 7: Untersuchungen zur aeroben Gesamtkeimzahl (Tankmilch/Rohmilch)

Untersuchungs-ort	Zeitraum	Probenanzahl	Keimzahl (KbE/ml) < 100.000 Angabe in Prozent	Referenz
Brandenburg	2013 (November)	k.A.	k.A. (99,6 %)	LKV BRANDENBURG 2013
Niedersachsen	2005	k.A.	k.A. (98,6 %)	MKU UELZEN 2005
Irland	1989 - 1990	386	273 (70,7 %)	REA et al. 1992
Deutschland	1996	k.A.	k.A. (100 %)	SONNTAG, 1997
Brandenburg	1993 - 1994	415	241 (58,1 %)	SPECKER, 1996
Deutschland	1986 - 1990	4563	2079 (45,6 %)	SUHREN u. HEESCHEN 1992

2.4.2 Milchsäurebakterien/Laktobazillen

Milchsäurebakterien, „Milchsäurestäbchen“ oder auch Laktobazillen genannt, besitzen eine ausgeprägte Fähigkeit zur Milchsäurebildung (MC KINNON und PETTIPHER, 1983). Sie stellen mit Ausnahme der Enterokokken hohe Ansprüche an ihr Nährmedium. Viele Spezies benötigen neben fermentierbaren Kohlenhydraten auch Aminosäuren, zahlreiche Vitamine und Spurenelemente, daher beschränkt sich ihr natürliches Vorkommen auf Milieus mit ausreichender Nährstoffverfügbarkeit (Mundhöhle, Intestinal- und Urogenitaltrakt, Fäkalien, Haut, Pflanzen und Pflanzenreste, Kompost, Milch, fermentierte Lebensmittel). Das Medium Milch mit seinen Inhaltsstoffen (Milchzucker 4,7 %, Milchfett 3,5-3,8 %, Milcheiweiß 3,2-3,5 %, Vitamine: A, B1, B2, C, D, E; Mineralstoffe: Ca, K, P) bietet eine ideale Nahrungsgrundlage für diese Keime (ANONYM, 2009), die während des Melkens in dieses Substrat gelangen (ZANGERL, 2007b).

In ungekühlter Milch wachsen Milchsäurebakterien sehr schnell. Sie unterdrücken infolge der Säurebildung zwar das Wachstum der anfänglich dominierenden gramnegativen Flora. Andererseits führt die intensive Säuerung zum Milchverderb (RIEMELT et al., 2003b).

In Trinkmilch kommen *Milchsäurebakterien* nur als Rekontaminationskeime vor, wobei der Darmbewohner *Lactobacillus lactis* häufig an Melkgeräten und in der Rohmilch nachgewiesen wird (HEESCHEN, 1994b). Zudem finden sich die Keime in pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln. Nicht thermoresistente Milchsäurebakterien treten, vermittelt über die Euterhaut, an verschiedenen Orten auf, wobei Strichkanal/Euterhaut, Faeces, Futtermittel und Melkanlage besonders häufig genannt werden (OTTE-SÜDI, 1996).

Aufgrund der Produktion verschiedener Stoffwechselprodukte unterscheidet man homo- und heterofermentative Arten. Während homofermentative Spezies, wie *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus* und *Lactobacillus delbrueckii*, fast ausschließlich Milchsäure bilden, können heterofermentative Vertreter, wie *Lactobacillus kefir* und *Lactobacillus bifermans* auch Essigsäure, Ameisensäure und Ethanol produzieren. Infolge der Bildung von Säuren und anderer antibakterieller Stoffe üben Laktobazillen eine antagonistische Wirkung auf die übrigen Bakterien aus und tragen damit zur Regulation der physiologischen Flora bei. Sie werden aus diesem Grund auch zur Herstellung von Probiotika genutzt. Sehr selten werden Laktobazillen in der Humanmedizin mit opportunistischen Infektionen in Verbindung gebracht. (SELBITZ, 2002).

Untersuchungen zum quantitativen Gehalt an Milchsäurebakterien im Zusammenhang mit der Milchqualität von Melkssystemen waren in der zugänglichen Literatur nicht zu finden.

2.4.3 Pseudomonaden

Pseudomonaden gelangen im Wesentlichen durch Wasser und Rohmilch über Anlagenoberflächen in Milcherzeugnisse. Sie sind Indikatorkeime für Hygienemängel im Gerätebereich und bei der Prozessführung (RIEMELT et al., 2003a). Einige Pseudomonaden spielen eine große Rolle als Verderbniserreger, indem sie neben Milchfett auch das -eiweiß zersetzen, wobei sie Schleim und übelriechende Stoffwechselprodukte bilden (MÜLLER und WEBER, 1996). Die von ihnen gebildeten Proteasen und Lipasen können hitzestabil sein, d.h. sie überstehen weitgehend die Milcherhitzung, wodurch in pasteurisierten Erzeugnissen Rest-

enzymaktivitäten wirksam werden (RIEMELT et al., 2003a). Bezogen auf die einzelnen Arten ist *Pseudomonas aeruginosa* euterpathogen und Verursacher von Lebensmittelvergiftungen (WOLTER et al., 2002). Milchwirtschaftlich bedeutsam sind u.a. auch *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi* und *Shewanella putrefaciens* (früher *Pseudomonas putrefaciens*), welche Geschmacksfehler in der Rohmilch bzw. Milch verursachen können (ZANGERL, 2007b).

Schon in den 20er und Anfang der 30er Jahre wurde *Pseudomonas aeruginosa* aus der Milch von Mastitis-kranken Eutern isoliert. Unter normalen Bedingungen besiedelt dieser Mikroorganismus die Milchdrüse jedoch nicht (KLASTRUP, 1994). In Abhängigkeit von der Melkhygiene enthalten bis zu 75 % der Rohmilchproben Pseudomonaden (RIEMELT, 2003).

Quantitative Angaben zu dem Vorkommen von Pseudomonaden in Rohmilch im Zusammenhang mit Melkssystemen waren in der zugänglichen Literatur nicht zu finden. In Rinder-Rohmilchproben konnten YADAV et al. (2014) *Pseudomonas aeruginosa* mit einem durchschnittlichen Gehalt von $4,2 \times 10^4$ KbE/ml nachweisen.

2.4.4 Staphylokokken (Koagulase positiv)

Neben den Mikrokokken bilden die zur Familie der Staphylococcaceae zählenden Staphylokokken in Rohmilch mit niedriger Keimzahl die vorherrschende Keimflora. Anhand ihrer Fähigkeit zur Koagulase-Reaktion wird zwischen Koagulase-positiven und -negativen Staphylokokken unterschieden. Eine positive Koagulase-Reaktion zeigen neben *Staphylococcus aureus* auch *St. intermedius* und bestimmte Stämme von *St. hyicus*. Die beiden letztgenannten Spezies kommen in Milch allerdings nur selten vor (ZANGERL, 2007 b).

Die Kontamination der Milch erfolgt meist primär, eine Sekundärinfektion der ermolkenen Milch durch den Menschen gilt jedoch als nicht zu vernachlässigendes Risiko. Bis zu 20 % der Erreger der bovinen Mastitis können ein oder mehrere Enterotoxin(e) bilden. Typ C macht beim Rind mit Abstand den größten Anteil aus (WOLTER et al., 2002).

Beim Menschen kommt *S. aureus* häufig auf der Haut, im Darm und auf den Haaren vor, beim Tier findet er sich auf der Euter- und Zitzenhaut und im Kot. Ausgehend von menschlichen und tierischen Quellen erfolgt eine Kontamination der Umgebung (ZANGERL, 2007a). KRÖMKER (2007a) zählt *Staphylococcus aureus* sogar zu den „kuh-assoziierten Erregern“. Darunter werden solche Keime verstanden, die aus infizierten Vierteln stammen und vor allem während des Melkens über Melkerhände, Zitzengummis und Milch von Kuh zu Kuh verbreitet werden. *Staphylococcus aureus* besiedelt v.a. Läsionen der Zitzenhaut und den Zitzenkanal.

Bei einer Infektion liegt die Ausscheidungsrate bei ca. 10^4 KbE/ml ($0-10^8$ KbE/ml). Frisch ermolkene Milch kann einen Anteil von 21,3 % Staphylokokken, bezogen auf eine Gesamtkeimzahl von ca. 10^3 KbE/ml, enthalten (KURZWEIL UND BUSSE, 1973). Laut ZECCONI und HAHN (1999) ist die Wahrscheinlichkeit, Milch mit *Staphylococcus aureus*-Kontamination zu erhalten, als relativ hoch einzustufen. Das Risiko kann aber durch Hitzebehandlung kontrolliert werden.

S.aureus ist weltweit der bedeutendste euterassoziierte, kontagiöse Mastitiserreger und zudem Verursacher von Lebensmittelvergiftungen und des Toxic-Schock-Syndroms (WOLTER et al., 2002). Weiterhin kann der Erreger auch Haut- und Wundinfektionen sowie eine Reihe von Organentzündungen hervorrufen. Unter dem Aspekt der Lebensmittelsicherheit ist die Fähigkeit der Mikroorganismen, Enterotoxine bilden zu können, bedeutsam (ZANGERL, 2007a). Die für eine Erkrankung erforderliche Keimzahl mit entsprechender Toxinbildung wird in der Literatur mit 10^5 KbE/g bis 10^6 KbE/g Lebensmittel angegeben (BÜLTE, 2004; FEHLHABER, 1992a, HEESCHEN, 1994a; RIEMELT et al., 2003a; ZANGERL, 2007a).

2.4.5 Enterokokken

Enterokokken sind Darmbewohner und werden bezeichnenderweise auch Fäkal-Streptokokken genannt. Sie gelten als Index- und Indikatorkeime für Hygienemängel bei Lebensmitteln, rufen Fäulnis hervor, verursachen Entzündungen und stellen gelegentlich eine Ursache für unspezifische Lebensmittelvergiftungen dar (MÜLLER und WEBER, 1996). In die Milch können sie über Ablagerungen in Melkanlagen, aber auch über Staub und Kot und direkt aus dem Euter gelangen.

Der Nachweis von Enterokokken in Milch wird fälschlicherweise oft als Indikator für eine Fäkalkontamination gedeutet. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass sich diese Mikroorganismen in ungenügend gereinigten milchwirtschaftlichen Gerätschaften ansiedeln und dadurch eine ständige Kontaminationsquelle für die Milch besteht. Enterokokken sind somit als Indikatorkeime für den Reinigungszustand der mit Milch in Berührung kommenden Gerätschaften einzuschätzen (KIELWEIN, 1994a).

KURZWEIL UND BUSSE (1973) geben den prozentualen Enterokokken-Anteil in frisch ermolkenener Milch mit 1,1 % (bezogen auf eine Gesamtkeimzahl von ca. 10^3 KbE/ml) an.

2.4.6 Enterobakteriazeen (Enterobacteriaceae)

Die Angehörigen der Familie der Enterobakteriazeen kommen weit verbreitet in der Umwelt sowie als Darmbewohner (griech: enteron: Darm) und Krankheitserreger bei Mensch und Tier vor. Deshalb spielen sie eine Rolle als Index- und Indikator-Organismen für Hygienemängel bei Lebensmitteln (MÜLLER und WEBER, 1996). Zur Familie der Enterobacteriaceae, die nach Bergey' s Manual in der Sektion 5 aufgeführt werden, zählen verschiedene Gattungen, darunter *Escherichia*, *Salmonella* und *Enterobacter* (PATEL et al., 2014).

Sauber gewonnene und bei 4°C aufbewahrte Milch enthält im Regelfall weniger als 100 Enterobakteriazeen/ml (HEESCHEN, 1994b). CICCONE-HOGAN et al. (2013) setzen die Grenze sogar bei 50 KbE/ml an.

2.4.6.1 Coliforme Keime

Der Begriff „coliforme Keime“ wurde geprägt, weil auf laktosehaltigen Nährmedien außer *E. coli* auch Keime wachsen, die aufgrund der Kolonieform nicht unterschieden werden können. Sie stellen eine heterogene, nicht durch taxonomische Merkmale definierte Bakteriengruppe mit Untergruppen dar, die durch bestimmte spezifische Eigenschaften und dementsprechende Nachweisverfahren charakterisiert werden (RIEMELT et al., 2003a). Zu den coliformen

Keimen gehören außer *E. coli* hauptsächlich die Gattungen *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* und *Erwinia* (HEESCHEN, 1994b).

Prozentuale Angaben der Häufigkeit in der Milch sind bei SALMAN und HAMAD (2011) zu finden. Sie konnten *E. coli* (32%), *Enterobacter* (29,2 %), *Klebsiella* (19,4 %), *Serratia* (11,1 %) und *Citrobacter* (1,0 %) sowie andere Enterobacteriaceae nachweisen.

Der Wert eines Nachweises von coliformen Keimen wird in der Literatur unterschiedlich eingeschätzt. So erläutert STEINMÜLLER (2010), dass coliforme Bakterien (abgesehen von *E. coli*) bei vielen Produkten zur pflanzlichen Normalflora gehören und aus diesem Grunde kein geeigneter Indikator für die fäkale Verunreinigung eines Produktes sind. Auch wenn dem Nachweis der coliformen Keime nur untergeordneter Wert beigemessen wird, sind dennoch in zahlreichen Lebensmittelspezifikationen und -standards die Coliformen aufgeführt.

Nach HEESCHEN (1994b) dient der Nachweis coliformer Keime bzw. der sogenannte Koltiter dennoch bei der Untersuchung von Milch und Milchprodukten seit vielen Jahrzehnten als Hygieneindikator. Neben der Bestimmung der Gesamtkeimzahlen gehört die Ermittlung coliformer Keime zu den häufigsten bakteriologischen Untersuchungen in der Milchwirtschaft.

Ähnlich werden die coliformen Keime von OLIVER (2010) bewertet. Da sie ihren Ursprung in Schmutz und der kontaminierten Umwelt haben, reflektieren coliforme Keime die Hygiene- und Reinigungspraktiken eines Betriebes. Coliforme Keime dringen als Konsequenz von verschmutzten Kühen oder während des Melkens in milchführende Teile ein, falls beispielsweise während des Melkvorganges das Melkgeschirr in den Schmutz fällt. Zahlen von über 100 KbE/ml deuten auf mangelhafte Melkpraktiken, unzureichend gereinigte Gerätschaften, kontaminiertes Wasser, unsaubere Melkutensilien und/oder Kühe mit subklinischen oder klinischen Coliformen-Mastitiden hin.

Im Rahmen der bereits erwähnten Studie von SUHREN und HEESCHEN (1992) wurden bei 1.211 Proben auch Untersuchungen auf den Gehalt an coliformen Keimen durchgeführt. Im Mittel betrug ihr Wert 347 KbE/ml Rohmilch. Parallel zu einer steigenden Gesamtkeimzahl konnten höhere Coliformendichten beobachtet werden. SPECKER (1996) hingegen stellte keine statistische Korrelation zwischen der aeroben Gesamtkeimzahl und den coliformen Keimen fest. REA et al. (1992) isolierten bei ihren Untersuchungen in Irland aus allen überprüften Rohmilchproben coliforme Keime, wobei ungefähr 70% der Proben weniger als 100 KbE/ml Milch aufwiesen. Bei SALMAN und HAMAD (2011) genügten über 51,3 % der Milchproben, die für den direkten Konsum vorgesehen waren, dem zuvor genannten Level von 100 KbE/ml.

Wie stark sich Reinigungsfehler auf die Keimzahl auswirken, zeigen die Zahlen von PANTOJA et al. (2011). Sie untersuchten Faktoren, die im Zusammenhang mit der Anzahl an coliformen Keimen in unpasteurisierter Tankmilch stehen. Der Coliformengehalt von Proben, die aus der Leitung gezogen wurden, wies im Vergleich zu einem normalen Waschvorgang (26 KbE/ml) einen 4-mal so hohen Wert (115 KbE/ml) auf, wenn beim Spülvorgang Mängel auftraten.

2.4.6.2 Escherichia (E.) coli

E. coli sind Besiedler des hinteren Dünndarmes und des Dickdarmes warmblütiger Tiere. Insgesamt beträgt ihr quantitativer Anteil an der Darmflora nicht viel mehr als 1 %. Neben der Beteiligung an Abbauvorgängen ist die Produktion von Vitaminen eine wichtige physiologische Funktion (SELBITZ, 2007). Sie können bei Durchfallerkrankungen der Kühe mit dem Kot in hoher Zahl ausgeschieden werden (ZANGERL, 2007b). Ein *E. coli*-Nachweis in Lebensmitteln gilt als Indikator für fäkale Verunreinigungen. Weiterhin führen fakultativ pathogene Stämme zu durch Lebensmittel übertragene Durchfallerkrankungen, wie z.B. Säuglings- und Reisediarrhoe, oder rufen Infektionen mit verschiedenartigen Krankheitsbildern bei Mensch und Tier hervor (MÜLLER und WEBER, 1996). *E. coli* ist der am häufigsten nachgewiesene Erreger bei bakteriellen Infektionen des Menschen und tödlich verlaufenden Euterentzündungen (WOLTER et al., 2002).

2.4.7 Hefen/Schimmelpilze

2.4.7.1 Hefen

Hefen können als einzellige Pilze definiert werden, die sich üblicherweise durch Sprossung, selten durch Spaltung vermehren ZANGERL (2007b). MÜLLER UND WEBER (1996) zählen sie aufgrund der für sie typischen Vermehrungsform der Sprossung zu den Sproßpilzen. Bleiben die Zellen bei der Multiplikation miteinander verbunden, entsteht ein Pseudomycel. Neben dieser asexuellen ist auch eine sexuelle Vermehrung durch Sporen möglich. Die Zellen selbst können kugelig, oval oder langgestreckt sein und bilden zum Teil stark gefärbte Kolonien. Sowohl die vegetativen Formen als auch die Sporen sind nicht hitzeresistent und werden durch Pasteurisieren abgetötet.

Hefen sind in der Natur weit verbreitet und finden sich in der Luft, auf Früchten, in Molkeresten, auf Geräten, im Salzbad sowie im Inneren und auf der Oberfläche von Käsen. Eine Kontamination der Rohmilch erfolgt primär während des Melkens über Luft, Futter und Einstreu. Als Überträger von pathogenen Hefen (z.B. *Candida albicans*, *Filobasidiella neoformans*) besitzen Milch und Milchprodukte kaum Bedeutung.

2.4.7.2 Schimmelpilze

Schimmelpilz ist eine Trivialbezeichnung für einen Pilz ohne auffälligen Fruchtkörper, der auf Substraten weiße oder farbige Kolonien mit samtartiger, wolliger, flockiger bis drahtartig aussehender Oberfläche bildet. Das Wachstumsoptimum liegt zwischen 20 bis 30 °C, eine Vermehrung kann bei Temperaturen zwischen 0 bis < 55 °C möglich sein. Schimmelpilze leben vorwiegend aerob, einige Arten auch fakultativ anaerob. Als heterotrophe Organismen sind sie zwar immer auf eine organische Kohlenstoffquelle angewiesen, stellen aber keine großen Ansprüche an Nährsubstrate. Oft wachsen Sie auch bei niedrigeren a_w -Werten als Bakterien und Hefen.

Die von einem Schimmelpilz zahlreich gebildeten und freigesetzten, der Vermehrung dienenden Sporen gestatten eine schnelle – auch auf dem Luftwege mögliche – Verbreitung. Diese Dauerformen können eine relativ lange Zeit Minusgrade bis Temperaturen über 60 °C und auch Trockenheit überstehen. Schimmelpilze gelangen über Gras, Heu, Silage und

Staub in die Rohmilch. Bei der Pasteurisation werden Mycel und Sporen der meisten Vertreter abgetötet. Somit ist eine Kontamination bei Milcherzeugnissen vorrangig umgebungsbedingt (RIEMELT et al., 2003a).

2.4.8 Sulfitreduzierende Anaerobier

Clostridien kommen in Erde, Schmutz, Abwasser, im Darm von Mensch und Tier sowie in der Luft vor. Daher sind sie im Futter, v.a. in ungenügend gesäuerter Silage zu finden und kontaminieren dann die Rohmilch. „Silomilch“ enthält ca. 1–100 Sporen/ml. Allerdings kann der Clostridiengehalt auf über 10^3 Sporen/ml ansteigen, wenn die Milchtiere mit stark kontaminierter Silage gefüttert werden. Dagegen findet sich bei Silage-freier Fütterung eine Sporendichte von weniger als 200 pro Liter. Die entsprechende Kontamination der Rohmilch mit Clostridien erfolgt in erster Linie während der Melkung über Kotverschmutzungen des Euters und über die Umgebung (ZANGERL, 2007b).

Die Verteilung der verschiedenen Clostridienarten in Rohmilch ist unterschiedlich. *Cl. sporogenes*, *Cl. perfringens*, *Cl. butyricum* und *Cl. tyrobutyricum* machen in der Regel 75 % der gesamten anaeroben Sporenbildnerflora aus (ZANGERL, 2007b). Der Wachstumsbereich liegt zwischen 12 und 50 °C. Die Spezies *Cl. perfringens* besitzt bei einer Optimaltemperatur von 43–47 °C mit 10–12 Minuten eine ungewöhnlich kurze Generationszeit (RIEMELT et al., 2003a). Eine Vermehrung der Sporenbildner in der Matrix Milch ist aufgrund deren Redoxpotential nicht möglich (ZANGERL, 2007b).

Die Sporen von *Cl. perfringens* finden sich häufig in Rohmilch (45%) und pasteurisierter Konsummilch (16–18 %). Trotzdem treten Erkrankungen, die durch *Cl. perfringens* ausgelöst werden, nach dem Verzehr von Milch und Milchprodukten nur selten auf, da sie nicht die Dosis infectiosa erreichen (KIELWEIN, 1994a).

2.4.9 Bacillus (B.) cereus

Unter „Bacillus“ (latein. = Stäbchen) wird eine Gattung grampositiver, meist beweglicher („peritrich“ begeißelter) und Endosporen bildender Stäbchen der Familie „Bacillaceae“ verstanden (ROCHE LEXIKON MEDIZIN, 1984). Im Gegensatz zu der Gattung Clostridium wird das Wachstum nicht durch Luftexposition unterdrückt – „aerobe Sporenbilder“ (SELBITZ, 2002). Die sogenannte „Cereus-Gruppe“, zu der u.a. *Bacillus cereus* und *Bacillus anthracis* gehören, zeigt allerdings fakultativ anaerobe Eigenschaften (KRÖMKER, 2007c).

Innerhalb der Art *Bacillus cereus* gibt es Stämme mit mesophilem und psychrotrophen Charakter (Wachstumsbereich zwischen 15–55 °C bzw. 4–35 °C). Seit 1998 werden die psychrotrophen Stämme unter der Bezeichnung *B. weihenstephanensis* als eigene Art geführt (RIEMELT et al., 2003a). Einige Bacillus-Spezies bilden antibiotisch wirksame Substanzen, z.B. Bacitracin durch *B. liechiformis* (SELBITZ, 2002).

In der Natur ist *Bacillus cereus* weit verbreitet. Er kommt im Boden, im Wasser, auf Pflanzen und auch in der Luft vor, so dass er sich in fast sämtlichen Rohstoffen landwirtschaftlichen Ursprungs, die zur Lebensmittelherstellung verwendet werden, nachweisen lässt. Sein Populationsniveau in Rohstoffen und Lebensmitteln kann 10^2 bis 10^3 /g erreichen. In dieser Kon-

zentration gilt er als harmlos, da die minimale Infektionsdosis wie bei *Cl. perfringens* mehr als 10^6 /g beträgt (RIEMELT et al., 2003a).

TORP et al. (2001) untersuchten die Hauptquellen für die Kontamination von Milch durch *Bacillus cereus* auf einer Farm. Demnach ist der Sporengehalt im Futter wegen einer direkten Kontamination der Umwelt von großer Bedeutung. Aber auch eine fäkale Kontamination ist möglich, da dieser Mikroorganismus sich im Darmtrakt der Kuh vermehren kann und dann im Kot auftritt.

CHRISTIANSSON et al. (1999) identifizierten in ihrer Studie über *Bacillus cereus*-Sporen in Rohmilch die Intensität der Zitzenverschmutzung als Hauptfaktor für die Kontamination. Der Sporengehalt variierte von < 50 bis 380.000 Sporen/Gramm Schmutz. Als Quelle spielten dagegen Melkgerätschaften, Luft, Futter und Dung nur eine untergeordnete Rolle.

Durch aerobe, sporenbildende Bakterien, vor allem *B. cereus*, verursachte Lebensmittelvergiftungen kennt man erst seit relativ kurzer Zeit. Die ersten Fälle wurden in der Mitte des 20. Jahrhunderts beschrieben. Seitdem sind vor allem in europäischen Ländern zahlreiche Ausbrüche bekannt geworden (MÜLLER, 1996). Nach KIELWEIN (1994a) gewinnen Bazillen als Erreger von Lebensmittelvergiftungen auch in der Milchwirtschaft an Bedeutung. Deshalb gehört mittlerweile die Untersuchung von Milch und Milcherzeugnissen auf *B. cereus* zum festen Bestandteil der mikrobiologischen Eigenkontrolle der Molkereien, insbesondere bei Rohmilch, Konsummilch, Milchpulver, Desserts und Käse (RIEMELT et al., 2003a).

Trotz der weiten Verbreitung von *B. cereus* in Milchprodukten, sind durch die Spezies *B. cereus* verursachte Ausbrüche und Erkrankungen durch diese Lebensmittel sehr selten, wofür die letztgenannten Autoren verschiedene Argumente anführen. So tritt vor Erreichen der für die Auslösung einer Krankheit notwendigen Infektionsdosis eine sichtbare und sensorisch wahrnehmbare Veränderung des Produktes ein, die es genussuntauglich werden lässt. Zudem sind Milchprodukte für die Toxinbildung nährstoffmäßig unzureichend beschaffen, und „Milch-Stämme“ sind gewöhnlich nicht pathogen. Letztlich ist in Milcherzeugnissen für die Toxinbildung zu wenig Sauerstoff vorhanden.

2.4.10 Salmonellen

Die zur Familie der Enterobacteriaceae gehörenden Salmonellen zählen weltweit zu den wichtigsten bakteriellen Erregern bei Mensch und Tier (Zoonoseerreger). Sie stellen zwar keine besonderen Ansprüche an das Nährmedium, müssen jedoch wegen ihrer wenig aussagekräftigen kulturellen Morphologie durch Differentialmedien, die bestimmte Stoffwechselparameter, wie z.B. den fehlenden Laktoseabbau (Gassner-Agar), erfassen, von anderen Enterobacteriaceae abgegrenzt werden. Innerhalb der Gattung *Salmonella* erfolgt die Differenzierung durch den Nachweis von unterschiedlichen Zellwandantigenen (O-Antigene) und Geißelantigenen (H-Antigene). Diese Untersuchung dient gleichzeitig der abschließenden Salmonellen-Verifizierung. Zur Aufschlüsselung der Serotypen dient das KAUFFMANN-WHITE-Schema, inzwischen White-Kaufmann-Le-Minor-Schema. Es existieren mehr als 2500 Serovare mit unterschiedlicher Virulenz und Wirtsanpassung (SELBITZ, 2011).

Alle *Salmonella*-Serovare sind für den Menschen (mögliche Ausnahme *Salmonella Gallinarum-Pullorum*) und teilweise für Tiere pathogen. Sie bilden Endotoxine und besitzen v.a. als Erreger bakterieller Lebensmittelvergiftungen Bedeutung (MÜLLER und WEBER, 1996). Die häufigste Ursache für Salmonellose beim Menschen sind auf Infektionen mit *Salmonella* Enteritidis (58 %) und *Salmonella* Typhimurium (33 %) zurückzuführen (BfR, 2011). Die Infektionsdosis für den erwachsenen Menschen liegt bei 10^4 bis 10^6 Keimen. Befinden sich Salmonellen in stark fetthaltigen Lebensmitteln, in Gewürzen oder besteht eine besondere Disposition (z.B. Abwehrschwäche, Kleinkinder, alte Menschen), sind Erkrankungen bereits bei Infektionsdosen unter 100 Keimen beobachtet worden (RKI, 2009).

Die Ätiologie der Salmonellen-Kontamination umfasst verschiedene Möglichkeiten. KIELWEIN (1994a) gibt einen allgemeinen Überblick und unterscheidet in Hinblick auf pathogene Keime drei verschiedene Kontaminationsarten:

- Primäre Kontamination: hierbei werden die Erreger bereits mit der Milch ausgeschieden (sekretorische Kontamination)
- Sekundäre Kontamination: bei dieser Kontaminationsart gelangen die Erreger, die von Milchtieren, vom Menschen und auch aus deren Umgebung stammen können, beim oder nach dem Melken, jedoch vor der Wärmebehandlung in die Milch
- Tertiäre Kontamination: die vom Menschen oder auch in seltenen Fällen aus der Umwelt stammenden Erreger gelangen nach der Wärmebehandlung in die Milch (Rekontamination)

Eine Gewichtung der Kontaminationsmöglichkeiten von Rohmilch mit Salmonellen wird in den bei RIEMELT et al. (2003a) zitierten Arbeiten von MARTH (1969) sowie BECKER und TERPLAN (1986) vorgenommen: In erster Linie findet die Kontamination nachträglich (post-sekretorisch) statt, beispielsweise über salmonellenhaltige Fäzes von Kühen bzw. Kälbern, durch den Menschen, Melkgerätschaften und -anlagen, hygienisch nicht einwandfreies Brauchwasser und, seltener, auch durch Fliegen und Ratten. Dagegen besitzt eine direkte Kontamination (sekretorisch) durch Ausscheidung der Erreger über das Euter geringe Bedeutung. Als Beispiele sind das fieberhafte Stadium der Rindersalmonellose, Ausscheider oder klinisch manifeste bzw. subklinisch verlaufende Salmonellenmastitiden zu nennen.

GILES et al. (1989) berichtete über eine jahrelang andauernde *Salmonella* Typhimurium-Infektion in einer großen Milchviehherde, die auch zu drei humanen Erkrankungsfälle führte. Eine Kuh wurde als Ausscheider identifiziert. Die Ergebnisse der Untersuchung des Kalbungsmusters, der Kalbungszeit und dem Vorkommen von positiven Milchfiltern wiesen darauf hin, dass das Tier vermutlich über zweieinhalb Jahre Ausscheider gewesen ist.

WEBER et al. (2000) beschrieben einen ungewöhnlichen Fall von Salmonellose in einem Rinderbestand. Bei einer Routine-Untersuchung wurde *Salmonella* Typhimurium in Milchproben nachgewiesen. Bei der Ursachenforschung wurde eine klinisch gesunde Kuh, die den Erreger latent über ein Euterviertel ausschied, als Quelle identifiziert. Positive Nachweise ergaben sich auch bei der Untersuchung der Kälber und Arbeiter.

Die größte Bedeutung für die Salmonellose des Rindes in Deutschland besitzen die *Salmonella*-Serovaren Typhimurium und Typhimurium variatio Copenhagen, die an das Rind adaptierte Serovare Dublin, *Salmonella* Abony (frühere Nomenklatur *Salmonella* Abortus-

2 Literaturübersicht

bovis) und *Salmonella* Enteritidis. Zahlreiche andere Serovaren können auch Salmonellosen bei Rindern verursachen, insgesamt ist ihr Anteil jedoch wesentlich geringer (FLI, 2010). In Schleswig Holstein wurden im Zeitraum von 2007 bis 2011 pro Jahr 10–20 Salmonellen Infektionen bei Kälbern festgestellt, in der Regel *Salmonella* Dublin oder *Salmonella* Typhimurium (WONNEMANN, 2011).

Die Salmonellose des Rindes ist in Deutschland gemäß der „Verordnung über anzeigepflichtige Tierseuchen (TierSeuchAnzV) vom 23.05.1991“ anzeigepflichtig. Die entsprechenden Maßnahmen werden in der „Verordnung zum Schutz gegen die Salmonellose des Rindes“ vom 06.01.1972 (RindSalmV)“ geregelt und sind in der Tierseuchenverordnung vom 27.06.1995 (ersetzt durch das Tiergesundheitsgesetz vom 22.05.2013) aufgelistet. Die Infektion erfolgt in den meisten Fällen oral über Futtermittel, die direkt durch Ausscheidungen infizierter Tiere oder über Gülle, Jauche, Dung bzw. Siedlungsabwässer mit Salmonellen kontaminiert werden. Kontaktinfektionen von Tier zu Tier bzw. von Tier zu Mensch sind im Vergleich dazu seltener (SELBITZ, 2007).

Zwar stellt Futter eine Kontaminationsquelle für Salmonellosen dar, doch führt BISPING (1993) an, dass Serovare wie *Salmonella* Typhimurium und *Salmonella* Enteritidis, die bei Mensch und Tier am häufigsten Erkrankungen verursachen, in Futtermitteln tierischen Ursprungs nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Durch den Verzehr von Milch verursachte Salmonellosen des Menschen sind in der Literatur verschiedentlich dokumentiert. Tabelle 8 gibt einen länderübergreifenden Überblick zum Vorkommen von Salmonellen in unbehandelten Milchproben. Insgesamt waren 0,9 % der Proben mit Salmonellen kontaminiert, die Quote für inländische Proben lag bei 0,03 %.

Tab. 8: Untersuchungen zum Vorkommen von Salmonellen in Rohmilch

Untersuchungsmaterial	Probenanzahl, n=	Salmonellenpositive Proben	Land	Referenz
Bestandsmilch	310	0 (0,0%)	Schweiz	BÜHLER, 2002
Rohmilch/Vorzugsmilch	328/30	0/0 (0,0 %/0,0 %)	Deutschland	BVL, 2012 a
Rohmilch (Rind, Schaf, Ziege)	133	0 (0,0 %)	USA	D'AMICO et al., 2008
Rohmilch (Rind, Schaf, Ziege)	101	0 (0,0%)	USA	D'AMICO und DONNELLY, 2010
Rohmilch/-produkte	4.230	1 (0,02 %)	Deutschland	HARTUNG, 1998
Rohmilch	248	14 (6,0 %)	USA	JAYARAO et al.,2006
Rohmilch	210	0 (0,0%)	Brasilien	NERO et al., 2008
Rohmilch	36	0 (0,0 %)	Brasilien	ORTOLANI et al., 2010
Rohmilch	589	1 (0,16%)	Irland	REA, 1992
Milch/-erzeugnisse	4.417	2 (0,05%)	Deutschland	RIEMELT und BARTEL, 2002
Tankmilch/Filter	536/519	23 (4,3%) / 64 (12,4%)	USA	VAN KESSEL et al., 2011
Total:	11.685	105 (0,9%)		

2.4.11 Listerien (*Listeria monocytogenes*)

Die Erstbeschreibung von *Listeria monocytogenes* erfolgte bereits 1926 durch MURRAY et al. Aufgrund der Fähigkeit, die Monozyten des Blutes zu infizieren, nannten sie den Keim „*Bacterium monocytogenes*“. Die Umbenennung in *Listeria* geht auf PIRIE (1940) zurück. Die lebensmittelhygienische Bedeutung des Keimes wurde erst in den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts erkannt (RIEMELT et al., 2003a).

Unter den 7 *Listeria*-Spezies ist *L. monocytogenes* die weitaus bedeutendste human-pathogene Art. *L. seeligeri* und *L. ivanovii* wurden nur bei wenigen menschlichen Erkrankungen nachgewiesen. *L. innocua*, *L. welshimeri* und *L. murrayi* (syn.: *L. grayi*) gelten als apathogen, für die neubeschriebene Spezies *L. rocourtiae* gibt es bislang noch keine Einschätzung. Die Spezies *L. monocytogenes* läßt sich in 13 Serovare subdifferenzieren (Serotypie), von denen nur drei häufiger mit Erkrankungen des Menschen in Verbindung gebracht werden: Serovar 4 b, 1/2 a und 1/2 b.

In Deutschland besteht beim Menschen nach dem Infektionsschutzgesetz [§ 7 (1) IfSG] das am 01.01.2001 das Bundesseuchengesetz ablöste, Meldepflicht (bei direktem Nachweis der Erreger aus Blut, Liquor oder anderen normalerweise sterilen Substraten sowie aus Abstrichen von Neugeborenen). In den Jahren 2001 bis 2009 wurden insgesamt 3.090 Listeriosen gemäß IfSG gemeldet, pro Jahr im Durchschnitt 343 Fälle (Minimum: 217 in 2001; Maximum: 513 in 2006); das entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Inzidenz von 0,4 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner (Rki, 2010a). Im Jahr 2012 wurden 427 Listeriosen übermittelt. Das entspricht einer Inzidenz von 0,5 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner (Rki, 2013). Im Jahr 2013 wurde ein Anstieg auf 467 Fälle gemeldet, im laufenden Jahr 2014 waren bis zum 26. Februar 11 Erkrankungen verzeichnet (Rki, 2014).

Listeria monocytogenes ist ubiquitär verbreitet und findet sich daher im Erdboden, auf Pflanzen, im Darm von Mensch und Tier, im Abwasser und in der Folge auch in vielen Lebensmitteln wie Fleisch- und Wurstwaren, Gemüse und Feinkostsalaten (incl. Geflügel), Fisch und Fischprodukten, Meerestieren, Rohmilch und Käse mit Oberflächenreifung. Aus Rohmilch wird der Keim nur selten isoliert und dann nur in geringen Mengen von 1 bis maximal 100 Keime/ml (ZANGERL, 2007a). In diesem Substrat kommt *Listeria monocytogenes* entweder frei suspendiert in der flüssigen Phase oder intrazellulär in den bovinen Leukozyten vor (RIEMELT et al., 2003a; ROSENOW und MARTH, 1987).

Die folgende Tabelle 9 gibt einen Überblick des Vorkommens von *Listeria monocytogenes* in Rohmilch und Milchprodukten.

Tab. 9: Vorkommen von *Listeria monocytogenes* in Rohmilch und Milchbetrieben

Probe	Proben-Herkunft	Proben-anzahl (n)	<i>L. monocytogenes</i> (% (n))	Referenz
Bestandsmilch	Schweiz	310	0% (0)	BÜHLER, 2002
Rohmilch	Deutschland	14.578	0,6 % (3452)	BUROW et al., 1996
Rohmilch (RD/Schf/Zg)	USA	133	2,3 % (3)	D'AMICO et al., 2008
Rohmilch	Frankreich	69	5,8 % (4)	DESMASURE et al., 1997
past. Milch	Spanien	28	21,4 % (6)	GARAYZABAL et al., 1986
Rohmilch Milchfilter	USA	121	12,5 % (15)	HAYES et al., 1986
Rohmilch Milchsiebe	USA	14	14,3 % (2)	
Milch/-produkte	Sri Lanka	265	15 % (39)	JAYAMANNE und SAMARAJEWA, 2001
Rohmilch (Rd)		39	29 % (11)	
Tankmilch	USA	131	4,6 % (6)	JAYARAO und HENNING, 2001
Milch	Bulgarien?	845	3 % (27)	KOVINCIC et al., 1979
Tankmilch	USA	474	4,9–7 % (23–33)	MURAOKA et al., 2003
Tankmilch	Czech. Republik	278	2,1 % (6)	NAVRATILOVA et al., 2004
Rohmilch	Brasilien	210	0 % (0)	NERO et al, 2008
Rohmilch	Irland	589	4,9% (29)	REA et al., 1992
Milch/-erzeugnisse	Deutschland	4318	0,6 % (27)	RIEMELT und BARTEL, 2002
Rohmilch	Deutschland	415	5,5 % (23)	SPECKER, 1996
Tankmilch	USA	861	6,5 % (56)	VAN KESSEL, et al., 2004
Σ (Summe)		23.678	3729–3739 (15,7–15,8 %)	

Listerien stellen nur geringe Nährstoffanforderungen und können sich unter ansonsten optimalen Bedingungen bei einem Temperaturspektrum von -0,4 °C bis +45 °C vermehren (RKI, 2010b). Aus der niedrigen Minimaltemperatur heraus resultiert auch ihre lebensmittelhygienische Bedeutung, da in den meisten Haushalten Kühlschränke auf höhere Temperaturen eingestellt sind.

SANJANA et al. (2009) untersuchten in ihrer Studie neben dem qualitativen Vorkommen von *Listeria monocytogenes* in pasteurisierter Milch auch das Wachstum dieser Spezies bei Kühlschranktemperatur (4°C) in einem Milchprodukt über einen Zeitraum von sieben Tagen. Während sich in den ersten vier Tagen kein signifikanter Anstieg der Koloniezahl zeigte, nahm am fünften Tag die Anzahl der koloniebildenden Einheiten dramatisch zu ($7,4 \times 10^5$ KbE/ml), um dann wieder abzusinken ($2,8 \times 10^5$ KbE/ml). Die Autoren nehmen an, dass die Konzentration des Keimes am 5–7. Tag der Kühlung eine Gefährdung für die menschliche Gesundheit sogar bei gesunden Menschen darstellt. Eine Population von 10 Zellen

dürfte sogar für das Entstehen einer Listeriose bei kranken Individuen ausreichen (invasive Form der Erkrankung), während es bei gesunden Menschen einer Anzahl von 10^5 Zellen (nicht-invasive Form) bedarf. Ergänzend seien die Untersuchungsergebnisse von DOYLE et al. (2001) angeführt. Danach vermehrt sich *Listeria monocytogenes* während einer Kühl-schranklagerung bei 4 °C innerhalb von sieben Tagen um die 10-fache Menge.

Die Erregeraufnahme erfolgt beim Menschen in der Regel oral durch Verzehr von kontaminierten Nahrungsmitteln. Als risikobehaftet wird u.a. auch Rohmilch genannt, die schon beim Melken verunreinigt werden kann. Auch durch mangelnde Hygiene bei der Verarbeitung können Lebensmittel mit dem Keim kontaminiert werden (BfR, 2008).

Als hauptsächliche Infektionsquelle für Rinder (und auch andere Nutztiere) wird vor allem verdorbene Silage angesehen. FENLON (1986) fand bei der Untersuchung von natürlich kontaminierter Silage im Zusammenhang mit einem suspekten Listeriose-Ausbruch bei Kälbern *L. monocytogenes*-Gehalte von über 12.000 Keimen/Gramm. VILAR et al. (2007) stellten im Rahmen ihrer Erhebung, die sich mit dem Vorkommen von Listerien in Tankmilch aus einer Region Nordwestspaniens beschäftigte, einen Zusammenhang zwischen schlechter Silage-Qualität (angezeigt durch einen hohen pH-Wert, d.h. $> 4,5$) und der Anwesenheit von *Listeria spp.* in Silage, fest. Der prozentuale Anteil bei einem pH-Wert $> 4,5$ betrug 29,5%, bei einem Wert $< 4,5$ lag die Häufigkeit bei 6,2 %. Weiterhin überprüften FEDIO UND JACKSON (1992) vier Milcherzeugerbetriebe, bei denen *L. monocytogenes* in der Rohmilch nachgewiesen worden war, auf potentielle Kontaminationsquellen. Während nur in einer von 262 unter aseptischen Kautelen entnommenen Viertelgemelksproben (= 0,4 %) *L. monocytogenes* nachgewiesen werden konnte, ließen sich aus zehn von 69 (= 14,5 %) Kotproben *L. monocytogenes* anzüchten. Eine vergleichende Prüfung dreier anderer Betriebe mit negativem *L. monocytogenes*-Befund zeigte indessen auch hier einen positiven Befund bei 15 von 114 Kotproben (= 13,2 %). Hier lag die Vermutung nahe, dass die Kontamination von Rohmilch eher durch Verschmutzung erfolgte als dass sie auf eine Erregerausscheidung durch das infizierte Tier zurückzuführen war.

2.5 Untersuchung von Oberflächen

Für die Bestimmung der Oberflächenkeimzahl stehen verschiedene Methoden in zahlreichen Varianten zur Verfügung. Bei der Auswahl eines passenden Untersuchungsverfahrens und der einzusetzenden Utensilien müssen nach POWITZ (2004/2005) unterschiedliche Faktoren berücksichtigt werden. Zunächst spielen die zu erwartenden bzw. die zu überprüfenden Keimarten eine Rolle. Ihre Wiederfindung ist vom Wissen/Verständnis über die Fähigkeiten zur Adhäsion, das Überleben, den Schlafzustand (dormancy) und der Erholung im gestressten Zustand (resuscitation) abhängig. Vor allem sind aber die geometrischen (kurvig, glatt, rau) und chemischen Eigenschaften (Rückstände von Desinfektionsmitteln, Öle, Salze etc.) der zu untersuchenden Fläche bedeutsam.

Großen Einfluss auf das Keimwachstum im Allgemeinen üben Zeit und Temperatur während des Transportes (KLEINER, 2000), die Verwendung eines Transportmediums (BARRY et al., 1972), die Probenahmetechnik, Probenahmedatum und -zeitpunkt (FLISS et al., 1991), das keimtragende Probenmaterial und dessen weitere Verarbeitungsmethode (ROSE et al., 2004) aus.

Bei der Untersuchung von Oberflächen lassen sich nach REUTER (1984) nicht-destruktive (Abklatsch-, Abstrich- und Abspülmethode) und destruktive Methoden unterscheiden. Während bei den nicht-destruktiven Methoden die zu untersuchende Fläche unversehrt bleibt, wird bei der destruktiven Technik Substrat direkt entfernt, was zu einer Schädigung der zu untersuchenden Oberflächen-Matrix führt und die Praktikabilität dieses Verfahrens in der Routine-Hygiene-Kontrolle auf bestimmte Materialien beschränkt. So ist die destruktive Technik der Exzision in der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren (ASU L 06.00-40 1997-01) zur Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Fleisch vorgegeben und wird häufig bei vergleichenden Untersuchungen zur Effektivität von destruktiven und nicht destruktiven Probenahmeverfahren benutzt (AUGUSTIN et al., 2009; PALUMBO et al., 1999; SNIJDERS et al., 1984), wobei die destruktiven Probenahmeverfahren den nicht-destruktiven Methoden überlegen sind.

Bei der nicht-destruktiven Probeentnahme unterscheidet man nach POWITZ (2004/2005) die vier Basismethoden Kontakt-Platten, Tupfer/Wischer, das direkte Agar-Abklatsch- und Abspül-Verfahren und die Sammlung von Material unter Gebrauch von Vakuum. Kontakt-Platten sowie Tupfer/Wischer werden am häufigsten benutzt. Die beiden anderen sehr arbeits- und laborintensiven Methoden werden nur dann eingesetzt, wenn die erstgenannten Verfahren aufgrund ungeeigneter Oberfläche ausscheiden.

Kontakt Agar Platten und -Slides eignen sich gut bei glatten, flachen Oberflächen, auch mit kleinen Krümmungen. Für gebogene oder unebene Oberflächen sind flexible Kontakt-Slides im Handel. Sie besitzen eine im Vergleich zu den Kontakt-Platten größere Oberfläche.

Das Abtupfern mit einem sterilen Baumwoll-bestückten Applikator oder Schwamm ist die am meisten gebräuchliche Technik, um auf einem schmalen, unzugänglichen Areal, z.B. Dichtungen, T-Stücke, Blindstutzen, Rohrkrümmungen und Senkschrauben (WEBER, 2010) einen groben Überblick über die Kontamination zu gewinnen. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist, dass die in der Lösung vorliegenden Mikroorganismen auch zur weiteren Untersuchung

mittels Membranfiltrationsmethode zur Verfügung stehen. Wischtechniken sind auch sehr benutzerfreundlich, v.a. in der Lebensmittelherstellung, wenn eine größere Oberfläche untersucht werden soll.

Die Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB sieht für die Untersuchung von Bedarfsgegenständen drei verschiedene Methoden zur Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungsgegenständen im Lebensmittelbereich vor (ASU L 80.00-1,2,3), die auf der Übernahme der gleichnamigen Deutschen Norm DIN 10113, Teil 1 (Quantitatives Tupferverfahren), Teil 2 (Semiquantitatives Tupferverfahren) und Teil 3 (Semiquantitatives Verfahren mit Nährbodenbeschichteten Entnahmevorrichtungen; Abklatschverfahren) basieren.

Bei den Tupferverfahren wird die zu untersuchende Oberfläche mit einem (semiquantitativer Nachweis) oder zwei (NTT = Nass-Trocken-Tupfer, quantitativer Nachweis) Tupfern abgestrichen. Anschließend wird der Tupfer in eine Verdünnungsflüssigkeit gegeben, ausgeschüttelt und – ggf. nach Anlegen weiterer Verdünnungsstufen – ein bestimmtes Inokulum auf einen für die nachzuweisenden Mikroorganismen erforderlichen festen Nährboden gegeben. Nach entsprechender Bebrütung erfolgt die semiquantitative Auswertung der bewachsenen Nährmedien anhand eines vorgegebenen Schlüssels bzw. die Berechnung der nachzuweisenden Mikroorganismen beim quantitativen Verfahren.

Das Staatliche Veterinäruntersuchungsamt Oldenburg hat eine Arbeitsanweisung zur Hygienekontrolle bei der Gewinnung, Bearbeitung und Verarbeitung der Milch mit dem Nass-Trockentupferverfahren (NTT) auf der Grundlage der DIN 10113-1 erstellt (PFANNENSCHMIDT, 2003).

Eine weitere Variante stellt das direkte Ausstreichen des Tupfers auf einem festen Nährboden dar (POWITZ, 2004/2005).

Beim amtlichen Abklatschverfahren wird die beschichtete Seite der zuvor gegen Austrocknung geschützten Nährbodenbeschichteten Entnahme-Vorrichtung (z.B. Dip-Slides, Platten) mit der zu untersuchenden Fläche durch Andrücken in Kontakt gebracht. Anschließend werden die „beimpften“ Entnahme Vorrichtungen in den Transportbehälter zurückgeführt und in demselben bebrütet. Die Auswertung erfolgt wie beim einfachen Tupferverfahren anhand eines vorgegebenen Schlüssels. Beide semiquantitativen Verfahren eignen sich gemäß der Norm zur orientierenden Keimzahlbestimmung.

Nachteile der klassischen Methoden – auch in ihrer normierten Form – sind der hohe Zeitaufwand und erhebliche Mängel sowohl in Bezug auf die Empfindlichkeit als auch auf die Reproduzierbarkeit, v.a. bei geringer Keimdichte. Gründe für einen Mangel an Reproduzierbarkeit können im Versuchsaufbau selbst oder in einer unzureichenden Sorgfalt seitens der Probenehmer liegen. Einige Faktoren, welche die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse beeinflussen, sind die Größe der zu untersuchenden Fläche und die Gründlichkeit der Probenahme (Anzahl und Frequenz der Wischzüge über die Oberfläche). Drehen des Tupfers bei der Probenahme, doppeltes Wischen (rechtwinklige Wischtechnik) und ausreichender Druck auf den Tupfer gewährleisten zuverlässigere Resultate (IUL INSTRUMENTS, o.J.). Dennoch können subletal geschädigte Mikroorganismen häufig nicht nachgewiesen werden (BECKER et al., 2004).

Im Handel finden sich Tupfer mit unterschiedlichen Ummantelungsmaterialien, die einen Einfluss auf das Wachstum der Mikroorganismen und ihre Nachweismöglichkeiten ausüben.

ROSE et al. (2004) überprüften die Effektivität der Wiederfindung von Sporenmaterial auf Baumwoll-, Makroschaum-, Polyester- und Viskose-Tupfern. Sie wandten verschiedene Bearbeitungsmethoden sowohl bei trockenen als auch bei angefeuchteten Tupfern an. Die angefeuchteten Tupfer waren den trockenen und die verwirbelten („Vortexen“) den mit Schall oder durch minimales Schütteln bearbeitete, überlegen. Die angefeuchteten, mit Verwirbelung bearbeiteten Makroschaum- und Baumwoll-Tupfer besaßen die höchste Wiederfindungsrate.

LOUWERS UND KLEIN (1994) sprachen sich dagegen für das einfache Tupferverfahren in der Hygieneüberwachung aus. Der apparative Aufwand ist vertretbar und die Ergebnisse ermöglichen eine gute Einschätzung des Hygienezustandes von Betrieben.

Tupferproben werden in verschiedenen Variationen in Milcherzeugerbetrieben häufig als Hilfsmittel zur Ermittlung von hygienischen Risikofaktoren für die Eutergesundheit (HOEDEMAKER et al., 2006), Beurteilung des hygienischen Zustandes von Melkanlagen und Überprüfung von Hygiene-/Desinfektionsmaßnahmen im Melkbereich (FALKENBERG et al., 2005; FISCHER et al., 2001; MODEL (2002, 2008); PANTOJA et al., 2011; REINHOLD et al., 2002; REINHOLD et al., 2003; SCHLEGELOVÁ et al., 2010) eingesetzt.

3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material und Methoden

3.1.1. Material

3.1.1.1 Probenmaterial

Im Rahmen der vorliegenden Erhebung wurden in der Zeit von Februar 2000 bis Dezember 2001 bundesweit 108 Tankmilch- und 381 Tupferproben gezogen. Tabelle 10 enthält eine Aufstellung der besuchten Betriebe, der dort installierten AMVs sowie der Zahl der jeweils entnommenen Tankmilch- und Tupferproben. Bei einer Milch-Mischprobe zweier Systeme des gleichen Herstellers aus einem Betrieb wurden die Tankmilch-Untersuchungsergebnisse bei der späteren Auswertung beiden Systemen zugeordnet. Für die Bewertung der Reinigungssysteme der Firmen 4 und 5 wurde der Mittelwert aus beiden Tupferproben für die Gesamtauswertung heran- und zu einer Probe zusammengezogen.

Als Probenentnahmegesäß für die Tankmilch fungierte eine mit Alkohol abgeflammete Schöpfkelle. War der Tankinhalt durch die obere Öffnung nicht erreichbar, wurde die Milchprobe nach Ablauf von einer halben Eimerfüllung direkt aus dem Auslauf in ein steriles Gefäß abgefüllt. Wurden an einem Tag mehr als eine Probe aus demselben Bestand untersucht, so stammte die Milch aus verschiedenen Hofsammeltanks. Da einige Betriebe mehrere Melksysteme (u.a. versch. Hersteller) unterhielten, kommt es zu Differenzen zwischen der Anzahl der Betriebe und der vorhandenen Melksysteme. Die einzelnen Milchproben wurden in mit Kühlakkus versehenen Kühlboxen bei ca. 4 °C transportiert und je nach Entfernung des Probenahmeortes innerhalb von 12–36 Stunden untersucht.

Die Tupferproben wurden jeweils von den verschiedenen vorhandenen Melksystemen unter Zuhilfenahme von Wattestäbchen mit Amies-Transportmedium entnommen, wobei die Watteträger in kreisförmigen Bewegungen an der tiefsten zu erreichenden Stelle des Probenahmeortes 3-mal herumgeführt wurde. Folgende Stellen wurden untersucht:

- Innenrand des Melkbechergummis (Zitzengummikopf)
- Innenfläche des Melkbeckers (Zitzengummischaft)
- Spülkopf (Melkzeugaufnahme)
- externe Reinigungsvorrichtung (falls vorhanden)
 - Reinigungsbürste/n nach der Desinfektion, gebrauchsfertig zum Ansatz an das nächste Tier (bei dem Fabrikat der Fa. Westfalia wurden zwei Tupferproben entnommen, jeweils von dem Teil der Bürste, der aus der Reinigungstonne ragte, und dem Teil, der sich im Inneren der Tonne befand. Aus beiden Resultaten wurde das geometrische Mittel der Zahlen errechnet (vergleiche 3.1.2.2)
 - Vormelkbecher nach der Desinfektion

Die Proben wurden bis zur Untersuchung kühl (< 4 °C) gelagert.

Informationen zur Einzelbetriebsstudie (Versuchsbetrieb)

Die Einzelbetriebsuntersuchung wurde als deskriptive Feldstudie auf einer im Lande Brandenburg liegenden Milchviehanlage mit stetig ansteigender Anzahl von Tieren (62–87) durchgeführt. In diesem Versuchsbetrieb wurden zwischen Januar und November 2001 zwei AMV "Zenith" der Fa Gascoigne Melotte mit jeweils vier Boxen installiert. Die Probenahme erfolgte vom 25.01.01 bis zum 12.12.01 an 13 Terminen ausschließlich am ersten System in Form von Tankmilch- und Einzeltierproben.

Zur Beurteilung der Effektivität der Zitzenvorreinigung wurden ca. 50 cm nach dem Sammelstück sowohl an der Milchtransportleitung als auch an der Ableitung des Spül- und Zitzenreinigungswassers an zwei Boxen Probenahmestellen errichtet. Hier wurden zwischen den Leitungen T-Stücke angebracht, um zusätzliche Gummischläuche anschließen zu können, aus denen sich per Injektionskanülen und -spritzen nach erfolgter Desinfektion Milch- bzw. Spülwasserproben entnehmen ließen.

Auf der Versuchsanlage befanden sich zu Beginn des Projektes 62 Tiere der Rasse DSB/HF (Deutsche Schwarzbunte/Holstein Frisian). Einigen Rindern war der SMR (Schwarzbuntes Milchrind)-Einschlag noch anzusehen. Alle Kühe stammten ursprünglich aus der Anbindehaltung des Betriebes. Im Februar 2002 wurden insgesamt 181 Tiere auf beiden Systemen gemolken, wobei im zweiten AMV eine Hochleistungsgruppe aufgebaut wurde.

Die Rinder wurden ganzjährig im Stall mit Tiefstreu gehalten. Der Kuhverkehr war gelenkt. Den Tieren wurde eine hofeigene Futtermischung gereicht. Hinzu kamen Milchleistungsfutter und 700 Gramm Lockfutter. Die Kraffuttermenge wurde mittels Transponder zugeteilt. Die Milchleistung lag im Oktober 2001 bei 23,2 kg/Tier, im Februar 2002 bei 25,3 kg/Tier für das 1. System. Der Fettgehalt betrug im Durchschnitt 4,13%, der Eiweißgehalt 3,38%, die Zellzahl 199.826/ml Rohmilch und die Keimzahl 35.111 KbE/ml (Koloniebildende Einheiten/ml) Rohmilch (Zeitraum Februar 01–Februar 02, arithmetisches Mittel der Milchgüteprüfung).

Die Hauptreinigung des Systems erfolgte zweimal täglich. Zur Desinfektion der Anlage wurden Säure und Lauge im Wechsel benutzt. Eine Zwischendesinfektion erfolgte nicht. Die Zitzen wurden systembedingt nicht gedippt.

Die geplante Leerprobennahme zwecks Feststellung der Keimbelastung des noch nicht in Betrieb genommenen AMV-Systems erübrigte sich aufgrund der verspäteten Inbetriebnahme des "Zenith". Als Ausgleich wurde eine Tankmilchprobe gezogen.

Tab. 10 enthält eine Liste der Milch- und Tupferproben, gegliedert nach Betrieb und Entnahmeort. Firma 1–5 und 7 sind Melkroboter (Herstellernamen S. 72–73), Firma 6 kennzeichnet konventionell melkende Betriebe.

3 Eigene Untersuchungen 3.1 Material und Methoden

Tab. 10: Aufstellung der besuchten Betriebe und entnommenen Proben (Teil I)

Betrieb Nr.	Firma	Anzahl Milchproben	ZGK	ZGS	Spülkopf	Bürstenrolle	Bürste	VMB (ZGK)	VMB (ZGS)	Tupferproben
1	1	1	1	1	1					3
2	2	1	1	1	1					3
3	6	1								0
3	3	1	1	1	1	1				4
4	1	1	1	1		1				3
5	1	1	1	1	1	1				4
6	1	1	1	1	1	1				4
7	6	1								0
7	1	1	1	1	1	1				4
8	1	1	1	1	1	1				4
9	4	1	1	1	1	1	1			5
10	4	1	1	1	1	1	1			5
11	1	1	1	1	1	1				4
12	2	1	1	1	1					3
13	3	1	1	1	1	1				4
14	3	1	1	1	1	1				4
15	3	1	1	1	1	1				4
16	2	1	1	1	1					3
17	5	1	1	1	1				1	4
18	6	1	1	1	1					3
19	6	1	1	1	1					3
20	6	1	1	1						2
21	6	1	1	1	1					3
22	2	1	1	1	1					3
23	2	1	1	1	1					3
23	2		1	1	1					3
24	1	1	1	1	1	1				4
25	1	1	1	1	1	1				4

3 Eigene Untersuchungen 3.1 Material und Methoden

Tab. 10: Aufstellung der besuchten Betriebe und entnommenen Proben (Teil II)

Betrieb Nr.	Firma	Anzahl Milchproben	ZGK	ZGS	Spülkopf	Bürstenrolle	Bürste	VMB (ZGK)	VMB (ZGS)	Tupferproben
26	1	1	1	1	1	1				4
27	6	1	1	1	1					3
28	1	1	1	1	1	1				4
29	6	1	1	1	1					3
30	5	1	1	1	1			1	1	5
31	2	1	1	1	1					3
32	1	1	1	1	1	1				4
33	6	1								0
33	1	1	1	1	1	1				4
34	1	1	1	1	1					3
35	1	1	1	1	1	1				4
36	3	1	1	1	1	1				4
37	6	1	1	1	1					3
38	6	1	1	1						2
39	6	1	1	1	1					3
40	6	1	1	1	1					3
41	6	1	1	1	1					3
42	6	1	1	1						2
42	3	1	1	1	1	1				4
43	4	1	1	1	1	1	1			5
44	4	1	1	1	1	1	1			5
45	4	1	1	1	1	1	1			5
46	4	1	1	1	1	1	1			5
47	7	1	1	1	1					3
48	7	1	1	1	1					3
49	6	1								0
49	1	1	1	1	1	1				4
50	1	1	1	1	1	1				4

3 Eigene Untersuchungen 3.1 Material und Methoden

Tab. 10: Aufstellung der besuchten Betriebe und entnommenen Proben (Teil III)

Betrieb Nr.	Firma	Anzahl Milchproben	ZGK	ZGS	Spülkopf	Bürstenrolle	Bürste	VMB (ZGK)	VMB (ZGS)	Tupferproben
51	7	1	1	1	1					3
52	7	1	1	1	1					3
53	7	1	1	1	1					3
54	6	1	1	1						2
55	6	1	1	1						2
56	7	1	1	1	1					3
57	7	1	1	1	1					3
58	7	1	1	1	1					3
59	6	1								0
59	4	1	1	1	1	1	1			5
60	4	1	1	1	1	1	1			5
61	5	1	1	1	1			1	1	5
62	7	1	1	1	1					3
63	1	1	1	1	1	1				4
64	1	1	1	1	1	1				4
65	7	1	1	1	1					3
66	5	1	1	1	1			1	1	5
67	2	1	1	1	1					3
68	4	1	1	1	1	1	1			5
69	3	1	1	1	1	1				4
70	2	1	1	1	1					3
71	5	1	1	1	1			1	1	5
72	5	1	1	1	1			1	1	5
73	7	1	1	1	1					3
74	2	1	1	1	1					3
75	2	1	1	1	1					3

3 Eigene Untersuchungen 3.1 Material und Methoden

Tab. 10: Aufstellung der besuchten Betriebe und entnommenen Proben (Teil IV)

Betrieb Nr.	Firma	Anzahl Milchproben	ZGK	ZGS	Spülkopf	Bürstenrolle	Bürste	VMB (ZGK)	VMB (ZGS)	Tupferproben
76	4	1	1	1	1	1	1			5
77	4	1	1	1	1	1	1			5
78	3	1	1	1	1	1				4
78	3			1	1	1				3
79	2	1	1	1	1					3
80	4	1	1	1	1	1	1			5
81	2	1	1	1	1					3
82	2	1	1	1	1					3
83	6	1								0
83	1	1	1	1	1	1				4
84	4	1	1	1	1	1	1			5
85	4	1	1	1	1	1	1			5
86	4	1	1	1	1	1	1			5
87	1	1	1	1	1	1				4
88	1	1	1	1	1	1				4
89	1		1	1	1	1				4
89	1	1	1	1	1	1				4
90	1	1	1	1	1	1				4
91	5	1	1	1	1			1	1	5
92	7	1	1	1	1					3
93	2	1	1	1	1					3
94	7	1	1	1	1					3
95	1	1	1	1	1	1				4
95	1		1	1	1					3
96	2	1	1	1	1					3
97	7	1	1	1	1					3
98	7	1	1	1	1					3
99	7	1	1	1	1					3

3.1.1.2 Nährmedien und Reagenzien

Die bei der Untersuchung auf die verschiedenen Bakterien verwendeten Nährmedien wurden in der Nährbodenküche des Institutes für Lebensmittelhygiene der FU Berlin (Register Nr. AKS-P-21101-EU) entsprechend den Vorgaben hergestellt, gelagert und verbraucht. Es wurden folgende Keimgruppen bzw. -arten mit folgenden Nährmedien nachgewiesen. Die entsprechenden Rezepturen finden sich im Anhang:

Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl:

- Caseinpepton-Hefeextrakt-Glucose-Agar mit Magermilch (Oxoid, CM 681)

Milchsäurebakterien:

- Sorbinsäure-Agar-Basis (Merck, Art. Nr. 10451)

Laktobazillen:

- MRS-Nährboden (Lactobacillus-Agar nach de Man, Rogosa und Sharpe) (Merck, Art. Nr. 10660)

Pseudomonaden:

- GSP-Agar (Pseudomonaden-Aeromonaden-Selektivagar nach Kielwein) (Merck, Art. Nr. 10230)
- Pseudomonas-Aeruginosa-Selektivnährboden (C-N) (Oxoid 559 + SR 102)
- Pseudomonas-Selektivnährboden (C-F-C) (Oxoid CM 559 + SR 103)

Koagulase-positive Staphylokokken:

- Staphylokokken-Selektivagar nach BAIRD-PARKER (Oxoid CM 275 + SR 54)
- BHI-Bouillon (Hirn-Herz-Bouillon) (Merck Art. Nr. 10493.0500)

Listeria (L.) monocytogenes:

- PALCAM-Selektivnährboden (Oxoid CM 877 + SR 150)
- Listeria-Anreicherungslösung (TSYEB) (Oxoid CM 862 + SR 141)
- TSYEA-Nährboden, TSYEB + Agar Nr.1, neutral (Oxoid L 11)
- Agar Nr.1, neutral (Oxoid L 11)
- COLUMBIA-Agar-Basis (Merck Art. Nr. 10455.0500) + Schafblut (5 ml)

Sulfitreduzierende Anaerobier:

- TSC-Agar (Tryptose-Sulfit-Cycloserin-Agar-Basis) (Oxoid CM 587 + SR 88)

Enterokokken:

- CATC-Agar (Citrat-Azid-Tween-Carbonat-Agar-Basis) (Merck Art. Nr. 10279)

Enterobakteriäzen:

- Kristallviolett-Galle-Glucose-Agar (VRBD-Agar) (Oxoid CM 485)

Coliforme Keime:

- Kristallviolett-Galle-Laktose-Agar (VRB-Agar) (Oxoid CM 107)

Escherichia (E.) coli:

- Endo-Nährboden-Basis (Oxoid CM 479 + basisches Fuchsin, Oxoid BR 50)
- Glutamat-Nährboden [Glutamat-Nährlösung-Basis (Oxoid CM 607) + Natriumglutamat (Oxoid L 124) + Ammoniumchlorid pro analysi 28271000 + Agar Nr. 1, neutral (Oxoid L 11)
- ECD-Fluorocult™ - Agar, Merck Art.-Nr. 1.04038.0100/0500

Hefen:

- Rose-Bengal-Agar (Dichloran-Bengalrot-Chloramphenicol-Agar-Basis (Oxoid CM 727) + Chloramphenicol-Selektivsupplement (Oxoid SR 78)

Schimmelpilze:

- Rose-Bengal-Agar = Chloramphenicol-Agar-Base + Chloramphenicol: Dichloran-Bengalrot-Chloramphenicol-Agar-Basis (Oxoid CM 727) + Chloramphenicol-Selektivsupplement (Oxoid SR 78)

Salmonellen:

- Pepton-Wasser (gepuffert) (Oxoid CM 509)
- Selenit-Cystin-Lösung-Basis (SC) (Oxoid CM 699)
- Rappaport-Vassiliadis (RV) Anreicherungslösung (Oxoid CM 669)
- BPLS-Agar (Brillantgrün-Phenolrot-Laktose-Saccharose-Agar, modifiziert) (Oxoid CM 329)
- XLD-Agar (Xylose-Lysin-Desoxycholat-Agar) (Oxoid CM 469)
- RAMBACH-Agar (Merck Art. Nr. 1.07.500.0001)

Bacillus (B.) cereus:

- Polymyxin-Eigelb-Mannit-Bromtymolblau-Agar (PEMBA) (Oxoid CM 617 + SR 99, SR 47)

Färbelösungen für die mikrobiologische Identifizierung (Schnellfärbeverfahren nach Holbrook und Anderson):

- Malachitgrün/Oxalat (Sporenfärbung), Merck, CerTistain® 15942
- Sudanschwarz B-Lösung (Färbung intrazellulären Fettes), Merck, 1387
- Alkohol
- Safranin-Lösung (Färbung der Sporangien), Merck, CerTistain® 15948

Immersionsöl zur mikroskopischen Betrachtung

Verdünnungslösung (ungepuffertes Peptonwasser, Oxoid. Best.Nr. CM 9)

3.1.2 Methoden

Die Untersuchungen wurden in Anlehnung an nationale Standards bzw. Normen durchgeführt (DIN, § 64 LFBG). Die statistische Auswertung erfolgte mit dem System SPSS 10.0/12.0/20.0/22.0 für Windows. Aus darstellerischen Gründen wurden die Abbildungen im Ergebnisteil bereinigt (siehe auch Kap. 3.2.3).

3.1.2.1 Chemisch-physikalische Untersuchung der Tankmilch (BfR)

Die Analysen wurden durch das heutige Bundesinstitut für Risikobewertung – damals Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) – vorgenommen.

Somatische Zellen	(Foss 60)
Gefrierpunkt	(Cryostar II-LC)
Eiweiß	(Milcoscan 133 B)
Fett	(Milcoscan 133 B)
Trockenmasse	(Milcoscan 133 B)
Laktose	(Milcoscan 133 B)

3.1.2.2 Mikrobiologische Untersuchung (FU Berlin)

Die mikrobiologischen Analysen dienen drei Zielen:

- Quantitative Untersuchung zur Keimzahl
- Qualitative Untersuchung zum Nachweis pathogener Mikroorganismen
- Isolierung, Identifizierung und Charakterisierung der Keime

Bei der quantitativen Untersuchung der Milchproben wurden nach sorgfältiger Durchmischung dezimale Verdünnungsstufen bis 10^{-4} angelegt. Die Tupferproben wurden in 5 ml ungesäuertes Peptonwasser gegeben, ausgeschüttelt, i.d.R. bis 10^{-2} verdünnt und das Inokulum auf die jeweiligen Nährböden aufgetragen. Nach dem Beimpfen wurden alle Platten invert (mit dem Deckel nach unten) inkubiert.

Ermittelt wurden folgende Parameter:

mikrobiologische Untersuchung der Tankmilch und der Tupfer

- mesophile aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ)
- aerob wachsende Milchsäurebakterien
- Laktobazillen
- Pseudomonaden
- Staphylokokken (Koagulase positiv)
- *Listeria (L.) monocytogenes*
- Sulfitreduzierende Anaerobier
- Enterokokken
- Enterobakteriaceen
- Coliforme Keime
- *Escherichia (E.) coli*
- *Bacillus (B.) cereus*
- Hefen
- Schimmelpilze

reduzierter Probenumfang für die Einzeltiermilchproben des Versuchsbetriebes

- mesophile aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ)
- Pseudomonaden
- Staphylokokken (Koagulase positiv)
- Coliforme Keime
- *Escherichia (E.) coli*
- Hefen

Die Differenzierung anhand Morphologie und Biochemie wurden der „Farbatlas zur Diagnose bakterieller Infektionserreger der Tiere“ (BISPING UND AMTSBERG, 1988) und die „Milchwirtschaftliche Mikrobiologie“ (RIEMELT et al., 2003) herangezogen. Die Beschreibungen der Koloniformen sind den Handbüchern der Nährmedien-Hersteller (Fa. Merck und Oxoid und den Beschreibungen der Amtlichen Methodensammlung nach § 64 LFGB) entnommen.

Dem Berechnungsmodus entsprechend konnten nur Proben mit Keimzahlen über der Nachweisgrenze einbezogen werden. Der Gehalt an Koloniebildenden Einheiten in einer Probe wurde mit Hilfe des **gewogenen arithmetischen Mittels** aus den verwertbaren Verdünnungsstufen berechnet. Dabei wird die Summe aller ausgezählten Kolonien durch die Summe der ausgezählten Agarplatten unter gleichzeitiger Gewichtung des Probenvolumens dividiert. Dieses Maß wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\text{Farmiloe'sche Formel: } \bar{n} = \frac{\sum C}{n_1 \cdot 1 + n_2 \cdot 0,1} \cdot d$$

(Zeichenerklärung siehe Anhang Kap. 8)

Gesamtkeimzahl (L 01.00-5 der amtlichen Sammlung nach § 64 LFGB)

a) Isolierung und Keimzahlbestimmung

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

Inkubation: 48 h/30 °C

b) Identifizierung und Charakterisierung der Keime

Zählung aller Segmente mit Koloniezahlen zwischen 5 und 50

Milchsäurebakterien (L 06.00-35)

a) Isolierung und Keimzahlbestimmung

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

Inkubation: 48 h/30 °C

b) Identifizierung und Charakterisierung der Keime

Kolonie: groß, ca. 2–3 mm, weiß oder grauweiß, flach oder erhaben, glatt oder rau

Morphologie: systematisch indifferente Gruppe von Mikroorganismen, Katalase-negative, gram-positive Stäbchen und Kokken

Laktobazillen (L 06.00-31)

a) *Isolierung und Keimzahlbestimmung*

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

Inkubation: 48 h/30 °C (anaerob)

b) *Identifizierung und Charakterisierung der Keime*

Kolonie: groß, Ø 2–3 mm, weiß bis gelblich

Morphologie: grampositive, sporenlose Stäbchen in Form von langen, schlanken oder kurzen, kokkoiden Stäbchen, Lage einzeln oder in Fäden, i.d.R. unbeweglich, Größe ca. 1,5–6 µm

Biochemie: Katalase-negativ

Pseudomonaden

a) *Isolierung und Keimzahlbestimmung*

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

Inkubation: 48 h/30 °C (GSP-Agar), anaerob

48 h/30 °C (CN-Agar)

48 h/30 °C (CFC-Agar)

Betrachtung des CFC- und CN-Agars unter UV-Licht und Tageslicht nach 24 und 48 Std.

b) *Identifizierung und Charakterisierung der Keime*

Kolonien:

- GSP-Agar: groß, Ø 2–3 mm, blauviolett, Umgebung rotviolett
- CFC/CN-Agar: 0,5–1 mm, beige (unter UV-Licht), feucht, Umgebung grün

Jegliches Wachstum auf CFC- und CN-Agar lässt auf vorhandene *Pseudomonas spp.* schließen. Blaugrüne oder braune Pigmentierung bzw. Fluoreszenz können als Hinweis auf *Pseudomonas aeruginosa* gelten.

Morphologie: gramnegative, bewegliche Stäbchen

Biochemie: Katalase positiv, Oxidase positiv

Aufgrund der Ineffektivität bzw. Materialaufwandes wurde im Verlauf der Erhebungen bei dem Nachweis von Pseudomonaden auf den CN- und CFC-Agar verzichtet (nicht § 64 relevant).

Koagulase positive Staphylokokken (L 01.00-24)

a) *Isolierung und Keimzahlbestimmung*

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

Inkubation: 48 h/37 °C

b) *Identifizierung und Charakterisierung der Keime*

Kolonien *S. aureus*: grauschwarz, glänzend, gewölbt, Ø 1-3 mm, charakteristische Hof- und Ringbildung; schmaler weißer Rand, umgeben von einer klaren Zone von 2–5 mm. Nach 24 h Bebrütung können in den klaren Zonen opake Höfe auftreten.

Morphologie: 0,5–1,5 µm groß, unbeweglich, in unregelmäßigen Haufen gelagerte Kokken, *S. aureus*: auch einzeln, selten paarweise

Biochemie: fakultativ anaerob (bestes Wachstum jedoch unter aeroben Bedingungen), Temperaturoptimum: 30–40°C, keine besonderen Nährbodenanforderungen, *S. aureus*: Unterscheidungsansätze zu anderen Staphylokokken u.a.: Clumping-Faktor (Kaninchenplasma) positiv, Koagulase-positiv, Tellurit Reaktion positiv

Listeria (L.) monocytogenes (L 00.00-22)

a) Isolierung und Keimzahlbestimmung

Milchprobenmaterial → 1 ml in 100 ml TSYEB-Medium

Tupferprobenmaterial → 1ml der Ausschüttellösung in 50 ml EB-Medium

Inkubation: 48 h/30 °C

Drei-Ösen-Ausstrich auf PALCAM-Agar

Inkubation: 48h/37 °C

b) Identifizierung und Charakterisierung der Keime

Kolonien: dunkelbraune bis schwarze Kolonien mit napfförmiger Vertiefung, 1,5–2 mm groß, schwarzer bis schwarzbrauner Hof ≙ verdächtige *Listeria* spp.-Kolonien

Morphologie: grampositive, sporenlose Stäbchen (S- und R-Form)
S-Form: kokkoides, bewegliches Stäbchen, ca. 0,6–2 µm lang
R-Form: Auftreten unter künstlichen Züchtungsbedingungen, Fäden erreichen eine Länge von 50–100 µm

Biochemie: CAMP-Test positiv
Subkultur von 5 Kolonien auf TSYEA-Nährboden zur Bestätigung

- Inkubation 24h/ 37 °C
- Katalase Test (positiv)
- CAMP-Test mit *S. aureus*: positiv
- Inkubation: 24 h/37 °C

sulfitreduzierende Anaerobier (L 06.00-20)

a) Isolierung und Keimzahlbestimmung

Oberflächenausstrich von 1ml Aufschüttelungsflüssigkeit (Tupferprobe) oder Milch der 0. und 1. Verdünnungsstufe auf den erstarrten Nährboden.

Einmischen von 0,8 g Cycloserin/100 ml verflüssigten und auf ca. 50 °C abgekühlten Basisnährboden. Übergießen des erstarrten, beimpften Nährbodens mit dem mit Cycloserin angereicherten Nährboden.

Inkubation: 22 h/37 °C (anaerob)

b) Identifizierung und Charakterisierung der Keime

Kolonie: schwarz von unterschiedlicher Größe

Morphologie: grampositive, in älteren Kulturen auch gramlabile bis negative, nur aufgrund einer peritrichen Begeißelung bewegliche Stäbchen; runde bis ovale Sporen, die die vegetative Form bei den meisten Arten aufweisen;

Cl. perfringens: kurze, gedrungene 0,6–0,8 x 1,2–4 µm große, unbewegliche Stäbchen, welche in der Regel einzeln liegen, Sporenposition in allen Varianten: zentral, terminal, subterminal

Biochemie: Sulfitreduktion variabel bis positiv, streng anaerobes Wachstum, *Cl. perfringens*: gegenüber Luftsauerstoff nicht hochempfindlich

Enterokokken (L 06.00-32) (Streptokokken der serologischen Gruppe D)

a) *Isolierung und Keimzahlbestimmung*

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

Inkubation: 24 h/37 °C, Nachinkubation 24 h/Raumtemperatur

b) *Identifizierung und Charakterisierung der Keime*

Kolonien: rot (kräftig oder weniger kräftig)

Morphologie: grampositive Kokken, sphärische bis ovoide Zellen, Ø 0,5–1µm, bei *Sc. faecalis* und *Sc. faecium* sind die Zellen in Kettenrichtung verlängert. Die Kokken liegen in Paaren und kurzen Ketten, wobei die Länge der Ketten variieren kann

Biochemie: Katalase-negativ

Enterobakterien (L 06.00-25)

a) *Isolierung und Keimzahlbestimmung*

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

b) *Identifizierung und Charakterisierung der Keime*

Kolonien: rot mit rötlichem Präzipitathof, rosa mit/ohne Präzipitathof, runde, violette Kolonien, Ø 1–2 mm, von einem violetten Hof umgeben. Die Identität dieser Kolonien muss bestätigt werden.

Morphologie: gramnegative, aerob oder fakultativ anaerob wachsende, in der Kultur anspruchslose Stäbchen, beweglich (peritrich begeißelt) oder unbeweglich, keine Sporenbildung

Biochemie: Oxidase negativ

Coliforme Keime (L 01.00-3)

a) *Isolierung und Keimzahlbestimmung*

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

b) *Identifizierung und Charakterisierung der Keime*

Kolonien : rot mit rötlichem Präzipitathof, Ø 1–2 mm ⇒ Laktose-positive Enterobakteriazeen: Coliforme, *E. coli*

rosa „Nadelstichkolonien“: Enterokokken, evtl. *Klebsiella*

Farblos: Laktose-negative Enterobakteriazeen

Definition: Im Sinne dieses Verfahrens sind coliforme Keime Mikroorganismen, die als rote Kolonien (Ø 1–2 mm) mit rötlichem Präzipitationshof in dem verwendeten Selektivnährboden erscheinen.

Escherichia (E.) coli

a) *Isolierung und Keimzahlbestimmung*

i) Fluoreszenzoptisches Zählverfahren unter Verwendung von Membranfiltern (L 06.00-36)

1 ml der 0., 1. und 2. Verdünnungsstufe auf Celluloseacetat-Membranen, die auf den Glutamatsnährboden aufgelegt werden, pipettieren und ausstreichen (Wiederbelebungs-schritt)

Inkubation: 4 h/37 °C

Übertragung des Membranfilters auf ECD-Fluorocult™-Agar

Inkubation: 18 h/44 °C

ii) Tropfplattenverfahren, ENDO-Agar

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

Inkubation: 24 h/37 °C

Kolonien: dunkelrot mit Metallglanz

Oxidase-Test ⇒ BBL Enterotube II: fünfstellige Schlüsselzahl (ID value), Nachschlagen im CCIS (Becton Dickinson)

Aufgrund der Ineffektivität bzw. Materialaufwandes wurde im Verlauf der Erhebungen bei der Untersuchung des Fäkalkeimes *E. coli* auf den Endo-Agar verzichtet (nicht § 64 LFBG relevant).

b) Identifizierung und Charakterisierung der Keime

Kolonien (i): Betrachtung der Kolonien unter UV-Licht (360 nm):

Fluoreszenz:

positiv ⇒ hellblaue Fluoreszenz. Beträufeln der fluoreszierenden Kolonien mit Indol-Reagens (Bestätigungsreaktion ⇒ Indolpositive Kolonien zeigen innerhalb von 10 sec eine rote bis rosa-rote Färbung)

Morphologie: gramnegatives, plumpes bis kokkoides Stäbchen; 1,1–1,5 x 2–6 µm groß, beweglich oder unbeweglich, einzeln oder paarweise gelegen, meistens bekapselt, Antigenträger, Kultur: S- und R-Form, z.T. Hämolyse

Hefen (L 01.00-37)

a) Isolierung und Keimzahlbestimmung

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

Inkubation: 4 Tage/25 °C

b) Identifizierung und Charakterisierung

Kolonien: rosa, kugelförmig, trocken, bei Bedarf Mikroskopie

Morphologie: Zellgrößen von 5–25 µm

Schimmelpilze (L 01.00-37)

a) Isolierung und Keimzahlbestimmung

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

Inkubation: 4 Tage/25 °C

b) Identifizierung und Charakterisierung

Kolonien: Mycelbildung

Morphologie: Pilz ohne auffälligen Fruchtkörper, der auf Substraten weiße oder farbige Kolonien mit samtartiger, wolliger, flockiger bis drahtartig aussehender Oberfläche bildet.

Salmonellen (L 00.00-20)

a) Isolierung und Keimzahlbestimmung

Milch: 25 ml Milchprobe werden mit 225 ml gepuffertem Peptonwasser angereichert.

Tupfer: Der gesamte Tupfer, nebst aus der Ausschüttelungslösung verbleibendem Rest, werden mit 10 ml gepuffertem Peptonwasser versetzt.

Inkubation: 24 h/37 °C

Beimpfung der flüssigen, selektiven Nährmedien:

Selenit-Cystin-Lösung-Basis (10 ml Voranreicherung/100 ml SC)

Salmonella-Anreicherungsbouillon nach RAPPAPORT-VASSILIADIS (RV) (0,1 ml Voranreicherung/10 ml RV)

Inkubation: 24 h/37 °C (SC)/42 °C (RV)

Isolierung: Ösenausstrich auf BPLS- und XLD-Agar

Inkubation: 24 h/37 °C

b) Identifizierung und Charakterisierung der Keime

Kolonien:

BPLS-Agar : rot mit leuchtend rotem Hof

XLD-Agar: rote oder gelborange gefärbte, transparente Kolonien mit schwarzen Zentren auf rotem Nährbodenhintergrund:

Salmonella, Edwardsiella spp.;

Orange, leicht opak:

S. Typhi, Xylose-positive Stämme

Ausstrich verdächtiger Kolonien auf neutralem- und Rambach-Nährboden

Inkubation: 24 h/37 °C

Kolonien: rot (Rambach)

Oxidase-Test: (45 sec keine Reaktion: negativ)

BBL Enterotube II: fünfstellige Schlüsselzahl (ID value, z.B. 76151), Nachschlagen im CCIS (Becton Dickinson),

Antiseren: zur näheren Bestimmung der charakteristischen Antigene

Morphologie: gramnegative, ovoide Kurzstäbchen, 0,5–0,8 x 1–3,5 µm, liegen meistens einzeln; Beweglichkeit beruht auf peritricher Begeißelung (regelmäßig unbeweglich: *S. gallinarum pullorum*)

Bacillus (B.) cereus (L 00.00-20)

a) Isolierung und Keimzahlbestimmung

Drop-Plating-Verfahren, beginnend mit der 0. Verdünnungsstufe

0,05 ml Probenmaterial/Verdünnungsstufe

Inkubation : 24 h/37 °C

b) Identifizierung und Charakterisierung der Keime

Gattung Bacillus: grampositive, selten gramlabile bis gramnegative, meistens bewegliche Stäbchen mit endogener Sporenbildung und aeroben Wachstum

Kolonie: gezackt, ca. 5 mm groß, auffällig türkis bis pfauenblau gefärbt, umgeben von einer ausgeprägten Eigelb-Präzipitation mit gleicher Färbung

Morphologie: 3–5 µm großes Stäbchen, Bildung von kurzen oder längeren Fäden, jedoch im Organismus keine Kapselbildung, beweglich, Überprüfung auf Anwesenheit von Lipidtröpfchen in den vegetativen Zellen:

Schnellfärbeverfahren nach HOLBROOK und ANDERSON

⇒ Erscheinungsbild: rechteckige Zellen, ca. 4–5 µm lang und bis 1,5 µm breit, leicht abgerundete Ecken, Sporen schwach bis mittelgrün gefärbt und zentral bis parazentral angeordnet, ohne dass sie das Sporangium ausdehnen, die Lipidtröpfchen sind schwarz, das vegetative Zytoplasma rot angefärbt).

3.1.2.3 Effektivität der Euterreinigung

Befundschlüssel zur Beurteilung der Eutersauberkeit (Euterscore):

Um die Eutersauberkeit makroskopisch beurteilen zu können und die Subjektivität der Beurteilung weitgehend auszuschalten, wurde folgender Schlüssel entwickelt (die Prozentzahlen beziehen sich auf die verschmutzte Euterfläche):

Sauberkeitsgrad 1: keinerlei bis minimale Verunreinigung sichtbar, 0–5%

Sauberkeitsgrad 2: leichte Verunreinigung sichtbar, 6–10%

Sauberkeitsgrad 3: mittelgradige Verunreinigung sichtbar (z.B. verwässerte und eingetrocknete Kotspuren in geringem Umfang), 11–25%

Sauberkeitsgrad 4: starke Verunreinigung sichtbar (verwässerte und eingetrocknete Kotreste mit Beimengungen), 26–50%

Sauberkeitsgrad 5: hochgradige Verunreinigung sichtbar (eingetrocknete, großflächige Kotreste mit Beimengungen), > 50%

3.2 Ergebnisse und Diskussion

3.2.1 Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchungen der Tankmilch

Im folgenden Kapitel werden zunächst in Teil 3.2.1.1 AMV- bzw. KMV-Resultate, bezogen auf die Herstellerfirmen mit anschließenden Ranking der Einzelbetriebe, dargestellt. Danach folgen in Teil 3.2.1.2 die Ergebnisse der flächendeckenden Studie für die Gesamtheit der Betriebe im Vergleich zwischen konventionellen und automatischen Melkverfahren mit jeweiliger Diskussion der Ergebnisse. Zum Schluss werden in Teil 3.2.1.3 die Ergebnisse der Einzelbetriebstudie aufgeführt.

3.2.1.1 Ergebnisse der flächendeckenden Studie, bezogen auf einzelne Herstellerfirmen

3.2.1.1.1 Zellzahl

In die Auswertung der Ergebnisse der Zellzahlbestimmung wurden 85 (77 %) der 110 besuchten Systeme einbezogen. Bedingt durch die BSE- und MKS-Hygienemaßnahmen zum Zeitpunkt der Probenahme wurden im BgVV zeitweise keine Proben von außerhalb angenommen, wodurch es zu einer Reduzierung der Prüfparameter und somit Absenkung der Untersuchungstiefe bei den chemisch-physikalischen Parametern kam. Die in der Tabelle 31 im Anhang aufgeführten Resultate beziehen sich auf die genannten 85 Systeme.

Systeme der Firma Nr. 1 (Lely-Industries/Lely)

Mit 24 Systemen (28 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 1 bei den auswertbaren Ergebnissen der Zellzahlerhebung am häufigsten vertreten. Das arithmetische Mittel beträgt $\bar{x} = 195.481$ Zellen/ml Rohmilch, das aussagefähigere geometrische Mittel $\bar{x}_G = 168.189$ Zellen/ml (Rang 5). Die ermittelten Streuungsmaße, d.h. Standardabweichung von $s = \pm 106.408$, Variationskoeffizient $VK = 54 \%$ und Spannweite $R = 471.041$ demonstrieren eine hohe Variabilität der Resultate. Der Interquartilbereich beträgt 160.249. Der Median liegt insgesamt im Mittelfeld mit 165.000 Zellen/ml. Ein Betrieb erreichte mit seinem Zellzahlwert das höchste Maximum aller Datensätze ($x_{\max} = 510.991$ Zellen/ml). Andererseits bedeutet das Minimum von 39.950 Zellen/ml den zweitniedrigsten gemessenen Minimalwert.

Systeme der Firma Nr. 2 (Prolion)

Mit einem Anteil von 14 Systemen, die 17 % der Gesamtanzahl an untersuchten Melkverfahren ausmachen, repräsentieren die Systeme der Firma Nr. 2 die drittgrößte Gruppe. Das arithmetische Mittel beträgt $\bar{x} = 210.471$ Zellen/ml Rohmilch, das geometrische Mittel erreicht nur $\bar{x}_G = 178.781$ Zellen/ml. Die große Streuung der Ergebnisse wird aus der Standardabweichung $s = \pm 118.223$, dem Variationskoeffizienten $VK = 56 \%$ und der Spannweite $R = 394.520$ ersichtlich. Der Interquartilbereich errechnet sich mit 204.859. Der Median liegt als zweithöchster der Wertung bei 205.236 Zellen/ml, das Maximum beträgt 451.000 Zellen/ml und ist ebenso wie das Minimum von 56.480 Zellen/ml dem mittleren Bereich zuzuordnen.

Systeme der Firma Nr. 3 (Lemmer Fullwood/Fullwood)

8 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 9 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie stellen das fünftstärkste Kontingent dar. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 169.800$ Zellen/ml Rohmilch, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 140.463$ Zellen/ml.

Eine Standardabweichung von $s = \pm 95.009$, ein Variationskoeffizient $VK = 56\%$ und eine Spannweite von $R = 272.504$ offenbaren eine große Streuung der Daten. Der Interquartilbereich beträgt 166.128. Der Median beläuft sich auf 153.213 Zellen/ml und platziert die Betriebe der Firma Nr. 3 im Mittelfeld. Gleiches gilt für das Maximum von 302.000 Zellen/ml. Das Minimum von 29.496 Zellen/ml bedeutet den geringsten ermittelten Minimalwert aller ausgewerteten Betriebe.

Systeme der Firma Nr. 4 (Westfalia/Westfalia Separator/GEA)

Viertstärkste Fraktion mit 11 Systemen (13 % der Gesamtanzahl) bildet die Firma Nr. 4. Das arithmetische Mittel von $\bar{x} = 234.804$ Zellen/ml Rohmilch und das geometrische Mittel von $\bar{x}_G = 200.988$ Zellen/ml repräsentieren die höchsten Mittelwerte der Auswertung. Die Standardabweichung von $s = \pm 129.643$, ein Variationskoeffizient von $VK = 55\%$ und die Spannweite von $R = 401.026$ Zellen/ml lassen eine weite Streuung der Daten erkennen. Der Interquartilbereich beläuft sich auf 186.977. Der Median liegt bei 209.428 Zellen/ml, das Maximum bei 479.000 Zellen/ml und das Minimum bei 77.974 Zellen/ml. Auch bei diesen Kriterien werden die höchsten bzw. zweithöchsten Werte in der Erhebung erzielt.

Systeme der Firma Nr. 5 (De Laval)

Mit 4 Systemen (5 % der Gesamtanzahl) stellt die Firma Nr. 5 das Unternehmen mit dem geringsten Datenmaterial dar. Das arithmetische Mittel beläuft sich auf $\bar{x} = 119.241$ Zellen/ml Rohmilch, das geometrische Mittel auf $\bar{x}_G = 104.915$ Zellen/ml. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 70.318$, der Variationskoeffizient $VK = 59\%$ als auch die Spannweite von $R = 151.310$ reflektieren eine weite Streuung der Ergebnisse. Der Interquartilbereich wird mit 129.319 errechnet. Die Datenanalyse erbringt mit einem Median von 100.667 Zellen/ml Rohmilch und einem Maximum von 213.471 Zellen/ml die niedrigsten Werte der Erhebung, während das Minimum von 62.161 Zellen/ml Rohmilch in den mittleren Bereich einzuordnen ist.

Systeme der Firma Nr. 6 (konventionell melkende Betriebe)

Die Betriebe mit einem Melkverfahren nach Methode Nr. 6 stellen mit einem Anteil von 19 Melkeinheiten, die 22 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, die zweitstärkste Gesamtheit dar. Während das arithmetische Mittel bei $\bar{x} = 174.801$ Zellen/ml Rohmilch liegt, beträgt das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 155.223$ Zellen/ml. Die immense Streuung der Ergebnisse spiegelt sich in den drei berechneten Streuungsmaßen mit einer Standardabweichung von $s = \pm 84.356$, einem Variationskoeffizienten von $VK = 48\%$ und einer Spannweite von $R = 263.523$ wieder. Aussagefähiger sind in diesem Falle die Lagemaße. Der Interquartilbereich lautet 153.977. Der Median befindet sich mit 161.997 Zellen/ml ebenso wie das Maximum von 329.333 Zellen/ml und das Minimum von 65.810 Zellen/ml im mittleren Bereich.

Systeme der Firma Nr. 7 (Gascoigne Melotte)

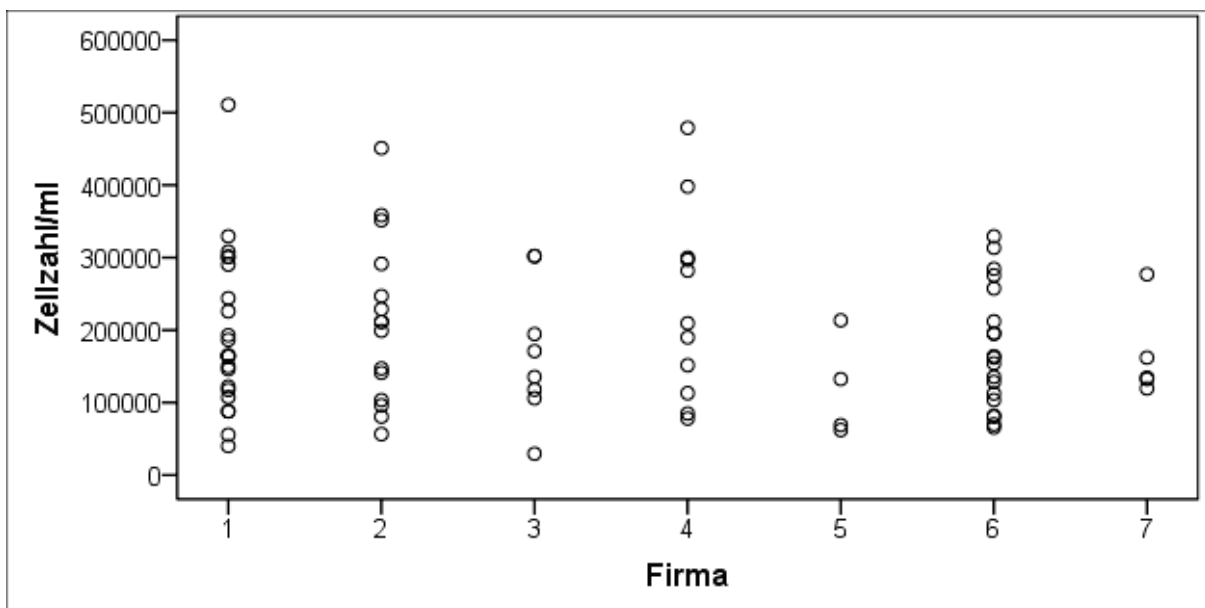
Mit 5 Systemen (6 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und ist somit nach Firma Nr. 5 der Hersteller mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial. Der arithmetische Mittelwert beträgt $\bar{x} = 165.054$ Zellen/ml Rohmilch, das geometrische Mittel beläuft sich auf $\bar{x}_G = 157.007$ Zellen/ml. Die große Streuung der Daten äußert sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 64.456$, einem Variationskoeffizienten $VK = 39\%$ sowie einer Spannweite von $R = 157.485$. Der Interquartilbereich lautet 93.559. Mit einem Median von

134.477 Zellen/ml und einem Maximum von 276.984 Zellen/ml ergeben sich die zweitniedrigsten Werte der Erhebung. Ein Betrieb erreichte allerdings den höchsten Minimalwert von 119.499 Zellen/ml.

Synopse

Zur simultanen Gegenüberstellung der überprüften Fabrikate erfolgt die graphische Darstellung der Ergebnisse in Form eines einfachen Streudiagrammes. Beim Vergleich der Ergebnisse der Zellzahlbestimmung fallen die großen Unterschiede in der Spannweite und den Maximalwerten auf. Zugleich wird deutlich, dass die große Spannweite der Resultate der Betriebe mit Melkverfahren der Firma Nr. 1 durch einen einzigen "Ausreißer" hervorgerufen wird, ansonsten liegen die Einzeldaten relativ nahe beieinander. Ähnliches gilt auch für Unternehmen, die nach der Methode der Firma 3 und 7 melken. Die Melkverfahren der Firma Nr. 5 stechen positiv durch ihre niedrigen Zellzahlwerte hervor, ein Trend, der sich allerdings wegen der niedrigen Stichprobenzahl relativiert.

Abb. 1: graphischer Überblick über die Einzelergebnisse der Zellzahlbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.1.1.2 Fett

In die Auswertung der Ergebnisse der Fettbestimmung gingen 77 (70 %) der 110 besuchten Systeme ein. Einen Überblick über die Ergebnisse liefert die Tabelle 32, die sich im Anhang befindet.

Systeme der Firma Nr. 1 (Lely-Industries/Lely)

Mit einem Anteil von 19 Systemen (25 % der Gesamtanzahl) stellen die Systeme der Firma Nr. 1 zusammen mit den Anlagen Nr. 6 das stärkste Kontingent der ausgewählten Melkverfahren dar. Das arithmetische Mittel beträgt $\bar{x} = 4,06$ % Fett und das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 4,04$ %. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 0,37$, ein Variationskoeffizient $VK = 9$ % als auch die Spannweite von $R = 1,22$ belegen eine geringe Streuung der Daten. Der

Interquartilbereich beträgt 0,57 %. Der Median (4,12 %) liegt im mittleren Bereich. Das Maximum (4,60 %) bewegt sich ebenfalls im mittleren Rahmen, während das drittniedrigste Minimum (3,38 %) der Untersuchung auftritt.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 14 Systemen, die 18 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, präsentiert sich die Firma Nr. 2 als zweitgrößte Fraktion. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 4,18 \%$, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 4,16 \%$. Die geringe Streuung der Ergebnisse äußert sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 0,40$, einem Variationskoeffizienten $VK = 10 \%$ und einer Spannweite von $R = 1,67$. Der Interquartilbereich errechnet sich mit 0,31. Ein Median von 4,18 % und ein Maximum von 4,65 % zeigen die zweithöchsten Fettgehalte an, andererseits liegt das zweitniedrigste Minimum (2,98 %) vor.

Systeme der Firma Nr. 3

8 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 10 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 4,04 \%$, das geometrische Mittel fast gleichauf bei $\bar{x}_G = 4,03 \%$. Die äußerst geringe Streuung der Fettgehalte wird in der Standardabweichung von $s = \pm 0,30$, dem Variationskoeffizienten $VK = 7 \%$ und der Spannweite von $R = 0,76$ erkennbar. Der Interquartilbereich beläuft sich auf 0,61 %. Median (4,01 %) und Maximum (4,47 %) erreichen die niedrigsten Werte der Auszählung, das Minimum befindet sich mit 3,71 % im oberen Mittelfeld.

Systeme der Firma Nr. 4

Die Systeme der Firma Nr. 4 stellen bei diesem Merkmal mit einem Anteil von 8 Melkverfahren, die 10 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, die drittstärkste Fraktion dar. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 4,25 \%$ und das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 4,24 \%$. Die Standardabweichung von $s = \pm 0,28$, ein Variationskoeffizient $VK = 7 \%$ und die Spannweite von $R = 0,73$ sprechen für eine äußerst geringe Streuung der Ergebnisse. Der Interquartilbereich ergibt sich mit 0,52 %. Der Median, gleichauf mit dem der Firma Nr. 6, beläuft sich auf 4,29 % und repräsentiert den bei der Fettbestimmung erzielten Höchstwert. Beim Maximum (4,57 %) bewegt sich die Firma im Mittelfeld, während das Minimum mit 3,84 % den zweithöchsten Minimalwert aufweist.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 4 Systemen (5 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Erhebung vertreten und stellt somit den Hersteller mit dem wenigsten auswertbaren Datenmaterial dar. Das arithmetische und das geometrische Mittel unterscheiden sich mit $\bar{x} = 4,22 \%$ und $\bar{x}_G = 4,21 \%$ kaum. Die Standardabweichung von $s = \pm 0,21$, der Variationskoeffizient $VK = 5 \%$ und die Spannweite von $R = 0,47$ stehen für eine äußerst geringe Ergebnisstreuung. Der Interquartilbereich ergibt sich mit 0,37 %. Die Auswertung zeigt einen Median im Mittelfeld der Fettgehalte (4,15 %), das zweitniedrigste Maximum bei 4,52 % (gleichauf mit Firma Nr. 7) sowie das höchste Minimum aller Betriebe (4,05 %).

Systeme der Firma Nr. 6

Die Betriebe mit Melkverfahren nach Methode Nr. 6 (konventionelles Melken) stellen mit einem Anteil von 19 Melkeinheiten, die 25 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen entsprechen, beim Parameter Fettgehalt zusammen mit den Systemen Nr. 1 die stärkste

Fraktion dar. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 4,41 \%$, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 4,36 \%$. Die überdurchschnittliche Streuung der Fettgehalte spiegelt sich in den drei Streuungsmaßen mit einer Standardabweichung von $s = \pm 0,69$, einem Variationskoeffizienten $VK = 16 \%$ und einer Spannweite von $R = 2,82$ wieder. Der Interquartilbereich beträgt $0,98 \%$. Sowohl der Median mit $4,29 \%$ (gleichauf mit Firma Nr. 4), als auch das Maximum von $5,72 \%$ nehmen die höchsten Fettwerte aller Melkverfahren an, während beim Minimum mit $2,90 \%$ der niedrigste Minimalwert vorliegt.

Systeme der Firma Nr. 7

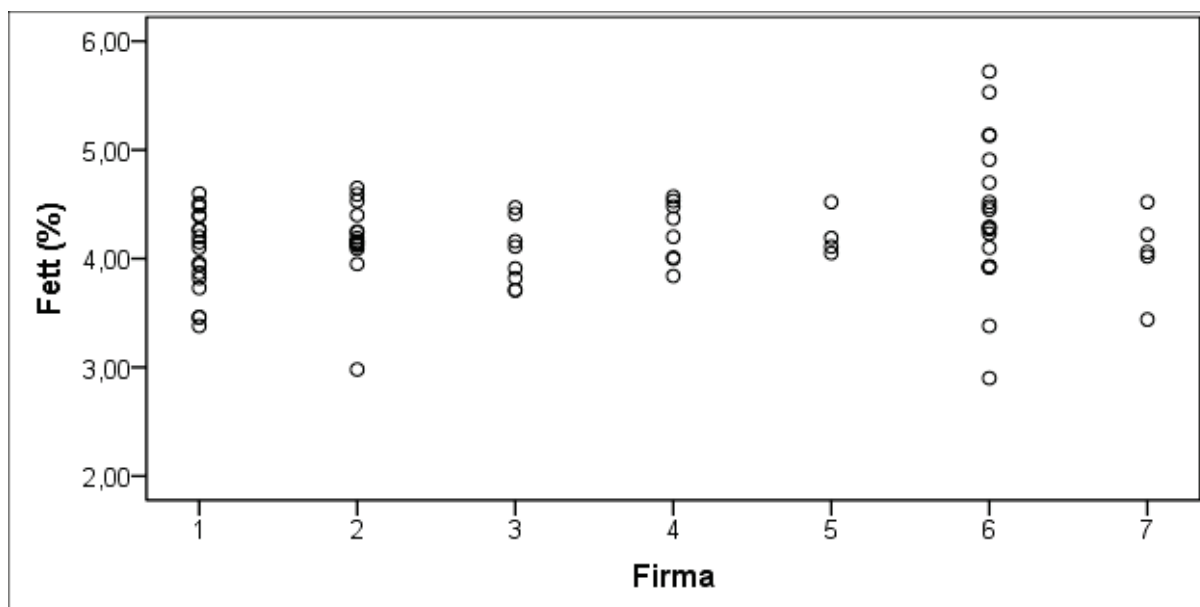
Mit 5 Systemen (7 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und bildet somit nach der Firma Nr. 5 den Hersteller mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial. Der arithmetische Mittelwert des Fettgehalts beträgt $\bar{x} = 4,05 \%$, das geometrische Mittel beläuft sich auf $\bar{x}_G = 4,04 \%$. Die geringe Streuung der Resultate wird durch die Standardabweichung von $s = \pm 0,39$, einem Variationskoeffizienten $VK = 10 \%$ und eine Spannweite von $R = 1,08$ dokumentiert. Der Interquartilbereich lautet $0,64 \%$. Mit einem Median von $4,06 \%$ wird der zweitniedrigste Wert erreicht. Deckungsgleich mit Firma Nr. 5 findet sich die Firma Nr. 7 bezüglich des Maximums ($4,52 \%$) an zweitniedrigster Stelle, während sie beim Minimum ($3,44 \%$) im Mittelfeld rangiert.

Synopse

Die zusammenfassende graphische Darstellung der Ergebnisse der Fettbestimmung erfolgt in Form eines einfachen Streudiagramms.

Beim Vergleich der Resultate der Fettbestimmung fallen die Betriebe mit einer Melkmethode nach Firma Nr. 6 durch eine sehr ausgeprägte Streuung aus dem Rahmen. Bis auf den „Ausreißer“ bei Firma Nr. 2 liegen die Werte aller anderen Hersteller relativ dicht zusammen.

Abb. 2: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Fettbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.1.1.3 Eiweiß

In die Auswertung der Ergebnisse der Eiweißbestimmung gingen 77 (70 %) der 110 besuchten Systeme ein. Einen Überblick der Resultate liefert die Tabelle 33, die sich im Anhang findet.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten ist die Firma Nr. 1 neben Firma Nr. 6 mit 19 Systemen (25 % der Gesamtanzahl) bei den Daten der Proteinbestimmung vertreten. Das arithmetische Mittel von $\bar{x} = 3,43$ % fällt annähernd mit dem geometrischen Mittel $\bar{x}_G = 3,42$ % zusammen. Weiterhin signalisieren die Standardabweichung von $s = \pm 0,14$, ein Variationskoeffizient von $VK = 4$ % und die Spannweite von $R = 0,62$ eine minimale Streuung, ebenso wie der Interquartilbereich von $0,11$ %. Mit einem Median von $3,42$ %, Maximum von $3,73$ % und Minimum von $3,11$ % rangieren Betriebe, welche dieses Melkverfahren einsetzen, im oberen bzw. mittleren Bereich.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 14 Systemen, die 18 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, residiert die Gruppe an zweiter Stelle. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 3,31$ %, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 3,30$ % Eiweiß. Die verhältnismäßig große Streuung der Ergebnisse manifestiert sich in der Standardabweichung von $s = \pm 0,24$, einem Variationskoeffizienten von $VK = 8$ % als auch einer Spannweite von $R = 0,94$. Der Interquartilbereich beträgt $0,15$ %. Mit $3,37$ % liegt der Median im mittleren Bereich. Das Maximum wird als zweitniedrigster Wert mit $3,55$ % und das Minimum mit $2,61$ % als niedrigster Minimalwert aller berücksichtigten Betriebe errechnet.

Systeme der Firma Nr. 3

8 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 10 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Demnach stellen sie zusammen mit dem nachfolgenden Systemhersteller das drittstärkste Kontingent dar. Das arithmetische Mittel der Proteingehalte liegt ebenso wie das geometrische bei $\bar{x} = \bar{x}_G = 3,33$ %. Die Streuung der Ergebnisse wird durch eine Standardabweichung von $s = \pm 0,17$, einem Variationskoeffizienten $VK = 5$ % und einer Spannweite von $R = 0,47$ sowie einem Interquartilbereich von $0,31$ charakterisiert. Der Median befindet sich im mittleren Bereich bei $3,33$ %, das Maximum mit einem Wert von $3,59$ % und das Minimum mit $3,12$ % ebenfalls.

Systeme der Firma Nr. 4

Drittstärkste Gruppe mit einem Anteil von 8 Systemen, was 10 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen bedeutet, stellen beim Parameter Eiweißgehalt die Systeme der Firma Nr. 4 dar. Das arithmetische und das geometrische Mittel liegen gleichauf bei $\bar{x} = \bar{x}_G = 3,35$ %. Die Standardabweichung von $s = \pm 0,07$, ein Variationskoeffizient $VK = 2$ % und eine Spannweite von $R = 0,22$ lassen eine relativ niedrige Streuung der Eiweißkonzentration erkennen. Entsprechendes gilt für den Interquartilbereich von $0,08$ %. Der Median liegt bei $3,33$ % und damit im Mittelfeld. Mit einem Maximum von $3,50$ % und einem Minimum von $3,28$ % sind hier der kleinste Maximal- und der höchste Minimalwert zu verzeichnen.

Systeme der Fa Nr. 5

Mit 4 Systemen (5 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Auswertung vertreten und bildet somit das Unternehmen mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial. Das arithmetische Mittel beläuft sich auf $\bar{x} = 3,35$ % Eiweiß, das geometrische Mittel auf $\bar{x}_G = 3,34$ %. Die unauffällige Streuung der Ergebnisse zeigt sich sowohl in der Standardabweichung von $s = \pm 0,32$ als in der Spannweite von $R = 0,65$. Der Variationskoeffizienten $VK = 10$ % zeigt eine relativ höhere Tendenz an. Der Interquartilbereich beträgt 0,49 %. Die Auswertung ergibt den niedrigsten vorhandenen Median (3,20 %), das höchste Maximum (3,83 %), gleichauf mit Firma Nr. 7, und das zweithöchste Minimum (3,18 %).

Systeme der Firma Nr. 6

Die Systeme der Firma Nr. 6 stellen mit einem Anteil von 19 Systemen, die 25 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen repräsentieren, zusammen mit Firma Nr. 1, die stärkste Fraktion dar. Das arithmetische Mittel von $\bar{x} = 3,42$ % liegt knapp über dem geometrischen Mittel $\bar{x}_G = 3,41$ %. Die Streuung der Proteingehalte spiegelt sich in der Standardabweichung von $s = \pm 0,20$, einem Variationskoeffizienten $VK = 6$ % und einer Spannweite von $R = 0,65$ verbunden mit einem Interquartilbereich von 0,30 wieder. Der Median liegt als zweithöchster Wert der ausgewerteten Daten bei 3,41 % und fällt mit dem geometrischen Mittelwert zusammen. Sowohl das Maximum von 3,69 % als auch das Minimum von 3,04 % sind im mittleren Bereich angesiedelt.

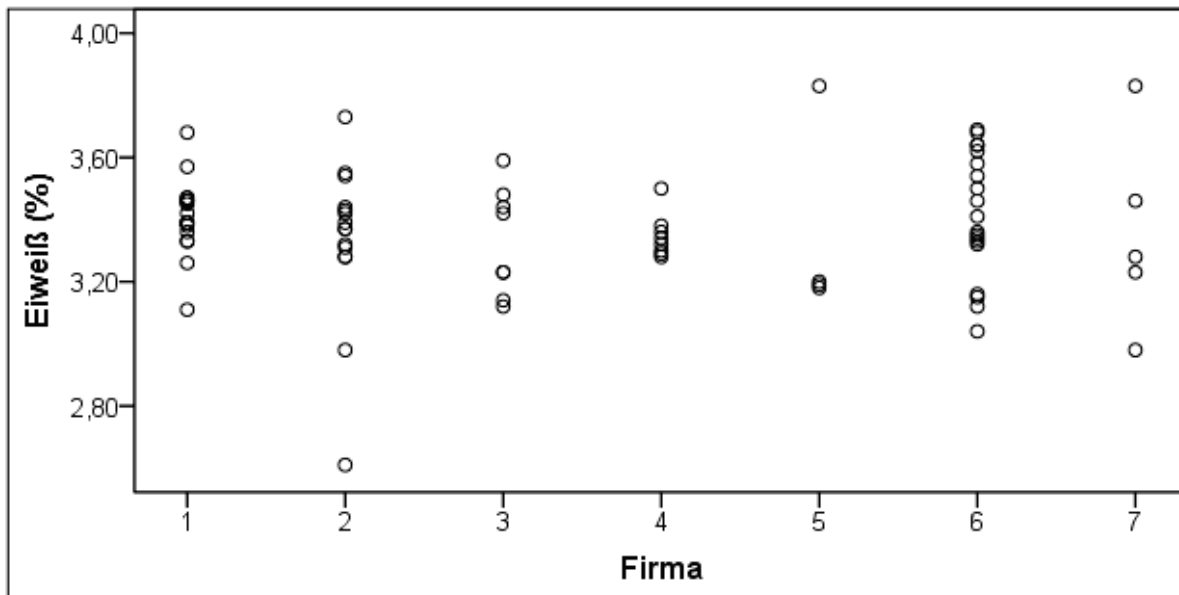
Systeme der Firma Nr. 7

Mit 5 Systemen (7 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und ist somit nach Firma Nr. 5 der Hersteller mit dem wenigsten Datenmaterial. Das arithmetische Mittel beträgt $\bar{x} = 3,36$ %, das geometrische Mittel beläuft sich auf $\bar{x}_G = 3,34$ %. Für eine überdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse sprechen sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 0,32$, der Variationskoeffizient $VK = 10$ % und die Spannweite von $R = 0,85$ sowie der Interquartilbereich von 0,54. Der Median liegt bei 3,28 %, das Minimum bei 2,98 %. Beide Parameter weisen die zweitniedrigsten Werte der Untersuchung auf. Mit dem Maximum von 3,83 % wird hier, gleichauf mit Firma Nr. 5, der Spitzenwert erreicht.

Synopse

Die zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse als Streudiagramm (Abb. 3) lässt eine z.T. sehr inhomogene, durch Ausreißer verzerrte Verteilung der einzelnen Eiweißwerte, die eine relativ hohe Spannweite bedingen, erkennen. Die niedrigsten Werte sind in den Betrieben mit einem Melkverfahren der Firmen 5, 7 und 4 zu finden.

Abb. 3: graphischer Überblick der Ergebnisse der Eiweißbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.1.1.4 Laktose (Lactose)

Für die Auswertung der Ergebnisse der Laktosebestimmung wurden 75 (68 %) der 110 besuchten Systeme verarbeitet. Die im Anhang befindliche Tabelle 34 gibt einen Überblick der Ergebnisse.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten, mit einem Anteil von 19 Systemen (25 % der Gesamtanzahl), ist die Firma Nr. 1 bei den auswertbaren Ergebnissen der Laktosewert-Erhebung vertreten. Das arithmetische Mittel wird mit $\bar{x} = 4,97 \%$ angegeben und fällt mit dem geometrischen Mittel (\bar{x}_G) zusammen. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 0,12$, der Variationskoeffizient $VK = 2 \%$ als auch die Spannweite von $R = 0,49$ demonstrieren eine geringe Streuung der Daten. Der Interquartilbereich beläuft sich auf $0,15 \%$. Mit einem Median von $4,99 \%$ wurde der drittniedrigste Wert, berechnet. Das Maximum von $5,26 \%$ und das Minimum von $4,77 \%$ platzieren Betriebe, welche dieses Melkverfahren anwenden, im Mittelfeld der ausgewerteten Daten.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 14 Systemen, die 19% der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, bilden die Systeme der Firma Nr. 2 die drittstärkste Fraktion. Das arithmetische Mittel des Milchzuckergehaltes liegt bei $\bar{x} = 4,88 \%$, das geometrische Mittel (\bar{x}_G) bei $4,87 \%$. Die verhältnismäßig hohe Streuung der Ergebnisse manifestiert sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 0,30$, dem Variationskoeffizienten $VK = 6 \%$ und einer Spannweite von $R = 1,26$. Der Interquartilbereich beträgt $0,13$. Neben dem zweithöchsten Maximum ($5,12 \%$) liegen hier sowohl der niedrigste Median ($4,93 \%$, gleichauf mit Firma Nr. 5) als auch das kleinste Minimum ($3,86 \%$) der Auswertung vor.

Systeme der Firma Nr. 3

8 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 11 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie stellen den viertstärksten Verband dar. Arithmetisches und geometrisches Mittel für den Laktosegehalt fallen mit $\bar{x} = \bar{x}_G = 4,96 \%$ zusammen. Die Werte der Streuungsmaße, nämlich eine Standardabweichung von $s = \pm 0,06$, ein Variationskoeffizient $VK = 1 \%$ und eine Spannweite von $R = 0,17$, sprechen für eine geringe Variabilität der Daten. Entsprechendes gilt für den Interquartilbereich von $0,12 \%$. Der Median liegt als zweitniedrigster bei $4,96 \%$ das Maximum als kleinstes der Auswertung bei $5,05 \%$ und das Minimum als zweitgrößtes bei $4,88 \%$.

Systeme der Firma Nr. 4

Viertstärkste Fraktion, mit einem Anteil von 7 Systemen und somit 9% der Gesamtanzahl, ist die Firma Nr. 4. Das arithmetische wie auch das geometrische Mittel belaufen sich auf $\bar{x} = \bar{x}_G = 4,99 \%$. Die Werte der Standardabweichung von $s = \pm 0,07$, des Variationskoeffizienten $VK = 1 \%$ und der Spannweite von $R = 0,17$ lassen ebenso wie der Interquartilbereich von $0,14$ eine geringe Streuung der Daten erkennen. Während der Wert für das Maximum ($5,06 \%$) im unteren Bereich zu finden ist, nehmen Median ($5,02 \%$, gleichauf mit Firma Nr. 6) und Minimum ($4,89 \%$) die höchsten Werte der Erhebung ein.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 4 Systemen (5% der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Auswertung vertreten und stellt somit das Unternehmen mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial dar. Auch hier fallen arithmetisches und geometrisches Mittel mit $\bar{x} = \bar{x}_G = 4,93 \%$ zusammen. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 0,12$, der Variationskoeffizient $VK = 2 \%$ als auch die Spannweite von $R = 0,27$ reflektieren eine unterdurchschnittliche Streuung der Milchzuckerkonzentration. Der Interquartilbereich erreicht $0,23$. Der Median liegt als niedrigster Wert dieser Erhebung bei $4,93 \%$ (gleichauf mit Firma Nr. 2), das Maximum als zweitniedrigstes bei $5,07 \%$ und das Minimum rangiert mit $4,80 \%$ im Mittelfeld.

Systeme der Firma Nr. 6

Die Systeme der Firma Nr. 6 stellen hier mit einem Anteil von 18 Systemen, die 24% der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, die zweitstärkste Fraktion dar. Das arithmetische Mittel $\bar{x} = 5,01$ liegt mit dem geometrischen Mittel $\bar{x}_G = 5,01 \%$ gleichauf. Für eine durchschnittliche Varianz im Laktosegehalt sprechen die Standardabweichung von $s = \pm 0,11$, der Variationskoeffizient $VK = 2 \%$, die Spannweite $R = 0,42$ und der Interquartilbereich von $0,18$. Mit einem Median von $5,02 \%$ (gleichauf mit Firma Nr. 4) und einem Maximum von $5,27 \%$ treten hier die höchsten Laktosewerte der Erhebung auf. Das Minimum von $4,85 \%$ zeigt den dritthöchsten Minimalwert der Auswertung nach den annähernd gleichauf liegenden Firmen Nr. 4 und 3 an.

Systeme der Firma Nr. 7

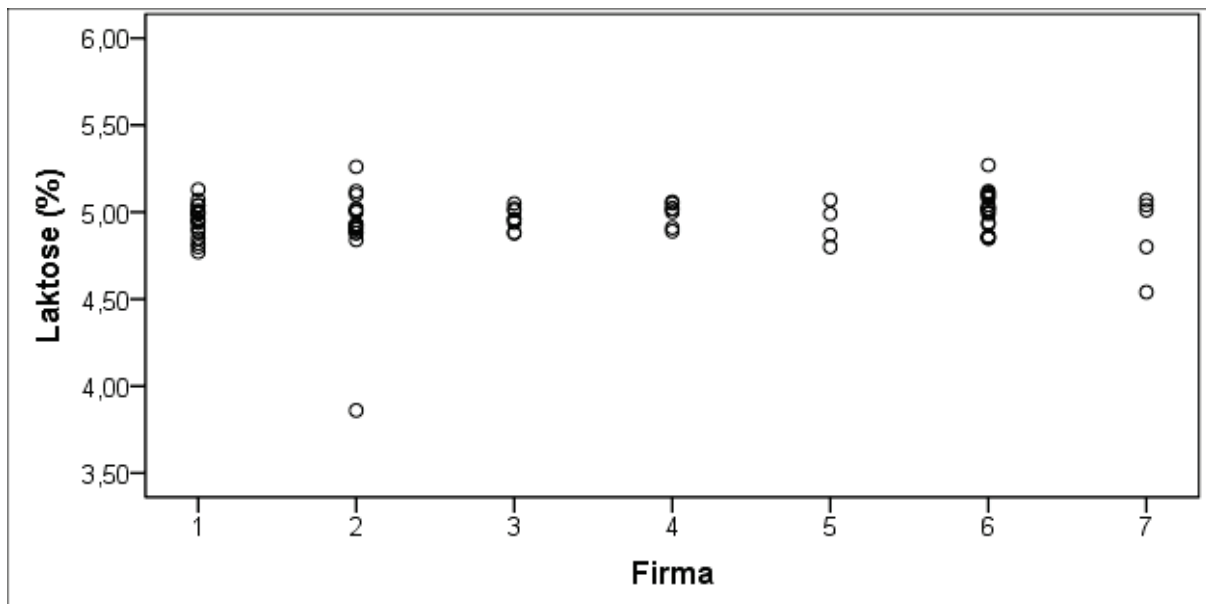
Die Systeme der Firma Nr. 7 stellen mit einem Anteil von 5 Systemen, die 7% der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, die zweitschwächste Fraktion dar. Arithmetisches und geometrisches Mittel nehmen mit $\bar{x} = \bar{x}_G = 4,89 \%$ erneut den gleichen Wert an. Die relativ hohe Streuung der Laktosegehalte wird durch eine Standardabweichung von $s = \pm 0,22$, einem Variationskoeffizienten $VK = 4 \%$ und eine Spannweite von $R = 0,53$

dokumentiert. Der Interquartilbereich lautet 0,38. Neben dem zweithöchsten Median (5,01 %) und dem drittniedrigsten Maximum (5,07 %, gleichauf mit Firma Nr. 5) findet sich hier das zweitkleinste Minimum mit 4,54 %.

Synopse

Die Auswertung schließt mit der graphischen Darstellung der Ergebnisse der Laktosebestimmung in Form eines einfachen Streudiagramms ab. Bei dieser Abbildung wird die enge Kumulation der einzelnen Daten der jeweiligen Betriebe untereinander und in Bezug auf die jeweiligen Herstellerfirmen deutlich. Nur der niedrige Ausreißerwert eines Betriebes der Firma Nr. 2 fällt aus dem Rahmen.

Abb. 4: graphischer Überblick der Ergebnisse der Laktosebestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.1.1.5 Gefrierpunkt

In die Auswertung der Ergebnisse der Gefrierpunktsbestimmung wurden 69 (63 %) der 110 besuchten Systeme einbezogen. Einen Überblick über die Resultate gibt die Tabelle 35, die im Anhang zu finden ist.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten, d.h. mit einem Anteil von 19 Systemen (28 % der Gesamtanzahl), ist die Firma Nr. 1 bei der Auswertung der Gefrierpunkterhebung vertreten. Mit $\bar{x} = \bar{x}_G = -0,519 \text{ °C}$ fallen arithmetisches und geometrisches Mittel zusammen. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 0,6$, der Variationskoeffizient $VK = 1 \text{ %}$ als auch die Spannweite von $R = 0,23$ zeugen von einer überdurchschnittlichen Streuung der Ergebnisse. Gleiches gilt für den Interquartilbereich von 0,6. Mit einem Wert von $-0,520 \text{ °C}$ liegt der Median im mittleren Bereich der Ergebnisse, wie auch das Maximum von $-0,531 \text{ °C}$. Analog zu Firma Nr. 2 wird hier der zweitniedrigste Minimalwert ($-0,508$) für den Gefrierpunkt gefunden.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 12 Systemen, die 17 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen repräsentieren, stellt die Firma Nr. 2 die drittstärkste Fraktion. Arithmetisches und geometrisches Mittel gleichen sich auch hier und zwar mit einem Wert von $\bar{x} = \bar{x}_G = -0,520 \text{ °C}$. Die relativ hohe Streuung der Ergebnisse zeigt sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 0,7$, einem Variationskoeffizienten $VK = 1 \%$ und einer Spannweite von $R = 0,31$. Der Interquartilbereich beträgt 0,2. Sowohl der Median ($-0,516 \text{ °C}$) als auch das Minimum ($-0,508 \text{ °C}$, auf gleicher Höhe mit Firma Nr. 1) beziffern den niedrigsten bzw. zweitniedrigsten Wert dieser Erhebung. Mit einem Maximum von $-0,539 \text{ °C}$ wird in diesem Falle der höchste gemessene Wert erreicht.

Systeme der Firma Nr. 3

6 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 9 % der Gesamtanzahl an untersuchten Anlagen, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie stellen das fünftstärkste Kontingent dar. Sowohl das arithmetische wie auch das geometrische Mittel betragen $\bar{x} = \bar{x}_G = -0,517 \text{ °C}$. Die relativ geringe Streuung der Gefrierpunkte äußert sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 0,4$, einem Variationskoeffizienten $VK = 1 \%$ und einer Spannweite von $R = 0,10$. Der Interquartilbereich beläuft sich auf 0,3. Der Median von $-0,516 \text{ °C}$ zeigt, gleichauf mit Firma Nr. 2, den niedrigsten, das Maximum von $-0,524 \text{ °C}$ den zweitniedrigsten und das Minimum von $-0,514 \text{ °C}$ zusammen mit dem der Firma Nr. 6 den zweithöchsten Wert an.

Systeme der Firma Nr. 4

Die Systeme der Firma Nr. 4 stellen hier mit einem Anteil von 8 Systemen, die 12 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen entsprechen, die viertstärkste Fraktion dar. Arithmetisches und geometrisches Mittel stimmen erneut überein ($\bar{x} = \bar{x}_G = -0,521 \text{ °C}$). Die Standardabweichung von $s = \pm 0,3$, ein Variationskoeffizient von $VK = 1 \%$, die Spannweite von $R = 0,9$ und der Interquartilbereich von 0,5 zeugen von einer geringen Ergebnisstreuung. Der Median erreicht zusammen mit dem der Firma Nr. 7 den dritthöchsten Wert, während der Maximalwert von $-0,525 \text{ °C}$ im Mittelfeld anzusiedeln ist. Mit $-0,516 \text{ °C}$ ergibt sich das höchste Minimum dieser Untersuchung.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 3 Systemen (4 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Auswertung vertreten und ist somit das Unternehmen mit dem geringsten auswertbaren Datenmaterial. Das recht niedrige arithmetische Mittel fällt annähernd mit dem geometrischen Mittel zusammen $\bar{x} = -0,515$ bzw. $\bar{x}_G = -0,514 \text{ °C}$. Die Standardabweichung von $s = \pm 0,18$ und die Spannweite von $R = 0,34$ sind besonders hoch, der Variationskoeffizient beträgt $VK = 3 \%$, während sich der Interquartilbereich aufgrund der geringen Datenmenge nicht berechnen lässt. Der Median liegt bei $-0,520 \text{ °C}$ und somit wie auch das Maximum von $-0,529 \text{ °C}$ im mittleren Bereich. Das Minimum von $-0,495 \text{ °C}$ nimmt den kleinsten Minimalwert dieser Erhebung an.

Systeme der Firma Nr. 6

Die Betriebe mit Melkverfahren nach Methode Nr. 6 stellen hier mit einem Anteil von 17 Systemen, die 25 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, die zweitstärkste Fraktion dar. Bei gleichem arithmetischem und geometrischem Mittel ($\bar{x} = \bar{x}_G = -0,523 \text{ °C}$) besteht eine durchschnittliche Streuung der Ergebnisse ($s = \pm 0,5$, $VK = 1 \%$, $R = 0,20$). Der Interquartilbereich lautet 0,4. Der Median beträgt $-0,523 \text{ °C}$, geht somit mit den Mittelwerten

konform und stellt den höchsten Wert dieser Gruppe dar. Sowohl das Maximum in Höhe von $-0,534\text{ °C}$ als auch das Minimum ($-0,514\text{ °C}$) nehmen den zweithöchsten Zahlenwert für dieses Merkmal an.

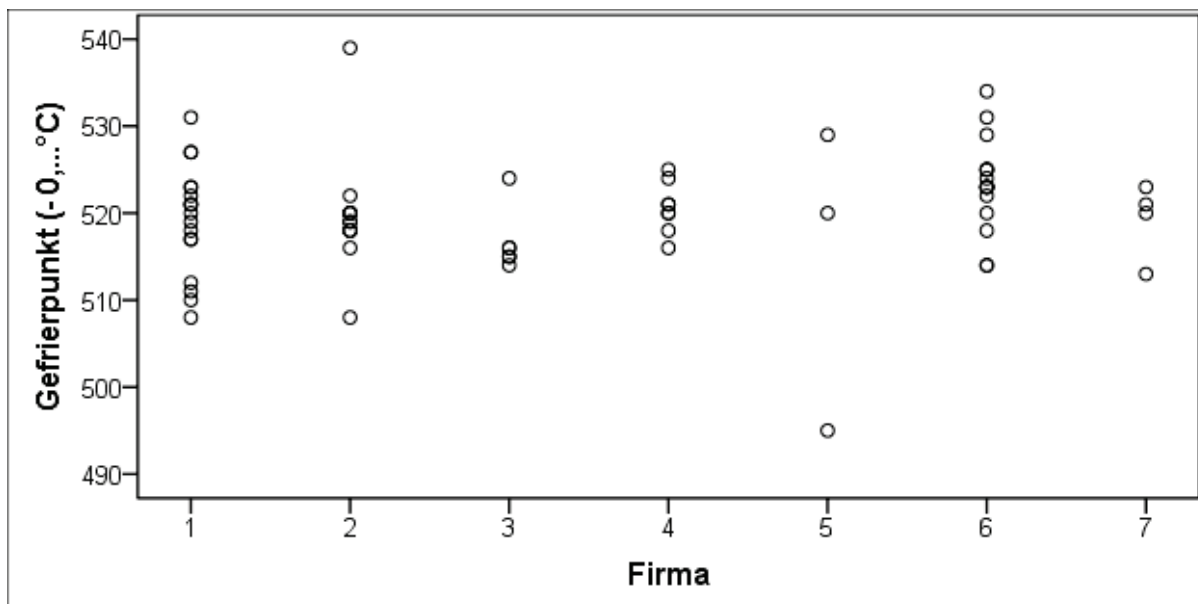
Systeme der Firma Nr. 7

Mit 4 Systemen (6 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und repräsentiert somit nach der Firma Nr. 5 den Hersteller mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial. Mittelwert und Streuung fallen relativ niedrig bis durchschnittlich aus und zwar mit $\bar{x} = \bar{x}_G = -0,519\text{ °C}$ sowie mit $s = \pm 0,4$, $VK = 1\%$, $R = 0,10$ und Interquartilbereich = $0,8$. Der Median liegt bei $-0,521\text{ °C}$ und stellt zusammen mit dem von Firma Nr. 4 den zweithöchsten Wert dar. Mit dem Maximum von $-0,523\text{ °C}$ wird der kleinste Wert aller Systeme erreicht. Das Minimum von $-0,513\text{ °C}$ ist im mittleren Bereich einzuordnen.

Synopse

Auch hier erfolgt die zusammenfassende graphische Darstellung der Ergebnisse der Gefrierpunktbestimmung – wie zuvor bei den anderen Parametern – in Form eines einfachen Streudiagramms. Bei Betrachtung der Resultate ergibt sich ein recht heterogenes Bild mit einigen Ausreißern (Fa. 2, 3 und 5). Beachtung verdient der Grenzwert von $-0,515\text{ C}$, unterhalb dessen ein erhöhter Wasseranteil der Proben zu vermuten ist.

Abb. 5: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gefrierpunktbestimmung ($-0, \dots\text{ °C}$), bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.1.1.6 Trockenmasse

76 (69 %) Ergebnisse der Trockenmassebestimmung von 110 besuchten Systemen wurden ausgewertet. Eine tabellarische Übersicht ist im Anhang (Tabelle 36) aufgeführt.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten mit einem Anteil von 19 Systemen (25 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 1 bei den auswertbaren Ergebnissen vertreten. Das arithmetische Mittel mit $\bar{x} = 13,14 \%$ und das geometrische Mittel mit $\bar{x}_G = 13,14 \%$ liegen im mittleren Bereich. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 0,43$, ein Variationskoeffizient $VK = 3 \%$ als auch die Spannweite von $R = 1,59$ und der Interquartilbereich von $0,62$ zeugen von einer durchschnittlichen Streuung der Ergebnisse. Der Median der Trockenmassegehalte liegt mit einem Wert von $13,21 \%$ im Mittelfeld, gleiches gilt für das Minimum von $12,23 \%$. Mit dem Maximum von $13,82 \%$ wird der zweitniedrigste Wert dieser Erhebung erreicht.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 14 Systemen, die 18% der Gesamtanzahl an untersuchten Melkeinheiten ausmachen, avanciert die Firma Nr. 2 zur drittstärksten Fraktion. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 13,07 \%$, während das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 13,04 \%$ beträgt. Die relativ hohe Streuung der Ergebnisse wird durch die Standardabweichung von $s = \pm 0,90$, einem Variationskoeffizienten $VK = 7 \%$ und die Spannweite von $R = 3,77$ reflektiert. Der Interquartilbereich lautet $0,43$. Mit dem Median von $13,21 \%$ liegt wie bei Firma Nr. 1 das dritthöchste Resultat der Untersuchung vor, das Maximum von $13,92 \%$ steht an zweithöchster Stelle und das Minimum von $10,15 \%$ entspricht dem kleinsten Wert.

Systeme der Firma Nr. 3

8 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 11% der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen, konnten in die Auswertung übernommen werden. Die Systeme stellen mit denen von Nr. 4 die viertstärkste Fraktion dar. Das niedrige arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 13,04 \%$, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 13,03 \%$. Die recht geringe Streuung der Ergebnisse offenbart sich in der Standardabweichung von $s = \pm 0,39$, dem Variationskoeffizienten $VK = 3 \%$ und der Spannweite von $R = 1,06$. Der Interquartilbereich berechnet sich mit $0,74$. Mit dem Median ($13,16 \%$) und dem Minimum ($12,52 \%$) platzieren sich die Ergebnisse im Mittelfeld, während das Maximum von $13,58 \%$ den kleinsten Wert repräsentiert.

Systeme der Firma Nr. 4

Die Systeme der Firma Nr. 4 stellen hier mit einem Anteil von 8 Systemen, die 11% der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, die viertstärkste Fraktion dar. Das überdurchschnittliche arithmetische Mittel beträgt $\bar{x} = 13,31 \%$ und fällt fast mit dem geometrischen Mittel von $\bar{x}_G = 13,30 \%$ zusammen. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 0,34$, der Variationskoeffizient $VK = 3 \%$ als auch die Spannweite von $R = 0,99$ bezeugen eine sehr geringe Streuung der Trockenmassegehalte, ebenso der Interquartilbereich von $0,54$. Der Median befindet sich im mittleren Bereich bei $13,22 \%$, das Maximum ($13,85 \%$) ist ebenfalls durchschnittlich. Das Minimum von $12,86 \%$ lässt sich als zweithöchster Wert einordnen.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 4 Systemen (5% der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 das kleinste Kollektiv der Auswertung. Arithmetisches und geometrisches Mittel fallen mit $\bar{x} = \bar{x}_G = 13,20 \%$ zusammen. Die Standardabweichung lautet $s = \pm 0,44$, der Variationskoeffizient $VK = 3 \%$ und die

Spannweite $R = 0,96$, der Interquartilbereich beträgt $0,74$. Der Median liegt bei $13,04\%$ an letzter Stelle, das Maximum von $13,85\%$ dagegen im mittleren Bereich, und das Minimum von $12,89\%$ spiegelt den höchsten Minimalwert der Erhebung wieder.

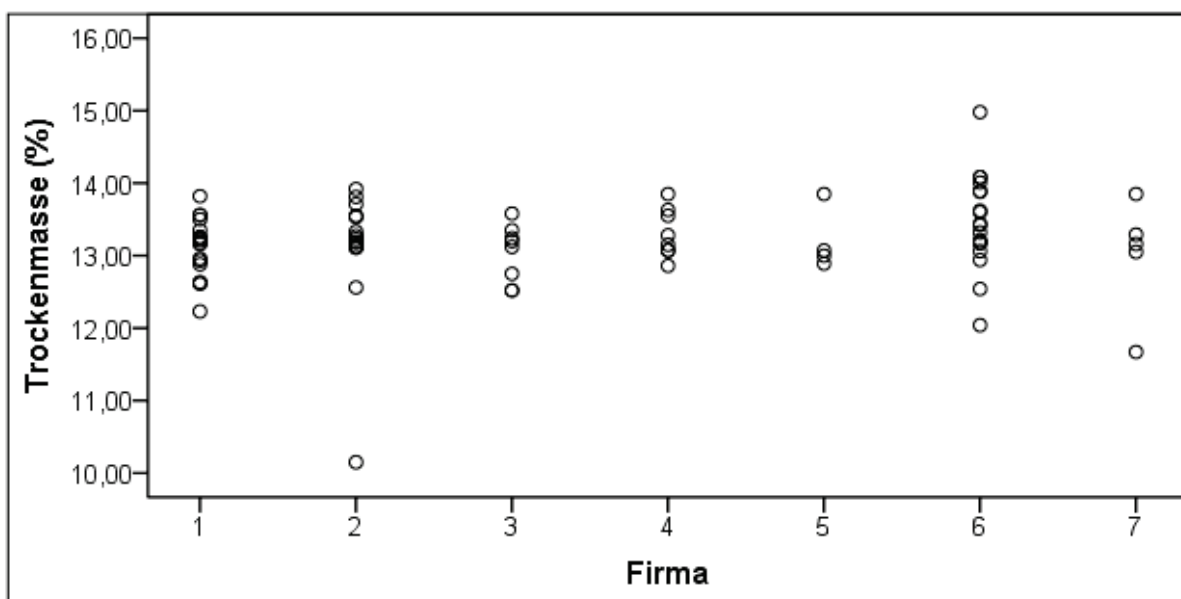
Systeme der Firma Nr. 6

Die Betriebe mit einem Melkverfahren nach Methode Nr. 6 stellen mit einem Anteil von 18 Melkeinheiten, die 24% der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen entsprechen, die zweitstärkste Fraktion dar. Das sehr hohe arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 13,47\%$ und das geometrische Mittel beträgt $\bar{x}_G = 13,45\%$. Die beiden ermittelten absoluten Streuungsmaße (Standardabweichung $s = \pm 0,66$ und Spannweite $R = 2,94$) bedeuten die geringste Varianz der Ergebnisse. Der Variationskoeffizient beträgt $VK = 5\%$. Der Interquartilbereich ergibt sich mit $0,78$. Mit einem Median von $13,43\%$ Trockenmasse liegt der höchste Wert vor, gleiches gilt für das Maximum ($14,98\%$). Beim Minimum ($12,04\%$) wurde das drittniedrigste Ergebnis der Erhebung verbucht.

Systeme der Firma Nr. 7

Mit 5 Systemen (7% der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und stellt somit nach der Firma Nr. 5 den Hersteller mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial dar. Das arithmetische Mittel des Trockenmassegehaltes erreicht lediglich $\bar{x} = 13,00\%$, das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 12,98\%$. Die relativ hohe Streuung der Ergebnisse wird dokumentiert durch die Standardabweichung von $s = \pm 0,81$, dem Variationskoeffizienten $VK = 6\%$ und die Spannweite von $R = 2,18$. Der Interquartilbereich wird mit $1,21$ berechnet. Sowohl der Median ($13,16\%$) als auch das Minimum ($11,67\%$) zeigen jeweils den zweitniedrigsten Wert der Erhebung an. Währenddessen platziert sich das Maximum ($13,85\%$) im mittleren Bereich.

Abb. 6: graphischer Überblick der Ergebnisse der Trockenmassebestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



Synopse

Die abschließende graphische Darstellung der Ergebnisse der Trockenmassebestimmung geschieht – dem Modus folgend – in Form eines einfachen Streudiagramms (Abb. 6). Bis auf die Ausreißer, extrem bei dem Betrieb mit einem Melksystem der Firma Nr. 2, sowie eine recht hohe Gesamtvarianz bei Firma Nr. 6 (konventionelle Verfahren), liegen die Werte aller Melkverfahren und der jeweiligen Einzelbetriebe, im Bereich von 12–14 % sehr nah beieinander. Der Grenzwert von 8,8 % Trockenmasse der für einen überhöhten Wasseranteil in den Milchproben sprechen würde, spielt hier keine Rolle, denn sämtliche Resultate liegen deutlich darüber.

3.2.1.2 Ergebnisse aller Betriebe, getrennt nach konventionellen (KMV) und automatischen (AMV) Melkverfahren

Im Anschluss an die nach Melksystem getrennt dargestellten Resultate sollen die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchung beider Betriebsformen in Tabelle 11 (konventionelle Betriebe) und Tabelle 12 (AMV)-Betriebe) dargestellt werden.

Tab. 11: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchungen der Tankmilch aus konventionellen Melkbetrieben

Parameter	konventionelle Melkverfahren					
	Zellzahl /ml	Fett [%]	Eiweiß [%]	Laktose [%]	Gefrierpunkt [-0, °C]	Trockenmasse [%]
n= (berücksichtigte Proben)	19	19	19	18	17	18
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	22	25	25	24	25	24
arithm. Mittelwert \bar{x}	174.801	4,41	3,42	5,01	523	13,47
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	155.223	4,36	3,41	5,01	523	13,45
Spannweite (R)	263.523	2,82	0,65	0,42	20	2,94
Standardabweichung $\pm s$	84.356	0,69	0,20	0,11	5	0,66
Variationskoeffizient VK (%)	48	16	6	2	1	5
Interquartilbereich	153.977	0,98	0,30	0,18	4	0,78
Median \tilde{x} ($x_{.50}$)	161.997	4,29	3,41	5,02	523	13,43
Minimum x_{\min}	65.810	2,90	3,04	4,85	514	12,04
Maximum x_{\max}	329.333	5,72	3,69	5,27	534	14,98

Berücksichtigte Fälle = potentiell mögliche Proben (n = 110) – negative Proben

Negative Fälle = keine Proben vorhanden

Tab. 12 Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchungen der Tankmilch aus AMV-Betrieben

Parameter	Automatische Melkverfahren					
	Zellzahl /ml	Fett [%]	Eiweiß [%]	Laktose [%]	Gefrierpunkt [-0, °C]	Trockenmasse [%]
n= (berücksichtigte Proben)	66	58	58	57	52	58
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	78	75	75	76	75	76
arithm. Mittelwert \bar{x}	195.165	4,12	3,36	4,94	519	13,13
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	166.016	4,12	3,36	4,94	519	13,11
Spannweite	481.495	1,67	1,22	1,40	44	3,77
Standardabweichung $\pm s$	107.967	0,34	0,20	0,18	6	0,58
Variationskoeffizient VK (%)	55	8	6	4	1	4
Interquartilbereich	167.803	0,45	0,18	0,13	6	0,55
Median $\tilde{x} (x_{.50})$	165.000	4,15	3,38	4,96	520	13,19
Minimum x_{\min}	29.496	2,98	2,61	3,86	495	10,15
Maximum x_{\max}	510.991	4,65	3,83	5,26	539	13,92

Berücksichtigte Fälle = potentiell mögliche Proben (n = 110) - negative Proben

Negative Fälle = keine Proben vorhanden

3.2.1.2.1 Zellzahl

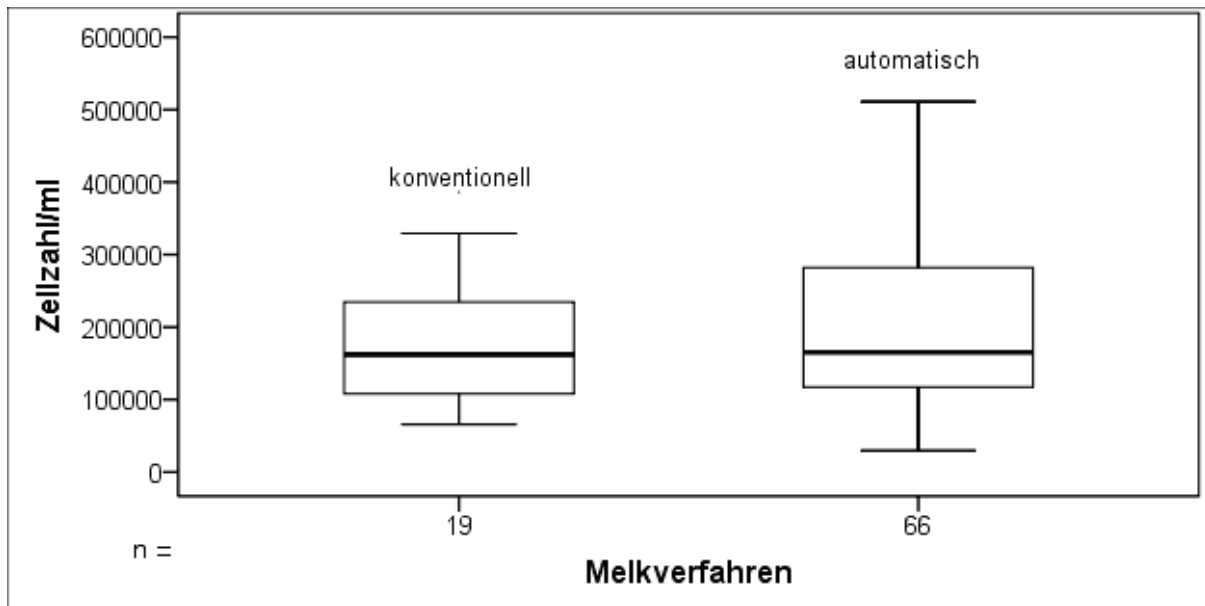
78 % der Gesamtprobenanzahl entfallen auf die 66 AMV-Milchproben, die restlichen 22 % auf die 19 KMV (konventionelle Melkverfahren)-Milchproben. Das arithmetische Mittel weist bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 195.165$ Zellen/ml und einen geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 166.016$ Zellen/ml auf. Bei den KMV-Proben betragen die entsprechenden Werte $\bar{x} = 174.801$ Zellen/ml bzw. $\bar{x}_G = 155.223$ Zellen/ml und liegen somit geringfügig über den Mittelwerten der Proben aus konventionellen Betrieben. Die Differenz zwischen dem arithmetischen \bar{x} und dem geometrischen Mittelwert \bar{x}_G erreicht bei den AMV-Betrieben mit 29.149 Zellen/ml einen höheren Betrag als bei den KMV-Proben (19.578 Zellen/ml), weshalb für letztere aufgrund des geringeren Abstands eher die Wahrscheinlichkeit einer symmetrischen Datenverteilung besteht.

Der Median (50 % Quartil) für Milchproben aus Automatischen Melkverfahren beläuft sich auf $\tilde{x} = 165.000$ Zellen/ml und übersteigt nur unerheblich den Median von konventionellen Systemen ($\tilde{x} = 161.997$ Zellen/ml). Der Interquartilbereich, gleichbedeutend mit dem Quartilsabstand ($x_{.75} - x_{.25}$), liegt für die AMV-Proben bei einem Wert von 167.803 und somit um 13.826 geringfügig höher als bei den KMV-Proben. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergibt, dass die Ergebnisse der AMV-Untersuchung ($p_{AMV} = 0,032$) signifikant von einem symmetrischen Polygon abweichen, während bei den KMV-Daten mit $p_{KMV} = 0,200$ kein signifikanter Unterschied vorliegt.

Die Streuung der Daten ist bei den zwei Melkverfahren als erheblich zu bezeichnen, wobei die Standardabweichung der AMV-Daten mit $s = \pm 107.967$ und der Variationskoeffizient $VK = 55\%$ noch wesentlich höher ausfallen als diejenigen der KMV-Daten mit $s = \pm 84.356$ und $VK = 48\%$. In der Stichprobe aller AMV-Proben ergibt die Spannweite (Variationsbreite) mit $R = 481.495$ einen um mehr als das Doppelte ($= 217.972$ Zellen/ml) höheren Wert als bei den Proben aus den KMV-Betrieben ($R = 263.523$). Die Differenz zwischen den Minimalwerten beträgt $x_{\min KMV} = 29.496$ Zellen/ml zu $x_{\min AMV} = 65.810$ Zellen/ml. Bei den Maxima betragen die Werte 329.333 Zellen/ml (KMV) zu 510.991 (AMV).

Zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße werden die Ergebnisse in Abb. 7 als Box- und Whiskerplots dargestellt. Beim Vergleich der Ergebnisse der Zellzahlbestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) weisen die AMV-Proben trotz eines nahezu identischen Medians etwas höhere Werte und eine wesentlich stärkere Streuung auf als die KMV-Proben. Demgemäß zentrieren sich die KMV-Daten stärker um den Median, wie auch an den Quartilabständen erkennbar. Gleichzeitig lassen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} in beiden Fällen eine schiefe Verteilung der Daten vermuten, wobei die AMV-Daten von einer deutlichen Linkssteilheit geprägt sind, während die KMV-Daten bei nur leichter Rechts-schiefe eine eher symmetrische Verteilung annehmen.

Abb. 7: Box- und Whiskerplots (X_{\min} , $X_{.25}$, $X_{.50}$, $X_{.75}$, X_{\max}) der Zellzahlen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Die Bestimmung des Gehaltes an somatischen Zellen in Milchbetrieben, die mit einem automatischen Melkverfahren arbeiten, ist bereits häufig Thema von Erhebungen gewesen. Die im Literaturteil aufgeführte Übersichtstabelle (Tab. 2) enthält einige Ergebnisse, die entweder durch Verlaufsstudien im gleichen Betrieb – vor und nach der Installation – gewonnen wurden oder einem direkten Vergleich zwischen Betrieben mit bzw. ohne automatisches Melkverfahren entstammen. In vielen Fällen liegen die Werte der automatischen Systeme nach der Installation höher als vorher bzw. im direktem Vergleich über denen der konventionellen Anlagen.

Dieser Trend zu höheren Zellzahlen bei den automatischen Melkverfahren zeigt sich auch in den Resultaten der vorliegenden Studie ($\bar{x}_{AMV} = 192.177$ Zellen/ml bzw. $\bar{x}_{KMV} = 174.801$ Zellen/ml), wenngleich die Differenz relativ gering ausfällt. Insgesamt liegen die Ergebnisse innerhalb der Spannweite der im Literaturteil aufgeführten Untersuchungsergebnisse. Zu berücksichtigen ist, dass der Stichprobenumfang bei den automatischen Systemen teilweise relativ gering war, so dass Ausreißer bei der Bewertung deutlicher ins Gewicht fallen.

Aus diesem Rahmen fallen gemäß Tab. 2 die Untersuchungsergebnisse von JUSTESEN und RASMUSSEN (2000) und KLUNGEL et al. (2000) sowie SVENNERSTON-SJAUNA et al. (2000). Hier sanken die Zellzahlen nach Einführung des neuen Melkverfahrens mit Selbstüberwachungsprogramm bzw. lagen niedriger als beim konventionellen Melksystem. Auch im Rahmen einer in der Tabelle nicht aufgeführten israelischen Untersuchung konnten signifikant niedrigere Zellzahlen bei der Gruppe von Tieren, die mit einem AMV gemolken wurden, nachgewiesen werden (SHOSHANI und CHAFFER, 2002).

Es gibt jedoch auch Studien, die beim Vergleich automatisierter und konventioneller Melktechniken keine eindeutigen Resultate erbrachten. So konnten HELGREN und REINEMANN (2006) trotz niedrigerer Werte auf Seiten der AMV-Betriebe keinen signifikanten Unterschied

im Zellzahlgehalt von Milch im Vergleich mit den untersuchten konventionell melkenden Betrieben ableiten (Vgl. Tabelle 2). Zudem beobachteten sie, dass u.a. der Zellgehalt bei den AMV-Betrieben in Abhängigkeit von der Dauer der Nutzung der automatischen Melkverfahren sank. Ebenso wenig konnten ABENI et al. (2008) Auswirkungen auf den Parameter Zellzahl und weitere Untersuchungsparameter ermitteln, als sie den Effekt von automatischen Melkverfahren auf Milchenzyme und Mineralien im Vergleich zu konventionellen Systemen untersuchten. Keine bzw. relativ unwesentliche Veränderungen verzeichneten gleichfalls die bereits in der Tab. 2 aufgeführten Autoren, wie z.B. VAN DER VORST und DE KONING (2002) bzw. RASMUSSEN et al. (2002) bei Teilnahme an einem Selbstüberwachungsprogramm.

Obwohl es sich in der Regel um eine einmalige Probennahme handelte und die gesetzlich vorgegebenen Werte (Milchverordnung, Milchgüte-Verordnung, VO (EG) 853/2004)) von 400.000 Zellen/ml und die im Maßnahmenkatalog für Betriebe mit automatischen Melkverfahren vorgegebenen 250.000/300.000 Zellen/ml aus diesem Grunde nur der Orientierung dienen, sprechen die eigenen Ergebnisse für eine insgesamt gute Milchqualität beider Systemvarianten mit einem Vorsprung der konventionellen Technik. Nach WINTER (2010) darf auch eine gute Eutergesundheit unterstellt werden.

3.2.1.2.2 Fett

75 % der Milchproben ($n = 77$) gehören zu den AMV-Proben ($n = 58$), 25 % werden durch die KMV-Proben ($n = 19$) repräsentiert. Um den z.T. sehr geringen Unterschieden zwischen den Ergebnissen Rechnung zu tragen, werden die Ergebnisse mit zwei Nachkommastellen angegeben, was eher der statistischen Genauigkeit dient als der Analysepräzision geschuldet ist. Das arithmetische Mittel weist bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 4,12$ % auf, der geometrische Mittelwert \bar{x}_G ist identisch. Bei den KMV-Proben liegen die entsprechenden Werte bei $\bar{x} = 4,41$ % bzw. $\bar{x}_G = 4,36$ % und somit deutlich über den Resultaten der AMV-Ergebnisse. Bei gleichauf liegenden AMV-Mittelwerten nimmt deren Differenz einen fünfmal niedrigeren Wert an als bei den KMV-Betrieben (0,05 %-Punkte), so dass bei ersteren aufgrund der Null-Spanne eine annähernd symmetrische Häufigkeitsverteilung der Daten wahrscheinlich ist.

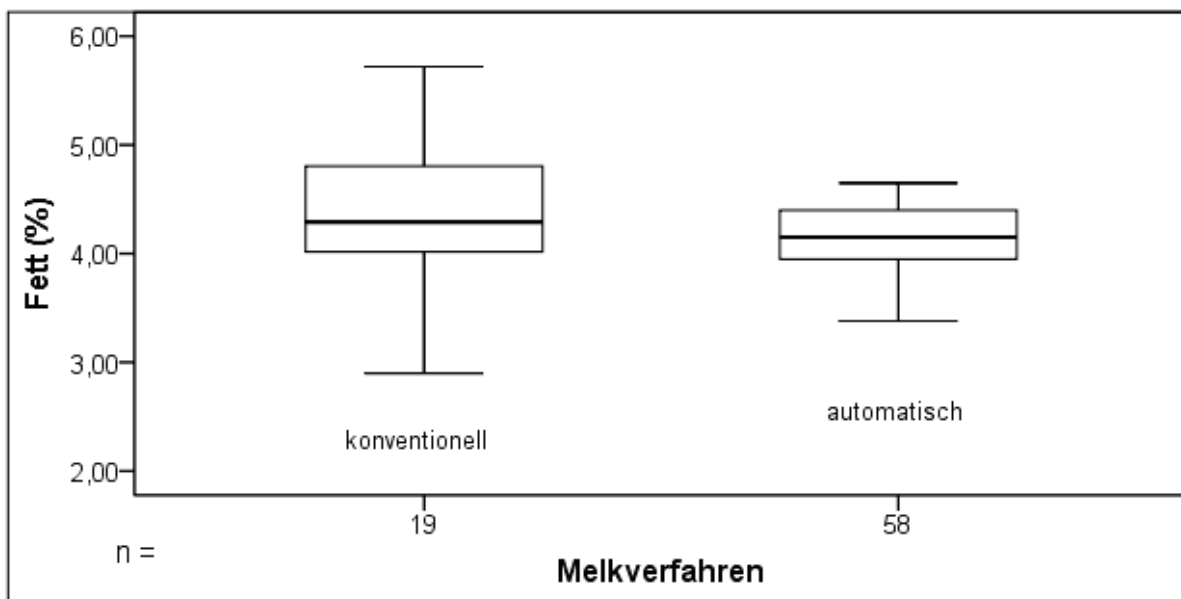
Bedeutender für die Interpretation der Daten ist der für Verzerrungen weniger anfällige Median. Die Milchproben aus den AMV-Betrieben weisen mit ihrem Median (50 % Quartil) $\tilde{x} = 4,15$ % um absolut 0,14 % geringere Fettwerte auf als die konventionellen Systeme mit $\tilde{x} = 4,29$ %. Der Interquartilbereich wird für die AMV-Proben mit $x_{75}-x_{25} = 0,45$ berechnet. Mit einem Wert von 0,98 erreicht dieses Streuungsmaß bei den konventionellen Betrieben einen um mehr als das Doppelte höheren Betrag. Die AMV-Werte konzentrieren sich aufgrund des kleineren Quartilabstandes näher um den Median. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov zeigt für beide Systeme mit einem Wert von $p = 0,200$ eine signifikante Abweichung von einer symmetrischen Datenverteilung.

Trotz evidenter Unterschiede ist die Streuung der Daten bei den zwei Melkverfahren als sehr gering zu bezeichnen, wobei die AMV-Daten mit $s = \pm 0,34$ (VK = 8 %) im Gegensatz zu den konventionellen Systemen mit $s = \pm 0,69$ (VK = 16 %) eine um die Hälfte geringere Standardabweichung aufweisen. In der Stichprobe aller AMV-Proben zeigt sich mit $R = 1,67$ gegen-

über $R = 2,28$ eine um relativ 27 % niedrigere Spannweite (Variationsbreite) im Vergleich zu den Proben aus den konventionellen Systemen. Das Minimum x_{\min} von 2,98 % (AMV-Proben) liegt knapp über dem Minimum x_{\min} der konventionellen Systeme. Bei den Maxima befinden sich die automatischen Melkverfahren geringfügig unter denen der konventionellen Systeme ($x_{\min} = 2,90/2,98$ bzw. $x_{\max} = 4,65/5,72$).

Die geschilderten Verhältnisse lassen sich auch an den Box- und Whiskerplots ablesen (Abb. 8). Bei dem Wert $x_{\min AMV} = 2,90$ handelt es sich um einen Ausreißer, der – um dem einheitlichen Modus Folge zu leisten (siehe Kap. 3.2.3.1) – in der Graphik nicht dargestellt wird.

Abb. 8: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Milchfettgehalt, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Beim Vergleich der Ergebnisse der Fettbestimmung für beide Melkverfahren (konventionell und automatisch) weisen die AMV-Proben insgesamt einen geringeren Fettgehalt auf. Deutlich ist die höhere Streuung und Variationsbreite der konventionellen Systeme zu erkennen, während sich die AMV-Daten stärker um den Median zentrieren. Gleichzeitig dokumentieren die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median im Falle der Milchproben aus konventionellen Melkverfahren eine rechtsschiefe Verteilung der Daten. Dagegen ist das Polygon bei den automatischen Verfahren nahezu als symmetrisch zu bezeichnen. All diese Befunde sprechen für eine geringere Standardisierung des Fettgehaltes beim konventionellen Melken, wobei die Gründe nicht in der Melktechnik liegen müssen.

Mit $\bar{x}_{AMV} = 4,12$ % liegt der Fettgehalt der Milch, die in der hiesigen Studie mit einem automatischen Melkverfahren ermolken wurde, deutlich unter den Werten der Betriebe mit einem konventionellen Melkverfahren ($\bar{x}_{KMV} = 4,41$ %) und bestätigt die Ergebnisse in der Literatur zugänglicher Untersuchungen (BUCHBERGER et al., 2003), KLUNGEL et al., 2000), die von einer tendentiellen oder signifikanten Abnahme des Milchfettgehaltes infolge der Einrichtung eines automatischen Melkverfahrens berichten.

Darüber hinaus bewegt sich der absolute Fettgehalt der hiesigen Erhebung in ähnlichen Bereichen wie bei BUCHBERGER et al. (2003) bzw. MONKEN und INGALLS (2002), aber klar über den Gehalten der Studien von WIRTZ et al. (2004) mit 3,93 % bzw. 4,16% sowie von SHOSHANI und CHAFFER (2002) mit 3,04 bzw. 3,25 %, bei denen mit den automatischen Systemen aber gleichfalls Milch mit einem geringeren Fettgehalt gegenüber der konventionellen Methode erzeugt wurde (vgl. Tab. 3).

Für den Vergleich zwischen automatischem und konventionellem Melken ist besonders auf die Melkintervalle zu achten.

WOLF und JAHNKE (1999) berichten von Erfahrungen, die bei der Umstellung von zwei- auf dreimaliges Melken von Milchkühen in Mecklenburg-Vorpommern gesammelt wurden. Die höhere Melkfrequenz bewirkte im Zusammenhang mit einer insbesondere auf Milchmengensteigerung ausgerichteten verbesserten Fütterung einen Leistungsanstieg von über 30 kg durchschnittlichem Tagesgemelk. Die höhere Milchmenge/Kuh war allerdings mit einem Absinken des Fettgehaltes von 4,5 % auf 4,0 % verbunden. Im Rahmen einer Kohortenstudie mit annähernd 150 Milchkühen unterschiedlicher Rassen konnten LØVENDAHL und CHAGUNDA, (2011), zeigen, dass Kühe mit einer höheren Melkfrequenz auch eine höhere Milchleistung, aber einen geringeren Fettgehalt in der Milch aufweisen, wobei die Korrelation im frühen Laktationsstadium enger ausfällt als in der restlichen Laktationsperiode. Offensichtlich spielen bei den automatisch gemolkenen Tieren individuelle Unterschiede eine Rolle, denn Kühe mit einer hohen Milchleistung werden öfter gemolken, ihre Milch besitzt aber einen geringeren Fettgehalt.

Andererseits übte in der Untersuchung von AMOS et al. (1985) die Melkfrequenz keinen Effekt auf die Zusammensetzung der Milch aus, während WIKTORSSON et al. (2000) von einer Steigerung der durchschnittlichen täglichen Milchleistung im Zuge der Umstellung von einer zwei- auf eine drei- oder mehrmalige Melkung berichteten. Die Milchezusammensetzung (Fett, Eiweiß, Laktose) wird dadurch nicht signifikant verändert.

3.2.1.2.3 Eiweiß

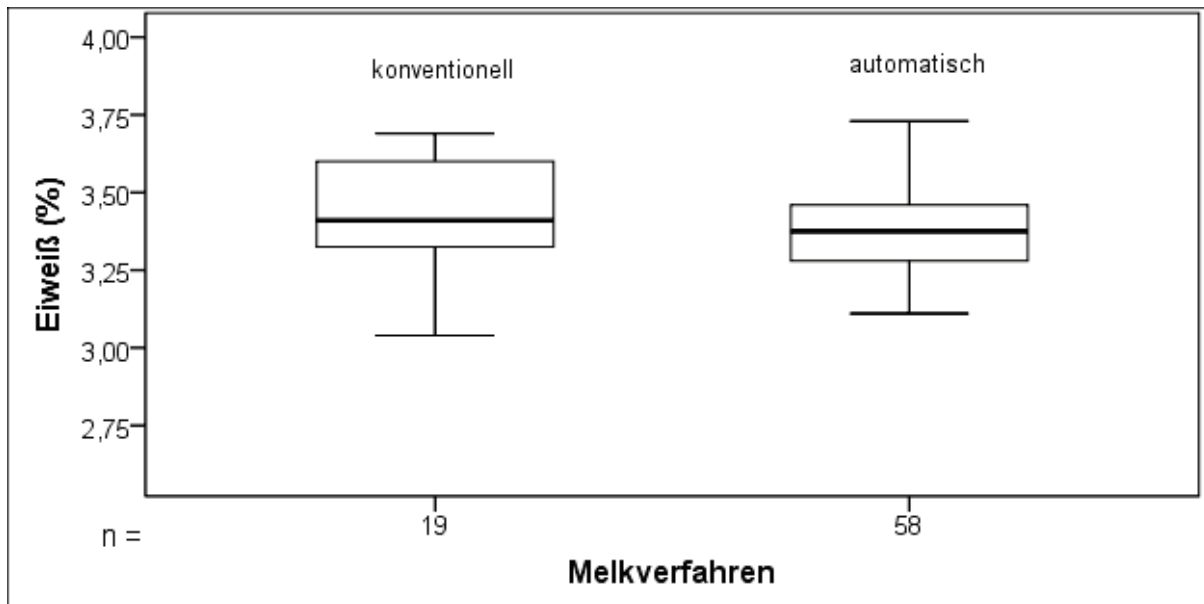
75 % der untersuchten $n = 77$ Milchproben werden durch die 58 AMV-Proben, 25 % durch die 19 KMV-Proben repräsentiert. Auch hier machen es die geringen Unterschiede zwischen den Ergebnissen notwendig, die Resultate mit zwei Nachkommastellen anzugeben. Bei den AMV-Proben befinden sich arithmetisches und geometrisches Mittel auf gleicher Höhe $\bar{x} = \bar{x}_G = 3,36 \%$. Ein winziger Unterschied von relativ 0,01 % findet sich bei den KMV-Proben ($\bar{x} = 3,42 \%$ / $\bar{x}_G = 3,41 \%$). Die Daten der zentralen Tendenz differieren um nur relativ 2 %.

Die Milchproben aus den Automatischen Melkverfahren weisen im Median $\tilde{x} = 3,38 \%$ unerheblich niedrigere Eiweißwerte auf als die konventionellen Systeme ($\tilde{x} = 3,41 \%$). Der Interquartilbereich liegt für die AMV-Proben bei $x_{.75} - x_{.25} = 0,18$ und ungefähr halb so hoch wie bei den KMV-Proben ($x_{.75} - x_{.25} = 0,30$), wobei sich die Werte aus den AMV-Betrieben stärker um den Median konzentrieren. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov signalisiert, dass sich die Ergebnisse der AMV-Untersuchung ($p_{AMV} = 0,035$) nicht signifikant von der Gauß-Kurve unterscheiden. Die Abweichung der KMV-Daten mit $p_{KMV} = 0,200$ dagegen ist als signifikant anzusehen.

Die Standardabweichung der Daten bei den zwei Melkverfahren ist als sehr geringfügig ($s_{AMV} = s_{KMV} = \pm 0,20$) einzuschätzen, woraus auch ein niedriger Variationskoeffizient resultiert ($VK_{AMV} = VK_{KMV} = 6\%$). Die Spannweite (Variationsbreite) aller AMV-Daten erweist sich mit $R = 1,22$ um relativ 88 % höher als bei den Proben aus den KMV-Systemen ($R = 0,65$). Das Minimum $x_{min} = 2,61\%$ (AMV-Proben) liegt um relativ 0,43 % unter dem Minimum $x_{min} = 3,04\%$ bei den konventionellen Melkverfahren. Die Maxima differieren um absolut 0,14 %. Die AMV-Daten weisen ein $x_{max} = 3,83\%$ auf und stehen somit relativ 4 % über dem der KMV-Werte ($x_{max} = 3,69\%$).

Auch hier werden die Ergebnisse zur Verdeutlichung der Lage- und Streuungsmaße in Form von Box- und Whiskerplots dargestellt (Abb. 9). Beim Vergleich der Ergebnisse der Eiweißbestimmung beider Melkverfahren konventionell (KMV) und automatisch (AMV) weisen die Proben aus den automatischen Melkverfahren trotz eines nahezu identischen Medians geringfügig höhere Werte und eine nahezu gleiche Streuung auf wie die KMV-Proben. Auch die Variationsbreiten zeigen sich sehr ähnlich. Aufgrund des kleineren Quartilabstandes zentrieren sich die AMV-Daten stärker um den Median. Gleichzeitig weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} im Falle der konventionellen Systeme auf ein rechtsschiefes Polygon der Daten hin, während die KMV-Resultate nahezu symmetrisch ausgerichtet sind.

Abb. 9: Box- und Whiskerplots (x_{min} , $x_{.25}$, $x_{.50}$, $x_{.75}$, x_{max}) für den Milcheiweißgehalt, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Die Auswirkungen der Einführung eines automatischen Melkverfahrens in einen Betrieb auf wertbestimmende Milchbestandteile wie z.B. den Eiweißgehalt und Vergleichsstudien zwischen konventionell und automatisch melkenden Betrieben werden in der Literatur verschiedentlich beschrieben (vgl. 2.3.3).

Sowohl bei den Studien von IBEN (2003), KLUNDEL et al. (2000), SHOSHANI und CHAFFER (2002), SVENNERSTEN-SJAUNJA et al. (2000) und WIRTZ et al. (2004) wurden nur geringfügige Unterschiede zwischen automatisch und konventionell ermolkenen Milch gemessen, wobei letztere die höheren Werte aufwies. Überhaupt keine Differenz zwischen den zwei Techniken konnten BUCHBERGER et al. (2003) sowie INNOCENTE und BIASUTTI (2012) finden. Zu einem konträren Ergebnis kamen SCHOLZ et al. (2001). Die Tiere der Versuchsherde, die aus den Rassen Deutsche Holsteins und Deutsches Fleckvieh zusammengesetzt war, reagierten auf den Wechsel der Melktechnik von konventionell auf automatisch u.a. mit einem erhöhten Eiweißgehalt.

Einen minimalen Einfluss auf den Proteingehalt der Milch hat die Umstellung der Melkfrequenz von zwei- auf dreimaliges Melken bei Beobachtungen von WOLF und JAHNKE (1999). Hier sank der Eiweißgehalt der Milch um etwa 0,2 % bei gleichzeitiger Leistungssteigerung der Kuh, so dass der Versuchsbetrieb insgesamt eine Zunahme der erwirtschafteten Eiweißmenge verbuchen konnte.

Insgesamt bestätigt die vorliegende Studie das mehrfach beschriebene geringgradige Absinken des Proteingehaltes der Milch bei einer Umstellung von KMV auf AMV. Die in der Erhebung gemessenen Eiweißgehalte ($\bar{x}_{AMV} = \bar{x}_{GAMV} = 3,36\%$; $\bar{x}_{KMV} = 3,42\%$ / $\bar{x}_{GKMV} = 3,41\%$) liegen unter dem von JANŠTOVÁ et al (2011) erhobenen Durchschnittswert von 3,46 %, aber in einer ähnlichen Größenordnung wie die Resultate von SVENNERSTEN-SJAUNJA et al. (2000).

3.2.1.2.4 Laktose

76 % der in die Wertung genommenen Milchproben ($n = 75$) werden durch die 57 AMV-Proben, 24 % durch die 18 KMV-Proben repräsentiert. Um die z.T. sehr geringen Unterschiede zwischen den Ergebnissen darzustellen, werden die Ergebnisse wiederum mit zwei Nachkommastellen angegeben. Sowohl bei den konventionellen ($\bar{x} = \bar{x}_G = 5,01\%$) als auch bei den automatischen Systemen ($\bar{x} = \bar{x}_G = 4,94\%$) fallen beide Mittelwerte zusammen, womit sich eine Symmetrie der Daten abzeichnet. Bei den konventionellen Proben werden um relativ 1 % höhere Laktose-Werte erzielt als mit den automatischen Melkverfahren.

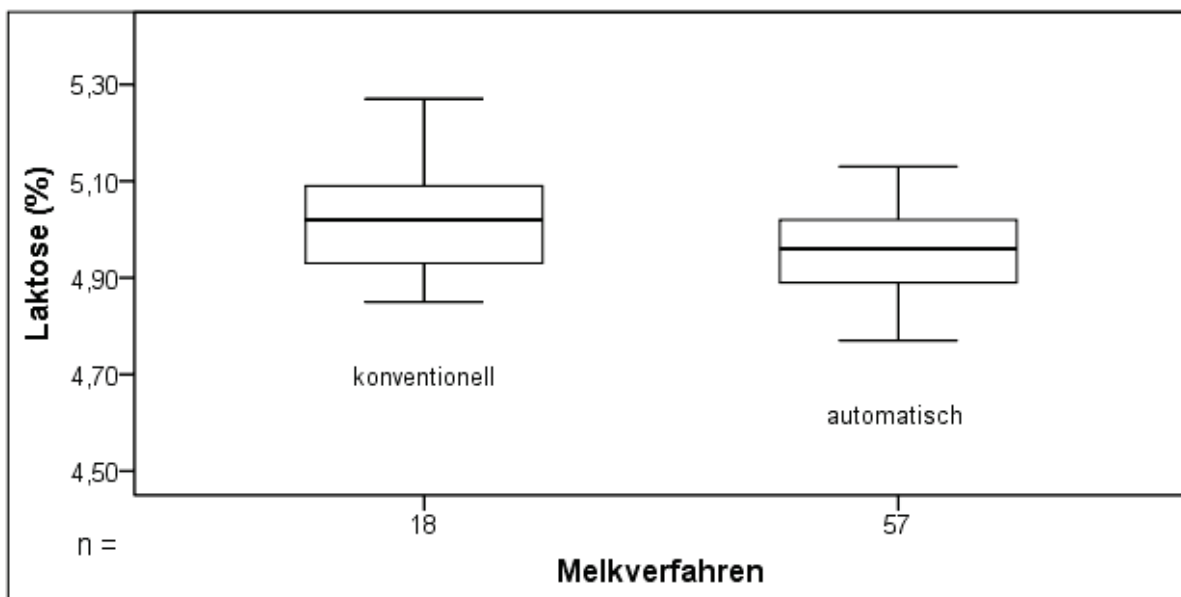
Die Milchproben aus den AMV-Betrieben weisen im Median \tilde{x} (50 % Quartil) mit einer Differenz von absolut 0,06 % minimal niedrigere Laktosewerte auf als die konventionellen Systeme (4,96 % gegenüber 5,02 %). Der Interquartilbereich liegt für die AMV-Proben bei einem Wert von 0,13. Bei den konventionellen Betrieben erhöht er sich bei einem Wert von 0,18 um 28 %. Somit konzentrieren sich die AMV-Werte aufgrund des kleineren Quartilabstandes näher um den Median. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergibt für die AMV-Betriebe einen Wert von $p = 0,00$ und für die KMV-Betriebe einen Wert von $p = 0,200$. Somit zeigen die AMV-Daten eine signifikante Abweichung von der Gauß-Kurve.

Die Streuung der Resultate ist bei den zwei Melkverfahren als sehr gering zu bezeichnen, wobei die Standardabweichung s der AMV-Daten mit $\pm 0,18$ annähernd doppelt so hoch ausfällt wie bei den konventionellen Systemen mit $\pm 0,11$. Die Variationskoeffizienten betragen $VK_{AMV} = 4\%$ bzw. $VK_{KMV} = 2\%$. In der Stichprobe aller AMV-Proben erweist sich

die Spannweite (Variationsbreite) $R = 1,40$ um 332 % höher als bei den Proben aus den konventionellen Systemen ($R = 0,42$ %). Das Minimum $x_{\min} = 3,86$ % (AMV-Proben) liegt 0,99 %-Punkte unter dem Minimum der konventionellen Systeme ($x_{\min} = 4,85$ %). Die Maxima differieren kaum ($x_{\max\text{AMV}} = 5,26$ % gegenüber $x_{\max\text{KMV}} = 5,27$ %).

Anschließend werden die Ergebnisse zur Verdeutlichung der Lage- und Streuungsmaße wiederum in Form von Box- und Whiskerplots dargestellt (Abb. 10). Beim Vergleich der Ergebnisse der Laktosebestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) weisen die AMV-Proben einen niedrigeren Median auf. Die Streuung ist mit derjenigen aus den konventionellen Proben nahezu identisch, was auch für die Variationsbreite gilt. Aufgrund des kleineren Quartilabstandes zentrieren sich die AMV-Daten stärker um den Median \tilde{x} vor allem bei den konventionellen Melkverfahren auf eine schiefe Häufigkeitsverteilung der Resultate hin, wobei die AMV-Daten nicht so deutlich von einem symmetrischen Polygon abweichen.

Abb.: 10: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) für den Gehalt an Laktose, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Spezielle Untersuchungen zum Laktosegehalt der Milch in Bezug auf einen direkten Vergleich von Betrieben mit einem automatischen Melkverfahren versus Betriebe mit einem konventionellen Verfahren zum Milchentzug waren in der zugänglichen Literatur kaum zu finden. Die Aussagen sind teilweise gegensätzlich (vgl. 2.3.4). Während BUCHBERGER et al. (2003) sowohl im Vor- als auch im Hauptversuch in den Milchproben aus den automatischen Melkverfahren einen geringeren Laktosegehalt in Höhe von 4,69 % bzw. 4,76 % gegenüber den Betrieben mit einem konventionellen System (4,72–4,80 %) nachweisen konnte, kamen SCHOLZ et al. (2001) und SVENNERSTEN-SJAUNJA et al. (2000) zu gegenläufigen Ergebnissen.

In der hier durchgeführten Studie bestätigt sich der in der Erhebung von BUCHBERGER et al. (2003) erkennbare Trend. Die durchschnittlichen Laktose-Werte der Milch aus automatisch ermolkenen Milch lagen mit $\bar{x}_{AMV} = 4,94 \%$ gegenüber $\bar{x}_{KMV} = 5,01 \%$ ebenfalls unter den Werten der konventionellen Systeme. Insgesamt besaß die Milch beider Systeme einen höheren Laktose-Wert, als in der aufgeführten Literatur angegeben.

3.1.1.2.5 Gefrierpunkt

75 % der in die Wertung genommenen Milchproben ($n = 69$) werden durch die 52 AMV-Proben, 25 % durch die 17 KMV-Proben repräsentiert. Für beide Melkverfahren fallen die arithmetischen und geometrischen Mittelwerte zusammen ($\bar{x}_{AMV} = \bar{x}_{G AMV} = -0,519^\circ\text{C}$ bzw. $\bar{x}_{KMV} = \bar{x}_{G KMV} = -0,523^\circ\text{C}$). Die Differenz der Werte erweist sich mit relativ 4% bzw. 1 % als sehr gering.

Der Median \tilde{x} ist für die konventionellen Systeme mit einem Wert von $\tilde{x} = -0,523^\circ\text{C}$ sowohl mit dem arithmetischen \bar{x} als auch mit dem geometrischen Mittelwert \bar{x}_G identisch. Bei den AMV-Proben liegt er mit $\tilde{x} = -0,520^\circ\text{C}$ um 1 % niedriger. Die Milchproben aus den AMV-Betrieben weisen im Median \tilde{x} (50 % Quartil) mit einer Differenz von $0,003^\circ\text{C}$ geringere Gefrierpunktwerte auf als die konventionellen Systeme ($-0,520^\circ\text{C}$ gegenüber $-0,523^\circ\text{C}$). Der Interquartilbereich liegt für die KMV-Proben bei einem Wert von $-0,4$. Mit einem Wert von $-0,6$ ragt er bei den automatischen Systemen um ein Drittel darüber hinaus. Somit konzentrieren sich die KMV-Ergebnisse aufgrund des kleineren Quartilabstandes näher um den Median. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergab für die AMV einen Wert von $p = 0,040$, für die konventionellen Systeme $p = 0,131$. Somit weichen die Daten der AMV-Systeme signifikant von einer Normalverteilung ab.

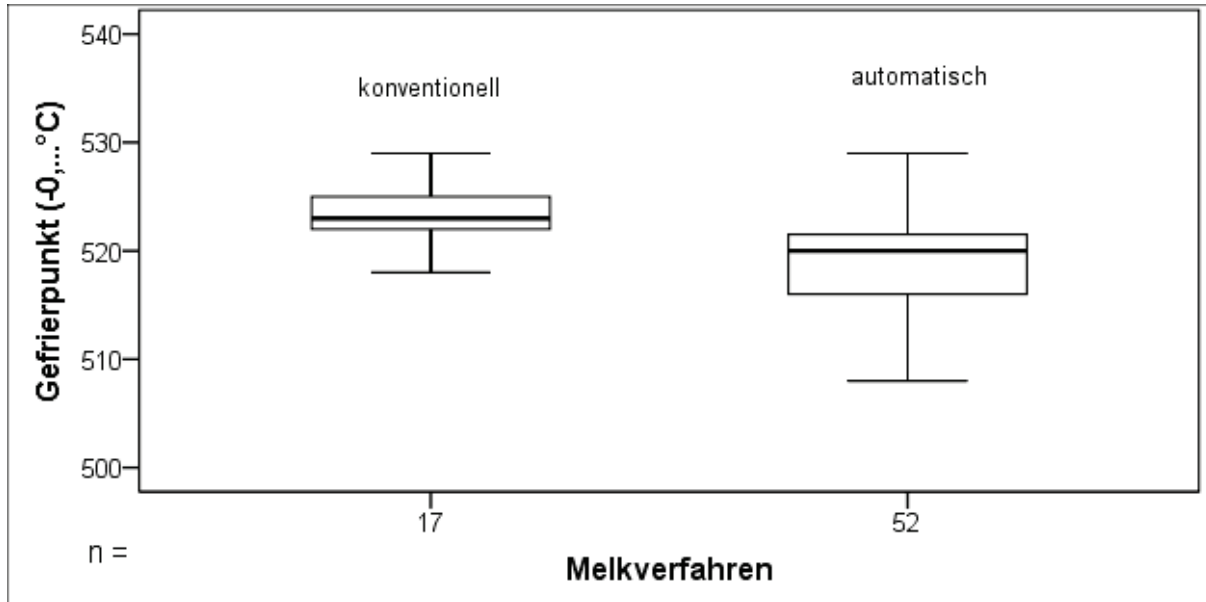
Die Streuung der Resultate lässt sich für beide Melkverfahren als gering bezeichnen ($VK_{AMV} = 1 \%$, $VK_{KMV} = 1 \%$), wobei die Standardabweichung s der AMV-Daten mit $\pm 0,6$ um 20 % höher liegt als bei den konventionellen Systemen mit $\pm 0,5$. In der Stichprobe aller AMV-Proben ist die Spannweite (Variationsbreite) $R = 0,44$ um 83 % ($0,24^\circ\text{C}$) höher als bei den Proben aus den konventionellen Systemen ($0,20^\circ\text{C}$). Das Minimum der AMV-Systeme $x_{\min} = -0,495^\circ\text{C}$ liegt etwas über dem Minimum der konventionellen Systeme ($x_{\min} = -0,514^\circ\text{C}$). Bei den Maxima unterschreiten die automatischen Melkverfahren um 0,93 %-Punkte den entsprechenden Wert der konventionellen Systeme ($x_{\max AMV} = -0,539^\circ\text{C}$ gegenüber $x_{\max KMV} = -0,534^\circ\text{C}$).

Die Bestimmung der Gefrierpunktabenkung ist ein allgemein gebräuchlicher Parameter um die Anwesenheit von Fremdwasser in der Milch aufzuweisen (VAN CROMBRUGGE, 2003). Unter natürlichen Bedingungen besitzt diese physikalische Größe eine sehr geringe Variabilität (HANUŠ et al., 2011). In der Literatur wird häufig über eine Gefrierpunkterhöhung nach Umstellung auf ein automatisches Melkverfahren berichtet (vgl. Kap. 2.3.5).

Wie gemäß der aufgeführten Literatur zu erwarten, lag der Gefrierpunkt der Milch aus automatisch melkenden Betrieben auch in der durchgeführten Studie deutlich höher ($-0,519^\circ\text{C}$) als in den konventionell arbeitenden Betrieben ($-0,523^\circ\text{C}$) und reiht sich somit sowohl im gemessenen Wert als auch in den Trend der Automatischen Melkverfahren zu höheren Gefrierpunkten ein.

Im Folgenden werden die Ergebnisse zur Verdeutlichung der Lage- und Streuungsmaße in Form von Box- und Whiskerplots dargestellt (Abb. 11). Auch hier ist die durchschnittlich stärkere Gefrierpunkterniedrigung und höhere Streuung der AMV-Systeme gegenüber der konventionellen Melktechnik evident.

Abb. 11: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}) des Gefrierpunktes, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



3.2.1.2.6 Trockenmasse

76 % der in die Wertung genommenen Milchproben ($n = 76$) werden durch die 58 AMV-Proben, 24 % durch die 18 KMV-Proben repräsentiert. Die Differenz zwischen dem arithmetischen \bar{x} und dem geometrischen Mittelwert \bar{x}_G beträgt sowohl bei den konventionellen als auch bei den automatischen Melkverfahren 0,02 %-Punkte, wobei die Mittelwerte der KMV-Betriebe mit $\bar{x} = 13,47$ und $\bar{x}_G = 13,45$ um relativ 1 % höher liegen als die Werte auf Seiten der AMV-Betriebe (13,13 %/ 13,11 %).

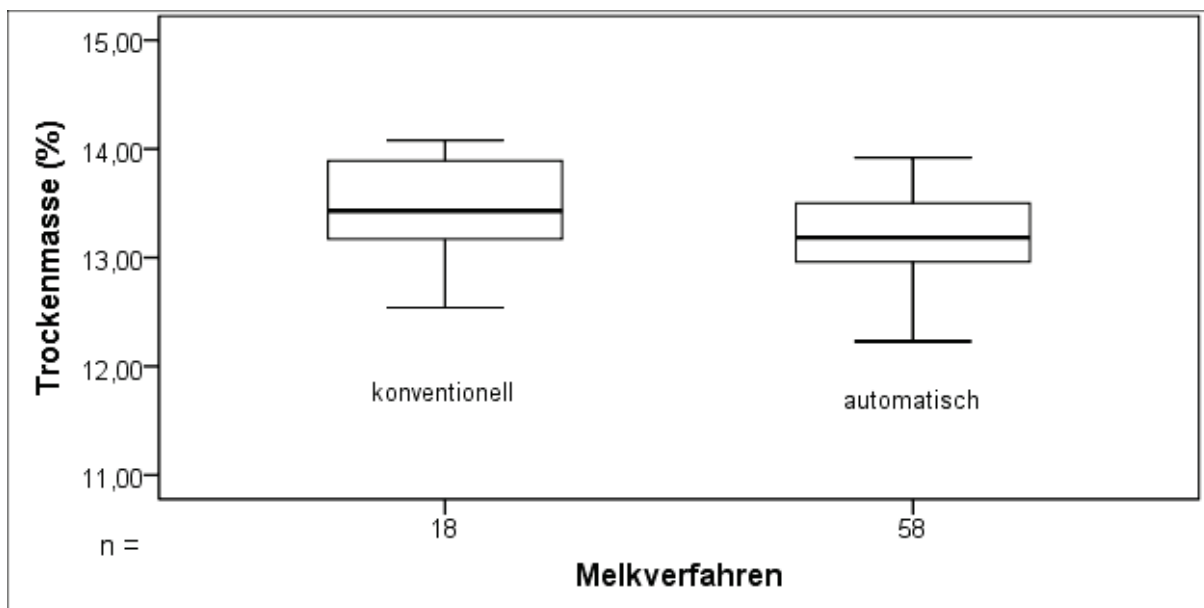
Als aussagekräftiger gilt der Median, der für die konventionellen Systeme mit 13,43 % niedriger ausfällt als das arithmetische und das geometrische Mittel. Bei den AMV-Proben liegt er bei 13,19 %. Die Milchproben aus den AMV-Betrieben weisen im Median \tilde{x} (50 % Quartil) mit einer Differenz von absolut 0,24 %-Punkten geringere Trockenmassewerte auf als die konventionellen Systeme (13,19 % gegenüber 13,43 %). Für die AMV-Proben errechnet sich ein Interquartilbereich von 0,55. Mit einem Wert von 0,78 liegt er bei den konventionellen Betrieben um absolut 0,23 % höher als bei den AMV-Betrieben. Somit konzentrieren sich die AMV-Werte infolge der kleineren Spanne näher um den Median. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergab für AMV-Systeme einen Wert von $p = 0,000$. Im Gegensatz zu den KMV-Betrieben ($p = 0,200$) sind hier die Abweichungen von der Normalverteilung nicht signifikant.

Die Streuung der Daten lässt sich bei den zwei Melkverfahren als sehr gering bezeichnen, wobei die Standardabweichung der AMV-Daten mit $s = \pm 0,58$ um 1,1-mal niedriger liegt als

bei den konventionellen Systemen mit $\pm 0,66$. Dementsprechend verhalten sich die Variationskoeffizienten ($VK_{AMV} = 4\%$, $VK_{KMV} = 5\%$). In der Stichprobe aller AMV-Proben ist die Spannweite (Variationsbreite) R mit $3,77$ um 28% höher anzusetzen als bei den Proben aus den konventionellen Systemen ($2,94$). Das Minimum $x_{\min} = 10,15\%$ (AMV-Proben) liegt $2,11\%$ -Punkte unter dem Minimum $x_{\min} = 12,04\%$ der konventionellen Systeme. Bei den Maxima befinden sich die automatischen Melkverfahren $1,06\%$ -Punkte unter denen der konventionellen Systeme ($x_{\max AMV} = 13,92\%$ gegenüber $x_{\max KMV} = 14,98\%$).

Abschließend werden die Ergebnisse, wie auch bei den vorangegangenen Resultaten, zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße in Form von Box- und Whiskerplots dargestellt (Abb. 12). Auch bei dieser parameterfreien Auswertung weisen die AMV-Proben insgesamt kleinere Werte auf, so einen etwas niedrigeren Median und eine wesentlich kleinere Streuung sowie eine Variationsbreite als KMV-Proben. Gleichzeitig lassen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} im Fall der konventionellen Systeme eine (rechts)schiefe Ausrichtung der Daten erkennen, während das Polygon einen eher symmetrischen Verlauf annimmt.

Abb. 12: Box- und Whiskerplots der Trockenmasse (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}), bezogen auf verschiedene Melkverfahren



Untersuchungsergebnisse über den Faktor Milch-Trockenmasse in direktem Bezug zu Melk-systemen waren in der zugänglichen Literatur nicht zu finden. Allgemein angegebene Orientierungswerte liegen, wie im Literaturteil (vgl. 2.3.6) angegeben, im Bereich von $12,7\%$ bis $13,7\%$ [HELMERT (2002), KIELWEIN, (1994b), KLOSTERMEIER (1985), SCHÜPPEL (1992b) und WEHRMÜLLER et al. (2007)]. In diesem Rahmen bewegen sich auch die Messwerte für die Milch aus den untersuchten Betrieben, wobei die Durchschnittswerte für konventionelle Betriebe bei einem Gehalt von $13,55\%$ und somit über den Ergebnissen der mit einem automatischen Melksystem arbeitenden Höfe ($13,15\%$) liegen. Im Zusammenhang mit dem bei den automatischen Melkverfahren vorliegenden niedrigeren Gefrierpunkt könnte hier ein weiterer Hinweis auf einen höheren Fremdwassergehalt der Milch vorliegen.

3.2.1.3 Ergebnisse/Ranking der Einzelbetriebe

Nachdem Untersuchungsergebnisse für die Betriebe der einzelnen Firmen in der Gesamtheit beschrieben worden sind, soll ihre Beurteilung bezüglich der jeweiligen Kriterien und zwar zuerst hinsichtlich der gesetzlich vorgegebenen Normen folgen. Daran schließt eine Gegenüberstellung mit den Mittelwerten der jeweiligen AMV-Firmen an. Eine stärker detaillierte Darstellung und Beurteilung aller Einzelbetriebe würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, entsprechende Informationen lassen sich aber den Tabellen 37 ff im Anhang entnehmen. Zwecks besserer Vergleichsmöglichkeiten werden dort die konventionellen Betriebe (Firma Nr. 6) den automatisch melkenden (1–5, 7) vorangestellt.

Die Tabelle 13 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Gesamtheit der Einzelbetriebe, geordnet nach Melksystem-Typen/Herstellern und Beurteilungsmerkmalen. Bis auf die nicht repräsentativ vertretene Melkanlage vom Typ 5 gelingt es keiner Firma, zu mindestens 50 % Zellzahlwerte unter 100.000 Zellen/ml zu erreichen, die lt. DVG (1994) den Grenzbereich für gesunde Euterviertel darstellen. In der nächsthöheren Bewertungsklasse liegen dann je nach Melksystem-Typen 43–80 % der Betriebe unter 200.000 Zellen/ml. Der Anteil von Betrieben mit Zellzahlen über 400.000 reicht von 0 bis 9 %.

Während kein Betrieb Auffälligkeiten beim Laktose- und Trockenmassegehalt zeigt, wird der Mindestfettgehalt von 3,7 % verschiedentlich unterschritten. Zu geringe Fettanteile finden sich in den Betrieben mit den Melkverfahren der Firmen Nr. 1, 2 und 6 in 7–20 % der Fälle. Beim Eiweißgehalt liegt die Häufigkeit nicht anspruchsgerechter Resultate sogar zwischen 88 % (Firma Nr. 4) und 43 % (Firma Nr. 3). Von Gefrierpunktsunterschreitungen sind bis zu einem Viertel der Betriebe (Firmen 1, 7) betroffen.

Erläuterungen zur Interpretation der Tabellen Nr. 37 ff (Anhang)

Die Klassifizierung der Betriebe begann mit dem Anlegen von Kreuztabellen, in denen das Abweichen der Einzelbetriebe vom jeweils gewählten Grenz- bzw. Durchschnittswert für jeden in der Tabelle aufgeführten Parameter aufgezeichnet wurde. Das Überschreiten bzw. Einhalten des Wertes wurde mit „1“ belegt, das Unterschreiten mit „0“. Das Übertreten der Limits für die Zellzahlen gilt als negativ, jedoch für Fett-, Eiweiß-, Laktose-, Gefrierpunkt- und Trockenmassewerte als positiv.

Für jeden positiv bewerteten Parameter wurden 10 Punkte vergeben. Um eine niedrige Zellzahl zu honorieren, wurden neben den 10 Punkten für das Unterschreiten der 400.000er Grenze (MVO) nochmals zusätzlich 5 Punkte für jede niedrigere Einstufung zuerkannt. Um in der Bewertung die Zellzahlen von den anderen Bewertungskriterien abzugrenzen und ihre Beurteilung zu erleichtern werden sie bei den Tabellen im Anhang (Tab. 37 ff) durch ein „+“ von den anderen Punkten abgetrennt.

Es können maximal 15 Zusatzpunkte, entsprechend den drei Abstufungen unter 400.000 Zellen/ml erreicht werden. So bedeutet ein Punktestand von „60 + 15“ bei 6 Bewertungsparametern (Zellzahl, Fett, Eiweiß, Laktose, Gefrierpunkt und Trockenmasse), dass der Betrieb nicht nur in allen 6 Kategorien positiv eingestuft wurde, sondern zusätzlich noch eine Zellzahl unter 100.00 Zellen/ml aufweist (z.B. Betrieb Nr. 38). Ein Betrieb mit „60 + 10“ Punkten würde somit neben allen positiv bewerteten Parametern eine Zellzahl unter 200.000 Zellen/ml aufweisen (z.B. Betrieb Nr. 39). Um alle Betriebe mit vorliegenden chemisch-

physikalischen Untersuchungsergebnissen berücksichtigen zu können, wird das gleiche System auch auf Betriebe mit weniger Datenmaterial angewandt. Bei 5 Bewertungsparametern fällt der Gefrierpunkt, bei dem es im Falle einer Probenkonservierung zu einer Verfälschung des Messergebnisses kommen würde, als Bewertungskriterium aus. Somit lassen sich hier maximal „50 + 15“ Punkte als Spitzenwert erreichen.

Speziell für Tabelle 14 wurden die Betriebe in drei Kategorien mit jeweils vier Bewertungsstufen eingeteilt. Letztere beziehen sich auf die Abstufung der Zellzahlen unter 400.000 Zellen/ml). Da dieser Wert Standard sein sollte, gibt es hierfür selbst bei Unterschreitung keine Sonderpunkte, sofern die Zahlen die nächste Bonusstufe von 300.000 Zellen/ml nicht unterschreiten. Die Bewertungsstufen sind durch Querbalken voneinander getrennt. Jede Abstufung um eine Kategorie bedeutet ein Defizit in einem der sechs bzw. fünf Parameter.

Für die Beurteilung nach 6 Parametern gilt folgende Regel:

Kategorie I bedeutet 60 + 15/10/5/0 Punkte

Kategorie II bedeutet 50 + 15/10/5/0 Punkte

Kategorie III bedeutet 40 + 15/10/5/0 Punkte

Für die Beurteilung nach 5 Parametern gilt folgende Regel:

Kategorie I bedeutet 50 + 15/10/5/0 Punkte

Kategorie II bedeutet 40 + 15/10/5/0 Punkte

Kategorie III bedeutet 30 + 15/10/5/0 Punkte

So wurden bei System Nr. 1 von 17 Betrieben bei der Beurteilung nach 5 Kriterien 7 Betriebe, d.h. 42 % in Kategorie I eingestuft. Danach sind unter der Leerzeile die Betriebsnummern aufgeführt. Die einzelnen Abstufungen in der Kategorie sind durch Querbalken gekennzeichnet. Unbesetzte Stufen sind durch ein „*“ markiert.

Bei Anwendung des gewählten Auswertungsmodus ist zu erkennen, dass zwar Betriebe aller überprüften AMV-Hersteller die höchste Qualitätsstufe (Kategorie I) erreichen können, doch der jeweilige prozentuale Anteil sehr unterschiedlich ausfällt. Positiv ragen hier vor allem die Betriebe mit den Melkanlagen der Firmen Nr. 6 und 3 mit einem Anteil von über 50 % hervor. Wird auch der Gefrierpunkt beim Ranking berücksichtigt, behalten solche mit einem Melkverfahren der Nr. 6 ihre Spitzenstellung, während die Höfe mit einem System der Firma Nr. 3 mehrheitlich in Kategorie II gelangen und die Betriebe mit der Methode Nr. 7 mit einem Anteil von 50 % aufholen. Sowohl bei der Berücksichtigung von fünf als auch sechs Qualitätsparametern ist der Hauptanteil aller beteiligten Betriebe in den Kategorien I und II zu finden.

Bei einem Ranking in Bezug auf die Grenzwerteinhaltung und das Abschneiden im Gruppenmittel wird der Platz 1 an den Betrieb Nr. 38 mit einem Melkverfahren der Firma Nr. 6 vergeben. In keinem Kriterium muss er eine Abwertung hinnehmen. Platz 2 teilen sich die Betriebe Nr. 16 (Firma Nr. 2) und Betrieb Nr. 45 (Firma Nr. 4) mit je einer Abwertung im Gruppenmittel und Platz 3 mit zwei Abstufungen im Gruppenmittel erreicht der Hof Nr. 12 (Firma Nr. 2).

3 Eigene Untersuchungen 3.2 Ergebnisse und Diskussion

Tab. 13: Überblick über die Ergebnisse der Einzelbetriebe, geordnet nach Beurteilungsmerkmalen

Melkverfahren (Firma)	Parameter								
	ZZ (1000/ml) 0-100	ZZ (1000/ml) 101-200	ZZ (1000/ml) 201-300	ZZ (1000/ml) 301-400	Fett 3,7 %	Eiweiß 3,4 %	Laktose 4,6 %	Gefrierpunkt -0,515 C°	Trocken- masse 8,8 %
Nr. 1	n=21	n=21	n=21	n=21	n=17	n=17	n=17	n=17	n=17
	1 17 (81 %)	1 7 (33 %)	1 5 (24 %)	1 1 (5 %)	1 15 (88 %)	1 8 (47 %)	1 17 (100 %)	1 13 (77 %)	1 17 (100 %)
	0 4 (19 %)	0 14 (67 %)	0 16 (76 %)	0 20 (95 %)	0 2 (12 %)	0 9 (53 %)	0 0 (0 %)	0 4 (24 %)	0 4 (0 %)
Nr. 2	n=14	n=14	n=14	n=14	n=14	n=14	n=14	n=11	n=14
	1 11 (79 %)	1 8 (57 %)	1 3 (21 %)	1 1 (7 %)	1 13 (93 %)	1 6 (43 %)	1 14 (100 %)	1 10 (91 %)	1 14 (100 %)
	0 3 (21 %)	0 4 (43 %)	0 11 (79 %)	0 13 (93 %)	0 1 (7 %)	0 8 (57 %)	0 0 (21 %)	0 1 (9 %)	0 0 (0 %)
Nr. 3	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=5	n=7
	1 7 (100 %)	1 2 (29 %)	1 1 (14 %)	1 0 (0 %)	1 7 (100 %)	1 4 (57 %)	1 7 (100 %)	1 4 (80 %)	1 7 (100 %)
	0 0 (0 %)	0 5 (71 %)	0 6 (86 %)	0 7 (100 %)	0 0 (0 %)	0 3 (43 %)	0 0 (21 %)	0 1 (20 %)	0 0 (21 %)
Nr. 4	n=11	n=11	n=11	n=11	n=8	n=8	n=8	n=8	n=8
	1 9 (82 %)	1 6 (55 %)	1 2 (18 %)	1 1 (9 %)	1 8 (100 %)	1 1 (13 %)	1 8 (100 %)	1 8 (100 %)	1 8 (100 %)
	0 2 (18 %)	0 5 (46 %)	0 9 (82 %)	0 10 (91 %)	0 0 (0 %)	0 7 (88 %)	0 0 (0 %)	0 0 (0 %)	0 0 (0 %)
Nr. 5	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=3	n=4
	1 2 (50 %)	1 1 (25 %)	1 0 (0 %)	1 0 (0 %)	1 4 (100 %)	1 1 (25 %)	1 4 (79 %)	1 3 (100 %)	1 4 (100 %)
	0 2 (50 %)	0 3 (75 %)	0 4 (100 %)	0 4 (21 %)	0 0 (0 %)	0 3 (75 %)	0 0 (21 %)	0 0 (0 %)	0 0 (0 %)
Nr. 6	n=19	n=19	n=19	n=19	n=19	n=19	n=19	n=17	n=19
	1 15 (79 %)	1 6 (32 %)	1 2 (11 %)	1 0 (0 %)	1 17 (90 %)	1 10 (53 %)	1 19 (100 %)	1 15 (88 %)	1 19 (100 %)
	0 4 (21 %)	0 13 (68 %)	0 17 (90 %)	0 19 (100 %)	0 2 (11 %)	0 9 (47 %)	0 0 (0 %)	0 2 (12 %)	0 0 (0 %)
Nr. 7	n=5	n=5	n=5	n=5	n=5	n=5	n=5	n=4	n=5
	1 5 (100 %)	1 1 (20 %)	1 0 (0 %)	1 0 (0 %)	1 4 (80 %)	1 2 (40 %)	1 5 (100 %)	1 3 (75 %)	1 5 (100 %)
	0 0 (0 %)	0 4 (80 %)	0 5 (100 %)	0 5 (100 %)	0 1 (20 %)	0 3 (60 %)	0 0 (0 %)	0 1 (25 %)	0 0 (0 %)

Zeichenerklärung: ZZ = Zellzahl, 1 = größer als zuletzt angegebener Wert (einschließlich), 0 = kleiner als angegebener Wert

3 Eigene Untersuchungen 3.2 Ergebnisse und Diskussion

Tab. 14: Ranking der Einzelbetriebe anhand von 5 bzw. 6 Bewertungsmerkmalen

	Bewertungsparameter							
	n ₁ =5 (ZZ, Fett, Eiw., Lak., TM)				n ₁ =6 (ZZ, Fett, Eiw., Lak., GP, TM)			
Systeme	n	Kat. I	Kat. II	Kat. III	n	Kat. I	Kat. II	Kat. III
Nr. 1	17	7 (42 %) */6,8,32,35*/28, 34,49	8 (48 %) 25,26,33/11,24, 50,95/5*	2 (12 %) 83/*/*/7	17	5 (30 %) */8,32,35*/28,34	8 (48 %) 25,26,33/6,11,50, 95/*/49	4 (24 %) 83/24/5/7
Nr. 2	14	6 (42 %) 12,16/82/4,74/22	6 (42 %) 31/75,81/23,79/96	2 (14 %) */*/93/2	11	5 (45 %) 12,16/82/4/22	3 (27 %) 31/*/23/96	3 (27 %) */81/93/2
Nr. 3	7	4 (57 %) */13,14,36/15/*	3 (43 %) */3,42/*/78	0 (0 %) */*/*/*	5	1 (20 %) */36/*/*	4 (80 %) */3,42/15/78	0 (0 %) */*/*/*
Nr. 4	8	1 (13 %) 45/*/*/*	7 (88 %) 9/10,43,80/44,46, 76/*	0 (0 %) */*/*/*	8	1 (13 %) 45/*/*/*	7 (88 %) 9/10,43,80/44,46, 76/*	0 (0 %) */*/*/*
Nr. 5	4	1 (25 %) */17/*/*	2 (50 %) 30,72/*/*	1 (25 %) */*/91/*	3	1 (33 %) */17/*/*	2 (66 %) 30,72/*/*	0 (0 %) */*/*/*
Nr. 6	19	10 (54 %) 18,33,38/19,21,39 /20,37/27,49	7 (37 %) 55/3,7,83/41,42, 54/*	2 (11 %) */29,40/*/*	17	10 (60 %) 18,33,38/19,21,39 /20,37/27,49	3 (18 %) */3,83/42/*	4 (24 %) */7,29,40/41/*
Nr. 7	5	2 (40 %) */53,97/*/*	2 (40 %) */94/99/*/*	1 (20 %) */*/92/*	4	2 (50 %) */53,97/*/*	1 (25 %) */94/*/*	1 (25 %) */99/*/*

Zeichenerklärung: In der jeweils unteren Reihe im Kästchen sind die Nummern der entsprechenden Betriebe aufgeführt. „*“ bedeutet Leerstelle. Die Querbalken „/“ trennen die vier Bewertungsstufen innerhalb einer Kategorie.

Tabelle 15 enthält eine Synopsis über das Abschneiden der Betriebe, bezogen auf das Gruppenmittel (\bar{x}_G) der jeweiligen Herstellerfirmen. Die Ergebnisse zeigen die große Spannweite des unter- bzw. überdurchschnittlichen Abschneidens der Gesamtheit aller in die Wertung genommenen Betriebe. Je stärker die sich ergänzenden Anteile vom Erwartungswert 50 % abweichen, desto schiefer fällt die Verteilung des entsprechenden Merkmals aus.

So liegen 43 % (Firmen Nr. 1 und 2) bis 60 % (Firma Nr. 7) der Betriebe unter dem jeweiligen Betriebsdurchschnitt, der für die Zellzahlwerte berechnet wurde. Bei den Fettgehalten wird die Spanne größer. Hier zeigen 40 % (Firma Nr. 7) bis 75 % (Firma Nr. 5) ein unterdurchschnittliches Resultat. Recht ähnlich liegen bei den Eiweißgehalten 43 % (Firmen 2 und 3) bis 75 % (Firma Nr. 5) der Betriebe unter dem Schnitt. Noch größere Spannweiten sind bei den Laktose- und Trockenmassenergebnissen zu verzeichnen. 29 % (Firma Nr. 2) bis 90 % (Firma Nr. 6) beträgt der Range für unterdurchschnittliche Milchzuckeranteile. Eine gleichartige Größenordnung findet sich für die Ergebnisse der Trockenmassebestimmung (11 % bei Firma Nr. 6, 75 % bei Firma Nr. 5). Höfe mit der Melkmethode Nr. 5 weisen zu 33 % Werte unterdurchschnittlicher Gefrierpunktsresultate auf, solche mit einem Melkverfahren der Firma Nr. 2 zu 83 %.

Tab. 15: Übersicht über den Stand der Einzelbetriebe in Bezug auf den Mittelwert aller Betriebe derselben Firma

Parameter		Systeme der Firma						
		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
Zellzahl	0	9 (43 %)	6 (43 %)	4 (57 %)	5 (46 %)	2 (50 %)	9 (47 %)	3 (60 %)
	1	12 (57 %)	8 (57 %)	3 (43 %)	6 (56 %)	2 (50 %)	10 (53 %)	2 (40 %)
Fett	0	7 (41 %)	7 (50 %)	3 (43 %)	4 (50 %)	3 (75 %)	10 (53 %)	2 (40 %)
	1	10 (59 %)	7 (50 %)	4 (57 %)	4 (50 %)	1 (25 %)	9 (47 %)	3 (60 %)
Eiweiß	0	9 (53 %)	6 (43 %)	3 (43 %)	5 (63 %)	3 (75 %)	10 (53 %)	3 (60 %)
	1	8 (47 %)	8 (57 %)	4 (57 %)	3 (38 %)	1 (25 %)	9 (47 %)	2 (40 %)
Laktose	0	8 (47 %)	4 (29 %)	4 (57 %)	3 (38 %)	2 (50 %)	17 (90 %)	2 (40 %)
	1	9 (53 %)	10 (71 %)	3 (43 %)	5 (63 %)	2 (50 %)	2 (11 %)	3 (60 %)
Gefrierpunkt	0	8 (47 %)	10 (83 %)	4 (80 %)	6 (75 %)	1 (33 %)	11 (65 %)	2 (50 %)
	1	9 (54 %)	2 (17 %)	1 (20 %)	2 (25 %)	2 (67 %)	6 (35 %)	2 (50 %)
Trockenmasse	0	6 (35 %)	2 (14 %)	2 (29 %)	5 (63 %)	3 (75 %)	2 (11 %)	1 (20 %)
	1	11 (65 %)	12 (86 %)	5 (71 %)	3 (38 %)	1 (25 %)	17 (90 %)	4 (80 %)

Glossar: 0 = Anzahl der Betriebe mit Werten $< \bar{x}_G$; 1 = Anzahl der Betriebe mit Werten $\geq \bar{x}_G$

3.2.1.4 Ergebnisse der Versuchsbetriebstudie

Die bisherigen Ergebnisse lieferten einen allgemeinen Überblick über die Situation der Milchqualität beim Einsatz unterschiedlicher Melkverfahren. Um der Frage nachgehen zu können, wie sich ein automatisches Melkverfahren auf die Beschaffenheit der Milch und die Milchhygiene über einen längeren Zeitraum auswirkt, wurde das Melkverfahren der Firma Nr. 7 ein Jahr lang in einem Betrieb beobachtet.

Zur besseren Übersicht sind die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchung tabellarisch dargestellt. Für alle Parameter wurden zunächst sowohl das geometrische als auch das arithmetische Mittel berechnet (Tab. 16).

Tab. 16: geometrische und arithmetische Mittel der chemisch-physikalischen Untersuchungsergebnisse des Versuchsbetriebes (n = 7)

Parameter	Probenzahl (n =)	\bar{x}_G	\bar{x}
Zellzahl (x1000/ml)	7	124	130
Fett (%)	7	4,14	4,10
Eiweiß (%)	7	3,39	3,39
Trockenmasse (%)	7	13,03	13,31
Laktose (%)	7	5,08	5,08
Gefrierpunkt (-0, °C)	7	522	522

3.2.1.4.1 Zellzahl

Die MVO sieht eine Höchstzahl von 400.000 somatischen Zellen/ml Rohmilch, angegeben als geometrisches Mittel über drei Monate, vor. An niedrigeren Werten orientiert sich der von der Arbeitsgruppe am ehemaligen BgVV (jetzt BfR) entworfene Maßnahmenkatalog. „Hierbei dürfen bei 2 aufeinanderfolgenden Proben im arithmetischen Mittel nicht mehr als 300.000 Zellen/ml Tankmilch und bei keiner Probe mehr als 400.000 Zellen/ml Tankmilch festgestellt werden“ (bei zweimaliger Untersuchung der Tankmilch/Monat). Diese Vorgaben werden sowohl von den für die Milchgüteprüfung (MGP) erforderlichen ($\bar{x}_G = 203.350$ Zellen/ml) und den sieben im BgVV untersuchten Proben unterschritten, weshalb es zumindest hinsichtlich dieser Resultate keinen Beanstandungsgrund gibt.

Bei Betrachtung der vom Versuchsbetrieb zur Verfügung gestellten Ergebnisse der Milchgüteprüfung (15.01.01 bis 27.01.02, Tankmilch) überschreiten zwei Messwertpaare die Vorgaben des Maßnahmenkataloges. Am 28.08.01 und 03.09.01 lagen die Zellzahlen bei 304.000 und 303.000 Zellen/ml Tankmilch ($\bar{x} = 303.500$), am 16.10.01 und 18.10.01 bei 232.000 und 405.000 Zellen/ml Tankmilch ($\bar{x} = 318.500$).

Um näher auf den Maßnahmenkatalog eingehen zu können, müssen die Ergebnisse der Zellzahlprüfung (Mai 01 bis Februar 02) der Einzeltiere betrachtet werden, wie sie ebenfalls vom Versuchsbetrieb zur Verfügung gestellt wurden. Zur besseren Übersicht sind sie tabellarisch (Tab. 17) dargestellt.

Tab. 17: Ergebnisse der betriebsinternen Zellzahlprüfung, Anteil der Tiere mit > 250 x 1000 Zellen/ml [%]

Monat/Jahr	n =	erhöhte Zellzahl (%)
Mai 2001	72	22 %
Juni 2001	86	16 %
Juli 2001	94	21 %
September 2001	117	31 %
Oktober 2001	62	20 %
November 2001	86	31 %
Dezember 2001	87	8 %
Januar 2002	n = 114	26 %
Februar 2002	n = 146	33 %

Laut Maßnahmenkatalog darf beim aktuellen Probemelken der „Anteil an Kühen mit Zellgehalten über 250.000 Zellen/ml Milch im Gesamtgemelk nicht über 30 % aller laktierenden Kühe liegen“ (Punkt 2 des MNK). Wird dieser Wert überschritten, hängt es von den Ergebnissen der Tankmilchuntersuchung ab, welche Aktionen einzuleiten sind. Demnach sind die Ergebnisse von August/September (28.08.01, 03.09.01) lt. Punkt 4 des MNK in Kategorie IV einzuordnen, was eine „Kontrolle aller Kühe der Herde und zytobakteriologische Untersuchung“ bedingen würde. Im Oktober 01 (16.10.01, 18.10.01) lag die Tankzellzahl über den Richtwerten, der Prozentsatz der Einzelgemelke über 250.000 Zellen/ml aber unter 30 % (Kategorie II). In diesem Fall ist eine Kontrolle aller verdächtigen Kühe (Gesamtgemelk > 250.000 Zellen/ml) mit Sekretbeurteilung und Schalm-Test angebracht. Im November 01 betrug der Prozentsatz der Einzelgemelke über 250.000 Zellen/ml mehr als 30 %, die Tankzellzahl lag aber unter den Richtwerten, so dass eine Kontrolle aller verdächtigen Kühe und zytobakteriologische Untersuchung dieser Tiere erfolgen sollte (Kategorie III). Für den Februar 02 lagen keine Ergebnisse der Milchgüteprüfung auf Herdenebene für die Tankmilch vor. Um die Eutergesundheit der Herde genauer beurteilen zu können, wurden die Ergebnisse der Milchgüteprüfung, bezogen auf die Einzeltiere, in Tabelle 18 noch differenzierter aufgeschlüsselt.

Tab. 18: Ergebnisse der betriebsinternen monatlichen Zellzahlprüfung (MGP), somatische Zellen (x 1000/ml) der Einzeltiere

	0–100	101–150	151–250	251–400	401–1000	> 1001
Mai 01 n = 72	32 44 %	15 21 %	9 13 %	9 13 %	6 8 %	1 1 %
Juni 01 n = 86	45 52 %	13 15 %	15 17 %	4 5 %	6 7 %	3 4 %
Juli 01 n = 94	48 51 %	14 15 %	13 14 %	8 9 %	9 10 %	2 2 %
Sept. 01 n = 117	27 23 %	18 15 %	35 30 %	12 10 %	19 16 %	6 5 %
Okt. 01 n = 62	33 53 %	7 11 %	16 10 %	3 5 %	6 10 %	3 5 %
Nov. 01 n = 86	36 42 %	8 9 %	16 19 %	10 12 %	13 15 %	3 4 %
Dez. 01 n = 87	44 51 %	14 16 %	13 15 %	6 7 %	7 8 %	3 3 %
Jan. 02 n = 114	44 39 %	21 18 %	20 18 %	9 8 %	16 14 %	4 4 %
Febr. 02 n = 146	56 38 %	19 13 %	27 19 %	18 12 %	17 12 %	9 6 %

Nach allgemeinem Kenntnisstand fallen 100.000 Zellen/ml Milch (Zählung nach fluoreszenz-optischem Prinzip z.B. mit dem Fossomatic-System) noch in den physiologischen Normbereich (DOGGWEILER und HESS, 1983; DVG, 1994; HAMANN und REICHMUTH, 1990; KRÖMKER, 2007a). Hingegen weist ein Resultat von > 100.000 Zellen darauf hin, dass zumindest ein Drüsenviertel des Euters erkrankt ist. Der Anteil von Tieren mit weniger als 100.000 Zellen liegt gemäß Tab. 24 je nach Monat zwischen 23 bis 53 %.

In einer eutergesunden Herde wird der Anteil der Tiere mit erhöhten Milchzellzahlen von SCHULZ (1994) bei ca. 10–20 % der Tiere als obere, zulässige Grenze angesetzt. KRÖMKER (2007a) und der LKV SCHLESWIG HOLSTEIN (2013) führen einen Anteil von < 25 % über 100.000 Zellen/ml Milch im Gesamtgemelk als Sollwert bzw. Maßnahmewert an. Die vorliegenden Ergebnisse deuten somit auf einen bedenklichen Status der Eutergesundheit und Handlungsbedarf hin. Ergänzend sei erwähnt, dass die Resultate in dem untersuchten Bestand nur einen sehr geringen Zusammenhang zwischen der Gesamtkeim- und der Zellzahl ($r = 0.049$, Kendall-Tau-b; $r = 0.067$, Spearman-Rho) erkennen lassen.

3.2.1.4.2 Fett

Der gemittelte Fettgehalt liegt bei 4,1 % und somit unter dem brandenburgischen Landesdurchschnitt von 4,2 Prozent (LKV BRANDENBURG, 2001). Am 21.02.01 wurde mit 3,2 % der niedrigste Wert gemessen, was sich bei der Milchgeldabrechnung (Basis 3,7 %) negativ ausgewirkt haben muss (Abb. 13).

3.2.1.4.3 Eiweiß

Die Auswertung der brandenburgischen Milchgüteprüfung der Jahre 2000 und 2001 ergab für den Eiweißgehalt jeweils einen Durchschnittswert von 3,46 %. Diese Werte wurden vom Versuchsbetrieb unterschritten (3,39 %). Einbußen bei der Milchgeldabrechnung müsste es hier am 13.06.01, 01.08.01 und 12.12.01 gegeben haben, weil die Messwerte unter der Berechnungsbasis von 3,4 % lagen (Abb. 13).

3.2.1.4.4 Laktose

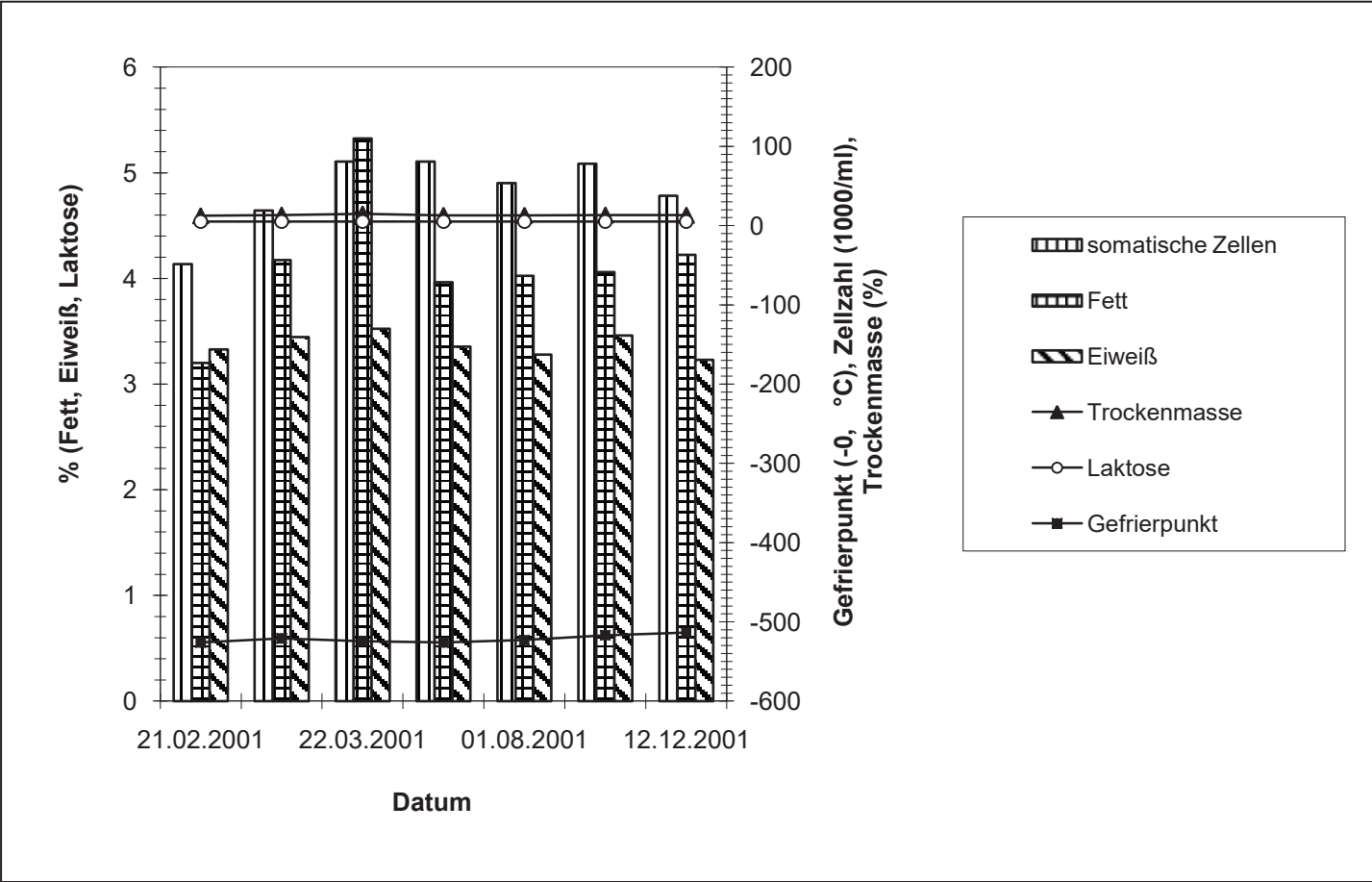
Die Laktose (Milchzucker)-Konzentration stellt neben dem Gehalt an somatischen Zellen einen weiteren Indikator für den Gesundheitszustand des Euters dar (KRÖMKER, 2007a). Im Schnitt enthält Kuhmilch 4,7 % Laktose. Entzündliche Veränderungen des Euters führen zum Absinken der Laktose-Konzentration in der Milch (KIELWEIN, 1994b). Ein solcher Fall war bei keiner der untersuchten Tankmilchproben (n = 7) gegeben. Gleiches gilt für die Ergebnisse der Milchgüteprüfung (Abb. 13). Somit lieferten die Laktosewerte keine Hinweise auf Eutererkrankungen.

3.2.1.4.5 Gefrierpunkt/Trockenmasse

In der EG-Milchhygienerichtlinie 85/397 EEC wurde für Rohmilch, Konsummilch und UHT-Milch ein Grenzwert von $-0,515\text{ °C}$ festgelegt. Wird dieser Wert überschritten, liegt der Verdacht auf Fremdwasser vor. Bei einer von insgesamt sieben untersuchten Proben bestand am 12.12.01 (Doppelbestimmung: $-0,514/-0,513\text{ °C}$) eine derartige Vermutung (Abb. 13). Zur Abklärung der konkreten Ursache sind weitere Untersuchungen nötig, da auch andere Parameter, wie z.B. die Fütterung und Erkrankungen, Einfluss auf den Gefrierpunkt haben (LKV NIEDERSACHSEN/BREMEN, o.J.).

Der Wasserzusatz kann u.a. auch durch die fettfreie Trockenmasse abgeschätzt werden. Hier lagen alle Proben im Bereich von $> 8,80\%$ und befinden sich im Rahmen des von RIMBACH et al. (2015) angegebenen Durchschnittswertes der Kuhmilch. Somit lässt sich eine Verwässerung mit diesen Werten für die vorliegenden Proben nicht bestätigen.

Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der chemisch-physikalischen Parameter



3.2.2. Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen

3.2.2.1 Ergebnisse der flächendeckenden Studie, bezogen auf einzelne Herstellerfirmen

3.2.2.1.1 Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl

In die Auswertung der Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung wurden 108 (98 %) der 110 besuchten Systeme einbezogen und aufgearbeitet. Hierauf beziehen sich die in der Tabelle (Anhang, Nr. 51) aufgeführten Resultate.

Systeme der Firma Nr. 1

Mit 27 Systemen (25 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 1 bei den auswertbaren Ergebnissen der Gesamtkeimzahlerhebung am häufigsten vertreten. Das arithmetische Mittel wurde mit $\bar{x} = 154.544$ KbE/ml Rohmilch, das aussagefähigere geometrische Mittel mit $\bar{x}_G = 32.904$ KbE/ml Rohmilch (Rang 5) berechnet. Die ermittelten Streuungsmaße, d.h. eine Standardabweichung von $s = \pm 334.516$ (VK = 216 %) und Spannweite von $R = 1.398.000$ demonstrieren eine hohe Variabilität der Resultate. Bei den parameterfreien Maßzahlen beträgt der Interquartilbereich 130.500. Der Median liegt insgesamt im oberen Mittelbereich mit $\tilde{x} = 25.000$ KbE/ml. Ein Betrieb erreicht mit seiner Gesamtkeimzahl das höchste Maximum aller Bewertungen ($x_{\max} = 1.400.000$ KbE/ml). Andererseits stellt das Minimum von $x_{\min} = 2.000$ KbE/ml den drittniedrigsten gemessenen Minimalwert dar.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 16 Systemen, die 15 % der Gesamtanzahl an untersuchten Melkverfahren ausmachen, präsentieren sich die Systeme der Firma Nr. 2 zusammen mit denen der Firma Nr. 7 als drittgrößte Gruppe. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 120.638$ KbE/ml, das geometrische Mittel erreicht mit $\bar{x}_G = 56.475$ KbE/ml Rohmilch den höchsten Wert der Auswertung dieses Parameters. Die große Streuung der Ergebnisse wird aus der Standardabweichung $s = \pm 159.818$, einem Variationskoeffizienten (VK = 132 %) und der Spannweite $R = 461.800$ ersichtlich. Der Interquartilbereich errechnet sich mit 1.135.000. Der Median liegt als zweithöchster der Datensätze bei $\tilde{x} = 46.500$ KbE/ml, das Maximum beträgt $x_{\max} = 470.000$ KbE/ml und ist ebenso wie das Minimum von $x_{\min} = 8.200$ KbE/ml dem oberen Bereich zuzuordnen.

Systeme der Firma Nr. 3

9 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 8 % der Gesamtmenge, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie repräsentieren das zweitschwächste Kollektiv. Das arithmetische Mittel der Gesamtkeimzahl liegt bei $\bar{x} = 107.211$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 52.732$ KbE/ml Rohmilch. Eine Standardabweichung von $s = \pm 100.043$ (VK = 93 %) und Spannweite von $R = 234.500$ offenbaren eine unterdurchschnittliche Streuung der Daten. Der Interquartilbereich lautet 219.300. Der Median beläuft sich auf $\tilde{x} = 76.000$ KbE/ml und platziert die Betriebe der Firma Nr. 3 im Spitzenbereich. Das Maximum von $x_{\max} = 240.000$ KbE/ml gehört zum unteren, das Minimum von $x_{\min} = 5.500$ KbE/ml zum oberen Mittelbereich (Rang 5).

Systeme der Firma Nr. 4

Die drittschwächste Fraktion mit 15 Systemen (14 % der Gesamtanzahl) wird von der Firma Nr. 4 gebildet. Das arithmetische Mittel von $\bar{x} = 63.353$ KbE/ml und das geometrische Mittel von $\bar{x}_G = 20.947$ KbE/ml Rohmilch repräsentieren die dritthöchsten Mittelwerte der Gesamt-

keimzahlbestimmungen. Die Standardabweichung von $s = \pm 98.661$ (VK = 156 %) und die Spannweite von $R = 356.400$ KbE/ml lassen eine überdurchschnittliche Varianz der Daten erkennen. Der Interquartilbereich wird mit 124.700 wiedergegeben. Mit dem Median von $\tilde{x} = 12.000$ KbE/ml liegt der zweitniedrigste Wert vor. Sowohl Maximum $x_{\max} = 360.000$ KbE/ml als auch Minimum $x_{\min} = 3.600$ KbE/ml befinden sich im mittleren Bereich.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 7 Systemen (7 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 als Unternehmen mit dem wenigsten Datenmaterial in der Auswertung vertreten. Das arithmetische Mittel der aeroben Gesamtkeimzahl beläuft sich auf $\bar{x} = 21.371$ KbE/ml, das geometrische Mittel auf $\bar{x}_G = 14.447$ KbE/ml Rohmilch. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 19.026$ (VK = 89 %) als auch die Spannweite von $R = 45.400$ reflektieren eine relativ geringe Streuung. Der Interquartilbereich errechnet sich mit 40.300. Die Datenanalyse erbringt mit einem Median von $\tilde{x} = 18.000$ KbE/ml und einem Minimum von $x_{\min} = 3.600$ KbE/ml Ergebnisse im Mittelbereich, während das Maximum von $x_{\max} = 49.000$ KbE/ml den niedrigsten Wert der Erhebung anzeigt.

Systeme der Firma Nr. 6

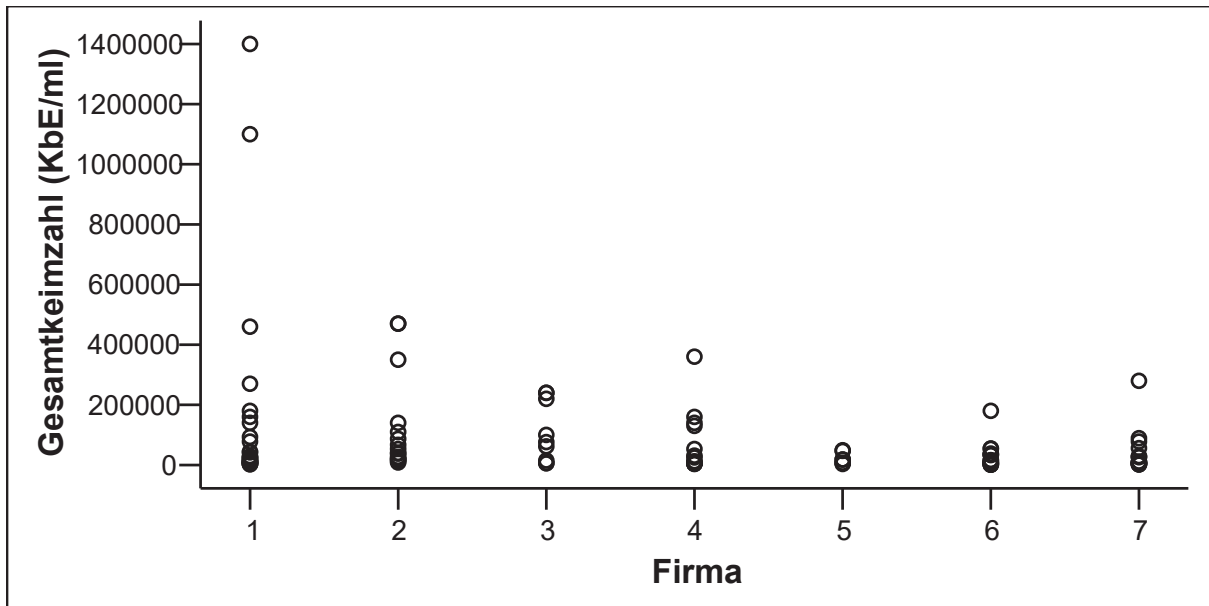
Die Betriebe mit einem Melkverfahren nach Methode Nr. 6 stellen mit einem Anteil von 18 Melkeinheiten, die 17 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, das zweitstärkste Kollektiv dar. Das arithmetische Mittel der Gesamtkeimzahl liegt bei $\bar{x} = 28.267$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 12.264$ KbE/ml Rohmilch. Die überdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse spiegelt sich in allen Streuungsmaßen mit einer Standardabweichung von $s = \pm 41.836$, einem Variationskoeffizienten von VK = 148 % und einer Spannweite von $R = 178.900$ wieder. Der Interquartilbereich lautet 30.725. Der Median befindet sich mit $\tilde{x} = 14.000$ KbE/ml im unteren Mittelfeld, das Maximum von $x_{\max} = 180.000$ KbE/ml an zweitniedrigster Stelle. Das Minimum von $x_{\min} = 1.100$ KbE/ml stellt den niedrigsten Wert für diese Maßzahl dar.

Systeme der Firma Nr. 7

Mit 16 Systemen (15 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und stellt zusammen mit den Systemen der Firma Nr. 2 den Hersteller mit dem dritthäufigsten verfügbaren Datenmaterial dar. Der arithmetische Mittelwert beträgt $\bar{x} = 39.781$ KbE/ml, das geometrische Mittel beläuft sich auf $\bar{x}_G = 14.382$ KbE/ml Rohmilch. Die große Streuung der aeroben Gesamtkeimzahlen äußert sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 69.687$ (VK = 175 %) sowie einer Spannweite von $R = 278.200$. Der Interquartilbereich lautet 44.875. Mit einem Median von $\tilde{x} = 10.050$ KbE/ml wird der niedrigste Wert, mit einem Minimum von $x_{\min} = 1.800$ KbE/ml der zweitniedrigsten Wert für diesen Parameter erzielt. Ein Betrieb erreicht bei der Maximumbestimmung mit $x_{\max} = 280.000$ KbE/ml den vierthöchsten Wert der Erhebung.

Zur simultanen Gegenüberstellung der überprüften Fabrikate erfolgt die graphische Darstellung der Ergebnisse in Form eines einfachen Streudiagrammes (Abb. 14).

Abb. 14: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



Bei dieser Darstellung fallen die Melkverfahren nach der Methode der Firma Nr. 1 mit einem Maximalwert von 1,4 Millionen KbE/ml, die aus einer sehr hohen Varianz der Daten resultieren, aus dem Rahmen. Die übrigen Betriebe liegen, mit Ausnahme ihrer Maxima, relativ nahe beieinander. Mit niedrigen Ergebnissen fallen die Melkverfahren der Firma Nr. 5 positiv auf, wobei die niedrige Stichprobenzahl die Aussage relativiert.

3.2.2.1.2 Milchsäurebakterien

In die Auswertung der Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung gingen 108 (98 %) der 110 besuchten Systeme ein. Einen Überblick über die Ergebnisse liefert im Anhang die Tabelle 52.

Systeme der Firma Nr. 1

Mit einem Anteil von 27 Systemen (25 % der Gesamtanzahl) stellen die Systeme der Firma Nr. 1 den stärksten Verband der ausgewählten Melkverfahren dar. Das arithmetische Mittel lautet $\bar{x} = 5.197$ KbE/ml und das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 1.812$ KbE/ml. Sowohl die Standardabweichung von $s = 8.938$ (VK = 172 %) als auch die Spannweite von $R = 37.980$ belegen eine durchschnittliche Streuung der Daten. Der Interquartilbereich für die Milchsäurebakterienzahl beträgt 4.860. Der Median ($\tilde{x} = 2.500$ KbE/ml) erreicht die zweit-, das Maximum ($x_{\max} = 38.000$ KbE/ml) die dritthöchste Position, während das niedrigste Minimum ($x_{\min} = 20$ KbE/ml) vorliegt, welches an der Nachweisgrenze liegt.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 16 Systemen, die 15 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, präsentiert sich hier die Firma Nr. 2 zusammen mit den Firmen Nr. 6 und 7 als zweitgrößte Fraktion. Das arithmetische Mittel der Milchsäurebakteriendichte liegt bei $\bar{x} = 13.352$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 3.837$ KbE/ml. Die leicht überdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse äußert sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 24.564$

(VK = 184 %) und einer Spannweite von $R = 99.840$. Der Interquartilbereich errechnet sich mit 14.215. Hier wurde der höchste Median von $\tilde{x} = 4.350$ KbE/ml ermittelt. Maximum $x_{\max} = 100.000$ KbE/ml und Minimum ($x_{\min} = 160$ KbE/ml) zeigen Werte im oberen Bereich (Rang 5) auf.

Systeme der Firma Nr. 3

9 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 8 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 16.431$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 1.515$ KbE/ml. Die äußerst hohe Streuung manifestiert sich in der Standardabweichung von $s = 35.949$ (VK = 219 %) und der Spannweite von $R = 109.940$. Der Interquartilbereich beläuft sich auf 16.330. Median ($\tilde{x} = 880$ KbE/ml) und Minimum ($x_{\min} = 60$ KbE/ml) erreichen die zweitniedrigsten Werte der Auszählung, Das Maximum $x_{\max} = 110.000$ KbE/ml zeigt den höchsten erzielten Wert für diese Maßzahl an.

Systeme der Firma Nr. 4

Die Systeme der Firma Nr. 4 stellen bei den Milchsäurebakterienzahlen mit einem Anteil von 15 Melkverfahren, die 14 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, die drittstärkste Fraktion. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 3.886$ KbE/ml und das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 1.457$ KbE/ml. Die Standardabweichung von $s = \pm 6.037$ (VK = 155 %) und die Spannweite von $R = 21.920$ lassen eine unterdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse ersichtlich werden. Der Interquartilbereich wird mit 6.940 wiedergegeben. Der Median beläuft sich auf $\tilde{x} = 1.100$ KbE/ml und repräsentiert ebenso wie das Minimum mit $x_{\min} = 80$ KbE/ml einen Wert im unteren Mittelfeld. Beim Maximum ($x_{\max} = 22.000$ KbE/ml) wird der zweitniedrigste Wert gefunden.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 7 Systemen (7 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Auswertung vertreten und stellt somit den Hersteller mit dem geringsten auswertbaren Datenmaterial dar. Das arithmetische Mittel $\bar{x} = 5.857$ KbE/ml liegt im oberen Mittelfeld der Milchsäurebakterienbestimmungen (Rang 5). Mit einem geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 1.880$ KbE/ml wird die zweithöchste Anzahl an Milchsäurebakterien gefunden. Die Standardabweichung von $s = \pm 6.757$, woraus sich ein Variationskoeffizient von VK = 115 % ergibt, sowie die Spannweite von $R = 17.920$ stehen für eine geringe Streuung der Ergebnisse im Vergleich zu den übrigen. Der Interquartilbereich ergibt sich mit 9.780. Die Auswertung zeigt einen Median im oberen Mittelfeld ($\tilde{x} = 2.400$ KbE/ml), das niedrigste Maximum bei $x_{\max} = 18.000$ KbE/ml sowie ein Minimum ($x_{\min} = 80$ KbE/ml) im unteren Mittelbereich an.

Systeme der Firma Nr. 6

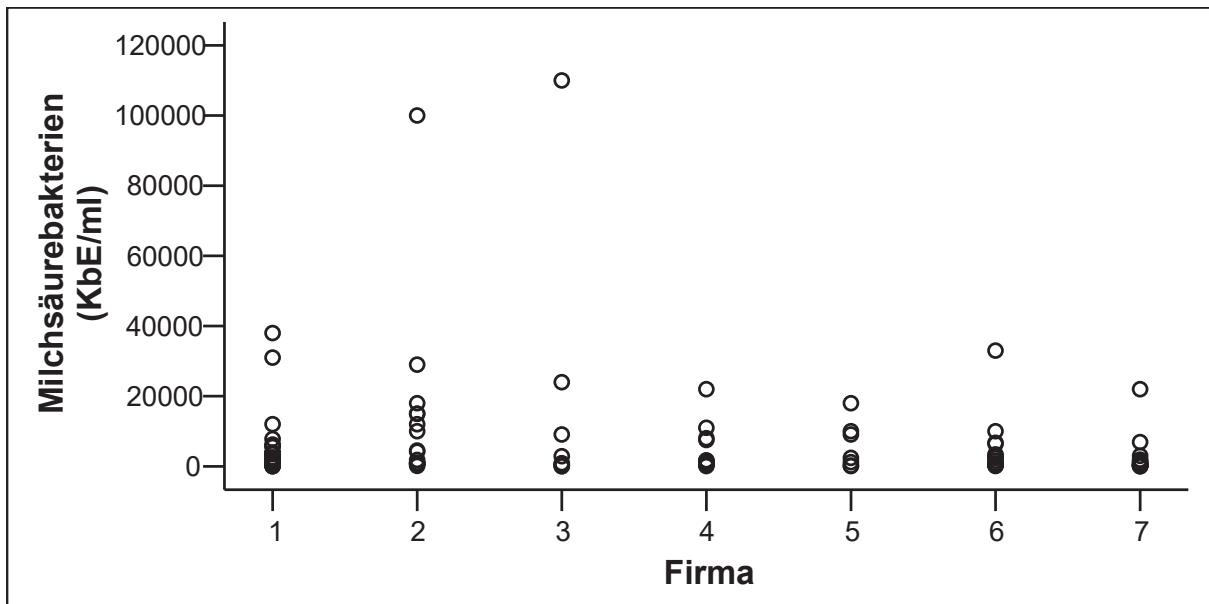
Die Betriebe mit Melkverfahren nach Methode Nr. 6 stellen mit einem Anteil von 16 Melkeinheiten, die 15 % der Gesamtanzahl an den auf Milchsäurebakterien untersuchten Systemen entsprechen, die zweitstärkste Fraktion dar. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 4.503$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 1.557$ KbE/ml. Die annähernd durchschnittliche Streuung der Ergebnisse spiegelt sich in den Streuungsmaßen mit einer Standardabweichung von $s = 8.113$ (VK = 180) und einer Spannweite von $R = 32.880$ wieder. Der Interquartilbereich beträgt 5.250. Sowohl der Median mit $\tilde{x} = 2.000$ KbE/ml als auch das Minimum von $x_{\min} = 120$ KbE/ml nehmen die dritthöchste Position aller Melkverfahren ein, während beim Maximum mit $x_{\max} = 33.000$ KbE/ml ein Wert im unteren Mittelbereich vorliegt.

Systeme der Firma Nr. 7

Mit 16 Systemen (15 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und bildet somit mit den Systemen der Firmen Nr. 2 und 6 nach der Firma Nr. 1 den Hersteller mit dem am häufigsten verfügbaren Datenmaterial. Der arithmetische Mittelwert der Milchsäurebakterienzahlen beträgt $\bar{x} = 2.482$ KbE/ml und zeigt ebenso wie das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 606$ KbE/ml die kleinsten Werte dieses Parameters auf. Die sehr hohe Streuung der Ergebnisse wird durch die Standardabweichung $s = \pm 5.483$ (VK = 221 %) und einer Spannweite von $R = 21.980$ dokumentiert. Der Interquartilbereich lautet 1.548. Mit einem Median von $\tilde{x} = 475$ KbE/ml wird der niedrigste Wert erreicht. Deckungsgleich mit Firma Nr. 1 findet sich die Firma Nr. 7 bezüglich des Minimums ($x_{\min} = 20$ KbE/ml) im Bereich der Nachweisgrenze, beim Maximum ($x_{\max} = 22.000$ KbE/ml) werden ebenfalls vergleichsweise niedrige Werte (Rang 2) erreicht.

Auch hier erfolgt abschließend eine zusammenfassende graphische Darstellung der Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung in Form eines einfachen Streudiagramms (Abb. 15). Beim Vergleich der Resultate der Milchsäurebakterienbestimmung stechen die Betriebe mit einem Melkverfahren nach der Methode der Firma 2 durch eine sehr weite Streuung hervor. Die Resultate aller anderen Melkverfahren liegen bis auf einen Ausreißer bei Firma 3 relativ dicht beieinander.

Abb. 15: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.2.1.2.1 Laktobazillen (säuretolerant)

In die Auswertung der Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung gingen 108 (98 %) der 110 besuchten Systeme ein. Einen Überblick der Resultate liefert die Tabelle 53, die sich im Anhang findet.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten ist die Firma Nr. 1 mit 27 Systemen (25 % der Gesamtanzahl) bei den auswertbaren Ergebnissen der säuretoleranten Laktobazillenzählung vertreten. Das arithmetische Mittel von $\bar{x} = 1.951$ KbE/ml liegt ebenso wie das geometrische $\bar{x}_G = 664$ KbE/ml im mittleren Bereich. Weiterhin stehen die Standardabweichung von $s = \pm 2.618$ (VK = 134 %) und die Spannweite von $R = 9.080$ für eine relativ geringe Streuung der Daten. Der Interquartilbereich ist mit 2.610 angegeben. Mit einem Median von $\tilde{x} = 600$ KbE/ml liegen die Werte im oberen Bereich, während das Maximum $x_{\max} = 9.100$ KbE/ml im unteren Bereich (Rang 2) und das Minimum $x_{\min} = 20$ KbE/ml auf dem Nachweisniveau angesiedelt sind.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 16 Systemen, die 16 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, repräsentieren die Systeme der Firma Nr. 2 analog der vorherigen Auswertung der Milchsäurebakterien, die drittstärkste Fraktion. Das arithmetische Mittel der Laktobazillenzahlen liegt bei $\bar{x} = 6.335$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 779$ KbE/ml. Die verhältnismäßig große, überdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse manifestiert sich sowohl in der Standardabweichung von $s = \pm 17.077$ (VK = 270 %) als auch der Spannweite von $R = 68.940$. Der Interquartilbereich beträgt 4.550. Mit $\tilde{x} = 495$ KbE/ml liegt der Median im mittleren Bereich. Das Maximum stellt sich als zweithöchster Wert mit $x_{\max} = 69.000$ KbE/ml und das Minimum mit $x_{\min} = 60$ KbE/ml als drittniedrigster Minimalwert aller berücksichtigter Betriebe dar.

Systeme der Firma Nr. 3

9 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 9 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Demnach stellen sie den zweitkleinsten Verband dar. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 11.770$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 558$ KbE/ml. Die annähernd durchschnittliche Streuung der Laktobazillenbestimmungen wird durch eine Standardabweichung von $s = \pm 24.256$ (VK = 206 %) und einer Spannweite von $R = 70.980$ sowie einem Interquartilbereich von 16.680 charakterisiert. Der Median $\tilde{x} = 400$ KbE/ml befindet sich auf mittlerem Niveau, während das Maximum $x_{\max} = 71.000$ KbE/ml im oberen Bereich liegt und sich das Minimum zusammen mit den Werten der Firmen 1 und 7 an der Nachweisgrenze von $x_{\min} = 20$ KbE/ml befindet.

Systeme der Firma Nr. 4

Drittschwächste Gruppe mit einem Anteil von 15 Systemen, die 14 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, stellen beim Parameter Laktobazillengehalt die Systeme der Firma Nr. 4 dar. Das arithmetische Mittel liegt als dritthöchstes bei $\bar{x} = 2.706$ KbE/ml, das geometrische bei $\bar{x}_G = 927$ KbE/ml. Die Standardabweichung von $s = \pm 5.550$ (VK = 205 %) und eine Spannweite von $R = 21.880$ lassen eine noch im Durchschnittsbereich liegende Streuung der Laktobazillendaten erkennen. Der Interquartilbereich wird mit 1.558 angegeben. Der Median liegt als höchster dieser Auswertung bei $\tilde{x} =$

835 KbE/ml. Mit einem Maximum von $x_{\max} = 22.000$ KbE/ml und einem Minimum von $x_{\min} = 120$ KbE/ml lassen sich hier der dritthöchste Maximal- und der höchste Minimalwert verzeichnen.

Systeme der Fa Nr. 5

Mit 7 Systemen (6 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Auswertung vertreten und bildet somit das Unternehmen mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial. Das arithmetische Mittel beläuft sich auf $\bar{x} = 1.679$ KbE/ml, das geometrische Mittel auf $\bar{x}_G = 488$ KbE/ml. Die relativ geringe, unterdurchschnittliche Streuung der Laktobazillennachweise zeigt sich sowohl in der Standardabweichung von $s = \pm 2.643$ (VK = 157 %) als auch in der Spannweite von $R = 7.240$. Der Interquartilbereich beträgt 2.995. Die Auswertung ergibt den dritthöchsten Median ($\tilde{x} = 520$ KbE/ml), das höchste Maximum ($x_{\max} = 7.300$ KbE/ml) und das drittniedrigste Minimum ($x_{\min} = 60$ KbE/ml).

Systeme der Firma Nr. 6

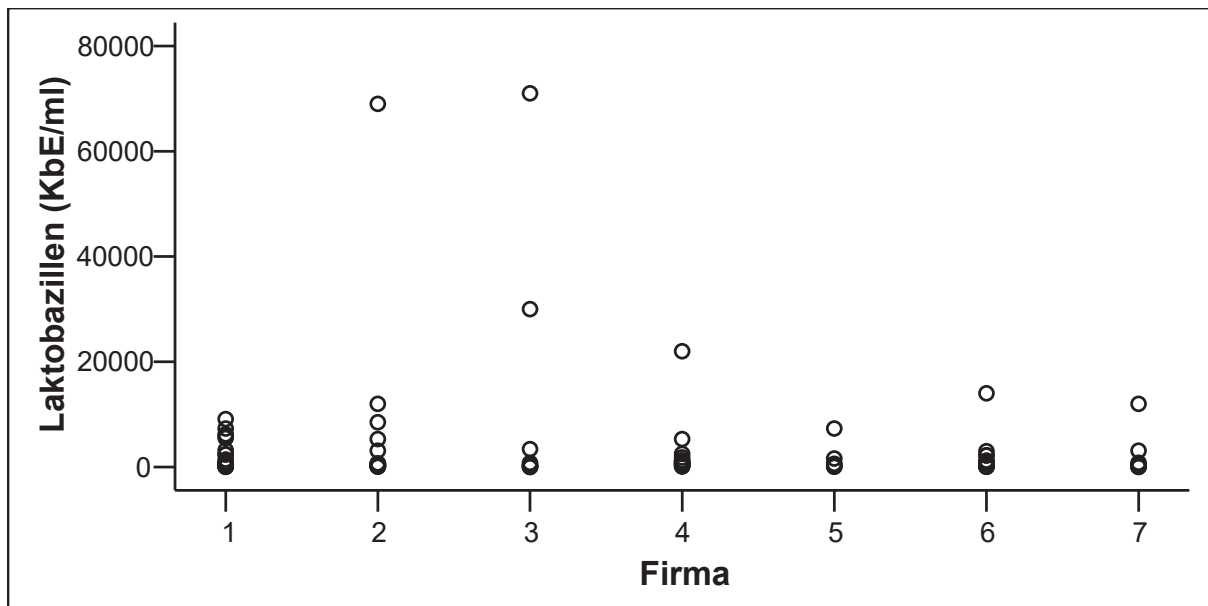
Die Systeme der Firma Nr. 6 stellen mit einem Anteil von 18 Systemen, die 18 % der Gesamtanzahl an untersuchten Fabrikaten repräsentieren, die zweitstärkste Fraktion dar. Mit einem arithmetischen Mittel von $\bar{x} = 1.470$ KbE/ml liegt das zweitniedrigste dieser Auswertung auf Laktobazillen vor, gleiches gilt für das geometrische Mittel von $\bar{x}_G = 427$ KbE/ml. Die hohe Streuung der Ergebnisse spiegelt sich in der Standardabweichung von $s = \pm 3.249$ (VK = 221 %) und einer Spannweite von $R = 13.960$ bei einem Interquartilbereich von 1.295 wieder. Der Median liegt als zweitniedrigster Wert der ausgewerteten Daten bei $\tilde{x} = 265$ KbE/ml. Auf dem gleichen Rang findet sich das Minimum von $x_{\min} = 40$ KbE/ml. Der Maximalwert $x_{\max} = 14.000$ KbE/ml ist im mittleren Bereich angesiedelt.

Systeme der Firma Nr. 7

Mit 16 Systemen (14 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung repräsentiert und stellt zusammen mit der Firma Nr. 2 den Hersteller mit dem am viertstärksten vertretenen Datenmaterial dar. Das arithmetische Mittel beträgt als kleinstes dieser Erhebung $\bar{x} = 1.274$ KbE/ml, das geometrische Mittel beläuft sich auf $\bar{x}_G = 255$ KbE/ml und stellt ebenfalls einen Minimalwert dar. Für eine überdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse sprechen sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 2.998$ (VK = 235 %) und die Spannweite von $R = 11.980$. Der Interquartilbereich lautet 328. Der Median liegt bei $\tilde{x} = 230$ KbE/ml, das Minimum bei $x_{\min} = 20$ KbE/ml im Bereich der Nachweisgrenze wie bei den Firmen Nr. 1 und 3. Beide Maßnahmen nehmen die niedrigsten Werte der Untersuchung an. Mit dem Maximum von $x_{\max} = 12.000$ KbE/ml wird hier der drittniedrigste Wert erreicht.

Anschließend erfolgt wiederum die graphische Darstellung der Resultate der Laktobazillenbestimmung in Form eines einfachen Streudiagramms (Abb. 16). Bei dieser Darstellung der Ergebnisse fallen die großen Unterschiede in der Spannweite und demgemäß auch der Maximalwerte auf. Hier wird deutlich, dass die weite Streuung der Betriebe mit Melkverfahren der Firmen 2 und 3 durch einen einzigen „Ausreißer“ hervorgerufen wird. In etwas abgeschwächter Form gilt diese Aussage auch für die Verfahren der Firmen 4, 6 und 7, die ansonsten nah beieinander liegenden Werte und eine homogene Verteilung der Daten aufweisen. Bei den wenig repräsentativen Daten der Firma 2 sowie bei denen der Firma 1 kumulieren die Laktobazillenzahlen etwas weniger als bei den übrigen Systemen.

Abb. 16: graphischer Überblick der Ergebnisse der Bestimmung säuretoleranter Laktobazillen, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.2.1.3 Pseudomonaden

Für die Auswertung der Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung wurden 48 (38 %) der 110 besuchten Systeme verarbeitet. Die sich im Anhang befindende Tabelle Nr. 54 gibt einen Überblick der Ergebnisse.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten, mit einem Anteil von 18 Systemen (38 % der Gesamtanzahl), ist die Firma Nr. 1 bei den auswertbaren d.h. über der Nachweisgrenze liegenden Ergebnissen der Pseudomonadenbestimmung vertreten. Das arithmetische Mittel wird mit $\bar{x} = 2.530$ KbE/ml angegeben, das geometrische Mittel mit $\bar{x}_G = 592$ KbE/ml. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 3.637$ (VK = 144 %) als auch die Spannweite von $R = 11.980$ demonstrieren eine überdurchschnittliche Streuung der Daten. Der Interquartilbereich beläuft sich auf 3.965. Mit einem Median von $\tilde{x} = 575$ KbE/ml wurde der dritthöchste Wert berechnet. Der Höchstwert von $x_{\max} = 12.000$ KbE/ml und das Minimum von $x_{\min} = 20$ KbE/ml platzieren Betriebe, welche dieses Melkverfahren anwenden, einerseits auf der höchsten Stufe, andererseits im Bereich der Nachweisgrenze.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 6 Systemen, die 13 % der Gesamtanzahl an untersuchten Fabrikaten ausmachen, bilden die Systeme der Firma Nr. 2 zusammen mit denen der Firma Nr. 7 die drittstärkste Fraktion. Das arithmetische Mittel der Pseudomonadenzahl liegt bei $\bar{x} = 1.323$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 146$ KbE/ml. Die verhältnismäßig hohe Streuung der Ergebnisse manifestiert sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 1.997$ (VK = 151 %) und einer Spannweite von $R = 3.980$. Der Interquartilbereich beträgt 3.830. Neben dem drittniedrigsten Maximum ($x_{\max} = 4.000$ KbE/ml) liegen hier sowohl der niedrigste Median $\tilde{x} = 50$ KbE/ml, als auch ein kleines Minimum $x_{\min} = 20$ KbE/ml im Bereich der Nachweisgrenze der Auswertung vor.

Systeme der Firma Nr. 3

4 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 8 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie stellen den schwächsten Verband beim Pseudomonadennachweis dar. Mit $\bar{x} = 3.810$ KbE/ml erreicht das arithmetische Mittel den höchsten Wert für diesen Parameter. Das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 390$ KbE/ml liegt im Mittelfeld. Die Werte der Streuungsmaße, nämlich eine Standardabweichung von $s = \pm 4.376$ (VK = 115 %) und eine Spannweite von $R = 7.580$ sprechen für eine unterdurchschnittliche Variabilität der Daten. Der Interquartilbereich wird mit 7.580 angegeben. Der Median liegt als höchster bei $\tilde{x} = 3.810$ KbE/ml, das Maximum im oberen Bereich der Auswertung bei $x_{\max} = 7.600$ KbE/ml und das Minimum bei $x_{\min} = 20$ KbE/ml im Bereich der Nachweisgrenze.

Systeme der Firma Nr. 4

Zweitschwächste Fraktion nach den Melkverfahren der Firma Nr. 3, mit einem Anteil von 5 Systemen und somit 10 % der Gesamtanzahl, ist die Firma Nr. 4. Das arithmetische Mittel der Pseudomonadendichte beläuft sich auf $\bar{x} = 1.554$ KbE/ml, das geometrische auf $\bar{x}_G = 421$ KbE/ml. Beide Ergebnisse lassen sich dem mittleren Bereich zuordnen. Die Werte der Standardabweichung von $s = 2.513$ (VK = 162 %) und der Spannweite von $R = 5.980$ kennzeichnen ebenso wie der Interquartilbereich von 3.390 eine hohe Streuung der Daten. Während die Werte für Maximum ($x_{\max} = 6.000$ KbE/ml) und Median ($\tilde{x} = 550$ KbE/ml) im mittleren Bereich zu finden sind, entspricht das Minimum $x_{\min} = 20$ KbE/ml dem Nachweisbereich.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 4 Systemen (8 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Auswertung vertreten und stellt somit das Unternehmen mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial dar. Das arithmetische Mittel $\bar{x} = 300$ KbE/ml bedeutet den kleinsten Wert aller Firmen. Das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 283$ KbE/ml ist dem unteren Durchschnittsbereich zuzuordnen. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 116$ (VK = 39 %) als auch die Spannweite von $R = 200$ reflektieren eine äußerst geringe Streuung. Der Interquartilbereich erreicht 200. Der Median $\tilde{x} = 300$ KbE/ml liegt im unteren Mittelfeld, das Minimum fällt mit $x_{\min} = 200$ KbE/ml sehr hoch aus, während das Maximum $x_{\max} = 400$ KbE/ml den niedrigsten Rang einnimmt.

Systeme der Firma Nr. 6

Die Systeme der Firma Nr. 6 stellen hier mit einem Anteil von 5 Systemen, ebenso wie die der Hersteller Nr. 4, 10 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen dar und bilden die zweitschwächste Fraktion. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 2.596$ KbE/ml, das geometrischen Mittel bei $\bar{x}_G = 636$ KbE/ml. Für eine überdurchschnittliche Varianz sprechen die Standardabweichung von $s = \pm 4.193$ (VK = 162 %), die Spannweite von $R = 9.980$ und der Interquartilbereich von 5.710. Mit einem Median von $\tilde{x} = 800$ KbE/ml und einem Maximum $x_{\max} = 10.000$ KbE/ml treten hier die zweithöchsten Pseudomonadenwerte der Erhebung auf. Das Minimum ($x_{\min} = 20$ KbE/ml) ist, wie bei allen Firmen mit Ausnahme von Nr. 5 und 7, an der Nachweisgrenze zu finden.

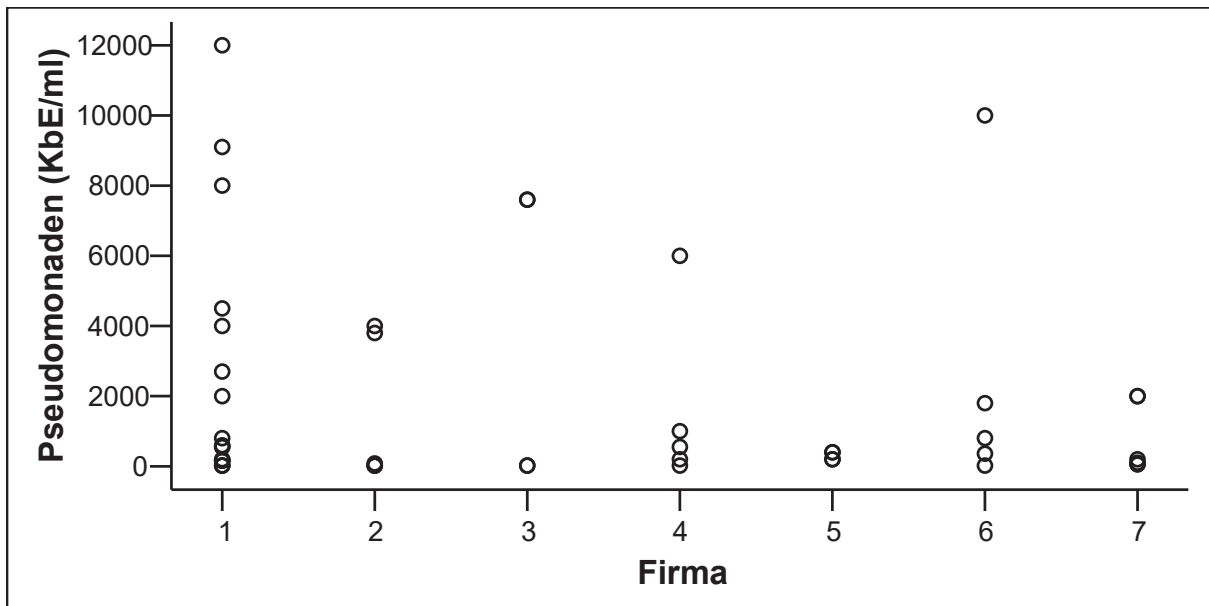
Systeme der Firma Nr. 7

Die Anlagen der Firma Nr. 7 stellen mit einem Anteil von 6 Systemen, die 13 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, neben den Systemen der Firma Nr. 2, die drittschwächste Fraktion dar. Arithmetisches und geometrisches Mittel der Pseudomonaden-

bestimmungen liegen mit $\bar{x} = 736$ KbE/ml und $\bar{x}_G = 253$ KbE/ml im unteren Bereich. Die leicht überdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse wird durch eine Standardabweichung von $s = \pm 981$ (VK = 133 %) und eine Spannweite von $R = 1.945$ dokumentiert. Der Interquartilbereich lautet 1.941. Median ($\tilde{x} = 150$ KbE/ml), Maximum ($x_{\max} = 2.000$ KbE/ml) und Minimum ($x_{\min} = 55$ KbE/ml) zeigen die zweitniedrigsten Werte des jeweiligen Bewertungskriteriums an.

Die Auswertung schließt mit der graphischen Darstellung der Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung in Form eines einfachen Streudiagramms ab (Abb. 17). Beim Vergleich der Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung fallen die großen Unterschiede in der Spannweite und den Maximalwerten auf. Es wird ersichtlich, dass der breite Range der Betriebe mit Melkverfahren der Firmen 3, 4 und 6 durch einen „Ausreißer“ hervorgerufen wird, ansonsten liegen die Einzeldaten relativ nahebeieinander. Firma 1 wird dagegen durch eine insgesamt markante Heterogenität der Resultate charakterisiert. Positiv stechen die Melkverfahren der Firma Nr. 5 durch ihre niedrigen Pseudomonadenwerte hervor. Ein Phänomen, das sich allerdings durch die niedrigen Probenzahlen relativiert.

Abb. 17: graphischer Überblick der Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.2.1.4 Koagulase positive Staphylokokken

In die Auswertung der Ergebnisse der Staphylokokkenbestimmung wurden 42 (38 %) der 110 besuchten Systeme einbezogen. Eine Synopse der Resultate einschließlich des Anteils negativer Proben gibt die Tabelle 55, die im Anhang zu finden ist.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten, mit einem Anteil von 13 Systemen (31 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 1 bei den auswertbaren Ergebnissen der Staphylokokkenerhebung vertreten. Mit $\bar{x} = 530$ KbE/ml und $\bar{x}_G = 299$ KbE/ml finden sich hier die niedrigsten Mittelwerte der

Staphylokokkenbestimmung. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 616$ (VK = 116 %) als auch die Spannweite von $R = 1.948$ zeugen von einer überdurchschnittlichen Streuung der Ergebnisse. Gleiches gilt für den Interquartilbereich von 645. Der Median liegt mit einem Wert von $\tilde{x} = 240$ KbE/ml ebenso wie das Minimum $x_{\min} = 52$ KbE/ml im untersten Bereich. Hier wurde der drittniedrigste Maximalwert $x_{\max} = 2.000$ dieser Erhebung gefunden.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 7 Systemen, die 17 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen repräsentieren, stellt die Firma Nr. 2 die drittstärkste Fraktion. Arithmetisches ($\bar{x} = 905$ KbE/ml) und geometrisches Mittel ($\bar{x}_G = 596$ KbE/ml) sind dem oberen Mittelbereich zuzuordnen. Die relativ geringe, unterdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse zeigt sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 806$ (VK = 89 %) und einer Spannweite von $R = 2.428$. Der Interquartilbereich beträgt 760. Sowohl der Median ($\tilde{x} = 580$) als auch das Maximum ($x_{\max} = 2.500$ KbE/ml) bezeichnen Werte im Oberbereich dieser Erhebung. Mit einem Minimum von $x_{\min} = 72$ KbE/ml wird im vorliegenden Falle ein mittlerer Wert erreicht.

Systeme der Firma Nr. 3

3 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 7 % der Gesamtanzahl an untersuchten Anlagen, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie stellen den zweitschwächsten Verband dar. Das arithmetische Mittel der Staphylokokkendichte beträgt $\bar{x} = 893$, das geometrische liegt bei $\bar{x}_G = 704$ KbE/ml. Die Standardabweichung $s = \pm 785$ (VK = 88 %) und eine Spannweite von $R = 1.360$ weisen auf eine leicht unterdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse hin. Der Interquartilbereich wurde aufgrund der geringen Menge nicht berechnet. Der Median $\tilde{x} = 440$ KbE/ml zeigt ebenso wie das Maximum $x_{\max} = 1.800$ KbE/ml einen mittleren Level an, während beim Minimum $x_{\min} = 440$ KbE/ml der zweithöchste Wert dieses Bewertungsparameters erreicht wurde.

Systeme der Firma Nr. 4

Die Systeme der Firma Nr. 4 stellen hier mit einem Anteil von 8 Systemen, die 19 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen entsprechen, die drittstärkste Fraktion dar. Das arithmetische Mittel beläuft sich auf $\bar{x} = 999$ KbE/ml. Es wurde ein geometrisches Mittel $\bar{x}_G = 450$ errechnet. Die Standardabweichung von $s = \pm 1.146$ (VK = 115 %), die Spannweite von $R = 2.636$ und der Interquartilbereich von 2.235 zeugen von einer hohen Ergebnisstreuung bei den Koagulase positiven Staphylokokken. Der Median $\tilde{x} = 305$ KbE/ml zeigt den zweitniedrigsten Wert aller Systeme an. Gleiches gilt für das Minimum $x_{\min} = 64$ KbE/ml. Mit einem Maximum $x_{\max} = 2.700$ wird hier der höchste Maximalwert aller auf Koagulase-positive Staphylokokken untersuchten Melkverfahren erreicht.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 3 Systemen (7 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Auswertung vertreten und stellt somit neben der Firma Nr. 3 das Unternehmen mit dem zweitgeringsten auswertbaren Datenmaterial dar. Das relativ niedrige arithmetische Mittel $\bar{x} = 1.150$ KbE/ml liegt ebenso wie $\bar{x}_G = 360$ KbE/ml im unteren Feld. Die Standardabweichung von $s = \pm 640$ (VK = 114 %) und die Spannweite $R = 1.150$ sind als hoch einzustufen. Der Interquartilbereich lässt sich aufgrund der geringen Datenmenge nicht berechnen. Der Median liegt bei $\tilde{x} = 240$ KbE/ml an niedrigster Stelle. Auch das Maximum $x_{\max} = 1.300$ KbE/ml liegt im unteren Bereich, während das Minimum $x_{\min} = 150$ KbE/ml dem oberen Mittelfeld zuzuordnen ist.

Systeme der Firma Nr. 6

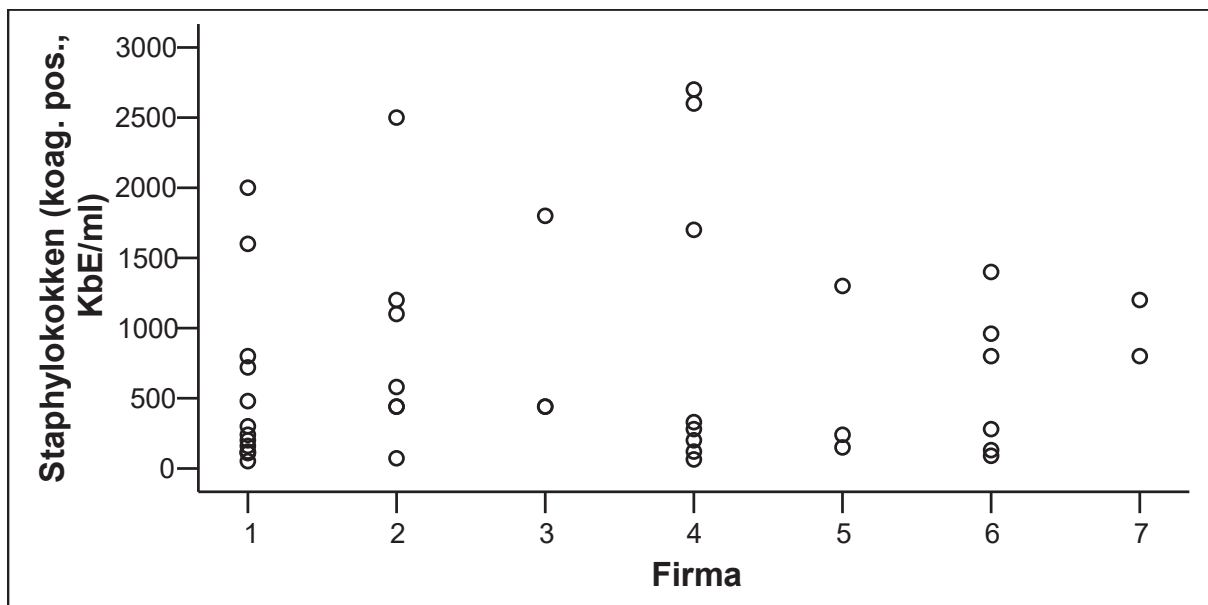
Die Betriebe mit Melkverfahren nach Methode Nr. 6 stellen hier mit einem Anteil von 6 Systemen, die 14 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, die drittschwächste Fraktion dar. Das arithmetische Mittel der Zahl Koagulase positiver Staphylokokken beträgt $\bar{x} = 610$ KbE/ml, das geometrische $\bar{x}_G = 390$ KbE/ml. Die Standardabweichung $s = \pm 528$ (VK = 87 %) und der Range $R = 1.310$ sprechen für eine leicht unterdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse. Der Interquartilbereich wird mit 950 aufgeführt. Der Median beträgt $\tilde{x} = 540$ KbE/ml und ist analog dem Minimum $x_{\min} = 90$ KbE/ml und dem Maximum $x_{\max} = 1.400$ KbE/ml dem mittleren Bereich zuzuordnen.

Systeme der Firma Nr. 7

Mit 2 Systemen (5 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und stellt den Hersteller mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial dar. Beide Mittelwerte für Koagulase positive Staphylokokken ($\bar{x} = 1.000$ KbE/ml; $\bar{x}_G = 980$ KbE/ml) sind die höchsten dieser Erhebung. Die nicht repräsentative Streuung der Daten ist als äußerst niedrig zu bezeichnen, wie sich aus der Standardabweichung $s = \pm 283$ (VK = 28 %) und der Spannweite $R = 400$ ablesen lässt. Der Median $\tilde{x} = 1.000$ KbE/ml stellt den zweithöchsten Wert dar. Mit dem Maximum von $x_{\max} = 1.200$ KbE/ml wird der kleinste Wert aller Systeme angezeigt, mit dem Minimum $x_{\min} = 800$ KbE/ml der höchste.

Auch hier erfolgt die graphische Darstellung der Ergebnisse der Staphylokokkenbestimmung – wie zuvor bei den anderen Parametern – in Form eines einfachen Streudiagramms (Abb. 18). Bei Betrachtung der Resultate ergibt sich ein recht heterogenes Bild mit verzerrten Verteilungen hohen Spannweiten.

Abb. 18: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Staphylokokkenbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.2.1.5 Enterobakteriaceen

In die Auswertung der vorliegenden Resultate der Enterobakteriaceenbestimmung wurden 60 (55 %) der 110 besuchten Systeme einbezogen. Eine tabellarische Übersicht ist im Anhang (Tab. 56) aufgeführt.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten mit einem Anteil von 17 Systemen (28 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 1 bei den auswertbaren Ergebnissen vertreten. Das arithmetische Mittel der Enterobakteriaceennachweise wurde mit $\bar{x} = 2.796$ KbE/ml und das geometrische Mittel mit $\bar{x}_G = 239$ KbE/ml berechnet. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 10.110$ (VK = 362 %) als auch die Spannweite $R = 41.980$ zeugen von einer sehr hohen Streuung der Ergebnisse. Der Interquartilbereich beträgt 540. Der Median liegt mit einem Wert von $\tilde{x} = 200$ KbE/ml im oberen Bereich, das Maximum $x_{\max} = 42.000$ KbE/ml bedeutet den höchsten Wert dieser Erhebung. Mit dem Minimum von $x_{\min} = 20$ KbE/ml wird – wie bei allen anderen Firmen auch –, die Nachweisgrenze dieser Erhebung angezeigt.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 9 Systemen, die 15 % der Gesamtanzahl an untersuchten Melkeinheiten ausmachen, avanciert die Firma Nr. 2 neben Firma Nr. 4 zur drittstärksten Fraktion beim Enterobakteriaceennachweis. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 117$ KbE/ml, während das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 89$ KbE/ml beträgt. Die niedrige Streuung der Ergebnisse wird durch die Standardabweichung von $s = \pm 72$ (VK = 62 %) und die Spannweite von $R = 180$ reflektiert. Der Interquartilbereich lautet 150. Mit dem Median von $\tilde{x} = 200$ KbE/ml liegt das höchste Resultat der Untersuchung vor, gleiches gilt für das Maximum von $x_{\max} = 42.000$ KbE/ml.

Systeme der Firma Nr. 3

Nur 3 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 5 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen, konnten in die Auswertung übernommen werden. Die Systeme stellen die schwächste Fraktion dar. Das hohe arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 4.723$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 348$ KbE/ml. Die leicht überdurchschnittliche Streuung der Enterobakteriaceennachweise offenbart sich in der Standardabweichung von $s = 8.034$ (VK = 170 %) und der Spannweite von $R = 13.980$. Der Interquartilbereich lässt sich aufgrund der geringen Datenmenge nicht berechnen. Mit dem Median ($\tilde{x} = 150$ KbE/ml) und dem Maximum ($x_{\max} = 14.000$ KbE/ml) platzieren sich die Ergebnisse im oberen Feld, während das Minimum von $x_{\min} = 20$ KbE/ml im Bereich der Nachweisgrenze liegt.

Systeme der Firma Nr. 4

Die Systeme der Firma Nr. 4 stellen hier mit einem Anteil von 9 Systemen, d.h. 15 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen, zusammen mit den Systemen der Firma Nr. 2 die drittstärkste Fraktion dar. Das arithmetische Mittel $\bar{x} = 199$ KbE/ml ist zusammen mit dem geometrischen Mittel $\bar{x}_G = 106$ KbE/ml im Mittelfeld der Enterobakteriaceengehalte anzutreffen. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 232$ (VK = 117 %) als auch die Spannweite von $R = 710$ KbE/ml zeugen von einer relativ geringen Streuung der Ergebnisse, ebenso der Interquartilbereich von 270 KbE/ml. Der Median befindet sich im unteren Bereich (Rang 2) bei $\tilde{x} = 100$ KbE/ml, das Maximum ($x_{\max} = 730$ KbE/ml) ist im mittleren Bereich zu finden.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 4 Systemen (7 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 als zweitkleinstes Kollektiv in der Auswertung vertreten. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 259$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 117$ KbE/ml. Die Standardabweichung lautet $s = \pm 322$ (VK = 124 %) und die Spannweite $R = 700$, der Interquartilbereich beträgt 571. Alle Streuungsmaße der Enterobakteriazeendaten sprechen für eine hohe Heterogenität der Ergebnisse. Der Median liegt bei $\tilde{x} = 148$ KbE/ml an dritthöchster Stelle und das Maximum von $x_{\max} = 720$ KbE/ml im mittleren Bereich.

Systeme der Firma Nr. 6

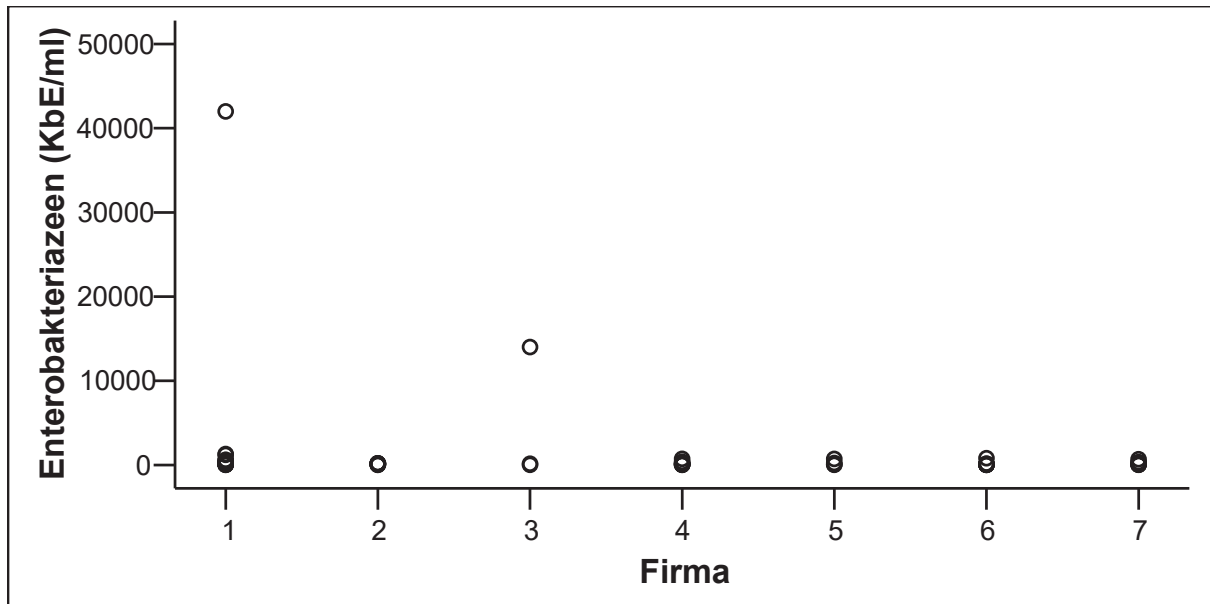
Die Betriebe mit einem Melkverfahren nach Methode Nr. 6 stellen mit einem Anteil von 11 Melkeinheiten, die 18 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen entsprechen, die zweitstärkste Fraktion dar. Das niedrige arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 127$ KbE/ml und das geometrische Mittel beträgt $\bar{x}_G = 59$ KbE/ml. Die ermittelten Streuungsmaße (Standardabweichung von $s = \pm 228$, VK = 180 % und Spannweite von $R = 780$) stehen für eine überdurchschnittliche Varianz der Enterobakteriazeenergebnisse. Der Interquartilbereich wird mit 100 angeführt. Mit einem Median von $\tilde{x} = 60$ KbE/ml liegt hier der niedrigste Wert vor. Das Maximum ($x_{\max} = 800$ KbE/ml) stellt den dritthöchsten Maximalwert aller Systeme dar.

Systeme der Firma Nr. 7

Mit 7 Systemen (12 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und bildet somit nach den Firmen Nr. 3 und 5 den Hersteller mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial. Das arithmetische Mittel der Enterobakteriazeenzahlen erreicht $\bar{x} = 205$ KbE/ml, das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 106$ KbE/ml. Die relativ niedrige Streuung der Ergebnisse wird dokumentiert durch die Standardabweichung von $s = \pm 242$ (VK = 118 %) und die Spannweite von $R = 660$. Der Interquartilbereich berechnet sich mit 300. Sowohl der Median ($\tilde{x} = 60$ KbE/ml) als auch das Maximum ($x_{\max} = 680$ KbE/ml) liegen jeweils sehr niedrig (Rang 1 und 2 der Erhebung).

Die abschließende graphische Darstellung der Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung geschieht in Form eines einfachen Streudiagramms (Abb. 19). Bis auf zwei Ausreißer, liegen die Werte aller Melkverfahren und der jeweiligen Einzelbetriebe im unteren Bereich sehr nah beieinander, wobei die Melkverfahren der Firmen 2 und 3 nicht repräsentativ vertreten sind.

Abb. 19: graphischer Überblick der Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.2.1.5.1 Coliforme Keime

In die Auswertung der Ergebnisse der Coliformen-Bestimmung gingen 108 (98 %) der 110 besuchten Systeme ein. Einen Überblick der Ergebnisse liefert die Tabelle 57, die sich im Anhang befindet.

Systeme der Firma Nr. 1

Mit 8 Systemen (32 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 1 bei den auswertbaren Ergebnissen der Coliformenerhebung am häufigsten vertreten. Das arithmetische Mittel für die coliformen Keime wurde mit $\bar{x} = 6.635$ KbE/ml Rohmilch, das aussagefähigere geometrische Mittel mit $\bar{x}_G = 297$ KbE/ml Rohmilch (Rang 7) berechnet. Die ermittelten Streuungsmaße, d.h. eine Standardabweichung von $s = \pm 16.339$ (VK = 250 %) und Spannweite $R = 46.980$ bezeugen eine sehr hohe Variabilität der Resultate. Der Interquartilbereich beträgt 1.980. Mit $\tilde{x} = 1.010$ KbE/ml liegt der Median insgesamt im oberen Mittel. Ein Betrieb zeigte mit seiner Coliformenanzahl das höchste Maximum aller Bewertungen ($x_{\max} = 47.000$ KbE/ml). Andererseits liegt das Minimum von $x_{\min} = 20$ KbE/ml ebenso wie bei allen anderen Firmen mit mehreren erfassten Systemen im Bereich der Nachweisgrenze.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 6 Systemen, die 24 % der Gesamtanzahl an untersuchten Melkverfahren ausmachen, präsentieren sich die Systeme der Firma Nr. 2 zusammen mit denen der Firma Nr. 6 als zweitgrößte Gruppe. Das arithmetische Mittel für die Coliformenzahl liegt bei $\bar{x} = 807$ KbE/ml, das geometrische Mittel erreicht mit $\bar{x}_G = 172$ KbE/ml Rohmilch den dritthöchsten Wert der Datenanalyse. Die große Streuung der Ergebnisse wird aus der Standardabweichung $s = \pm 1.571$ (VK = 195 %) und der Spannweite $R = 3.980$ ersichtlich. Der Interquartilbereich errechnet sich mit 1.280. Der Median liegt als dritthöchster der Wertung bei $\tilde{x} = 200$ KbE/ml und ist ebenso wie das Maximum $x_{\max} = 4.000$ KbE/ml dem oberen Mittelbereich zuzuordnen.

Systeme der Firma Nr. 3

2 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 8 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie stellen den zweitschwächsten Verband dar. Das arithmetische Mittel der Coliformen liegt bei $\bar{x} = 110$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 63$ KbE/ml Rohmilch. Die Standardabweichung von $s = \pm 127$ (VK = 115 %) und Spannweite von $R = 180$ sind wenig aussagefähig. Der Median beläuft sich auf $\tilde{x} = 110$ KbE/ml und zeigt den zweitniedrigsten Wert (Rang 2) an. Das Maximum von $x_{\max} = 200$ KbE/ml ist dem unteren Mittelfeld zuzuordnen.

Systeme der Firmen Nr. 4, 5 und 7

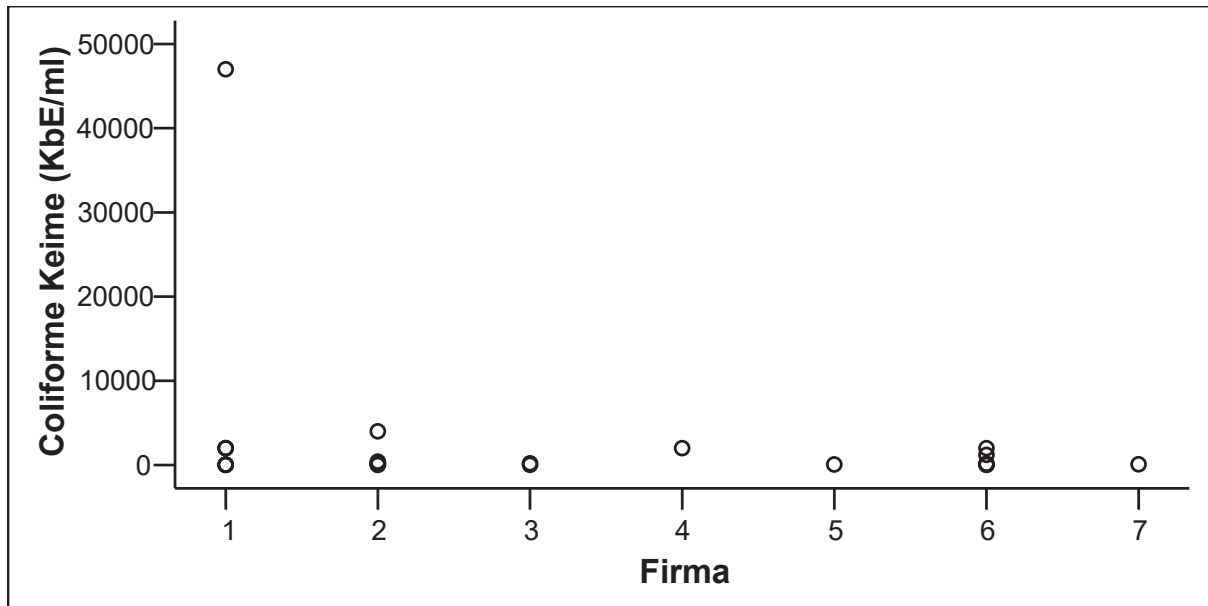
Bei der Firma Nr. 4 wurde ebenso wie bei den Firmen Nr. 5 und 7 nur ein positiver Nachweis auf coliforme Keime durchgeführt. Somit bildet sie mit den anderen zwei Teilnehmern jeweils die schwächste Fraktion. Die arithmetischen Mittel von $\bar{x} = 2.000$ KbE/ml Rohmilch (Firma Nr. 4), $\bar{x} = 60$ KbE/ml (Firma Nr. 5) sowie $\bar{x} = 80$ KbE/ml (Firma Nr. 7) fallen folglich mit den geometrischen Mitteln, Medianen, Maxima und Minima zusammen ($\bar{x} = \bar{x}_G = \tilde{x} = x_{\max} = x_{\min}$).

Systeme der Firma Nr. 6

Die Betriebe mit einem konventionellen Melkverfahren - d.h. nach Methode Nr. 6 - stellen mit einem Anteil von 6 Melkeinheiten, die 24 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, die zweitstärkste Gesamtheit dar. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 580$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 155$ KbE/ml Rohmilch. Die überdurchschnittliche Streuung der Coliformen-Resultate spiegelt sich in den Streuungsmaßen mit einer Standardabweichung von $s = \pm 831$ (VK = 143 %) und einer Spannweite von $R = 1.980$ wieder. Der Interquartilbereich lautet 1.380. Der Median befindet sich mit $\tilde{x} = 120$ KbE/ml im unteren Mittelfeld, das Maximum von $x_{\max} = 2000$ KbE/ml an dritthöchster Stelle.

Zur simultanen Gegenüberstellung der überprüften Fabrikate erfolgt die graphische Darstellung der Ergebnisse in Form eines einfachen Streudiagramms (Abb. 20). Beim Vergleich der Ergebnisse der Coliformenzahlbestimmung zeigt sich mit Ausnahme des „Ausreißers“ bei den Melkverfahren der Firma Nr. 1 ein sehr homogenes Bild, wobei die übrigen Werte aller Firmen im unteren Bereich sehr nah beieinander liegen.

Abb. 20: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Coliformenzahlbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.2.1.5.2 *Escherichia (E.) coli*

In die Auswertung der Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung gingen 109 (98 %) der 110 besuchten Systeme ein. Einen Überblick über die Ergebnisse liefert die Tabelle 58, die sich im Anhang befindet.

Systeme der Firma Nr. 1

Mit einem Anteil von 24 Systemen (24 % der Gesamtanzahl) stellen die Systeme der Firma Nr. 1 den stärksten Verband der ausgewählten Melkverfahren dar. Das arithmetische Mittel wird mit $\bar{x} = 184$ KbE/ml und das geometrische Mittel mit $\bar{x}_G = 40$ KbE/ml angegeben. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 494$ (VK = 301 %) als auch die Spannweite von $R = 2.380$ belegen eine markante Streuung der *E. coli*-Daten. Der Interquartilbereich beträgt 126. Der Median ($\tilde{x} = 31$ KbE/ml) liegt an drittniedrigster, das Maximum ($x_{\max} = 2.400$ KbE/ml) an dritthöchster Stelle, während hier das zweitniedrigste Minimum ($x_{\min} = 2$ KbE/ml) im Bereich der Nachweisgrenze (1 KbE/ml) auftritt.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 16 Systemen, die 16 % der Gesamtanzahl an auf *E. coli* untersuchten Systemen ausmachen, präsentiert sich die Firma Nr. 2 zusammen mit der Firmen Nr. 7 als drittgrößte Fraktion. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 4.769$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 400$ KbE/ml. Die überdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse äußert sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 10.725$ (VK = 224 %) und einer Spannweite von $R = 31.986$. Der Interquartilbereich errechnet sich mit 3.025. Hier ergibt sich der höchste Median von $\tilde{x} = 230$ KbE/ml, gleiches gilt sowohl für Maximum ($x_{\max} = 32.000$ KbE/ml) und Minimum ($x_{\min} = 14$ KbE/ml).

Systeme der Firma Nr. 3

9 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 9 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 330$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 44$ KbE/ml. Die sehr hohe Streuung bei den *E. coli*-Resultaten wird aus der Standardabweichung von $s = \pm 817$ (VK = 248 %) und der Spannweite von $R = 2.496$ erkennbar. Der Interquartilbereich beläuft sich auf 145. Median ($\tilde{x} = 20$ KbE/ml) und Minimum ($x_{\min} = 4$ KbE/ml) erreichen die zweit- bzw. drittniedrigsten Werte der Auszählung. Das Maximum $x_{\max} = 2.500$ KbE/ml stellt den zweithöchsten erzielten Wert dar.

Systeme der Firma Nr. 4

Die Systeme der Firma Nr. 4 repräsentieren bei diesem Merkmal mit einem Anteil von 15 Melkverfahren, die 15 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, die drittschwächste Fraktion. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 122$ KbE/ml und das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 40$ KbE/ml. Die Standardabweichung von $s = \pm 143$ (VK = 117 %) und die Spannweite von $R = 459$ lassen eine unterdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse ersichtlich werden. Der Interquartilbereich wird mit 135 *E. coli*-Keimen wiedergegeben. Der Median beläuft sich als zweithöchster Wert dieses Parameters auf $\tilde{x} = 80$ KbE/ml. Beim Maximum ($x_{\max} = 460$ KbE/ml) wird der zweittniedrigste Wert erzielt. Das Minimum liegt wie bei den Firmen 6 und 7 im Bereich der Nachweisgrenze.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 7 Systemen (7 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Auswertung der *E. coli*-Nachweise vertreten und stellt somit den Hersteller mit dem niedrigsten Datenumfang dar. Das arithmetische Mittel $\bar{x} = 299$ KbE/ml liegt im oberen Mittelfeld (Rang 5), der geometrische Mittelwert von $\bar{x}_G = 68$ KbE/ml auf Rang 4. Die Standardabweichung von $s = \pm 538$ (VK = 180 %) und die Spannweite von $R = 1.498$ stehen für eine unterdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse im Vergleich zu den übrigen Systemen. Der Interquartilbereich ergibt sich mit 239. Einem Median im oberen Mittelfeld der Ergebnisse ($\tilde{x} = 70$ KbE/ml) steht das viertniedrigste Maximum bei $x_{\max} = 1.500$ KbE/ml sowie ein Minimum ($x_{\min} = 2$ KbE/ml) knapp über der Nachweisgrenze von *E. coli* gegenüber.

Systeme der Firma Nr. 6

Die Betriebe mit Melkverfahren nach Methode Nr. 6 stellen mit einem Anteil von 15 Melkeinheiten, die 15 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen entsprechen, zusammen mit Firma Nr. 2 die zweitstärkste Fraktion dar. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 14$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 10$ KbE/ml. Die mäßige Streuung der *E. coli*-Ergebnisse spiegelt sich in den Streuungsmaßen mit einer Standardabweichung von $s = \pm 17$ (VK = 121 %) und einer Spannweite von $R = 49$ wieder. Der Interquartilbereich beträgt 30. Sowohl Median ($\tilde{x} = 9$ KbE/ml) als auch Minimum $x_{\min} = 1$ KbE/ml und Maximum $x_{\max} = 50$ KbE/ml zeigen die niedrigsten Werte dieser Erhebung an.

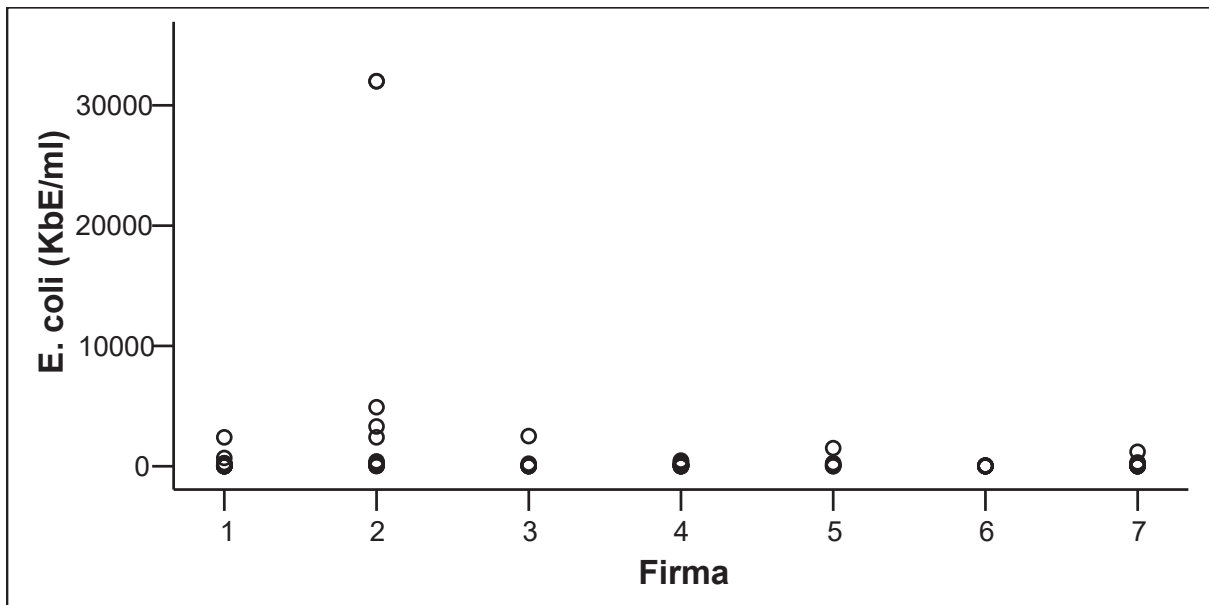
Systeme der Firma Nr. 7

Mit 16 Systemen (16 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und bildet somit den Hersteller mit dem am zweithäufigsten verfügbaren Datenmaterial für *E. coli*. Der arithmetische Mittelwert beträgt $\bar{x} = 148$ KbE/ml und das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 40$ KbE/ml. Die durchschnittliche Streuung der Ergebnisse wird durch die Standardabweichung $s = \pm 296$ (VK = 200 %) und einer Spannweite von $R = 1.199$ dokumentiert. Der

Interquartilbereich lautet 171. Mit einem Median von $\tilde{x} = 45$ KbE/ml wird der viertniedrigste Wert erreicht. Deckungsgleich mit Firma Nr. 4 und 6 findet sich die Firma Nr. 7 bezüglich des Minimums ($x_{\min} = 1$ KbE/ml) im Bereich der Nachweisgrenze, beim Maximum ($x_{\max} = 1.200$ KbE/ml) wird ebenfalls ein vergleichsweise niedriger Wert (Rang 3) erreicht.

Eine zusammenfassende graphische Darstellung der Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung erfolgt in Form eines einfachen Streudiagramms in der folgenden Abb. 21. Bei dieser Abbildung wird die enge Kumulation der einzelnen Daten der jeweiligen Betriebe untereinander und in Bezug auf die jeweiligen Herstellerfirmen deutlich. Nur der Ausreißer eines Betriebes der Firma Nr. 2 fällt mit seinem Maximalwert aus dem Rahmen.

Abb. 21: graphischer Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.2.1.6 Enterokokken

In die Auswertung der Ergebnisse der Enterokokkenbestimmung gingen 108 (98 %) der 110 besuchten Systeme ein. Einen Überblick der Resultate bietet die Tabelle 59, die sich im Anhang findet.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten ist die Firma Nr. 1 mit 21 Systemen (21 % der Gesamtanzahl) bei den auswertbaren Ergebnissen der Enterokokkenbewertung vertreten. Das arithmetische Mittel von $\bar{x} = 389$ KbE/ml liegt ebenso wie das geometrische $\bar{x}_G = 154$ KbE/ml im unteren Mittelbereich. Weiterhin stehen die Standardabweichung von $s = \pm 932$ (VK = 240 %) und die Spannweite von $R = 4.380$ für eine relativ hohe Streuung der Enterokokkenzahlen. Der Interquartilbereich beläuft sich auf 250. Der Median von $\tilde{x} = 110$ KbE/ml liegt im mittleren, das Maximum $x_{\max} = 4.400$ KbE/ml im unteren Bereich. Das Minimum $x_{\min} = 20$ KbE/ml rangiert auf dem Nachweisniveau.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 14 Systemen, die 14 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, repräsentiert die Firma Nr. 2, zusammen mit der Firma Nr.4, die drittstärkste Fraktion. Das arithmetische Mittel der Enterokokken liegt bei $\bar{x} = 1.230$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 239$ KbE/ml. Die überdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse manifestiert sich sowohl in der Standardabweichung von $s = \pm 2.292$ (VK = 186 %) als auch der Spannweite von $R = 6480$. Der Interquartilbereich beträgt 915. Mit $\tilde{x} = 165$ KbE/ml liegt der Median analog dem Maximum mit $x_{\max} = 6.500$ KbE/ml im oberen Bereich. Das Minimum $x_{\min} = 20$ KbE/ml entspricht der Nachweisgrenze.

Systeme der Firma Nr. 3

6 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 6 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Demnach stellen sie den kleinsten Verband zusammen mit den Melk-systemen der Firma Nr. 5 dar. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 449$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 166$ KbE/ml. Die annähernd durchschnittliche Streuung der Enterokokkenzahlen wird durch eine Standardabweichung von $s = \pm 765$ (VK = 170 %) und eine Spannweite von $R = 1.980$ sowie einem Interquartilbereich von 628 charakterisiert. Der Median $\tilde{x} = 175$ KbE/ml befindet sich auf zweithöchstem Niveau, während das Maximum $x_{\max} = 2.000$ KbE/ml im mittleren und das Minimum wie bei allen anderen Firmen mit Ausnahme der Firma Nr. 5 an der Nachweisgrenze von $x_{\min} = 20$ KbE/ml liegt.

Systeme der Firma Nr. 4

Beim Parameter Enterokokkengehalt stellen die Systeme der Firma Nr. 4, zusammen mit denen der Firma Nr. 2, die zweitstärkste Gruppe dar. Sie machen mit einem Anteil von 14 Systemen 14 % der Gesamtanzahl am untersuchten Kollektiv aus. Das arithmetische Mittel $\bar{x} = 91$ KbE/ml liegt wie das geometrische $\bar{x}_G = 48$ KbE/ml im unteren Bereich. Die Standardabweichung von $s = \pm 123$ (VK = 135 %) und eine Spannweite von $R = 360$ lassen eine relativ geringe Streuung der Daten erkennen. Der Interquartilbereich wird mit 75 angegeben. Der Median liegt als niedrigster dieser Auswertung bei $\tilde{x} = 35$ KbE/ml. Mit einem Maximum von $x_{\max} = 380$ KbE/ml ist hier der zweitniedrigste Wert zu verzeichnen.

Systeme der Fa Nr. 5

Mit 6 Systemen (6 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Auswertung vertreten und bildet somit das Unternehmen mit dem geringsten verfügbaren Datenmaterial. Das arithmetische Mittel beläuft sich auf $\bar{x} = 532$ KbE/ml, das geometrische Mittel auf $\bar{x}_G = 251$ KbE/ml, womit es den höchsten Level bei den Enterokokken erreicht. Die relativ niedrige Streuung der Ergebnisse zeigt sich sowohl in der Standardabweichung von $s = \pm 743$ (VK = 140 %) als auch in der Spannweite von $R = 1.940$. Der Interquartilbereich beträgt 793. Die Auswertung ergibt den höchsten Median ($\tilde{x} = 280$ KbE/ml), das drittniedrigste Maximum ($x_{\max} = 2.000$ KbE/ml) und das einzige Minimum ($x_{\min} = 60$ KbE/ml) über der Nachweisgrenze.

Systeme der Firma Nr. 6

Die Systeme der Firma Nr. 6 stellen mit einem Anteil von 10 Systemen, die 10 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen repräsentieren, die zweitschwächste Fraktion dar. Mit einem arithmetischen Mittel von $\bar{x} = 73$ KbE/ml liegt der niedrigste Wert dieser Auswertung vor, gleiches gilt für das geometrischen Mittel $\bar{x}_G = 47$ KbE/ml. Die relativ geringe Streuung der Ergebnisse spiegelt sich in der Standardabweichung von $s = \pm 74$ (VK = 101 %) und einer

3.2.2.1.7 Hefen

Für die Auswertung der Ergebnisse Hefenbestimmung wurden 85 (79 %) der 108 besuchten Systeme verarbeitet. Die im Anhang befindende Tabelle 60 gibt einen Überblick der Ergebnisse.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten, mit einem Anteil von 20 Systemen (24 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 1 bei den auswertbaren Ergebnissen der Hefenbestimmung vertreten. Das arithmetische Mittel wird mit $\bar{x} = 479$ KbE/ml angegeben, das geometrische Mittel mit $\bar{x}_G = 201$ KbE/ml. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 572$ (VK = 119 %) als auch die Spannweite von $R = 2.380$ demonstrieren eine unterdurchschnittliche Streuung der Hefenachweise. Der Interquartilbereich beläuft sich auf 688. Mit einem Median von $\tilde{x} = 300$ KbE/ml wurde der höchste Wert berechnet. Das Maximum $x_{\max} = 2.400$ KbE/ml und das Minimum von $x_{\min} = 20$ KbE/ml platzieren Betriebe, welche dieses Melkverfahren anwenden, einerseits auf einer mittleren Stufe, andererseits in den Bereich der Nachweisgrenze.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 13 Systemen – d.h. 15 % der Gesamtanzahl – bilden die Systeme der Firma Nr. 2 zusammen mit denen der Firma Nr. 4 die drittstärkste Fraktion. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 1.942$ KbE/ml, das geometrische Mittel bei $\bar{x}_G = 154$ KbE/ml. Die hohe Streuung der Hefezahlen manifestiert sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 5.438$ (VK = 282 %) und einer Spannweite von $R = 19.980$. Der Interquartilbereich beträgt 1.225. Neben dem höchsten Maximum ($x_{\max} = 20.000$ KbE/ml) befindet sich der Median $\tilde{x} = 100$ KbE/ml im Mittelbereich (Rang 3). Das Minimum $x_{\min} = 20$ KbE/ml entspricht der Nachweisgrenze, wie bei allen anderen Firmen mit Ausnahme von System 4.

Systeme der Firma Nr. 3

5 Systeme der Firma Nr. 3, d.h. 6 % der Gesamtanzahl, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie stellen den schwächsten Verband dar. Das arithmetische Mittel $\bar{x} = 104$ KbE/ml der Hefegehalte stellt vergleichsweise den höchsten Wert dar. Das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 76$ KbE/ml liegt im Mittelfeld. Die Werte der Streuungsmaße, nämlich eine Standardabweichung von $s = \pm 77$ (VK = 74 %) und eine Spannweite von $R = 180$ sprechen für eine geringe, unterdurchschnittliche Variabilität der Daten. Darauf weist auch der Interquartilbereich mit 150 hin. Der Median $\tilde{x} = 100$ KbE/ml ist im mittleren Bereich angesiedelt. Maximum $x_{\max} = 200$ KbE/ml und Minimum $x_{\min} = 20$ KbE/ml zeigen die niedrigsten berechneten Werte an.

Systeme der Firma Nr. 4

Drittstärkste Fraktion nach den Melkverfahren der Firmen Nr. 1 und 6, mit einem Anteil von 13 Systemen und somit 15 % des Gesamtkollektivs, ist die Firma Nr. 4. Für die Hefezahlen beläuft sich das arithmetische Mittel beläuft auf $\bar{x} = 642$ KbE/ml und das geometrische auf $\bar{x}_G = 279$ KbE/ml. Die Ergebnisse lassen sich dem oberen Mittelbereich bzw. dem höchsten Rang zuordnen. Die Werte der Standardabweichung von $s = \pm 1.187$ (VK = 185 %) und der Spannweite von $R = 4.440$ sprechen ebenso wie der Interquartilbereich von 565 für eine überdurchschnittliche Varianz der Daten. Während die Werte für Maximum ($x_{\max} = 4.500$ KbE/ml) und Median ($\tilde{x} = 220$ KbE/ml) im oberen Mittelbereich zu finden sind, zeigt das Minimum $x_{\min} = 60$ KbE/ml den einzigen Wert oberhalb der Nachweisgrenze an.

Systeme der Firma Nr. 5

Mit 7 Systemen (8 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 5 in der Auswertung vertreten und stellt somit das Unternehmen mit dem zweitgeringsten verfügbaren Datenmaterial dar. Hier wurde mit $\bar{x} = 131$ KbE/ml ein arithmetische Mittelwert für die Hefedichte im unteren Mittelfeld aller Firmen errechnet, das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 62$ KbE/ml zeigt sogar den kleinsten Wert dieser Erhebung an. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 140$ (VK = 107 %) als auch die Spannweite von $R = 290$ reflektieren eine geringe Ergebnis-Streuung. Der Interquartilbereich erreicht 250. Der Median $\tilde{x} = 20$ KbE/ml liegt ebenso wie das Minimum $x_{\min} = 20$ KbE/ml an der Nachweisgrenze, während das Maximum $x_{\max} = 310$ KbE/ml den zweitniedrigsten Höchstwert dieses Bewertungsparameters anzeigt.

Systeme der Firma Nr. 6

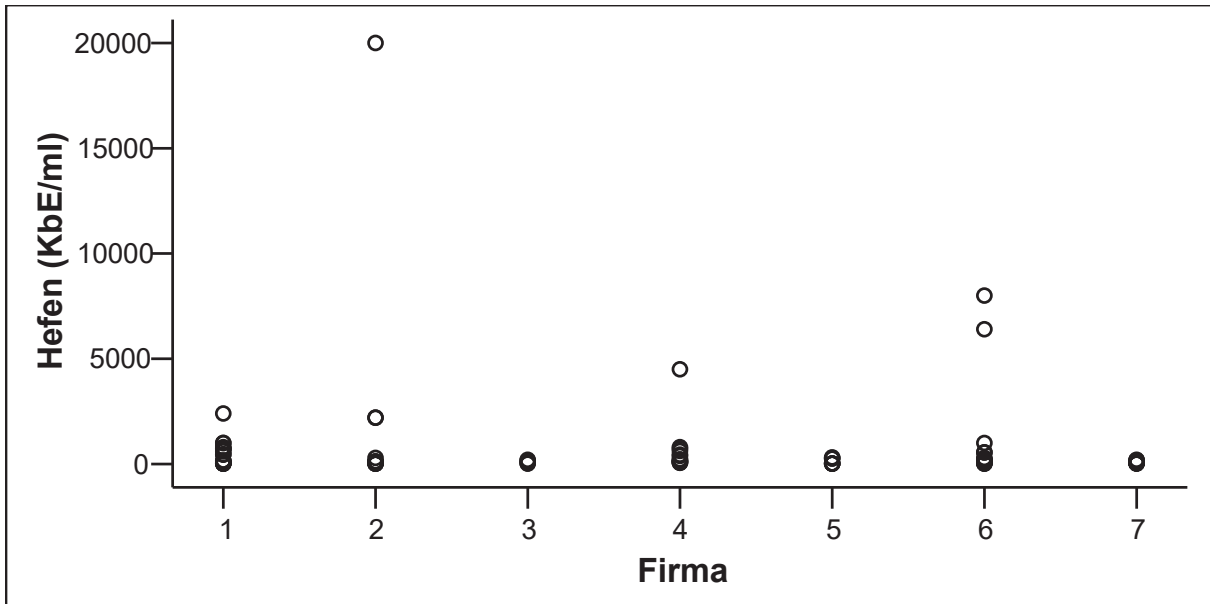
Die Systeme der Firma Nr. 6 stellen hier mit einem Anteil von 16 Fabrikaten 19 % der Gesamtanzahl und bilden die zweitstärkste Fraktion. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 1.114$ KbE/ml, das geometrischen Mittel bei $\bar{x}_G = 224$ KbE/ml. Für eine hohe überdurchschnittliche Varianz der Hefewerte sprechen die Standardabweichung von $s = \pm 2.407$ (VK = 216 %), die Spannweite $R = 7.980$ und der Interquartilbereich von 465. Mit einem Median von $\tilde{x} = 190$ KbE/ml und einem Maximum $x_{\max} = 8.000$ KbE/ml treten hier die dritt- bzw. zweithöchsten Hefewerte der Erhebung auf.

Systeme der Firma Nr. 7

Die Systeme der Firma Nr. 7 stellen mit einem Anteil von 11 Systemen, die 13 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmachen, nach den Systemen der Firmen Nr. 3 und 5, die drittschwächste Fraktion dar. Arithmetisches und geometrisches Mittel liegen mit $\bar{x} = 86$ KbE/ml und $\bar{x}_G = 67$ KbE/ml im unteren Bereich. Die geringe Streuung der Hefeergebnisse wird durch eine Standardabweichung von $s = \pm 64$ (VK = 74 %) und eine Spannweite von $R = 180$ dokumentiert. Der Interquartilbereich lautet 124. Median ($\tilde{x} = 60$ KbE/ml), Maximum ($x_{\max} = 200$ KbE/ml) und Minimum ($x_{\min} = 20$ KbE/ml) zeigen die zweitniedrigsten (Median) bzw. geringsten Werte des jeweiligen Bewertungskriteriums an.

Die Auswertung schließt mit der graphischen Darstellung der Ergebnisse der Hefenbestimmung in Form eines einfachen Streudiagramms ab (Abb. 23) Bei dieser Abbildung wird die enge Kumulation der einzelnen Daten der jeweiligen Betriebe untereinander und in Bezug auf die jeweiligen Herstellerfirmen deutlich. Nur der Ausreißer eines Betriebes der Firma Nr. 2 und im geringeren Maße der Firmen 4 und 6 fallen mit ihren Maximalwerten aus dem Rahmen einer niedrigen Hefebelastung.

Abb. 23: graphischer Überblick der Ergebnisse der Hefenbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.2.1.8 Schimmelpilze

Für die Auswertung der Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung konnten 21 (19 %) der 110 besuchten Systeme verarbeitet werden. Einen Überblick über die Resultate gibt die Tabelle Nr. 61, die im Anhang zu finden ist.

Systeme der Firma Nr. 1

Zusammen mit den Melkverfahren des Herstellers Nr. 4 ist die Firma Nr. 1 am zweithäufigsten mit einem Anteil von 5 Systemen (24 % der Gesamtanzahl) bei den auswertbaren Ergebnissen der Schimmelpilzerhebung vertreten. Mit $\bar{x} = 51$ KbE/ml und $\bar{x}_G = 50$ KbE/ml sind hier überdurchschnittliche Mittelwerte der Schimmelpilzbestimmung zu finden. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 10$ (VK = 20 %) als auch die Spannweite von $R = 20$ zeugen von einer niedrigen Streuung der Ergebnisse. Gleiches gilt für den Interquartilbereich von 20. Der Median liegt mit einem Wert von $\tilde{x} = 54$ KbE/ml im unteren Mittelbereich (Rang 3), das Minimum $x_{\min} = 40$ KbE/ml im unteren Bereich auf Rang 2. Hier wurde der niedrigste Maximalwert $x_{\max} = 60$ KbE/ml dieser Erhebung gefunden.

Systeme der Firma Nr. 2

Mit einem Anteil von 6 Systemen, die 29 % der Gesamtanzahl an den auf Schimmelpilze untersuchten Systemen repräsentieren, stellt die Firma Nr. 2 die stärkste Fraktion. Arithmetisches ($\bar{x} = 30$ KbE/ml) und geometrisches Mittel ($\bar{x}_G = 27$ KbE/ml) sind dem unteren Bereich zuzuordnen. Die leicht überdurchschnittliche Streuung der Ergebnisse zeigt sich in einer Standardabweichung von $s = \pm 17$ (VK = 57 %) und einer Spannweite von $R = 40$. Der Interquartilbereich wird mit 25 angeführt. Sowohl Median ($\tilde{x} = 20$) als auch Minimum $x_{\min} = 20$ KbE/ml beziffern Werte an der Nachweisgrenze, während das Maximum $x_{\max} = 60$ KbE/ml beträgt.

Systeme der Firma Nr. 3

Nur 1 System der Firma Nr. 3, d.h. 5 % der Gesamtanzahl an untersuchten Anlagen, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie stellen gemeinsam mit Fa. 6 den schwächsten Verband dar. Somit fallen beide Mittelwerte, Median, Maximum und Minimum ($\bar{x} = \bar{x}_G = \tilde{x} = x_{\max} = x_{\min} = 40 \text{ KbE/ml}$) auf Rang 2 zusammen.

Systeme der Firma Nr. 4

Die Systeme der Firma Nr. 4 stellen hier mit einem Anteil von 5 Anlagen, die 24 % der Gesamtanzahl entsprechen, die zweitstärkste Fraktion dar. Das arithmetische Mittel beläuft sich auf $\bar{x} = 54 \text{ KbE/ml}$. Es wurde ein geometrisches Mittel von $\bar{x}_G = 43 \text{ KbE/ml}$ errechnet. Die Standardabweichung $s = \pm 39$ (VK = 72 %), die Spannweite $R = 80$ und der Interquartilsbereich von 76 zeugen von einer relativ hohen Ergebnisstreuung der Schimmelpilze. Der Median $\tilde{x} = 40 \text{ KbE/ml}$ zeigt zusammen mit dem der Firma Nr. 2 den zweitniedrigsten Wert aller Systeme an. Das Minimum $x_{\min} = 20 \text{ KbE/ml}$ entspricht der Nachweisgrenze, genau wie bei den Melkverfahren der Hersteller Nr. 2 und 6. Mit einem Maximum $x_{\max} = 100 \text{ KbE/ml}$ wird hier der zweithöchste Maximalwert aller untersuchten Melkverfahren angezeigt.

Systeme der Firma Nr. 5

Beim Melkverfahren der Firma Nr. 5 konnten bei der Untersuchung keine Schimmelpilze nachgewiesen werden.

Systeme der Firma Nr. 6

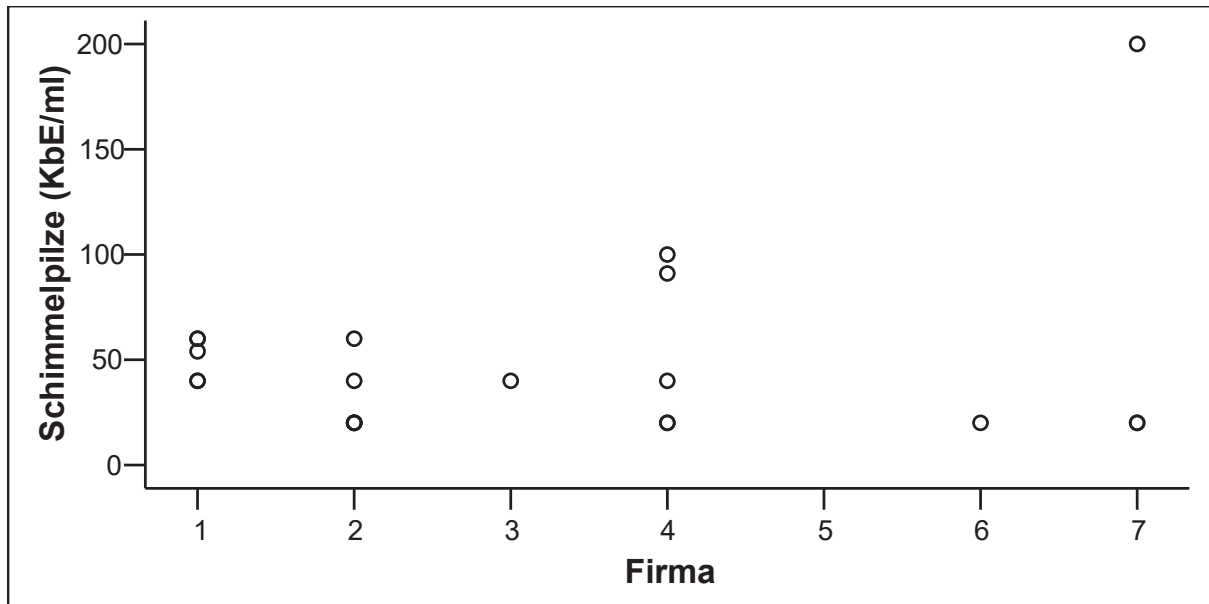
Die Betriebe mit Melkverfahren nach Methode Nr. 6 stellen hier mit einem Anteil von 1 System, das 5 % der Gesamtanzahl an untersuchten Systemen ausmacht, gemeinsam mit Firma 3 die schwächste Fraktion dar. Beide Mittelwerte, Median, Maximum und Minimum ($\bar{x} = \bar{x}_G = \tilde{x} = x_{\max} = x_{\min} = 20 \text{ KbE/ml}$) fallen im Bereich der Nachweisgrenze zusammen.

Systeme der Firma Nr. 7

Mit 3 Systemen (14 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 7 in der Auswertung vertreten und stellt den Hersteller mit dem zweitgeringsten verfügbaren Datenmaterial dar. Das arithmetische Mittel für die Schimmelpilzbelastung liegt bei $\bar{x} = 80 \text{ KbE/ml}$ (Höchstwert), das geometrische bei $\bar{x}_G = 43 \text{ KbE/ml}$. Die Streuung der Daten ist als relativ hoch zu bezeichnen, was sich aus der Standardabweichung $s = \pm 104$ (VK = 130 %) und der Spannweite $R = 180$ ablesen lässt. Der Median liegt bei $\tilde{x} = 20 \text{ KbE/ml}$ und stellt zusammen mit dem Minimum $x_{\min} = 20$ Werte im Nachweisbereich dar. Mit dem Maximum von $x_{\max} = 200$ wird der höchste Wert aller Systeme angezeigt

Auch hier erfolgt die graphische Darstellung der Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung – wie zuvor bei den anderen Parametern – in Form eines einfachen Streudiagramms (Abb. 24). Der Nachweis von Schimmelpilzen gelang nur in relativ wenigen Fällen (nicht nachweisbar bei Firma Nr. 5), zudem liegen die Maximalwerte im 10^2 er Bereich. Die Betrachtung der Resultate ergibt ein recht heterogenes Bild. Für eine relativ hohe Varianz der Daten der Melkverfahren nach Firma Nr. 7 zeigt sich ein „Ausreißer“ verantwortlich.

Abb. 24: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.2.1.9 Sulfitreduzierende Anaerobier

Für die Auswertung der Ergebnisse der Sulfitreduzierende Anaerobier-Bestimmung wurden 33 (31 %) der 108 besuchten Systeme ausgewertet. Eine tabellarische Übersicht ist im Anhang (Tab. 62) aufgeführt.

Systeme der Firma Nr. 1

Am häufigsten mit einem Anteil von 12 Systemen (36 % der Gesamtanzahl) ist die Firma Nr. 1 bei den auswertbaren Ergebnissen vertreten. Das arithmetische Mittel der sulfitreduzierenden Anaerobier wurde mit $\bar{x} = 4$ KbE/ml und das geometrische Mittel mit $\bar{x}_G = 2$ KbE/ml berechnet. Sowohl die Standardabweichung von $s = \pm 6$ (VK = 150 %) als auch die Spannweite $R = 19$ zeugen von einer hohen Streuung der Ergebnisse. Der Interquartilbereich beträgt 3. Mit einem Wert von $\tilde{x} = 1$ KbE/ml wird beim Median genauso wie beim Minimum $x_{\min} = 1$ KbE/ml die Nachweisgrenze dieser Erhebung angezeigt. Das Maximum $x_{\max} = 20$ KbE/ml zeigt den zweithöchsten Wert dieser Erhebung an.

Systeme der Firma Nr. 2

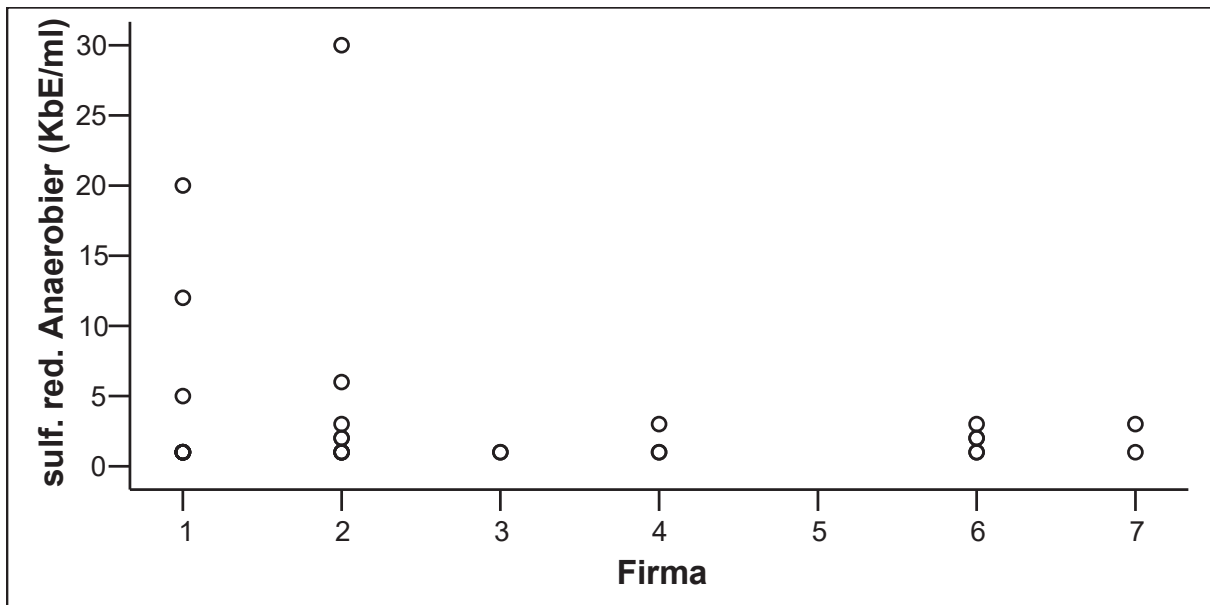
Mit einem Anteil von 9 Systemen, die 27 % der Gesamtanzahl an untersuchten Melkeinheiten ausmachen, avanciert die Firma Nr. 2 zur zweitstärksten Fraktion für die sulfitreduzierenden Anaerobier. Das arithmetische Mittel liegt bei $\bar{x} = 5$ KbE/ml, während das geometrische Mittel $\bar{x}_G = 2$ KbE/ml beträgt. Die hohe Streuung der Ergebnisse wird durch die Standardabweichung von $s = \pm 9$ (VK = 180 %) und den Range $R = 29$ reflektiert. Der Interquartilbereich lautet 4. Mit dem Median von $\tilde{x} = 2$ KbE/ml liegt das höchste Resultat der Untersuchung vor, woran der äußerst geringe Unterschied in den Resultaten deutlich wird. Das Maximum von $x_{\max} = 30$ KbE/ml zeigt den höchsten Level dieses Bewertungsparameters an. Das Minimum von $x_{\min} = 1$ KbE/ml dokumentiert einen Minimalwert im Bereich der Nachweisgrenze.

Systeme der Firma Nr. 3, 4, 5, 6, 7

Da bei den genannten Herstellern in den Resultaten nur sehr niedrige Ergebnisse im näheren Bereich der Nachweisgrenze mit sehr geringen Unterschieden auftraten, wird in diesem Falle auf eine weitere detaillierte Schilderung verzichtet und auf die Tabelle 63 im Anhang verwiesen.

Zur simultanen Gegenüberstellung der überprüften Fabrikate erfolgt die graphische Darstellung der Ergebnisse dem Modus folgend in Form eines einfachen Streudiagrammes (Abb. 25). Die Darstellung der Ergebnisse verdeutlicht die ausreißerbedingte, relativ hohe Streuung der Ergebnisse der Melkverfahren der Firmen Nr. 1 und 2. Im Übrigen zeigen die Resultate aller Firmen sehr geringe Unterschiede, was sich auch an der Skalierung der Y-Achse mit $x_{\max} = 30 \text{ KbE/ml}$ ablesen lässt.

Abb. 25: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Sulfitreduzierenden Anaerobier-Bestimmung, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



3.2.2.1.10 *Bacillus (B.) cereus*

Für die Auswertung der Ergebnisse der *B. cereus*-Bestimmung konnten nur 3 (3 %) der 108 besuchten Systeme ausgewertet werden.

Systeme der Firma Nr. 1

Nur 1 System der Firma Nr. 1, d. h. 6 % der Gesamtanzahl an untersuchten Anlagen, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie stellen vor Firma Nr. 6 den stärksten Verband dar. Hier fallen beide Mittelwerte, Median, Maximum und Minimum ($\bar{x} = \bar{x}_G = \tilde{x} = x_{\max} = x_{\min} = 20 \text{ KbE/ml}$) auf Rang 1 zusammen.

Systeme der Firmen 2,3,4,5 und 7

Bei diesen Anlagen konnte *B. cereus* nicht nachgewiesen werden.

Systeme der Firma Nr. 6

Nur 2 Systeme der Firma Nr. 6, d. h. 10 % der Gesamtanzahl an untersuchten Anlagen, konnten in die Auswertung übernommen werden. Sie stellen nach Firma Nr. 1 den zweitstärksten Verband dar. Bei beiden Anlagen fallen die Mittelwerte, Median, Maximum und Minimum ($\bar{x} = \bar{x}_G = \tilde{x} = x_{\max} = x_{\min} = 3,3 \text{ KbE/ml}$) auf Rang 2 zusammen.

3.2.2.1.11 *Salmonellen, Listerien*

Für die Auswertung der Ergebnisse der Salmonellen- und Listerien-Bestimmung konnten insgesamt nur 2 (2 %) der 108 besuchten Systeme ausgewertet werden. Salmonellen konnten nur in einem System der Firma Nr. 4, Listerien nur in einem Betrieb mit System Nr. 3 mittels Anreicherungsverfahren nachgewiesen werden.

3.2.2.2 Überblick über die Ergebnisse der Tankmilchuntersuchung aller Betriebe, getrennt nach konventionellen und AMV-Betrieben

Von ursprünglich 110 (= 100 %) Systemen konnten 2 Fälle nicht bearbeitet werden. Unter den verbleibenden 108 Systemen gelangten nur diejenigen in die Auswertung, bei denen folgende Parameter bzw. Mikroorganismen über der Nachweisgrenze lagen und somit ausgezählt werden konnten:

• Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl	n = 108 (100 %)
• Milchsäurebakterien	n = 106 (98 %)
• Säuretolerante Laktobazillen	n = 102 (94 %)
• Pseudomonaden	n = 48 (44 %)
• Koagulase-positive Staphylokokken	n = 42 (39 %)
• Enterokokken	n = 82 (76 %)
• Enterobakteriäzen	n = 60 (56 %)
• Coliforme (Keime)	n = 25 (23 %)
• <i>Escherichia (E.) coli</i>	n = 102 (94 %)
• Hefen	n = 85 (79 %)
• Schimmelpilze	n = 21 (19 %)
• Sulfitreduzierende Anaerobier	n = 33 (31 %)
• <i>Bacillus (B.) cereus</i>	n = 3 (3 %)
• Salmonellen	n = 1 (1 %)
• <i>L(isteria) monocytogenes</i>	n = 1 (1 %)

Die in Klammern gesetzten Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil an positiven Ergebnissen (bezogen auf 108 Proben). Rundungsbedingt können die Werte von 100 % abweichen. Auf die Möglichkeit, für Keimzahlen unter der Nachweisgrenze simulierte Werte einzusetzen (z.B. halbe Nachweisgrenze) wurde verzichtet, da oftmals mehr als die Hälfte der Daten virtuelle Zahlen gewesen wären. Im Interesse eines einheitlichen Vorgehens wurde dieses Prinzip auch bei Keimgruppen mit hohen Isolierungsquoten befolgt. Einen kompletten Überblick über die untersuchten Proben/Systeme inklusive Ergebnissen unter der Nachweisgrenze („negative Proben“) geben die folgenden Tabellen 19–20.

Tab. 19: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tankmilch aus konventionellen Melkverfahren (Teil I)

Parameter	konventionelle Melkverfahren					
	mesoph. aerob. GKZ [KbE/ml]	Milch-säure-bakt. [KbE/ml]	Lakto-bazillen [KbE/ml]	Pseudo-mona-den [KbE/ml]	Koag. pos. Staph. [KbE/ml]	Entero-kokken [KbE/ml]
berücksichtigte Proben (n)	18	16	18	5	6	10
negative Proben (n)	0	2	0	13	12	8
% der Gesamtanzahl (100 %)	17	15	18	10	14	12
arithm. Mittelwert \bar{x}	28.267	4.503	1.470	2.596	610	73
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	12.264	1.557	427	636	390	47
Spannweite (R)	178.900	32.880	13.960	9.980	1.310	230
Standardabweichung $\pm s$	41.836	8.113	3.249	4.193	528	74
Variationskoeffizient VK (%)	148	180	221	162	87	101
Inter-Quartilbereich $X_{75}-X_{25}$	30.725	5.250	1.295	5.710	950	93
Median $\tilde{x} (X_{50})$	14.000	2.000	265	800	540	40
Minimum X_{min}	1.100	120	40	20	90	20
Maximum X_{max}	180.000	33.000	14.000	10.000	1.400	250

Glossar: Berücksichtigte Fälle = Gesamtproben – negative Proben

Negative Fälle = Proben mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 19: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tankmilch aus konventionellen Melkverfahren (Teil II)

Parameter	konventionelle Melkverfahren					
	Entero- bakteria- zeen [KbE/ml]	Coliforme [KbE/ml]	<i>E. coli</i> [KbE/ml]	Hefen [KbE/ml]	Schim- mel- pilze [KbE/ml]	Sulfit-red. Anaero- bier [KbE/ml]
berücksichtigte Proben (n)	11	6	15	16	1	5
negative Proben (n)	7	12	3	2	17	13
% der Gesamtanzahl (100 %)	18	24	15	19	5	15
arithm. Mittelwert \bar{x}	127	580	18	1.114	20	2
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	59	155	10	224	20	2
Spannweite (R)	780	1.980	49	7.980	0	2
Standardabweichung $\pm s$	228	831	17	2.407		1
Variationskoeffizient VK (%)	180	143	94	216		50
Inter-Quartilbereich $X_{75}-X_{25}$	100	1.380	30	465		2
Median $\tilde{x} (X_{50})$	60	120	9	190	20	2
Minimum X_{min}	20	20	1	20	20	1
Maximum X_{max}	800	2.000	50	8.000	20	3

Die abgedunkelten Felder konnten nicht berechnet werden.

Glossar: Berücksichtigte Fälle = Gesamtproben – negative Proben

Negative Fälle = Proben mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 20: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tankmilch aus automatischen Melkverfahren (Teil I)

Parameter	automatische Melkverfahren					
	mesoph. aerob. GKZ [KbE/ml]	Milch-säure-bakt. [KbE/ml]	Lakto-bazillen [KbE/ml]	Pseudo-mona-den [KbE/ml]	Koag. pos. Staph. [KbE/ml]	Entero-kokken [KbE/ml]
berücksichtigte Proben (n)	90	90	84	43	36	72
negative Proben (n)	0	0	6	47	54	18
% der Gesamtanzahl (100 %)	83	85	82	90	86	88
arithm. Mittelwert \bar{x}	97.824	7.120	3.832	1.909	766	1.043
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	28.510	1.619	587	374	436	148
Spannweite (R)	1.398.200	109.980	70.980	11.980	2.648	33.980
Standardabweichung $\pm s$	206.429	16.664	11.376	2.988	781	4.153
Variationskoeffizient VK (%)	211	234	297	157	102	398
Inter-Quartilbereich $X_{75}-X_{25}$	82.025	6.500	2.243	2.640	1.030	335
Median $\tilde{x} (X_{50})$	25.000	1.500	545	400	440	100
Minimum X_{min}	1.800	20	20	20	52	20
Maximum X_{max}	1.400.000	110.000	71.000	12.000	2.700	34.000

Glossar: Berücksichtigte Fälle = Gesamtproben – negative Proben

Negative Fälle = Proben mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 20: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tankmilch aus automatischen Melkverfahren (Teil II)

Parameter	automatische Melkverfahren					
	Entero- bakteria- zeen [KbE/ml]	Coliforme [KbE/ml]	<i>E. coli</i> [KbE/ml]	Hefen [KbE/ml]	Schim- mel- pilze [KbE/ml]	Sulfit-red. Anaero- bier [KbE/ml]
n= (berücksichtigte Proben)	49	19	87	69	20	28
negative Proben (n)	41	71	3	21	70	62
% der Gesamt- anzahl (100 %) beider Verfahren	82	76	85	81	95	85
arithm. Mittelwert \bar{x}	1.368	3.173	1.034	660	49	4
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	148	201	64	141	39	2
Spannweite (R)	41.980	46.980	31.999	19.980	180	29
Standard- abweichung $\pm s$	6.250	10.672	4.839	2.465	43	7
Variations- koeffizient VK (%)	457	336	468	373	7	175
Inter- Quartilbereich $X_{75}-X_{25}$	275	1.980	206	400	40	2
Median \tilde{x} (X_{50})	120	200	60	120	40	1
Minimum X_{min}	20	20	1	20	20	1
Maximum X_{max}	42.000	47.000	32.000	20.000	200	30

Glossar: Berücksichtigte Fälle = Gesamtproben – negative Proben

Negative Fälle = Proben mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

3.2.2.2.1 Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ)

83 % der Gesamtprobenanzahl machen die 90 AMV-Milchproben aus, 17 % werden durch die 18 KMV-Milchproben repräsentiert. Das arithmetische Mittel weist bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 97.824$ KbE/ml und einen geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 28.510$ KbE/ml auf, während die entsprechenden Werte bei den KMV-Proben $\bar{x} = 28.267$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_G = 12.264$ KbE/ml betragen und somit erheblich niedriger (71 % bzw. 57 %) ausfallen. Die Differenz zwischen dem arithmetischen Mittel \bar{x} und dem geometrischen Mittel \bar{x}_G erreicht bei den AMV-Proben mit $\bar{x} - \bar{x}_G = 69.314$ KbE/ml einen wesentlich höheren Betrag als bei den KMV-Proben mit $\bar{x} - \bar{x}_G = 16.000$ KbE/ml, weshalb für letztere aufgrund des relativ geringeren Abstands eine nicht ganz so asymmetrische Datenverteilung gegeben ist.

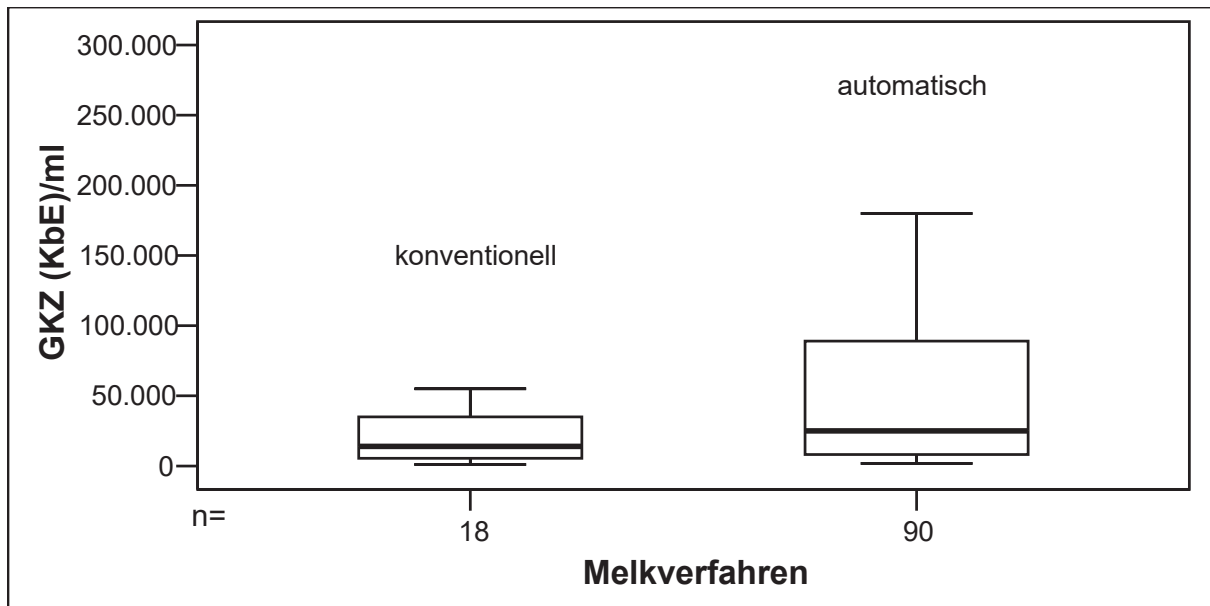
Der Median (50 %-Quartil) für Milchproben aus den Automatischen Melkverfahren beläuft sich auf $\tilde{x} = 25.000$ KbE/ml und übersteigt den Median der KMV-Systeme um fast das Doppelte ($\tilde{x}_{\text{KMV}} = 14.000$). Der Interquartilbereich, gleichbedeutend mit dem Quartilsabstand ($x_{75} - x_{25}$), liegt für die AMV-Proben bei einem Wert von 82.025 und somit um mehr als das Doppelte (63 %) höher als bei den KMV-Proben, wobei sich deren Daten aufgrund des kleineren Quartilsabstandes stärker um den Median konzentrieren. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergab für beide Systeme eine signifikante Abweichung vom symmetrischen Polygon.

Die relative Streuung der Daten, d.h. der Variationskoeffizient VK, ist bei beiden Melkverfahren als sehr hoch zu bezeichnen ($VK_{\text{AMV}} = 211$ %; $VK_{\text{KMV}} = 148$ %), wobei die Standardabweichung der AMV-Daten mit $s = \pm 206.429$ noch wesentlich höher ausfällt als diejenige der KMV-Daten mit $s = \pm 41.836$. In der Stichprobe aller AMV-Proben ergibt die Spannweite mit $R_{\text{AMV}} = 1.398.200$ einen um 87 % höheren Wert als bei den Proben aus den KMV-Betrieben ($R = 178.900$).

Die Differenz zwischen den Minimalwerten von $x_{\text{minKMV}} = 1.100$ KbE/ml und $x_{\text{minAMV}} = 1.800$ KbE/ml beträgt 36 %. Bei den Maxima liegen die Werte der AMV-Betriebe 7,8-fach ($x_{\text{max}} = 1.400.000$ KbE/ml) über denen der KMV-Betriebe ($x_{\text{max}} = 180.000$ KbE/ml).

Zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße werden die Ergebnisse in Abb. 26 als Box- und Whiskerplots dargestellt, wobei das extreme AMV-Maximum von 1.400.000 KbE/ml aus dem Diagramm entfernt wurde. Beim Vergleich der Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) zeigen die AMV-Proben einen etwas höheren Median und eine wesentlich stärkere Streuung an als die KMV-Proben. Demgemäß zentrieren sich die KMV-Daten stärker um den Median, wie auch an den kleineren Quartilsabständen erkennbar. Gleichzeitig weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} in beiden Fällen auf eine rechtsschiefe Ausrichtung der Daten hin, wobei im Falle der KMV nur eine leichte Verschiebung besteht.

Abb. 26: Box- und Whiskerplots der mesophilen aeroben Gesamtkeimzahl (GKZ) (X_{\min} , X_{25} , X_{50} , X_{75} , X_{\max}), bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Gemäß Anlage 4 der Milchverordnung in der geltenden Fassung, in der u.a. die Anforderungen an das Sammeln der Rohmilch im Erzeugerbetrieb geregelt ist, darf der Keimgehalt roher Kuhmilch nicht über 100.000 KbE/ml liegen, um zur Herstellung von wärmebehandelter Konsummilch, von Sauermilch-, Joghurt, Kefir-, Sahne und Milchmischerzeugnissen und zur Herstellung von anderen Erzeugnissen auf Milchbasis geeignet zu sein. Mit einem geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 28.510$ KbE/ml bei den automatischen Melkverfahren bzw. $\bar{x}_G = 12.264$ KbE/ml bei den konventionellen Ausführungen befinden sich die Keimzahlen beider Techniken deutlich unter dem gesetzlich vorgegebenen Level der Milchverordnung und sprechen auch im Sinne der VO (EG) 853/2004 für eine gute Milchqualität bzgl. dieses Hygieneparameters. Die in Abschnitt IX (Rohmilch und verarbeitete Milcherzeugnisse) geforderte Einhaltung der Keimzahlen von 100.000 KbE/ml für Rohmilch und 300.000 KbE/ml für Rohmilch unmittelbar vor der Verarbeitung werden deutlich unterschritten.

Zum gleichen Schluss kamen JANŠTOVÁ et al. (2011), als sie die Milchqualität von automatischen Melkverfahren untersuchten. Als Vergleich wurden Daten zweier konventionell melkender Betriebe und Berichtsdaten für die Tschechische Republik herangezogen. Der Gesamtkeimzahlgehalt der Milch aus automatisch melkenden Betrieben belief sich auf 23.000 KbE/ml.

Die aeroben Gesamtkeimzahlen bei der automatischen Milchgewinnung liegen in dieser Studie mehr als doppelt so hoch wie die der konventionellen Systeme. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch DE KONING (2002), POMIES und BONY (2000), RASMUSSEN et al. (2002), SCHWARZER (2000), VAN DER VORST und HOGEVEEN (2002) und WIRTZ et al. (2004).

Einzelne Überschreitungen der 100.000 KbE/ml-Grenze kamen, mit Ausnahme der selten beprobten Betriebe mit dem Melksystem Nr. 5, bei allen anderen AMV-Systemen vor. Ob die

Überschreitungen im jeweiligen Falle zu einem Ausschluss von der Verarbeitung geführt hätten, lässt sich mit den vorliegenden Daten nicht nachvollziehen, da lt. Milchverordnung in der geltenden Fassung bei dem Parameter „Keimzahl“ das geometrische Mittel über zwei Monate bei mindestens zwei Probenahmen je Monat berücksichtigt werden muss, um eine Beurteilung vornehmen zu können. Gleiche Konditionen beinhaltet die VO (EG) 853/2004.

3.2.2.2.2 Milchsäurebakterien

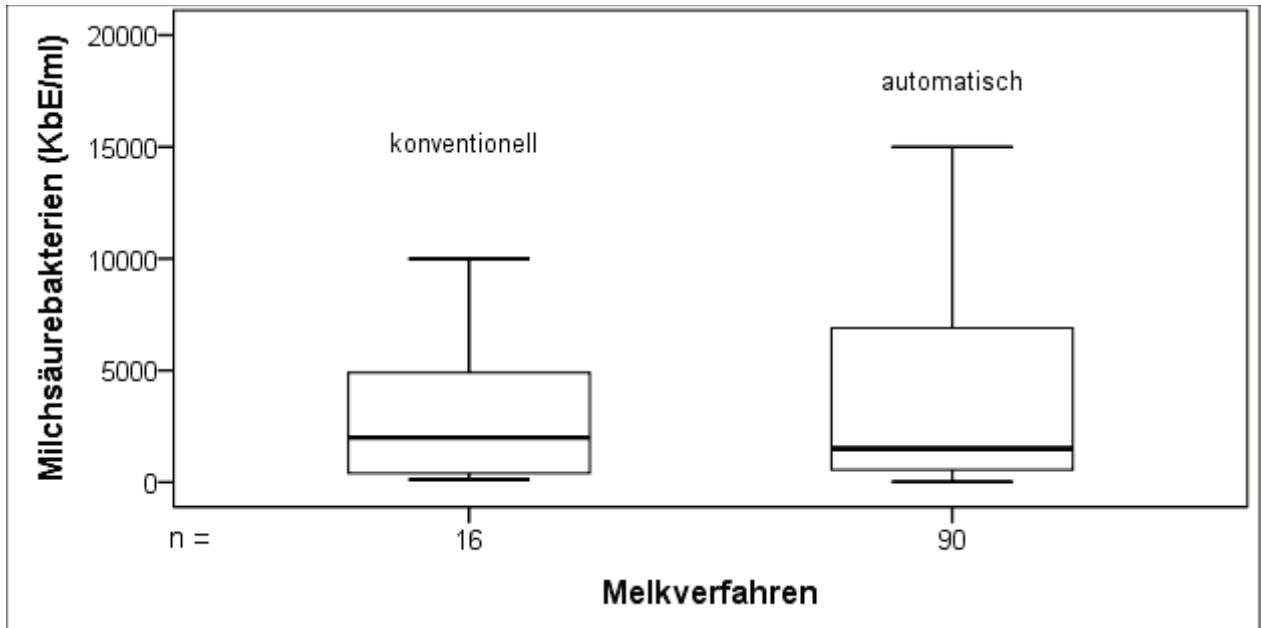
85 % der berücksichtigten Tankmilchproben ($n = 106$) gehören zu den AMV-Milchproben ($n = 90$), 15 % werden durch die KMV-Milchproben ($n = 16$) repräsentiert. Das arithmetische Mittel weist bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 7.120$ KbE/ml und einen geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 1.619$ KbE/ml auf. Bei den KMV-Proben liegen die entsprechenden Werte bei $\bar{x} = 4.503$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_G = 1.557$ KbE/ml und somit mäßig bzw. gering unter den Mittelwerten der Proben aus Betrieben mit einem automatischen Melkverfahren. Die Differenz zwischen dem arithmetischen und geometrischen Mittelwert beträgt bei den AMV $\bar{x} - \bar{x}_G = 5.501$ KbE/ml und nimmt einen fast doppelt so hohen Wert an wie bei den KMV-Betrieben ($\bar{x} - \bar{x}_G = 2946$ KbE/ml), so dass bei letzteren eher die Wahrscheinlichkeit einer symmetrischen Datenverteilung gegeben ist.

Der für Verzerrungen weniger anfällige Median weist für den Milchsäurebakteriengehalt von Milchproben aus den AMV mit einem Wert von $\tilde{x} = 1.500$ KbE/ml um ein Viertel niedrigere Werte auf als die konventionellen Systeme ($\tilde{x} = 2.000$ KbE/ml). Der Interquartilbereich wird für die AMV-Proben mit $x_{75} - x_{25} = 6.500$ berechnet. Ein mit $x_{75} - x_{25} = 5.250$ auch relativ kleinerer Quartilabstand deutet eine stärkere Konzentration der KMV-Daten um den Median an. Mit $p_{AMV} = p_{KMV} = 0,000$ nach Kolmogorov-Smirnov besteht bei beiden Melkverfahren eine signifikante Abweichung der Daten von der Gauß-Kurve.

Die relative Streuung der Daten ist bei beiden Melkverfahren als hoch zu bezeichnen ($VK_{AMV} = 234$ %; $VK_{KMV} = 180$ %), wobei die Standardabweichung der AMV-Daten mit $s = \pm 16.664$ mehr als doppelt so ausgeprägt ist wie die der KMV-Daten mit $s = \pm 8.113$. Diese Tendenz lässt sich auch anhand der Spannweite mit $R_{AMV} = 109.980$ und $R_{KMV} = 32.880$ nachvollziehen. Für eine signifikante Abweichung der Daten von einem symmetrischen Polygon sprechen die Irrtumswahrscheinlichkeiten von $p_{AMV} = p_{KMV} = 0,000$. Die Differenz zwischen den Minimalwerten beträgt $x_{\min AMV} = 20$ KbE/ml zu $x_{\min KMV} = 120$ KbE/ml. Bei den Maxima liegen die Werte der AMV-Betriebe mehr als Dreifache ($x_{\max} = 110.000$ KbE/ml) über denen der KMV-Betriebe ($x_{\max} = 33.000$ KbE/ml).

Zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße werden die Ergebnisse in Abb. 27 als Box- und Whiskerplots dargestellt. Beim Vergleich der Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) zeigen die AMV-Proben einen etwas niedrigeren Median und eine wesentlich stärkere Streuung an als die KMV-Proben. Demgemäß zentrieren sich die KMV-Daten stärker um den Median, wie auch an den kleineren Quartilabständen erkennbar. Gleichzeitig weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} in beiden Fällen auf eine rechtschiefe Ausrichtung der Daten hin, wobei im Falle der KMV eine leichtere Verschiebung besteht.

Abb. 27: Box- und Whiskerplots der Milchsäurebakterienbestimmung (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}), bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



3.2.2.2.1 Laktobazillen

82 % der untersuchten Milchproben mit berücksichtigten Daten ($n = 102$) werden durch die AMV-Milchproben ($n = 84$), 18 % durch die KMV-Milchproben ($n = 18$) vertreten. Das arithmetische Mittel der Laktobazillendichte weist bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 3.832$ KbE/ml und einen geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 587$ KbE/ml auf. Bei den KMV-Proben liegen die Werte bei $\bar{x} = 1.470$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_G = 427$ KbE/ml und somit fast zwei bzw. ein Drittel niedriger. Die Differenz zwischen den Mittelwerten \bar{x} und \bar{x}_G fällt bei den AMV-Betrieben dreimal so hoch ($\bar{x} - \bar{x}_G = 3.245$) wie diejenige der KMV-Betriebe ($\bar{x} - \bar{x}_G = 1.043$) aus.

Die Milchproben aus den Automatischen Melkverfahren weisen mit dem Median $\tilde{x} = 545$ KbE/ml mehr als doppelt so hohe Werte auf wie die konventionellen Systeme $\tilde{x} = 256$ KbE/ml). Der Interquartilbereich liegt für die AMV-Proben bei $x_{75} - x_{25} = 2.243$ deutlich über dem der KMV-Proben ($x_{75} - x_{25} = 1.295$), wobei sich die Daten letzterer aufgrund des kleineren Quartilabstandes stärker um den Median konzentrieren. Auch hier zeigt sich mit $p_{AMV} = p_{KMV} = 0,000$ nach Kolmogorov-Smirnov bei beiden Melkverfahren eine signifikante Abweichung der Daten von einer symmetrischen Verteilung.

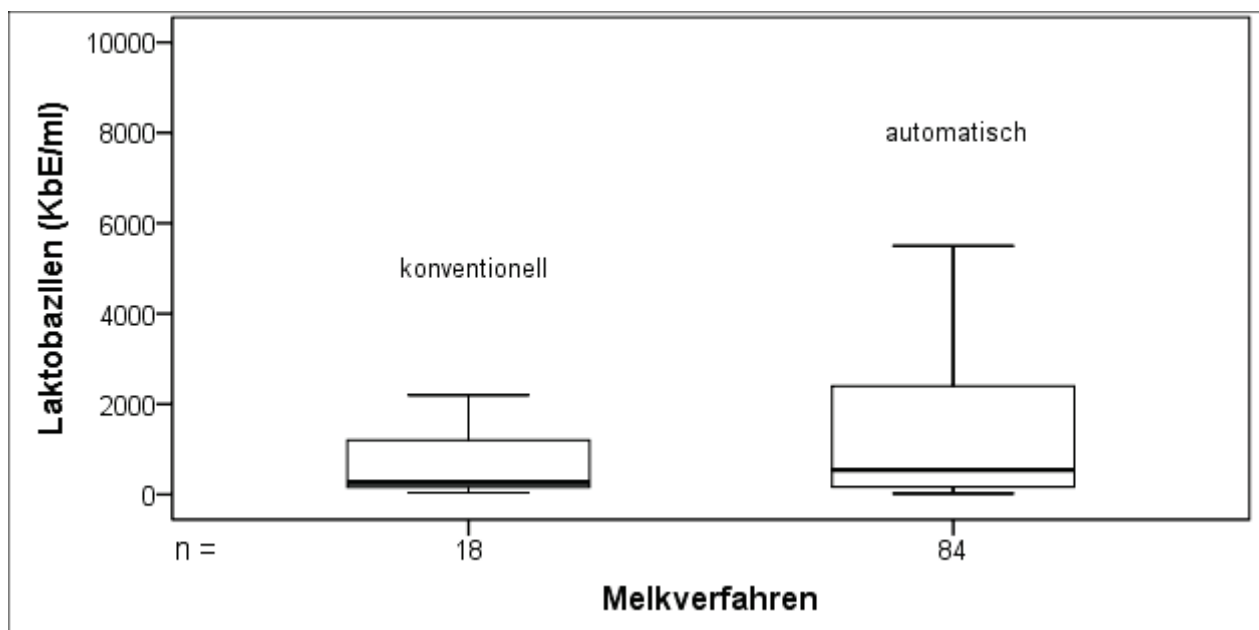
Die Streuung der Ergebnisse beider Melkverfahren ist als hoch zu bezeichnen, wobei die Standardabweichung der AMV-Daten mit $s = \pm 11.376$ und dem sich daraus ergebenden VK = 297 % noch wesentlich höher ausfällt als die der KMV-Daten mit $s = \pm 3.249$ und VK = 221 %. Diese Aussage wird durch den einen um fünfmal höheren Range $R_{AMV} = 70.980$ bekräftigt ($R_{KMV} = 13.960$). Die Differenz zwischen den Minimalwerten beträgt $x_{\min AMV} = 20$ KbE/ml, was der Nachweisgrenze entspricht, zu $x_{\min KMV} = 40$ KbE/ml. Die Maxima befinden sich um das Vierfache ($x_{\max AMV} = 57.000$ KbE/ml) über denen der KMV-Betriebe ($x_{\max KMV} = 14.000$ KbE/ml).

MARION et al. (2008) untersuchten in ihrer Studie die mikrobielle Zusammensetzung der Rohmilch, wobei die Laktokokken anteilmäßig 93 % bis 100 % der Laktobazillen-Population sowie den überwiegenden Anteil der Milch-Mikroflora ausmachten. Zwar wurde in der vorliegenden Studie nicht zwischen Laktobazillen und Laktokokken differenziert, doch entfällt auch hier bei den zwei Melkverfahren der größte Teil an mesophilen aeroben Keimen auf die Population der Milchsäurebakterien ($\bar{x}_{G\ AMV} = 1.619\ \text{KbE/ml}$ bzw. $\bar{x}_{G\ KMV} = 1.557\ \text{KbE/ml}$) und anteilmäßig auf die Laktobazillen ($\bar{x}_{G\ AMV} = 587\ \text{KbE/ml}$ bzw. $\bar{x}_{G\ KMV} = 427\ \text{KbE/ml}$). Diese Tendenz spiegelt sich auch in einem deutlich positiven Korrelationskoeffizienten von $r = 0,891$ (nach Pearson) für die Variablen Milchsäurebakterien und Laktobazillen wieder. Diese Korrelation ist auf einem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Über die genaue Herkunft der nachgewiesenen Milchsäurebakterien/Laktobazillen lässt sich aus dem untersuchten Material keine gesicherte Aussage ableiten. Milchsäurebakterien sind meist auf Habitate beschränkt, in denen Zucker als Energielieferant vorhanden ist. Sie besiedeln u.a. Milch, Pflanzen, Schleimhäute und den Intestinaltrakt von Mensch und Tier (ANONYM 2010b).

Zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße werden die Ergebnisse in Abb. 28 als Box- und Whiskerplots dargestellt. Beim Vergleich der Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) zeigen die AMV-Proben einen etwas höheren Median und eine wesentlich stärkere Streuung an als die KMV-Proben. Demgemäß zentrieren sich die KMV-Daten stärker um den Median, wie auch an den kleineren Quartilabständen erkennbar. Gleichzeitig weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} in beiden Fällen auf eine rechtschiefe Ausrichtung der Daten hin.

Abb. 28: Box- und Whiskerplots der Laktobazillenbestimmung (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}), bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



3.2.2.2.3 Pseudomonaden

90 % der gültigen Gesamtprobenanzahl ($n = 48$) werden durch die AMV-Milchproben ($n = 43$) repräsentiert, 10 % gehören zu den KMV-Milchproben ($n = 5$). Das arithmetische Mittel weist bei den AMV-Proben einen Wert von 1.909 KbE/ml und einen geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 374$ KbE/ml auf. Mit $\bar{x} = 2.596$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_G = 636$ KbE/ml liegen die Werte der KMV-Proben um ca. ein Drittel über denen der Proben aus Betrieben mit automatischen Melkverfahren. Die Differenz zwischen dem arithmetischen und geometrischen Mittelwert der Pseudomonadenzahlen liegt für die AMV-Milchproben bei $\bar{x} - \bar{x}_G = 1535$ KbE/ml, während sie bei den konventionellen Systemen mit $\bar{x} - \bar{x}_G = 1960$ KbE/ml um ca. ein Viertel höher ausfällt.

Die Milchproben aus den Automatischen Melkverfahren weisen mit einem Median von $\tilde{x} = 400$ KbE/ml um 50 % niedrigere Werte auf als die konventionellen Systeme ($\tilde{x} = 800$ KbE/ml). Der Interquartilbereich beträgt für die AMV-Proben $x_{75} - x_{25} = 2.640$. Für die KMV-Proben ergibt sich ein deutlich höherer Wert von $x_{75} - x_{25} = 5.710$. Die Daten der erstgenannten Systeme konzentrieren sich aufgrund des kleineren Quartilabstandes stärker um den Median. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov zeigt für die Daten beider Melkverfahren eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung an ($p_{AMV} = 0,000$; $p_{KMV} = 0,020$).

Die Streuungen der Daten bewegen sich fast auf dem gleichen Level und sind bei beiden Melkverfahren als hoch zu bezeichnen ($VK_{AMV} = 157$ %; $VK_{KMV} = 162$ %) sowie $s_{AMV} = \pm 2.988$; $s = \pm 4.193$. Bei der Spannweite zeigt sich ein anderes Bild. Hier liegt der Range bei $R_{AMV} = 11.980$ etwas höher als bei den Proben aus den KMV-Betrieben ($R = 9.980$).

Die Minimalwerte beider Melkverfahren bewegen sich auf dem Niveau der Nachweisgrenze von 20 KbE/ml. Die Maxima differieren um ein Fünftel ($x_{\max AMV} = 12.000$ KbE/ml gegenüber $x_{\max KMV} = 10.000$ KbE/ml).

In Abhängigkeit von der Melkhygiene enthalten laut RIEMELT (2003) bis zu 75 % der Rohmilchproben Pseudomonaden. URAZ und CITAK (1998) isolierten in ihrer Studie Pseudomonaden und andere psychrotrophe Mikroorganismen aus Rohmilch, wobei sich der Anteil an Pseudomonaden auf 24 % ($n = 48$) belief.

In insgesamt $n = 48$ von $n = 106$ Rohmilchproben konnten bei der vorliegenden Studie Pseudomonaden nachgewiesen werden, was einem Anteil von ca. 45 % entspricht und innerhalb der Spannweite der Ergebnisse der angeführten Literatur liegt. Anteilsmäßig sind die Milchproben, die mit automatischen Melkverfahren gewonnen werden, zu 90 % Träger dieser Keimspezies. Dieser Trend ist auch aus der Studie von SALOVUO et al. (2005) abzulesen. Sie wiesen in Milch automatischer Melkverfahren eine 10-mal höhere Anzahl an psychrotrophen Keimen nach als in der Referenzgruppe, die traditionell gemolken wurde.

Milchablagerungen oder das Zurückbleiben von Waschwasser auf unzureichend gereinigten Melkausrüstungen können das Wachstum der meisten Mikroorganismen fördern, werden aber die schneller wachsenden selektieren. Darunter fallen u. a. *Pseudomonas spp.* (MURPHY und BOOR, 2000). Auch die Effektivität der Kühlung im Sammel-tank nimmt Einfluss auf das Wachstum der unterschiedlichen Keimspezies. Während der Kühlphase und v. a.,

wenn die erforderliche Kühltemperatur nicht erreicht wird, können sich psychrotrophe Bakterien, wie *Pseudomonas fluorescens* vermehren (GENARI und DRAGOTTO, 1992; TERNSTROEM et al., 1993; HEESCHEN, 1996)

Der nach Pearson deutlich positive Korrelationskoeffizient von $r = 0,762$ weist auf einen positiven Zusammenhang zwischen den Variablen Gesamtkeimzahl und Pseudomonaden hin. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant. Da hohe Gesamtkeimzahlen oft das Resultat mangelhafter Kühlung sind, die insbesondere das Wachstum psychrotropher Keime wie Pseudomonaden fördert, könnte hier eine Erklärung für die statistischen Zusammenhänge liegen.

3.2.2.2.4 Koagulase positive Staphylokokken

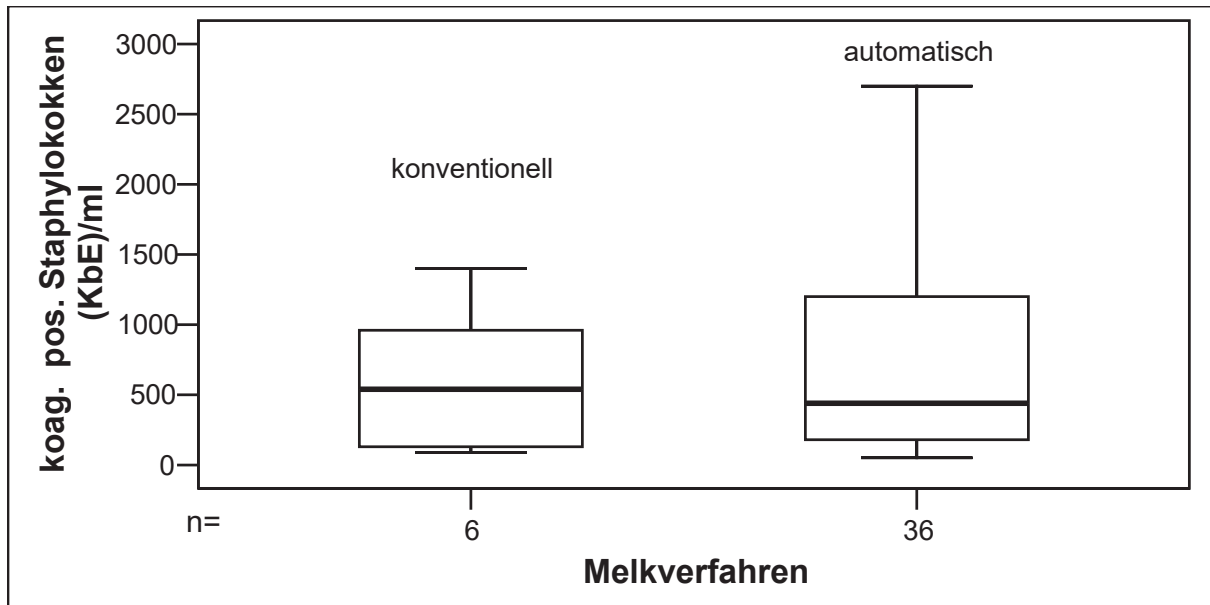
86 % der in die Wertung genommenen Milchproben ($n = 42$) werden durch die 36 AMV-Milchproben repräsentiert, 14 % machen die KMV-Milchproben ($n = 6$) aus. Das arithmetische Mittel der Koagulase-positiven Staphylokokken weist bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 766$ KbE/ml und einen geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 436$ KbE/ml auf. Bei den KMV-Proben liegen die Werte bei $\bar{x} = 610$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_G = 390$ KbE/ml und somit etwas höher. Der Differenzbetrag $\bar{x}_{KMV} - \bar{x}_{GKMV} = 46$ KbE/ml spricht im Falle der KMV eher für die Wahrscheinlichkeit eines symmetrischen Polygons als bei $\bar{x}_{AMV} - \bar{x}_{AMV} = 156$ KbE/ml.

Der aussagekräftigere Median \tilde{x} weist im Falle der automatischen Melkverfahren um 19 % niedrigere Werte auf als die konventionellen Systeme ($\tilde{x}_{AMV} = 440$ KbE/ml gegenüber $\tilde{x}_{KMV} = 540$ KbE/ml). Der Interquartilbereich liegt für die AMV-Proben bei $x_{75}-x_{25} = 1030$ und somit geringfügig höher als bei den KMV-Proben ($x_{75}-x_{25} = 950$), wobei sich die Daten letzterer aufgrund des kleineren Quartilabstandes stärker um den Median konzentrieren. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergibt für die AMV-Systeme $p = 0,000$. Hier sind die Abweichungen von der Normalverteilung im Gegensatz zu den KMV-Daten mit $p = 0,200$ signifikant.

Die Streuung der Daten fällt bei den zwei Melkverfahren relativ hoch aus ($VK_{AMV} = 102$ %; $VK_{KMV} = 87$ %), wobei die Standardabweichung der AMV-Daten mit $s = \pm 781$ um ein Drittel höher angesetzt wird als die der KMV-Daten mit $s = \pm 528$. Auch die Variationsbreite verhält sich mit $R_{AMV} = 2.648$ gegenüber $R_{KMV} = 1.310$ gleichsinnig. Die Differenz zwischen den Minimalwerten von $x_{minAMV} = 52$ KbE/ml und $x_{minKMV} = 90$ KbE/ml beträgt – auf den höheren Wert bezogen – 43 %. Bei den Maxima liegen die Werte der AMV-Betriebe ($x_{max} = 2.700$ KbE/ml) um das doppelte über denen der KMV-Betriebe ($x_{max} = 1.400$ KbE/ml).

Zur simultanen Gegenüberstellung der Ergebnisse erfolgt die Darstellung der Lage- und Streuungsmaße in Abb. 29 als Box- und Whiskerplots. Beim Vergleich der Ergebnisse der Staphylokokkenbestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) weisen die AMV-Proben trotz eines nahezu identischen Medians tendenziell etwas höhere Werte und eine wesentlich höhere Streuung auf als die KMV-Proben. Auch die Variationsbreite verhält sich entsprechend. Gleichzeitig weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} im Falle der automatischen Melkverfahren auf eine schiefe Ausrichtung der Daten hin, während die AMV-Daten eine nahezu symmetrische Verteilung der Ergebnisse anzeigen.

Abb. 29: Box- und Whiskerplots (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}), für den Gehalt an Koagulase positiven Staphylokokken, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Für das Vorkommen von *Staphylococcus aureus* in Rohmilch, die zur Herstellung von Rohmilcherzeugnissen verwendet wird, sind sowohl in der Richtlinie 92/46/EWG (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 1992) als auch in der Milchverordnung aus dem Jahr 2000 mikrobiologische Anforderungen benannt. Aktuell sind solche konkreten Angaben nur für Rohmilch in Form von Vorzugsmilch in der Tierische Lebensmittel-Hygieneverordnung (Tier-LMHV) zu finden.

In dieser Studie wurden Koagulase positive Staphylokokken gemäß des Amtlichen Untersuchungsverfahrens nach § 64 LFBG bestimmt, wobei der Begriff der Koagulase positiven Staphylokokken lt. Literatur nicht automatisch mit der Spezies *Staphylococcus aureus* gleichgesetzt werden kann. So fanden HARVEY und GILMOUR (1995), dass die von ihnen aus Milch isolierten Staphylokokken-Stämme nur zu 73 % als *Staphylococcus aureus* klassifiziert werden konnten. ZANGERL (2007b) weist darauf hin, dass neben *Staphylococcus aureus* auch *Staphylococcus intermedius* und einige Stämme von *Staphylococcus hyicus* eine positive Koagulase-Reaktion zeigen. Allerdings kommen die beiden letztgenannten Spezies nur selten in Milch vor. Zu gleichem Schluss gelangten BENDAHOU et al. (2008). Sie charakterisierten präsumptive *Staphylococcus aureus*-Isolate, die sie aus Rohmilch und Milchprodukten gewinnen konnten. 54 % der Stämme entfielen auf Koagulase negative Staphylokokken, 46 % auf Koagulase positive, wobei der Anteil von *S. aureus* bei 40 % lag. *S. hyicus* war mit 4 % vertreten, *S. intermedius* mit 2 %. In der Rohmilch lag der prozentuale Anteil von *S. aureus* bei 10%, *S. hyicus* konnte nur einmal, *S. intermedius* hingegen gar nicht nachgewiesen werden.

Der ISO (International Organization for Standardization)-Standard 6888 "Microbiology – General guidance for enumeration of *Staphylococcus aureus* – Colony count technique" vom 15.05.1983 stellt *Staphylococcus aureus* mit koagulase positiven Staphylokokken gleich und

arbeitet nach der gleichen Methode, die auch im LFBG (§ 64) beschrieben wird. Diese Auslegung wurde in der vorliegenden Arbeit angenommen, um die Rechtsgrundlage in Bezug auf die Richtlinie und die Milchverordnung einzuschätzen zu können.

HOLM et al. (2004) untersuchten die vorherrschende Mikroflora von Tankmilch. In 9 % der in die Wertung genommenen Proben konnte *Staphylococcus aureus* nachgewiesen werden. Die Ergebnisse lagen zwischen 490–170.000 KbE ($R = 169.510$), der geometrische Mittelwert betrug $\bar{x}_G = 5.700$ KbE. In der eigenen Erhebung ließen sich in $n = 42$ Proben (40 %), bezogen auf die Gesamtprobenzahl von $n = 108$ Proben, Koagulase positive Staphylokokken, die mit *Staphylococcus aureus* gleichgesetzt wurden, nachweisen. Die Spannweite der Ergebnisse lag bei $R_{KMV} = 1.310$ KbE bzw. $R_{AMV} = 2.648$ KbE/ml. Der geometrische Mittelwert betrug bei $\bar{x}_{G\ KMV} = 390$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_{G\ AMV} = 436$ KbE/ml. Zu einem positiven Nachweis in ähnlicher Größenordnung kamen D'AMICO et al. (2008). Sie untersuchten das Vorkommen von pathogenen Keimen, darunter *S. aureus*, in Rohmilch, die für die Käseproduktion bestimmt war. In annähernd 35 % (46 von 135 Proben) konnte *S. aureus* nachgewiesen werden. Deutlich geringere absolute Keimzahlen als bei der vorliegenden Erhebung ergaben sich in der Arbeit von JANŠTOVÁ et al. (2011). Hier lagen die Nachweise für *S. aureus* bei 11 KbE/ml.

In vier Fällen, die die Systeme Nr. 1, 2 und 4 betrafen, wurde der in der Milchverordnung (in der geltenden Fassung) genannte Höchstwert $M = 2.000$ KbE/ml für Rohmilch zur Herstellung von Rohmilcherzeugnissen erreicht bzw. überschritten, wobei das Maximum bei 2.700 KbE/ml lag. Allerdings müssen für eine endgültige Beurteilung pro Charge $n = 5$ Stichproben vorliegen. Exakte Grenzwerte für Koagulase positive Staphylokokken in der Rohmilch sind in der neueren Gesetzgebung nicht mehr vorgesehen. Die Tierische Lebensmittel-Hygieneverordnung (Tier-LMHV) gibt für Vorzugsmilch einen Höchstwert von 100 KbE/ml vor. Wird dieser bei einer von fünf Proben überschritten, gilt das Ergebnis als nicht ausreichend.

Insgesamt wird auch aus der Spannweite der Ergebnisse ersichtlich, dass die nachgewiesenen Keimzahlen weit unter den im Literaturteil bereits zitierten Werten für eine Toxinbildung von 10^5 – 10^6 KbE/ml liegen. Trotz der relativ geringen Werte an *S. aureus* in dieser Studie sollte ein Augenmerk auf die Eutergesundheit der milchliefernden Tiere geworfen werden, denn eine Lebensmittelintoxikation durch Enterotoxin-bildende Stämme aus dem Euter von Kühen mit subklinischer Mastitis ist potentiell möglich, v.a. beim Konsum von Rohmilch (FAGUNDES et al., 2010).

Gemäß VO (EG) 853/2004 Anhang III Abschnitt IX muss Rohmilch von Tieren stammen, die frei sind von Anzeichen einer Infektionskrankheit, die über die Milch auf den Menschen übertragen werden kann. Desweiteren dürfen sie keine Anzeichen von Krankheiten aufweisen, welche eine Kontamination der Milch zur Folge haben können. Erkrankte Tiere sind zu isolieren, ihre Milch darf nicht zum menschlichen Verzehr verwendet werden. Zur Vermeidung einer Gefährdung der in der EU (VO) 2073/2005 Kapitel 1 und 2.2 genannten Limits für Lebensmittelsicherheitskriterien (Nachweis von Staphylokokken-Enterotoxinen) und Prozesshygienekriterien (Grenzwerte für den Nachweis von koagulase positiven Staphylokokken: 10^2 – 10^5 KbE/g) in Bezug auf Milch und Milchprodukte sollte der Gehalt an diesen Keimen in der Rohmilch möglichst gering gehalten werden, auch um die Wahrscheinlichkeit der Toxinbildung einzudämmen. Die Überschreitung der Grenzwerte oder der

Nachweis des Staphylokokken-Enterotoxins in einer von fünf Probeneinheiten stellt ein unbefriedigendes Ergebnis im Sinne dieser Verordnung dar. Bei Werten über 10^5 KbE/g ist die Partie des Produktes auf Staphylokokken-Enterotoxine zu untersuchen.

Eine statistisch gesicherte Verbindung zwischen der mesophilen aeroben Gesamtkeimzahl und dem Vorkommen von Koagulase positiven Staphylokokken konnte nicht festgestellt werden. Dieses Resultat deckt sich mit den Ergebnissen von SPECKER (1996), der in diesem Zusammenhang die Autoren BRAMELY et al. (1984) sowie HARVEY und GILMOUR (1985) zitiert. Gemäß deren Untersuchungen existiert keine Korrelation zwischen dem Gehalt an Staphylokokken beziehungsweise *Staphylococcus aureus* und der aeroben Gesamtkeimzahl in Rohmilch.

3.2.2.2.5 Enterokokken

88 % der Gesamtprobenanzahl ($n = 82$) gehören zu den AMV-Milchproben ($n = 72$), 12 % werden durch die KMV-Milchproben ($n = 10$) vertreten. Hinsichtlich der Enterokokken-Kontamination weist das arithmetische Mittel bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 1.043$ KbE/ml und einen geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 146$ KbE/ml auf. Bei den KMV-Proben liegen die entsprechenden Werte weit niedriger und zwar bei $\bar{x} = 73$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_G = 47$ KbE/ml. Die Differenz $\bar{x} - \bar{x}_G$ erreicht bei den AMV-Betrieben mit $\bar{x} - \bar{x}_G = 879$ einen wesentlich höheren Betrag als bei den KMV-Proben mit $\bar{x} - \bar{x}_G = 26$, weshalb für letztere aufgrund des geringeren Abstands eine große Wahrscheinlichkeit für eine symmetrische Datenverteilung gegeben ist.

Der Median für die Automatischen Melkverfahren beläuft sich auf $\tilde{x} = 100$ KbE/ml und übersteigt den Median der konventionellen Systeme $\tilde{x} = 40$ KbE/ml deutlich. Der Interquartilbereich liegt für die AMV-Proben bei einem Wert von $x_{75} - x_{25} = 335$ und somit um mehr als das Dreifache höher als bei den KMV-Proben ($x_{75} - x_{25} = 93$), wobei sich die Daten letzterer aufgrund des kleineren Quartilabstandes stärker um den Median konzentrieren. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergibt für beide Systeme mit $p_{AMV} = 0,000$ und $p_{KMV} = 0,048$ eine signifikante Abweichung vom symmetrischen Polygon.

Die Streuung der Werte ist bei beiden Melkverfahren als hoch, im Falle der automatischen Melkverfahren sogar als sehr hoch zu bezeichnen ($VK_{AMV} = 398$ %; $VK_{KMV} = 101$ %), was sich auch in der Standardabweichung ($s_{AMV} = \pm 4.152$ gegenüber $s_{KMV} = 74$) und dem Range ($R_{AMV} = 33.990$ gegenüber $R_{KMV} = 230$) widerspiegelt. Die Minima beider Melkverfahren liegen gleichauf bei $x_{minAMV} = x_{minKMV} = 20$ KbE/ml (Nachweisgrenze), während die Maxima um zwei Zehnerpotenzen differieren ($x_{maxAMV} = 34.000$ KbE/ml, $x_{maxKMV} = 250$ KbE/ml).

HOLM et al. (2004) untersuchten die vorherrschende Mikroflora von Tankmilch, wobei 76 % der gezogenen Proben in der Wertung berücksichtigt wurden, d.h. Proben mit (Gesamt-)Keimzahlen von über 30.000 KbE/ml). In 19 % der Fälle konnten Enterokokken nachgewiesen werden. Die Spannweite der Ergebnisse lag bei $R = 480 - 170.000$ KbE, der geometrische Mittelwert bei $\bar{x}_G = 5.000$ KbE.

Bei der vorliegenden Studie konnten in insgesamt 75 % ($n = 82$) der Proben – bezogen auf beide Melkverfahren – Enterokokken nachgewiesen werden. Die Spannweite liegt bei den konventionellen Verfahren bei $R = 230$, bei den automatischen mit $R = 33.980$ deutlich höher. Die geometrischen Mittelwerte bewegen sich bei $\bar{x}_{G\text{ KMV}} = 47$ KbE bzw. $\bar{x}_{G\text{ AMV}} = 148$ KbE und damit klar unter den Werten der HOLM-Studie. Von einer hohen Nachweisrate an Enterokokken mit relativ niedrigen Werten berichteten auch MARION et al. (2008). Sie überprüften die mikrobielle Zusammensetzung von Rohmilch einer Farm mit besonderem Augenmerk auf Laktokokken, Enterokokken, *Leukonostoc* und Laktobazillen. Ebenfalls im zwei-stelligen Bereich lagen die Ergebnisse des Enterokokkennachweises von JANŠTOVÁ et al. (2011) Bei ihren Untersuchungen der Rohmilchqualität automatischer Melkverfahren wurden Enterokokkengehalte von 85 KbE/ml nachgewiesen.

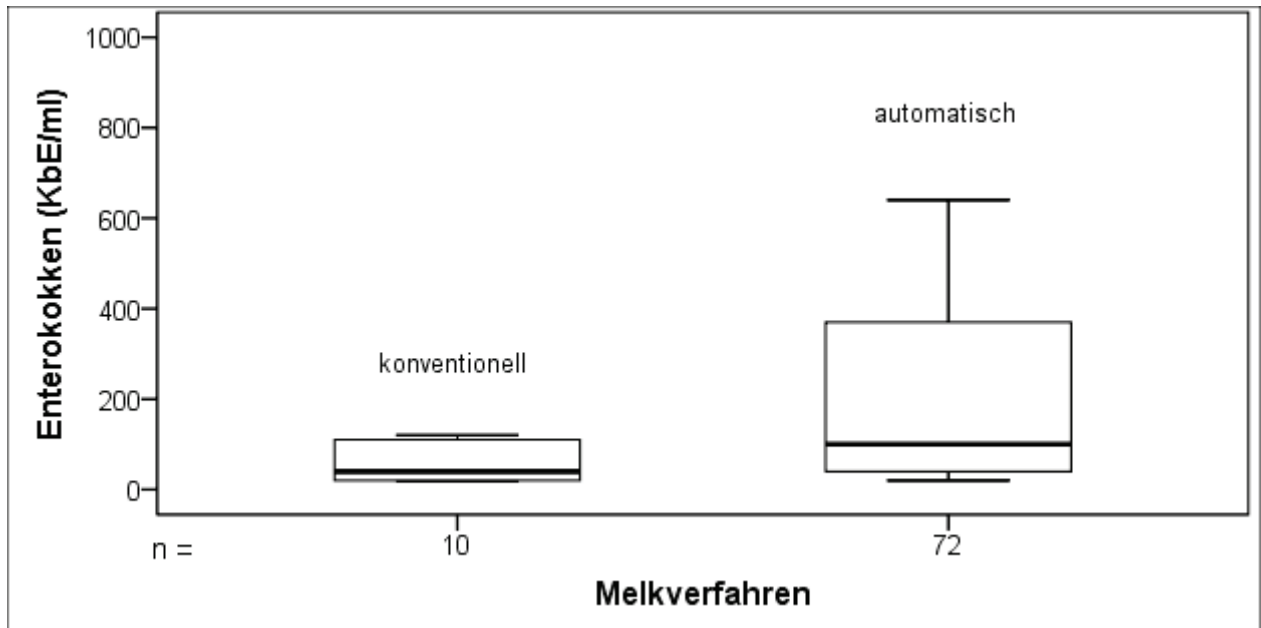
KAKLI et al. (2007a, b) befassten sich in zwei Studien mit der Bedeutung von Rinderkot als Quelle von Enterokokken und Laktobazillen bzw. Coliformen Keimen in Rohmilch. Es konnte nur eine sehr geringe bzw. überhaupt keine Kontamination dieser Matrix durch Rinderkot nachgewiesen werden. Als Hauptquelle einer mikrobiellen Verunreinigung wurden die Melk-ausstattung bzw. Fehler bei der Behandlung der Milch nach dem Melken, wie z.B. Wachstum von Keimen durch fehlerhafte Kühlagerung, identifiziert. Zu einer ähnlichen Aussage kamen GELSOMINO et al. (2002). Sie untersuchten die Herkunft von Enterokokken auf Cheddar-ähnlichem Käse und kamen zu dem Schluss, dass die Kontamination mit Enterokokken bereits in den milchführenden Gerätschaften beginnt, Kuhkot kam dagegen als Quelle nicht in Betracht. *Enterococcus faecium* und *Streptococcus bovis*, die im Intestinaltrakt der Kühe hauptsächlich dominierten, konnten weder in der Milch noch im Käse nachgewiesen werden.

Legt man diese Erkenntnisse zugrunde, sprechen die niedrigeren Mittelwerte für ein insgesamt gute hygienische Praxis der beprobten Betriebe, wobei die Vorteile aufgrund der niedrigeren Spannweite eindeutig auf Seiten der konventionellen Betriebe liegen. Bei den Ställen mit den automatischen Melkverfahren muss, wie der große Range der Messergebnisse zeigt, ein besonders starkes Augenmerk auf das Hygiene-Management und das Vermeiden von Betriebsstörungen (z.B. fehlerhafte Kühlung) gelegt werden. Denn durch die systembedingte andauernde Benetzung der milchführenden Teile der Melkanlage und dem kontinuierlichen, aber langsamen Zufluss in den Milchtank ist das Risiko des verstärkten Keimwachstums und infolgedessen der Kontamination der Milch bei den automatischen Systemen höher als bei den konventionellen Systemen. Diese haben einerseits aufgrund der festen Melkzeiten nach der Reinigung und Desinfektion der Melkanlage mehr Zeit zur Trocknung der mit Milch in Kontakt kommenden Flächen, andererseits resultiert aus den festen Melkzeiten eine schnelle Füllung des Tanks. Wichtig ist in diesem Zusammenhang zudem, dass die Technik der Milchkühlung an die Besonderheiten der automatischen Systeme angepasst wird, z.B. durch Vorschaltung eines Plattenkühlers, der zusätzlich auch die Gefahr des Anfrierns der Milch im Haupttank vermindert.

Zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße werden die Ergebnisse in Abb. 30 als Box- und Whiskerplots dargestellt. Beim Vergleich der Ergebnisse der Enterokokkenbestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) zeigen die AMV-Proben einen etwas höheren Median und eine wesentlich stärkere Streuung an als die KMV-Proben. Demgemäß zentrieren sich die KMV-Daten stärker um den Median, wie auch an den kleineren Quartil-

abständen erkennbar. Gleichzeitig weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} in beiden Fällen auf eine rechtsschiefe Ausrichtung der Daten hin, wobei im Falle der KMV nur eine leichte Verschiebung besteht.

Abb. 30 Box- und Whiskerplots ($x_{\min}, x_{25}, x_{50}, x_{75}, x_{\max}$), für den Gehalt an Enterokokken, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



3.2.2.2.6 Enterobakteriazeen

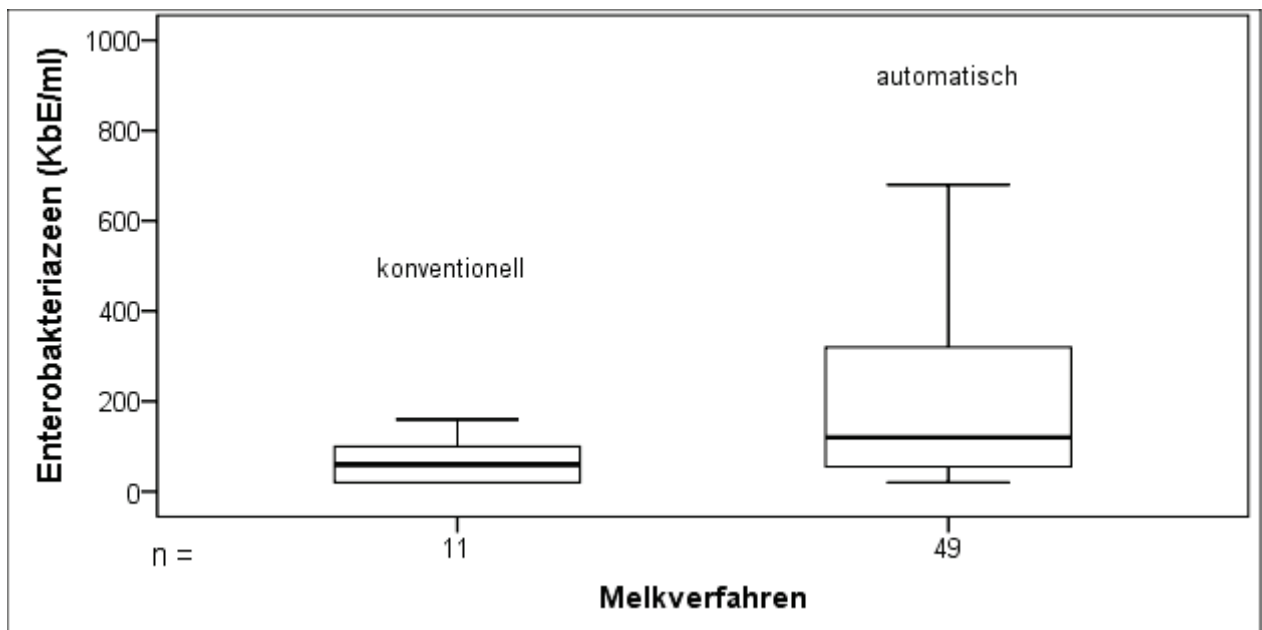
82 % der Gesamtproben ($n = 60$) werden zu den AMV-Milchproben ($n = 49$), 18 % zu den KMV-Milchproben ($n = 11$) gezählt. Das arithmetische Mittel der Enterobakteriazeendichte weist bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 1.368$ KbE/ml und einen geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 148$ KbE/ml auf. Bei den KMV-Proben liegen die entsprechenden Daten bei $\bar{x} = 127$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_G = 59$ KbE/ml und somit deutlich niedriger. Der Differenzbetrag zwischen den beiden Mittelwerten beträgt bei den AMV-Betrieben $\bar{x} - \bar{x}_G = 1220$ KbE/ml und nimmt einen fast 20-fach höheren Wert an als bei den KMV-Betrieben, so dass bei letzteren eher die Wahrscheinlichkeit einer symmetrischen Verteilung gegeben ist.

Die Milchproben aus den automatischen Melkverfahren weisen im Median \tilde{x} doppelt so hohe Werte auf wie die konventionellen Systeme ($\tilde{x}_{AMV} = 120$ KbE/ml gegenüber $\tilde{x}_{KMV} = 60$ KbE/ml). Der Interquartilbereich wird für die AMV-Proben mit $x_{75} - x_{25} = 275$ berechnet und liegt somit deutlich höher als bei den KMV-Proben ($x_{75} - x_{25} = 100$), wobei sich die Daten letzterer aufgrund des kleineren Quartilabstandes stärker um den Median konzentrieren. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergibt bei den zwei Melksystemen einen Wert von $p_{AMV} = p_{KMV} = 0,000$, was jeweils für einen signifikanten Unterschied von der Gauß-Kurve spricht.

Die Streuung der Daten ist bei beiden Melkverfahren als sehr hoch ($VK_{AMV} = 457\%$) bzw. hoch ($VK_{KMV} = 180\%$) zu bezeichnen, wobei die Standardabweichung der AMV-Daten mit $s = \pm 6.250$ um das 27-fache höher ausfällt als die der KMV-Daten mit $s = \pm 228$. Dieses Bild wiederholt sich für die Variationsbreite mit $R_{AMV} = 41.980$ gegenüber $R_{KMV} = 780$. Die Minimalwerte sind bei den zwei Melkverfahren im Bereich der Nachweisgrenze angesiedelt ($x_{\min AMV} = x_{\min KMV} = 20$ KbE/ml). Bei den Maxima liegen die Werte der AMV-Betriebe um mehr als das 50-fache über denen der KMV-Betriebe ($x_{\max AMV} = 42.000$ KbE/ml gegenüber $x_{\max KMV} = 800$ KbE/ml). Die Besprechung der Ergebnisse folgt unter 3.2.2.2.6.2.

Zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße werden die Ergebnisse in Abb. 31 als Box- und Whiskerplots dargestellt. Beim Vergleich der Ergebnisse der Enterobakteriaseenbestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) zeigen die AMV-Proben einen etwas höheren Median und eine wesentlich stärkere Streuung an als die annähernd symmetrisch verteilten KMV-Proben. Gleichzeitig weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} im Falle der AMV-Daten auf eine rechtsschiefe Ausrichtung der Daten hin.

Abb. 31: Box- und Whiskerplots ($x_{\min}, x_{25}, x_{50}, x_{75}, x_{\max}$), für den Gehalt an Enterobakteriaseen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



3.2.2.2.6.1 Coliforme Keime

76 % der Gesamtprobenanzahl ($n = 25$) machen die AMV-Milchproben ($n = 19$) aus, 24 % werden durch die KMV-Milchproben ($n = 6$) vertreten. Das arithmetische Mittel nimmt bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 3.170$ KbE/ml an, bei einem geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 201$ KbE/ml. Bei den KMV-Proben liegen die entsprechenden Daten mit $\bar{x} = 580$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_G = 155$ KbE/ml deutlich niedriger. Die Differenzen zwischen arithmetischem und geometrischem Mittelwert der coliformen Keime signalisieren bei den KMV-Proben mit einem Betrag von $\bar{x} - \bar{x}_G = 425$ KbE/ml eher einen Trend zur symmetrischen Verteilung als bei den AMV-Systemen mit $\bar{x} - \bar{x}_G = 2.972$ KbE/ml.

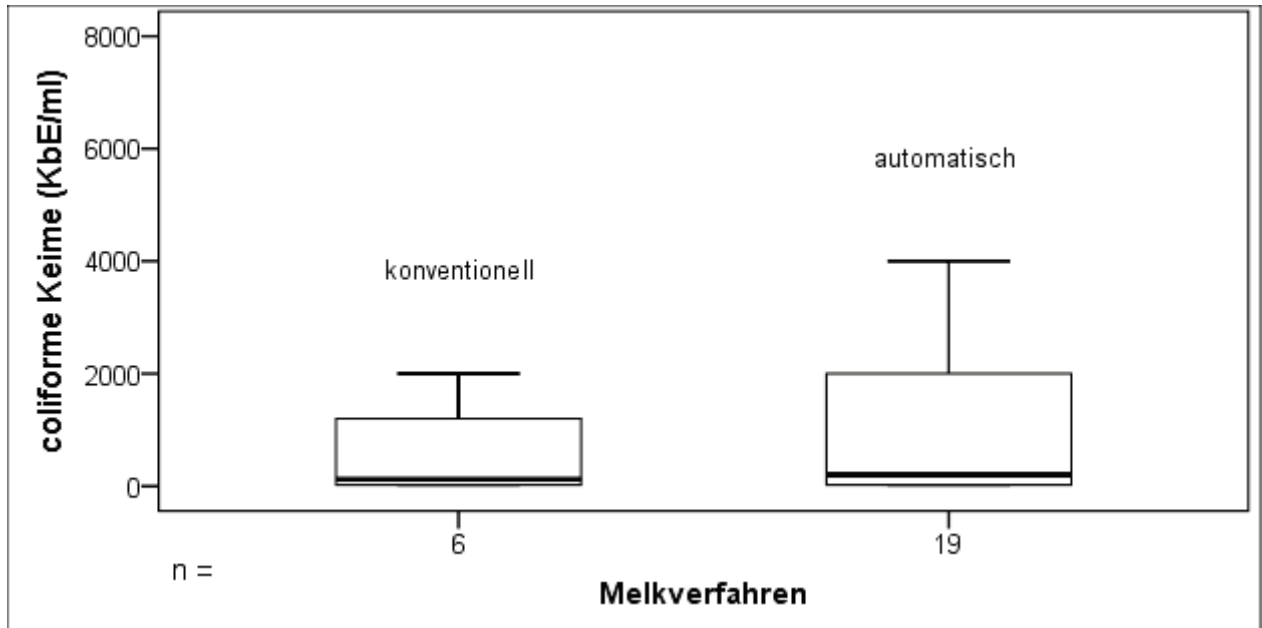
Die Milchproben aus den automatischen Melkverfahren zeigen im Median \tilde{x} höhere Werte auf als die konventionellen Systeme ($\tilde{x}_{AMV} = 200$ KbE/ml gegenüber $\tilde{x}_{KMV} = 120$ KbE/ml). Der Interquartilbereich, gleichbedeutend mit dem Quartilsabstand ($x_{25}-x_{75}$), liegt für die AMV-Proben bei einem Wert von $x_{25}-x_{75} = 1.980$ und somit um die Hälfte höher als bei den KMV-Proben ($x_{25}-x_{75} = 1.380$), wobei sich deren Daten aufgrund des kleineren Quartilsabstandes stärker um den Median konzentrieren. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergab für beide Systeme einen Wert von $p_{AMV} = 0,000$ und $p_{KMV} = 0,008$, mithin eine signifikante Abweichung von der Gauß-Kurve.

Die Streuung der Daten ist bei beiden Melkverfahren als sehr hoch ($VK_{AMV} = 336$ %) bzw. hoch ($VK_{KMV} = 143$ %) zu bezeichnen, wobei die Standardabweichung der AMV-Daten mit $s = \pm 10.672$ um mehr als das 10-fache höher angesetzt wird als die der KMV-Daten mit $s = \pm 831$. Den großen Unterschied in der Streuung der Daten dokumentiert auch die Spannweite $R_{AMV} = 46.980$ im Gegensatz zu $R_{KMV} = 1.980$. Die Minimalwerte liegen bei beiden Melkverfahren, wie schon bei den Enterobakteriaceen zuvor, im Bereich der Nachweisgrenze ($x_{minAMV} = x_{minKMV} = 20$ KbE/ml). Bei den Maxima überschreiten die Werte der AMV-Betriebe um das 22-fache ($x_{maxAMV} = 45.000$ KbE/ml) diejenigen der KMV-Betriebe ($x_{maxKMV} = 2.000$ KbE/ml).

VAN KESSEL et al. (2004) wiesen in 95 % der Proben Fäkal-Coliforme Keime nach. Nahezu 40% der Proben lagen zwischen 10 bis 100 KbE/ml. Eine ausführliche Besprechung der Ergebnisse folgt unter 3.2.2.2.6.2.

Zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße werden die Ergebnisse in Abb. 32 als Box- und Whiskerplots dargestellt. Beim Vergleich der Ergebnisse der Coliformenbestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) zeigen AMV- und KMV-Proben einen annähernd gleichauf liegenden Median, wobei die AMV-Proben eine wesentlich stärkere Streuung als die KMV-Proben aufweisen. Demgemäß zentrieren sich die KMV-Daten stärker um den Median, wie auch an den kleineren Quartilsabständen erkennbar ist. Gleichzeitig weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} in beiden Fällen auf eine rechtsschiefe Ausrichtung der Daten hin.

Abb. 32: Box- und Whiskerplots ($x_{\min}, x_{25}, x_{50}, x_{75}, x_{\max}$), für den Gehalt an coliformen Keimen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



3.2.2.2.6.2. *Escherichia (E.) coli*

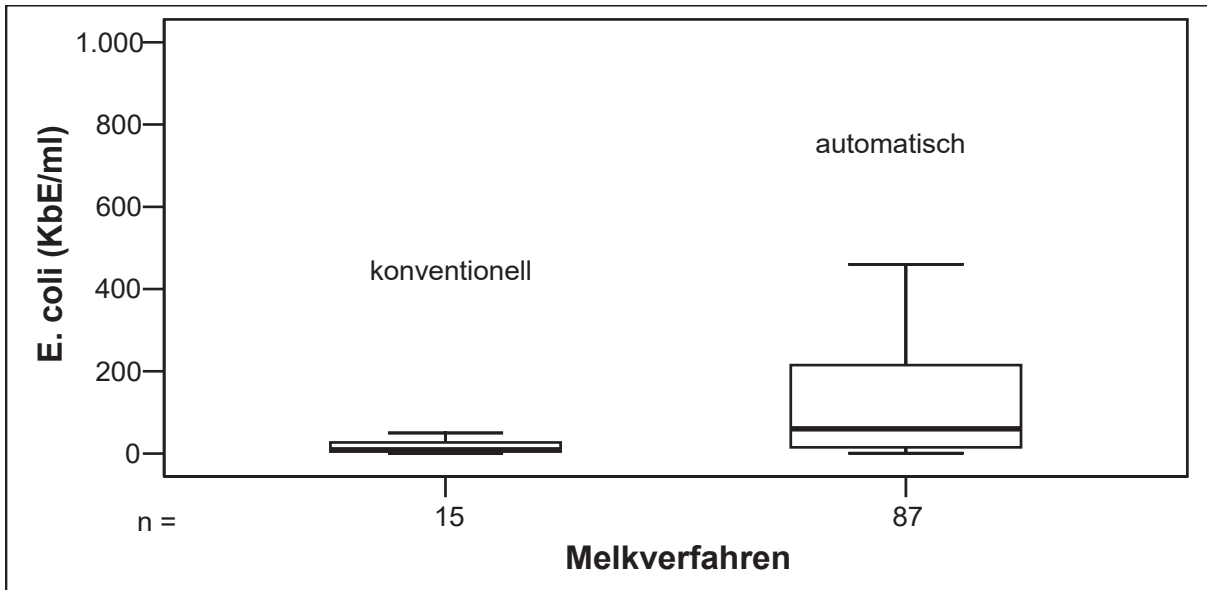
85 % der berücksichtigten Gesamtproben ($n = 102$) fallen unter die AMV-Milchproben ($n = 87$), 15 % werden durch die KMV-Milchproben ($n = 15$) repräsentiert. Mit $\bar{x} = 1.034$ KbE/ml und $\bar{x}_G = 64$ KbE/ml sind die AMV-Proben bei dieser Auswertung vertreten. Bei den KMV-Proben liegen die Werte bei $\bar{x} = 18$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_G = 10$ KbE/ml und somit erheblich niedriger. Mit $\bar{x} - \bar{x}_G = 8$ KbE/ml liegen die Ergebnisse der KMV-Betriebe weit unter denen der AMV-Betriebe mit $\bar{x} - \bar{x}_G = 970$.

Der aussagekräftigere Median wird für die Milchproben aus den automatischen Melkverfahren mit $\tilde{x} = 60$ berechnet und zeigt mehr als das 6-fach höhere Keimzahlwerte an als die konventionellen Systeme ($\tilde{x} = 9$). Der Interquartilsbereich liegt für die AMV-Proben bei einem Wert von $x_{75} - x_{25} = 206$ und somit um eine Zehnerpotenz höher als bei den KMV-Proben ($x_{75} - x_{25} = 30$), wobei sich bei letzteren die *E. coli*-Daten aufgrund des kleineren Quartilabstandes stärker um den Median konzentrieren. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergab für $p_{AMV} = 0,000$ und $p_{KMV} = 0,030$ eine signifikante Abweichung von der Glockenform.

Die Streuung der Daten ist bei den automatischen Melkverfahren im Gegensatz zu derjenigen der KMV-Daten als sehr hoch zu bezeichnen (VK = 468 %). Gleiches gilt für die Standardabweichung mit $s_{AMV} = \pm 4.839$ und den im Bereich von vier Zehnerpotenzen liegenden Range von $R_{AMV} = 31.999$. Bei den KMV-Betrieben liegen die analogen Werte bei VK = 94 %, $s = \pm 17$ und $R = 49$. Die Minimalwerte befinden sich bei den zwei Systemen an der Nachweisgrenze von $x_{\min AMV} = x_{\min KMV} = 1$ KbE/ml. Bei den Maxima liegen AMV-Betriebe 640-mal höher ($x_{\max} = 32.000$ KbE/ml) als die KMV-Betriebe mit $x_{\max} = 50$ KbE/ml.

Zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße werden die Ergebnisse in Abb. 33 als Box- und Whiskerplots dargestellt. Beim Vergleich der Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung für beide Melkverfahren weisen die AMV-Proben insgesamt einen höheren Gehalt auf. Deutlich ist die größere Streuung und Variationsbreite der automatischen Systeme zu erkennen, während sich die KMV-Daten stark um den Median zentrieren. Gleichzeitig dokumentieren die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median im Falle der Milchproben aus den automatischen Melkverfahren eine rechtsschiefe Verteilung der Daten. Dagegen ist das Polygon bei den konventionellen Systemen als nahezu symmetrisch zu bezeichnen.

Abb. 33: Box- und Whiskerplots für den Gehalt an *E. coli*, (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}), bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Der Vergleich der vorliegenden Resultate mit Literaturdaten soll für die Parameter Enterobakteriaceen, coliforme Keime und *E. coli* simultan erfolgen, da diese drei Merkmale in einem inhaltlichen Zusammenhang stehen. Laut RIEMELT et al. (2003) nehmen die Anzahl und der Artenreichtum der nicht nur im Darm, sondern ubiquitär vorkommenden Vertreter dieser Familie mit steigenden hygienischen Mängeln zu (Schmutzbakterien).

Mit einem geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_{G \text{ KMV}} = 59 \text{ KbE/ml}$ bzw. $\bar{x}_{G \text{ AMV}} = 148 \text{ KbE/ml}$ liegen die Enterobakteriaceen-Zahlen bei Betrieben mit automatischen Melkverfahren gemäß der eigenen Erhebung eine Zehnerpotenz über den Werten der konventionell melkenden Betriebe. Dieser Trend setzt sich auch beim Nachweis der coliformen Keime fort. Gemäß Pearson-Test ist das Vorkommen von Enterobakteriaceen und coliformen Keimen mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,945 auf dem Niveau von 0,01 (zweiseitig) signifikant.

Über die Nachweisquote von coliformen Keimen gibt es in der Literatur recht unterschiedliche Angaben, wobei international ein Wert von 100 KbE/ml für coliforme Keime in der Rohmilch akzeptiert wird (SALMAN und HAMAD, 2011). HOLM et al. (2004) untersuchten die vorherrschende Mikroflora von Tankmilch. In 20 % der Proben konnten coliforme Keime mit einem geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_{G} = 17.000 \text{ KbE}$ nachgewiesen werden. In diesem Fall

liegt die Nachweisquote in der gleichen Größenordnung wie die der hiesigen Studie mit insgesamt 23 % positiven Nachweisen, wobei die positiven Befunde bei den automatischen Melkverfahren dreimal so häufig auftreten und insgesamt höhere Werte aufwiesen als die der konventionellen Systeme. Der geometrische Mittelwert liegt bei den zwei Verfahren mit einer Höhe im 10^2 -er Bereich ($\bar{x}_{G\ AMV} = 201$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_{G\ KMV} = 155$ KbE/ml) im Rahmen der Ergebnisse von RYŠÁNEK et al. (2009) mit $\bar{x}_G = 151$ KbE/ml und eine Zehnerpotenz unter den Ergebnissen der Holm-Studie.

Bei ROTH und KNAPPSTEIN (2003), die das Hygienemanagement in Betrieben mit automatischen Melkverfahren untersuchten, lag in über 50% der Fälle der Gehalt an coliformen Keimen in der Tankmilch unterhalb von 100 KbE/ml, was von den Autoren als Hinweis auf eine gute Euterhygiene gewertet wird. In sechs Betrieben konnten dennoch zusätzlich zu thermotoleranten Keimen ein Gehalt von über 1000 KbE/ml coliforme Keime nachgewiesen werden. In einer tschechischen Studie von JANŠTOVÁ et al. (2011) dokumentierten die Autoren nur eine geringe Anzahl an coliformen Keimen und *E. coli* im Bereich von 24 KbE/ml bzw. 32 KbE/ml und somit eine exzellente Milchhygiene.

SALOVUO et al. (2005) konnten in annähernd 37 % der Proben aus automatischen Melkverfahren und 24 % der traditionell melkenden Betriebe coliforme Keime nachweisen, wobei die positiven Befunde mit einem geometrischen Mittel von $\bar{x}_G = 57$ KbE/ml bei den automatischen bzw. $\bar{x}_G = 18$ KbE/ml auf einem relativ geringen Niveau lagen. Diese Ergebnisse aus Finnland spiegeln den Trend der hiesigen Studie wieder. Eine wesentlich höhere Nachweisquote erzielte SPECKER (1996). Er untersuchte 374 Rohmilchproben auf das Vorhandensein von coliformen Keimen. Bei annähernd 99 % der Proben verlief der Nachweis positiv. Der Mittelwert lag bei 33.350 KbE/ml und somit ein (AMV) bis zwei Zehnerpotenzen (KMV) über den in der hiesigen Studie nachgewiesenen Ergebnissen ($\bar{x}_{AMV} = 3.173$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_{KMV} = 580$ KbE/ml). REA et al. (1992) untersuchten Rohmilch aus 70 landwirtschaftlichen Betrieben und konnten in sämtlichen gezogenen Proben coliforme Keime nachweisen, wobei in den meisten Fällen Keimzahlen von unter 100 KbE/ml vorlagen.

Das Anliegen der Untersuchung von PANTOJA et al. (2011) war, Faktoren zu identifizieren, die mit dem Gehalt an coliformen Keimen in der Tankmilch in Zusammenhang stehen. Dazu wurden u.a. Milchproben von zwei unterschiedlichen Stellen der Milchleitung entnommen. Der geometrische Mittelwert für sämtliche Milchproben lag bei 37 KbE/ml und somit in einer ähnlichen Größenordnung wie die konventionellen Betriebe der hiesigen Erhebung und die Werte von JANŠTOVÁ et al. (2011) in einer Studie über automatische Melkverfahren.

Dass Euterhygiene und Management eine wichtige Rolle für die Gewinnung von Milch mit guter hygienischer Qualität darstellen, zeigt auch das Ergebnis der Studie von ELMOSLEMANY et al. (2010) über Risikofaktoren, die mit der bakteriologischen Qualität von Tankmilch einhergehen. Die Autoren kamen u. a. zu der Erkenntnis, dass der Nachweis von coliformen Keimen negativ mit dem Schneiden der Euterhaare und dem automatischen Waschen des Sammeltanks korrelierte. Eben dieses Schneiden der Euterhaare wird auch im Maßnahmenkatalog von 2001 gefordert, im derzeit geltenden Katalog aus dem Jahre 2012 wird es als flankierende, zur Sauberhaltung der Euter geeignete Maßnahme beispielhaft genannt. Nach wie vor sind die AMV, wie einschlägige Literatur belegt, noch nicht in der Lage, die Reinigungsintensität selbstständig an den Verschmutzungsgrad des Euters anzupassen.

Einen weiteren Management-Faktor stellt die Temperatur des Spülwassers dar. FELDMANN et al. (2006) beobachteten bei einer Temperatur des Spülwassers unter 42 °C einen Anstieg der Kontamination mit coliformen Keimen und Pseudomonaden, als sie den Einfluss der Melk- sowie der Milch- und Umwelthygiene auf die mikrobielle Besiedlung von Melkmaschinen untersuchten.

Literaturstellen über den Nachweis von *E. coli* ohne Differenzierung waren schwer zu finden. REA et al. (1992) konnte in ihrer bereits erwähnten Studie nur geringe Zahlen an *E. coli* nachweisen. Bis zu 60 % der Proben überschritten nicht die Nachweisgrenze von 10 KbE/ml.

In der vorliegenden Studie lagen die Werte für den *E. coli*-Nachweis bei den konventionellen Systemen im Mittel bei $\bar{x}_{KMV} = 18$ KbE/ml und somit auf ähnlichem Niveau wie REA et al. (1992). Auf deutlich höherem Niveau bewegen sich die Ergebnisse der automatischen Melkverfahren ($\bar{x}_{AMV} = 1.034$ KbE/ml).

RYŠÁNEK et al. (2009) untersuchten die Beteiligung von euterpathogenen Keimen wie coliforme Keime und andere an der Gesamtkeimzahl in Tankmilchproben. Während zwischen den coliformen Keimen und der Gesamtkeimzahl eine enge Korrelation festgestellt wurde, konnte diese für den Parameter *E. coli* nicht hergestellt werden. *E. coli* war mit einem geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 101$ KbE/ml nachweisbar. Bezogen auf diesen Wert liegen sowohl die konventionellen als auch die automatischen Systeme der hier vorliegenden Erhebung deutlich darunter ($\bar{x}_{GKMV} = 10$ KbE/ml, $\bar{x}_{GAMV} = 64$ KbE/ml).

Im Rahmen der Beobachtung der Zoonosen-Entwicklung in Deutschland bearbeitet das BgVV (jetzt BfR) die Meldungen der Bundesländer über Zoonosen-Nachweise. Im Falle von EHEC-Keimen konnte bei den meisten Erkrankungsfällen die Infektionsquellen nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Neben der Möglichkeit der Übertragung von Mensch zu Mensch wurde die Infektion durch Rohmilch und Rohwürste diskutiert. 3,9 % der untersuchten Roh- und 2,1 % der Vorzugsmilchproben aus verschiedenen Regionen Deutschlands fielen positiv aus (BGVV, 1998). Im Rahmen des Zoonose-Monitorings konnten 2010 in 1,4 % der Rohmilchproben VTEC-Keime nachgewiesen werden, Vorzugsmilch war VTEC-negativ (BVL, 2012 b).

JAYARAO et al. (2001) untersuchten in ihrer Studie Tankmilch von 131 Milchviehherden in Süd-Dakota. Sie konnten in 3,8 % der Proben STEC (Shiga-Toxin-producing *E. coli*) nachweisen. In 101 Rohmilchproben kamen laut D'AMICO und DONELLY (2010) keine *E. coli* O157:H7 vor. 68 % der Proben lagen unter dem Standard für Grade A der „Pasteurized Milk Ordinance“, d.h. unter 10 KbE/ml.

Zwischen den Keimzahlen von *E. coli* und der Anzahl an Enterobakteriäzen bzw. coliformen Keimen lassen sich in der vorliegenden Erhebung keine Korrelation herstellen. Zumindest teilweise erklärbar wäre dieser Umstand durch die unterschiedlichen Nachweismethoden. Während das Verfahren für Enterobakteriäzen und coliforme Keime nur die lebensfähigen Mikroorganismen berücksichtigt, wird bei der Untersuchung von *E. coli* ein Wiederbelebungs-schritt eingeschoben, so dass hierbei auch die subletal geschädigten Organismen eine Chance zum Wachstum bekommen.

Wie bereits bei anderen mikrobiologischen Parametern, könnten sich die deutlich höheren Zahlen der automatischen Melkverfahren dadurch erklären lassen, dass diese Techniken nicht in der Lage sind, den Verschmutzungsgrad des Euters zu erkennen. Somit besteht ein höheres Risiko des Keimeintrags in die Milch als bei konventionellen Systemen, denn hier kann ein ordnungsgemäß arbeitender Melker die Reinigung des Euters dessen Verschmutzungsgrad anpassen.

3.2.2.2.7 Hefen

81 % der bearbeiteten Gesamtprobenanzahl ($n = 85$) entfallen auf die AMV-Milchproben ($n = 69$), 19 % gehören zu den KMV-Milchproben ($n = 16$). Das arithmetische Mittel weist bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 660$ KbE/ml und einen geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 141$ KbE/ml auf. Bei den KMV-Proben liegen die Werte bei $\bar{x} = 1.114$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_G = 224$ KbE/ml fast doppelt so hoch wie bei den automatisch melkenden Betrieben. Der Differenzbetrag zwischen den jeweiligen Mittelwerten ergibt für die AMV $\bar{x} - \bar{x}_G = 519$ KbE/ml und für die KMV entsprechend von $\bar{x} - \bar{x}_G = 890$ KbE/ml, so dass die Wahrscheinlichkeit einer symmetrischen Datenverteilung bei den AMV-Ergebnissen ungefähr gleich groß ist wie bei denjenigen der KMV-Betriebe.

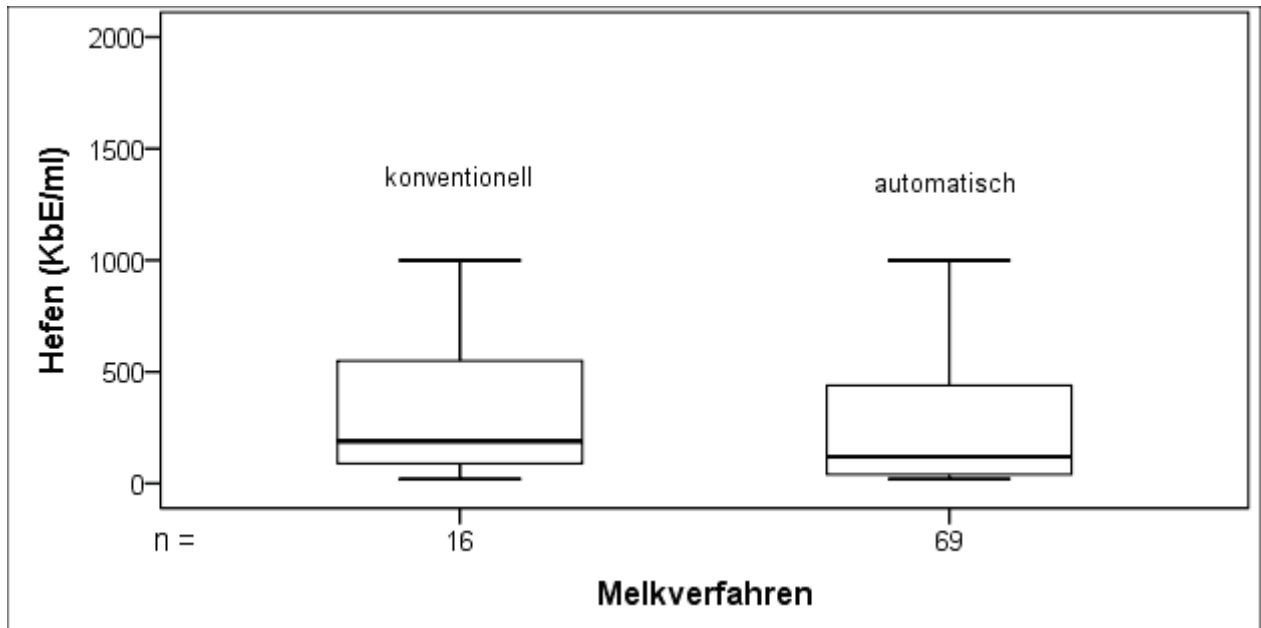
Die Milchproben aus den automatischen Melkverfahren weisen im Median \tilde{x} (50 % Quartil) etwas niedrigere Hefezahlen auf als die konventionellen Systeme ($\tilde{x}_{AMV} = 120$ KbE/ml gegenüber $\tilde{x}_{KMV} = 190$ KbE/ml). Der Interquartilbereich ($x_{25}-x_{75}$) liegt für die AMV-Proben bei $x_{25}-x_{75} = 400$ und somit fast doppelt so hoch als bei den KMV-Proben ($x_{25}-x_{75} = 190$), wobei sich die Daten aufgrund des kleineren Quartilabstandes stärker um den Median konzentrieren. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov signalisiert bei beiden Melkverfahren mit $p_{AMV} = p_{KMV} = 0,000$ und eine signifikante Abweichung von einer symmetrischen Datenverteilung.

Die Streuung der Daten ist bei den zwei Melkverfahren ($VK_{AMV} = 373$ %; $VK_{KMV} = 216$ %) als sehr hoch zu bezeichnen, wobei sich die Standardabweichungen $s_{AMV} = \pm 2.465$ und $s_{KMV} = \pm 2.407$ in etwa die Waage halten. Dagegen dokumentiert die Spannweite mit $R_{AMV} = 19.980$ einen um mehr als das Doppelte höheren Wert als bei den Proben aus den KMV-Betrieben ($R_{KMV} = 7.980$).

Die Minimalwerte liegen mit $x_{minAMV} = x_{minKMV} = 20$ KbE/ml gleichauf an der Nachweisgrenze. Bei den Maxima übertreffen die Werte der AMV-Betriebe um mehr als das Doppelte diejenigen der KMV-Betriebe ($x_{maxAMV} = 20.000$ KbE/ml gegenüber $x_{maxKMV} = 8.000$ KbE/ml).

Zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße werden die Ergebnisse in Abb. 34 als Box- und Whiskerplots dargestellt. Beim Vergleich der Ergebnisse der Hefen-Bestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) zeigen die AMV-Proben einen etwas niedrigeren Median und eine ähnliche Streuung an als die KMV-Proben. Demgemäß zentrieren sich die AMV-Daten etwas stärker um den Median, wie auch an den kleineren Quartilabständen erkennbar. Gleichzeitig weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} in beiden Fällen auf eine rechtschiefe Ausrichtung der Daten hin.

Abb. 34: Box- und Whiskerplots für den Gehalt an Hefen (x_{\min} , x_{25} , x_{50} , x_{75} , x_{\max}), bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



HOLM et al. (2004) untersuchten in ihrer bereits erwähnten Studie die vorherrschende Mikroflora von Tankmilch, wobei 76 % der gezogenen Proben Berücksichtigung fanden (Proben mit Keimzahlwerten von über 30.000 KbE/ml). In 20 % der Proben konnten Hefen mit einer Spannweite von $R = 480\text{--}22.000$ KbE/ml nachgewiesen werden. Der geometrische Mittelwert lag bei $\bar{x}_G = 5.200$ KbE. Deutlich niedrigere Resultate wiesen BILLE et al. (2009) nach, als sie die Rohmilchqualität eines Betriebes in Namibia untersuchten. Bei allen Proben lagen deren Werte für den Nachweis von Hefen unter 100 KbE/ml, wobei aber der geringe Probenumfang ($n < 10$) das Ergebnis relativiert.

In der vorliegenden Studie lag die Nachweisquote insgesamt deutlich höher. Bei annähernd 80 % der Proben konnten Hefen nachgewiesen werden, wobei die konventionellen Betriebe zu 20 % an den positiven Ergebnissen beteiligt waren und somit partiell der Nachweisquote von HOLM et al. (2004) entsprechen wird. Die Spannweite ($R = 20\text{--}20.000$ KbE/ml) liegt, bezogen auf beide Systemarten, im Bereich der in der Literatur angegebenen Werte ($<100\text{--}22.000$ KbE/ml), in Bezug auf den geometrischen Mittelwert eine Zehnerpotenz darunter. Die Mittelwerte der konventionellen Systeme liegen zwar fast doppelt so hoch wie die der Automatischen Systeme, sprechen aber insgesamt in beiden Fällen für einen akzeptablen Hygienestatus der Milch.

GODIČ TORKAR und VENGUŠT (2008) konnten in ihrer Studie über das Vorkommen von Hefen, Schimmelpilzen und Aflatoxin M_1 in 95 % der Rohmilchproben Hefen nachweisen. Mit einem Anteil von 89 % (KMV) bzw. 77 % (AMV) positiver Proben liegen die in der hiesigen Studie untersuchten Systeme unter diesem Quantum. Es zeigt sich aber, dass die konventionellen Systeme häufiger und in höherer Konzentration mit Hefen kontaminiert sind als die automatischen.

Eine Kontamination der Rohmilch mit den in der Natur weit verbreiteten Hefen erfolgt lt. ZANGERL (2007) primär während des Melkens über Luft, Futter und Einstreu. Sowohl die vegetativen Formen als auch die Sporen sind nicht hitzeresistent und werden durch die Pasteurisierung abgetötet. Aufgrund der soeben aufgeführten primären Kontaminationsquellen sollten Stallarbeiten wie Ausmisten und Einstreuen möglichst in den Melksystem-Ruhephasen stattfinden. Letztere fallen systembedingt bei den automatischen Systemen deutlich kürzer aus als die der konventionellen, wodurch sich eine Herausforderung für das Management ergibt. Die niedrigeren Mittelwerte der automatisch melkenden Betriebe zeigen aber insgesamt, dass sich die Betreiber dieser Anforderung bewusst sind. Auf saubere Einstreu und Liegeflächen ist grundsätzlich und unabhängig vom Melksystem zu achten.

3.2.2.2.8 Schimmelpilze

95 % der ausgewerteten Gesamtprobenanzahl ($n = 21$) werden durch die AMV-Milchproben ($n = 20$), 5 % durch eine KMV-Milchprobe repräsentiert. Da nur bei einer KMV-Milchprobe Schimmelpilze im Bereich der Nachweisgrenze nachgewiesen werden konnten, stehen die konventionellen Systeme bei diesem Bewertungsparameter für eine repräsentative Auswertung nicht zur Verfügung, denn alle zum Vergleich stehenden Resultate fallen zusammen ($x_{\min} = x_{\max} = \bar{x} = \bar{x}_G = \tilde{x} = x_{\max} = 20 \text{ KbE/ml}$).

Für die AMV-Ergebnisse lautet das arithmetische Mittel $\bar{x} = 49 \text{ KbE/ml}$ und der geometrische Mittelwert $\bar{x}_G = 39 \text{ KbE/ml}$. Der Median beträgt $\tilde{x} = 40 \text{ KbE/ml}$. Der Interquartilbereich liegt bei einem Wert von $x_{75} - x_{25} = 40$. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov ergibt für $p_{AMV} = 0,002$ eine signifikante Abweichung von der Gauß-Kurve.

Die Standardabweichung der AMV-Daten beträgt $s = \pm 43$ und ist in Bezug auf den Mittelwert als äußerst gering zu bezeichnen ($VK = 7 \%$). Die Spannweite beläuft sich auf $R = 180$. Der Minimalwert entspricht der Nachweisgrenze von $x_{\min} = 20 \text{ KbE/ml}$, während das Maximum $x_{\max} = 180 \text{ KbE/ml}$ beträgt. Beide Systeme liegen mit ihren Schimmelpilzwerten unter dem bei LAVOIE et al. (2012) erwähnten Maximum von 1800 KbE/ml .

Für die Kontamination der Milch mit Schimmelpilzen gilt sinngemäß das gleiche wie für Hefen. Auch sie kommen ubiquitär in der Umwelt vor (Erdboden, Staub, Pflanzen, Wasser) und werden durch die Luft übertragen. Normalerweise sind auch ihre vegetativen Formen und Sporen hitzeempfindlich und können durch die Pasteurisation abgetötet werden.

Im Gegensatz zu den Hefen, aber in Übereinstimmung mit den anderen mikrobiologischen Parametern liegen die Werte der konventionellen Systeme unter denen der automatischen, wobei der Unterschied immerhin eine Zehnerpotenz ausmacht ($\bar{x}_{G \text{ AMV}} = 20 \text{ KbE/ml}$ bzw. $\bar{x}_{G \text{ KMV}} = 141 \text{ KbE/ml}$). Allerdings ist die absolute Kontamination auch bei den AMV als verhältnismäßig niedrig einzustufen, zumal eine Pasteurisierung in der Regel erfolgreich verläuft.

Die ermittelten Zahlen der Hefe- und Schimmelpilzuntersuchung sprechen für ein gutes Betriebs- und Hygienemanagement in den besuchten Betrieben. Eine Staubbelastung während des Melkens und des Fütterns sollte trotzdem vermieden werden.

3.2.2.2.9 Sulfitreduzierende Anaerobier

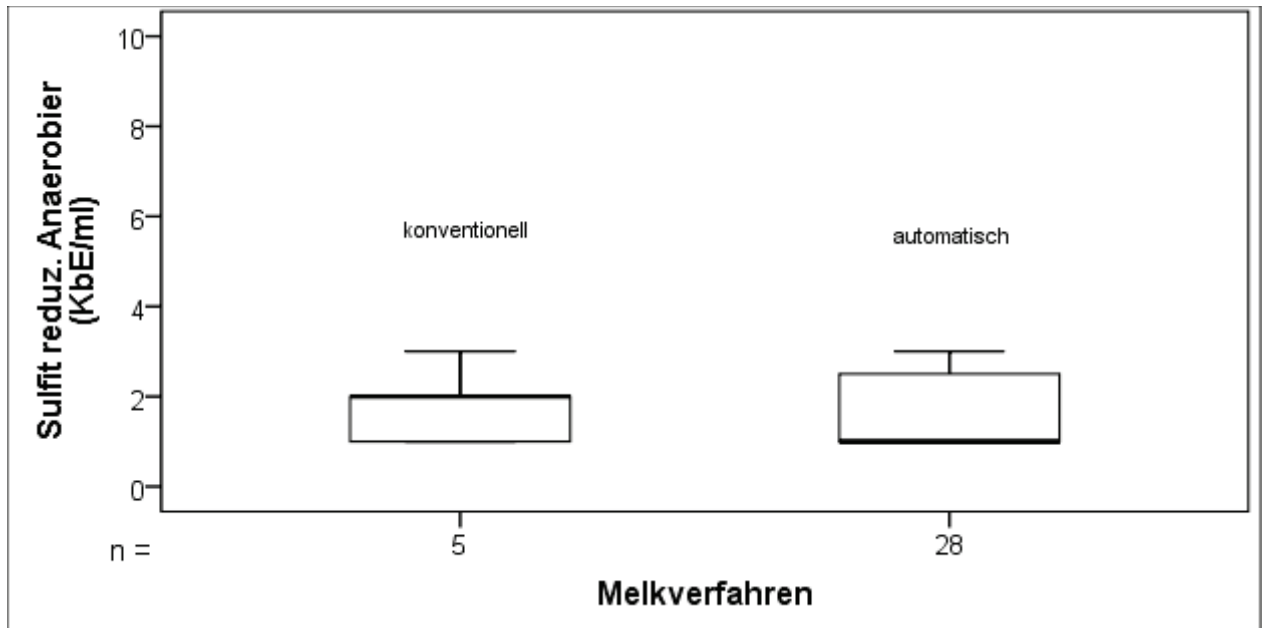
85 % der verwertbaren Gesamtprobenanzahl ($n = 33$) werden durch die AMV-Milchproben ($n = 28$) vertreten, 15 % werden durch die KMV-Milchproben ($n = 5$) repräsentiert. Das arithmetische Mittel für sulfitreduzierende Anaerobier weist bei den AMV-Proben einen Wert von $\bar{x} = 4$ KbE/ml und einen geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 2$ KbE/ml auf. Bei den KMV-Proben fallen beide Mittelwerte bei $\bar{x} = \bar{x}_G = 2$ KbE/ml zusammen und liegen somit gleichauf mit dem geometrischen Mittel \bar{x}_G der AMV-Betriebe bzw. 50 % unter dem arithmetischen Mittelwert \bar{x} der Proben aus den automatisch melkenden Betrieben. Zwischen den beiden Mittelwerten besteht bei den AMV-Betrieben eine Differenz von $\bar{x} - \bar{x}_G = 2$ KbE/ml, bei den konventionellen Betrieben fallen sie, wie oben bereits beschrieben, zusammen. Im letzteren Falle ist eine symmetrische Datenverteilung wahrscheinlich.

Die Milchproben aus den automatischen Melkverfahren weisen im Median \tilde{x} (50 % Quartil) niedrigere Keimzahlwerte auf als die konventionellen Systeme ($\tilde{x}_{AMV} = 1$ KbE/ml gegenüber $\tilde{x}_{KMV} = 2$ KbE/ml). Der Interquartilbereich liegt für beide Systeme bei einem Wert von $x_{75} - x_{25} = 2$ KbE/ml, wobei sich die Daten aufgrund des kleinen Quartilabstandes stark um den Median konzentrieren. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov zeigt mit $p_{AMV} = 0,000$ eine signifikante Abweichung der Daten von der Gauß-Kurve an. Diese Signifikanz ist bei $p_{KMV} = 0,200$ für konventionelle Systeme nicht gegeben.

Die Streuung der Daten ist im Falle der AMV als hoch ($VK_{AMV} = 175$ %), bei den KMV dagegen als gering ($VK_{KMV} = 50$ %) einzustufen. Die Standardabweichung der AMV-Daten mit $s = \pm 7$ und die Spannweite mit $R = 29$ spiegeln diesen Trend wieder. Bei den KMV-Betrieben liegen die Werte mit $s = \pm 1$ und $R = 2$ weit darunter. Die Minimalwerte befinden sich jeweils im Bereich der Nachweisgrenze von $x_{\min AMV} = x_{\min KMV} = 1$ KbE/ml. Bei den Maxima übertreffen die Werte der AMV-Betriebe ($x_{\max} = 27$ KbE/ml) um das 9-fache diejenigen der KMV-Betriebe ($x_{\max} = 3$ KbE/ml).

Zur Visualisierung der Lage- und Streuungsmaße werden die Ergebnisse in Abb. 35 als Box- und Whiskerplots dargestellt. Beim Vergleich der Ergebnisse der SRA-Bestimmung beider Melkverfahren (konventionell und automatisch) weisen die AMV-Proben bei einem deutlich niedrigeren Median annähernd gleiche Werte und Streuung auf als die KMV-Proben. Gleichzeitig weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median \tilde{x} in beiden Fällen auf eine schiefe Ausrichtung der Daten hin, wobei die AMV-Daten ein rechtsschiefes, die KMV-Daten ein linksschiefes Bild zeigen.

Abb. 35: Box- und Whiskerplots für den Gehalt an Sulfitreduzierenden Anaerobiern (SRA) (X_{\min} , X_{25} , X_{50} , X_{75} , X_{\max}), bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Clostridien, zu denen die sulfitreduzierenden Anaerobier gehören und die fälschlicherweise auch Buttersäurebazillen genannt werden, kommen natürlicherweise im Boden, sowie in See- und Flusswasser vor (MERSCH und LEISEN, 2013). Durch Pasteurisieren werden ihre Sporen nicht abgetötet. In die Milch gelangen die Clostridien v.a. über Kot, wenn belastetes Futter (insbesondere bei erhöhten Schmutzanteilen oder Fehlgärungen) aufgenommen wird. Die Übertragung der Sporen erfolgt hauptsächlich in der Kette Futter, Verdauungsorgane, Kot, Verschmutzung des Euters in die Milch. In den Faeces werden die Clostridiensporen um das 10-fache angereichert. Daneben ist auch eine direkte Übertragung durch Personal und Futterreste möglich (GINZINGER et al., 2001; MERSCH und LEISEN, 2013).

Sulfitreduzierende Sporenbildner spielen in den untersuchten Proben weder bei den Betrieben mit konventionellen noch bei denen mit automatischen Melkverfahren eine Rolle. Die nachgewiesenen Keimzahlen bewegen sich bei den zwei Melkverfahren im Bereich der Nachweisgrenze von 1 KbE/ml ($\bar{x}_{AMV} = 2$ KbE/ml bzw. $\bar{x}_{KMV} = 2$ KbE/ml). Ähnliche Ergebnisse erzielten DESMASURE et al. (1997). Ihre Nachweisquote lag zwischen 0 bis 1 KbE/ml bei allen untersuchten Milchproben aus 27 Betrieben. Die Ergebnisse weisen auf ein zum Zeitpunkt der Probenahme gutes Futter- und Hygienemanagement hin.

3.2.2.2.10 *Bacillus (B.) cereus*

Der Nachweis von *Bacillus cereus* gelang nur in 3 Fällen, wobei zwei zu den konventionellen Betrieben und einer zu den automatischen Melkverfahren gezählt werden. Eine dem Modus beschreibende Statistikmacht aufgrund der geringen Probenzahl wenig Sinn. Bei den KMV wird ein Mittelwert $\bar{x} = 3,3$ KbE/ml errechnet, bei den AMV-Betrieb ein Wert von $\bar{x} = 20$ KbE/ml.

Äußerst geringe Anzahlen an *B. cereus* konnten SALOVUO et al. (2005) in ihrer Studie, die sich mit dem Effekt der Einführung von automatischen Melkverfahren in Finnland beschäftigt, nachweisen. Nur in zwei von 39 Proben (5 %) ließ sich *B. cereus* mit einer Keimzahl von lediglich 1 KbE/ml nachweisen, wobei sowohl ein automatisches als auch ein traditionell melkendes System betroffen waren.

HOLM et al. (2004) erfassten die vorherrschende Mikroflora von Tankmilch. In 9 % der Fälle konnten *Bacillus spp.* nachgewiesen werden. Die Spannweite der positiven Proben lag bei $R = 500\text{--}85.000$ KbE, der geometrische Mittelwert bei $\bar{x}_G = 5.200$ KbE.

MAGNUSSON et al. (2007) untersuchten das Vorkommen von *Bacillus cereus*-Sporen während der Aufstallung von Milchkühen in frischer und gebrauchter Einstreu, Luft, Futter, Kot und Spülwasser sowie Melkanlagen und verglichen die Befunde mit dem Sporengehalt der Tankmilch. Während der Sporengehalt in Futter, Kot und der Luft nur eine untergeordnete Rolle für die Milchkontamination spielte, konnten ein erhöhter Gehalt im Spülwasser der Melkausstattung und ein hoher Gehalt in gebrauchter Einstreu nachgewiesen werden. Die Menge an Sporen in gebrauchter Einstreu, welche die Hauptkontaminationsquelle darstellt, und in der Milch korrelierte positiv. In einer weiteren Studie in der das Futter untersucht wurde, ließ sich eine positive Beziehung zwischen dem Sporengehalt in Futter und Kot einerseits sowie in Kot und Milch andererseits feststellen. Die Ergebnisse weisen kontaminiertes Futter unter der Bedingung, dass die Anzahl der mit dem Kot ausgeschiedenen Sporen eine Menge von 100.000/g überschreiten, als signifikante Quelle der Sporenkontamination von Rohmilch aus.

In der vorliegenden Studie konnte in drei Prozent der Melksysteme *Bacillus cereus* nachgewiesen werden, wobei die gemessenen Werte, die bei den automatischen Melkverfahren lediglich bei zwei Betrieben im Bereich der rechnerischen Nachweisgrenze ($\bar{x}_{AMV} = 3,3$ KbE/ml) liegen bzw. bei den konventionellen Systemen nur in einem Betrieb mit $\bar{x}_{KMV} = 20$ KbE/ml vertreten sind, gleichauf mit der finnischen Erhebung liegen und deutlich unter denen der HOLM-Studie anzusiedeln sind. Auch in Bezug auf ihr Toxinbildungsvermögen befinden sie sich weit unter der dafür erforderlichen Infektionsdosis (RIEMELT et al., 2003a; WEBER, 2010b). Die Ergebnisse sprechen für ein allgemein gutes Hygienemanagement.

3.2.2.2.11 Salmonellen und Listerien

Der qualitative Nachweis von Salmonellen und *Listeria monocytogenes* fällt jeweils in einem Fall positiv aus, wobei in beiden Fällen ein automatisches Melkverfahren betroffen ist. Das entspricht einer prozentualen Häufigkeit von 1 %, bezogen auf alle Melksysteme.

Salmonellen

Das Vorkommen von Salmonellen in Milch- und Milchprodukten, ist, ebenso wie das der Listerien, Inhalt vieler zugänglicher Studien. Die Kontaminationsquote von nicht behandelter Milch liegt bei den im Literaturteil (vgl. 2.4.10) aufgeführten Untersuchungsergebnissen zwischen 0 bis 4,6 %, unter Einbezug aller Probenarten bei 0,9 %. Da in der vorliegenden Studie nur in einem Fall der qualitative Nachweis von Salmonellen mittels Anreicherungsverfahren gelang – und zwar bei einem automatischen Melkverfahren – liegt die Nachweisquote von annähernd einem Prozent (0,9%) im Rahmen der oben erwähnten aus- und inländischen

Untersuchungsergebnisse des Literaturteils. Für deutsche Studien beträgt der aus dem Schrifttum abgeleitete Durchschnitt allerdings 0,03%. Weil die vorliegende Erhebung jedoch eine relativ geringe Probenanzahl umfasst, relativiert sich der Vergleich.

Gemäß § 4 Abs. 1 Punkt 6 „Verordnung zum Schutz gegen die Salmonellose der Rinder“ vom 06.01.1972 [Rinder-Salmonellose-Verordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. November 1991 (BGBl. I S.2118), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 17. April 2014 (BGBl. I S. 388)] ist die Milch von Kühen, bei denen Salmonellose im Sinne des § 1 Abs. 2 Nr. 1 Buchstabe b vorliegt, unschädlich zu beseitigen; sie darf statt dessen im eigenen Betrieb verfüttert werden, wenn sie zuvor aufgekocht worden ist. Die Milch der übrigen Kühe des Bestandes oder des betroffenen Teilbestandes ist entweder vor der Verfütterung aufzukochen oder an Sammelmolkereien abzugeben. Laut Aussage des Betreibers war die Salmonellen-positive Milch nicht zur Verarbeitung als Trinkmilch vorgesehen, sie sollte vielmehr der Herstellung von Extrakten dienen.

Eine fundierte Aussage über die Herkunft der Salmonellen in der einzigen positiven Probe dieser Erhebung, die aus einem Betrieb mit einem automatischen Melkverfahren stammte, kann nicht vorgenommen werden.

Gemäß den Vorschriften des § 5 (1) der Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an Milch und Erzeugnisse auf Milchbasis (Milchverordnung) in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Juli 2000 muss Konsummilch in Deutschland in der Regel (Ausnahmen: Vorzugsmilch, Milch-ab-Hof-Abgabe) einer Wärmebehandlung nach einem in der Anlage 6 aufgeführten anerkannten Verfahren unterzogen werden. Aktuelle Vorgaben zur erforderlichen Wärmebehandlung sind in Anhang II Kapitel XI der VO (EG) 852/2004 und in Anlage 5, Kap. V Tier-LMHV (Anforderungen bei der Herstellung von Milcherzeugnissen) zu finden. Nach derzeitigem Stand der Wissenschaft ist bei den vorgeschriebenen Temperatur-Zeit Kombinationen von einer sicheren Salmonellen-Abtötung auszugehen.

Von dem Gebot der Wärmebehandlung ausgenommen sind:

- a) Vorzugsmilch und die sogenannte
- b) „Milch-ab-Hof-Abgabe“ (Rohmilch, die unmittelbar vom Erzeugerbetrieb an den Verbraucher abgegeben wird. An der Abgabestelle ist lt. Verordnung jedoch auf ein Abkochgebot hinzuweisen).

Die verbindliche Verbraucherinformation zum Abkochgebot fehlt lt. KLEER (2004) aber häufig. Der Autor nennt für diese Rohmilchart eine Salmonellen - Kontaminationsrate von 0,7% gegen Ende der 90er Jahre und weist auf Inzidenzen von etwa 0,06 % bei Vorzugsmilch-Beständen hin, obwohl sie einer intensiven tierärztlichen Überwachung unterliegen und ihre Milch monatlich stichprobenweise untersucht wird. Dagegen konnten bei neueren Untersuchungen von Vorzugs- und ab-Hof-Milchproben aus dem Jahr 2009 keine Salmonellen nachgewiesen werden (BFR, 2011). Wenn auch aufgrund der geringen Kontaminationsrate von 0–0,05% die Wahrscheinlichkeit, sich in Deutschland durch den Konsum von Rohmilch mit Salmonellen zu infizieren, sehr gering anzusehen ist, verbleibt ein Restrisiko.

Nicht ausschließen lässt sich weiterhin die Möglichkeit, durch den Verzehr von wärmebehandelter Milch eine Infektion zu verursachen. Technische Fehler bei der Pasteurisierung oder eine Rekontamination im Bereich der Molkerei kommen in Frage, wie folgende Beispiele aus den USA zeigen. So berichtete LECOS (1986) über einen sehr großen Salmonellose-Ausbruch mit mindestens 16.284 Patienten, der 1985 in der Region Chicago (USA) stattfand. Die Übertragung erfolgte über pasteurisierte fettarme Milch, die mit *Salmonella typhimurium*-kontaminierter Milch vermischt wurde. Trotz intensiver Nachforschungen konnte letztendlich die genaue technische Ursache und die Frage, wann und wo die Kontamination erfolgte (Milcherzeuger, Molkerei), nicht geklärt werden.

Einen bundesstaatenübergreifenden Ausbruch durch multiresistente *Salmonella typhimurium* in den USA, der mit dem Konsum von pasteurisierter Milch in Zusammenhang gebracht wurde, beschrieben OLSEN et al. (2004). Wahrscheinlich geschah die Salmonellen-Kontamination der Container oder der milchführenden Oberflächen nach der Pasteurisation aufgrund von Hygienemängeln in der Molkerei. Kontrollberichte zeigten zwar eine adäquate Pasteurisierung zum Zeitpunkt des Ausbruches an, doch waren teilweise in den Prüfberichten fettarmer Milch mikrobiologische Werte (Gesamtkeimzahl, coliforme Keime) verzeichnet, die über denen der „Pasteurized Milk Ordinance“ (20.000 KbE/ml bzw. 10 KbE/ml) lagen. Bei der Inspektion des Betriebes konnte eine hohe Luftfeuchtigkeit und starke Kondensation im Bereich der Produktion und Verpackung festgestellt werden. Hieraus resultierte die Hypothese, dass Kondensationswasser in die offenen Container getropft sei. Zusätzlich waren einige Maschinen undicht, so dass Rohmilch auf dem Fußboden fließen konnte. Desweiteren wurde Rohmilch bei $> 10\text{ °C}$ anstatt bei der Standardtemperatur von $7,2\text{ °C}$ gelagert. Der Eintrag der Salmonellen ging vermutlich auf kontaminierte Rohmilch zurück. Im Zuge der Nachforschungen konnten bei zwei Milchkühen der anliefernden Farmen Ausbruch-relevante Stämme nachgewiesen werden.

Listerien

Die Spanne der im Literaturteil aufgeführten Ergebnisse für den Nachweis von Listerien beläuft sich insgesamt auf 0 bis 29 % positiver Proben. Die Resultate der in Deutschland durchgeführten Studien liegen zwischen 0,6 bis 5,5 %. Bei der vorliegenden Studie konnte nur in einem Fall, bei dem ein automatisches Melkverfahren betroffen war, *Listeria monocytogenes* nachgewiesen werden. Das entspricht knapp einem Prozent (0,9 %) der Gesamtprobenzahl und liegt innerhalb des Ergebnisrahmens der aus- und inländischen Untersuchungen.

Über die Herkunft der in der positiven Probe gefundenen Listerien lässt sich aus dem untersuchten Material keine gesicherte Aussage ableiten. In der Literatur werden vielfältige Kontaminationsmöglichkeiten aufgeführt, wobei Listerien in der Umwelt nahezu weltweit verbreitet sind. Außerdem sollen etwa 1 bis 10 % der Menschen Träger von *L. monocytogenes* im Darm sein und die Erreger im Stuhl ausscheiden. Dasselbe gilt für viele Säugetierarten (Wild- und Haustiere), Vögel oder Kaltblüter. Tierische und pflanzliche Produkte werden daher sowohl über Fäkalien wie auch über die Umwelt kontaminiert (KÄMPF, 2012). Mit dem Faeces können infizierte Personen Listerien in hoher Anzahl ($>10^4/\text{g}$) ausscheiden (LAKE et al., 2005).

ZANGERL (2007a) führt eine Kontamination der Rohmilch durch Listerien in erster Linie auf kontaminiertes Futter, insbesondere schlecht gesäuerter Silage, und fäkale Verunreinigungen zurück. Weiterhin erwähnt er, dass in seltenen Fällen *Listeria monocytogenes* auch eine Mastitis verursachen kann, wobei die Erreger in hohen Zahlen von etwa 10^4 /ml über die Milchdrüse ausgeschieden werden. Berücksichtigt man aber den Verdünnungseffekt bei der Untersuchung von Tankmilch, so ist der Nachweis von Listerien, die über die Milchdrüse von Einzeltieren ausgeschieden werden, relativ unwahrscheinlich und erfolgt eher zufällig. Für den Nachweis erschwerend kommt noch intermittierendes Ausscheiden hinzu. STAJNER (1971) untersuchte in einer 12-monatigen Studie das Vorkommen von Listerien in der Milch von 10 Kühen mit natürlicher *Listeria monocytogenes* Infektion. Es zeigte sich, dass sechs Tiere unregelmäßig ausschieden.

SCHODER et al. (2011) fahndeten nach bedeutenden Vektoren für eine Übertragung von *Listeria monocytogenes* aus Rohmilch in Betrieben, die Frischkäse aus Schaf- und Ziegenmilch herstellen. Tupferproben von Arbeitsschuhen und Kot zeigten eine signifikant höhere Prävalenz für diese Spezies (15,7 % und 13,0 %) als Tupferproben, die aus dem Bereich der Milchverarbeitung stammten (7,9 %). Eine Mastitis als Quelle für das Vorhandensein des Keims konnte ausgeschlossen werden, da in den aus den Eutern entnommenen Proben keine *Listeria spp.* nachgewiesen werden konnten. Eine signifikante Korrelation zwischen dem Vorkommen von *Listeria monocytogenes* im Tier und der Umgebung, in der Milch verarbeitet wird, und der Silage-Fütterungspraxis ließ sich feststellen. In Betrieben, in denen Silage verfüttert wurde, war die Wahrscheinlichkeit, *Listeria monocytogenes* zu isolieren, drei- bis siebenmal höher als in Höfen ohne derartiges Futter. Eine Abhängigkeit von der Jahreszeit überprüften FENLON und WILSON (1989) in ihrer Studie über das Auftreten von *Listeria monocytogenes* in Tankmilch. Die Kontaminationsrate war gering und lag zwischen 3,8 % in den Sommer- und 1,0 % in den Herbstproben. Die Autoren vermochten keinen Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von *Listeria monocytogenes* und Hygienestandards oder Silagefütterung feststellen.

Laut Anlage 6 Nr. 1.3. der Milchverordnung vom Juli 2000 dürfen in roher Kuhmilch zur Herstellung von Rohmilcherzeugnissen Krankheitserreger und deren Toxine nicht in Mengen vorhanden sein, die die Gesundheit der Verbraucher gefährden können. Gleiches gilt für Vorzugsmilch in Bezug auf pathogene Mikroorganismen (Anlage 9, Punkt 3). Gemäß aktuell geltender Rechtsvorschriften in Form der VO (EG) 853/2004 Abschnitt IX Kapitel I muss Rohmilch von Tieren stammen, die frei sind von Anzeichen einer Infektionskrankheit, die über die Milch auf den Menschen übertragen werden kann. Sie dürfen keine Anzeichen von Krankheiten aufweisen, welche eine Kontamination der Milch zur Folge haben könnten. Erkrankte Tiere sind zu isolieren, ihre Milch darf nicht zum menschlichen Verzehr verwendet werden. Anforderungen an Vorzugsmilch sind in der Tier-LMHV unter Anlage 9 Kapitel I Nr. 3 aufgelistet. Demnach dürfen Pathogene Mikroorganismen oder deren Toxine in der Milch von Rindern nicht in Mengen vorhanden sein, die die Gesundheit des Verbrauchers beeinträchtigen können. Über die Menge an Listerien in der einzigen positiven Milchprobe (Nachweis in 1 ml) der vorliegenden Arbeit, in der ein automatisches Melkverfahren betroffen war, kann keine Aussage getroffen werden, da es sich um ein qualitatives Nachweisverfahren in Form einer Anreicherung handelt.

Nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft ist aber bei denen in Deutschland entsprechend Anlage 6 der Milchverordnung und aktuell in Anhang II Kapitel XI der VO (EG) 852/2004 und in Anlage 5, Kap. V Tier-LMHV (Anforderungen bei der Herstellung von Milch-erzeugnissen) zu findenden vorgeschriebenen Erhitzungsmaßnahmen, die von denen anderer Länder wie z.B. den USA leicht abweichen (Mindestanforderung für die Kurzzeitpasteurisation HTST: 71,7 °C für 15 Sekunden; Kurzzeiterhitzung in Deutschland: 72–75 °C für 15–30 Sekunden), von einer sicheren Inaktivierung der Listerien durch Pasteurisieren auszugehen.

Nicht zu unterschätzen und weltweit bekannt ist aber auch das Risiko, sich bei dem Verzehr von Lebensmitteln, die aus wärmebehandelter Milch hergestellt werden, mit Listerien zu infizieren. Ein Grund für das Vorkommen von Listerien in pasteurisierten Produkten könnte nach SCHUCHAT et al. (1991) in einer Kontamination nach der Erhitzung („Postpasteurization contamination“) oder in einer Abweichung von Zeit- und Temperaturrichtlinien für die Pasteurisation liegen.

Im Hinblick auf das Infektionsrisiko sind die Erhebungen von SANJAYA et al. (2009) wenig aussagekräftig, da sie nur zweiunddreißig pasteurisierte Milchproben auf das Vorkommen von *Listeria monocytogenes* testeten. In keinem Fall konnte der Keim nachgewiesen werden.

Das CVUA (Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt) Karlsruhe erwähnt in seinem Jahresbericht 2005 einen Fall, in dem *Listeria monocytogenes* in einem Gorgonzola-Käse nachgewiesen wurde. Im Zuge der weiteren Nachforschungen wurden elf Proben aus den drei im Handel erhältlichen Chargen des betroffenen Produktes untersucht. In allen drei Losen konnten *Listeria monocytogenes* und apathogene Listerien-Spezies nachgewiesen werden. Da die zur Herstellung verwendete Kuhmilch einer Pasteurisation und damit einem Verfahren zur Keimabtötung unterzogen worden war, kann es nach Auffassung der Behörde erst in den nachfolgenden Produktions- bzw. Verarbeitungsschritten zu einer Kontamination des Gorgonzola mit Listerien gekommen sein. Die Bakterien waren möglicherweise durch das Personal und/oder über nicht ausreichend gereinigte Gerätschaften in den Käse gelangt und hatten sich dort bei Kühlung vermehrt.

Ein multinationaler Listeriose-Ausbruch, der mit einem in Österreich hergestellten kontaminierten Harzer Käse in Verbindung gebracht wurde, ereignete sich in den Jahren 2009/2010. Die betroffenen Produkte waren am 23.01.2010 vom Markt genommen worden; vor ihrem Verzehr wurde von dem Unternehmen, das den Käse in Deutschland in Verkehr gebracht hatte, öffentlich gewarnt. Mit Stand vom 25.02.2010 wurden dem Ausbruch in Österreich 21 Fälle (davon 9 im Jahr 2010) und in Deutschland 8 Fälle (6 im Jahr 2010) aus vier Bundesländern zugerechnet. Acht Patienten verstarben, darunter 3 aus Deutschland (RKI, 2010a). Als Kontaminationsursache wurde seitens des betroffenen Betriebes Fehler in der Betriebshygiene angegeben. Dungkäfer hätten trotz Fliegengitter in die Fertigung eindringen und die Listerien übertragen können (ANONYMUS, 2010a und 2010c; o.V., 2010).

Eine weitere Eintragsmöglichkeit für *Listeria monocytogenes* in einen Milch-verarbeitenden Betrieb besteht in dem Gebrauch bereits kontaminierter Rohmilch mit der Gefahr der Persistenz des Keimes in einem Biofilm und anschließender Rekontamination von Verarbeitungsprodukten (OLIVER et al., 2005).

Gerade diese Fähigkeit zur Biofilmbildung auf allen Oberflächen macht es so schwierig, *Listeria monocytogenes* aus einem Betrieb dauerhaft zu beseitigen. Dies gilt v.a. in milchverarbeitenden Betrieben, die extrem günstige Entwicklungs- und Wachstumsbedingungen für *Listeria monocytogenes* bieten (KASALICA et al., 2011). Auch deshalb sollte das Vorkommen von Listerien in einem Lebensmittel-Betrieb immer als Warnung aufgefasst werden und entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung der Betriebshygiene nach sich ziehen.

Obwohl die Kontaminationsrate von Rohmilch mit *Listeria monocytogenes* in Deutschland relativ gering ist, birgt der Konsum von Rohmilch immer ein Restrisiko, sich mit diesem Keim zu infizieren.

3.2.2.3 Beurteilung der Einzelbetriebe

Nachdem die Betriebe der einzelnen Firmen wie im ersten Ergebnisteil in ihrer Gesamtheit beschrieben worden sind, erfolgt nun wiederum eine Beurteilung der einzelnen Betriebe bezüglich der jeweiligen Kriterien des ausgewählten Bewertungsparameters mesophile aerobe Gesamtkeimzahl der Tankmilch in Anlehnung an die Milchgüte-Verordnung. Daran schließt sich eine Gegenüberstellung mit den Mittelwerten der jeweiligen Herstellerfirmen an. Auch hier werden die ausführlichen Ergebnisse im Anhang tabellarisch aufgeführt. Die in der Tabelle 23 und im Anhang aufgeführten Ergebnisse der Tupferuntersuchung (Tab. 63 ff) werden an anderer Stelle besprochen.

Die Tabelle 21 gibt einen Überblick der Ergebnisse sämtlicher Einzelbetriebe, geordnet nach einem der Kategorisierung für die chemischen Parameter vergleichbaren System und zwar bezogen auf die Gesamtkeimzahl als Gruppierungsparameter:

Kategorie I: ≤ 10.000 KbE/ml

Kategorie II: ≤ 50.000 KbE/ml

Kategorie III: ≤ 100.000 KbE/ml

Mit Ausnahme der nicht repräsentativ vertretenen Firma Nr. 5 liegen in 6–44 % der Fälle Überschreitungen des Grenzwertes von 100.000 KbE/ml zum Messzeitpunkt vor. Bei Firma Nr. 5 liegt kein Wert in dieser Größenordnung vor, bei den Firmen 6 und 7 nur in 6 % der Fälle. Firma Nr. 3 fällt mit 44 % der Überschreitungen aus dem Rahmen.

Bei den niedrigeren Grenzwerten der Kategorie I zeigen die Hersteller Nr. 4–7 eine relativ ausgeglichene Quote von ca. 50 % über/unter 10.000 KbE/ml, während die Firma Nr. 2 mit 94 % und die Vertreter der Firmen Nr. 1 und 3 zu drei Viertel den Wert übersteigen.

Es zeigt sich aber auch, dass es mit jedem System möglich ist, Keimzahlwerte in Bereichen von 10.000 KbE und darunter zu erreichen.

Tab. 21: Überblick über die Ergebnisse der Einzelbetriebe (mesophile aerobe Gesamtkeimzahl [GKZ], Tankmilch), geordnet nach Gruppierungsparametern

Melkverfahren (Firma)	Parameter		
	GKZ < 100.000 KbE/ml Kat.III	GKZ < 50.000 KbE/ml Kat. II	GKZ < 10.000 KbE/ml Kat. I
Nr. 1	n= 27	n= 27	n= 27
	1 7 (26%)	1 9 (33%)	1 20 (74%)
	0 20 (74%)	0 18 (67%)	0 7 (26%)
Nr. 2	n= 16	n= 16	n= 16
	1 5 (31%)	1 8 (50%)	1 15 (94%)
	0 11 (69%)	0 8 (50%)	0 1 (6%)
Nr. 3	n= 9	n=9	n=9
	1 4 (44%)	1 6 (67%)	1 7 (78%)
	0 5 (56%)	0 3 (33%)	0 2 (22%)
Nr. 4	n= 15	n= 15	n= 15
	1 4 (27%)	1 5 (33%)	1 8 (53%)
	0 11 (63%)	0 10 (67%)	0 7 (47%)
Nr. 5	n= 7	n= 7	n= 7
	1 0 (0%)	1 0 (0%)	1 4 (57%)
	0 7 (100%)	0 7 (100%)	0 3 (43%)
Nr.6	n= 18	n= 18	n= 18
	1 1 (6%)	1 3 (17%)	1 10 (56%)
	0 17 (94%)	0 15 (83%)	0 8 (44%)
Nr. 7	n= 16	n= 16	n= 16
	1 1 (6%)	1 4 (25%)	1 8 (50%)
	0 15 (94%)	0 12 (75%)	0 8 (50%)

Glossar: 1 = größer als/gleich; 0 = kleiner als

In Tabelle 22 werden nunmehr die Betriebe, die in der zweiten Zeile mit der jeweiligen internen Betriebsnummer aufgeführt sind, getrennt nach den 7 Melksystemen in vier Kategorien (Kategorie IV: ≥ 101.000 KbE/ml) eingeteilt und beurteilt. Bei Anwendung des gewählten Auswertungsmodus ist zu erkennen, dass Höfe aller überprüften Melksystemhersteller die höchste Qualitätsstufe (Kategorie I) erreichen können, doch fällt der prozentuale Anteil sehr unterschiedlich aus. Besonders erfolgreich schneiden die Betriebe mit den Melkanlagen der Firma 7 mit 50 % hervor, dicht gefolgt von den Firmen 4, 5, und 6 mit 43–47 %. Die Kunden der Firma Nr. 2 fallen mit ihren niedrigen Ergebnissen in Kategorie I (6 %) völlig aus dem Rahmen. Insgesamt gesehen, ist der Hauptanteil der Betriebe der einzelnen Melksystemhersteller, wie bei den chemisch-physikalischen Parametern, in den Kategorien I und II zu finden.

Tab. 22: Ranking der Einzelbetriebe anhand des Bewertungsmerkmals mesophile aerobe Gesamtkeimzahl (Tankmilch)

Systeme	Bewertungsparameter				
	mesoph. aerobe Gesamtkeimzahl (Tankmilch)				
Systeme	n	Kat. I	Kat. II	Kat. III	Kat. IV
Nr. 1	27	7 (26 %) 25, 28, 33, 64, 83, 88, 90	11 (41 %) 6, 8, 26, 32, 49, 50, 87, 89, 89, 95,	2 (7 %) 34, 35	7 (26 %) 1, 4, 5, 7, 11, 24, 63
Nr. 2	16	1 (6 %) 81	7 (44 %) 12, 16, 22, 31, 70, 93, 96	3 (18 %) 74, 75, 79	5 (31 %) 2, 23, 23, 67, 82
Nr. 3	9	2 (22 %) 3, 13	1 (11 %) 14	3 (33 %) 15, 36, 69	3 (33 %) 42, 48, 78
Nr. 4	15	7 (47 %) 43, 45, 46, 60, 68, 76, 77	3 (20 %) 10, 44, 59	1 (7 %) 84	4 (27 %) 9, 80, 85, 86
Nr. 5	7	3 (43 %) 17, 30, 66	4 (57 %) 61, 71, 72, 91	0 (0 %)	1 (14 %) 17
Nr. 6	18	8 (44 %) 3, 18, 19, 21, 29, 38, 42, 59	7 (39 %) 7, 20, 33, 39, 40, 54, 55	2 (11 %) 37, 41	1 (6 %) 49
Nr. 7	16	8 (50 %) 47, 48, 52, 62, 73, 94, 97, 99	4 (25 %) 51, 53, 92, 98	3 (19 %) 56, 58, 65	1 (6 %) 57

Glossar: Kategorie I: ≤ 10.000 KbE/ml
 Kategorie II: ≤ 50.000 KbE/ml
 Kategorie III: ≤ 100.000 KbE/ml
 Kategorie IV: ≥ 101.000 KbE/ml

Tabelle Nr. 23 enthält eine Synopsis über das Abschneiden der Betriebe, bezogen auf das Gruppenmittel der jeweiligen Herstellerfirmen. Die Ergebnisse zeigen eine mittlere Spannweite des unter- bzw. überdurchschnittlichen Abschneidens der Gesamtheit aller in die Wertung genommenen Betriebe. Je stärker die sich ergänzenden Anteile vom Erwartungswert 50 % abweichen, desto schiefer fällt die Verteilung des entsprechenden Merkmals aus. So liegen 33–56 % der Systeme unter dem jeweiligen Betriebsdurchschnitt, der für die mesophile aerobe Gesamtkeimzahl der Tankmilch errechnet wurde.

Tab. 23: Übersicht über den Stand der Einzelbetriebe in Bezug auf den Mittelwert aller Betriebe derselben Firma (GKZ Milch, Tupfer)

Parameter		Systeme der Firma						
		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
GKZ Tankmilch (KbE/ml)	0	13 (48 %)	9 (56 %)	3 (33 %)	8 (53 %)	3 (43 %)	9 (50 %)	9 (56 %)
	1	14 (52 %)	7 (44 %)	6 (67 %)	7 (43 %)	4 (57 %)	9 (50 %)	7 (44 %)
GKZ ZGK (KbE/Tupfer)	0	13 (48 %)	9 (56 %)	5 (56 %)	7 (47 %)	3 (43 %)	6 (43 %)	7 (44 %)
	1	14 (52 %)	7 (44 %)	4 (44 %)	8 (53 %)	4 (57 %)	8 (57 %)	9 (56 %)
GKZ ZGS (KbE/Tupfer)	0	17 (63 %)	8 (50 %)	5 (63 %)	8 (53 %)	5 (71 %)	8 (57 %)	9 (56 %)
	1	10 (37 %)	8 (50 %)	3 (38 %)	7 (47 %)	2 (29 %)	6 (43 %)	7 (44 %)
GKZ Spülkopf (KbE/Tupfer)	0	18 (69 %)	9 (56 %)	4 (44 %)	8 (53 %)	4 (57 %)	5 (56 %)	9 (56 %)
	1	8 (31 %)	7 (44 %)	5 (56 %)	7 (47 %)	3 (43 %)	4 (44 %)	7 (44 %)
GKZ Reinigung (KbE/Tupfer)	0	15 (63 %)		5 (56 %)	5 (33 %)	5 (71 %)		
	1	9 (37 %)		4 (44 %)	10 (67 %)	2 (29 %)		

Glossar: abgedunkelte Felder: Systeme ohne externes Reinigungssystem;

0 = Betriebe mit Werten $< \bar{x}_G$; 1 = Betriebe mit Werten $> \bar{x}_G$

Erläuterungen zum Aufbau der Tabellen Nr. 63–69 (Anhang)

Die Erstellung der Tabellen erfolgte analog zum Aufbau der Tabellen 37 ff im chemischen Ergebnisteil (Kap. 3.2.1.3). Zwecks besserer Vergleichsmöglichkeiten wurden dort die konventionellen Betriebe (Firma Nr. 6) den automatisch melkenden (1–5, 7) vorangestellt. Diese Reihenfolge wurde übernommen.

Auch hier wurden 10 Punkte für jeden positiv bewerteten Parameter vergeben. Für den Parameter Gesamtkeimzahl (GKZ)-Milch (M) wurden 100.000 KbE/ml (MVO) als Grenzwert angesetzt, für die Tupfer (T) die errechneten Durchschnittswerte an den Probeentnahmestellen. Bei der Beurteilung der Milch (z. B. M10) können maximal 10 Zusatzpunkte (5 pro Bewertungskategorie) erreicht werden (z.B. M10 + 5). Die Ergebnisse der Tupferproben werden durch ein „T“-Zeichen charakterisiert (z.B. M10 + 5 + T10). Jedes Unterschreiten der Durchschnittswerte am entsprechenden Probeentnahmeort wird hier positiv mit 10 Punkten honoriert. Ein Betrieb mit M10 + 10 + T20 Punkten (Tab. 63; Betriebe 38, 42) unterschreitet somit nicht nur die Grenze von 100.000 KbE/ml Milch, sondern weist Keimzahlen unter 10.000 KbE/ml auf. Zusätzlich liegt er bei zwei Tupferproben mit den Ergebnissen der mikrobiologischen Untersuchung unter den Werten des Betriebsdurchschnitts der jeweiligen Herstellerfirma.

3.2.2.4 Überblick über die Ergebnisse der Tankmilchuntersuchung des Versuchsbetriebes

Die bisherigen Ergebnisse des mikrobiologischen Ergebnisteils lieferten in Anlehnung an den chemischen Part einen allgemeinen Überblick über die Situation der Milchqualität beim Einsatz unterschiedlicher Melkverfahren. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen einer Einzelbetriebsstudie, die sich über ein Jahr erstreckten, beschrieben. Die Daten sollen Aufschluss über die Auswirkungen eines automatischen Melkverfahrens auf die Beschaffenheit der Milch und die Milchhygiene über einen längeren Zeitraum geben. Auf eine ausgiebige Beschreibung der Statistik wird, wie bereits im zugehörigen chemischen Ergebnisteil, verzichtet. Einen Überblick über die Ergebnisse gibt die im bekannten Modus verfasste Tabelle 24.

Tab. 24: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tankmilch des Versuchsbetriebes (Teil I)

Parameter	Einzelbetrieb					
	mesoph. aerob. GKZ	Milch-säure-bakt.	Lakto-bazillen	Pseudo-mona-den	Koag. pos. Staph.	Entero-kokken
berücksichtigte Fälle (n)	13	13	12	6	1	6
negative Fälle (n)	0	0	1	7	12	7
% der Gesamtanzahl (100 %)	100	100	92	46	8	46
arithm. Mittelwert \bar{x}	45.692	2.690	1.409	736	1.200	5.150
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	15.105	535	247	253	1.200	311
Spannweite (R)	278.200	21.980	11.980	1.945		33.960
Standardabweichung $\pm s$	73.483	5.845	3.294	895		11.011
Variationskoeffizient vk (%)	161	217	234	122		214
Interquartilbereich	52.000	840	180	1.480		2.960
Median $\tilde{x} (X_{50})$	9.100	310	230	150	1.200	60
Minimum x_{\min}	1.800	20	20	55	1.200	40
Maximum x_{\max}	280.000	22.000	12.000	2.000	1.200	34.000

Glossar: Werte für die abgedunkelten Felder konnten nicht berechnet werden

Berücksichtigte Fälle = Gesamtproben - negative Proben

Negative Fälle = Proben mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 24: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tankmilch des Versuchsbetriebes (Teil II)

Parameter	Einzelbetrieb					
	Entero- bakteria- zeen	Coliforme	E. coli	Hefen	Schim- mel- pilze	Sulfit-red. Anaero- bier
berücksichtigte Fälle (n)	5	0	13	9	2	1
negative Fälle (n)	8	13	0	4	11	12
% der Gesamt- anzahl (100 %)	100	0	100	100	100	100
arithm. Mittelwert \bar{x}	235		162	85	110	3
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	125		39	69	63	3
Spannweite (R)	640		1.199	164	180	
Standard- abweichung $\pm s$	249		312	58	90	
Variations- koeffizient vk (%)	106		193	68	82	
Inter- quartilbereich	285		90	40		
Median \tilde{x} (x_{50})	60		60	40	110	3
Minimum x_{\min}	40		1	36	20	3
Maximum x_{\max}	680		1.200	200	200	3

Legende: Werte für die abgedunkelten Felder konnten nicht berechnet werden

Berücksichtigte Fälle = Gesamtproben - negative Proben

Negative Fälle = Proben mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

3.2.2.4.1 Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ)

Mit einem geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 15.105$ KbE/ml Rohmilch lag der Versuchsbetrieb deutlich unter den in der Milchverordnung (Fassung 2001) und VO (EG) 853/2004 angegebenen Orientierungswerten von 100.000 KbE/ml, zusätzlich auch leicht unter dem üblichen Landesdurchschnitt Brandenburgs von 16.000 KbE/ml (LVLf, 2008). Mc KINNON und PETTIPHER (1983) wiesen darauf hin, dass die mikrobiologische Belastung frisch ermolkenener Milch $1,0 \times 10^4$ Keime/ml zum Zeitpunkt des Einlaufens in den Sammeltank beträgt, wenn sie unter guten hygienischen Kautelen gewonnen wurde.

Die Spannweite der Resultate variierte im Laufe des Beobachtungszeitraumes erheblich. Das Maximum von 280.000 KbE/ml wurde am 6. Entnahmetag erreicht und erforderte drei Keimzahlbestimmungen im Bereich von jeweils maximal 70.000 KbE/ml, um nach den Bedingungen der MVO (geometrisches Mittel über zwei Monate bei mindestens zwei Probenahmen im Monat) die Grenze von 100.000 KbE/ml einzuhalten. Zu diesem Zeitpunkt lag eindeutig ein Hygienemangel in dem beschriebenen Betrieb vor. Wie aus der Tabelle 25 und der Graphik Abb. 36 zu entnehmen ist, lagen die anderen Werte weit unter 100.000 KbE/ml, jede zweite Probe sogar unter 10.000 KbE/ml.

Die Einzelergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung im Verlauf des ganzen Beobachtungszeitraumes ergeben, gruppiert nach Keimzahlbereichen, folgendes Bild:

- 54 % (n= 7) der Tankmilchproben lagen zwischen 0–10.000 KbE/ml,
- 15 % (n= 2) der Tankmilchproben lagen zwischen 11.000–50.000 KbE/ml,
- 23 % (n= 3) der Tankmilchproben lagen zwischen 51.000–100.000 KbE/ml,
- 8 % (n= 1) der Tankmilchproben lagen über 100.000 KbE/ml.

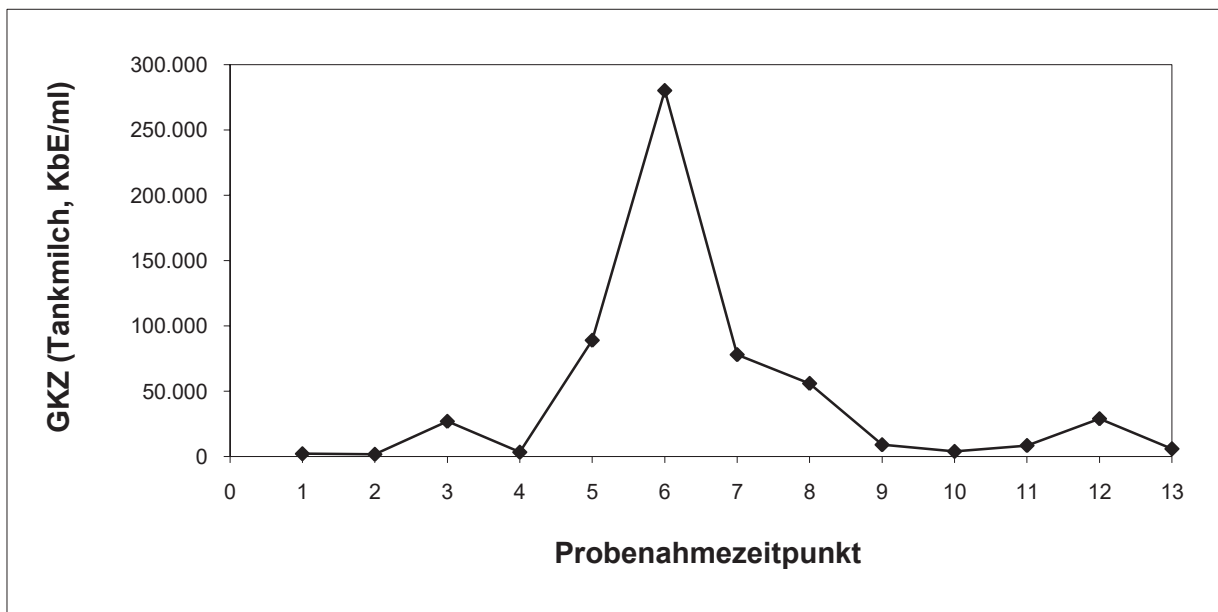
Fasst man die ersten drei Zeilen zusammen, so zeigt sich, dass in 92 % der Fälle Werte unter 100.000 KbE/ml Tankmilch erreicht werden konnten und der Wert von 280.000 KbE/ml einen einmaligen Ausreißer darstellt.

Anschließend werden die Untersuchungsergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung noch einmal graphisch in Form eines einfachen Liniendiagramms dargestellt (Abb. 36). Deutlich ist der Anstieg der Gesamtkeimzahl ab dem 5. Probenahmezeitpunkt (März 2001) zu erkennen. Nach Erreichen des Maximums von 280.000 KbE/ml (Anfang April 2001) fielen die Werte kontinuierlich ab, bis sie zum Termin 9 (Mitte Juni) wieder Werte im vierstelligen Bereich erreichten.

Tab. 25: Übersicht über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung des Einzelbetriebes über den gesamten Beobachtungszeitraum

Termin Nr.	Probenahmezeitpunkt	mesophile aerobe Gesamtkeimzahl (KbE/ml)
1	25.01.2001	2.200
2	15.02.2001	1.800
3	21.02.2001	27.000
4	28.02.2001	3.400
5	22.03.2001	89.000
6	04.04.2001	280.000
7	18.04.2001	78.000
8	09.05.2001	56.000
9	13.06.2001	9.100
10	01.08.2001	4.000
11	18.09.2001	8.500
12	14.11.2001	29.000
13	12.12.2001	6.000

Abb. 36: graphischer Überblick über die Einzelergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung des Versuchsbetriebes

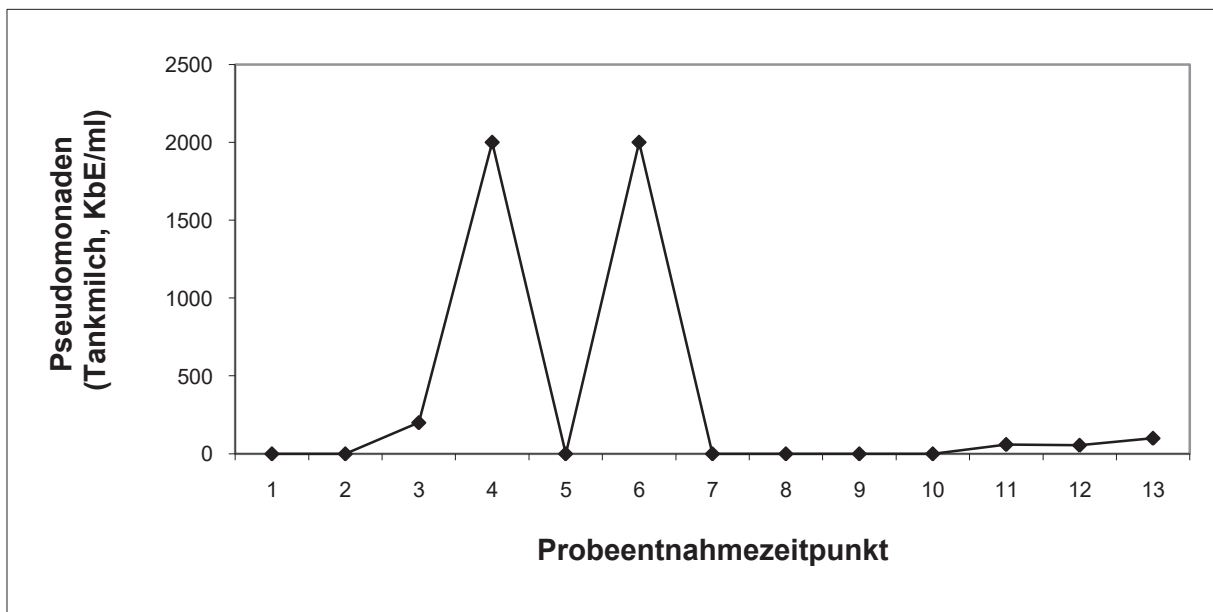


3.2.2.4.2 Pseudomonaden

Der euterpathogene und als fakultativer Verursacher von Lebensmittelvergiftungen eingestufte Keim *Pseudomonas aeruginosa* (WOLTER et al., 2002) konnte in 6 Tankmilchproben ermittelt werden, wobei sein Anteil ca. 2 Zehnerpotenzen unter der Gesamtkeimzahl (Tab. 31) lag und damit meist unerheblich war. Das Maximum von $x_{\max} = 2000$ KbE/ml wurde an zwei Untersuchungsterminen (Februar und April 2001) nachgewiesen. Im April 2001 wurde auch die höchste Gesamtkeimzahl der Auswertung gemessen ($x_{\max} = 280.000$ KbE/ml). Mit seinem Anteil an positiven Proben (46 % der Gesamtanzahl von $n = 13$) liegt der Betrieb zwischen den von RIEMELT (2003) bzw. URAZ und CITAK (1998) angegebenen Werten von 75 bis 24 %.

Anschließend erfolgt eine graphische Darstellung der einzelnen Untersuchungsergebnisse anhand eines einfachen Liniendiagramms (Abb. 37). Deutlich heben sich die zwei Maximalwerte von den ansonsten recht unauffälligen Untersuchungsergebnissen ab.

Abb. 37: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung des Versuchsbetriebes



3.2.2.4.3 Koagulase positive Staphylokokken

Koagulase positive Staphylokokken konnten nur in einer Tankmilchprobe (November 2001) mit einem Wert von 1.200 KbE/ml nachgewiesen werden. Mit diesem Resultat erfüllte die Anzahl dieser Keime noch die Vorgaben der Milchverordnung, die einen Schwellenwert von 500 und einen Maximalwert von 2000 KbE/ml (für die Herstellung von Rohmilcherzeugnissen) vorsieht. In der VO (EG) 852/2004 sind diesbezüglich keine konkreten Werte mehr angegeben. Allerdings muss der Landwirt, der gemäß VO (EG) 178/2002 (Basisverordnung; Artikel 3 Nr. 3) als Lebensmittelunternehmer eingestuft wird, darauf achten, dass sein Tierbestand den Anforderungen der Hygienevorschriften für die Rohmilcherzeugung (VO (EG) 852/2004, Abschnitt IX, Kapitel I) genügt.

3.2.2.4.4 Enterokokken

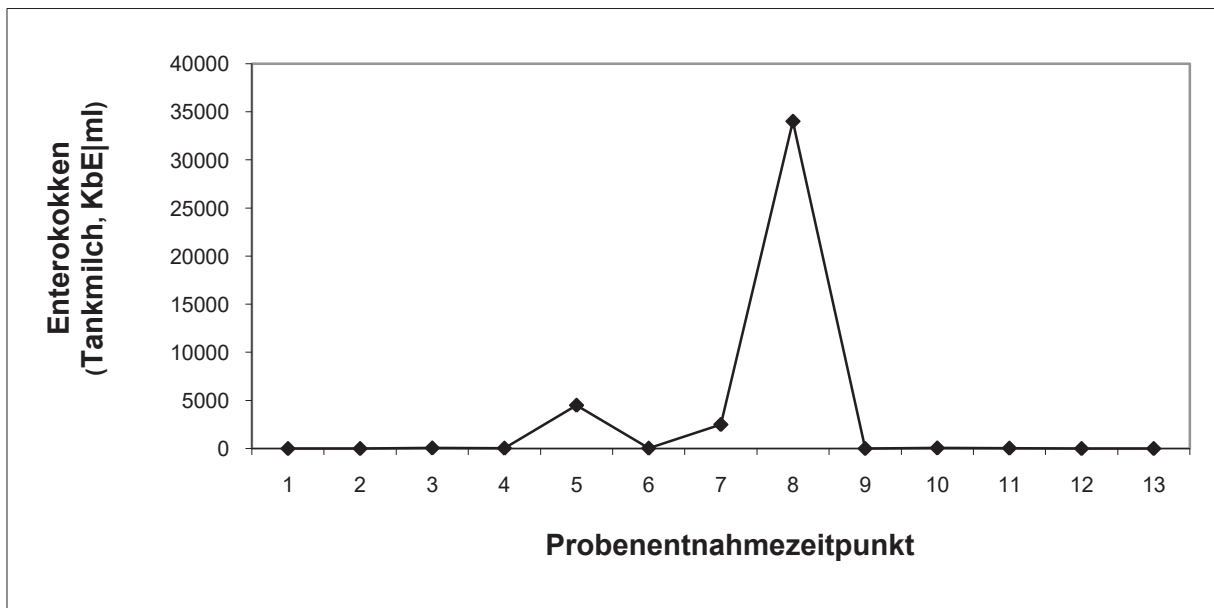
In sechs Fällen verlief der Nachweis von Enterokokken positiv. Der geometrische Mittelwert beläuft sich auf $\bar{x}_G = 311$ KbE/ml. Das die hohe Spannweite bedingende Maximum von $x_{max} = 34.000$ KbE/ml trat im Mai 2001 auf.

Enterokokken können im Darm von Mensch und Tier, im Kot, im Erdboden, im Wasser, auf verrotteten Pflanzen, in Silage, in Rohmilch u.a. vorkommen (ZANGERL, 2007b). Über Ablagerungen in Melkanlagen, aber auch über Staub und – wie schon erwähnt – über Kot und auch direkt aus dem Euter gelangen sie in die Milch. Die Keime siedeln sich in ungenügend gereinigten milchwirtschaftlichen Gerätschaften an, womit eine ständige Kontaminationsquelle für die Milch besteht. Somit ist diese Keimspezies als Indikatorkeim für den Reinigungszustand der mit Milch in Berührung kommenden Gerätschaften einzuschätzen (KIELWEIN, 1994c).

Die hohen Werte der vorliegenden Erhebung deuten auf einen temporär vorliegenden Hygienemangel in dem untersuchten Betrieb hin. Im Zusammenhang mit den nachfolgenden Ergebnissen der Untersuchung auf *E. coli* ist eine fäkale Ursache durch mangelhaft gesäuberte Euter nicht auszuschließen.

Im Folgenden sind die Einzelergebnisse zur Veranschaulichung des zeitlichen Verlaufs graphisch in Form eines einfachen Liniendiagramms dargestellt (Abb. 38). Deutlich sind die sich bereits im März 2001 abzeichnenden Schwankungen der Enterokokkenzahlen in der Tankmilch zu erkennen, die im Mai 2001 ihren Gipfel erreichen, um sich danach wieder im Bereich der Nachweisgrenze von 20 KbE/ml einzupendeln.

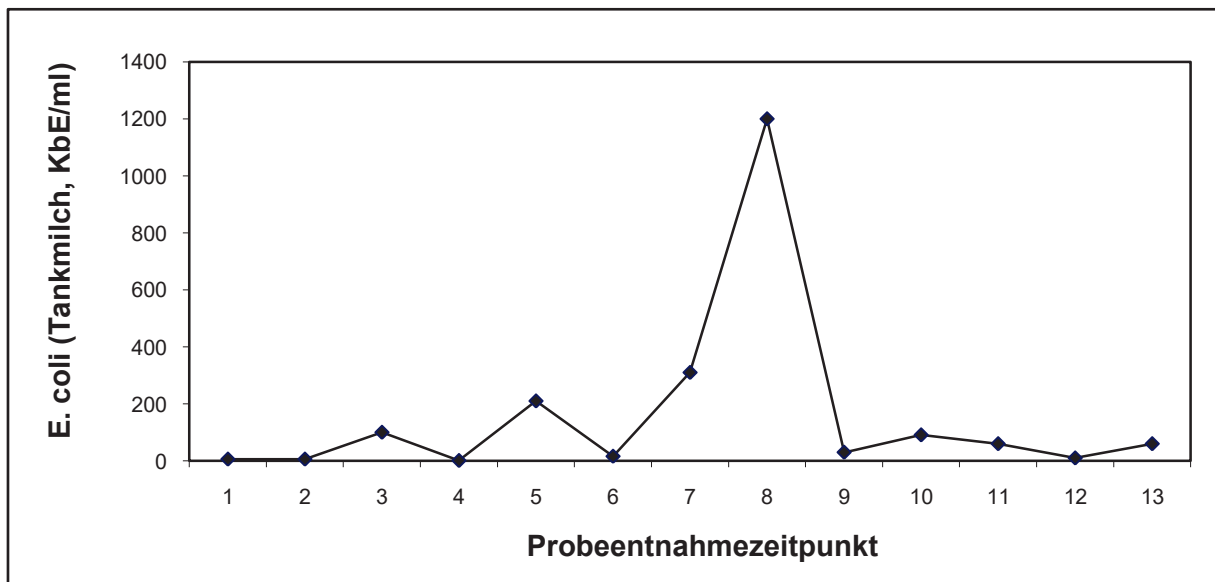
Abb. 38: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Enterokokkenbestimmung des Versuchsbetriebes



3.2.2.4.5 *Escherichia (E.) coli*

Der Nachweis von *E. coli* gelang in allen 13 Tankmilchproben mit einem geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 39$ KbE/ml. Der Median beläuft sich auf $\tilde{x} = 60$ KbE/ml und entspricht dem der nachgewiesenen Enterobakteriaceen (Tab. 31). Die relative Streuung der Werte ist, wie an den in der soeben genannten Tabelle zu entnehmenden Streuungsmaßen und der folgenden Darstellung zu erkennen ist, als sehr hoch zu bezeichnen. Deutlich zeichnet sich ein Anstieg der Werte nach dem 6. Entnahmetag ab. Das die hohe Spannweite bedingende Maximum fällt am 8. Probeentnahmezeitpunkt (Mai 2001) mit einem Wert von $x_{max} = 1.200$ KbE/ml an und spricht v.a. zu diesem Zeitpunkt für einen Hygienemangel in diesem Betrieb, der sich offensichtlich beseitigen ließ. Zur Visualisierung der Einzelergebnisse erfolgt eine graphische Darstellung in Form eines einfachen Liniendiagramms (Abb. 39).

Abb. 39: graphischer Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung des Versuchsbetriebes



E. coli kommt, wie bereits erwähnt, als normaler Darmbewohner bei Mensch und Tier vor. In Faeces ist er in Größenordnungen von über 10^6 Keimen je Gramm enthalten und dient deswegen und wegen seiner leichten Anzüchtbarkeit als Indikatorkeim für das Vorliegen einer fäkalen Kontamination. Wegen seiner Thermolabilität sind lebende Keime u.a. in gekochten und pasteurisierten Produkten nur dann enthalten, wenn eine sekundäre Kontamination erfolgt (FEHLHABER, 1992b).

3.2.2.4.6 *Salmonellen und Listerien*

Lt. MilchVO (Milchverordnung) in der geltenden Fassung dürfen Salmonellen nicht und Listerien (*L. monocytogenes*) nicht in Mengen vorhanden sein, die die Gesundheit der Verbraucher gefährden können. Beide Keimspezies konnten in diesem Betrieb nicht nachgewiesen werden. Somit erfüllt der Betrieb nicht nur die heutigen Anforderungen der VO (EG) 853/2004 Abschnitt IX Kapitel I, nach der die Rohmilch nur von Tieren stammen darf, die frei sind von Anzeichen einer Infektionskrankheit, die über die Milch auf den Menschen übertragen werden kann, sondern würde sogar den Ansprüchen an Vorzugsmilch – die denen der genannten MilchVO entsprechen – gemäß Anlage 9 Kapitel I der Tier-LMHV genügen.

3.2.3 Ergebnisse der Tupferuntersuchungen

3.2.3.1 Überblick über die Ergebnisse der Tupferproben aller Betriebe, getrennt nach konventionellen und AMV-Betrieben bzw. Herstellerfirmen

Um den Hygienestatus und die mikrobielle Belastung der einzelnen Melksystemkomponenten bei den konventionellen und automatischen Melksystemen inklusive der bei letzteren vorhandenen Reinigungsvorrichtungen der Euter/Zitzen einschätzen zu können, erfolgte in Anlehnung an die mikrobiologischen Erhebungen der Tankmilch (Vergleiche Ergebnisteil 3.2.2) die Untersuchung der einzelnen Bauteile anhand von Tupferproben. Hierbei wurde das gleiche Spektrum an Mikroorganismen zugrunde gelegt. Ebenfalls wurden für die Berechnung der statistischen Maßzahlen nur diejenigen Proben berücksichtigt, bei denen die Parameter/Mikroorganismen über der Nachweisgrenze lagen und somit ausgezählt werden konnten. Auf eine ausgiebige Darstellung der Statistik wurde verzichtet. Die detaillierten Ergebnisse der Untersuchungen sind im Anhang (Tab. 77 ff) aufgeführt.

3.2.3.1.1 *Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl*

Bevor auf die individuelle Keimflora der einzelnen Melksystemkomponenten eingegangen wird, erfolgt eine Darstellung der Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung, dem Modus folgend, bezogen auf konventionelle und automatische Melkverfahren mit Darstellung der Firmenergebnisse in Form von Box-/Whiskerplots und Streudiagrammen.

Bei den Boxplots handelt es sich um bereinigte Ausführungen, d.h. Extremwerte und Ausreißer mussten aus graphischen Gründen ausgeblendet werden, was bei einigen Abbildungen zu scheinbaren Differenzen zwischen den Ergebnissen auf Melkverfahren- und Firmenebene führen kann. Das System SPSS bezeichnet Werte, die um das 1,5-fache der Höhe der Box (also des Wertebereiches mit den mittleren 50 % der Werte) über oder unterhalb der Box liegen, als Ausreißer und Extremwerte. Zudem unterscheidet SPSS bei Boxplots nach folgenden Kriterien zwischen Extremwerten und Ausreißern: Die Entfernung von Ausreißern zur Box beträgt zwischen dem 1,5-fachen und dem Dreifachen der Boxhöhe, Extremwerte liegen dagegen um mehr als das Dreifache der Boxhöhe über dem 75 %-Perzentil bzw. unter dem 25 %-Perzentil (BROSIOUS, 2004).

Beim Vergleich der Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung auf den **Zitzengummiköpfen** (Abb. 40) für beide Melkverfahren (konventionell und automatisch) zeigen die KMV-Proben im Durchschnitt eine erheblich höhere Gesamtkeimzahlbelastung als die AMV-Proben. Deutlich ist die höhere Streuung und Variationsbreite der konventionellen Systeme zu erkennen, während sich die AMV-Daten stärker um den Median zentrieren. Gleichzeitig dokumentieren die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median ($\tilde{x}_{KMV} = 40.500 \text{ KbE/Tupfer}$, $\tilde{x}_{AMV} = 18.500 \text{ KbE/Tupfer}$) in beiden Fällen eine (rechts-)schiefe Verteilung der Daten.

Abb. 40: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt auf den Zitzengummiköpfen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren

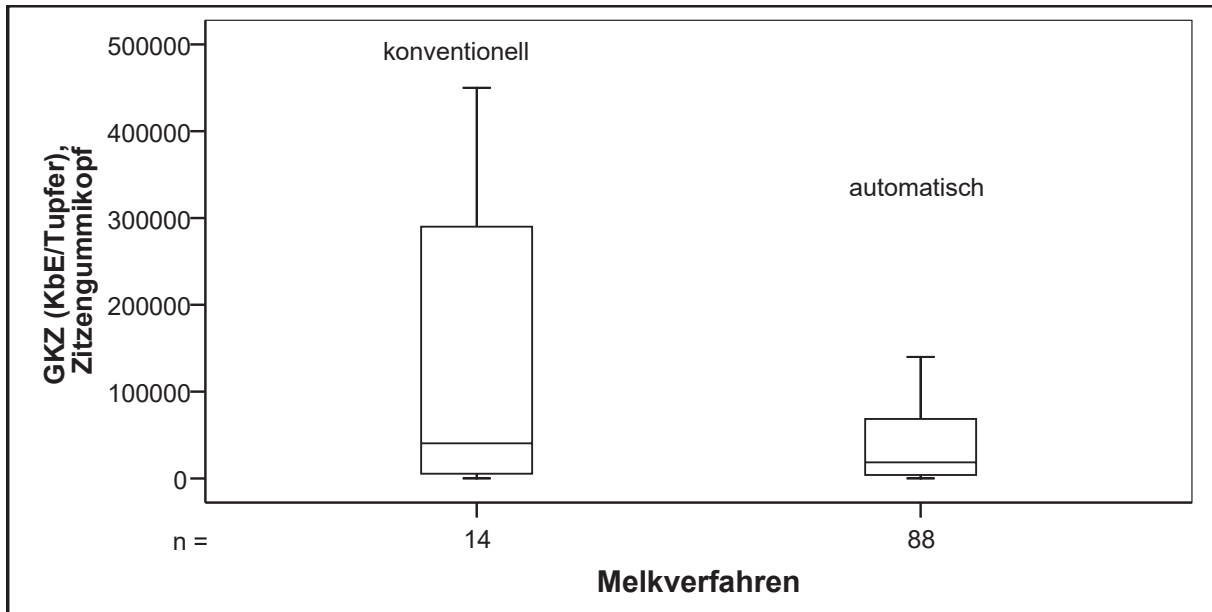
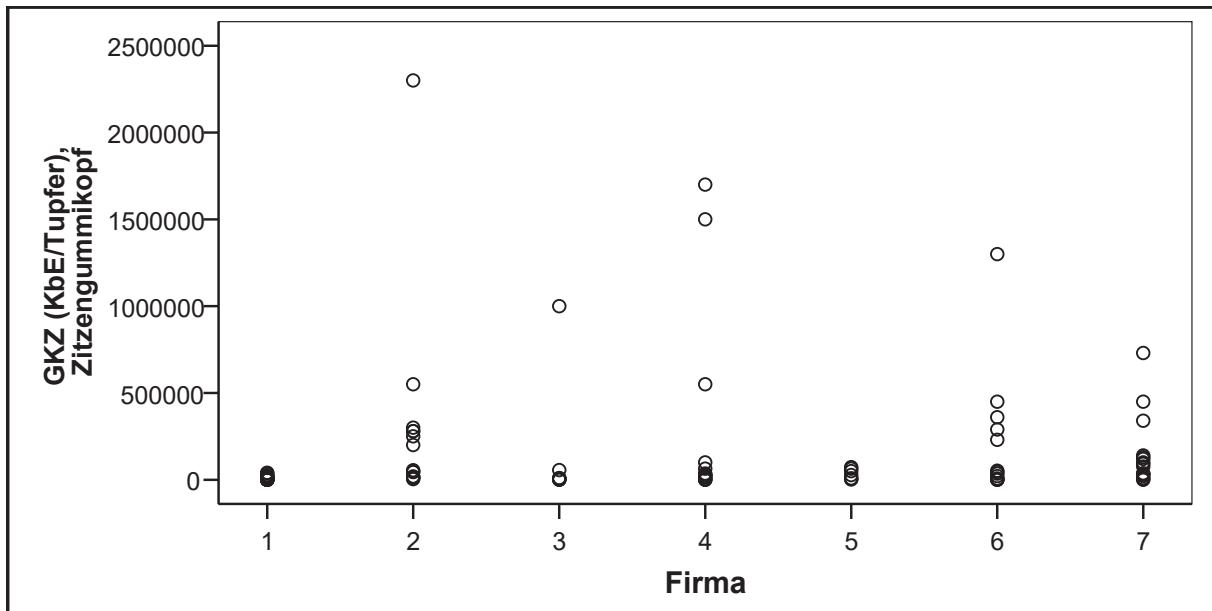
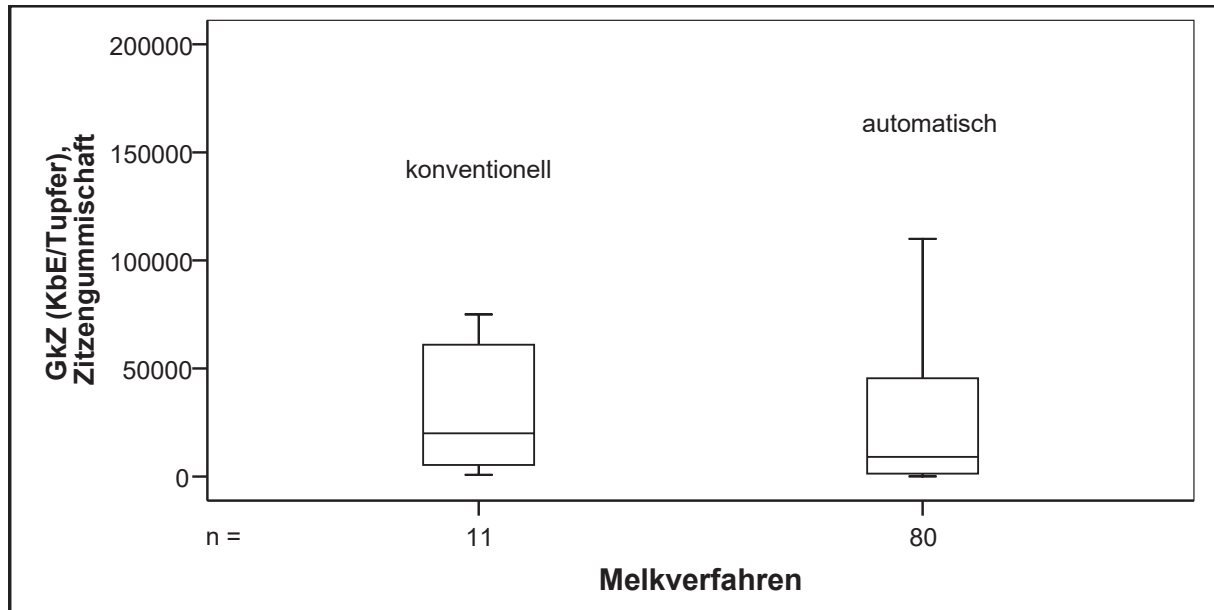


Abb. 41: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung der Zitzengummiköpfe, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



Bei der vergleichenden Darstellung der einzelnen Melkverfahren hinsichtlich der Ergebnisse auf den Zitzengummiköpfen (Abb. 41) fallen die großen Unterschiede in der Spannweite und den Maximalwerten auf. Hier wird deutlich, dass der weite Range der Gesamtkeimzahlen von Betrieben mit Melkverfahren Nr. 2 durch einen einzigen Ausreißer hervorgerufen wird. Ansonsten liegen die Einzeldaten relativ nahe beieinander. Vergleichbares gilt für Höfe, die mit der Methode Nr. 3, Nr. 6 und eingeschränkt Nr. 4, melken. Die Melkverfahren der Firmen Nr.1 und Nr. 5 stechen positiv durch ihre insgesamt niedrigen Gesamtkeimzahlwerte hervor.

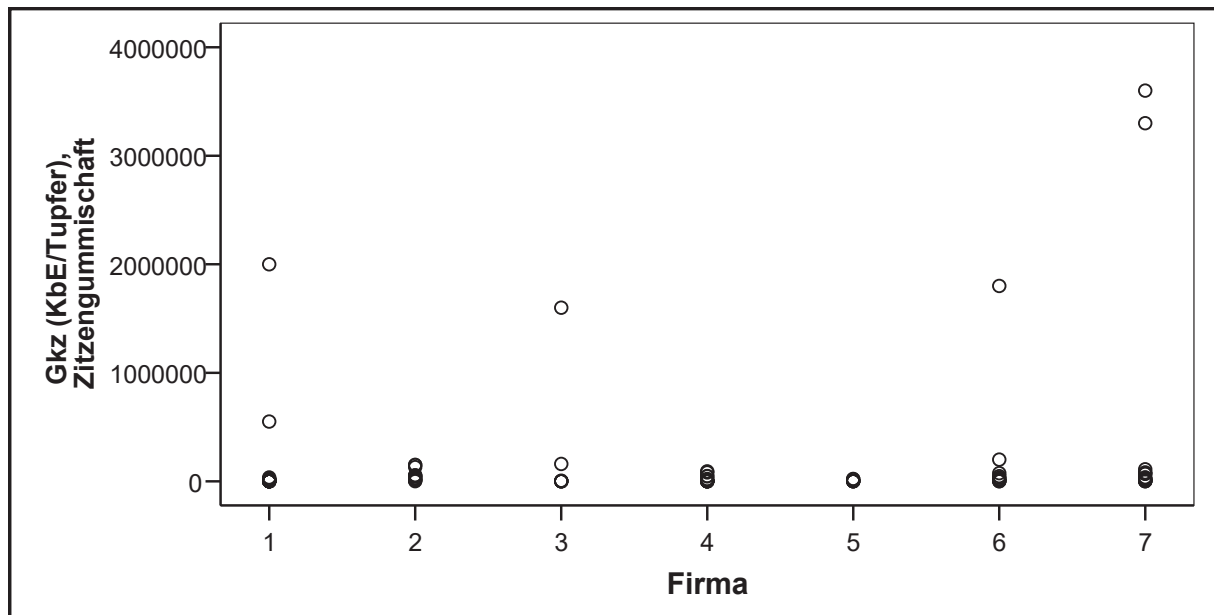
Abb. 42: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt auf den Zitzengummischäften, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Beim Vergleich der Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung auf den **Zitzengummischäften** für beide Melkverfahren (konventionell und automatisch) weisen die AMV-Proben insgesamt einen etwas niedrigeren Gesamtkeimzahlgehalt auf, wie auch am Median ($\tilde{x}_{KMV} = 20.000$ KbE/Tupfer, $\tilde{x}_{AMV} = 9.100$ KbE/Tupfer) ersichtlich wird. Allerdings fallen die Streuung und die Variationsbreite höher aus als bei den konventionellen Melktechniken. Die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median weisen in beiden Fällen auf eine (rechts-)schiefe Verteilung der Daten hin.

Bei den Betrieben mit Melkverfahren Nr. 1, 3, 6 und 7 (Abb. 43) zeigen sich ausreißerbedingt weite Streuungen der Ergebnisse, wie aus den Spannweiten und den Maximalwerten zu ersehen. Die restlichen Werte fügen sich zu einem homogenen Bild zusammen. Positiv sind die niedrigen Gesamtkeimzahlwerte der Betriebe mit Melkverfahren der Firmentypen 2, 4 und 5 hervorzuheben, wobei der z. T. niedrigen Probenanzahl Rechnung getragen werden muss.

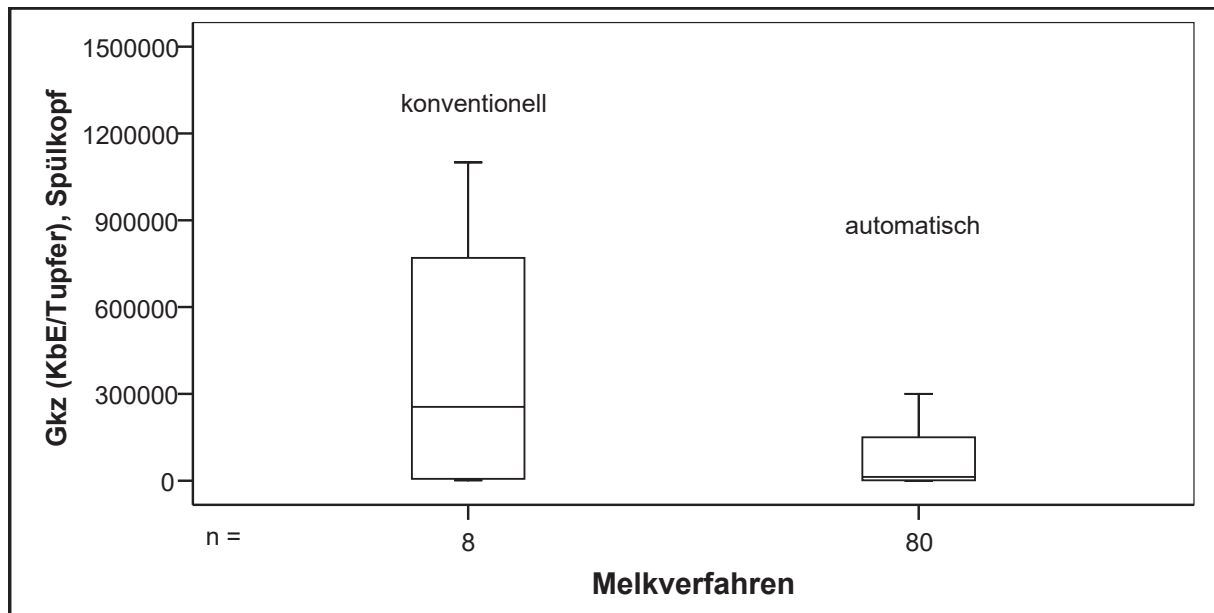
Abb. 43: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung der Zitzengummischäfte, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



Die Resultate dieser Untersuchung zeigen, dass Melkbecher trotz Reinigungsmaßnahmen noch z.T. hohe Keimbelastungen aufweisen und somit ein Kontaminationsrisiko bergen. Zu gleichlautenden Ergebnissen kam BAUMGARTEN (2009), der die Hygiene von Melkrobotern untersuchte und auch konventionelle Systeme in seine Erhebung einbezog. Die Tatsache, dass es in AMV-Betrieben immer wieder zu unerklärlichen Zellzahl-Schwankungen kommt, war der Anlass zu einer Untersuchung einzelner Roboterbetriebe, die in Zusammenarbeit dreier Institutionen (Landesuntersuchungsamt Koblenz, Landeskontrollverband Rheinland-Pfalz und des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum) mit dem Ziel des Aufspürens möglicher Fehlerquellen durchgeführt wurden. Neben Milchproben wurden auch Tupferproben einbezogen. Untersucht wurden Effekte der Haupt- und der Zwischenreinigung.

Die Tupferproben wurden unmittelbar nach der Hauptreinigung sowie nach der Melkung der ersten und dritten Kuh entnommen. Als Kontrolle dienten konventionell melkende Betriebe mit Melkstand. In beiden Betriebsformen waren selbst nach der Hauptreinigung nicht alle Zitzenbecher keimfrei. Nur bei 34 % der geprüften Melkroboter erwiesen sich nach der Hauptreinigung alle Melkbecher als keimfrei, bei 28 % der Roboter fand sich nur ein mit Bakterien kontaminierter Zitzenbecher. Mit jeder weiteren Melkung steigt der Anteil der kontaminierten Becher von Kuh zu Kuh an. Nach dem Melken der ersten Kuh sind vor dem Ansetzen bei der zweiten Kuh lediglich 4 % aller Melkzeuge komplett keimfrei und nur 8 % wiesen drei keimfreie Zitzenbecher auf. Andererseits sind 38 % der Melkzeuge in allen vier Zitzenbechern mit Bakterien belastet. Nach dem Melken der dritten Kuh sinkt der Anteil der keimfreien Melkbecher weiter ab und es sind 92 % der Melkzeuge in mindestens zwei Zitzenbechern kontaminiert.

Abb. 44: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt auf den Spülköpfen, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Im optischen Vergleich der Ergebnisse einer Gesamtkeimzahlbestimmung der **Spülköpfe** beider Melkverfahren (konventionell und automatisch, Abb. 44) ist der deutlich geringere Gesamtkeimzahlgehalt der AMV-Proben zu erkennen. So besitzen die AMV-Proben neben einem weit niedrigeren Median ($\tilde{x}_{\text{KMV}} = 255.000$ KbE/Tupfer, $\tilde{x}_{\text{AMV}} = 13.000$ KbE/Tupfer) eine wesentlich reduzierte Streuung als die KMV-Proben. Auch die Variationsbreite verhält sich entsprechend. Für beide Verfahren weisen die ungleichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median auf eine schiefe Ausrichtung der Daten hin, wobei die Linkssteilheit bei den automatischen Melkverfahren noch deutlicher ausgeprägt ist als bei den konventionellen Verfahren.

Beim Vergleich der Resultate der Gesamtkeimzahlbestimmung (Abb. 45) fallen die Betriebe mit der Melkmethode der Firmen 4 und 6 durch eine sehr weite, ausreißerbedingte Streuung aus dem Rahmen. Die Werte aller anderen Firmen geben ein relativ homogenes Bild, ein Trend, der sich durch die z.T. sehr niedrigen Stichprobenzahlen (v.a. Firma Nr. 2) relativiert.

Unter Berücksichtigung aller Ergebnisse weisen die automatischen Melkverfahren auf den untersuchten Melkzeugen und Spülköpfen geringere Keimzahlen auf als die konventionellen Systeme.

Abb. 45: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung auf den Spülköpfen, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen

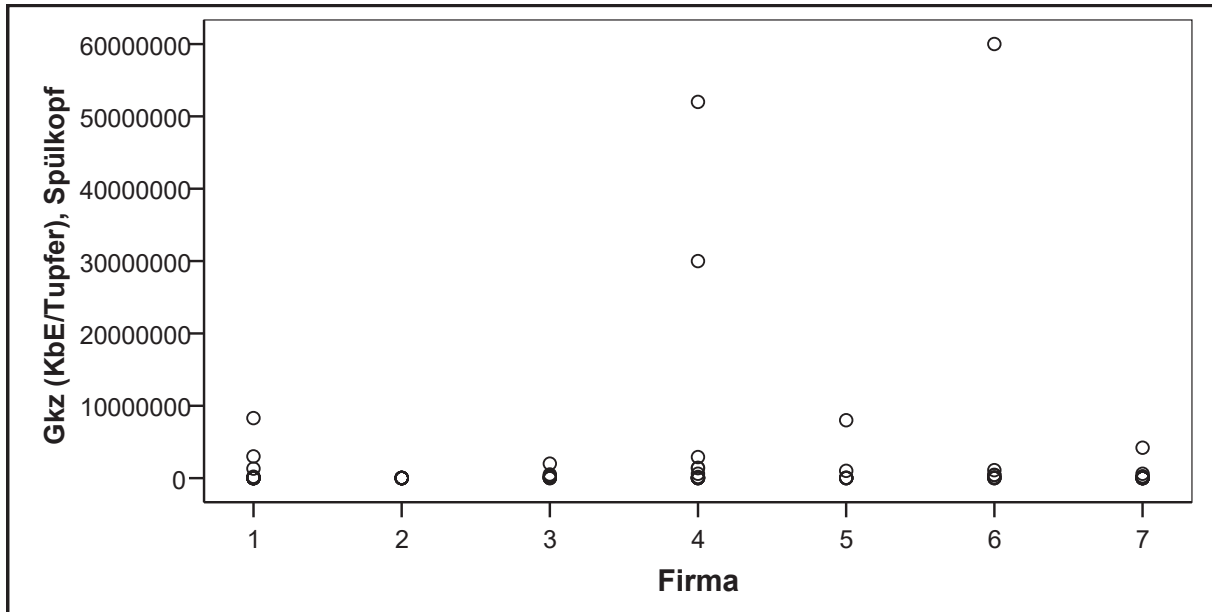
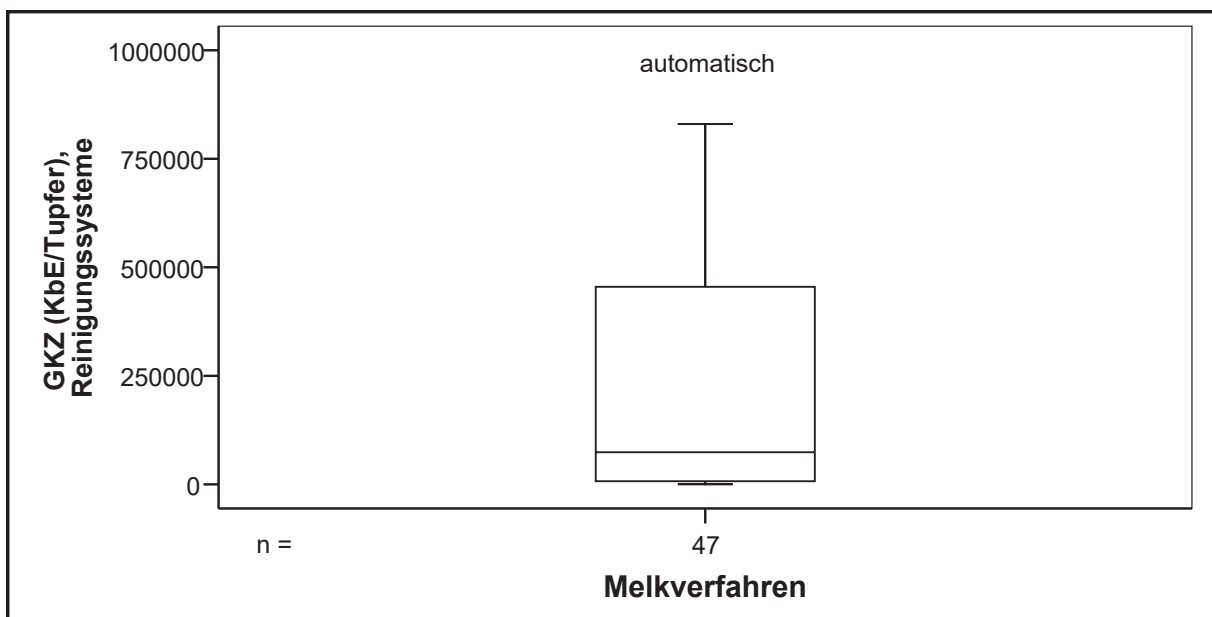
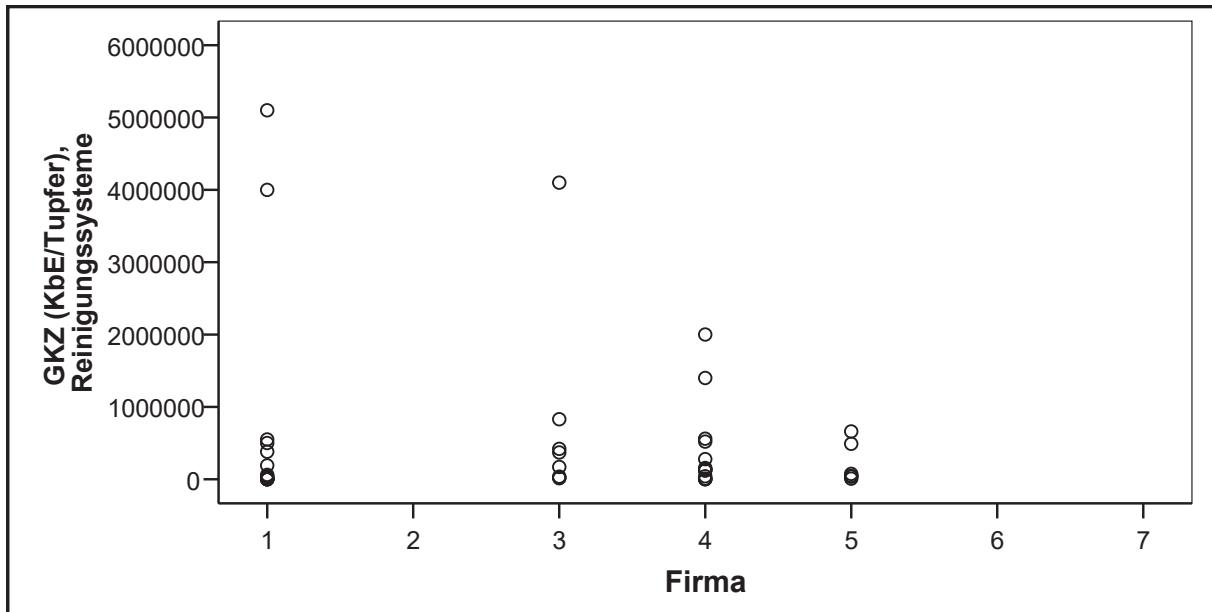


Abb. 46: Box-/Whiskerplot für den Gesamtkeimzahlgehalt auf den Reinigungssystemen der automatischen Melkverfahren



Bei der Darstellung der Ergebnisse der Gesamtkeimzahl der **Reinigungssysteme**, die nur bei den automatischen Melkverfahren vorhanden sind, fällt die große Streuung der Resultate ins Auge. Die unterschiedlichen Abstände der Quartile eins und drei zum relativ niedrigen Median ($\tilde{x}_{AMV} = 59.500$ KbE/Tupfer) sind mit einer deutlich rechtsschiefen Verteilung der Daten verbunden.

Abb. 47: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung der Reinigungssysteme, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



Bei der Betrachtung der firmenbezogenen Resultate des Gesamtkeimzahlvergleichs der Reinigungssysteme (vgl. Tab. 124) fallen die Ausreißer-bedingten, großen Spannweiten der Firmen 1 und 3 ins Auge. In geringerem Maße trifft dies auch auf die Firma 4 zu. Die restlichen Ergebnisse liegen relativ dicht beieinander. Die Produzenten Nr. 2 und 7 besitzen keine externen, Nr. 6 (konventionelles Melken) keine automatischen Reinigungssysteme und sind nur der Vollständigkeit wegen aufgeführt. Bei ersteren befinden sich die Reinigungssysteme im Melkbecher selbst, weshalb zum Vergleich des Reinigungszustandes hier die Gesamtkeimzahlen aus den Erhebungen (Zitzengummikopf, -schaft) heranzuziehen wären.

Zur Abklärung der Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen den Resultaten der Tupfer- und Milchproben gibt, wurden beide Datensätze in Relation gesetzt. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson zeigt einen hohen positiven Wert auf $|0,788|$, der auf einen direkten Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen hindeutet (Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 - zweiseitig - signifikant). Hohe Gesamtkeimzahlen auf den Reinigungssystemen weisen demnach tendenziell auf einen erhöhten Gesamtkeimzahlgehalt der Tankmilch hin.

Eine Erklärung könnte in der Tatsache liegen, dass die automatischen Melkverfahren nach wie vor nicht in der Lage sind, ihre Reinigungsintensität dem Verschmutzungsgrad der Euter bzw. Zitzen anzupassen. So werden von verunreinigten Eutern während deren Reinigung Schmutz und somit Keime abgelöst und umspülen, vermischt mit der Reinigungsflüssigkeit, die Zitzen. Während des Melkvorganges gelangen dann die an den Zitzen haftenden Reste in den Milchsammeltank. Eine weitere Ursache könnte in der mangelnden Reinigung/Desinfektion der Reinigungssysteme liegen. Dadurch besteht die Möglichkeit der Übertragung von Keimen der Reinigungseinrichtungen auf die nächste zu melkende Kuh. Eine mangelnde bzw. fehlerhafte Abführung der Spülflüssigkeit aus dem milchleitenden System und ein Einspülen von sich in diesem System vermehrenden Keimen in die ermolzene Milch könnte ein zusätzliches Risiko bilden.

PALLAS (2002) untersuchte den mikrobiologischen Status in einem automatischen Melksystem mit routierenden Lappen bzw. Bürsten zur Zitzenreinigung und stellte fest, dass eine Melkhygiene, die bei 180 Melkungen pro Melkzeug und pro Tag notwendig sei, mit der zur Zeit der Untersuchung vorherrschenden Ausstattung des Melkroboters nicht gewährleistet werden konnte. Die Zwischendesinfektion des Melkzeugs wurde als unbrauchbar und die Hauptreinigung in der Keimreduzierung als unzuverlässig bewertet. Die Antriebsblöcke der Bürsten und die Bürsten selber würden nicht ausreichend desinfiziert und deshalb eine Erregerübertragung von Kuh zu Kuh nicht verhindert. Desweiteren bestanden Defizite in der Erkennung von makroskopischen Sekretveränderungen, was die ausreichende Begutachtung des Vorgemelkes während des Untersuchungszeitraumes verhinderte. Zudem handelte es sich bei dem aus dem Vorgemelksstutzen nach der Melkung abgesondertem Sekret gar nicht um Vorgemelk. Somit konnte das bekanntermaßen keimreiche Vorgemelk nicht zur Diagnostik verwandt werden, sondern gelangte in den Milchtank.

In den folgenden Graphiken (Abb. 48–49) werden die unterschiedlichen Orte der Tupferproben-Entnahme zur besseren Einschätzung der Ergebnisse noch einmal vergleichend dargestellt. Es werden nur die Systeme dargestellt, die auf allen drei bzw. vier Entnahmeorten Ergebnisse über der Nachweisgrenze aufwiesen. Deutlich sind die Unterschiede zwischen den Kontaminationsgraden von Zitzengummikopf und -schaft zu erkennen (Abb. 48). Zudem ragen die Spülköpfe und Reinigungssysteme mit ihren hohen Keimzahlen hervor.

Abb. 48: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt aller drei Probenahmeorte (konventionelle und automatische Melksysteme)

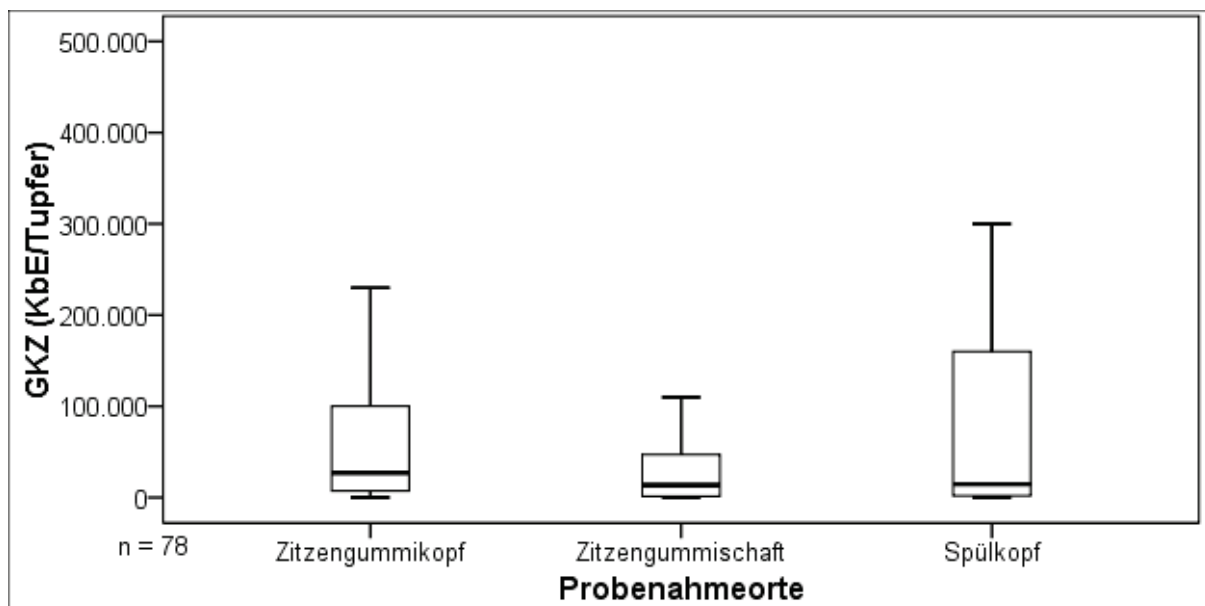
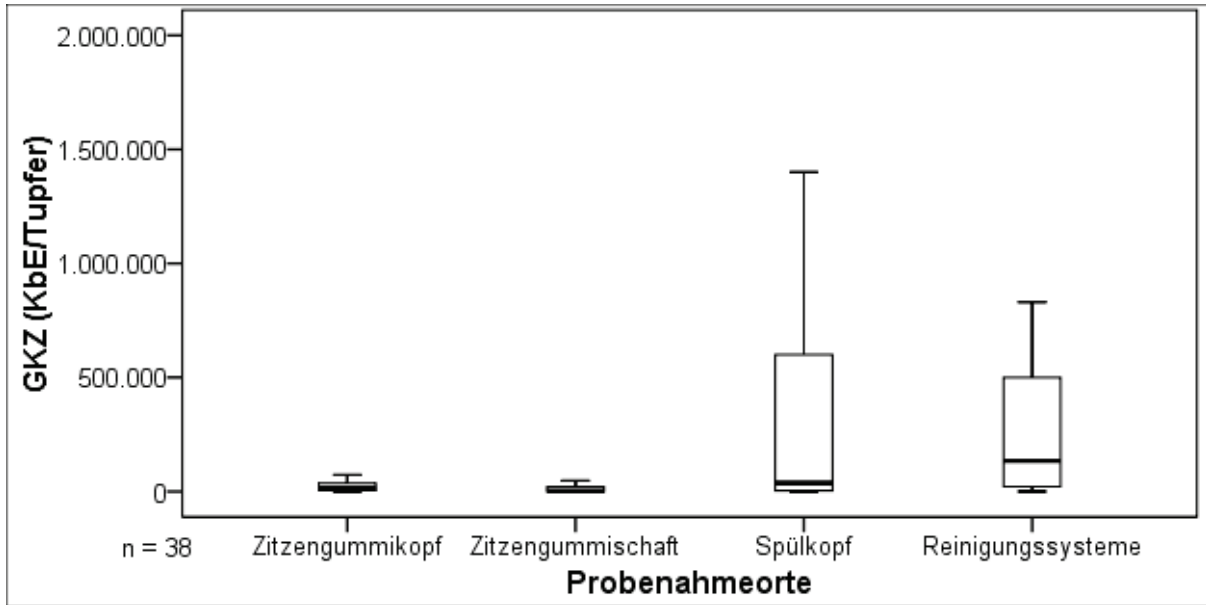


Abb. 49: Box- und Whiskerplots für den Gesamtkeimzahlgehalt aller vier Probenahmeorte (automatischen Melksysteme)



Die folgenden Graphiken (Abb. 50 bis 53) dienen der Visualisierung der Flora-Komponenten der Gesamtkeimzahlen auf den Zitzengummiköpfen (Abb. 50), -schäften (Abb. 51), Spülköpfen (Abb. 52) und Reinigungssystemen (Abb. 53). Keimarten, die weniger als ein Prozent der Gesamtsumme ausmachen, wurden zur besseren Übersicht unter dem Begriff „Andere“ zusammengefasst. Angegeben sind die sich aus den jeweiligen Einzelwerten ergebenden Summen aller Systeme.

Abb. 50: graphischer Überblick über die Summe der Florakomponenten (Σ) auf den Zitzengummiköpfen aller beteiligten Melkverfahren (n = 104)

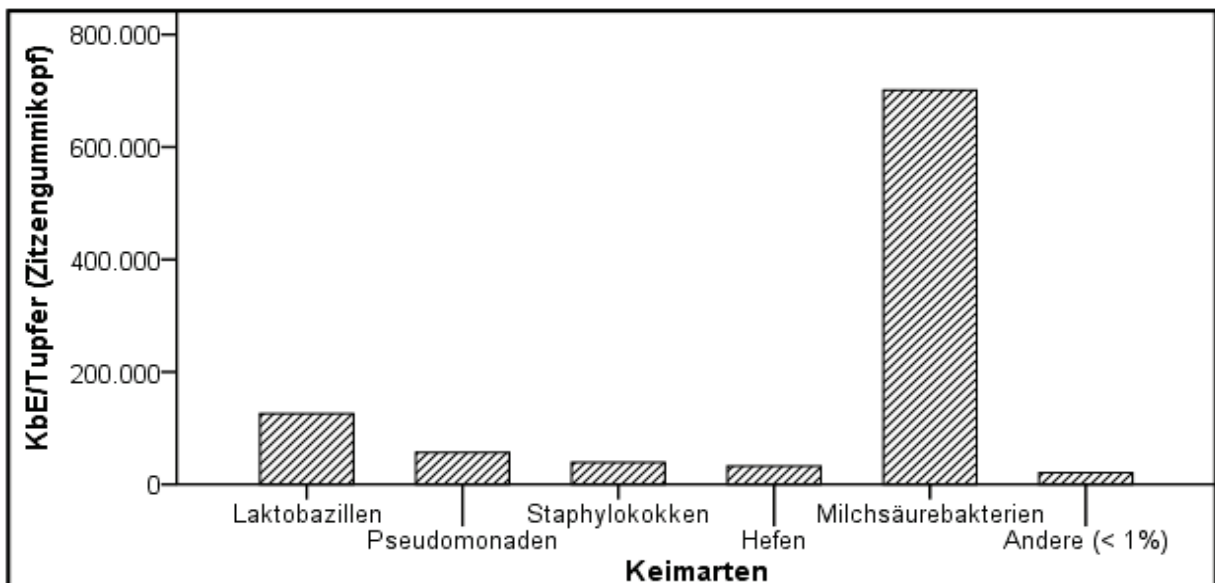


Abb. 51: graphischer Überblick über die Summe der Florakomponenten (Σ) auf den Zitzengummischäften aller beteiligten Melkverfahren (n = 103)

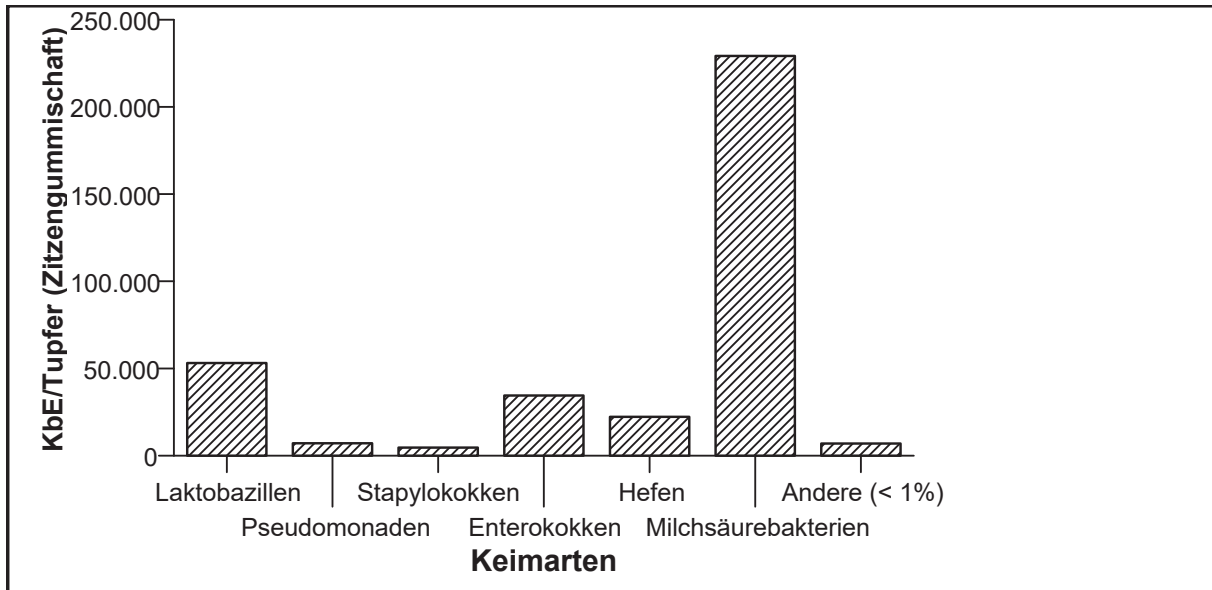


Abb. 52: graphischer Überblick über die Summe der Florakomponenten (Σ) auf den Spülköpfen aller beteiligten Melkverfahren (n = 98)

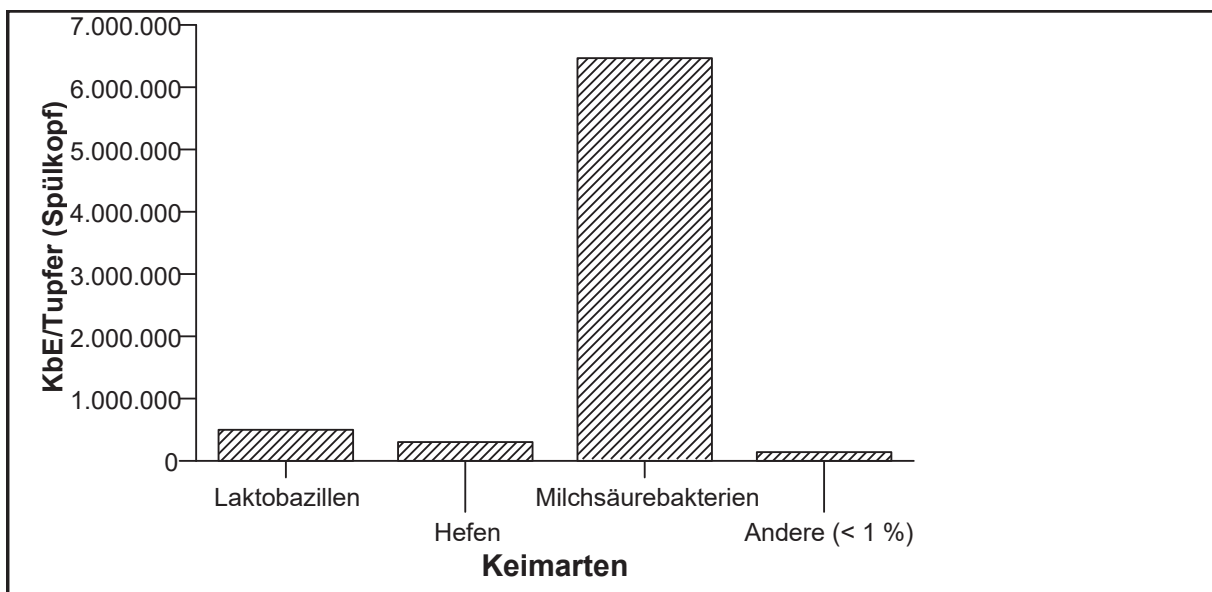
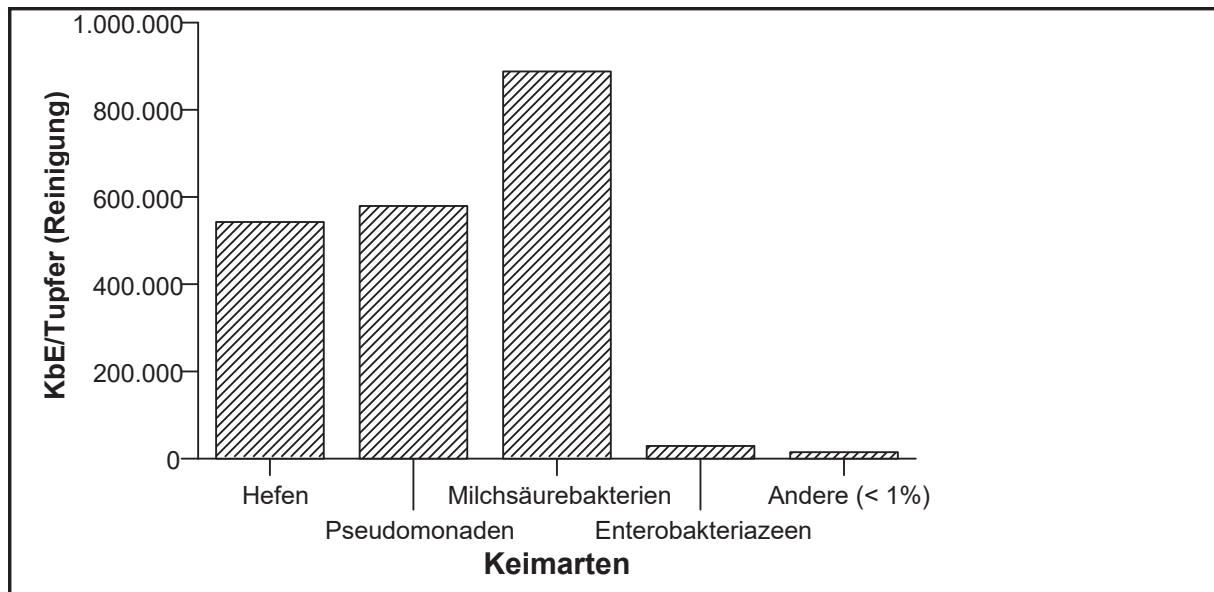


Abb. 53: graphischer Überblick über die Summe der Florakomponenten (Σ) auf den Reinigungssystemen aller beteiligten Melkverfahren (n = 55)



Die Milchsäurebakterien sind erwartungsgemäß bei allen vier Probenahmestellen vertreten und stellen zahlenmäßig die stärkste Keimfraktion dar. Die technisch bedingt nah beieinander liegenden Orte Zitzengummikopf und -schaft weisen mit Ausnahme der Enterokokken, die sich nur auf den Zitzengummischäften in geringer Menge nachweisen ließen, das gleiche relevante Keimspektrum auf (Laktobazillen, Pseudomonaden, Staphylokokken, Enterokokken, Hefen, Milchsäurebakterien und „Andere“ auf). Auch die Mengenrelationen verhalten sich ähnlich.

Laktobazillen, Hefen und die nicht näher definierten anderen Keimarten spiegeln neben den zahlenmäßig deutlich herausragenden Milchsäurebakterien, welche die Hauptkeimflora darstellen, das Keimspektrum auf den Spülköpfen wieder. Pseudomonaden sind hier, im Gegensatz zu den anderen Probeentnahmestellen, nicht relevant vertreten. Auch fehlen Staphylokokken und Enterokokken, die an anderen Orten zumindest teilweise vorkommen.

Ein spezifisches Spektrum weist die Keimbesiedlung der Reinigungssysteme auf. Während Laktobazillen im Gegensatz zu den anderen Probenahmeorten keine Rolle spielen, sind hier Pseudomonaden und Hefen zahlenmäßig sehr stark vertreten. Hier spielen auch, konträr zu den anderen Untersuchungselementen, Enterobakteriazeen eine Rolle.

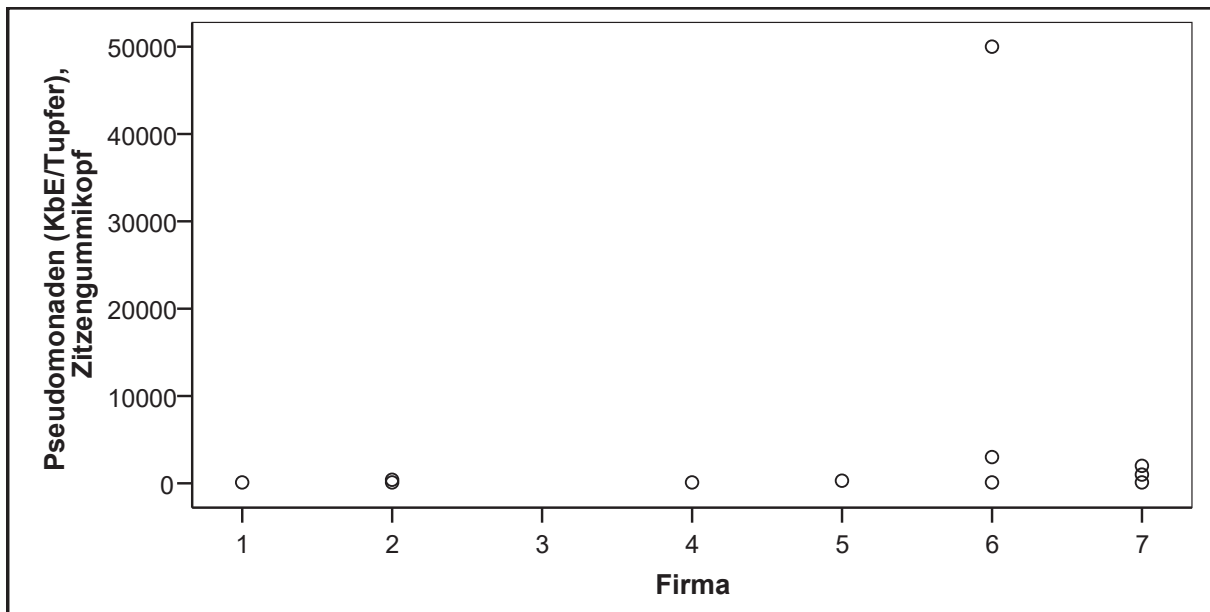
Im Folgenden wird näher auf die hygienisch und gesundheitlich relevanten Keime dieser Erhebung (Pseudomonaden, Enterobakteriazeen, Staphylokokken und Enterokokken) eingegangen. Desweiteren befasst sich eine kurze Abhandlung mit in Anlehnung an den Ergebnisteil „Milch“ mit den hier unter die Kategorie „Andere“ fallenden Keimspezies sulfitreduzierende Anaerobier, *Bacillus cereus* sowie Salmonellen und Listerien.

3.2.3.1.2 Pseudomonaden

Pseudomonaden können auf allen vier untersuchten Melksystemkomponenten (Zitzengummikopf, -schaft, Spülkopf und Reinigungssystem) nachgewiesen werden, wobei sie bei den Spülköpfen anteilig unter 1% der Gesamtkeimzahl liegen. Eine ausführliche statistische Auswertung ist im Anhang (Tabellen 77 ff) nachzulesen. Einen kurzen Einblick in die Belastungsdichte gibt der Median mit Werten von $\tilde{x} = 200\text{--}700$ KbE/Tupfer.

Beim Vergleich der nur in wenigen Fällen positiven Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung auf den **Zitzengummiköpfen** beider Melkverfahren (Tab. 77–78) weisen die KMV-Proben einen insgesamt deutlich höheren Pseudomonadengehalt auf. Zudem stechen die gravierenden Unterschiede in Bezug auf die Streuung ($s_{AMV} = \pm 675$, $s_{KMV} = \pm 28.010$) und die Maxima $x_{\max AMV} = 2.000$, $x_{\max KMV} = 50.000$ hervor. Die Werte der automatischen Melkverfahren gruppieren sich so eng um den Median ($\tilde{x} = 200$) dass sie fast mit ihm zusammenfallen und somit von einem annähernd symmetrischen Verlauf der Daten gesprochen werden kann. Die Daten der konventionellen Systeme weisen eine deutlich rechtsschiefe Verteilung auf ($\tilde{x} = 3.000$, $\bar{x} = 17.700$). Eine vergleichende Darstellung in Form von Boxplots ist aufgrund der niedrigen Nachweisquote ($n = 3$) bei den konventionellen Systemen nicht möglich.

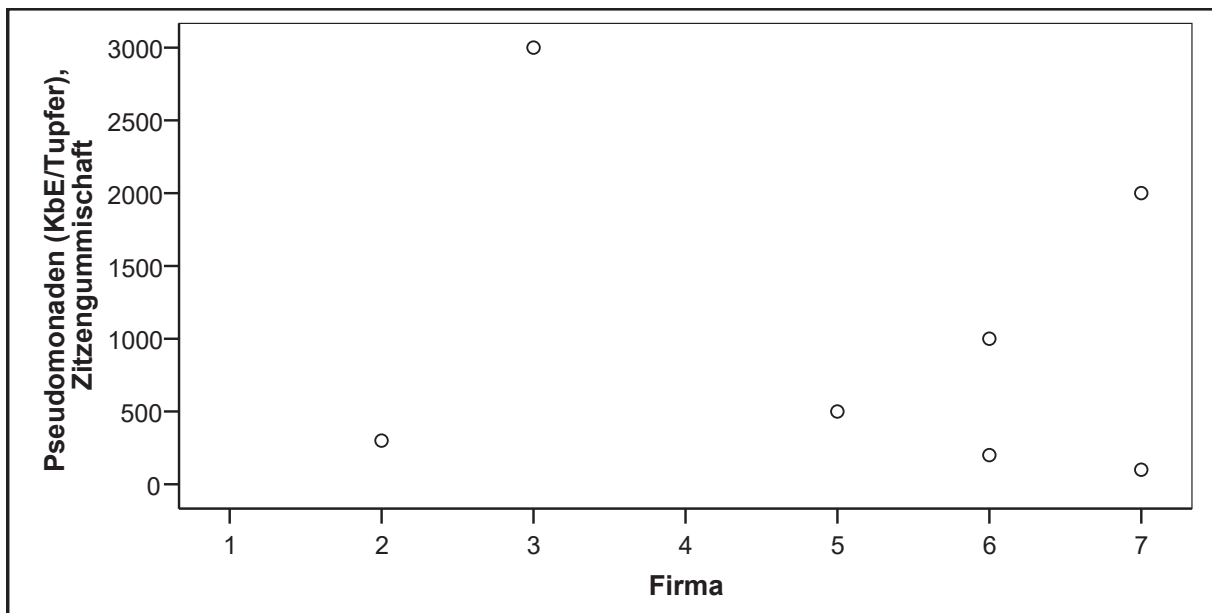
Abb. 54: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung auf den Zitzengummiköpfen, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



Bei dieser Darstellung zeigt sich -bis auf die ausreißerbedingte, breite Streuung der Ergebnisse der Betriebe mit den Melkverfahren der Firma Nr. 6 ein recht harmonisches, durch relativ niedrige Werte charakterisiertes Bild. Dieser Trend relativiert sich durch die geringe Anzahl an positiven Ergebnissen. Bei den Melkverfahren der Firma Nr. 3 konnten auf den Zitzengummiköpfen keine Pseudomonaden nachgewiesen werden.

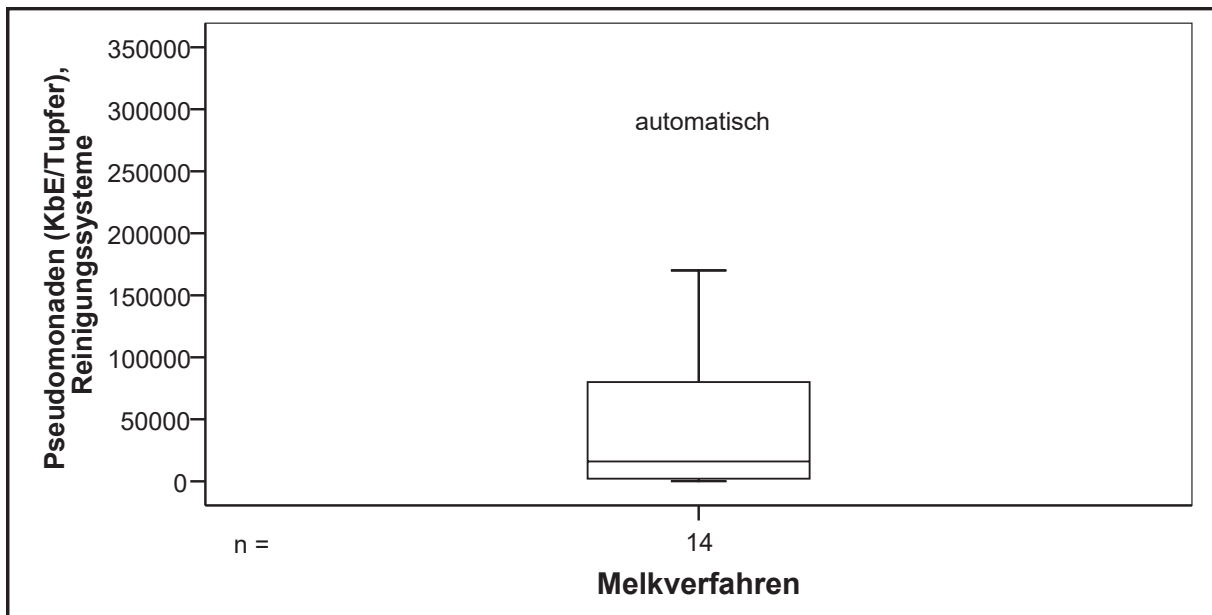
Bei Betrachtung der Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung (Tab. 93–94) auf den **Zitzengummischäften** weisen Betriebe mit den automatischen Melkverfahren einen deutlich höheren Gehalt an Pseudomonaden auf den Schäften auf als Betriebe, die mit konventionellen Methoden melken. Bei einem annähernd identischen Median ($\tilde{x}_{\text{KMV}} = 600 \text{ KbE/Tupfer}$, $\tilde{x}_{\text{AMV}} = 500 \text{ KbE/Tupfer}$) zeigen die Daten der automatischen Melkverfahren eine große Streuung ($s_{\text{AMV}} = \pm 1264$). Während die enge Verteilung der Daten um den Median bei den konventionellen Systemen (u.a. $s_{\text{KMV}} = \pm 566$, $\bar{x}_{\text{KMV}} = 600$) auf eine symmetrische und zugleich enge Verteilung der Daten hindeutet, liegt eine markante Rechtsschiefe bei den automatischen Melkverfahren vor ($\tilde{x} = 500$, $\bar{x} = 1.180$). Wie bereits bei den Zitzengummiköpfen erwähnt, ist auch hier eine vergleichende Darstellung der Ergebnisse in Form von Boxplots nicht möglich.

Abb. 55: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung auf den Zitzengummischäften, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



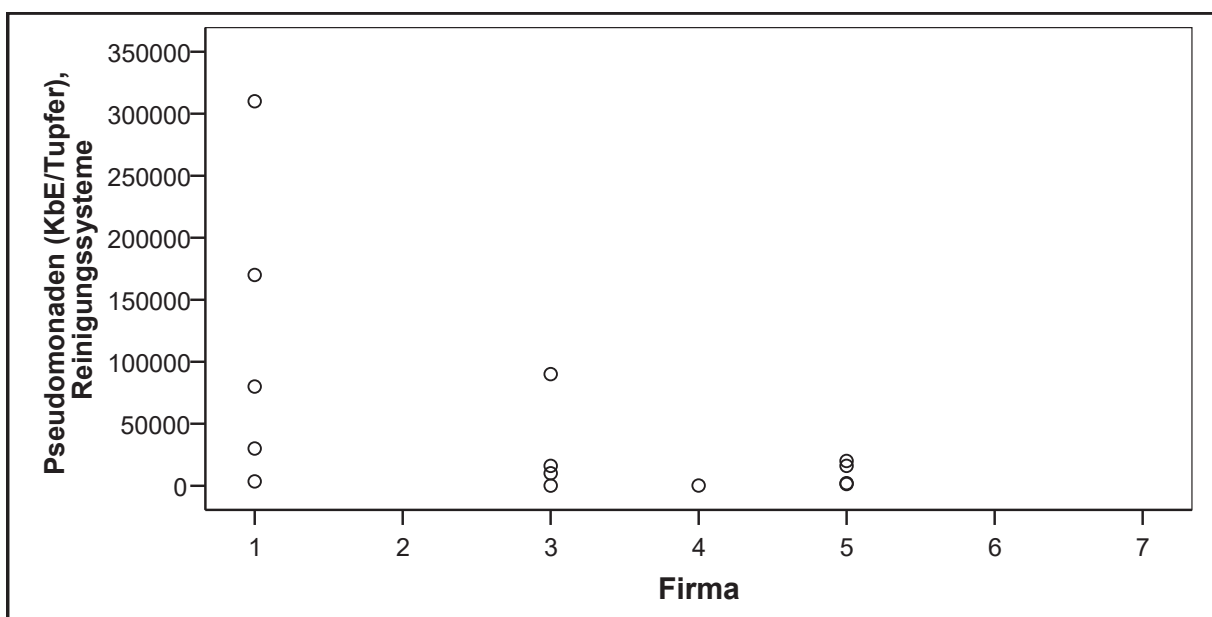
Der Vergleich der Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung auf den Zitzengummischäften liefert ein recht inhomogenes, durch wenig positive Proben geprägtes Bild. Bei den Melkverfahren der Firmen 1 und 4 konnten auf den Zitzengummiköpfen keine Pseudomonaden nachgewiesen werden.

Abb. 56: Box- und Whiskerplot für den Pseudomonadengehalt auf den Reinigungssystemen, bezogen auf die automatischen Melkverfahren



Bei der Darstellung der Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung auf den **Reinigungssystemen** lassen die ungleichen Abstände der Quartile 1 und drei zum relativ tief liegenden Median ($\tilde{x}_{AMV} = 10.250$ KbE/Tupfer) eine rechtsschiefe Verteilung der Daten erkennen.

Abb. 57: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung der Reinigungssysteme, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen

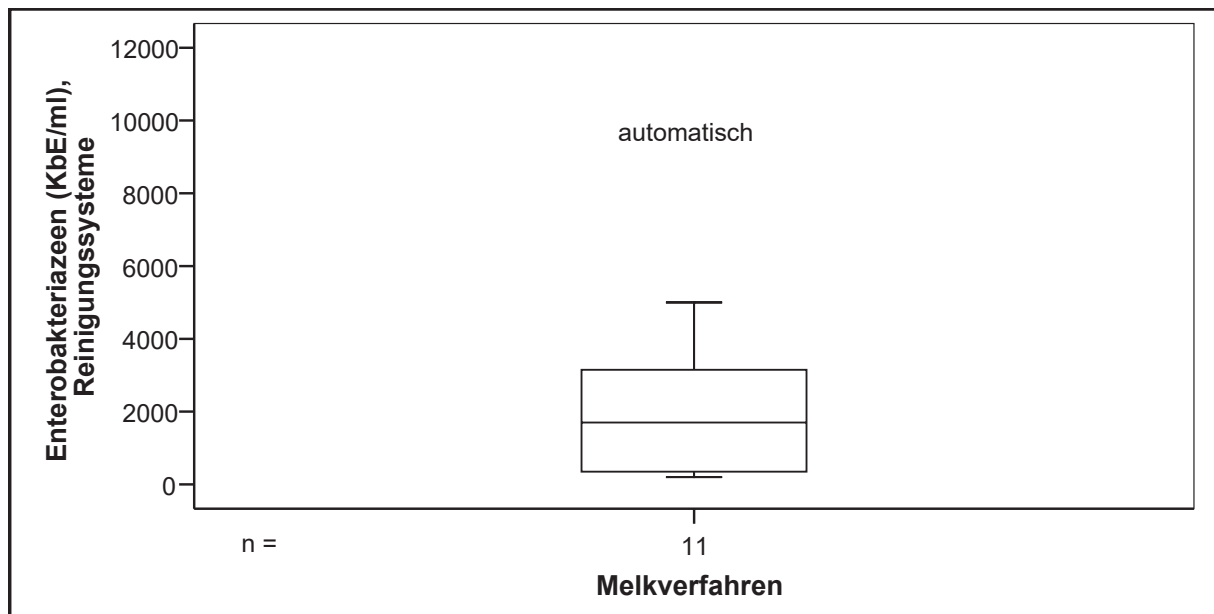


Beim Vergleich der Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung an den Reinigungssystemen auf Firmenebene (Abb. 57) fallen v.a. die Betriebe mit den Melkverfahren Nr. 1 durch ihre große, ausreißerbedingte Spannweite und Streuung der Ergebnisse auf. Ansonsten liegen die Einzeldaten bis auf einen Extremwert der Nr. 3 relativ nahe beieinander. Betriebe mit Melkverfahren nach Nr. 2, 6 und 7 sind nur aufgrund der Vollständigkeit der Skalierung aufgeführt, verfügen aber über kein externes Reinigungssystem. Hier müssten zum Vergleich die Ergebnisse der Tupferproben aus Zitzengummikopf und -schaft herangezogen werden.

3.2.3.1.3 Enterobakteriazeen

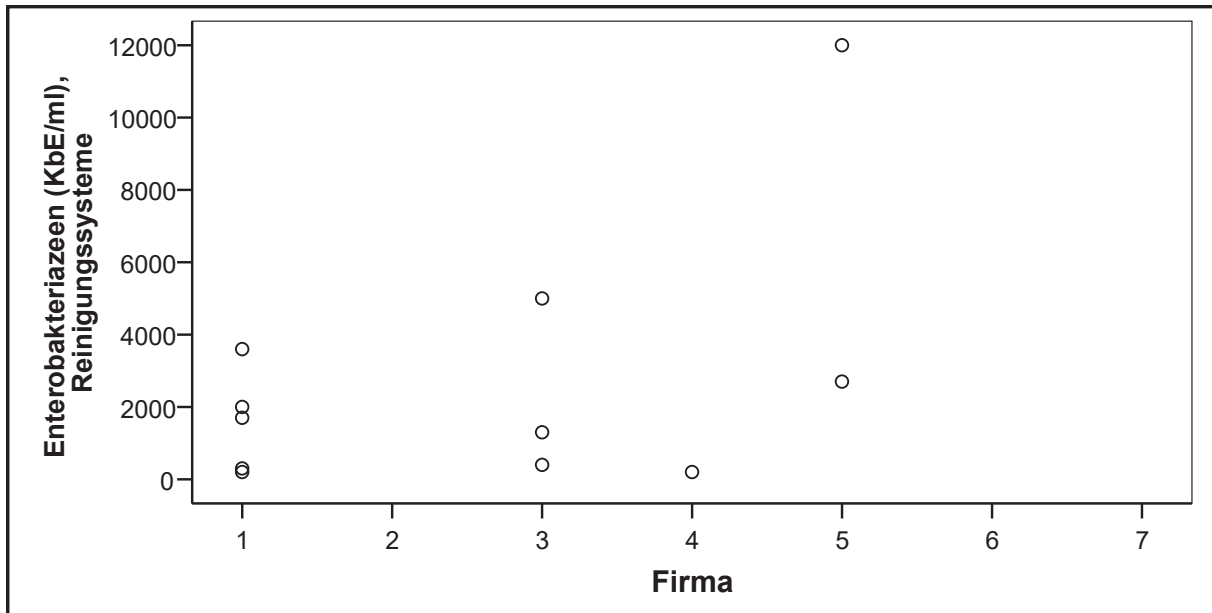
Enterobakteriazeen können, wie die Pseudomonaden, auf allen vier Systemkomponenten (Zitzengummikopf, -schaft, Spülkopf und Reinigungssysteme) nachgewiesen werden, wobei sie nur bei den Reinigungssystemen mehr als 1 % der Gesamtkeimzahl ausmachen und deshalb graphisch veranschaulicht werden. Als Orientierungspunkt für die Betrachtung der Ergebnisse in Bezug auf die ersten drei aufgeführten Systemkomponenten ist deren Median der Enterobakteriazeenbestimmung aufgeführt, der in einer Größenordnung von $\tilde{x} = 100\text{--}700$ KbE/Tupfer und somit eine 10er Potenz unter dem der Reinigungssysteme liegt.

Abb. 58: Box- und Whiskerplot für den Enterobakteriazeengehalt auf den Reinigungssystemen, bezogen auf die automatischen Melkverfahren



Die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung weisen mit den gleichgroßen Abständen der Quartile eins und drei zum Median ($\tilde{x}_{AMV} = 1.350$ KbE/Tupfer) auf eine nahezu symmetrische Verteilung der Daten hin, wobei das Maximum deutlich über das 1. Quartil herausragt.

Abb. 59: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung der Reinigungssysteme, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



Aus Abb. 59 ist deutlich abzulesen, dass sich die Maximum-betonte Spannweite und Streuung der Ergebnisse auf Ausreißer der Betriebe mit Melkverfahren der Firmen 3 und v.a. 5 zurückführen lässt. Die übrigen Werte weisen ein inhomogenes, in sich abgestuftes Bild auf, das der geringen Zahl an Daten geschuldet sein mag.

3.2.3.1.3.1 Coliforme Keime

Coliforme Keime konnten in neun Fällen auf den Reinigungssystemen nachgewiesen werden. Auch die Untersuchung auf den drei weiteren Systemkomponenten erbrachte insgesamt 15 positive Ergebnisse, die aber allesamt unter 1 % des Gesamtkeimzahlgehaltes liegen und nicht weiter erläutert werden sollen. Der Median dieser Restkomponenten liegt zwischen $\tilde{x} = 200\text{--}400$ KbE/Tupfer und somit in der gleichen Größenordnung wie das Resultat auf den Reinigungssystemen. Die entsprechende Statistik ist im Anhang (Tabellen 123 bis 132) aufgeführt. Auf den Sitzgummischäften der konventionellen Melkverfahren konnten keine coliformen Keime nachgewiesen werden.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Coliformenbestimmung (Abb. 60) fallen die unterschiedlichen Abstände der Quartile eins und drei zum Median von $\tilde{x} = 450$ KbE/Tupfer auf, womit sich eine Linkssteilheit der Daten andeutet. Das Maximum fällt mit dem 3. Quartil zusammen.

Abb. 60: Box- und Whiskerplot für den Gehalt an coliformen Keimen auf den Reinigungssystemen, bezogen auf die automatischen Melkverfahren

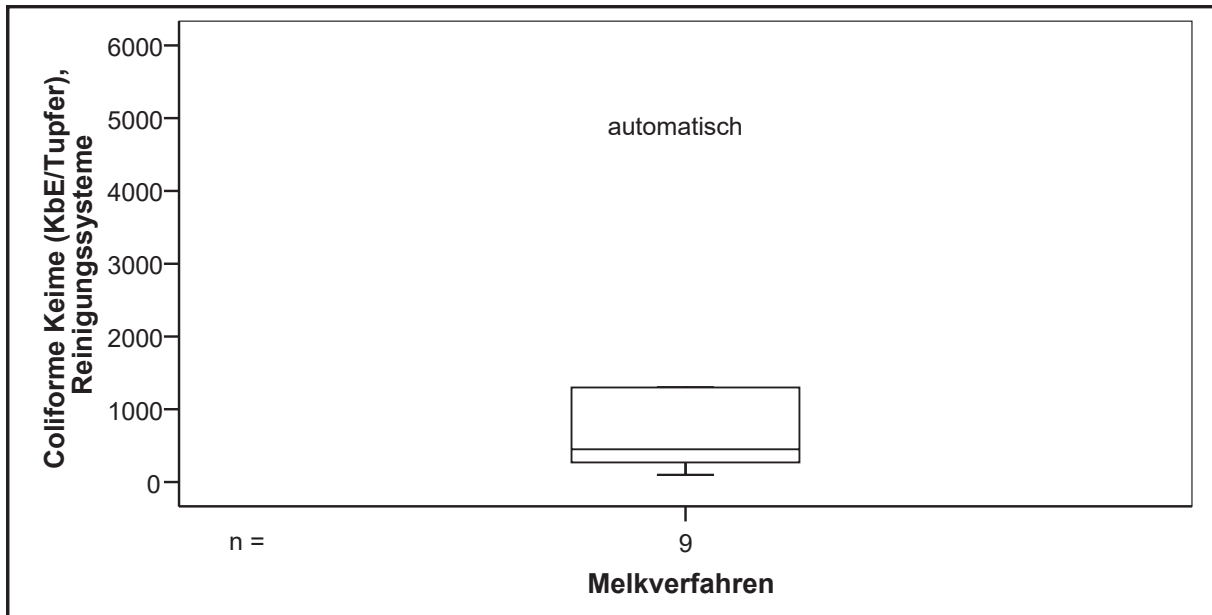
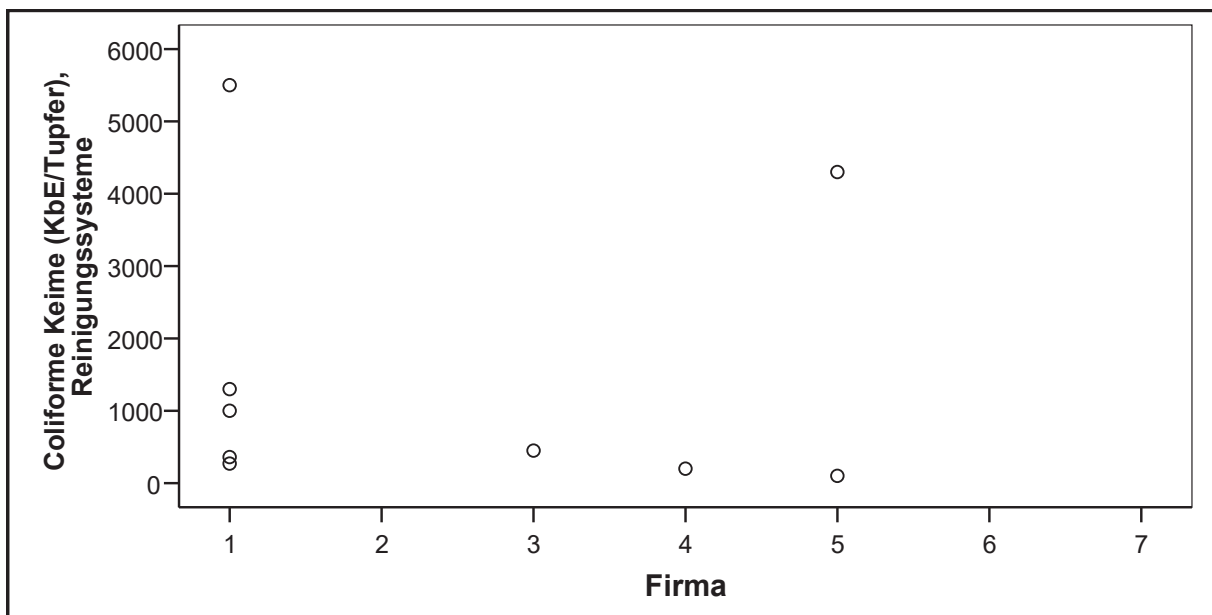


Abb. 61: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Coliformenbestimmung der Reinigungssysteme, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen

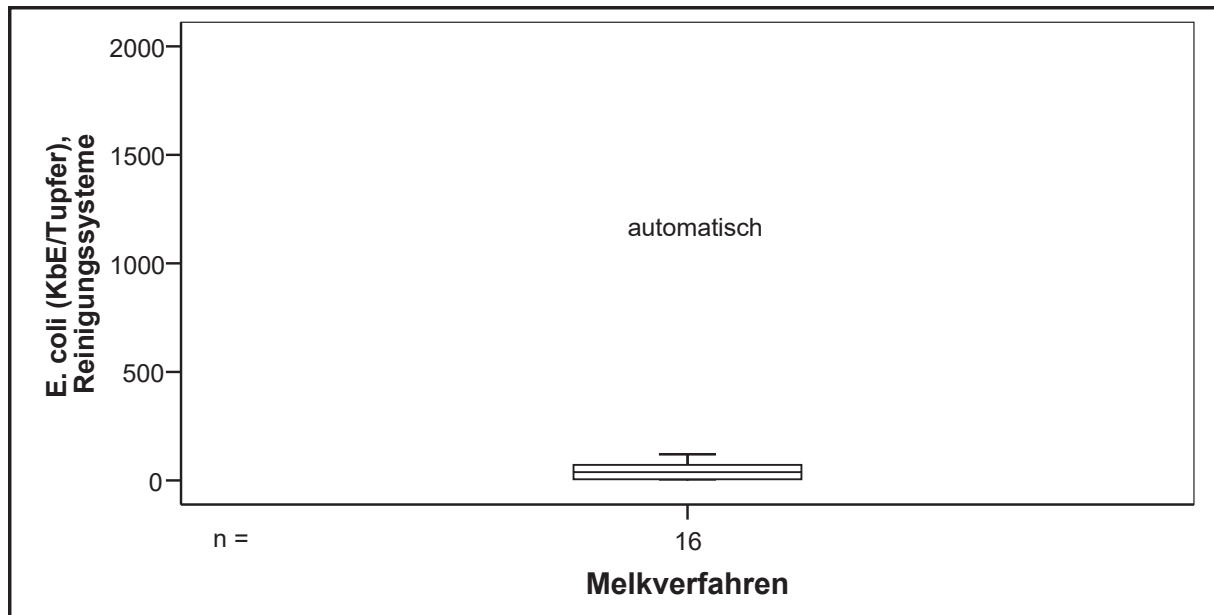


Beim Vergleich der Ergebnisse der Coliformenbestimmung auf Firmenebene zeigt sich bei den Fabriken Nr. 1 und 5 eine ausreißerbedingte, große Streuung der Daten. Die restlichen Ergebnisse der Untersuchung liegen - wohl auch wegen des geringen Stichprobenumfangs - relativ dicht beieinander. Bei den Firmen 2, 6, und 7 müssen, wie bei den vorherigen Darstellungen der Reinigungssysteme, die Ergebnisse der Coliformenbestimmung auf den Zit-zengummiköpfen und -schäften als Anhaltspunkt herangezogen werden.

3.2.3.1.3.2 *Escherichia (E.) coli*

Der Nachweis von *E. coli* auf den Reinigungssystemen gelang in 16 Fällen ($\tilde{x}_{AMV} = 5$ bis 93 KbE/Tupfer), in 53 weiteren Proben der übrigen Systemkomponenten war der Nachweis auf unterschiedlichem Niveau ebenfalls erfolgreich, wenn auch die Ergebnisse unter 1 % der Gesamtkeimzahl auf den jeweiligen Systemkomponenten ausmachen und deswegen nur im Anhang (Tab. 87, 103, 130) aufgeführt werden. Einzig auf den Spülköpfen der konventionellen Melkverfahren konnte *E. coli* nicht nachgewiesen werden.

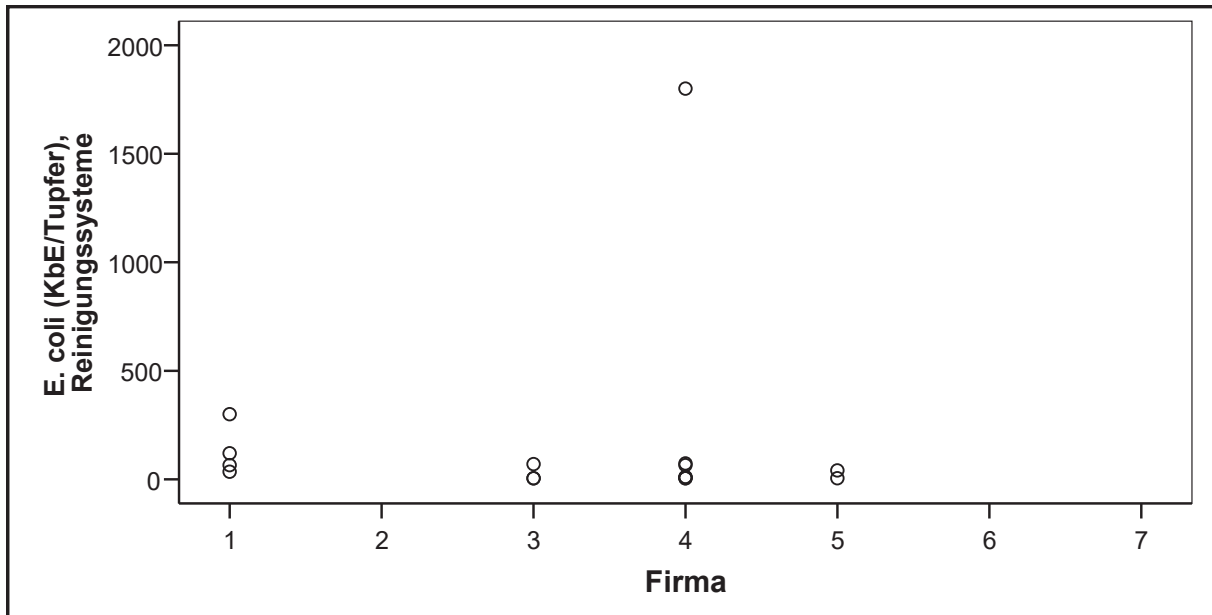
Abb. 62: Box- und Whiskerplot für den *E. coli*-Gehalt der Reinigungssysteme, bezogen auf die automatischen Melkverfahren



Bei der Betrachtung der Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung zeigt sich eine sehr symmetrische Verteilung der Daten, wie sich an den gleichen Abständen der Quartile eins und drei zum Median, der bei $\tilde{x}_{AMV} = 28$ KbE/Tupfer liegt, zu sehen ist. Ansonsten befinden sich die restlichen Werte aller Firmen dicht beieinander und bedingen, wie auf dem Boxplot ersichtlich, nur eine geringe Streuung der Ergebnisse.

In Abb. 63 lässt die bis auf den Ausreißer der Firma Nr. 4, der zu einer starken Streuung der Daten führt, eine recht homogene, auf relativ geringem Niveau liegende Verteilung der Daten erkennen. Auch hier sind die Firmen Nr. 2, 6 und 7 nur aus darstellerischen Gründen aufgeführt. Zum Vergleich müssen die Daten aus der Erhebung (Zitzengummikopf, -schaft) herangezogen werden.

Abb. 63: graphischer Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung der Reinigungssysteme, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen

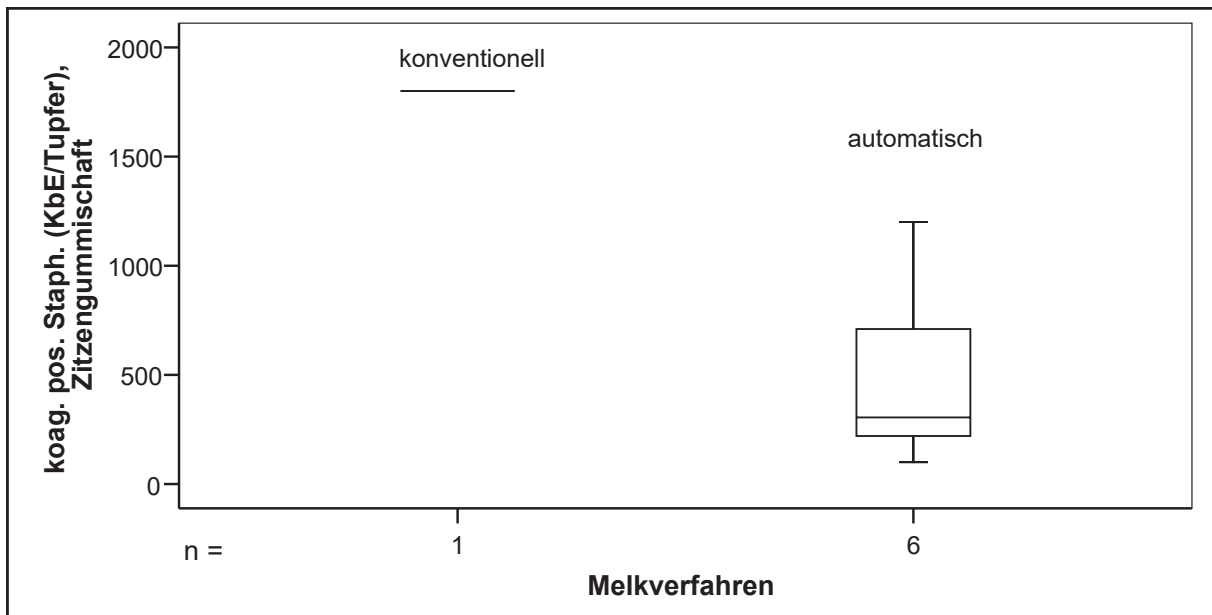


Der insgesamt geringe Anteil an *E. coli* in Bezug auf die Gesamtkeimzahl mit relativ niedrigen Werten weist tendenziell in die gleiche Richtung wie die nachfolgend beschriebene Erhebung von INGHAM und MITCHELL (2013). Diese untersuchten die Oberflächen von Leitungen und Melkgerätschaften in einem Melksystem über mehrere Probenahmeterminale und an verschiedenen Stellen des Systems. Die Areale wurden direkt im Anschluss an das Melken, die Reinigung aller Oberflächen sowie 7 Stunden später mittels Tupferproben untersucht. In keinem Fall konnte eine *E. coli*-Kontamination in Melkbechern, die in Kontakt mit den Eutern der Milchkühe kamen, nachgewiesen werden. Eine nicht signifikante, niedrige Konzentration von *E. coli* fand sich in den Leitungen.

3.2.3.1.4 Koagulase positive Staphylokokken

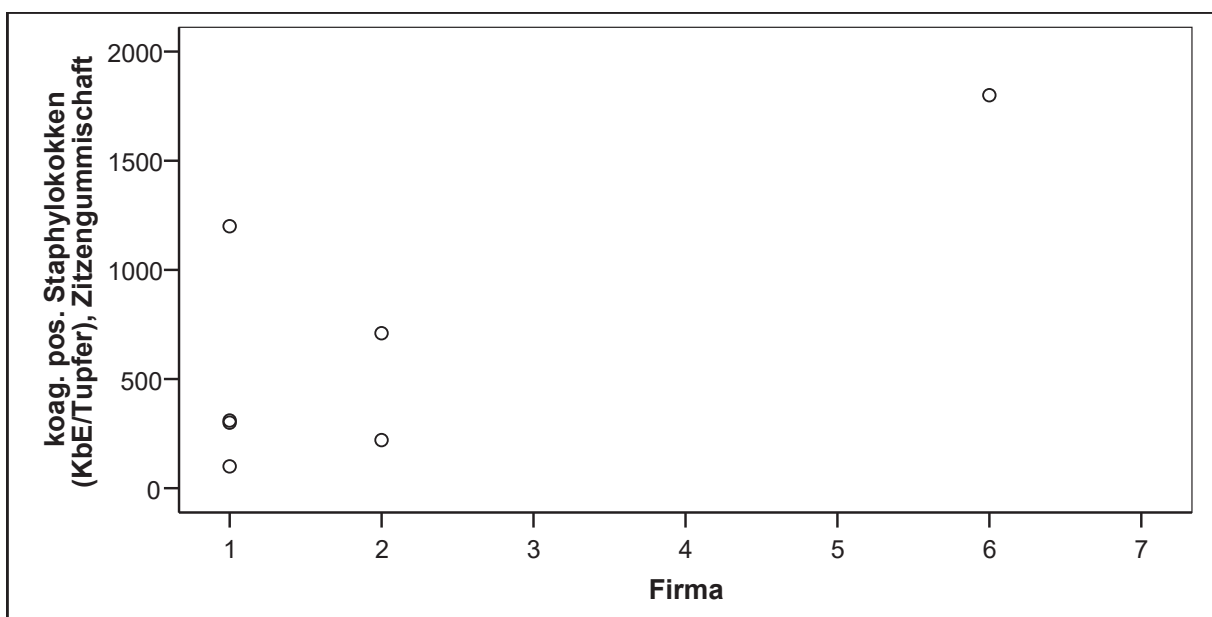
Koagulase positive Staphylokokken konnten sowohl bei den konventionellen als auch bei den automatischen Melkverfahren jeweils nur in einem Fall auf den Zitzengummiköpfen isoliert werden ($\tilde{x}_{KMV} = 38.000$ KbE/Tupfer, $\tilde{x}_{AMV} = 1.300$ KbE/Tupfer). Sowohl auf den Spülköpfen als auch auf den Reinigungssystemen war diese Keimspezies nicht nachzuweisen.

Abb. 64: Box- und Whiskerplots für den Gehalt an Koagulase positiven Staphylokokken auf den Zitzengummischäften, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Der Median $\tilde{x}_{AMV} = 305$ KbE/Tupfer liegt bei den automatischen Melkverfahren relativ niedrig. Die Verteilung der Daten ist durch eine relativ große Spannweite und eine deutliche Rechtsschiefheit geprägt. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der konventionellen Techniken verbietet sich, da hier nur ein positiver Wert (1800 KbE/Tupfer) vorliegt.

Abb. 65: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Koagulase positive Staphylokokken-Bestimmung auf den Zitzengummischäften, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



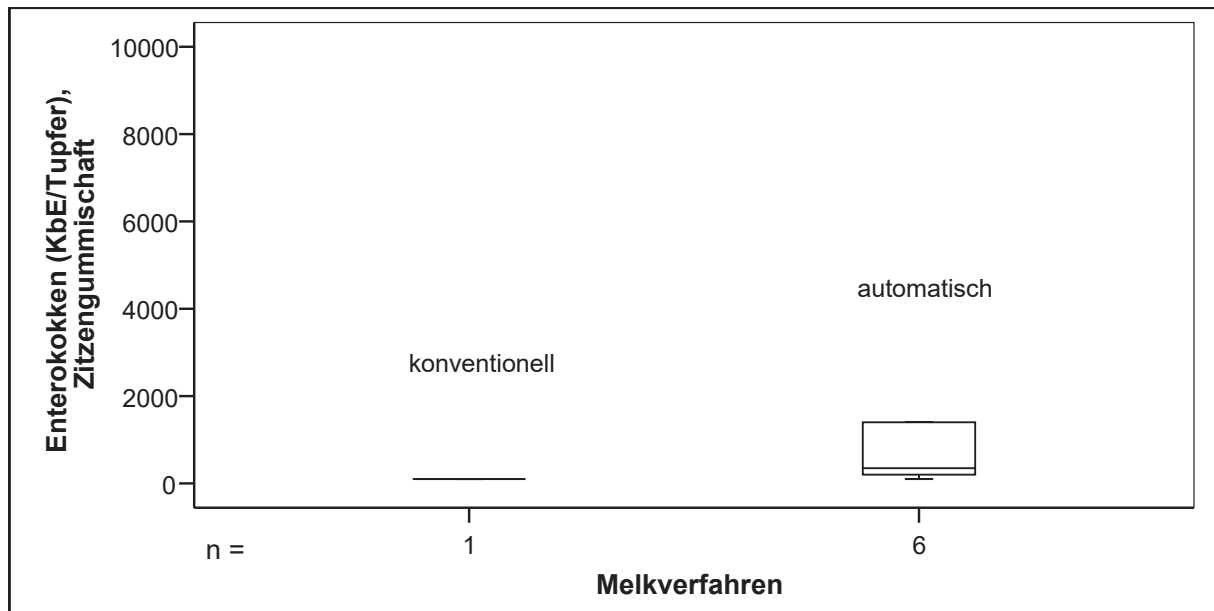
Bei der vergleichenden Darstellung der wenigen positiven Ergebnisse (Abb. 65) fallen die durch Ausreißer bedingte, großen Unterschiede in der Spannweite und der Daten in das Auge. Aus dem Rahmen fällt der hohe (Maximal)-Wert der Melkverfahren mit der Nr. 6. Bei den Betrieben mit den Melkverfahren Nr. 3, 4, 5 und 7 lagen nur negative Resultate vor.

JUNEJA und PAL (1975) untersuchten in ihrer Studie die Quellen für das Vorkommen von Staphylokokken in Büffelmilch. Dazu wurden Tupferproben von verschiedenen Arealen des Euters und der Zitzen, von Milchfiltern und Melkerhänden genommen sowie zusätzlich die Milch selbst untersucht. Die Hauptquelle für Staphylokokken bildete der Milchfilter, danach folgten die ungewaschenen Melkerhände, die Eutervorderviertel, die Zitzenoberflächen und anschließend die Hinterviertel. Die gewaschenen Melkerhände hatten signifikant geringere Keimzahlen vorzuweisen.

3.2.3.1.5 Enterokokken

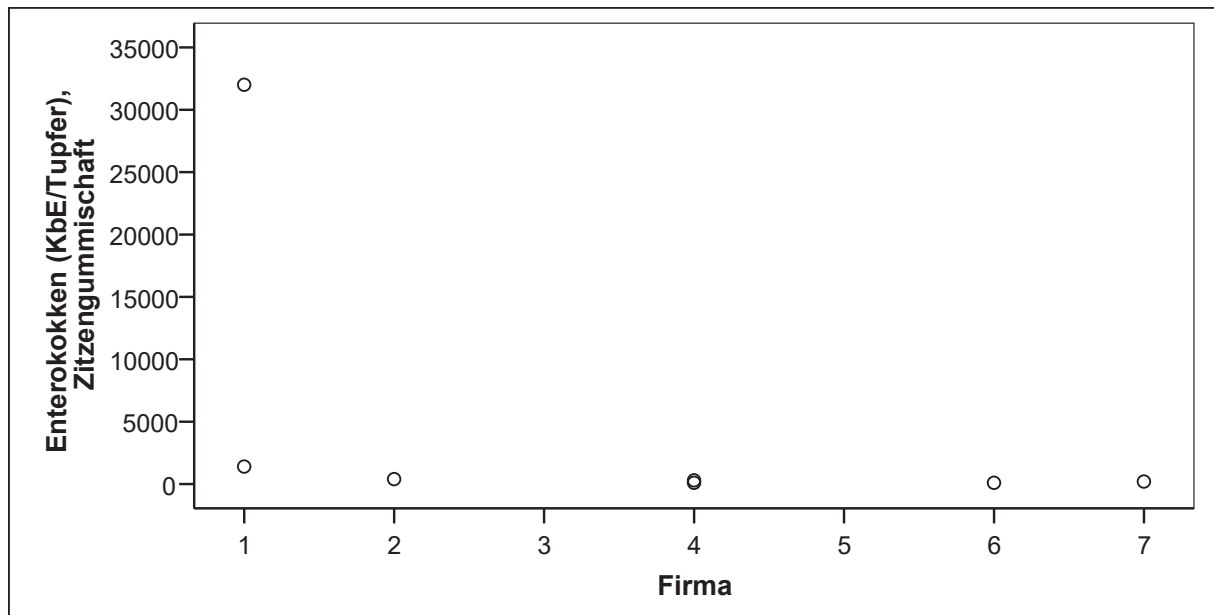
Der Nachweis von Enterokokken gelang auf den Zitzengummiköpfen und -schäften beider Melkverfahrenstypen und den Spülköpfen der automatischen Melktechniken. Der Median liegt auf den Zitzengummi- und Spülköpfen zwischen $\tilde{x} = 100\text{--}800$ KbE/Tupfer und somit z.T. etwas höher als auf den Zitzengummischäften ($\tilde{x} = 350$ KbE/Tupfer).

Abb. 66: Box- und Whiskerplots für den Enterokokken-Gehalt der Zitzengummischäfte, bezogen auf die verschiedenen Melkverfahren



Beim Nachweis der Enterokokken auf den Zitzengummischäften zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei dem entsprechenden Nachweis von Koagulase positiven Staphylokokken. Auch hier konnten nur in einem Fall Enterokokken bei einem konventionellen Melkverfahren nachgewiesen werden (100 KbE/Tupfer). Der Boxplot, der für die automatischen Melkverfahren erstellt wurde, weist eine geringe Spannweite der Daten mit einem niedrigen Median $\tilde{x}_{AMV} = 350$ KbE/Tupfer) und einer deutlichen linkssteilen Verteilung der Daten auf.

Abb. 67: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Enterokokken-Bestimmung der Zitzengummischäfte, bezogen auf die Melkverfahren der beteiligten Firmen



Gemäß Abb. 67 bieten die wenigen positiven Resultate der Enterokokken-Bestimmung auf Firmenebene ein, bis auf den Ausreißer der Firma Nr. 1, sehr harmonisches, auf niedriger Ebene liegendes Bild auf.

Vergleichsstudien mit einem so weiten Keimspektrum wie im vorliegenden Fall sind in der Literatur kaum zu finden. Auch aus diesem Grund soll das Schrifttum auf Enterobakteriazen, Staphylokokken und Pseudomonaden simultan herangezogen werden.

In der bereits erwähnten Studie von BAUMGARTEN (2009) wurden neben unspezifischen Umweltkeimen in vielen Zitzenbechern Mastitiserreger nachgewiesen. Es handelte sich sowohl um klassische Pathogene als auch sogenannte Umwelterreger (u. a. Enterokokken, *E. coli*), die beim Melken übertragen werden. In den meisten Fällen war nur eine mäßige Kontamination vorhanden. Staphylokokken und *E. coli* kamen aber in einigen Zitzenbechern auch nach der Hauptreinigung in größeren Mengen vor. Nach dem Melken wurden u. a. auch Enterokokken und vereinzelt auch *S. aureus* in größeren Mengen in den Tupfern einzelner Zitzenbecher nachgewiesen. Diese Ergebnisse decken sich in Bezug auf das ermittelte Keimspektrum mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie und zeigen - wie von BAUMGARTEN (2009) gefordert -, erneut die Notwendigkeit von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen beim automatisierten Melken nach jeder einzelnen Kuh. Zur Minderung der Erregerkontamination der Zitzenbecher empfiehlt BAUMGARTEN (2009) eine Zwischendesinfektion mit Peressigsäure, besser noch mit heißem Wasserdampf.

SPOHR (O.J.) betont in seiner Abhandlung über Einsatzkriterien und Erfahrungen mit der Melkzeug-Zwischendesinfektion die Notwendigkeit der Entkeimung von Melkwerkzeugen während des Melkens. Die Empfehlung beruht auf der Erkenntnis, dass die sogenannten Kuh-assoziierten Mastitiserreger, darunter auch Koagulase positive Staphylokokken, vornehmlich mit der ermolkenen Milch aus dem erkrankten Euter oder besiedelten Strichkanal

herausgespült werden. Dagegen spielen die Besiedlung der normalen Zitzenhaut, als auch andere Reservoirs im Umfeld der Kühe eine vergleichsweise geringe Rolle. Die Übertragung dieser Mastitiserreger erfolgt durch alle Vektoren, die mit der keimhaltigen Milch in Berührung kommen, wobei den Zitzengummis gegenüber den anderen Faktoren wie Melkerhände oder Euterlappen die höchste Bedeutung zukommt. So können nach dem Melken einer euterkranken Kuh die Mastitiserreger, die in einer Keimzahl von bis zu 10^8 KbE/ml ausgeschieden werden, fast in Reinkultur vom Zitzengummi isoliert werden. In Fällen, in denen aus verschiedenen Gründen die Isolierung Erreger-ausscheidender Tiere nicht durchgeführt werden kann, ist die fortlaufende Dekontamination oder Desinfektion des Melkzeuges erforderlich. Für diesen Zweck wurden mehrere Verfahren erprobt, (Pasteurisierung, Desinfektion mit Jod und Hypochlorid, Desinfektion mit Peressigsäure). Hierbei hat sich Peressigsäure bereits in den zurückliegenden Jahrzehnten als äußerst wirksam und praktikabel erwiesen (1000ppm, 30 sek.), neuere Berichte schließen sich daran an. Andere Autoren berichten ebenfalls von diesen Vorzügen Als bestes Mittel zur Auflösung von Biofilmen werden Reiniger auf Peroxidbasis bei SIGURDSON et al. (2004) genannt. Über einen positiven Effekt auf die Keimreduktion berichten SPOHR (2006) und TENHAGEN (2007). MANSER (2014) setzt ebenfalls auf die Zwischendesinfektion mit Peressigsäure als bewährte Alternative zur Keimreduktion, wenn andere Maßnahmen zur Verhinderung von Keimverschleppungen nicht durchführbar sind.

Einen anderen Aspekt zum Vorkommen von Keimen führen FELDMANN et al. (2006) an. Ziel ihrer Studie war es, den Einfluss verschiedener Faktoren (Melktechnik, Melkhygiene, Umwelt) auf die mikrobielle Kontamination der Melkmaschine zu untersuchen. Hierzu wurden gemäß DIN ISO 6887-1:1999 Tupferproben von verschiedenen Stellen (Melkbecher, Sammelstück, kurzes und langes Schlauchstück) vor Beginn des Melkvorganges gezogen. Zusätzlich wurden Milchproben untersucht. Zudem wurde eine subjektive Einstufung der Sauberkeit von Melkgeschirr und anderen Teilen der Melkmaschine vorgenommen, die der Beurteilung von Alter und Typ des benutzten Materials in Hinblick auf die mikrobielle Kontamination überlegen war. Eine Temperatur des Spülwassers unter 42 °C führte zu einem Anstieg der Kontamination mit Pseudomonaden und coliformen Keimen. Sammelstücke, die nicht durch die Halteeinrichtung abgefangen werden konnten, bargen ein höheres Risiko einer mikrobiellen Kontamination. Keinen Effekt auf die Kontamination der Melkmaschine und der Tankmilch in Bezug auf die Besiedlung mit Umweltkeimen übten verschiedene Methoden der Zitzenreinigung vor dem Melken oder auf die Zitzendesinfektion nach dem Melken aus. Dagegen spielte das Einstreumaterial eine Rolle in Bezug auf die Kontamination des Melkgeschirrs und der Tankmilch.

In Anlehnung an den Ergebnisteil der mikrobiologischen Tankmilchuntersuchung erfolgt eine Abhandlung von Keimspezies, die unter die Kategorie „Andere“ fallen.

3.2.3.1.6 Sulfitreduzierende Anaerobier

Sulfitreduzierende Anaerobier waren bei insgesamt 66 Proben auf den Zitzengummiköpfen, -schäften und den Spülköpfen nachweisbar, wobei die relativ niedrigen Durchschnittswerte für beide Melkvarianten (AMV und KMV) insgesamt auf allen drei Systemkomponenten im Bereich von $\bar{x} = 8\text{--}79$ KbE/Tupfer lagen. Die genaue Auswertung ist im Anhang (Tab.: 77 ff) zu finden. Der Nachweis auf den Reinigungssystemen verlief negativ.

3.2.3.1.7 *Bacillus (B.) cereus*

Bacillus cereus konnte nur in insgesamt 17 Fällen ($n_{\text{KMV}} = 5$, $n_{\text{AMV}} = 12$) auf den Zitzengummiköpfen ($n_{\text{KMV}} = 2$, $n_{\text{AMV}} = 5$), -schäften ($n_{\text{KMV}} = 2$, $n_{\text{AMV}} = 2$), Spülköpfen ($n_{\text{KMV}} = 1$, $n_{\text{AMV}} = 1$) und Reinigungssystemen ($n_{\text{AMV}} = 4$) nachgewiesen werden.

Eine dem Modus folgende detaillierte Angabe der statistischen Maßzahlen erscheint aufgrund der geringen Probenanzahl nur für die Zitzengummiköpfe sinnvoll (Tab. 92). Bei letzteren liegen die Mediane beider Melkverfahren dicht beieinander ($\tilde{x}_{\text{KMV}} = 220$ KbE/Tupfer, $\tilde{x}_{\text{AMV}} = 160$ KbE/Tupfer), geringfügig höher fällt der Unterschied bei den Spülköpfen aus ($\tilde{x}_{\text{KMV}} = 100$ KbE/Tupfer, $\tilde{x}_{\text{AMV}} = 300$ KbE/Tupfer). Die Mediane der *Bacillus cereus*-Bestimmung auf den Zitzengummischäften differieren um eine Zehnerpotenz ($\tilde{x}_{\text{KMV}} = 190$ KbE/Tupfer, $\tilde{x}_{\text{AMV}} = 38$ KbE/Tupfer), wobei der niedrigen Stichprobenanzahl in allen Fällen Rechnung getragen werden muss. Der positive Nachweis von *Bacillus cereus* auf den Reinigungssystemen betraf ein System der Firma Nr. 1 (35 KbE/Tupfer), und drei Systeme der Firma Nr. 4 (200–660 KbE/Tupfer).

3.2.3.1.8 *Salmonellen, Listerien*

Auf sämtlichen Tupferproben konnten weder Salmonellen noch *Listeria monocytogenes* nachgewiesen werden.

Husu et al. (1990, 2010) beschäftigten sich mit der Rohmilch-Kontamination von Milchbetrieben in Bezug auf *Listeria monocytogenes*. Sie untersuchten neben Futter, Kot, Gerätschaften innerhalb des Stalles und des Melkvorganges auch die Zitzen der Tiere. 13,6 % der Tupferproben, die vor dem Wasch- und Trocknungsvorgang der Zitzen genommen worden waren, erwiesen sich als *Listeria*-positiv, wohingegen nach der Reinigung des Euters keine Keime dieser Spezies mehr nachgewiesen werden konnten. Das Ergebnis zeigt, wie wichtig gute Melk- und Stallhygiene sind, um das Risiko einer exogenen Kontamination der Rohmilch mit Listerien zu vermindern.

3.2.3.2 Überblick über die Ergebnisse der Tupferproben des Versuchsbetriebes

In Anlehnung an den Ergebnisteil 3.2.2 und 3.2.3 erfolgte die Untersuchung der einzelnen Melksystemkomponenten des Einzelbetriebes. Auch hier wird, wie bei den Ergebnissen der Tupferproben des allgemeinen Teils, auf eine ausführliche Darstellung der Statistik verzichtet, zumal nur bei wenigen Keimarten genügend positive Werte für eine lohnende Auswertung nachgewiesen werden konnten.

3.2.3.2.1 *Keimbelastung der einzelnen Melksystemkomponenten*

Bevor auf die individuelle Keimflora der einzelnen Melksystemkomponenten eingegangen wird, erfolgt eine Darstellung der Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung aller Melksystemkomponenten (Abb. 68). Da bei dieser Einzelbetriebsstudie die Möglichkeit bestand, den Betrieb über Monate zu begleiten, wird für die Präsentation der Ergebnisse die Form eines einfachen Liniendiagramms gewählt.

Deutlich ragen die Spitzenwerte von Spülkopf ($x_{\max} = 4.200.000$ KbE/Tupfer) und Zitzengummischicht ($x_{\max} = 3.600.000$ KbE/Tupfer) am 6. und 9. Probenahmezeitpunkt (April und Juni 2001) hervor. Insgesamt liegen die Resultate der Gesamtkeimzahlbestimmung aller Melksystemkomponenten im Vergleich zum gesamten Beobachtungszeitraum zwischen dem 6. und 10. Probenahmezeitpunkt (April–August 2001) relativ hoch. Im April wurde in der Tankmilch ebenfalls der Maximalwert von $x_{\max} = 280.000$ KbE/ml nachgewiesen.

3.2.3.2.2 Zusammensetzung der Keimflora auf den Melksystemkomponenten

In Anlehnung an den allgemeinen Tupfer-Ergebnisteil folgt eine Darstellung der Ergebnisse, die sich mit der individuellen Zusammensetzung der Keimflora auf den Zitzengummiköpfen, -schäften und der Spülköpfe bezieht (Abb. 69–71). Da alle Ergebnisse unter die Kategorie $< 1\%$ („Andere“) fallen, wurden hier, abweichend vom vorherigen Ergebnisteil, alle untersuchten Spezies mit Ausnahme der Salmonellen und Listerien (Nachweis negativ), in die Darstellung aufgenommen.

Abb. 68: Liniendiagramm über die Verteilung der Ergebnisse der Gesamtkeimzahlbestimmung auf den Melksystemkomponenten des Versuchsbetriebes im gesamten Beobachtungszeitraum

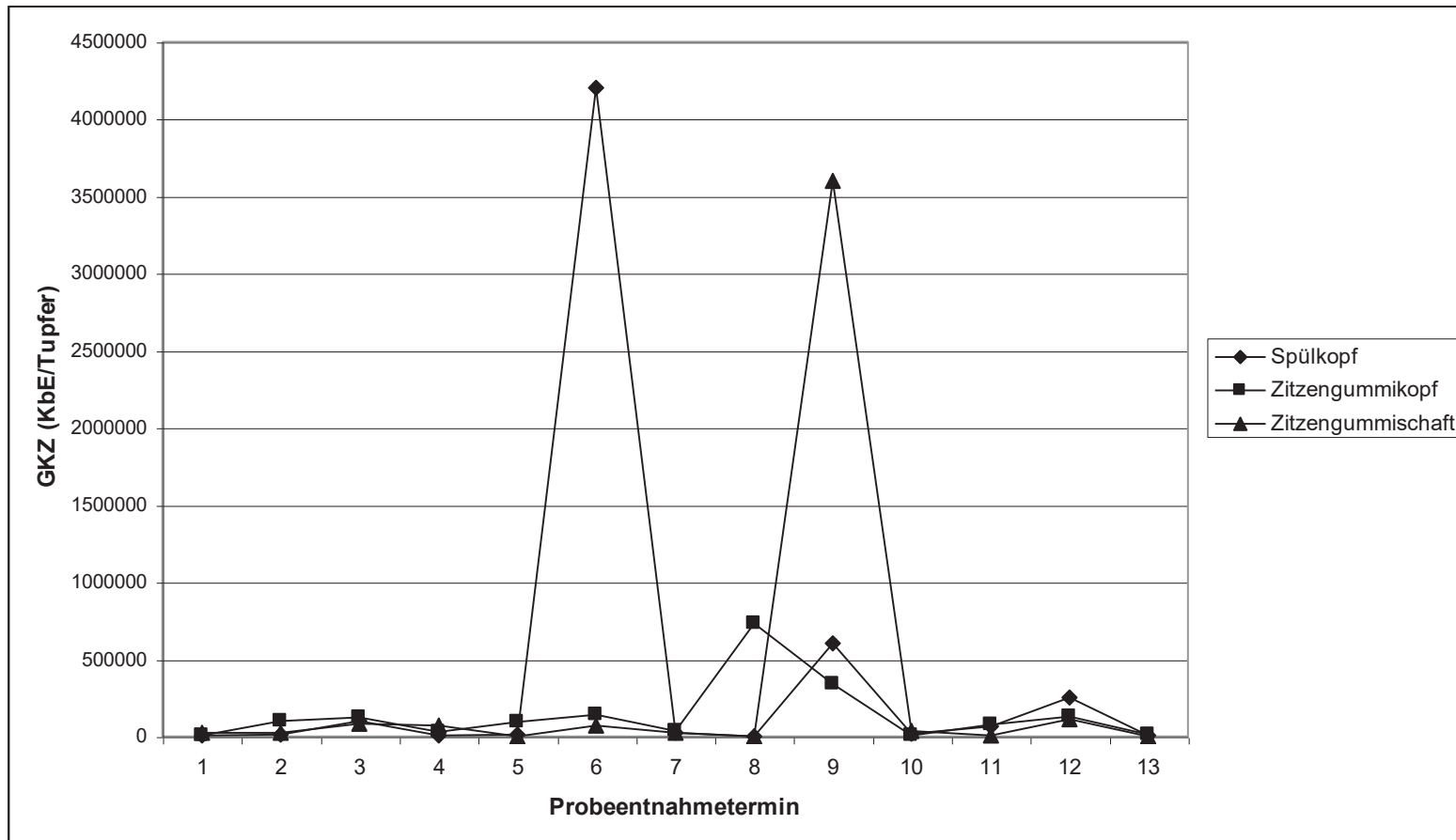


Abb. 69: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Keimzahlbestimmung der Zitzengummiköpfe des Versuchsbetriebes

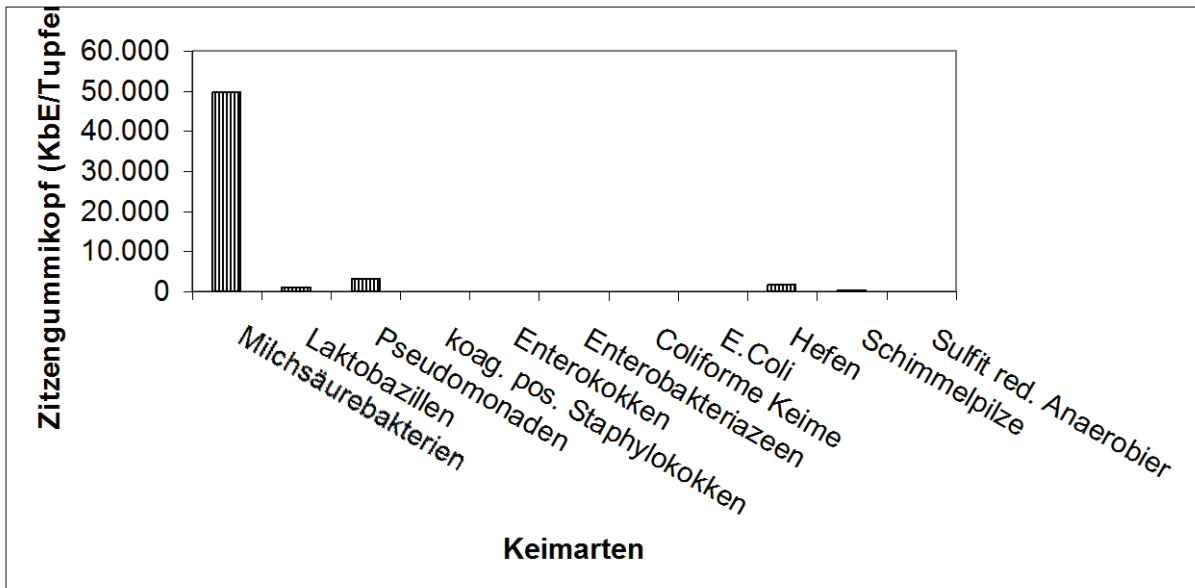
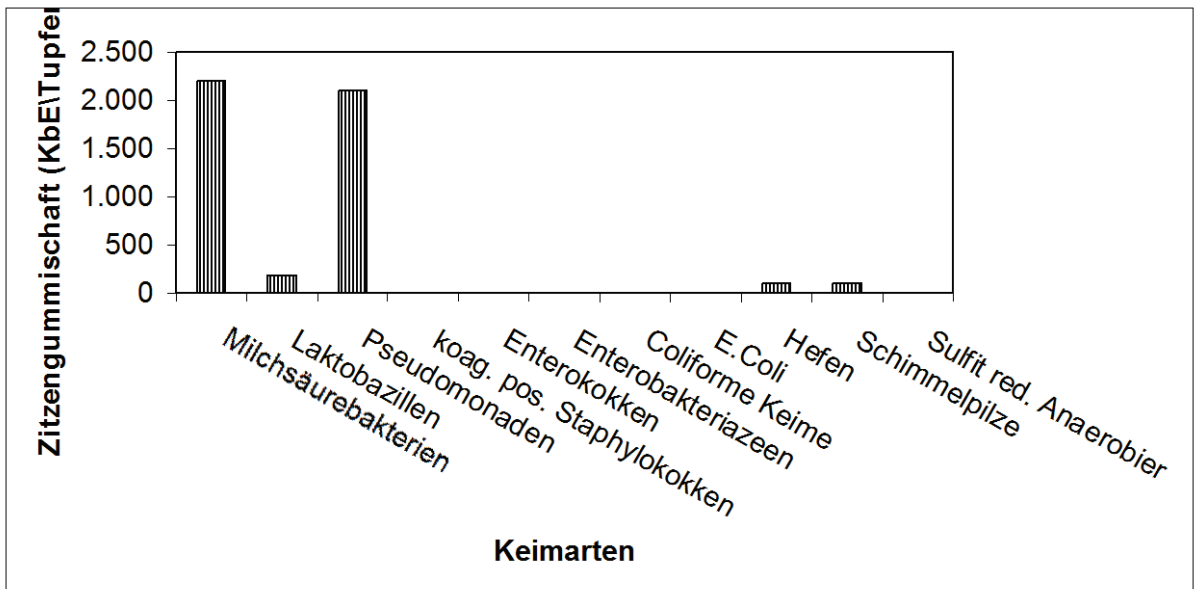
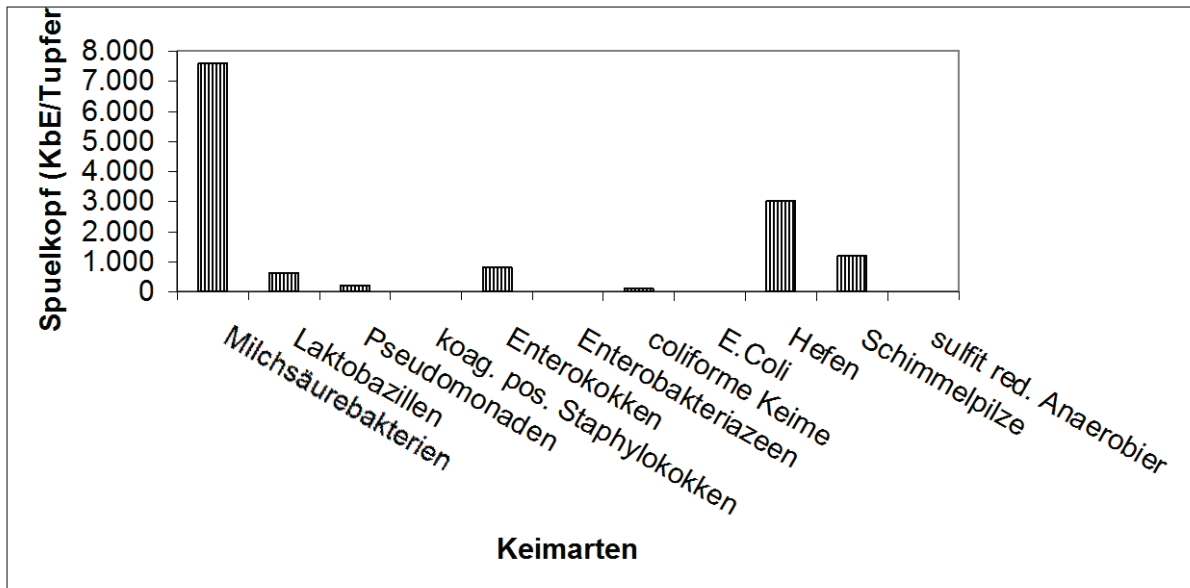


Abb. 70: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Keimzahlbestimmung der Zitzengummischäfte des Versuchsbetriebes



Deutlich ist zu erkennen, dass auf den Zitzengummiköpfen und –schäften von den hygienisch relevanten Keimen nur die Pseudomonaden eine Rolle spielen, wobei beim Vergleich der Ergebnisse die unterschiedliche Skalierung der Achsen beachtet werden muss. Pseudomonaden wurden auch bei der allgemeinen Untersuchung in größeren Mengen auf den beiden Melksystemkomponenten nachgewiesen (> 1 %). Die dort ebenfalls präsenten Staphylokokken und Enterokokken konnten in dieser Studie auf den hier beschriebenen Komponenten nicht nachgewiesen werden.

Abb. 71: graphischer Überblick über die Ergebnisse der Keimzahlbestimmung der Spülköpfe des Versuchsbetriebes



Im Gegensatz zu den vorherigen Probenahmeorten konnten hier Enterokokken nachgewiesen werden. Pseudomonaden und coliforme Keime konnten auf den Spülköpfen festgestellt werden, allerdings in nur sehr geringfügiger Menge.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass auf allen drei Melksystemkomponenten die gleichen Mikroorganismen eine Rolle -wenn auch in unterschiedlicher Intensität- spielen. Neben den dominanten Milchsäurebakterien und Laktobazillen traten Hefen, Schimmelpilze und Hygieneindikatoren wie Pseudomonaden, Enterokokken und selten auch coliforme Keime in Erscheinung. Die beiden Letztgenannten konnten nur auf den Spülköpfen nachgewiesen werden.

3.2.4 Effektivität der Euterreinigung im Versuchsbetrieb

3.2.4.1 Spülflüssigkeit/Milch

Um die Effektivität der Euterreinigung einschätzen zu können, wurden bei möglichst vielen Probenahmeprozessen jeweils für die Spülflüssigkeit- und Anfangsgemelkprobe des Einzeltieres die Gesamtkeimzahl ermittelt. Tabelle 26 zeigt die Bilanz aller berücksichtigten Wertepaare (Spülflüssigkeit/Milch).

Tab. 26: Übersicht über die mikrobiologische Untersuchung der Gesamtkeimzahl von Spülflüssigkeit und Einzeltiermilch

Probenkontingent Nr./gültige Fälle n	Spülflüssigkeit \bar{x}_G	Milch \bar{x}_G
2 (n= 8)	29.259	4.966
3 (n= 21)	331.757	50.537
4 (n= 29)	80.939	32.191
5 (n= 30)	375.488	150.724
6 (n= 30)	127.731	13.754
7 (n= 30)	299.988	17.966
8 (n= 30)	486.954	29.087
9 (n= 30)	231.365	24.543
10 (n= 30)	61.717	10.616
11 (n= 30)	98.252	10.754
12 (n= 30)	110.447	13.980
13 (n= 30)	75.993	10.797
Σ (n = 328)	$\bar{x}_G = 75.994$	$\bar{x}_G = 10.797$

In der Gesamtbilanz nicht zu erkennen ist der Umstand, dass in 11 % (n = 36) der Fälle die Gesamtkeimzahl der Einzeltiermilch über der der Spülflüssigkeit lag. Hier wäre zu vermuten, dass abgelöster Schmutz und Kot in den Melkbecher gesogen und somit in die Milch gelangt ist.

STOFFERS (2010) bestätigte dieses Phänomen im Rahmen ihrer Untersuchung zur Beurteilung der Zitzen- und Euterreinigung bei automatischen Melkverfahren. Die Autorin kam zu dem Schluss, dass die Lage der Verschmutzung auf der Zitze nicht nur für die Eutergesundheit, sondern auch für den Hygienestatus von Bedeutung ist. So ging die Verschmutzung der Zitzenspitze während des Melkens komplett auf die Milch über. Aber auch die Zitzenbasis darf nicht außer Acht gelassen werden, denn die Verschmutzung an der Basis wurde im Mittel während des Melkens reduziert. Somit erfolgte eine Kontamination der Milch auch durch Schmutzauflagerungen an der Zitzenbasis, die flächenmäßig einen größeren Anteil als die Zitzenspitze ausmacht.

Beim Vergleich der Parameter Gesamtkeimzahl Einzeltiermilch mit der Gesamtkeimzahl Spülwasser ($p < 0.001$, Wilcoxon) ist ein statistischer Zusammenhang zu sehen.

3.2.4.2 Eutersauberkeit

Ergänzend zur obigen Untersuchung wurden die Euter der zum Melken anstehenden Tiere unter Zuhilfenahme des bereits vorgestellten Schlüssels (Euterscore) für die Eutersauberkeit visuell beurteilt. Anschließend wurden die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Spülflüssigkeit und der Milchproben dem Euterscore entsprechend ebenfalls in fünf Klassen eingeteilt und zu diesem ins Verhältnis gesetzt.

Die Ergebnisse sind der besseren Übersicht halber tabellarisch dargestellt (Tab. 27).

Tab. 27: Vergleich der Euterscores 1–5 mit den Untersuchungsergebnissen der Gesamtkeimzahlen von Spülflüssigkeit und Einzeltiermilch

Eutersauberkeit	Spülflüssigkeit (GKZ, $\bar{x}_G =$)	Milch (GKZ, $\bar{x}_G =$)
1 n=49	215.000	42.000
2 n=93	242.000	34.500
3 n=60	523.000	56.400
4 n=41	314.000	48.500
5 n=15	443.000	59.600

An den in Tabelle 27 aufgeführten Ergebnissen lässt sich ablesen, dass die Zitzenreinigung eine Keimreduktion der Zitzen um 80–89 % Prozent (gerundet), gemessen an der mikrobiologischen Belastung der Spülflüssigkeit, erreicht. Bei Betrachtung des Verhältnisses zwischen Eutersauberkeit – dargestellt als Euterscore – und Keimbelastung der Spülflüssigkeit, deren Kontaminationsgrad als primärer Indikator für die Effektivität der Zitzenreinigung angesehen wird, zeigt sich, dass der größer werdende Euterscore mit einem annähernd kontinuierlichen Anstieg der Keimbelastung der Spülflüssigkeit einhergeht. Je höher der Euterscore, d.h. je intensiver die Verschmutzung der Zitzen (je mehr Material zur möglichen Ablösung der Verunreinigungen zur Verfügung steht), desto höher scheint der Reinigungserfolg in Form einer umfangreichen Kontamination der Spülflüssigkeit zu sein.

Mit der erfolgreichen Reinigung der Zitzen stehen beim anschließenden Melkvorgang relativ gesehen weniger Mikroorganismen zur Kontamination der Milch zur Verfügung, was sich in anteilig niedrigeren Gesamtkeimzahlen bemerkbar macht. So beträgt das Verhältnis zwischen Spülflüssigkeit und Milch bei Euterscore 1 ein Fünftel, bei Euterscore 5 nur noch ein Siebtel. Somit befindet sich der statistisch absicherbare Zusammenhang ($p < 0.001$) zwischen der GKZ von Spülflüssigkeit und Einzeltiermilch auch bei der Betrachtung der Eutersauberkeit, d.h. auch bei extrem unsauberen Eutern ist die GKZ (Milch) signifikant kleiner als die GKZ (Spülflüssigkeit).

Die Resultate erlauben die Schlussfolgerung, dass der Zitzenreinigungseffekt zwar in statistischem Zusammenhang mit dem Verschmutzungsgrad der Zitzen steht, diese Korrelation jedoch relativ locker ausfällt, beispielsweise erkennbar daran, dass bei Eutern mit durchschnittlichem Sauberkeitsgrad die höchste Keimbelastung der Spülflüssigkeit vorliegt. Je mehr Schmutz von den Zitzen abgelöst werden kann, desto keimbelasteter ist das Spülwasser, welches wiederum die Zitzen rekontaminieren kann. Die Menge des Spülwassers ist der bestimmende Faktor für die quantitative Bestimmung der Keimzahlen. Aus der Tatsache, dass bei schwer melkenden Kühen die Spülwasserprobe weniger Vorgemelk als die leicht melkender Tiere (und somit anteilmäßig mehr Spülflüssigkeit) enthält, kann als eine Ursache für die relativ niedrige Gesamtkeimzahl stark verschmutzter Euter bei schwer melkenden Kühen gesehen werden. Weiterhin ist die Spülwassermenge aufgrund von Druckschwankungen in praxi nicht immer konstant, was zu einem unterschiedlichen Verdünnungsquotienten führt.

Zudem befanden sich bei den stark verschmutzten Eutern in der Spülflüssigkeit und z. T. auch in der Milch kleine Schmutzkonglomerate, die sich beim Durchmischen der Proben nicht vollständig zerkleinern ließen. Keime im Inneren konnten so nicht an die Oberfläche gelangen, auf den Nährböden angezüchtet und nachgewiesen werden. Eine höhere Probenanzahl stark verschmutzter Euter wäre für die Aussage der statistischen Auswertung hilfreich gewesen.

4 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Entwicklung der Automatischen Melkverfahren (AMV) hat sich schleichend vollzogen, ohne dass die zuständigen Veterinärbehörden der Länder routinemäßig mit einbezogen wurden. Insbesondere fehlte eine Prüfung auf Konformität mit der Richtlinie (RL) 85/397/EWG der europäischen Gemeinschaft von 1985 und der Milchverordnung von 1989. Gemäß beiden Rechtsnormen musste Rohmilch besondere hygienische Voraussetzungen erfüllen, wenn sie zur Herstellung von pasteurisierter Milch und Milchprodukten dienen sollte.

Mit Umsetzung der Richtlinie 92/46/EWG vom 16. Juni 1992 zum 1. Januar 1994 und dem Inkrafttreten der darauf basierenden neuen Milchverordnung (Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an Milch und Erzeugnisse auf Milchbasis vom 24. April 1995) wurden zum ersten Mal auch definierte Schwellen-, Richt- und Grenzwerte für die mikrobiologische Beschaffenheit von Rohmilch, wärmebehandelter Milch, sowie von Milchprodukten gesetzlich vorgegeben.

Weiterhin wurden für Milcherzeugerbetriebe in den Anlagen 1, 2 und 3 zu § 3 der Milch-VO vom 24. April 1995 (in geltender Fassung vom Juni 2001) Anforderungen an den Tierbestand, den Erzeugerbetrieb und an das Melken festgelegt. Hinsichtlich des Einsatzes der AMV stellte sich aber heraus, dass derartige Melkverfahren in einigen Punkten den Vorgaben der Verordnung nicht Rechnung tragen konnten.

Für die Landwirte, die zu Beginn des vorliegenden Projektes mit Automatischen Melkverfahren arbeiteten, bedeutete dieser Umstand die Gefahr eines permanenten Verstoßes gegen die rechtlichen Anforderungen. Somit bestand das Risiko, dass diese Systeme von der Lebensmittelüberwachung stillgelegt werden konnten. Es stellte sich daher die Aufgabe, notwendige Anforderungen an Änderungen und Ergänzungen des EU-Milchhygienerechts und deren Umsetzung in nationales Recht unter Berücksichtigung der besonderen Gegebenheiten von Automatischen Melkverfahren zu formulieren. Kurz- bis mittelfristig sollten Ausnahme- bzw. Sonderregelungen für systembedingt bei AMV nicht realisierbare Vorschriften der Milchverordnung (z. B. kompensatorische Auflagen und deren Überwachung) ggf. in unmittelbarer Verantwortlichkeit des Amtstierarztes vor Ort erarbeitet werden. In der Urfassung des heute noch geltenden Maßnahmenkatalogs wurden Handlungsweisen festgelegt, die Betreiber von AMV durchführen mussten. Diese Auflagen wurden in der „Bekanntmachung über die Anwendung bestimmter Maßnahmen in Milcherzeugerbetrieben mit automatischen Melkverfahren bis zum Vorliegen entsprechender Rechtsvorschriften“ vom 1. Februar 2001 im Bundesanzeiger vom 13.02.2001 S. 2183) erstmals veröffentlicht.

Der Katalog enthielt in dieser und späteren Fassungen Vorgaben zu Vorgehensweisen vor bzw. nach Inbetriebnahme des Systems, Überprüfung der Milchqualität mit Maßnahmen bei Überschreitung von Richtwerten, Tierbeobachtung in Bezug auf deren Gesundheit und Sauberkeit (v.a. der Euter), Stallhygiene, Datenkontrollen und Dokumentationspflichten des Landwirtes und einer Aufforderung zu innerbetrieblicher Handlungsbedarf bei auffälligen Befunden. In der aktuell gültigen Version ist die Pflicht zur Anwendung („muss“-Bestimmung) einer Aufforderung („sollte“) zur Befolgung gewichen. Die Überprüfung der Erfüllung der Anforderungen an die technische Ausstattung der Systeme gemäß DIN ISO 20966 „Automatische Melkeinrichtungen – Anforderung und Prüfung“ sollte durch einen unabhängigen Sachverständigen erfolgen. Ohne vorliegendes Gutachten erfolgt die Aufforderung zur Er-

4 Schlussfolgerungen

greifung der im Katalog aufgeführten Maßnahmen zur Sicherstellung der Eutersauberkeit bzw. zur Überwachung der Eutergesundheit, um den Einsatz automatischer Melkverfahren zu ermöglichen. Da gemäß PÜTSCHEL (2010) die meisten Systeme den Anforderungen dieser ISO-Norm nicht genügen bzw. laut REINECKE (2013) getreu ihrer Abhandlung über den neuen Maßnahmenkatalog bislang kein Hersteller Gutachten eines unabhängigen Sachverständigen über die Erfüllung der im Katalog definierten technischen Anforderungen vorgelegt hat, gelten für die Betriebe die im Katalog genannten Maßnahmen zur Sicherstellung der Eutersauberkeit bzw. zur Überwachung der Eutergesundheit.

Die Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs (ABl. L 226 vom 25.06. 2004, S. 22) stellt die heute gültige Rechtsgrundlage dar. Die letzte Überarbeitung erfolgte im Jahre 2012 und wurde im Bundesanzeiger (BAnz AT 18.09.2012 B3) in der "Bekanntmachung zur Durchführung von Artikel 3 Absatz 1 in Verbindung mit Anhang III Abschnitt IX Kapitel I der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs (ABl. L 226 vom 25.6.2004, S. 22) hinsichtlich der Anwendung bestimmter Maßnahmen in Milcherzeugungsbetrieben mit automatischen Melkverfahren" in der Fassung vom 04. September 2012 veröffentlicht.

Die im Rahmen dieser Arbeit erhobenen Daten/Erkenntnisse dienen hierfür als Grundlage. Sie führen zu folgenden Schlussfolgerungen:

Tankmilchuntersuchung (AMV/KMV)

- 1.) Bereits zum Zeitpunkt der Studie war es grundsätzlich möglich, mit automatischen Melkverfahren Milch guter Qualität und in Übereinstimmung mit den gesetzlich vorgegebenen Grenzwerten (RL 92/46 EG, Milchverordnung, Milch-Güte-Verordnung) zu erzeugen. Die Grenzwerte (100.000 KbE/ml/400.000 Zellen/ml) wurden nach Aufhebung der beiden erstgenannten Rechtsvorschriften in die aktuell geltenden Rechtsvorgaben – VO (EG) Nr. 853/2004, Milch-Güte-Verordnung – übernommen bzw. nicht geändert.
- 2.) Bezüglich der Parameter Gesamtkeimzahl und somatische Zellen (Zellzahl) liegen die automatischen Systeme höher und damit dichter am gesetzlichen Limit von 100.0000 KbE/ml bzw. 400.000 Zellen/ml als die konventionell melkenden Betriebe, können aber die vorgegebenen Werte in ihrer Gesamtheit einhalten. Aufgrund der z.T. sehr großen Spannweiten der Ergebnisse der Tankmilchuntersuchung von Einzelbetrieben mit den Systemen gleicher Herstellerfirmen, wird deutlich, dass zwar mit den Fabrikaten aller Hersteller Milch in Übereinstimmung mit den Normen ermolken werden kann, jedoch der Faktor „Management des Betriebes“ eine erhebliche Rolle für die Qualität des Produktes „Milch“ spielt. Es liegt also in der Hand jedes Abmelkbetriebes, sein System so sachgerecht zu betreiben, dass er ein akzeptables Ergebnis erhält.
- 3.) Bei der Auswertung auf Einzelbetriebsebene zeigt sich, dass der Anteil von Höfen mit Zellzahlen über 400.000 Zellen/ml 0 bis 9 % beträgt. Die Überschreitungen entfallen nur auf automatische Verfahren der Firmen Nr. 1, 2 und 4. Ob es sich hier, wie in der einschlägigen Literatur oft beschrieben, um Auswirkungen der Umstellung auf das automatische Melken oder Folgen nicht erkannter Mastitiden handelt bzw. andere Ursachen zugrunde liegen, kann mit dieser Studie nicht geklärt werden. Vermutlich handelt es

sich um ein multifaktorielles Geschehen. Das Zusammenspiel aus **Biologie** (Stress der Tiere bei der Umstellung durch ungewohntes Treiben zum Roboter, Rangordnungskämpfe durch die Bildung neu zusammengestellter Gruppen, Fütterungsumstellung, Umzug in einen anderen oder umgebauten Stall, unerkannte subklinische Mastitiden), **Technik** (keine Anpassung der Reinigungsintensität von Zitzen/Eutern an den jeweiligen Verschmutzungsgrad, erhöhtes Risiko der Erregerübertragung von Tier zu Tier durch Benutzung eines Melkzeuges für eine Anzahl von bis zu 70 Kühen und den sich daraus v.a. bei defizitär gereinigten und desinfizierten Melkbechern ergebenden Hygienemängeln und der Möglichkeit der Erregervermehrung und -übertragung mit der Folge von Mastitiden) und dem **Menschen** (Fachkenntnis, Interpretation der vom Computer gelieferten Daten zur Erkennung subklinischer Mastitiden) als Verantwortlichem und Steuerungsinstrument für den bereits erwähnten Faktor „Management des Betriebes“ zeugt von der Vielzahl an Einzelkomponenten, die von Betrieb zu Betrieb unterschiedliche Ausprägungen und Auswirkungen haben können und hier in ihrer Vielfalt nur beispielhaft und nicht abschließend genannt werden können.

- 4.) Beim studieneigenen Ranking der Betriebe in Bezug auf alle sechs chemisch-physikalischen Untersuchungsparameter (Zellzahl, Fett, Eiweiß, Laktose, Gefrierpunkt, Trockenmasse) liegt der Vorteil auf Seiten der konventionellen Systeme. Die höheren Fett-, Eiweiß- und Laktose-Werte der KMV wirken sich auf die Auszahlung des Milchgeldes aus und dürften als wirtschaftlicher Faktor eine große Rolle spielen. Teilweise erfolgt laut Literaturangaben bei den Betrieben mit automatischen Systemen eine Kompensation über die erhöhte Milchmenge, wie sie oft durch die Steigerung der Milchleistung im Laufe der Umstellung von 2- auf 3-maliges Melken erfolgt.
- 5.) Die gegenüber den konventionell arbeitenden Betrieben nachweisbare Gefrierpunktserniedrigung und der geringere Trockenmasse-Gehalt der Milch aus automatischen Systemen sprechen für einen höheren Wasseranteil der Milch aus Betrieben mit automatischer Melktechnik. Diesem Trend sollte entgegen gewirkt werden. So stellt sorgfältiges Ausblasen der nach den häufigen Reinigungsvorgängen in den Leitungen verbleibenden Wasserrückstände eine notwendige Maßnahme zur Verringerung des Restwassergehaltes dar.
- 6.) Stall- und Tierhygiene bilden wichtige Ansatzpunkte, um den Keimdruck auf den Liegeflächen und am Euter zu verringern. Die automatischen Melkverfahren sind nach wie vor nicht in der Lage, ihre Reinigungsintensität an den Verschmutzungsgrad des Euters anzupassen und eine Kontrolle des Reinigungserfolges durchzuführen. Eine Trocknung der Zitzen nach der Reinigung würde sich positiv auf die Hygiene auswirken.
- 7.) Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit zur Erkennung subklinischer Mastitiden gilt nach einschlägigen Literaturangaben der letzten Jahre als unzureichend. Somit ist bei der Auswahl der Tiere, die mit einem automatischen Melkverfahren gemolken werden sollen, bereits im Vorfeld auf Eutergesundheit zu achten. Kühe mit ansteckenden Mastitiden sollten separiert und nicht mit dem Melksystem gemolken werden, um eine Erregerstreuung und Verbreitung auf andere Tiere durch das Melkzeug, das z.B. bei einem Einboxensystem für ca. 150 bis 180 Melkungen benutzt wird, zu vermeiden.

4 Schlussfolgerungen

Ergänzende Techniken und Managementsysteme sollen helfen, diese diagnostischen Schwachstellen zu kompensieren. Je nach Hersteller bzw. Betriebssystem werden, wie bereits näher im Literaturteil beschrieben, zusätzliche Parameter erfasst wie z.B.

- Blutgehalt und Melkintervall,
- Veränderungen des Aktivitätsprofils und der Milchmenge jeder einzelnen Kuh,
- Fett, Eiweiß und Laktose in der Milch,
- Veränderungen der Zellgehaltswerte sowie
- erhöhte Blutanteile und
- Veränderungen der Milchfarbe.

Die Entwicklung von Biosensoren, die Mastitisindikatoren messen können, versprechen weitere Fortschritte bei der Risikominimierung (CULINA et al., 2005; REINECKE, 2012).

Im Rahmen dieser Erhebung wurden 15 mikrobiologische Parameter zur Untersuchung der Tankmilch herangezogen. Nur in zwei Fällen (Parameter Pseudomonaden und Hefen) liegen die automatischen Systeme mit ihren Werten unter denen der konventionellen und bei einem besteht Gleichstand (sulfitreduzierende Anaerobier). Bei allen anderen mikrobiologischen Kriterien finden sich in der Milch automatischer Systeme höhere Werte. Es handelt sich um die Merkmale Gesamtkeimzahl, Milchsäurebakterien, Laktobazillen, Koagulase positive Staphylokokken, Enterokokken, Enterobakteriazeen, coliforme Keime, *E. coli*, *Bacillus cereus* sowie Schimmelpilze. Der Nachweis von Salmonellen und Listerien (*Listeria monocytogenes*) gelang jeweils einmal, wobei es sich in beiden Fällen um ein automatisches Melkverfahren handelt.

- 1.) Die im Vergleich zur konventionellen Technik 3–6-mal so hohen Werte der unter die Kategorie Umwelt-/Schmutzkeime eingestuften Parameter Enterobakteriazeen, coliforme Keime – zwischen denen eine positive Korrelation besteht – sowie *E. coli* sprechen für die Dringlichkeit verbesserter Eutersauberkeit bei den automatischen Systemen. Offenbar können beim Umspülen der Zitzen mit Milch während des Melkvorgangs Partikel abgelöst werden, die auf dem Weg durch die Rohrleitungen zerkleinert und nach Passage des Milchfilters in den Sammeltank gelangen.
- 2.) Die um eine Zehnerpotenz erhöhte Anzahl an Enterokokken automatischer Systeme gegenüber den konventionellen muss sowohl mit unzureichender Reinigung des Melksystems als auch mit mangelnder Sauberkeit der Tiere und ihrer Umgebung in Zusammenhang gebracht werden. Daher sollte die Effektivität der Reinigung milchführende Teile öfter kontrolliert werden. Auch auf Trinkwasserqualität des Spülwassers ist zu achten und die Umgebung der Tiere und diese selbst sind sauber zu halten.
- 3.) Die Anzahl an Pseudomonaden in der Tankmilch zeigt sich bei den automatischen Verfahren fast um die Hälfte geringer als bei den konventionellen Systemen. Mögliche Ursachen könnten in einer bei den automatischen Systemen nachgewiesenen erhöhten Anzahl der Milchsäurebakterien/Laktobazillen und ihrer Fähigkeit zur Hemmung des Wachstums anderer Keimarten liegen. Weiterhin in Betracht kommt eine gut auf die Ansprüche der automatischen Systeme angepasste Kühlung der Milch, die das Wachstum dieser psychrotrophen Keime mindert. Zwischen den Variablen Gesamtkeimzahl und Pseudomonaden besteht ein positiver Zusammenhang, der die Bedeutung dieser gramnegativen Bakterien für die mikrobielle Belastung illustriert.

Tankmilchuntersuchung (Herstellerfirmen)

- 1.) Im Vergleich aller Hersteller/Melktechniken weisen Betriebe mit Anlagen der Firmen Nr. 1 (Lely) und 4 (Westfalia) relativ hohe Zellzahl-Werte in der Milch auf. Vor allem auf solchen Höfen sollte auf die Eutergesundheit der in das Melksystem eingebundenen Tiere geachtet werden, d.h. nur Tiere mit einem stabilen Eutergesundheitsstatus dürfen in diese Systeme eingeführt werden und bedürfen zugleich einer intensiven Beobachtung.
- 2.) Die Firmen Nr. 3 (Lemmer Fullwood) und 5 (De Laval) weisen in ihrer Milch im Vergleich zu den Betrieben mit anderen Melkverfahren den höchsten Wassergehalt – gemessen an Gefrierpunkt und Trockenmasse – in der Tankmilch auf. Hier ist, wie bereits im allgemeinen Teil erwähnt, auf das sorgfältige Ausblasen der Wasserrückstände aus den milchführenden Leitungen (inklusive Druckleitung) nach den Reinigungsvorgängen zu achten.
- 3.) Bei der mikrobiologischen Untersuchung der Tankmilch liegen sowohl die Keimzahlen der automatisch als auch diejenigen der konventionell melkenden Betriebe im Mittel deutlich unter 100.000 KbE/ml. Bei näherer Betrachtung der Ergebnisse fallen vor allem die Befunde der Firmen Nr. 2 (Prolion) und 3 (Lemmer Fullwood) mit einem geometrischen Mittelwert $\bar{x}_G > 50.000$ KbE/ml aus dem Rahmen. Auf der Suche nach möglichen Ursachen können als hygienische Schwachstellen mit einem hohen mikrobiellen Kontaminationsgrad (gemessen an der Gesamtkeimzahl) bei Firma Nr. 2 die Zitzengummiköpfe und -schäfte sowie bei Nr. 3 die Reinigungsbürsten identifiziert werden. Um Hinweise auf mögliche Zusammenhänge zwischen der Keimbelastung der Tankmilch und des Melkequipments zu bekommen, wurden beide Ergebnisse in Relation gesetzt. Während bei Firma Nr. 2 kein linearer Zusammenhang zwischen dem Keimgehalt der Milch und den hohen Keimzahlen auf den Zitzengummiköpfen und -schäften ersichtlich wird ($r = -0,0949$ bis $-0,0873$), kann bei Firma Nr. 3 für die Kombination Milch/Reinigungsbürsten ein Betrag von $r = 0,3953$ errechnet werden. Zusätzlich ergeben sich bei Nr. 2 für die Beziehung Milch/Spülkopf und Zitzengummikopf/Spülkopf Korrelationskoeffizienten von $r = 0,5227$ bzw. $0,4156$. Die positiven Beträge deuten auf einen lockeren Zusammenhang zwischen den Variablen hin. Hohe Gesamtkeimzahlen auf den Spülköpfen bzw. Reinigungssystemen bedingen tendenziell auch einen hohen Gesamtkeimzahlgehalt in der Milch. Es scheint, dass der Gesamtkeimgehalt der Milch mit dem der Spülköpfe bzw. Reinigungssysteme ansteigt. Obwohl sich kein linearer Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Milch- und Tupferproben der stark keimbelasteten Zitzengummiköpfe und -schäfte bei Nr. 2 andeutet, liegt doch die Vermutung nahe, dass die Reinigung der Melkbecher, die bei diesem System – ebenso wie die Zitzenreinigung und das Vormelken – im selben Melkbecher nach dem Melkvorgang stattfindet, defizitär verläuft und so einerseits Keime direkt in die Milch gelangen können, andererseits die Melkbecher (v.a. die Zitzengummiköpfe) beim Aufsatz auf die Melkzeugspülaufnahme noch genug Restfeuchtigkeit und Keime zur Kontamination der Spülköpfe enthalten. Deshalb ist eine ausreichende Trocknungsphase für die Melkbecher und Spülköpfe bzw. Spülkopfaufnahmen unabdinglich. Die relativ niedrige Gesamtkeimzahl auf den Spülköpfen ist vermutlich der Tatsache geschuldet, dass die Probenahmen teilweise auch in systembedingten Ruhepausen nach der Hauptreinigung erfolgten und auf den Spülköpfen im Gegensatz zu den Melkbechern nur noch wenig Restflüssigkeit vorhanden war.

4 Schlussfolgerungen

- 4.) Beim Nachweis von Pseudomonaden in der Tankmilch fallen v.a. die Betriebe mit den Verfahren Nr. 1 (Lely) und 6 (konventionelle Melkverfahren) negativ auf. Sie zeigen auch auf den Spülköpfen die höchste Bakteriendichte im Vergleich zu den anderen Systemen, wobei in diesem Fall sowohl die automatischen als auch konventionellen Melkverfahren betroffen sind. Mängel bei der Kühlung der Tankmilch, der Reinigung der milchführenden Teile der Anlagen mit verbleibendem Restwasser, nicht angepasste Temperatur des Spülwassers und genügend Zeit zur Ausbildung eines Biofilmes könnten als Ursachen in Frage kommen. Auf die gründliche Säuberung der Spülköpfe (Melkzeugspülaufnahmen) und der Melkzeuge sollte geachtet werden. Wichtig ist auch eine ausreichende Trocknungszeit für die Melkbecher und die Aufnahmevorrichtungen, um diesen wasserliebenden Keimen die Nahrungs- und Lebensgrundlage zu entziehen.
- 5.) Der einmalige Extremwert eines Betriebes, der mit einem Melkverfahren Nr. 4 (Westfalia) arbeitet, manifestiert sich in einem geometrischen Mittelwert in Höhe von $\bar{x}_G = 2.000$ KbE/ml an coliformen Keimen in der Tankmilch. Der in der Literatur aufgeführte Toleranzwert von 100 KbE/ml wird deutlich überschritten und spricht für hygienische Mängel im Herstellerbetrieb zum Zeitpunkt der Untersuchung, sofern nicht ein zufallsbedingter Ausreißer vorliegt.
- 6.) Bei dem Untersuchungsparameter *E. coli* sticht das System Nr. 2 (Prolion) mit seinem geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 400$ KbE/ml ins Auge. Dieses Resultat liegt sogar deutlich über dem Toleranzwert für die Gesamtheit der coliformen Keime von 100 KbE/ml.
- 7.) Mit seinem geometrischen Mittel von $\bar{x}_G = 348$ KbE/ml Tankmilch liegt das System Nr. 3 (Lemmer Fullwood) beim Nachweis der Enterobakteriazen an der Spitze, hier sind Werte von $\bar{x}_G = 59$ KbE/ml (System Nr. 6, konventionelle Verfahren) möglich. Auch bei den Enterokokken beweisen letztere, gleichauf mit Melkverfahren Nr. 4 (Westfalia), dass Keimzahlwerte im Bereich einer Zehnerpotenz erreicht werden können.

Tupferuntersuchung (AMV/KMV)

- 1.) Die Auswertung der Tupferproben, bei denen das gleiche Keimspektrum wie bei der Tankmilch untersucht wurde, ergibt in Bezug auf die Untersuchung der Zitzengummiköpfe ein trendmäßig sehr homogenes Bild. Bis auf die Parameter Hefen und *Bacillus cereus* liegen bei den automatischen Systemen alle Werte unter denen der konventionellen Melksysteme, wenngleich sie sich größtenteils in der gleichen Zehnerpotenz bewegen.
 - a.) Unterschiede in der Höhe einer Zehnerpotenz werden bei den Parametern Milchsäurebakterien, Laktobazillen, Pseudomonaden und Staphylokokken nachgewiesen. Da sich die Gesamtkeimzahl in der Milch naturgemäß hauptsächlich aus Milchsäurebakterien, somit auch Laktobazillen, desweiteren auch Pseudomonaden und Staphylokokken zusammensetzt und bezüglich der nachgewiesenen Gesamtkeimzahl eine Differenz von annähernd 8.000 KbE/Tupfer (gemessen am geometrischen Mittelwert) besteht, stellt das Ergebnis eine logische Folge dar und bestätigt die Plausibilität der Resultate.
 - b.) Die Anzahl an Staphylokokken auf den Tupfern war bei den automatischen Systemen eine Zehnerpotenz niedriger als bei den konventionellen. Die Nachweise von Staphylokokken auf den Zitzengummiköpfen beruhen im Gegensatz zu den Nachweisen auf den Schäften jeweils auf einem Einzelfall und sind demnach statistisch nicht relevant. Staphylokokken gehören zu den am Euter am häufigsten dokumentierten Keimarten. Beim Melkprozess können sie durch direkte mechanische Einwirkungen oder die sie umfließende Milch von der Euter- und Zitzenhaut abgelöst und in die Melkbecher und somit in die Milch gelangen. Obwohl es sich bei diesen Nachweisen jeweils um Einzelfälle handelt, wird mit diesem positiven Befund die Wichtigkeit einer effizienten Reinigung und Desinfektion des Melkwerkzeuges und Vorreinigung der Zitzen unterstrichen. Nur durch striktes Hygienemanagement lässt sich eine Übertragung möglicher Mastitiserreger von Tier zu Tier und Eintrag potentieller Lebensmittelvergifter in die Rohmilch verhindern.
- 2.) Bei den Zitzengummischäften zeigt sich, bezogen auf die Gesamtkeimzahl, ein ähnliches Bild wie auf den Zitzengummiköpfen.
 - a.) Um eine Zehnerpotenz und damit deutlich unterhalb der Werte der konventionellen Systeme liegen die automatischen Anlagen in Bezug auf diesen Parameter. Gleiches gilt für Staphylokokken und *Bacillus cereus*. Zu berücksichtigen ist, dass das Resultat für die konventionellen Systeme bei ersteren auf einem einzigen Befund basiert und somit statistisch nicht maßgeblich ist. Bezüglich der weiteren Kriterien übersteigt der überwiegende Teil der Ergebnisse der automatischen Melkverfahren diejenigen der konventionellen Systeme (Milchsäurebakterien, Pseudomonaden, Enterokokken, coliforme Keime, *E. coli*, Schimmelpilze, sulfitreduzierende Anaerobier). Bis auf die – nur bei einem System nachgewiesenen und somit statistisch nicht relevanten – coliformen Keime beträgt die Differenz jedoch weniger als eine Zehnerpotenz. Offensichtlich ist die Reinigungswirkung im Bereich des Zitzengummischafte

4 Schlussfolgerungen

bei diesem System bezüglich dieser Keimspezies nicht effektiv genug und bedarf der Nachbesserung. Die höheren Werte der genannten Haut- und umweltassoziierten Keimspezies – v.a. *E. coli*, aber auch Enterokokken und coliforme Keime – deuten auf einen höheren Keimgehalt im Spülwasser und somit auf eine defizitäre Euterhygiene hin.

- b.) Eine Ursache für die Systemunterschiede könnte in der Tatsache liegen, dass die Melkbecher bei den automatischen Techniken fast rund um die Uhr im Einsatz sind und somit wenig Zeit zum Abtrocknen haben, was wiederum das Wachstum von Mikroorganismen fördern dürfte. Da bei den konventionellen Systemen die Spanne zwischen der Gesamtkeimzahl und der Anzahl an Milchsäurebakterien ungewöhnlich hoch ausfällt, scheinen hier noch andere, nicht vom untersuchten Keimspektrum erfasste Keimspezies (z. B. Mikrokokken) Einfluss auf die Höhe und Zusammensetzung der Gesamtkeimzahl zu nehmen.

Insgesamt zeichnet sich jedoch ab, dass die Reinigung der Zitzengummiköpfe bei den automatischen Systemen gründlicher als bei den konventionellen Techniken erfolgt. Ob darüber hinaus bei der Managementumstellung von einem konventionellen auf ein automatisches Melkverfahren – auch im Rahmen von Wartungsverträgen – mehr auf das Alter bzw. Qualität der Zitzengummis (Verschleißerscheinungen in Form von schlecht zu reinigenden Rissen) geachtet wird, muss eine Vermutung bleiben.

- 3.) Auf den Spülköpfen konnte die stärkste Keimbelastung bei den konventionellen Systemen festgestellt werden. Die Gesamtkeimzahl liegt mit einem geometrischen Mittelwert von $\bar{x}_G = 123.828$ KbE/Tupfer sieben Mal höher als bei den automatischen Verfahren und als einziger Wert im sechsstelligen Bereich. Die nicht in allen Betrieben standardmäßig erfolgende Zwischendesinfektion der Melkbecher bei den konventionellen Systemen wäre eine Erklärung für die höhere Keimbelastung der Melkbecher. Demzufolge würden beim Durchspülen der Melkbecher mehr Keime ausgespült, die dann anschließend auf den Spülköpfen haften bleiben. Wichtig wären eine entsprechende Reinigung und Desinfektion der Melkwerkzeuge und eine ausreichende Abtrocknungszeit der Spülköpfe, um den Mikroorganismen die Grundlage zum Überleben und Vermehren zu nehmen.

- a.) In Bezug auf die umweltassoziierten, auf Verschmutzungen hinweisenden coliformen Keime und hier v.a. der Fäkalindikator *E. coli* dreht sich der Trend um. Diesbezüglich können bei den automatischen Systemen deutlich höhere Werte festgestellt, bzw. bei der letztgenannten Spezies überhaupt Nachweise geführt werden, worin sich die defizitäre Reinigung der Zitzengummischäfte mit ihrer daraus resultierenden höheren Keimbelastung der automatischen Systeme bemerkbar macht. Das Ergebnis untermauert noch einmal die Wichtigkeit von sauberen Eutern, die eine geringere Ausgangskeimbelastung bedingen und Reinigungsmängel der automatischen Melkbecherreinigung kompensieren können. Möglicherweise haften die bei den automatischen Systemen zahlreicher vorkommenden Keime durch die häufigen systembedingten Zwischenspülungen nicht mehr so stark an den Melkbecher-

4 Schlussfolgerungen

innenwänden und können so besser ausgespült und an den Spülköpfen nachgewiesen werden. Das Vorkommen von ebenfalls auf Defizite in der Betriebshygiene hinweisenden Enterokokken auf den Spülköpfen vervollständigt das soeben gezeichnete Bild.

Tupferuntersuchung (Herstellerfirmen)

Bei der Ergebnisinterpretation ist zu beachten, dass teilweise sehr niedrige Nachweisraten vorliegen, weshalb beim Vergleich der Daten die an sich geringe Häufigkeit positiver Befunde die ermittelten Keimzahlen relativiert. Systeme, die das gleiche Zitzenreinigungsverfahren benutzen, werden zusammengefasst.

Firmen Nr. 1 (Lely) / Nr. 3 (Lemmer Fullwood)

- 1.) Auf den Zitzengummiköpfen der Systeme Nr. 1 und 3 gibt es, bezogen auf die Gesamtkeimzahl aller untersuchten Melkverfahren, die niedrigsten Befunde. So liegen beide Fabrikate mit Werten im Bereich von $\bar{x}_G = 10^3$ KbE/Tupfer sogar eine Zehnerpotenz unter den Ergebnissen der anderen fünf Ausführungen. Im direkten Vergleich beider Hersteller weisen die Koloniezahlen bei Nr. 3 in Bezug auf die Parameter Gesamtkeimzahl, *E. coli*, Enterokokken, Hefen und *B. cereus* deutlich höhere Resultate auf als der Konkurrent Nr. 1 ähnlicher Bauart. Bei Nr. 1 können im Gegensatz zu Nr. 3 coliforme Keime nachgewiesen werden, ein Befund, der durchaus zufällig sein mag.
- 2.) Im DLG-Prüfbericht Nr. 5073 wird dem System von Firma Nr. 3 mit etwa 94 % eine unterdurchschnittliche Ansetzsicherheit des Melkzeuges beim ersten Ansetzen attestiert. Bei System Nr. 1 liegt diese nach einer Phase von 95–97% Sicherheit infolge einer Verbesserung der Technologie bei über 99 % (DLG-Prüfberichte 4916 und 5074). Mit diesem Merkmal könnten die unterschiedlichen mikrobiellen Befunde im Zusammenhang stehen. Bei fehlerhaften Ansetzversuchen kommen die Melkbecher immer wieder mit den Zitzen und der Euterhaut in Berührung oder fallen ab, so dass Keime aus der Umgebung (Boden) und dem Euter an und in den Melkbecher gelangen, was sich aufgrund der räumlichen Nähe am stärksten an den Zitzengummiköpfen bemerkbar machen wird. Eine Erklärung für den positiven Nachweis an coliformen Keimen, aber negativen Befund an Enterokokken beim System Nr. 1 könnte ihre gegenüber den coliformen Keimen längere Überlebensfähigkeit im feuchten Milieu bieten.
- 3.) Auf den Zitzengummischäften wurden bei System Nr. 1 und 3 annähernd gleiche Gesamtkeimzahlen auf relativ niedrigem Niveau nachgewiesen. Im direkten Vergleich beider Herstellerfirmen liegen hinsichtlich der in ihrer Höhe stark differierenden Werte für die Parameter Pseudomonaden, coliforme Keime und sulfitreduzierende Anaerobier die Vorteile auf Seiten der Systeme der Firma Nr. 1, in Bezug auf Koagulase positive Staphylokokken und Enterokokken auf Seiten der Firma Nr. 3.

4 Schlussfolgerungen

- 4.) Bezogen auf die Resultate aller Systeme finden sich hinsichtlich des Parameters Enterokokken erhöhte Anzahlen bei System Nr. 1, bei den Systemen Nr. 3 liegen die Schwachstellen bei den Gruppen der Pseudomonaden, coliformen Keime und sulfitreduzierenden Anaerobier.
- 5.) Defizite bei System Nr. 1 offenbaren sich in den deutlichen Unterschieden zu System 3 beim Kontaminationsgrad der Spülköpfe in Bezug auf die Parameter Gesamtkeimzahl, Pseudomonaden und Schimmelpilze.
- 6.) Auf den Reinigungssystemen in Form von rotierenden Bürsten werden bei dem System Nr. 3 deutlich höhere Gesamtkeimzahl-Werte als bei System Nr. 1 nachgewiesen. Bei der Aufschlüsselung der Keimgruppen liegen die Vorteile aber in den meisten Fällen (Milchsäurebakterien, Laktobazillen, Pseudomonaden (deutlich), coliforme Keime, *E. coli*, Enterokokken und Hefen) auf Seiten des Systems Nr. 3. Die unterschiedliche Zusammensetzung der Restflora auf den Reinigungsbürsten könnte mit der unten beschriebenen unterschiedlichen Effektivität der Reinigung/Desinfektion der Bürsten zusammenhängen. Möglicherweise spielen nicht untersuchte Keimspezies, z.B. Streptokokken und Mikrokokken, eine größere Rolle. Während diese Spezies den Hauptanteil der Keimflora auf den Reinigungsbürsten stellen und bei System Nr. 1 aufgrund einer effektiveren Reinigung/Desinfektion deutlich dezimiert werden, bleibt die vorhandene Restflora durch den hohen Pseudomonadenanteil und der damit verbundenen, effektiven Biofilmbildung geschützt, was demzufolge zu einem höheren Anteil an den beschriebenen aufgeschlüsselten Keimgruppen (Milchsäurebakterien u.a.) führt. Bei System Nr. 3 reicht die Reinigung/Desinfektionswirkung zur Beseitigung der genannten Mikrokokken, Streptokokken u.a. nicht aus, so dass diese aufgrund ihrer Menge eine zu starke Nahrungskonkurrenz für die restlichen Spezies darstellen und eine Vermehrung hemmen.

Insgesamt weisen die hohen Gesamtkeimzahlen auf eine unzureichende Säuberung und/oder Desinfektion der Reinigungsbürsten nach dem Melkvorgang und somit auf ein Kontaminationsrisiko für die nachfolgende melkbereite Kuh hin. Ursachen hierfür scheinen die zu starke Verschmutzung und infolge dessen mangelnde Reinigung der Bürsten durch vermutlich unzureichende Mengen an benötigtem Wasser und Konzentration bzw. Menge des Reinigungs- bzw. Desinfektionsmittels zu sein. Die Untersuchungsergebnisse fügen sich in das Bild des DLG-Prüfberichts 5073 (Nr. 3) ein, in dem die äußeren hygienischen Bedingungen beim Melken (Verschmutzung des Standplatzes ohne spezielle Hilfen zur Kotabführung, Eintauchen der schleifenförmig angeordneten Milchschräuche in den Kot und fehlende maschinelle Reinigung der Kuhstandsfläche) als „nicht zufriedenstellend“ bezeichnet werden und auf Defizite bei der Reinigung und Desinfektion der Bürstenrollen hingewiesen wird. Die gleichen Mängel werden im DLG-Bericht 4916 (Nr. 1) genannt, die Beurteilung lautet „eingeschränkt zufriedenstellend“. Ob die in den Berichten genannten baulichen (Herstellerempfehlung zum Einbau eines Gefälles im Kontrollraum bzw. Einbau einer Wanne zum Auffangen von ausgestoßenem Vorgemelk, Spülvorrichtung zur Reinigung der Kuhstandsfläche) oder systembedingten Unterschiede wie z.B. die Möglichkeit der Desinfektion von Zitzenbechern und Reinigungsrollen mit Peressigsäure, eine etwas höhere Quote bei der vollständigen Erfassung der Zitzen durch die Reinigungsrollen), eine höhere An-

4 Schlussfolgerungen

setzsicherheit beim ersten Ansetzversuch – 85 % vs. 77 % – oder der Faktor Management zu den unterschiedlichen Keimzahlen geführt haben, ist durch diese Studie nicht abzuklären.

Über eine Verbesserung hinsichtlich der Bürstenreinigung wird in dem DLG-Prüfbericht 6235F (Nr. 3) aus dem Jahre 2014 berichtet. Bei Einsatz von Peressigsäure zeigte sich, dass die Bürstenrollen keimfrei gereinigt und desinfiziert werden konnten, obwohl nicht alle Schmutzpartikel aufgrund des geringen Sprühdruicks entfernt wurden.

Die Ergebnisse der hiesigen Studie zeigen deutlich, wie wichtig die Sauberkeit der Tiere bzw. Euter beim Einsatz von automatischen Melksystemen sind, da die Systeme nicht in der Lage sind, ihre Reinigungsintensität dem Verschmutzungsgrad der Tiere anzupassen. Diese Tatsache ist nach wie vor das Manko der automatischen Melkverfahren. Auch in dem neuen aus dem Jahre 2014 stammenden DLG-Prüfbericht 6235F (Nr. 3) wird darauf hingewiesen, dass gute hygienische Haltungsbedingungen im Betrieb Voraussetzung für den Reinigungserfolg der Euterreinigungseinrichtungen sind. Zwar konnte in den Testbetrieben durch die Euterreinigung der Verschmutzungsgrad der Zitzen im Durchschnitt um eine Stufe (in Anlehnung an Anhang B der ISO 20966) verringert werden, aber stark an den Zitzen angetrocknete Verschmutzungen wurden nur unzureichend abgelöst. Durch die Untersuchung von Tupferproben wurde nachgewiesen, dass durch die reine Wasserspülung ohne Zusatz von Reinigungsmitteln Keime in Kopf und Schaft der Melkbecher nicht vollständig entfernt werden können. Die Keimbelastung war dabei tendenziell – wie auch in der vorliegenden Studie – im Melkzeugkopf höher als im Schaft.

Firmen Nr. 2 (Prolion) / Nr. 7 (Gascoigne Melotte)

- 1.) Der Hersteller Nr. 2, der mit dem gleichen Melkverfahren bzw. Zitzenreinigungssystem (Reinigung/Melkung in einem Melkbecher) wie Nr. 7 arbeitet, weist auf seinen Zitzengummiköpfen bei fast 70 % der untersuchten Parameter – nämlich Gesamtkeimzahl, Milchsäurebakterien, Laktobazillen, Enterobakteriaceen, Schimmelpilze, coliforme Keime, Sporenbildner (sulfitreduzierende Anaerobier) und *Bacillus cereus* – die höchsten bzw. zweithöchsten Werte im Vergleich zu den anderen Teilnehmern der Studie auf.
- 2.) Auch auf den Zitzengummischäften sind vergleichsweise hohe Belastungen in Bezug auf die Parameter Gesamtkeimzahl, Staphylokokken, Enterokokken und sulfitreduzierende Anaerobier, auf den Spülköpfen in Bezug auf *E. coli* und ebenfalls sulfitreduzierende Anaerobier nachgewiesen worden.
- 3.) Bei der Untersuchung von Tupferproben der mit dem gleichen Zitzenreinigungssystem arbeitenden Firma Nr. 7 ergeben sich im Vergleich deutlich weniger Defizite, die sich lediglich in Form der zweithöchsten nachgewiesenen Gesamtkeimzahl und der höchsten Anzahl an Pseudomonaden auf den Zitzengummiköpfen manifestieren, bezogen auf die Resultate aller teilnehmenden Melkverfahren. Weitere problematische Punkte betreffen die Gesamtkeimzahl und die Anzahl an Milchsäurebildern auf den Zitzengummischäften und eine relativ hohe Anzahl an Milchsäurebildern, coliformen Keimen und Enterokokken auf den Spülköpfen.

4 Schlussfolgerungen

Erklärungsmöglichkeiten dafür, dass Betriebe, die mit dem gleichen Zitzenreinigungssystem arbeiten, doch relativ unterschiedliche Kontaminationsgrade in den Melkbechern aufweisen, können in technischen Abweichungen, die ohne Detailwissen nicht direkt ersichtlich sind, liegen. Deutlich wahrscheinlicher ist aber, dass die Diskrepanzen auf ein unterschiedliches Management der Einzelbetriebe zurückzuführen sind. Auch die Betriebsgröße und somit Anzahl der Tiere, die mit einem System/Melkgeschirr gemolken werden, haben Einfluss auf das Ergebnis.

Schwachpunkte auf den Spülköpfen bilden bei dem System Nr. 2 das erhöhte Auftreten von *E. coli* und bei System Nr. 7 das Übermaß an Milchsäurebakterien, coliformen Keimen und Enterokokken.

Firma Nr. 4 (Westfalia)

- 1.) Auf den Zitzengummiköpfen lassen sich bei den Untersuchungsparametern Hefen und sulfitreduzierende Sporenbildner bei diesem Melkverfahren die höchsten bzw. zweithöchsten Werte verzeichnen, im Zitzengummischafft zusätzlich noch Milchsäurebakterien und Laktobazillen.
- 2.) Die Spülköpfe der Systeme Nr. 4 zeigen in 8 von 12 untersuchten Parametern (u.a. Gesamtkeimzahl, *E. coli*, Enterobakteriazeen, Enterokokken, Hefen) die höchsten bzw. zweithöchsten Keimzahlwerte aller untersuchten Melksysteme auf.
- 3.) Auf den Euterreinigungsbürsten der Systeme Nr. 4 konnten v.a. Milchsäurebakterien, *E. coli* und Hefen nachgewiesen werden, die auch bei den anderen Untersuchungspunkten dieses Systems eine Rolle spielten. Aufgrund der Tatsache, dass die Tupferproben immer von den Bürsten im ansatzbereiten Zustand entnommen wurden, wird hier die Möglichkeit der Keimübertragung von Tier zu Tier deutlich und zugleich ist das Risiko des Einspülens in das Melksystem gegeben.

Firma Nr. 5 (De Laval)

- 1.) *E. coli* mit erhöhtem Level konnten bei diesem System sowohl in den Zitzengummischäften als auch im Zitzengummikopf, hier zusätzlich noch Pseudomonaden und Hefen nachgewiesen werden. Schwachpunkte auf den Spülköpfen sind der Nachweis erhöhter Werte von Laktobazillen, Enterobakteriazeen, coliformen Keimen und sulfitreduzierenden Sporenbildnern. Im Zitzenreinigungssystem, das aus einem separaten Melkbecher besteht, ließen sich eine verhältnismäßig hohe Gesamtkeimzahl und starke Belastung mit Laktobazillen und Enterobakteriazeen nachweisen.

Insgesamt weisen die mikrobiologischen Untersuchungsergebnisse auf einen unzureichenden Reinigungszustand der speziellen Reinigungseinrichtungen automatischer Melkverfahren hin. Um einen Eintrag in die Milch und Keimübertragungen auf in der Melkreihenfolge nachstehende Tiere zu vermeiden, ist v. a. auf saubere Liegeflächen und Melkstände, Sauberkeit der Tiere und deren Euter (u.a. Kürzen der Schwanzquasten und Euterhaare), ausreichende Dosierung und Einwirkzeit der Desinfektionslösungen für das Melkgeschirr und die

Reinigungseinrichtungen, rechtzeitigen Wechsel der Zitzengummis, insbesondere bei Verwendung von Melkbechern, in denen der Zitzen-Reinigungsvorgang stattfindet – Firmen 2, 5 und 7 – und störungsfreier Abfluss der beim Reinigungsvorgang anfallenden Flüssigkeit zu achten.

Tankmilchuntersuchung / Versuchsbetrieb

- 1.) Der im Zuge dieser Erhebung von der Installation eines Systems der Firma Nr. 7 bis zum Zeitraum der letzten Probenahme beobachtete Einzelbetrieb kann in Bezug auf die somatische Zellzahl sowohl die Vorgaben der Milchverordnung (400.000 Zellen/ml, geometrisches Mittel über 3 Monate) als auch die Maßgaben des Maßnahmenkataloges aus der „Bekanntmachung über die Anwendung bestimmter Maßnahmen in Milcherzeugerbetrieben mit automatischen Melkverfahren bis zum Vorliegen entsprechender Rechtsvorschriften“ vom 1. Februar 2001 (veröffentlicht im Bundesanzeiger vom 13.02.2001 S. 2183) in Bezug auf Abschnitt 3 erfüllen. Der Maßnahmenkatalog verlangt in Abschnitt 3 die zweimalige Untersuchung der Tankmilch/Monat, wobei bei 2 aufeinanderfolgenden Proben im arithmetischen Mittel nicht mehr als 300.000 Zellen/ml Tankmilch und bei keiner Probe mehr als 400.000 Zellen/ml Tankmilch festgestellt werden. Aufgrund des Einhaltens des Richtwertes von 400.000 Zellen/ml würde der Betrieb nach aktueller Rechtslage den Anforderungen des Maßnahmenkatalogs von 2012 (Punkt 5 und 6) und der VO (EG) 853/2004 (Abschnitt IX, Kap. I, III „Kriterien für Rohmilch“) genügen.
- 2.) Laut Maßnahmenkatalog (Abschnitt 2) darf beim aktuellen Probemelken der „Anteil an Kühen mit Zellgehalten über 250.000 Zellen/ml im Gesamtmelk nicht über 30 % aller laktierenden Kühe liegen“. Wird dieser Wert überschritten, hängt es von den Ergebnissen der Tankmilchzellzahl ab, welche Handlungen erfolgen müssen. Aufgrund der Überschreitung dieses Prozentsatzes und seiner Untersuchungsergebnisse bezüglich seiner Tankmilchzellzahlen fiel der Betrieb in die Kategorie 3 des Maßnahmenkataloges und musste entsprechende Maßnahmen (Kontrolle aller verdächtigen Kühe und zytobakteriologische Untersuchung dieser Kühe) ergreifen. Eine genauere Aufschlüsselung der Ergebnisse der Milch-Güte-Prüfung, wonach der Anteil von Tieren mit über 100.000 Zellen/ml Milch 25 % überstieg, weist auf einen bedenklichen Status der Herden-Eutergesundheit hin. Mit diesen Ergebnissen würde der Betrieb auch nach dem aktuell gültigen Maßnahmenkatalog in Kategorie 3 fallen und sollte dementsprechend die gleichen Kontrollmaßnahmen durchführen.
- 3.) Zwischen der Gesamtkeim- und der Zellzahl kann nur ein sehr geringer Zusammenhang ($r = 0,049$, Kendall-Tau-b; $r = 0,067$, Spearman-Rho) erkannt werden.
- 4.) In sieben Proben kann eine Gefrierpunktserniedrigung (Grenzwert -0.515°C) festgestellt werden, was den Trend der allgemeinen Studie und in der Literatur zugänglichen Daten hinsichtlich des höheren Wasseranteils der Milch aus AMV-Betrieben bestätigt.

4 Schlussfolgerungen

Analog der Studie auf Bundesebene wurden bei der Untersuchung der Tankmilch die gleichen mikrobiologischen Untersuchungsparameter zu Grunde gelegt. In 92 % der untersuchten Fälle hält der Versuchsbetrieb den in der Milchverordnung (Fassung 2001) und heute in der VO (EG) 853/2004 angegebenen Grenzwert für die Gesamtkeimzahl von 100.000 KbE/ml ein.

- 1.) Einen Monat nach Beginn der Einführung des Systems und Beginn der Probenahme traten deutliche Erhöhungen der Keimzahlen in der Tankmilch auf. Diese Tendenz zur Verschlechterung des Hygienestatus nach Einführung eines automatischen Melkverfahrens wird in der einschlägigen Literatur auch von anderen Autoren beschrieben.
- 2.) Beim 8. Probenkontingent werden die höchstem Werte für Enterokokken und *E. coli* erreicht, jedoch konnten in den darauffolgenden Monaten diese Defizite wieder abgestellt werden und die hohen mikrobiologischen Werte normalisierten sich. Insgesamt liegt der geometrische Mittelwert von *E. coli* mit $\bar{x} = 39$ KbE/ml auf einem gemäß den Literaturvorgaben (50-100 KbE/ml) niedrigen Wert und spricht letztlich für einen guten hygienischen Status der Tankmilch in diesem Betrieb. Einmalig konnten Koagulase positive Staphylokokken nachgewiesen werden, wobei zwar der in der Milchverordnung in der zur Studienzeit geltenden Fassung aufgeführte Schwellenwert von 500 KbE/ml überschritten, der Maximalwert von 2000 KbE/ml aber nicht erreicht wird. Salmonellen und Listerien ließen sich in keiner Probe nachweisen. Die Vorgaben der Milchverordnung werden eingehalten.

Tupfer/Versuchsbetrieb

- 1.) Bei der Untersuchung der individuellen Zusammensetzung der Keimflora auf den Zitzengummiköpfen, -schäften und der Spülköpfen liegen die Keimzahlen auf den Tupfern auf relativ niedrigem Niveau und fallen im Gegensatz zu den Ergebnissen der allgemeinen Studie unter die Kategorie <1 % („Andere“). Unter dem Begriff „Andere“ werden zur besseren graphischen Darstellung alle Keimarten zusammengefasst, die weniger als ein Prozent der Gesamtsumme ausmachen (Kap 3.2.3).
- 2.) Auf den Zitzengummiköpfen, -schäften und Spülköpfen wird die Gesamtkeimzahl übereinstimmend mit den Resultaten der Vergleichsstudie (AMV/KMV) durch die Milchsäurebakterien bestimmt.
- 3.) Auf den Zitzengummiköpfen und -schäften spielen von den hygienisch relevanten Keimen nur die Pseudomonaden eine Rolle. Diese Keime finden sich auch bei der allgemeinen Untersuchung in größeren Mengen auf den beiden Melksystemkomponenten (> 1 %, siehe Punkt 1). Gleiches gilt für Staphylokokken bzw. Enterokokken. Im Gegensatz zu der allgemeinen Studie konnten in dieser Erhebung beide Keimspezies auf den hier beschriebenen Komponenten nicht nachgewiesen werden.
- 4.) Im Gegensatz zu den vorherigen Komponenten sind die Spülköpfe mit Enterokokken besiedelt. Pseudomonaden und coliforme Keime werden nur auf den Spülköpfen festgestellt, treten aber kaum in Erscheinung.

4 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass auf allen drei Melksystemkomponenten die gleichen Keimspezies in unterschiedlicher Intensität vorkommen. Neben den üblicherweise dominierenden Milchsäurebakterien und Laktobazillen lassen sich auch Hefen, Schimmelpilze und Hygieneindikatoren wie Pseudomonaden, Enterokokken und geringfügig coliforme Keime erfassen. Die beiden Letztgenannten konnten nur auf den Spülköpfen nachgewiesen werden. Insgesamt sprechen die relativ niedrigen Keimzahlen für ein gutes Hygienemanagement in diesem Betrieb.

Effektivität der Euterreinigung

Um die Effektivität der Euter-, hier besser Zitzenreinigung, die beim überprüften Melkverfahren im gleichen Melkbecher wie der Melkvorgang stattfindet, besser einschätzen zu können, wurden jeweils die Spülflüssigkeit und das Anfangsgemelk verschiedener Einzeltiere auf ihre Gesamtkeimzahl untersucht. In 11 % der Proben liegt die Keimdichte der Einzeltiermilch über dem Wert der Spülflüssigkeit. Ursache hierfür könnten durch den Reinigungsvorgang abgelöster Schmutz und Kot sein, der in den Melkbecher gesogen wurde. Beim Vergleich der Gesamtkeimzahl der Einzeltiermilch mit der Gesamtkeimzahl des Spülwassers ($p < 0,001$; Wilcoxon) ist ein statistischer Zusammenhang gegeben.

Eutersauberkeit

Anhand eines für die Studie entwickelten Schlüssels wurde die Eutersauberkeit visuell beurteilt. Anschließend wurden die Ergebnisse mit den Resultaten der Gesamtkeimzahl (GKZ) von Tankmilch und Spülflüssigkeit ins Verhältnis gesetzt. Durch die Euterreinigung kann eine Keimreduktion der Zitzen um 80–89 %, gemessen an der mikrobiologischen Belastung der Spülflüssigkeit, erreicht werden.

Bei Betrachtung des Verhältnisses zwischen Eutersauberkeit – im Text als Euterscore interpretiert – und Keimbelastung der Spülflüssigkeit, deren Kontaminationsgrad als primärer Indikator für die Effektivität der Zitzenreinigung angesehen wird, zeigt sich, dass der größer werdende Euterscore mit einem annähernd kontinuierlichen Anstieg der Keimbelastung der Spülflüssigkeit einhergeht. Je höher der Euterscore angesetzt wird, d.h. je intensiver die Verschmutzung der Zitzen (je mehr Material zur möglichen Ablösung der Verunreinigungen zur Verfügung steht), desto höher scheint der Reinigungserfolg in Form einer umfangreichen Kontamination der Spülflüssigkeit zu sein.

Mit der erfolgreichen Reinigung der Zitzen stehen beim anschließenden Melkvorgang relativ gesehen weniger Mikroorganismen zur Kontamination der Milch zur Verfügung, was sich in anteilig niedrigeren Gesamtkeimzahlen bemerkbar macht. Somit befindet sich der statistisch belegbare Zusammenhang ($p < 0,001$) zwischen der GKZ von Spülflüssigkeit und Einzeltiermilch auch bei der Betrachtung der Eutersauberkeit, d.h. auch bei extrem unsauberen Eutern ist die GKZ (Milch) signifikant kleiner als die GKZ (Spülflüssigkeit).

Aufgrund der Ergebnisse lässt sich auf einen schwach ausfallenden, statistischen Zusammenhang zwischen Zitzenreinigungseffekt und Verschmutzungsgrad der Zitzen schließen.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Bewertung der hygienischen Qualität von Milch beim Einsatz von automatischen Melkverfahren

Da kaum detaillierte mikrobiologische Daten über Betriebe mit automatischen Melksystemen z.Z. der Studie in Deutschland zur Verfügung standen, wurde eine flächendeckende Erfassung der AMV (automatische Melkverfahren)-Höfe, die Beurteilung des betrieblichen Umfeldes und die Durchführung mikrobiologischer und chemisch-physikalischer Untersuchungen geplant und durchgeführt.

Im Laufe des 18-monatigen Projektes bestätigte sich, dass ein AMV stets höchste Ansprüche an den Landwirt in Bezug auf das Management seines Betriebes stellt, wobei der große Vorteil dieser Systeme in der flexiblen Arbeitszeit liegt. Die Ergebnisse der Milchuntersuchung und Tupferproben des Melkequipments offenbaren z.T. starke Differenzen zwischen den Betrieben mit gleichem Melksystem, was neben anderen Faktoren auf die Bedeutung des Managements hinweist. Nur wenn das Gesamtkonzept aus Melktechnik und -hygiene, Stallbau und -hygiene, Tiergesundheit und Fütterung harmoniert, kann es zur angestrebten Arbeitszeiterparnis kommen.

Die mikrobiologischen Untersuchungsergebnisse zeigen oftmals einen schlechteren Hygienestatus im Vergleich zu konventionellen Verfahren. Der Untersuchungsumfang der Tankmilch aus 99 Betrieben mit insgesamt 110 Melksystemen umfasste 108 Proben mit 15 Parametern. Nur in zwei Fällen (Pseudomonaden und Hefen) liegen die automatischen Systeme mit ihren Werten unter denen der konventionellen, bei einem gleichauf (sulfitreduzierende Anaerobier). Bei allen anderen mikrobiologischen Kriterien finden sich in der Milch automatischer Systeme höhere Werte. Es handelt sich um die Merkmale Gesamtkeimzahl, Milchsäurebakterien, Laktobazillen, Koagulase positive Staphylokokken, Enterokokken, Enterobakteriaceen, coliforme Keime, *E. coli*, *Bacillus cereus* sowie Schimmelpilze. *Salmonella* spp. und Listerien (*Listeria monocytogenes*) konnten jeweils einmal nachgewiesen werden. In beiden Fällen war ein automatisches System betroffen.

Bei den chemisch-physikalischen Untersuchungsparametern (Zellzahl, Fett, Eiweiß, Laktose, Gefrierpunkt, Trockenmasse) liegen die Vorteile auf Seiten der konventionellen Systeme. So weisen diese höhere Fett-, Eiweiß- und Laktose-Werte sowie niedrigere Zellzahlen als die automatischen Fabrikate auf. Für einen höheren Wasseranteil der Milch aus Betrieben mit automatischer Melktechnik sprechen sowohl die gegenüber den konventionell arbeitenden Betrieben nachweisbare Gefrierpunktserniedrigung als auch der geringere Trockenmassegehalt der Milch aus automatischen Systemen.

Insgesamt können die automatischen Systeme die Anforderungen der zu dieser Zeit geltenden Milchverordnung einhalten und würden mit ihren Werten auch den Ansprüchen der VO (EG) 853/2004 genügen. Zudem zeigen die großen Spannweiten der Daten, die sich beim Vergleich der Fabrikate untereinander ergeben, dass es bereits zur Zeit der Erhebung mit automatischen Melksystemen möglich war, Milch bester melkbiologischer Qualität zu ermelken. Mittlerweile sind die Automatischen Melkverfahren in den landwirtschaftlichen Alltag etabliert und befinden sich auf einem technisch hohen Niveau.

Die Auswertung der 381 Tupferproben, bei denen das gleiche Keimspektrum wie bei der Tankmilch untersucht wurde, zeigt unterschiedliche Tendenzen auf. In Bezug auf die Untersuchung der Zitzengummiköpfe ergibt sich ein trendmäßig sehr homogenes Bild. Bis auf die Parameter Hefen und *Bacillus cereus* liegen bei den automatischen Systemen alle Werte unter denen der konventionellen Melksysteme.

Bei den Zitzengummischäften zeigt sich, bezogen auf die Gesamtkeimzahl, ein ähnlicher Trend. Gleiches gilt für Staphylokokken und *Bacillus cereus*. Bezüglich der weiteren Kriterien übersteigt der überwiegende Teil der Ergebnisse der automatischen Melkverfahren diejenigen der konventionellen Systeme (Milchsäurebakterien, Pseudomonaden, Enterokokken, coliforme Keime, *E. coli*, Schimmelpilze, sulfitreduzierende Anaerobier).

Auf den Spülköpfen kann die stärkste Keimbelastung bei den konventionellen Systemen festgestellt werden. In Bezug auf die umweltassoziierten, auf Verschmutzungen hinweisenden coliformen Keime, hier v.a. den Fäkalindikator *E. coli* und Enterokokken, dreht sich der Trend um. Diesbezüglich können bei den automatischen Systemen deutlich höhere Werte festgestellt werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen der speziellen Euter- / Zitzenreinigungssysteme weisen auf einen unzureichenden Reinigungszustand hin.

Voraussetzung für einen erfolgreichen Umgang mit diesen Systemen bilden Hygiene und Sauberkeit im Betrieb, denn ein automatisches Melksystem kann nach wie vor die Reinigungsintensität nicht dem individuellen Verschmutzungsgrad des Euters und der Zitzen anpassen und den Reinigungserfolg kontrollieren, weshalb eine geringe Ausgangskeimzahl anzustreben ist. Stall- und Tierhygiene sind wichtige Ansatzpunkte, um den Keimdruck auf den Liegeflächen und am Euter zu verringern. Eine Trocknung der Zitzen nach der Reinigung würde sich positiv auf die Hygiene auswirken.

Auf die Reinigung und Desinfektion der milchführenden Teile sollte grundsätzlich viel Wert gelegt werden, da sich hier sowohl bei den automatischen als auch bei konventionellen Anlagen hygienische Schwachstellen zeigen.

An der Schwachstelle aller automatischen Systeme – dem rechtzeitigen Erkennen und anschließender Separation nicht verkehrsfähiger Milch vor Erreichen des Sammeltores – wird weiterhin gearbeitet. Die AMV sind aufgrund ihrer Computerprogramme in der Lage, aus zurückliegenden Melkungen auf Abweichungen in der aktuellen Melkung zu schließen. Dieser Strategie mangelt es jedoch an Präzision, weshalb es oft zu falsch positiven oder negativen Ergebnissen kommt. Erstere führen zu ökonomischen Verlusten, letztere gehen zu Lasten der Milchqualität. Automatische Melkverfahren müssen in der Lage sein, vor allem subklinische Mastitiden fehlerfrei zu erkennen und die Milch vor Erreichen des Sammeltores zu eliminieren. Der Einsatz und Ausbau der Biosensor-Technik verspricht Verbesserungen.

Die Gefrierpunkt-Problematik der automatischen Systeme macht Maßnahmen zur Verringerung des Restwassergehaltes im milchführenden Equipment unabdingbar.

6 SUMMARY

Valuation of the hygienic milk quality in farms using automatic milking procedures

As only little detailed microbiological data about only few farms with automatic milking systems were available at the time of the study, a complete compilation of farms using AMV (Automatische Melkverfahren, Automatic milking procedures), the assessment of the working surroundings and the implementation of microbiological and chemical-physical investigations were planned and carried out.

In the course of the 18-months-project it was confirmed that an AMV is always very demanding on the farmer concerning his farm's management. The big advantage of these systems is the flexibility of the working hours. The results of the milk study and the swabs samples reveal strong differences in part between farms with a system of the same manufacturer indicating the importance of the factor management among other factors. But only if the total concept of milking technique and -hygiene, the animal's house construction and -hygiene, animal's health and feeding are harmonized, the striven saving of working hours can be reached.

The microbiological results of the examination often show a worse status of hygiene concerning AMV than concerning conventional systems. The scope of the study comprised 108 samples from 99 farms with a total of 110 milking systems. The investigation comprised 15 parameters. Only in two cases (pseudomonads and yeasts) the values of the automatic systems are lower than those of conventional systems (including one exception: sulphite-reducing anaerobes). For all other microbiological criteria in the milk of automatic systems higher values can be found. Examined parameters are total viable count, lactic acid bacteria, lactobacilli, coagulase positive staphylococci, enterococci, enterobacteriaceae, coliforms, *E. coli* and molds. *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* could be detected each once. In both cases, an automated system was affected.

When viewing the physical-chemical examination results (cell count, fat, protein, lactose, freezing point, dry matter) the benefits are related to conventional milking systems. Thus, these systems show higher fat, protein and lactose - values and lower cell numbers than the automatic systems. Both a detectable freezing point depression and the lower dry matter content of milk from automated systems compared to conventional processing leads to the conclusion that the water content in the milk from farms applying automatic milking systems is higher.

Overall, the automated systems are able to meet the relevant requirements of milk regulation at present time and would also meet the values defined in Reg. (EG) 853/2004. In addition, a large range of data arises when comparing different brands of milking systems. However, even at the time of the investigation it was possible to get milk of the best quality with all brands of the tested automatic milking systems. Meanwhile the AMVs have been established in daily farm work and are on a high technical level.

The evaluation of the 381 swab samples, in which the same spectrum of germs was investigated as in the milk tank samples, exhibits different trends. Regarding the study of the liner heads a trended very homogeneous picture is received. Except for the parameter yeast and *Bacillus cereus*, all values of automatic systems were lower than the ones of conventional milking systems.

Shafts of the teatcup liner show, based on the total bacterial count, a similar trend. The same applies for staphylococci and *Bacillus cereus*. With respect to the other criteria, the majority of the results of the automatic milking exceed those of the conventional systems (lactic acid bacteria, pseudomonads, enterococci, coliforms, *E. coli*, molds and sulphite-reducing anaerobes).

In the conventional systems, the strongest bacterial load was detected on the rinsing heads. Regarding the environment-associated coliforms indicating dirt (especially the faecal germ *E. coli*), the trend is reversed. In this aspect, significantly higher values could be detected in the automated systems.

The results of the investigations of the special udder/teat cleaning systems indicate a lack of clean condition.

The requirement for a successful management of these systems is hygiene and cleanliness on the farm, because an automatic milking system is not able to bring the cleaning intensity into line with the individual grade of the udder's dirtiness and it is not able to control the success of cleaning. That's why a low output bacterial count is desirable. Stable and animal hygiene are important starting points to reduce the bacterial load on the slabs and teats. A drying of teats after cleaning would have a positive impact on hygiene.

Importance should be attached to cleaning and disinfection of the milk carrying components as hygienic vulnerabilities exist in both the automatic and conventional systems.

The weak point of all systems - the timely identification and following separation of non-marketable milk before it reaches the bulk tank - will be continued to work on. On the basis of their computer programmes, automatic milking procedures are capable of comparing current milking with relevant previous ones, so information about differences can be obtained. However, these systems lack precision so often incorrect positive or negative results are created. The first lead to economical losses, the last are decreasing milk quality.

The automatic milking procedures must be able to recognize mastitis perfectly and eliminate non-marketable milk before reaching the bulk tank. The usage and development of biosensor technology promises improvements.

The problem with the depressed freezing point requires future measures to reduce the residual water content in the milk-carrying equipment.

Abeni, F., Terzano, M.G., Speroni, M., Migliorati L., Capelletti, M., Calza, F., Bianchi, L. und G. Pirlo (2008)

Evaluation of milk enzymes and electrolytes, plasma metabolites, and oxidative status in twin cows milked in an automatic milking system or twice daily in a conventional milking parlor

Journal of Dairy Science 91, 3372-3384

Agrarheute.com (2011)

Nachfrage nach Melkrobotern ist groß

<http://www.agrarheute.com/melkroboter>

Aufgerufen am 01.09.2013

Agrarheute.com (2012)

Melktechnik: Verhaltener Siegeszug der Roboter

<http://www.agrarheute.com/melktechnik-roboter-verhalten>

Aufgerufen am: 07.09.2013

Agritica (2003)

News-Gascoigne Melotte presenteert nieuwe melkrobot in Paris

http://agmachinebenelux.com/en/nieuws_bericht.php?hoofdcategorie=27&berichtid=1288

Aufgerufen am: 02.05.2013

aid-Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e.V. (2001)

Eutergesundheit-Grundlage der Qualitätsmilcherzeugung

Heft Nr. 1275/2001; 2. überarbeitete Auflage

Amos, H. E., Kiser, T. und M. Loewenstein (1985)

Influence of milking frequency on productive and reproductive efficiencies of dairy cows

Journal of Dairy Science 68, 732–739

Anonymus (1999)

Melkroboter haben Zuwachs bekommen

Bauernzeitung 42, 24–28

Anonymus (2004)

Westfalia pfeift auf Melkroboter

Blick ins Land 5, 25

Anonymus (2007)

WestfaliaSurge übernimmt Titan-Melkroboter

www.topagrar.com/news/Rind_News_WestfaliaSurge-uebernimmt-Titan-Melkroboter-63385.html

Aufgerufen am: 08.12.2013

Anonymus (2009)

Milch

www.lebensmittellexikon.de/m0000200.php

Aufgerufen am: 13.01.2014

Anonymus (2010a)

Killerkäse: Dungkäfer schleppten Listerien ein

<http://www.animal-health-online.de/lme/2010/02/28/killerkase-dungkafer-schleppten-listerien-ein/4277/>

Aufgerufen am: 03.01.2014

Anonymus (2010b)

Kompaktlexikon der Biologie

<http://www.wissenschaft-online.de/abo/lexikon/biok/7634>

Aufgerufen am: 08.12.2013

Anonymus (2010c)

Verseuchter Käse-Dungkäfer übertrug Listerien

<http://diepresse.com/home/panorama/oesterreich/542769/Verseuchter-Kaese-Dungkaefer-uebertrug-Listerien>

Aufgerufen am: 03.04.2014

Arbeitsgruppe "Automatische Melkverfahren und Hygieneanforderungen" (2000)
eigene Mitteilung

Augustin, J.C., Le Roux, A., Zuliani, V., Minvielle, B., und P. Garry, (2009)

Efficiency of sampling methods to monitor the bacterial contamination of pork carcasses before and after chilling

Safe pork 2009 Konferenz in Québec City, Québec, Canada, Proceedings, 318–322

Barbano, D. M., Ma, Y. und M. V. Santos, (2006)

Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life

Journal of Dairy Science 89, Supplement, E15–E19

Baars, S. (2006)

Milchhygiene bei automatischen Melkverfahren

aid infodienst, 02.06.2006

<http://www.raiffeisen.com/news/artikel/30201427>

Aufgerufen am: 02.02.2013

Barry, A. L., Fay, G. D. und R. L. Sauer (1972)

Efficiency of a transport medium for the recovery of aerobic and anaerobic bacteria from applicator swabs

Applied Microbiology 24, 31–33

- Baumgarten, W. (2009)
Hygiene beim Melkroboter
<http://www.dlr.rlp.de/internet/global/themen.nsf/print/E1E5A8A37EFB844EC125763A0044F44B?OpenDocument&ExpandSection=1,2,3,4,5,6,7,8,9>,
Stand 23.09.2009,
Aufgerufen am: 10.10.2013
- Becker, B., Fechner, J. und W. Holzappel (2004)
Hygiene- und Reinigungskontrolle in der Lebensmittelkette mittels ATP-Bio-lumineszenz
Fleischwirtschaft 84, 121–124
- Bendahou, A., Lebbadi, M., Ennanej, L., Essadqui, F. Z. und M. Abid (2008)
Characterization of *Staphylococcus* species from raw milk and milk products in North Morocco
Journal of Infection in Developing Countries 2, 218–225
- BfR-Bundesinstitut für Risikobewertung (2008)
Listeria monocytogenes: Der Überlebenskünstler unter den Keimen
Merkblatt 06/2008
- BfR-Bundesinstitut für Risikobewertung (2011)
Erreger von Zoonosen in Deutschland im Jahr 2009
BfR-Wissenschaft 01/2011
- BgVV (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin) (2000)
Arbeitsgruppe "Automatische Melkverfahren und Hygieneanforderungen"
Eigene Mitteilung
- Bille, P. G., Haradoeb, B.R. und N. Shigwedha (2009)
Evaluation of chemical and bacteriological quality of raw milk from Neudamm dairy farm in Namibia
African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development, 9, No. 7, 1511–1523
- Bisping, W. (1993)
Salmonellen in Futtermitteln
Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 100, 262–263
- Bisping, W. und G. Amtsberg (1988)
Farbatlas zur Diagnose bakterieller Infektionserreger der Tiere
Parey Verlag, Hamburg
- Bloomberg Businessweek (o.J.)
Company Overview of Prolion Holding NV
<http://investing.businessweek.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapld738119>
Aufgerufen am: 19.06.2013

- BMG-Bundesministerium für Gesundheit (2005)
2. Kundmachung des Modules "Eutergesundheit" im Rahmen des "Betreuungspaketes Rind" gemäß § 7 Abs. 4 der Tiergesundheitsdienst-Verordnung 2002 /GZ 74.200/0011-IV/B/8/2005 AVN(Amtliche Veterinärnachrichten)-SN (Sondernummer) 5a/2005 vom 23.06.2005
- Bonsels, T. (2008)
Melktechnik von morgen – Wird in Zukunft alles automatisiert? -Automatische Melksysteme-
3. Göttinger Fachtagung für Milchwirtschaft - „Zukunftsstrategien in der Milchproduktion“, 04. Dezember 2008, Vortrag
- Bou-Matic (o.J.)
History
www.boumatic.com/eu-de/about/history
Aufgerufen am: 29.03.2013
- Brade, W. und G. Flachowsky (Hrsg.) 2005
Rinderzucht und Milcherzeugung: Empfehlungen für die Praxis
Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 289, 2. Auflage
- Bramely, A. J., Mc Kinnon, C. H., Staker, R. T. und D. L. Simpkin (1984)
The effect of udder infection on the bacterial flora of bulk milk of ten dairy herds
Journal of Applied Bacteriology 57, 317–323
- Brosius, F. (2004)
SPSS 12, 400
mitp-Verlag Bonn, 1. Auflage
- Buchberger, J. (2003)
Merkblatt zum Gefrierpunkt der Milch (Stand: 08/2003)
www.lkv-rlp.de/nextshopcms/cmspdf.asp?id=14
Aufgerufen am: 19.01.2013
- Buchberger, J., Steidle, E., Weiß, G., Rosenberger, E., Dodenhoff, J. und C. Biechl (2003)
Einfluss des Melkverfahrens auf die Qualität der Anlieferungsmilch
Deutsche Molkerei Zeitung 21, 40–44
- Bühler, K. (2002)
Untersuchungen zur Prävalenz pathogener Mikroorganismen in Bestandmilchen der Nordostschweiz unter besonderer Berücksichtigung von Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis und Staphylococcus aureus
Vetmed.-Dissertation Universität Zürich, Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene

- Bülte, M. (2004)
Staphylococcus aureus-Intoxikationen
In Einführung in die Lebensmittelhygiene (Hrsg.: Sinell, H.J.)
Kap. 2.3 Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen, 68 ff
Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart
- BVL-Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2012 a)
Berichte zur Lebensmittelsicherheit 2010, 20
Hrsg.: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
- BVL-Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2012 b)
Berichte zur Lebensmittelsicherheit 2010, 24
Hrsg.: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
- Burow, H., Weber, A. und J. Potel (1996)
Nachweis von Listerien in Kotproben von landwirtschaftlichen Nutztieren und in vom
Tier stammenden Lebensmitteln
Fleischwirtschaft 76, 745–749
- Christiansson, A., Bertilsson, J. und B. Svensson (1999)
Bacillus cereus spores in raw milk: factors affecting the contamination of milk during
the grazing period
Journal of Dairy Science 82, 305–314
- Cicconi-Hogan, K. M., Gamroth, M., Richert, R., Ruegg, P. L., Stiglbauer, K. E. und Y. H.
Schukken (2013)
Risk factors associated with bulk tank standard plate count, bulk tank coliform count,
and the presence of *Staphylococcus aureus* on organic and conventional dairy farms
in the United States
J. Dairy Science 96, 1–13
- Culina, M., Hahne, J., Vorlop, K.D. und D. Ordloff (2005)
Milchqualität und Eutergesundheit an der Quelle messen: Wunschtraum oder wirklich
machbar?
http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dk037395.pdf,
Aufgerufen am: 05.01.2013
- CVUA Karlsruhe (2005)
Jahresbericht 2005, 59
- D'Amico, D.J.; Groves, E.; C. W. Donnelly (2008)
Low incidence of foodborne pathogens of concern in raw milk utilized for
farmstead cheese production
Journal of Food Protection 71, 1580–1589

- D'Amico, D. J. und C. W. Donnelly (2010)
Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: Effect of farm characteristics and practices
Journal of Dairy Science 93, 134–147
- Davis, M. A. und D. J. Reinemann (2002)
Milking performance and udder health of cows milked robotically and conventionally
Paper No: 02-3112, geschrieben für die Präsentation beim 2002 ASAE Annual International Meeting/CIGR XVth World Congress, Chicago, Illinois, USA, 28-31 July 2002
- DBV-Deutscher Bauernverband (2013)
Ressourcenschutz in der Land- und Forstwirtschaft
Situationsbericht 2012/2013
2.4 Moderne Tierhaltung: Beispiel Milchviehhaltung
<http://www.bauernverband.de/24-moderne-tierhaltung>
Aufgerufen am: 02.01.2015
- DC Engineering (o.J.)
GM Liberty Zenith Robotic Milking System
http://www.dcengineering.co.uk/gm_liberty_robotic_milker.htm
Aufgerufen am: 19.06.2013
- De Koning, K. (2002)
Robotic Milking
Proceedings of the First North American Conference on Robotic Milking, Toronto, Canada, 2038–2045
- De Laval, (o.J.a)
DeLaval VMS™ overview
<http://www.delaval.com/en/-/Product-Information1/Milking/Systems/Automatic/DeLaval-VMS-in-detail/>
Aufgerufen am: 05.05.2013
- De Laval, (o.J.b)
Innovationen bei DeLaval damals bis heute
<http://delaval.de/About-DeLaval/Innovation-bei-Delaval/Innovations-Time-Line/>
Aufgerufen am: 17.06.2013
- De Laval, (o.J.c)
Ein globales Unternehmen
www.delaval.de/About-DeLaval/The-Company/
Aufgerufen am: 05.05.2013
- Desmasures N., Bazin F. und M. Guéguen (1997)
Microbiological composition of raw milk from selected farms in the Camembert region of Normandy
Journal of Applied Microbiology 83, 53–58

- DLG-Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (2000)
Prüfbericht Nr. 4916, Melkroboter Lely Astronaut
<http://www.dlg-test.de/pbdocs/4916.pdf>
Aufgerufen am: 12.08.2013
- DLG-Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (2002a)
Prüfbericht Nr. 5073, Melkroboter Merlin
<http://www.dlg-test.de/tests/5073.pdf>
Aufgerufen am: 02.05.2013
- DLG-Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (2002b)
Prüfbericht Nr. 5074, Melkroboter Lely Astronaut ,
1. Ergänzungsbericht zu Prüfbericht 4916
<http://www.dlg-test.de/tests/5074.pdf>
Aufgerufen am: 12.08.2013
- DLG-Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (2014)
Prüfbericht Nr. 6235 F, Fullwood Merlin
<http://www.dlg-test.de/tests/6235F.pdf>
Aufgerufen am: 15.11.2015
- DLQ-Deutscher Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen e.V. (o.J.)
Gefrierpunkt
<http://www.dlq-web.de/gefrierpunkt.html>
Aufgerufen am: 19.01.2013
- Doggweiler R. und E. Hess (1983)
Zellgehalt in der Milch ungeschädigter Euter
Milchwissenschaft 38 (1), 5–8
- Doyle, M. E., Mazotta, A. S., Wang, T., Wisemann, D. W. und V. N. Scout (2001)
Heat resistance of *Listeria monocytogenes*:
Journal of Food Protection 64, 410–429
- DVG-Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V. (1994)
Somatische Zellen als Leitparameter
Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Herdenproblem
DVG-Verlag, Gießen, 3. Auflage
- Elite-Magazin (o.J.)
Happel AktivPuls-Roboter 20.20 jetzt noch intelligenter
<http://www.elite-magazin.de/technik/Happel-AktivPuls-Roboter-20-20-jetzt-noch-intelligenter-500018.html>
Aufgerufen am: 11.05.2013

Elite-Magazin (2011)

Boumatic präsentiert revolutionären Melkroboter

<http://www.elite-magazin.de/technik/Boumatic-praesentiert-revolutionaeren-Melkroboter-526371.html> vom 16.09.2011

Aufgerufen am: 24.06.2013

Elite-Magazin (2012)

Eine Einheit, zwei Kühe

<http://www.elite-magazin.de/Eine-Einheit-zwei-Kuehe-996153.html>

Aufgerufen am: 24.06.2013

Elmoslemany, A. M., Keefe, G. P., Dohoo, I. R., Wichtel, J. J., Stryhn, H. und R. T. Dingwell (2010)

The association between bulk tank milk analysis for raw milk quality and on-farm management practices

Preventive Veterinary Medicine 95, 32–40

Euler, C. (2010)

Untersuchungen zur praktischen Anwendung eines tierärztlichen Qualitätssicherungssystems für Milcherzeugerbetriebe in den Bereichen Eutergesundheit und Milchqualität

Vetmed.-Dissertation 2010, Ludwig Maximilian Universität (LMU) München

Fagundes, H., Barchesi, L., Nader Filho, A., Ferreira, L. M. und C. A. F. Oliveira (2010)

Occurrence of *Staphylococcus aureus* in raw milk produced in dairy farms in São Paulo state, Brazil

Brazilian Journal of Microbiology 41, 376–380

Falkenberg, U., Reinhold, P., Hildebrandt, G. und W. Heuwieser (2005)

Development of microbiological colonisation in a newly installed milking system

Physiological and Technical Aspects of Machine Milking, Nitra (Slovak Republic), 26-28 April 2005

ICAR Technical Series 10, 171–176

Fedio, W.M. und H. Jackson (1992)

On the origin of *Listeria monocytogenes* in raw-bulk-tank-milk

International Dairy Journal 2, 197–208

Fehlhaber, K. (1992a)

Staphylococcus aureus

In Veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene (Hrsg.: Fehlhaber, K. und P. Janetschke)

Kap. 2 Ursachen von Gesundheitsschädigungen durch Lebensmittel, 60

Gustav Fischer Verlag, Jena/Stuttgart

- Fehlhaber, K. (1992b)
Escherichia coli
In Veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene (Hrsg.: Fehlhaber, K. und P. Janetschke)
Kap. 2 Ursachen von Gesundheitsschädigungen durch Lebensmittel, 67
Gustav Fischer Verlag, Jena/Stuttgart
- Feldmann, M., Zimmermann, A. und M. Hoedemaker (2006)
Influence of milking technique, milking hygiene and environmental hygiene parameters on the microbial contamination of milking machines.
Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 113, 274–281
- Fenlon, D. R., (1986)
Rapid quantitative assessment of the distribution of *Listeria* in silage implicated in a suspected outbreak of listeriosis in calves
Veterinary Record 118, 240–242
- Fenlon, D. R. und J. Wilson, (1989)
The incidence of *Listeria monocytogenes* in raw milk from farm bulk tanks in North-East-Scotland
Journal of Applied Microbiology, 66, 191–196
- Fischer, P., Reinhold, P. und G. Hildebrandt (2001)
Milchqualität bei Einsatz von automatischen Melkverfahren
42. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene (25-28.09.2001)
in Garmisch-Partenkirchen, Vorträge und Poster, 211–215
- FLI-Friedrich-Löffler-Institut (2010)
Amtliche Methodensammlung, Stand April 2010
www.fli.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Publikationen/Methodensammlung_2010-04-30.pdf
Aufgerufen am: 04.03.2012
- Fliss, I., Simard, R. E. und A. Ettriki (1991)
Comparison of three sampling techniques for microbiological analysis of meat surfaces
Journal of Food Science 56, 249–250
- Frister, H. (2007)
Allgemeine Betrachtung
In Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene (Hrsg.: Krömker, V.),
Kap. 7 (Zusammensetzung der Milch)
Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart, 7.1, 80

Fullwood (2010)

Fullwood celebrates 225 years with a new Merlin

<http://www.farm-smart.co.uk/downloads/Fullwood-PR.pdf>

Aufgerufen am: 17.06.2013

Garayzabal, J. F. F., Rodriguez, L. D., Boland, J. A. V., Cancelo, J. L. B. und G. S. Fernandez (1986)

Listeria monocytogenes in pasteurized milk

Canadian Journal of Microbiology 32, 149–155

Gascoigne Melotte (o.J.)

GM Liberty Zenith Robotic Milking System

http://www.milkingmachines.co.uk/gascoignemelotte/gm_liberty_robotic_milker.htm

Aufgerufen am: 02.05.2013

GEA (2007a)

WestfaliaSurge übernimmt Lizenz für TITAN-Melkroboter

<http://www.gea.com/de/news/20071009-00156.html>

Aufgerufen am: 19.06.2013

GEA (2007b)

J. Houle and Fils Inc. Acquired by GEA Group

www.gea.com/en/news/20070403-00017.html

Aufgerufen am: 20.06.2013

GEA Farm Technologies (o.J.)

Die Geschichte GEA Farm Technologies

<http://www.gea-farmtechnologies.com/de/de/aboutus/history/default.aspx>

Aufgerufen am: 21.06.2013

GEA (o.J.a)

Chronik der GEA Group

<http://www.gea.com/de/unternehmen/chronik.html>

Aufgerufen am: 21.06.2013

GEA (o.J.b)

Portrait

<http://www.gea.com/de/unternehmen/portrait.html>

Aufgerufen am: 21.06.2013

GEA (o.J.c)

Melkroboter Mlone konsequent weiterentwickelt

<http://www.gea.com/de/produktnews/20111130-00543.html>

Aufgerufen am: 02.05.2013

- Gelsomino, R., Vancanneyt, M., Cogan, T. M., Condon, S. und J. Swings, J. (2002)
Source of Enterococci in a farmhouse raw-milk cheese
Applied and Environmental Microbiology 68, 3560–3565
- Gennari, M. und F. Dragotto, (1992)
A study of the incidence of different fluorescent *Pseudomonas* spp. and biovars in the microflora of fresh and spoiled meat and fish, raw milk, cheese, soil and water
Journal of Applied Bacteriology 72, 281–288
- Giles, N., Hopper, S. A. und C. Wray (1989)
Persistence of *S. typhimurium* in a large dairy herd
Epidemiology and Infection 103, 235–241
- Ginzinger, W.; Eliskases-Lechner, F. und F. Osl (2001)
Einfluss der Silage auf die Milch
Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten, Jahrestagung 2001 in Wolfpassing, 161–162
- Godič Torkar, K. und A. Vengušt (2008)
The presence of yeasts, moulds and aflatoxin M1 in raw milk and cheese in Slovenia
Food Control 19, 570-577
- Groenewold, J. und E. Bohlsen (2013)
Umstellung auf AMS mit Stress verbunden
<http://www.elite-magazin.de/gesundheit/Die-Umstellung-ist-mit-Stress-verbunden-1166718.html>
Aufgerufen am: 15.12.2013
- Hamann, J. und J. Reichmuth (1990)
Exogene Einflüsse auf den Zellgehalt der Milch unter Berücksichtigung des Gesundheitszustandes der Milchdrüse
Milchwissenschaft 45, 286–290
- Hanuš, O., Zhang, Y., Bjelka, M., Kučera, J., Roubal, P. und R. Jedelská (2011)
Chosen biotic factors influencing raw cow milk freezing point
Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeleianae Brunensis LIX, 65–82
- Harms, J. und G. Wendl (2012)
Automatische Melksysteme – Trends, Entwicklungen, Umsetzung
39. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2012, 25. und 26. April 2012, Raumberg-Gumpenstein, Österreich, Tagungsband, 67–74

- Harsch, M. (2009)
Aktueller Stand der Technik bei Melkrobotern
http://www.lazbw.de/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lazbw_rh/pdf/a/Aktueller%20Stand%20AMS_09.pdf,
Aufgerufen am: 10.10.2013
- Harsch, M. (2011)
Welches Melkverfahren passt zu meinem Betrieb?
Fachbeitrag von Mathias Harsch, LAZBW Rinderhaltung
<https://www.landwirtschaftbw.info/pb/MLR.Landwirtschaft,Lde/Startseite/Tierhaltung++Tierzucht/Milchgewinnung>,
Aufgerufen am: 10.10.2013
- Hartung, M. (1998)
Übersicht über die Meldungen der Bundesländer
In Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 1998
(Hrsg. Hartung, M.), Kap. 2, 62 ff
BgVV-Hausdruckerei Dahlem
- Harvey, J. und A. Gilmour (1985)
Application of current methods for isolation and identification of *Staphylococci* in raw bovine milk
Journal of applied Bacteriology 59, 207–221
- Hayes, P. S., Feeley, J. C., Graves, L. M. Ajello, G. W. und D. W. Fleming (1986)
Isolation of *Listeria monocytogenes* from raw milk
Applied and Environmental Microbiology 51, 438–440
- Helmert, - (2002)
Mittlere Zusammensetzung von Kuhmilch
Justus Liebig Universität Gießen, Fachbereich Veterinärmedizin, Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde, Materialien WS 2002
http://home.snafu.de/helmert/Milch/Materialien_Downloads/milch.pdf
Aufgerufen am: 12.02.2015
- Heeschen, W. (1994a)
Staphylococcus aureus
In Euter- und Gesäugekrankheiten (Hrsg.: Wendt, K., Bostedt, H., Mielke, H. und H. W. Fuchs),
Kap. 3.3 pathogene Mikroorganismen (Krankheitserreger), 145
Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart
- Heeschen, W. (1994b)
Saprophytäre Mikroorganismen
in Euter- und Gesäugekrankheiten (Hrsg.: Wendt, K., Bostedt, H., Mielke, H. und H. W. Fuchs)
Kap. 3. Milch als Lebensmittel, 152–154
Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

- Heeschen, W. H. (1996)
Bacteriological quality of raw milk: Legal requirements and payment systems
Bacteriological Quality of Raw Milk, 1–18 in International Dairy Federation, Brussels, Belgium
- Hefler, F. (1999)
Gesetzliche Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Milchbe- und -verarbeitung (BGBL. II Nr. 11/1999)
Erläuterungen AEV Milchwirtschaft
<http://wko.at/up/enet/wasser/aevmilchwirtschaft.pdf>
Aufgerufen am: 07.12.2014
- Helgren, J. M. und D. J. Reinemann (2006)
Survey of milk quality on U.S. dairy farms utilizing Automatic Milking Systems
Transactions of the ASABE, 49, 551–556
- Hoedemaker, M., Mansfeld, R. und A. de Kruif (2013)
Eutergesundheit und Milchqualität
In Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind (Hrsg. De Kruif, A., Mansfeld, R. und M. Hoedemaker, 92–93
Enke bei Thieme Verlag, Stuttgart
- Hoedemaker, M., Schmidt, A., Keller, B., Bleckmann, E. und K. H. Böhm (2006)
Isolation von Hefen aus Milch von Kühen mit Mastitis und aus Tupferproben von der Melkanlage.
Prakt. Tierarzt 87, 890–895
- Holm, C., Jepsen, J., Larsen, M. und L. Jepsen (2004)
Predominant microflora of downgraded Danish bulk tank milk
Journal of Dairy Science 87, 1151–1157
- Hovinen, M., Rasmussen, M. D. und S. Pyöläre (2009)
Udder health of cows changing from tie stalls or free stalls with conventional milking to free stalls with either conventional or automatic milking
Journal of Dairy Science 92, 3696–3703
- Husu, J. R., Seppänen, J. T. und S. K. Sivelä (1990, 2010)
Contamination of raw milk by *Listeria monocytogenes* on dairy farms
Journal of Veterinary Medicine, Series B, 37, 268–275,
- Iben, B. (2003)
Melkroboter hat Bewährungsprobe bestanden
Großtierpraxis 4, 12–14

- Ingham, E. und R. Mitchell (2013)
Use of Hypochlorous Acid to prevent microbial growth in milking equipment on a dairy farm
http://vicingpure.com/uploads/RODALE_INSTITUTE_VICING_PURE_PAPER-Jan_2013.pdf,
Aufgerufen am: 11.11.2013
- Innocente, N. und M. Biasutti (2012)
Automatic milking systems in the protected designation of Origin Montasio cheese production chain: effects on milk and cheese quality
Journal of Dairy Science 96, 740–751
- Insentec (o.J., a)
<http://www.insentec.eu/en/company/history>
Insentec BV History
Aufgerufen am: 11.05.2013
- IUL Instruments GmbH (o.J.)
Empfindlichkeit und Reproduzierbarkeit: ein Vergleich zwischen mikrobiologischen Methoden und der ATP-Biolumineszenz
http://www.-iul-instruments.de/pdf/reprod_article.pdf,
Aufgerufen am: 07.04.2013
- Janštová, B., Dračková, M., Dlesková, K., Cupáková, S., Necedová, L., Navrátilová, P. und Vorlová, L. (2011)
Quality of raw milk from a farm with automatic milking system in the Czech Republic
Acta Veterinaria Brno, 80, 207–214
- Jayarao, B. M. und D. R. Henning (2001)
Prevalence of foodborne pathogens in bulk tank milk
Journal of Dairy Science 84, 2157–2162
- Jayarao, B. M., Donaldson, S. C., Straey, B. A., Sawant, A. A., Hedge, N. V. und J. L. Brown (2006)
A survey of foodborne pathogens in bulk tank milk and raw milk consumption among farm families in Pennsylvania
Journal of Dairy Science 89, 2451–2458
- Jayamanne, V. S. und U. Samarajeewa (2001)
Incidence and detection of *Listeria monocytogenes* in milk and milk products of Sri Lanka
Tropical Agricultural Research 13, 42–50
- Juneja, I. und R. N. Pal (1975)
Sources of *Staphylococci* in raw buffalo milk
Indian Journal of Dairy Science 28, 171–173

- Jung, W. (2003)
Milchgüteprüfung – inwieweit besitzt der Parameter „Gesamtkeimzahl 30 C^o“ noch Aktualität für die Milchverarbeitung, welche Alternativen sind diskutabel?
11. Oranienburger Milchforum (06./07.11.2003)
- Justesen, P. und M. D. Rasmussen (2000)
Improvement of milk quality by the Danish AMS Self-Monitoring Programme
Proceedings of the International Symposium of Robotic Milking; Lelystad, Niederlande, 83–88
- Kämpf, P. (2012)
Listerien in Lebensmitteln
Bayerisches Staatsministerium für Justiz und für Verbraucherschutz
<http://www.vis.bayern.de/ernaehrung/lebensmittelsicherheit/hygiene/listerien.htm>
Stand: 26.03.2012, Aufgerufen am. 25.01.2014
- Kagkli, D. M., Vancanneyt, M., Hill, C., Vandamme, P. und T. M. Cogan (2007a)
Enterococcus and *Lactobacillus* contamination of raw milk in a farm dairy environment
International Journal of Food Microbiology, 114, 243–251
- Kagkli, D. M., Vancanneyt, M., Vandamme, P., Hill, C. und T. M. Cogan (2007b)
Contamination of milk by enterococci and coliforms from bovine faeces
International Journal of Applied Microbiology, 103, 1393–1405
- Kasalica, A., Vuković, V., Vranješ, A. und N. Memiši (2011)
Listeria monocytogenes in milk and dairy products
Biotechnology in Animal Husbandry 27, 1067–1082
- Kaufmann, R., Ammann, H., Hilty, R., Nosal, D. und M. Schick, (2001)
Automatisches Melken-Systeme, Einsatzgrenzen, Wirtschaftlichkeit
(Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT)-
Bericht Nr. 579, 12–13
- Kelton, D. F., Rodenburg, J. und K. Hand (2001)
Udder health and milk quality on Ontario dairy farms utilizing Voluntary Milking Systems
Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality; Vancouver, Canada 2001, 410–414
- Kielwein, G: (1994a)
Intoxikationskrankheiten
Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene, Kapitel 6.1, 97–98
Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, 3. neubearbeitete Auflage

- Kielwein, G: (1994b)
Zusammensetzung und Bildung der Milch
Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene
Kapitel 2, 18–35
Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, 3. neubearbeitete Auflage
- Kielwein, G: (1994c)
Milchsäurebakterien
In Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene, Kap. 5.2.2, 74–75
Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, 3. neubearbeitete Auflage
- Kirst, E. (2000)
Milchqualität erfordert die regelmäßige Kontrolle der Rohmilch und des Tierbestandes
Milchpraxis 38, 102–105
- Klastrup, N. O. (1994)
Infektion mit *Pseudomonas aeruginosa*
In Euter- und Gesäugekrankheiten (Hrsg. Wendt, K., Bostedt, H., Mielke, H. und H.-W. Fuchs, Kap. 5.5 Mastitiden, 381
Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart
- Kleer, J. (2004)
Salmonella
In Einführung in die Lebensmittelhygiene (Hrsg.: Sinell, H.J.)
Kap. 2.3 Lebensmittelinfektionen und –intoxikationen, 29
Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart
- Kleiner, U. (2000)
Zur Aussagekraft von Tupferabstrichproben im Rahmen von Hygienekontrollen
Fleischwirtschaft 80, 118–121
- Klostermeyer, H. (1985)
Inhaltsstoffe der Milch
In Euter- und Gesäugekrankheiten (Hrsg.: Wendt, K.; Bostedt, H.; Mielke, H. und H. W. Fuchs
Kap.3 Milch als Lebensmittel, 139
Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart; 1994
- Klungel, G. H., Slaghuis, B. A. und H. Hogeveen (2000)
The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality
Journal of Dairy Science 83, 1998-2003
- Kovincic, I., Stajner, B., Zakula, S., Galic, M. und I. Ivanov (1979)
The finding of *L. monocytogenes* in the milk of cows from the infected herds
In Problems of listeriosis, Proceedings of the 7th international symposium, Varna, 1977, 1979, 221-224

- Krömker, V. (2007a)
Euterkrankheiten
In Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene (Hrsg.: Krömker, V.),
Kap.5, 47–61
Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart
- Krömker, V. (2007b)
Gefrierpunkt der Milch
In Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene (Hrsg.: Krömker, V.),
Kap.6 Qualitätssicherung in Milcherzeugerbetrieben, 6.1.3, 76
Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart
- Krömker, V. (2007c)
Bazillen und verwandte Genera (aerobe Sporenbildner)
In Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene (Hrsg.: Krömker, V.),
Kap.9 Milchwirtschaftliche Mikrobiologie, 9.2.6, 128
Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart
- Kübler, W. (1983)
Untersuchungsmethoden zur Qualitätsüberwachung
In Die Milch; Erzeugung, Gewinnung, Qualität; (Hrsg.: Gravert, O.)
Kap.3 Milch in Ernährung und Diätetik, 3.5.4, 134
Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart
- Kurzweil, R. und N. Busse (1973)
Keimgehalt und Florazusammensetzung der frisch ermolkenen Milch
Milchwissenschaft 28, 427-43
- Kutschenreiter, W. (1998)
Zugpferd Melkroboter
DLG-Mitteilungen 5, 62-65
- Lake, R., Hudson, A., Cressey, P. und S. Gilbert (2005)
Risk profile: *Listeria monocytogenes* in low moisture cheeses
Institute of Environmental Science & Research Limited Christchurch Science Centre,
Client Report FW0440
http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/Risk_Profile_Listeria_Monocytogenes-Science_Research.pdf
Aufgerufen am 19.01.2012
- Lavoie, K., Touchette, M., St-Gelais, D. und S. Labrie (2012)
Characterization of the fungal microflora in raw milk and specialty cheeses of the
province of Quebec
Dairy Science & Technology 92, 455–468

Lecos, C. (1986)

Of microbes and milk; probing America's worst salmonella outbreak
Life & Health Library

http://findarticles.com/p/articles/mi_m1370/is_v20/ai_4119044/pg_2/?tag=content;col_1

Aufgerufen am: 06.03.2012

Lely (o.J.)

Holen Sie das Maximum aus Ihrer Milch raus
Broschüre Lely Astronaut Robotertermelksystem

http://www.lely.com/uploads/documents/Brochures/Dairy/Lely_Astronaut_A4/Lely_Astronaut_A4_-_DE.pdf

Aufgerufen am: 14.02.2016

Lely (2012a)

Lely builds the 12,500th Lely Astronaut milking robot

<http://www.lelylife.com/2012/02/lely-builds-the-12500th-lely-astronaut-milking-robot/>

Aufgerufen am: 03.05.2013

Lely (2012b)

Lely Astronaut models

www.lelylife.com/2012/08/lely-astronaut-models/

Aufgerufen am: 03.05.2013

Lely (2013)

Leichter Zugang zum Lely Astronaut Robotertermelksystem steigert Produktionsleistung

<http://www.lely.com/de/home/media-center/nachrichten-veranstaltungen/nachrichten/leichter-zugang-zum-lely-astronaut-robotertermelksystem-steiger>

Aufgerufen am: 18.06.2013

Lemmer Fullwood (o.J., a)

Der neue Standard für das automatische Melken

<http://www.lemmerfullwood.info/technik/melktechnik/automatischesmelksystem/merlin225/>

Aufgerufen am: 17.06.2013

Lemmer Fullwood (o.J., b)

Über uns

[\(http://www.lemmer-fullwood.info/ueber-uns/lemmer-fullwood/](http://www.lemmer-fullwood.info/ueber-uns/lemmer-fullwood/)

Aufgerufen am: 31.12.2013

LKV BB-Landeskontrollverband Brandenburg (2001)

Milchgüteprüfung

Jahresbericht 2001, 41

- LKV BB-Landeskontrollverband Brandenburg (2013)
Milchgüteprüfung
www.lkvbb.de
Aufgerufen am: 27.12.2013
- LKV NRW-Landeskontrollverband Nordrhein-Westfalen e.V. (2009)
Automatische Melksysteme in NRW
LKV Info 1/09, 1–2
- LKV NS/Bremen-Landeskontrollverband (o.J.)
Gefrierpunkt
<http://www.lkv-milchwirtschaft.de/Gefrierpunkt.html>
Aufgerufen am: 31.12.2013
- LKV RP-Landeskontrollverband Rheinland Pfalz (o.J.)
Informationen zur Bedeutung und Beeinflussbarkeit der fettfreien Trockenmasse in der Anlieferungsmilch, Merkblatt
www.lkv-rlp-saar.de/nextshopcms/cmsspdf.asp?id=13
Aufgerufen am: 25.01.2014
- LKV SH-Landeskontrollverband Schleswig-Holstein e.V. (2013)
Erläuterungen zum Eutergesundheitsbericht
<http://www.lkv-sh.de/mlp/mlp-ergebnisse/erlaeuterungen-zum-eutergesundheitsbericht>
Aufgerufen am: 02.01.2014
- LVLf-Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung (2008)
Milchgüteprüfung
Tierzuchtreport 2008, Kap. 2.3.2, 15
- LWK NS-Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2013)
Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierhaltung 2012
Jahresbericht 2012, 10-11
- Lohrey, A. (2009)
Automatische Melksysteme und Eutergesundheit: Eine Bestandsaufnahme aus Hessen
18. Gießener Rindergesundheitstag am 07.11.2009, Programmheft, 26–31
- Louwers; J. und G. Klein(1994)
Zur Probenahmetechnik bei der mikrobiologischen Prozesskontrolle
35. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene vom 27.-30.09.1994 in Garmisch-Partenkirchen, Vorträge und Poster, 65–74
- Løvendahl, P. und G. G. Chagunda (2011)
Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows
Journal of Dairy Science, 94, 5381–5392

- Magnusson, M., Christiansson, A. und B. Svensson, (2007)
Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: Factors affecting contamination of raw milk
Journal of Dairy Science 90, 2745–2754
- Manser, T. (2014)
Melkarbeit und Melktechnik beeinflussen Eutergesundheit
CHbraunvieh 3, 5
- Marion, D., Sylvie, P., Veronique; R. und D. Yann (2008)
Evolution of the raw cow milkmicroflora, especially Lactococci, Enterococci, Leuconostocs and Lactobacilli over a successive 12 day milking regime
International Journal of Dairy Science 3, 117–130
- Mc Kinnon, C.H. und G. L. Pettipher (1983)
A survey of sources of heat-resistant in milk with particular reference to psychrotrophic sporeforming bacteria
Journal of Dairy Research 50, 163–170
- Mersch, F. und E. Leisen (2013)
Regulierung der Clostridienbelastung in der Milch – Erfahrungen aus der Winterperiode 2007/2008)
http://www.oekolandbau.nrw.de/pdf/projekte_versuche/leitbetriebe_2007/versuchsberichte2007/00_Versuchsbericht_2007.pdf
Versuchsbericht, S. 144, Aufgerufen am: 08.03.2013
- Mielke, H. (1994)
Synthese und Sekretion des Milchzuckers
In: Euter- und Gesäugekrankheiten (Hrsg.: Wendt, K.; Bostedt, H.; Mielke, H. und H. W. Fuchs), Kap. 2 (Physiologie der Laktation), 2.1.3.3, 77
Gustav Fischer Verlag, Jena
- MKU-Milchwirtschaftlicher Kontroll- und Untersuchungsverband Uelzen e.V. (2005)
Jahresbericht 2005, 11
- MLR-Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum Baden-Württemberg (2004)
Milch in der Ernährung, wertvolle Bestandteile, Milch-Informationen für Verbraucher, S. 15
- Model, I. (2002)
Möglichkeiten zur Überprüfung und Auswertung von Hygienemaßnahmen im Melkbereich
3. Jahrestagung Milchwirtschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerbetriebe, Dresden-Pillnitz, 17./18.09.2002
www.wgmev.de/.../18-moeglichkeiten-zur-ueberpr...,
Aufgerufen am: 27.03.2013

- Model, I. (2008)
Wirkungskontrolle der Melkzeugzwischeninfektion mit PES
9. Jahrestagung Gesellschaft der Milcherzeugerbetriebe, Futterkamp, 17./18.09.
2008, Tagungsband S. 62–68
- Model, I. (2009)
Anforderungen an das Management in Betrieben mit automatischen Melksystemen
29. Tag des Milchviehhalters 2009 in Bernburg und Iden, 24.-25.11.2009, Vortrag
- Monken, A. und W. Ingalls (2002)
Milking system cleaning and sanitizing: Troubleshooting milk bacteria counts
National Mastitis Council Regional Meeting Proceedings; Syracuse, New York; 08-
09.07. 2002, 55-60
www.nmconline.org/articles/trblshtbc.pdf
- Müller, G. (1996)
Lebensmittelvergiftungen durch *B. cereus*
In Mikrobiologie der Lebensmittel: Grundlagen (Hrsg.: Weber)
8. Auflage, unveränderter Nachdruck 2000
Behr's Verlag GmbH & Co, Hamburg (8. Auflage), Kap. 2 (2.2.6), 231
- Müller, G. und H. Weber (1996)
Allgemeine Mikrobiologie
In Mikrobiologie der Lebensmittel: Grundlagen (Hrsg.: Weber)
Behr's Verlag GmbH & Co, (8. Auflage), Kap. 1, 44–76
- Muraoka, W., Gay, C., Knowles, D. und M. Borucki (2003)
Prevalence of *Listeria monocytogenes* Subtypes in bulk milk of the Pacific
Northwest
Journal of Food Protection 66, 1413–1419
- Murphy, S.C. und K. J. Boor (2000)
Trouble-shooting sources and causes of high bacteria counts in raw milk
Dairy, Food and Environmental Sanitation 20, 606–611
- Navratilova, P., Schlegelova, J.; Sustackova, A., Napravnikova, E., Lucasova J. und E. Kli-
mova (2004)
Prevalence of *Listeria monocytogenes* in milk, meat and foodstuff of animal origin and
the phenotype of antibiotic resistance of isolated strains
Journal Veterinarny Medicina-Czech, 49, 243–252
- Nero, L.A., de Mattos, M. R., Barros, M. de A., Ortolani, M. B., Beloti, V. und B. D. Franco
(2008)
Listeria monocytogenes and *Salmonella* spp. in raw milk produced in Brazil: occur-
rence and interference of indigenous microbiota in their isolation and development
Zoonoses Public Health 55, 229–305

- Oliver, S. P. (2010)
How milk quality is assessed
<http://www.extension.org/pages/212977how-milk-quality-is-assessed>
Aufgerufen am: 03.03.2013
- Oliver, S. P., Jayarao, B. M. und R. A. Almeida (2005)
Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications
Foodborne Pathogens and Disease 2, 115–129
- Olsen, S. J., Ying, M., Davis, M. F., Deasy, M. P., Holland, B., Iampietro, L., Baysinger, C. M., Sassano, F., Polk, L. D., Gormley, B., Hung, M. J., Pilot, K., Orsini, M., Van Duyne, S., Rankin, S., Genese, C., Bresnitz, E.A., Smucker, J., Moll, M. und J. Sobel (2004)
Multidrug-resistant *Salmonella typhimurium* infection from milk contaminated after pasteurization
Emerging Infectious Diseases 10, 932–935
- Otolani, M. B., Yamazi, A. K., Moraes, P. M., Vicoso, G. N. und L. A. Nero (2010)
Microbiological quality and safety of raw milk and soft cheese and detection of autochthonous lactic acid bacteria with antagonistic activity against *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.* and *Staphylococcus aureus*
Foodborne Pathogens Disease 7, 175–180
- Otte-Südi, I. (1996)
Mikrobielle Kontaminationsquellen
In Mikrobiologie der Lebensmittel, Milch- und Milchprodukte (Hrsg. H. Weber)
Kap. 1 (Mikrobiologie der Rohmilch), 4
Hamburg: Behr's Verlag, 1. Auflage
- o.V. (2010)
Dungkäfer führte zur Listerien Verseuchung
<http://www.heilpraxisnet.de/naturheilpraxis/dungkaefer-fuehrte-zur-listerien-kaese-verseuchung-1965.php>
Aufgerufen am: 22.01.2012
- o.V. (2015)
Die Roboter kommen
BWagrar, 32, 6–10
- Paar, J. (2007)
Westfalia Surge wieder mit Melkroboter
<http://www.landwirt.com/Westfalia-Surge-wieder-mit-Melkroboter,,4078,,Bericht.html>
Aufgerufen am: 08.12.2013
- Pache, S. (2008)
Automatische Melksysteme – Anforderungen an Tier und Mensch
Fachtagung „Bau & Technik“ am 27.11.2008 in Köllitsch, Vortrag

- Padfield, E. (2009)
Dairy Event 2009: Fullwood robotic milking machine
Farmers Weekly
<http://www.fwi.co.uk/articles/18/09/2009/117877/dairy-event-2009-fullwood-robotic-milking-machine.htm#.Uad1ZErY-ul>
Aufgerufen am: 17.06.2013
- Pallas, S. (2002)
Analyse von Eutergesundheit und Rohmilchqualität im automatischen Melksystem
Vetmed.-Dissertation, FU Berlin
- Palumbo, S. A., Klein, P., Capra, J., Eblen, S. und A. J. Miller (1999)
Comparison of excision and swabbing sampling methods to determine the microbiological quality of swine carcass surfaces
Food Microbiology 16, 459–464
- Pantoja, J. F. C.; Reinemann, D. J. und P. L. Ruegg (2011)
Factors associated with coliform count in unpasteurized bulk milk
Journal of Dairy Science 94, 2680–2691
- Patel, A. K., Singhania, R. R., Pandey, A., Jjoshi, V. K., Nigam, P.S. und C. R. Soccol (2014)
Enterobacteriaceae, Coliforms and *E. coli*
In Encyclopedia of Food Microbiology (Hrsg.: Batt, C. A.)
Elsevier-Verlag, 2. Ausgabe, 1, 659–661
- Pfannenschmidt, F. (2003)
Eignung des Nass-Trockentupfer Verfahrens (NTT) DIN 10113; 1997–07 zur Bestimmung des Hygienestatus in Melkanlagen
Vetmed.-Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover
- Pomies, D. und J. Bony (2000)
Comparison of hygienic quality of milk collected with a milking robot vs. with a conventional milking parlour
Proceedings of the International Symposium on Robotic milking, Lelystad, The Netherlands, 122–123
- Pommer, R., Pache, S., Dr., Heber, I. und A. Rindfleisch (2013)
Nutzung Automatischer Melksysteme (AMS) in der sächsischen Milchproduktion
Schriftenreihe des LfULG, Heft 10/2013, 7
- Powitz, R.W. (2004/2005)
Successful sampling program, part III: environmental air and surface techniques
<http://www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/december-2004january-2005/successful-sampling-program-part-iii-environmental-air-and-surface-techniques/>

Profi (2011)

Neuer Melkroboter: Sparsamer als der Vorgänger

<http://www.profi.de/neuheiten/Melktechnik-Insentec-startet-Verkauf-des-neuen-Melkroboters-Astrea-20-20-340516.html>

Aufgerufen am: 13.05.2013

Proplanta (2013)

Melkroboter revolutionieren Milchviehhaltung

http://www.proplanta.de/Agrar-Nachrichten/Landtechnik/Melkroboter-revolutionierenMilchviehhaltung_article1376294634.html

Aufgerufen am: 14.10.2013

Pützschel, R. (2010)

Eutergesundheit beim Melken mit AMS

7. Stammtisch AMS am 20.10.2010, LfULG Köllitsch, Vortrag

Punch (o.J.)

Punch and Prolion join forces in Punch Technix

<http://punchinternational.com/web/tpl.asp?hmain=1844&sty...>

Aufgerufen am: 02.05.2013

Rasmussen, M. D., Blom, J. Y., Nielsen, L. A. H. und P. Justesen (2001)

The impact of automatic milking on udder health

Proceedings of the 2nd International Symposium on mastitis and milk quality
397–400, Vancouver, Canada

Rasmussen, M. D., Bjerring, M., Justesen, P. und L. Jepsen (2002)

Milk Quality on Danish Farms with Automatic Milking Systems

Journal of Dairy Science 85, 2869–2878

Rea, M. C., Cogan, T. M. und S. Tobin (1992)

Incidence of pathogenic bacteria in raw milk in Ireland

Journal of Applied Microbiology 73, 331–336

Reinecke, F. (2012)

Automatische Melksysteme (AMS): Beratung in Betrieben mit Zellzahlproblemen

Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater (WGM)

13. Jahrestagung – Berlin und Potsdam, Workshop

<http://www.wgmev.de/download.html?view=document&id=147>

Aufgerufen am: 18.01.2015

Reinecke, F. (2013)

Neuer "Maßnahmenkatalog" für Milcherzeugerbetriebe mit automatischen Melkverfahren

www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/tier/nav/226/article/20655.html, Aufgerufen

am: 30.06.2013

- Reinhold, P., Hildebrandt, G. und P. Fischer (2002)
Automatische und konventionelle Melkverfahren – Milchhygienische Aspekte im Vergleich
43. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene vom 24.–27. September 2002 in Garmisch-Partenkirchen, Vorträge und Poster, 460–464
- Reinhold, P., Falkenberg, U., Hildebrandt, G. und W. Heuwieser (2003)
Untersuchungen zur mikrobiellen Besiedlung eines neu installierten Melksystems
44. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene vom 29. September - 02. Oktober 2003 in Garmisch-Partenkirchen, Vorträge und Poster, 328–331
- Reuter, G. (1984)
Ermittlung des Oberflächenkeimgehaltes von Rinderschlachtkörpern-Untersuchung zur Eignung nicht-destruktiver Probeentnahmeverfahren
Fleischwirtschaft 64, 1247-1252
- Riemelt, I. (2003)
Psychrotrophe Mikroorganismen; Bedeutung als Verderbniserreger – Nachweismöglichkeiten – Teil I
Deutsche Milchwirtschaft 19, 824
- Riemelt, I. und B. Bartel (2002)
Krankheitserreger in Milch und Milcherzeugnissen
Zum Vorkommen von *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* und *Staphylococcus aureus*
Deutsche Milchwirtschaft 23, 974–976
- Riemelt, I. (Hrsg.); Bartel, B.; Malozan, M. (2003a)
Milchwirtschaftliche Mikrobiologie
In Milchwirtschaftliche Mikrobiologie, 2. Auflage
Kap. 2, 132-176
Hamburg, Behr's Verlag
- Riemelt, I. (Hrsg.); Bartel, B.; Malozan, M. (2003b)
Milch während der Lagerung und des Transportes
In Milchwirtschaftliche Mikrobiologie, 2. Auflage
Kap. 3 (Mikrobiologie der Milch und Milchprodukte), 3.2.2.3, 235
Hamburg, Behr's Verlag
- Rimbach, G., Nagursky, J. und H. F. Ebersdorfer (2015)
Zusammensetzung der Milch
In Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger, 2. Auflage
Kap. 1 (Milch), 1.5, 12
Springer Verlag Berlin Heidelberg

- RKI-Robert Koch-Institut (2009)
Salmonellose (Salmonellen-Gastroenteritis)
Epidemiologisches Bulletin 13, 117–122
- RKI-Robert Koch Institut (2010a)
Listeriose-Ausbruch in Deutschland und Österreich-Update
Epidemiologisches Bulletin 8; 78
- RKI-Robert Koch Institut (2010b)
Listeriose
Ratgeber Infektionskrankheiten-Merkblätter für Ärzte (im April 2010 aktualisierte Fassung; Erstveröffentlichung im Epidemischen Bulletin 16/2000, Stand 03.08.2012)
- RKI-Robert Koch Institut (2013)
Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2012
Kapitel 6, Spezielle Krankheiten, 137
- RKI-Robert Koch Institut (2014)
Meldepflichtige Infektionskrankheiten
Epidemiologisches Bulletin 9; 82
- Roche Lexikon Medizin (1984)
Bacillus, 132
Hrsg.: Hoffmann-La Roche AG und Urban & Schwarzenberg
Urban & Schwarzenberg, München
- Römer, A., Lexer, D., Troxler, J. und S. Waiblinger, (2005)
Auswirkungen eines automatischen Melksystems auf Management, Tiergesundheit und Tierverhalten von Kühen
32. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Raumberg-Gumpenstein, 13-14.04. 2005, 1–8
- Röstel, M. (2013)
Technische Ausstattung in LKV-Mitgliedsbetrieben
Rind im Bild 3, 22
- Rose, L., Jensen, B., Peterson, A., Banerjee, S. N. und M. J. Arduino (2004)
Swab materials and *Bacillus anthracis* spore recovery from nonporous surfaces
Emerging Infectious Diseases 10, 1023–1029
- Rosenow, E. M. und E. H. Marth (1987)
Listeria, listeriosis and dairy foods: a review
Cultured-Dairy-Products-Journal 22, 13–17

- Roth, N. und K. Knapstein (2003)
Hygienemanagement in Betrieben mit automatischen Melkverfahren – ein Erfahrungsbericht
44. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene vom 29. September bis 02. Oktober 2003 in Garmisch-Partenkirchen, Vorträge und Poster, 316–321
- Ryšánek, D., Zouharová, M. und V. Babák (2009)
Major mammary pathogens as contributors to total bacterial counts in raw milk
Acta Veterinaria Brno, 78, 455–461
- Salman, A. M. A. und I. M. Hamad (2011)
Enumeration and identification of Coliform bacteria from raw milk in Khartoum State, Sudan
Journal of Cell and Animal Biology 5, 121–128
- Sanjaya, A. W., Sudarwanto, M. und K. Robert (2009)
Detection of *Listeria monocytogenes* in pasteurized milk sold in Bogor and its relationship with human health
Mikrobiology Indonesia 3, 33–36
- Salovu, H.; Ronkainen, P. und H. Antti (2005)
Introduction of automatic milking system in Finland: effect on milk quality
Agricultural and Food Science 14, 346–353
- Schlegelová J.; Babak, V., Holasova, M., Konstantinova, L., Necidova, L., Šišak, F., Vlkova, H., Roubal, P. und Z. Jaglic, (2010)
Microbial contamination after sanitation of food contact surfaces in dairy and meat processing plants
Czech Journal of Food Science 28, 450–461
- Schneider, T. und Team (2011)
Wissenswertes zu *Str. uberis*
http://www.tierarzt-klettgau.ch/Download/Rinder/Wissenswertes_Str_uberis.pdf
Aufgerufen am: 28.12.2013
- Schoder, D., Metzner, D., Schmalwieser, A., Zangana, A., Winter, P. und M. Wagner (2011)
Important vectors for *Listeria monocytogenes* transmission at farm dairies manufacturing fresh sheep and goat cheese from raw milk
Journal of Food Protection 74, 919–924
- Scholz, A., Neuhaus, U., Nüske, S., Kragenings, G. und M. Förster (2001)
Milchqualität bei Kühen der Rassen Deutsche Holsteins und Deutsches Fleckvieh im Vergleich von konventioneller und Roboter-Melktechnik
Züchtungskunde 73, 23–32

- Schuchat, A., Swaminathan, B. und C. Broome (1991)
Epidemiology of human listeriosis
Clinical Microbiology Reviews, April 1991, 169–183
- Schüppel, H. (1992a)
Milchfett
In Veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene,
(Hrsg.: Fehlhaber, K. und P. Janetschke)
Kap.: 13 Milch- und Milchprodukte, 519–520
Gustav Fischer Verlag, Jena
- Schüppel, H. (1992b)
Allgemeines
In Veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene
(Hrsg.: Fehlhaber, K. und P. Janetschke)
Kap.: 13 Milch- und Milchprodukte, 13.1, 513
Gustav Fischer Verlag, Jena
- Schulz, J. (1994):
Labordiagnostische Untersuchungen
In Euter- und Gesäugekrankheiten,
(Hrsg.: Wendt, K., Bostedt, H., Mielke, H. und H.-W. Fuchs)
Kap. 5 (Erkrankungen der Milchdrüse des Rindes), 5.1.7.3, 275
Gustav Fischer Verlag, Jena-Stuttgart
- Schwarzer, K. (2000)
Auswirkungen eines Melkroboters auf die Eutergesundheit und die Milchhygiene
Vetmed.-Dissertation, Ludwig Maximilians Universität, München
- Selbitz, H.J. (2002)
Infektionen und Krankheiten durch grampositive Bakterien
In Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, 7. neu bearbeitete Auflage, Rolle, M; Mayr, A. (Hrsg.: Mayr, A.)
Kap. 5 (Bakterielle Krankheiten der Tiere), 544–545
Enke-Verlag, Stuttgart
- Selbitz, H.J. (2007)
Epidemiologie
In Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, 8. überarbeitete Auflage
Rolle, M.; Mayr, A. (Hrsg: Mayr, A.)
Kap. 5 (bakterielle Krankheiten der Tiere), 430–437
Enke-Verlag, Stuttgart

- Selbitz, H.J. (2011)
Gattung Salmonella
In Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, 9. vollst. überarbeitete Auflage (Hrsg.: Selbitz, H.J.; Truyen, U.; Weigand, P. V.)
Teil III, Kap. 9 (Gramnegative fakultativ anaerobe Stäbchenbakterien), 9.2.7, 199–201
Enke-Verlag, Stuttgart
- Shoshani, E. und M. Chaffer (2002)
Robotic milking: A report of a field trial in Israel
First North American Conference on robotic milking, Toronto, Canada, 20-22 March 2002, Conference paper; III-56-III-61
- Sieber, J. und E. Groß (2008)
Automatische Melksysteme–neue Technik aus Sicht des Unfallschutzes
Kurzfassung durch Schatz, W., Stand Juni 2008
http://www.svlfg.de/30-praevention/prv051-fachinformationen/prv0502-landwirtschaft-forstwirtschaft-jagd/07_richtiger-umgang-mit-rindern/info0030_me
Aufgerufen am: 07.09.2013
- Sigurdson, C. G., Cords, B. R. und D. Fredell (2004)
Practical hygiene and disinfection on dairy farms
Minnesota Dairy Health Conference, Tagungsband, 128–148
- Snijders, J. M. A., Janssen, M. H. W., Gerats, G. E. und G. P. Corstiaensen (1984)
A comparative study of sampling techniques for monitoring carcass contamination
International Journal of Food Microbiology 1, 229–236
- Sonntag, S. (1997)
Milchqualität–Forderungen ohne Ende?
Neue Landwirtschaft, 1997, 62–65
- Specker, M. (1996)
Untersuchungen zum Vorkommen von Listerien, Salmonellen, Campylobacter und Staphylokokken in Rohmilch im Land Brandenburg
Vetmed.-Dissertation, Freie Universität Berlin
- Spohr, M. (o.J.)
Melkzeug-Zwischendesinfektion - Einsatzkriterien und Erfahrungen in Baden-Württemberg
<http://www.kesla.de/wp-content/uploads/Spohr.pdf>
Vortrag, aufgerufen am: 04.01.2014
- Spohr, M. (2006)
Beurteilung melkhygienischer Maßnahmen unter Berücksichtigung der Euter-gesundheit von Milchkühen
https://www.vetion.de/buiatrikaktuell/vortrag/vortrag1.cfm?ebene_id=39&ebene1_id=125, aufgerufen am: 12.10.2014

- Stackyard, - (2011)
New Fullwood Merlin Robot Milking System launched
http://stackyard.com/news/2011/12/machinery/02_fullwood_merlin.html
Aufgerufen am: 12.05.2013
- Stajner, B. A., (1971)
Excretion of listeria in the milk of infected cows
Acta-Veterinaria - Yugoslavia 21, 217–224
- Steinmüller, R. (2010)
E. coli (Teil I)
Ernährungsumschau, 4, B13
- Stoffers, A. (2010)
Evaluierung und praktische Beurteilung des in der DIN ISO 20966 beschriebenen
„Verfahrens zur Beurteilung der Zitzen- und Euterreinigung bei Automatischen Melk-
systemen“
Masterarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-
Albrechts-Universität zu Kiel
- Suhren, G. und W. Heeschen (1992)
Zur bakteriologischen und zytologischen Beschaffenheit roher (Erzeuger- und Vor-
stapelebene) und wärmebehandelter Milch in der Bundesrepublik Deutschland
Kieler Milchwirtschaftlicher Forschungsberichte 44, 83–102
- Surge (o. J.)
Surge History
www.surgewater.com/history.html
Aufgerufen am: 20.06.2013
- Svennerstén-Sjaunja, K., Berglund, I. und G. Pettersson (2000)
The milking process in an automatic milking system, evaluation of milk yield, teat con-
dition and udder health
Robotic milking: Proceedings of the international symposium, Lelystad, 17.–19.
08.2000, Proceedings, 277–288
- Tenhagen, B.A. (2007)
Melkzeugzwischeninfektion – Nur viel Arbeit oder sinnvolle Hygiene
https://www.vetion.de/buiatrikaktuell/vortrag/vortrag1.cfm?ebene_id=39&ebene1_id=168, Vortrag,
aufgerufen am: 12.10.2014
- Ternstroem, A., Lindberg, A. M. und G. Molin (1993)
Classification of the spoilage flora of raw and pasteurized bovine milk, with special
reference to *Pseudomonas* and *Bacillus*
Journal of Applied Microbiology 75, 25–34

- Töpel, A. (2004)
Milchinhaltstoffe
Chemie und Physik der Milch: Naturstoff-Rohstoff-Lebensmittel (Hrsg. Töpel),
1. Auflage 2004
Kap. 2 (Zusammensetzung – Milchbestandteile), 2.1, 5
- Torp, M., Holstad, G. und P. E. Granum (2001)
Bacillus cereus - feeds and faeces as major contamination sources in milk in a dairy farm (*Bacillus cereus* - for og feces som kilde till høye sporetall i melk i en storfebe-
setning).
Norsk Veterinærtidsskrift 113, 462–466
- Uraz, G. und S. Citak (1998)
The isolation of *Pseudomonas* and other Gram (-) psychrotrophic bacteria in raw
milks
Journal of Basic Microbiology 38, 129–134
- Van Crombrugge, J. M. (2003)
New applications of mid-infra-red-spectrometry
Bulletin of the IDF 383, 16–22
- Van der Vorst, Y. und H. Hogeveen (2000)
Automatic milking systems and milk quality in The Netherlands
Proceedings of the International Symposium of Robotic Milking, Lelystad, Nieder-
lande, 73–82
- Van der Vorst, Y. und K. de Koning (2002)
Automatic milking systems and milk quality in three European countries
Proceedings from the First North American Conference on Robotic Milking, Plenary
V-1, March 20–22, 2002, Toronto, Canada, V1–13
- Van Kessel, J. S., Karns, J. S., Gorski, L., McCluskey, B. J. und M. L. Perdue (2004)
Prevalence of salmonellae, *Listeria monocytogenes*, and fecal coliforms in bulk tank
milk on US dairies
Journal of Dairy Science 87, 2822–2830
- Van Kessel, J. A., Karns, J. S., Lombard, J. E. und C. A. Koprak (2011)
Prevalence of *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, and *Escherichia coli* viru-
lence factors in bulk tank milk and in-line filters from U.S. dairies.
Journal of Food Protection, 74, 759–768
- Veauthier, G. (1999)
Sieben Fabrikate im Überblick
top agrar extra, 11–17

- Vilar, M. J., Yus, E., Sanjuán, M. L., Diéguez, F. J. und J. L. Rodríguez-Otero (2007)
Prevalence of and risk factors for *Listeria* species on dairy farms
Journal of Dairy Science 90, 5083–5088
- Weber, A., Koller, A., Hechelmann, H., Unkauf, I., Rabsch, W. und M. Gareis (2000)
Eine nicht alltägliche Salmonellose in einem Rinderbestand: Latente Ausscheidung von *Salmonella Typhimurium* DT 104 über das Euter
Der Praktische Tierarzt. 81, 426–431
- Weber, H. (2010)
Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen
In Mikrobiologie der Lebensmittel: Band 1: Grundlagen (Hrsg.: H. Weber)
Kap. 4 (4.6), 612
Behr's Verlag, Hamburg, 9. Auflage,
- Weber, H. (2010b)
Mikrobielle Lebensmittelvergiftungen
In Mikrobiologie der Lebensmittel: Grundlagen (Hrsg.: H. Weber)
Kap. 2 (2.2), 283
Behr's Verlag, Hamburg, 9. Auflage
- Wehrmüller, K., Jakob, E., Maurer, J., Ryffel, S. und W. Schaeren (2007)
Zusammensetzung von Kuh-, Ziegen- und Schafmilch im Vergleich
<http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzelpublikation/index.ht...>
Aufgerufen am: 15.10.2013
- Wendl, G. (2011)
Entwicklungstendenzen in der Haltungstechnik für die Milchviehhaltung
Tierhaltung in Bayern – Quo vadis? Landtechnisch-bauliche Jahrestagung
und Eröffnung der Lehrschau am 25. Oktober 2011 in Grub, Tagungsband, 26
- Westfalia (2008)
Mlone: Der einzige Melkroboter, der ein echtes Melkzentrum ermöglicht
http://www.westfalia.com/hq%5C/de/mediacenter/news/news_2008/mione.aspx
Aufgerufen am: 02.05.2013
- Westfalia Separator (o.J.)
Innovation aus Tradition
<http://www.westfalia-separator.com/de/unternehmen/unternehmensportraet/historie.html>
Aufgerufen am: 20.06.2013
- Wiktorsson, H., Svennersten-Sjaunja, K. und M. Salomonsson (2000)
Short or irregular milking intervalls in dairy cows – effects on milk quality, milk composition and cow performance
Proceedings International Symposium on Robotic milking, Lelystad, The Netherlands, Wageningen Pers (Anmerk: Presse), Wageningen 128–129

- Winter, P. (2010)
Die Zellzahl in der Milch als Grundlage zur Sanierung von Mastitis-Problembetrieben
Tagungsband Tierärztetagung Raumberg-Gumpenstein 2010, 21–24
- Wirtz, N., Tholen, E., Spiekers, H., Zähres, W., Pfeffer, E. und W. Trappmann (2004)
Vergleich zwischen automatischem und konventionellem Melken im Hinblick auf
Milchleistung und Futteraufwand
Züchtungskunde 76, 321–334
- Wolf, J. und B. Jahnke (1999)
Leistungssteigerung durch häufiges Melken?
Milchpraxis, 37, 187–188
- Wolter, W. und M. Zschöck (2000)
Milchhygienische Aspekte in AMV-Betrieben
BPT-Symposium: Automatische Melk-Systeme – Automatische Mastitis-Sanierung?
Leipzig, Symposium Bericht, 7-10
Hrsg.: Bundesverband Praktischer Tierärzte e.V., Frankfurt/M.
- Wolter, W., Kloppert, B., Castaneda V. H. und M. Tschöck (2002)
Mastitis des Rindes
Ein Kursbuch, Staatliches Untersuchungsamt Hessen
- Wonnemann; H. (2011)
Aktuelle Zahlen aus Schleswig Holstein
Bauernblatt; 24.Dezember 2011, 62
- Yadav, J., Paul, S., Peter, J. K., Kumar, Y., Kumar, A., Singh, Masih, F. und H. Masih (2014)
Comparative evaluation of pathogenic bacterial incidence in raw and pasteurized milk
International Journal of Engineering Science Invention
www.ijesi.orgVolume3Issue5\May2014\PP.11-20, aufgerufen am: 29.11.2015
- Zangerl, P. (2007a)
Grampositive Krankheitserreger
In Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene (Hrsg.: Krömker, V.),
Kap. 10 (Gesundheitsgefährdungen durch Mikroorganismen), 10.2.1, 141
Stuttgart, Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG
- Zangerl, P. (2007b)
Milchwirtschaftliche Mikrobiologie
In Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene (Hrsg.: Krömker, V.)
Kap. 9, 116–136
Stuttgart, Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG

Zangerl, P. (2007c)

Einfluss der Eutergesundheit

Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene (Hrsg.: Krömker, V.),

Kap. 11 (Mikrobiologie der Produkte), 11.8.2, 172

Stuttgart, Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG

Zecconi, A. und Hahn, G. (1999)

Staphylococcus aureus in raw milk and human health risk

Bulletin of the IDF 345, 15–18

Zentralschweizer Milchproduzenten, ZMP (o.J.)

Merkblätter: Gefrierpunkt

<http://www.zmp.ch/dienstleistungen/melkberatung/gefrierpunkt/>

Aufgerufen am: 31.12.2013

Anlage zu: 3.1.1.2 Nährmedien und Reagenzien

Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl:**Caseinpepton-Hefeextrakt-Glucose-Agar mit Magermilch (Oxoid CM 681)**

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Pepton aus Casein	5,0
Hefeextrakt	2,5
D (+)-Glucose	1,0
Magermilchpulver, hemmstofffrei	1,0
Agar	10,0
pH 6,9 ± 0,1 bei 30° C	

Milchsäurebakterien:**Sorbinsäure-Agar-Basis (Merck Art. Nr. 10451)**

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Pepton aus Casein	10,0
Fleischextrakt	10,0
Hefeextrakt	5,0
D(+)-Glucose	20,0
Natriumacetat	5,0
Natriumcitrat	3,0
Tween® 80	1,0
Magnesiumsulfat-Heptahydrat	0,2
Mangansulfat-Monohydrat	0,05
Agar-Agar	16,0
pH 5,0 ± 0,2 bei 25° C	
zusätzlich Sorbinsäure (Merck, Art. Nr. 662) in g	0,5

weitere Reagenzien (Bei Bedarf zur Bestätigung/Katalase-Reaktion): H₂O₂ 30%ig, Fluka, Art. Nr. 18312, auf 3 % mit Aqua dest. verdünnt (3 g H₂O₂ + 97 g Aqua dest.)

Laktobazillen:**MRS-Nährboden (Lactobacillus- Agar nach de Man, Rogosa und Sharpe) (Merck Art. Nr. 10660)**

	g pro Liter Aqua dest.
Pepton aus Casein	10,0
Fleischextrakt	8,0
Hefeextrakt	4,0
D(+)-Glucose	20,0
di-Kaliumhydrogenphosphat	2,0
Tween® 80	1,0
di-Ammoniumhydrogencitrat	2,0
Natriumacetat	5,0
Magnesiumsulfat	0,2

Mangansulfat	0,04
Agar-Agar	14,0
pH $5,7 \pm 0,2$ bei 25°C	

weitere Reagenzien (Bei Bedarf zur Bestätigung/Katalase-Reaktion): H_2O_2 30%ig, Fluka, Art. Nr. 18312, auf 3 % mit Aqua dest. verdünnt (3 g H_2O_2 + 97 g Aqua dest.)

Pseudomonaden:

**GSP-Agar (Pseudomonaden-Aeromonaden-Selektivagar nach Kielwein),
(Merck Art. Nr. 10230)**

	g pro 1 Liter Aqua dest
Natrium-L(+)-glutamat	10,0
Stärke, löslich	20,0
Kaliumdihydrogenphosphat	2,0
Magnesiumphosphat	0,5
Phenolrot	0,36
Agar-Agar	12,0
Zusätzlich Penicillin-Natrium	100.000 I.E.
pH : $7,2 \pm 0,2$ bei 25°C	

Pseudomonas-Aeruginosa-Selektivnährboden (C-N) (Oxoid 559 + SR 102)

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Gelatinepepton	16,0
Casein-Hydrolysat	10,0
Kaliumsulfat	10,0
Magnesiumchlorid	1,4
Agar	11,0
pH : $7,1 \pm 0,2$	

Pseudomonas-C-N-Selektiv-Supplement: (SR 102)

Zugaben je Röhrchen (1 Röhrchen je 500 ml):

Cetremid in mg	100,0
Nalidixinsäure in mg	7,5

Pseudomonas-Selektivnährboden (C-F-C) (Oxoid CM 559 + SR 103)

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Gelatinepepton	16,0
Casein-Hydrolysat	10,0
Kaliumsulfat	10,0
Magnesiumchlorid	1,4
Agar	11,0
pH : $7,1 \pm 0,2$	

Pseudomonas-C-F-C-Selektiv-Supplement: (SR 103)

Zugabe je Röhrchen (1 Röhrchen je 500 ml):

Cetremid in mg	5,0
Fusidinsäure in mg	5,0
Cephaloridin in mg	25,0

weitere Reagenzien (Bei Bedarf zur Bestätigung/Katalase-Reaktion): H₂O₂ 30%ig, Fluka, Art. Nr. 18312, auf 3 % mit Aqua dest. verdünnt (3 g H₂O₂ + 97 g Aqua dest.)

Oxidase - Reagenz (Bactident ®-Oxidase, Merck Art. Nr. 1.13300)

Koagulase positive Staphylokokken:

Staphylokokken-Selektivagar nach BAIRD-PARKER (Oxoid CM 275 + SR 54)

	g pro Liter Aqua dest.
Caseinpepton	10,0
Fleischextrakt "Lab Lemco"	5,0
Hefeextrakt	1,0
Natriumpyrovat	10,0
Glycin	12,0
Lithiumchlorid	5,0
Agar	5,0
pH: 6,8 ± 0,2	

zusätzlich:

Eigelb-Kaliumtellurit-Emulsion in ml	50
--------------------------------------	----

BHI-Bouillon (Hirn-Herz-Bouillon) (Merck Art. Nr. 10493.0500)

	g pro 1 Liter Aqua dest
Nährsubstrat (Hirn-, Herzextrakt u. Peptone)	27,5
D(+)-glucose	2,0
Natriumchlorid	5,0
di-Natriumhydrogenphosphat	2,5
pH: 7,4 ± 0,2 bei 25° C	

zusätzlich:

Difco Bacto Coagulase Plasma EDTA,Chiffre – B.: LOT 144 100 LA

Listeria (L.) monocytogenes:

PALCAM-Selektivnährboden (Oxoid CM 877 + SR 150)

	g pro 1 Liter Aqua dest
Columbia-Agar-Basis	39,0
Hefeextrakt	3,0
Glucose	0,5
Äsculin	0,8
Eisen(III)-ammoniumcitrat	0,5
Mannit	10,0

Phenolrot	0,08
Lithiumchlorid	15,0
pH: 7,2 ± 0,2	

Listeria-Anreicherungslösung (TSYEB) (Oxoid CM 862 + SR 141)

g pro 1 Liter Aqua dest

Listeria-Anreicherungsmedium Basis:	
Caseinpepton-Sojamehlpepton-Lsg (CASO-Bouillon)	30,0
Hefeextrakt	6,0

pH : 7,3 ± 0,2

Listeria-Anreicherungs-Selektivsupplement: (SR 141)

Zusammensetzung je Röhrchen (1 Röhrchen je 500 ml):

Nalidixinsäure in mg	20,0
Cycloheximid in mg	25,0
Acriflavin in mg	7,5

TSYEA-Nährboden: TSYEB + Agar Nr.1, neutral, (Oxoid L 11)

g pro 1 Liter Aqua dest

Listeria-Anreicherungsmedium Basis:	
Caseinpepton-Sojamehlpepton-Lsg (CASO-Bouillon)	30,0
Hefeextrakt	6,0

pH: 7,3 ± 0,2

Agar Nr.1, neutral (Oxoid L 11)

Feuchtigkeitsgehalt	7,0°%
Asche	2,0°%
Säureunlösliche Asche	< 0,1°%
Sulfat	0,9°%
Gesamtstickstoff	0,1°%
Calcium	100 ppm
Magnesium	40 ppm
Eisen	-
Unlösliches Phosphat	-
Empfohlene Konzentration	1,0°%
Elektrosmose M_{r0}	0,32

COLUMBIA-Agar-Basis, (Merck Art. Nr. 10455.0500) + Schafblut (5 ml)

g pro 1 Liter Aqua dest.

Spezial-Nährsubstrat	23,0
Stärke	1,0
Natriumchlorid	5,0
Agar-Agar	13,0

zusätzlich:

Referenzstamm ATCC 4644

Sulfitreduzierende Anaerobier:**TSC-Agar (Tryptose-Sulfit-Cycloserin-Agar-Basis) (Oxoid CM 587 + SR 88)**

	g pro Liter Aqua dest.
Tryptose	15,0
Sojamehlpepton	5,0
Fleischextrakt "Lab-Lemco"	5,0
Hefeextrakt	5,0
Natriumdisulfit	1,0
Eisen (III)-ammoniumcitrat	1,0
Agar	14,0
pH : 7,6 ± 0,2	

Tryptose-Sulfit-Cycloserin-Selektiv-Supplement (SR 88)

Zusammensetzung je Röhrchen (1 Röhrchen je 500 ml Nährboden):

D-Cycloserin in mg	200
--------------------	-----

Enterokokken:**CATC-Agar (Citrat-Azid-Tween-Carbonat-Agar-Basis) (Merck Art. Nr. 10279)**

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Pepton aus Casein	15,0
Hefeextrakt	5,0
Kaliumdihydrogenphosphat	5,0
Natriumcitrat	15,0
Tween® 80	1,0
Agar-Agar	15,0
Zusätzlich:	
Natriumcarbonat	2,0
2,3,5-Triphenyltettazoliumchlorid	0,1
Natriumazid	0,4
pH : 7,0 ± 0,2 bei 25° C	

weitere Reagenzien (Bei Bedarf zur Bestätigung/Katalase-Reaktion): H₂O₂ 30%ig, Fluka, Art. Nr. 18312, auf 3 % mit Aqua dest. verdünnt (3 g H₂O₂ + 97 g Aqua dest.)

Enterobakteriaceen:**Kristallviolett-Galle-Glucose-Agar (VRBD-Agar) (Oxoid CM 485)**

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Hefeextrakt	3,0
Pepton	7,0
Natriumchlorid	5,0
Gallensalze Nr. 3	1,5
Glucose	10,0
Neutralrot	0,03
Kristallviolett	0,002
Agar	12,0
pH: 7,4 ± 0,2	

Coliforme Keime:**Kristallviolett-Galle-Laktose-Agar (VRB-Agar) (Oxoid CM 107)**

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Hefeextrakt	3,0
Pepton	7,0
Natriumchlorid	5,0
Gallensalze Nr. 3	1,5
Lacose	10,0
Neutralrot	0,03
Kristallviolett	0,002
Agar	12,0
pH: 7,4 ± 0,2	

Escherichia (E.) coli:**Endo-Nährboden-Basis (Oxoid CM 479) + basisches Fuchsin (Oxoid BR 50)**

	g pro Liter Aqua dest.
Pepton	10,0
Laktose	10,0
Dikaliumhydrogenphosphat	3,5
Natriumsulfit	2,5
Agar	10,0
pH : 7,5 ± 0,2	

Glutamat-Nährboden

Glutamat-Nährlösung-Basis (Oxoid CM 607)

+ Natriumglutamat (Oxoid L 124)

+ Ammoniumchlorid pro analysi 2827 10 00

+ Agar Nr.1, neutral (Oxoid L 11)

Glutamat-Nährlösung-Basis (Oxoid CM 607)

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Laktose	10,0
Natriumformiat	0,25
L-Cystein	0,02
L-Asparaginsäure	0,024
L-Arginin	0,02
Thiamin	0,001
Nikotinsäure	0,001
Panθοthensäure	0,001
Magnesiumsulfat	0,1
Eisen-III-ammoniumcitrat	0,01
Calciumchlorid	0,01
Dikaliumhydrogenphosphat	0,09
Bromkresolpurpur	0,01
pH: 6,7 ± 0,1	

Agar Nr.1, neutral (Oxoid L 11)

Feuchtigkeitsgehalt	7,0°%
Asche	2,0°%
Säureunlösliche Asche	< 0,1°%
Sulfat	0,9°%
Gesamtstickstoff	0,1°%
Calcium	100 ppm
Magnesium	40 ppm
Eisen	-
Unlösliches Phosphat	-
Empfohlene Konzentration	1,0°%
Elektrosmose M_{r0}	0,32

ECD-Fluorocult™-Agar (Merck Art. Nr. 1.04038.0100/0500)

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Pepton aus Casein	20,0
Laktose	5,0
Natriumchlorid	5,0
Gallesalzmischung	1,5
di-Kaliumhydrogenphosphat	4,0
Kaliumdihydrogenphosphat	1,5
Agar-Agar	15,0
Tryptophan	1,0
4-Methylumbelliferyl-β-glucuronid	0,07
pH 7,0 ± 0,2 bei 25° C	
zusätzlich:	
Indol-Reagens nach Kovacs, Merck (Art. Nr. 1.09293)	
Membranfilter (Oxoid, Art. Nr. GFM01, Ø 0,45 µm)	

Hefen :

Rose-Bengal-Agar

(Dichloran-Bengalrot-Chloramphenicol-Agar-Basis (Oxoid CM 727)

+ Chloramphenicol-Selektivsupplement (Oxoid SR 78)

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Pepton	5,0
Glucose	10,0
Kaliumdihydrogenphosphat	1,0
Magnesiumsulfat	0,5
Dichloran	0,002
Bengalrot	0,025
Agar	15,00
Chloramphenicol-Selektivsupplement	0,05
pH 5,6 ± 0,2 bei 25° C	

Schimmelpilze:

Rose-Bengal-Agar = Chloramphenicol-Agar-Base + Chloramphenicol:

Dichloran-Bengalrot-Chloramphenicol-Agar-Basis (Oxoid CM 727)

+ Chloramphenicol-Selektivsupplement (Oxoid SR 78)

	g pro Liter Aqua dest.
Pepton	5,0
Glucose	10,0
Kaliumdihydrogenphosphat	1,0
Magnesiumsulfat	0,5
Dichloran	0,002
Bengalrot	0,025
Agar	15,00
Chloramphenicol-Selektivsupplement	0,05
pH 5,6 ± 0,2 bei 25° C	

Salmonellen:

Pepton-Wasser (gepuffert), Oxoid CM 509

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Pepton	10,0
Natriumchlorid	5,0
Dinatriumhydrogencarbonat	3,5
Kaliumdihydrogenphosphat	1,5
pH 7,2 ± 0,2	

Selenit-Cystin-Lösung-Basis (SC) Oxoid CM 699

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Caseinpepton	5,0
Laktose	4,0
Dinatriumhydrogenphosphat	10,0
L-Cystin	0,01
pH 7,0 ± 0,2	

Rappaport-Vassiliadis (RV) Anreicherungslösung (Oxoid CM 669)

	g pro 1110 ml Aqua dest.
Sojapepton	5,0
Natriumchlorid	8,0
Kaliumdihydrogenphosphat	1,6
Magnesiumchlorid x 6 H ₂ O	40,0
Malachitgrün	0,04
pH 5,2 ± 0,2	

**BPLS-Agar (Brillantgrün-Phenolrot-Laktose-Saccharose-Agar, modifiziert)
(Oxoid CM 329)**

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Fleischextrakt „Lab-Lemco“	5,0
Pepton	10,0
Hefeextrakt	3,0
Dinatriumhydrogenphosphat	1,0
Natriumdihydrogenphosphat	0,6
Laktose	10,0
Saccharose	10,0
Phenolrot	0,09
Brillantgrün	0,0047
Agar	12,0
pH 6,9 ± 0,2	

XLD-Agar (Xylose-Lysin-Desoxycholat-Agar) (Oxoid CM 469)

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Hefeextrakt	3,0
Lysin	5,0
Xylose	3,75
Laktose	7,5
Saccharose	7,5
Natriumdesoxycholat	1,0
Natriumchlorid	5,0
Natriumthiosulfat	6,8
Eisen (III)-ammoniumcitrat	0,8
Phenolrot	0,08
Agar	12,5
pH: 7,4 ± 0,2	

RAMBACH-Agar (Merck Art. Nr. 1.07.500.0001)

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Peptone	8,0
Natriumchlorid	5,0
Natriumdesoxycholat	1,0
Chromogen-Mischung	1,5
Propylenglycol	10,5
Agar-Agar	15,0

BBI™ ENTEROTUBE™ II 273176

KOVACS' Indolreagens, Merck , Art.Nr. 1.09293

Bacillus (B.) cereus:

**Polymyxin-Eigelb-Mannit-Bromthymolblau-Agar (PEMBA), (Oxoid CM 617
+ SR 99, SR 47)**

	g pro 1 Liter Aqua dest.
Pepton	1,0
Mannit	10,0
Natriumchlorid	2,0
Magnesiumsulfat	0,1
Dinatriumhydrogenphosphat	2,5
Kaliumdihydrogenphosphat	0,25
Bromthymolblau	0,12
Natriumpyrovat	10,0
Agar	14,0
pH 7,2 ± 0,2	

zusätzlich:

Bacillus-Cereus-Selektivsupplement (1 Röhrchen je 500 ml) Polymyxin B - 50.000 IE

**Färbelösungen für die mikrobiologische Identifizierung (Schnellfärbeverfahren nach
Holbrook und Anderson)**

- Malachitgrün/Oxalat (Sporenfärbung), Merck, CerTistain® 15942
- Sudanschwarz B-Lösung (Färbung intrazellulären Fettes), Merck, 1387
- Alkohol
- Safranin-Lösung (Färbung der Sporangien), Merck, CerTistain® 15948

Immersionsöl zur mikroskopischen Betrachtung

Verdünnungslösung (ungepuffertes Peptonwasser, Oxoid, Best.Nr. CM 9)

	g pro Liter Aqua dest.
Pepton	10,0
Natriumchlorid	5,0
pH 7,2 ± 0,2	

Anlage zu: 3.1.2.2 Mikrobiologische Untersuchung (FU Berlin)

Zeichenerklärung Farmiloe'sche Formel:

\bar{n} = gewogenes arithmetisches Mittel der Koloniezahlen

C = Anzahl der koloniebildenden Einheiten pro ml Rohmilch

Σ = Summe der Kolonien aller Petri-Schalen, die zur Auswertung kamen

n_1 = Anzahl der Petri-Schalen der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe

n_2 = Anzahl der Petri-Schalen der nächst höheren auswertbaren Verdünnungsstufe

d = Faktor der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe (bezogen auf n_1)

Tab. 28: Technische Angaben zu Automatischen Melksystemen: Einboxen-Melkroboter (Teil I), Quelle: VEAUTHIER (1999)

Hersteller/Typ	Lely "Astronaut"	Fullwood "Merlin"
Grundkonzept	Einboxenanlage, Tandembox, links- und rechtsseitige Ausführung	Einboxenanlage, Tandembox, links- u. rechtsseitige Ausführung
Raumbedarf	L: 4,4 m; B: 3,8 m; H: 2,1 m	L: 4,7 m; B: 3,8 m; H: 2,6 m
Melkergrube	wird nicht benötigt	wird nicht benötigt
Durchsatz bei 2,6 Melkungen/Kuh	60	60
Tierfixierung	-	Körpersensor
Zitzenreinigung	2 gegenläufig rotierende Bürsten	2 gegenläufig rotierende Bürsten
Zitzenerkennung	Lasertechnik, einstellbare Koordinaten	Lasertechnik, einstellbare Koordinaten
Vormelken	Viertelindividuell, Vorgemelk wird separat abgeführt	Viertelindividuell, Vorgemelk wird separat abgeführt
Ansetzen	jede Zitze einzeln, Viertel mit längster Melkdauer zuerst	jede Zitze einzeln, 2 Referenzzitzen
Abnehmen	jeder Melkbecher einzeln ohne Hilfe des Roboterarms	jeder Melkbecher einzeln ohne Hilfe des Roboterarms
Leitfähigkeitsmessung	Viertelmessung im Vor- u. Hauptgemelk	Messung im Gesamtgemelk, Viertelmessung in Vorbereitung

8 Anhang

Separates Melken möglich	ja, z.B. behandelte Kühe	ja, z.B. behandelte Kühe
Austrieb aus der Box	elektrische Nachtreibhilfe (optional)	ja, pneumatisch
Reinigung	Hauptreinigung einstellbar (12 Minuten), werkseitig 3 x täglich	Hauptreinigung (10 Minuten), zu festen Zeiten, 3 x täglich
Reinigungssystem	Kochendwasser mit Reinigungs- und Desinfektionsmittel	Kochendwasser - Reinigung
Zwischenspülung	nach jeder Melkung möglich	nach jeder Melkung möglich, automatisch nach 15 Melkungen
Zwischendesinfektion	Lely Wash (optional)	ja
Vorkühlung	ja (optional)	ja
Fehlermeldung	Alarmlisten, Funkmelder	Alarmlisten, Funkmelder
Management	Datenabruf am Melkerplatzterminal u. PC: Milchmenge, Leitfähigkeit, Kraftfutter, Zwischenmelkzeit	Datenabruf am PC: Besuchsfrequenz, Milchmenge, Leitfähigkeit, Kraftfutter, Zwischenmelkzeit
Aktivitätsmessung	ja	ja
Preise (z.Z. der Erhebung) Basissystem Erweiterungssystem	312.000 DM, jede weitere Box: 267.000 DM	314.000 DM, jede weitere Box: 310.000 DM
Wartungsvertrag	erste Box: 5780 DM, jede weitere Box: 5280 DM	erste Box: 5170 DM, jede weitere Box: 2700 DM
Fernwartung	möglich	möglich

Tab. 28: Technische Angaben zu Automatischen Melksystemen: Einboxen-Melkroboter (Teil II), Quelle: VEAUTHIER (1999)

Hersteller/Typ	Alfa Laval "VMS"	Prolion "Freedom"
Grundkonzept	Einboxenanlage, Tandembox, links- u. rechtsseitige Ausführung	Einboxenanlage, Tandembox, links- u. rechtsseitige Ausführung
Raumbedarf	L: 4,0 m; B: 4,0 m; H: 3,0 m;	L: 7,0 m; B: 4,0 m; H: 3,0 m;
Melkergrube	wird nicht benötigt	wird nicht benötigt
Durchsatz bei 2,6 Melkungen/Kuh	60	maximal 60
Tierfixierung	durch verschiebbaren Futtertrog	durch verschiebbaren Futtertrog
Zitzenreinigung	Spülen mit Wasser im Vormelkbecher, Lufttrocknung	Spülen mit Wasser im Melkbecher, Lufttrocknung
Zitzenerkennung	Lasertechnik, Videokamera	Ultraschall (Grob- und Feinsensor), Sensor im Melkbecher
Vormelken	Vorgemelk wird mit Spülwasser separat abgeführt	Vorgemelk wird mit Spülwasser separat abgeführt
Ansetzen	jede Zitze einzeln	jede Zitze einzeln, Referenzzitze
Abnehmen	jeder Melkbecher einzeln ohne Hilfe des Roboterarms	alle Melkbecher zusammen ohne Roboterarm
Leitfähigkeitsmessung	Viertelmessung im Vor- u. Hauptgemelk	Viertelmessung im Vor- u. Hauptgemelk

8 Anhang

Separates Melken möglich	ja, z.B. behandelte Kühe	ja, z.B. behandelte Kühe
Austrieb aus der Box	Boxenverkleinerung durch beweglichen Futtertrog	ja, pneumatisch
Reinigung	Hauptreinigung zu festen Zeiten (30 Minuten), 3 x täglich	Hauptreinigung nach Bedarf (35 Minuten), mindestens 2 x täglich
Reinigungssystem	Zirkulationsreinigung	Zirkulationsreinigung, Kochendwasserreinigung (optional)
Zwischenspülung	nach jeder Melkung möglich	nach jeder Melkung möglich
Zwischendesinfektion	nein	nein
Vorkühlung	ja (optional)	ja (optional)
Fehlermeldung	Alarmlisten, Funkmelder	Alarmlisten, Funkmelder
Management	Datenabruf am Melkerplatzterminal: Besuchsfrequenz, Milchmenge, Leitfähigkeit, Krafffutter, Zwischenmelkzeit	Datenabruf am Melkerplatzterminal : Besuchsfrequenz, Milchmenge, Leitfähigkeit, Krafffutter, Zwischenmelkzeit
Aktivitätsmessung	ja (optional)	ja (optional)
Preise (z.Z. der Erhebung) Basissystem Erweiterungssystem	keine Angabe keine Angabe	278.000 DM
Wartungsvertrag	keine Angabe	erste Box: 5000 DM
Fernwartung	möglich	möglich

Tab. 29: Technische Angaben zu Automatischen Melksystemen: Einboxen-Melkroboter (Teil III), Quelle: VEAUTHIER (1999)

Hersteller/Typ	Gascoigne Melotte „Zenith“
Grundkonzept	Einboxenanlage, Tandembox, links- und rechtsseitige Ausführung
Raumbedarf	L: 4,0 m; B: 4,0 m; H: 3,0 m
Melkergrube	wird nicht benötigt
Durchsatz bei 2,6 Melkungen/Kuh	55
Tierfixierung	durch verschiebbaren Futtertrog
Zitzenreinigung	Spülen mit Wasser im Melkbecher, Lufttrocknung
Zitzenerkennung	Ultraschall (Grob- und Feinsensor), Sensor im Melkbecher
Vormelken	Vorgemelk wird mit Spülwasser separat abgeführt
Ansetzen	jede Zitze einzeln, Referenzzitze
Abnehmen	alle Melkbecher zusammen, ohne Roboterarm
Leitfähigkeitsmessung	Viertelmessung im Vor- u. Hauptgemelk

8 Anhang

Separates Melken möglich	ja, z.B. behandelte Kühe
Austrieb aus der Box	ja, pneumatisch
Reinigung	Hauptreinigung nach Bedarf (25 Minuten), mindestens 2 x täglich
Reinigungssystem	Zirkulationsreinigung, Kochendwasserreinigung (optional)
Zwischenspülung	nach jeder Melkung möglich
Zwischendesinfektion	nein
Vorkühlung	ja (optional)
Fehlermeldung	Alarmlisten, Funkmelder
Management	Datenabruf am Melkerplatzterminal: Besuchsfrequenz, Milchmenge, Leitfähigkeit, Krafffutter, Zwischenmelkzeit
Aktivitätsmessung	ja (optional)
Preise (z.Z. der Erhebung)	
Basissystem	284.000 DM
Erweiterungssystem	
Wartungsvertrag	6000 DM
Fernwartung	möglich

Tab. 29: Technische Angaben zu Automatischen Melksystemen: Mehrboxen-Melkroboter (Teil I), Quelle: VEAUTHIER (1999)

Hersteller/Typ	Gascoigne Melotte „Zenith“	Prolion „AMS-Liberty“
Grundkonzept	Mehrboxenanlage, Tandemboxen, links- u. rechtsseitige Ausführung	Mehrboxenanlage, Tandemboxen, links- u. rechtsseitige Ausführung
Raumbedarf	L: 7,4 – 13,3 m; B: 3,9 m; H: 3,0 m	L: 9,0 -15 m; B: 4,0 m; H: 3,0 m
Melkergrube	wird nicht benötigt	erforderlich
Durchsatz bei 2,6 – 2,8 Melkungen/Kuh	2 Boxen: 95 Kühe / 3 Boxen: 130 Kühe 4 Boxen: 160 Kühe	2 Boxen: 90 Kühe / 3 Boxen: 120 Kühe 4 Boxen: 150 Kühe
Tierfixierung	durch verschiebbaren Futtertrog	durch verschiebbaren Futtertrog
Zitzenreinigung	Spülen mit Wasser im Melkbecher, Lufttrocknung	Spülen mit Wasser im Melkbecher, Lufttrocknung
Zitzenerkennung	Ultraschall (Grob- und Feinsensor), Sensor im Melkbecher	Ultraschall (Grob- und Feinsensor), Sensor im Melkbecher
Vormelken	Vorgemelk wird zusammen mit Spülwasser separat abgeführt	Vorgemelk wird zusammen mit Spülwasser separat abgeführt
Ansetzen	jede Zitze einzeln, Referenzzitze	jede Zitze einzeln, Referenzzitze
Abnehmen	alle Melkbecher zusammen, ohne Roboterarm	alle Melkbecher zusammen, ohne Roboterarm
Leitfähigkeitsmessung	Viertelmessung (Vor- u. Hauptgemelk)	Viertelmessung (Vor- u. Hauptgemelk)

8 Anhang

Separates Melken möglich	ja, z.B. behandelte Kühe	ja, z.B. behandelte Kühe
Austrieb aus der Box	ja, (pneumatisch)	ja, (pneumatisch)
Reinigungssystem	wahlweise Zirkulation oder Kochendwasser	Zirkulationsreinigung
Reinigung	Hauptreinigung nach Bedarf (25 Min.), mind. 2 x täglich	Hauptreinigung nach Bedarf (35 Min.), mind. 2 x täglich
Zwischenspülung	nach jeder Kuh möglich	nach jeder Kuh möglich
Zwischendesinfektion	in Vorbereitung	-
Vorkühlung	ja (optional)	ja (optional)
Fehlermeldung	Alarmlisten, Funkmelder	Alarmlisten, Funkmelder
Management	PC am Roboter, zusätzl. externer PC möglich	PC am Roboter, zusätzl. externer PC möglich
Aktivitätsmessung	ja (optional)	ja (optional)
Preise (z.Z. der Erhebung)		
Basissystem	423.000	406.000 DM
(2 Melkboxen)	3 Boxen: 516.000	87.000 DM jede weitere Box; 3 Boxen: 493.000 DM;
Erweiterungen	4 Boxen: 647.000	4 Boxen: 580.000 DM
Wartungsvertrag	2 Boxen: 7200 DM bis 4 Boxen: 10400 DM	2 Boxen: 8000 DM; 3 Boxen: 9000 DM; 4 Boxen: 10.000 DM
Fernwartung	möglich	möglich

Tab. 29: Technische Angaben zu Automatischen Melksystemen: Mehrboxen-Melkroboter (Teil II), Quelle: VEAUTHIER (1999)

Hersteller/Typ	Westfalia „Leonardo“
Grundkonzept	Mehrboxenanlage, Tandemboxen, Reinigungsbox, links- u. rechtsseitige Ausführung
Raumbedarf	L: 9,25 m–14,5 m; B: 4,8 m; H: 2,6 m
Melkergrube	erforderlich
Durchsatz bei 2,6 – 2,8 Melkungen/Kuh/Tag	2 Boxen: 80 Kühe; 3 Boxen: 130 Kühe; 4 Boxen: 170 Kühe
Tierfixierung	-
Zitzenreinigung	eine rotierende Bürste
Zitzenerkennung	optische Vermessung (LED – Matrix), Ultraschall
Vormelken	Vorgemelk wird separat abgeführt
Ansetzen	jede Zitze einzeln
Abnehmen	jeder Melkbecher einzeln, ohne Roboterarm
Leitfähigkeitsmessung	Viertelmessung (Vor- u. Hauptgemelk)

8 Anhang

Separates Melken möglich	ja, z.B. behandelte Kühe
Austriebhilfe (Melkbox)	ja
Reinigungssystem	Zirkulationsreinigung
Reinigung	Hauptreinigung nach Bedarf, mind. 2 x täglich
Zwischenspülung	nach jeder Kuh möglich
Zwischendesinfektion	Back-Flush-System (optional)
Vorkühlung	ja
Fehlermeldung	Alarmlisten, Funkmelder
Management	externer PC (Aktions- bzw. Alarmlisten)
Aktivitätsmessung	ja (optional)
Preise (z.Z. der Erhebung)	499.000 DM (inklusive Reinigungsbox)
Basissystem	93.000 jede weitere Box; 3 Boxen: 592.000;
Erweiterungssystem	4 Boxen: 690.000
Wartungsvertrag	ja, keine Preisangabe
Fernwartung	möglich

Tab. 30: Technische Angaben zu Automatischen Melksystemen: „Galaxy“ (Teil I),
(Quelle: KAUFMANN et al., 2001, modifiziert)

Hersteller/Typ	Insentec Holland
Vertrieb	Arnold Bertschy AG, CH-1792 Guschelmuth
Empfohlene maximale Kuhzahl bei 1 Box/2 Boxen	70/120
Platzbedarf 1 Box/2 Boxen	L: 4,5/8,0 m; B: 4,0/4,5 m; H: k.A./k.A. m
Tierfixierung	keine
Zitzenortung	Mittels Kamera-
Zitzenreinigung	Separate Reinigungsbecher, Wassersprüher, Lufttrocknung
Vormelken	Separate Reinigungsbecher, die Vorgemelke werden separat abgeführt
Ansetzen	Jeder Melkbecher einzeln
Abnehmen	Pro Viertel, mit Druckluftzylinder
Manuelles Melken	möglich

8 Anhang

Kontrollen	Vorgemelk: keine; Leitfähigkeit: pro Viertel; Milchmenge: pro Gemelk; Milchfluss: pro Viertel
Milchmengenmessgerät	Galaxy
Milchprobennahme	Galaxy
Fördermenge Vakuumpumpe	Busch, 1 Box: 350 l/min; 2 Boxen: 550 l/min
Vakuumhöhe Pulsator	40–46 kPa alternierend, elektronisch
Pulszahl/min	einstellbar
Saugphase%	einstellbar
Vorselektion	Option
Austrieb aus der Melkbox	Standard, Gitter mit Luftdruckzylinder
Nachselektion	Option
Reinigung System Hauptreinigung Zwischenspülung	Kochend-Wasser, 90 C° 10 min., 3 x pro Tag 4 l Wasser nach jeder Kuh

8 Anhang

Zwischendesinfektion	einstellbar, nach Wunsch
Milchkühlung	abhängig von Situation
Zeitaufwand für Kontrolle/Überwachung (pro Tag)	0,5 h pro Box
Störungsmeldung	über Handy
Preis mit 1 Box/2 Boxen	auf Anfrage
Preis von Zusatzausrüstungen (Vor-/Nachselektion...)	auf Anfrage
Kosten für Service pro Jahr bei 1 Box/2 Boxen	Auf Anfrage
Anzahl Servicekontrollen pro Jahr	6
Empfehlung für Euterform, Zitzengröße, Leistungsniveau, Rasse, usw.	Keine Angaben
Einschulung des Landwirtes (wie, wo, wie lang)	Ja, in der Praxis
Anzahl der Anlagen in CH (Stand August 2001) In Betrieb verkauft	Keine, 8 im Ausland keine

Tab. 31: Überblick über die Ergebnisse der Zellzahlbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen (Zellen/ml)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = 85 (berücksichtigte Fälle)	24	14	8	11	4	19	5
n = negative Fälle	3	2	1	4	3	1	11
% der Gesamt- anzahl (100 %)	28	17	9	13	5	22	6
arithm. Mittelwert \bar{x}	195.481	210.417	169.800	234.804	119.241	174.801	165.054
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	168.189	178.781	140.463	200.988	104.915	155.223	157.007
Spannweite (R)	471.041	394.520	272.504	401.026	151.310	263.523	157.485
Standard- abweichung $\pm s$	106.408	118.223	95.009	129.643	70.318	84.356	64.456
Variations- koeffizient VK (%)	54	56	56	55	59	48	39
Inter- quartilbereich	160.249	204.859	166.128	186.977	129.319	153.977	93.559
Median \tilde{x}	165.000	205.236	153.213	209.428	100.667	161.997	134.477
Minimum x_{\min}	39.950	56.480	29.496	77.974	62.161	65.810	119.499
Maximum x_{\max}	510.991	451.000	302.000	479.000	213.471	329.333	276.984

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = keine Fälle vorhanden

Tab. 32: Überblick über die Ergebnisse der Fettbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen – Fettgehalt in %

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = 77 (berücksichtigte Fälle)	19	14	8	8	4	19	5
n = negative Fälle	8	2	1	7	3	1	11
% der Gesamt- anzahl (100 %)	25	18	10	10	5	25	7
arithm. Mittelwert \bar{x}	4,06	4,18	4,04	4,25	4,22	4,41	4,05
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	4,04	4,16	4,03	4,24	4,21	4,36	4,04
Spannweite (R)	1,22	1,67	0,76	0,73	0,47	2,82	1,08
Standard- abweichung $\pm s$	0,37	0,40	0,30	0,28	0,21	0,69	0,39
Variations- koeffizient VK (%)	9	10	7	7	5	16	10
Inter- quartilbereich	0,57	0,31	0,61	0,52	0,37	0,98	0,64
Median \tilde{x}	4,12	4,18	4,01	4,29	4,15	4,29	4,06
Minimum x_{\min}	3,38	2,98	3,71	3,84	4,05	2,90	3,44
Maximum x_{\max}	4,60	4,65	4,47	4,57	4,52	5,72	4,52

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = keine Fälle vorhanden

Tab. 33: Überblick über die Ergebnisse der Eiweißbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen – Eiweißgehalt in %

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = 77 (berücksichtigte Fälle)	19	14	8	8	4	19	5
n = negative Fälle	8	2	1	7	3	1	11
% der Gesamt- anzahl (100 %)	25	18	10	10	5	25	7
arithm. Mittelwert \bar{x}	3,43	3,31	3,33	3,35	3,35	3,42	3,36
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	3,42	3,30	3,33	3,35	3,34	3,41	3,34
Spannweite (R)	0,62	0,94	0,47	0,22	0,65	0,65	0,85
Standard- abweichung $\pm s$	0,14	0,24	0,17	0,07	0,32	0,20	0,32
Variations- koeffizient VK (%)	4	8	5	2	10	6	10
Inter- quartilbereich	0,11	0,15	0,31	0,08	0,49	0,30	0,54
Median \tilde{x}	3,42	3,37	3,33	3,33	3,20	3,41	3,28
Minimum x_{\min}	3,11	2,61	3,12	3,28	3,18	3,04	2,98
Maximum x_{\max}	3,73	3,55	3,59	3,50	3,83	3,69	3,83

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = keine Fälle vorhanden

Tab. 34: Überblick über die Ergebnisse der Laktosebestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen – Laktosegehalt in %

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = 75 (berücksichtigte Fälle)	19	14	8	7	4	18	5
n = negative Fälle	8	2	1	8	3	2	11
% der Gesamt- anzahl (100 %)	25	19	11	9	5	24	7
arithm. Mittelwert \bar{x}	4,97	4,88	4,96	4,99	4,93	5,01	4,89
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	4,97	4,87	4,96	4,99	4,93	5,01	4,89
Spannweite (R)	0,49	1,26	0,17	0,17	0,27	0,42	0,53
Standard- abweichung $\pm s$	0,12	0,30	0,06	0,07	0,12	0,11	0,22
Variations- koeffizient VK (%)	2	6	1	1	2	2	4
Inter- quartilbereich	0,15	0,13	0,12	0,14	0,23	0,18	0,38
Median \tilde{x}	4,99	4,93	4,96	5,02	4,93	5,02	5,01
Minimum x_{\min}	4,77	3,86	4,88	4,89	4,80	4,85	4,54
Maximum x_{\max}	5,26	5,12	5,05	5,06	5,07	5,27	5,07

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = keine Fälle vorhanden

Tab. 35: Überblick über die Ergebnisse der Gefrierpunktbestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen – Gefrierpunkt x (-0,... °C)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = 69 (berücksichtigte Fälle)	19	12	6	8	3	17	4
n = negative Fälle	8	4	3	7	4	3	12
% der Gesamt- anzahl *(101 %)	28	17	9	12	4	25	6
arithm. Mittelwert \bar{x}	519	520	517	521	515	523	519
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	519	520	517	521	514	523	519
Spannweite (R)	23	31	10	9	34	20	10
Standard- abweichung $\pm s$	6	7	4	3	18	5	4
Variations- koeffizient VK (%)	1	1	1	1	3	1	1
Inter- quartilbereich	6	2	3	5		4	8
Median \tilde{x}	520	516	516	521	520	523	521
Minimum x_{\min}	508	508	514	516	495	514	513
Maximum x_{\max}	531	539	524	525	529	534	523

Der abgedunkelte Wert konnten nicht bestimmt werden.

*Rundungsbedingte Abweichung von 100 %.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = keine Fälle vorhanden

Tab. 36: Überblick über die Ergebnisse der Trockenmassebestimmung der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen - Trockenmasse in %

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = 76 (berücksichtigte Fälle)	19	14	8	8	4	18	5
n = negative Fälle	8	2	1	7	3	2	11
% der Gesamtanzahl *(101 %)	25	18	11	11	5	24	7
arithm. Mittelwert \bar{x}	13,14	13,07	13,04	13,31	13,20	13,47	13,00
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	13,14	13,04	13,03	13,30	13,20	13,45	12,98
Spannweite (R)	1,59	3,77	1,06	0,99	0,96	2,94	2,18
Standardabweichung $\pm s$	0,43	0,90	0,39	0,34	0,44	0,66	0,81
Variationskoeffizient VK (%)	3	7	3	3	3	5	6
Interquartilbereich	0,62	0,43	0,74	0,54	0,74	0,78	1,21
Median \tilde{x}	13,21	13,21	13,16	13,22	13,04	13,43	13,16
Minimum x_{\min}	12,23	10,15	12,52	12,86	12,89	12,04	11,67
Maximum x_{\max}	13,82	13,92	13,58	13,85	13,85	14,98	13,85

* Rundungsbedingte Abweichung von 100 %.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = keine Fälle vorhanden

Überblick über das Abschneiden der Einzelbetriebe in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswertwerte

(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S.100 ff, Legende siehe S. 303)

Tab. 37: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 6 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 6									
	Zellzahl 0-100 (1000/ml)	Zellzahl 101-200 (1000/ml)	Zellzahl 201-300 (1000/ml)	Zellzahl 301-400 (1000/ml)	Fett 3,7 %	Eiweiß 3,4 %	Laktose 4,6 %	Gefrier- punkt -0,515	Trocken- masse 8,8 %	Boni- tierung
3	1	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 10
7	1	0	0	0	1	0	1	0	1	40 + 10
18	0	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 15
19	1	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 10
20	1	1	0	0	1	1	1	1	1	60 + 5
21	1	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 10
27	1	1	1	0	1	1	1	1	1	60
29	1	0	0	0	0	0	1	1	1	40 + 10
33	0	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 15
37	1	1	0	0	1	1	1	1	1	60 + 5
38	0	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 15
39	1	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 10
40	1	0	0	0	0	0	1	1	1	40 + 10
41	1	1	0	0	1	0	1	0	1	40 + 5
42	1	1	0	0	1	0	1	1	1	50 + 5
49	1	1	1	0	1	1	1	1	1	60
54	1	1	0	0	1	0	1		1	40 + 5
55	0	0	0	0	1	0	1		1	40 + 15
83	1	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 10
Σ	4 x 0 15 x 1 n = 19	12 x 0 7 x 1 n = 19	17 x 0 2 x 1 n = 19	19 x 0 0 x 1 n = 19	2 x 0 17 x 1 n = 19	9 x 0 10 x 1 n = 19	0 x 0 19 x 1 n = 19	2 x 0 15 x 1 n = 17	0 x 0 19 x 1 n = 19	

Der abgedunkelte Wert konnte nicht berechnet werden.

8 Anhang

Tab. 38: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr.1 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte, Teil I (Markierung “*” siehe S. 303)
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S.100 ff)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr.1									
	Zellzahl 0-100 (1000/ml)	ZZ 101-200 (1000/ml)	ZZ 201-300 (1000/ml)	ZZ 301-400 (1000/ml)	Fett 3,7 %	Eiweiß 3,4 %	Laktose 4,6 %	Gefrier- punkt -0,515	Trocken- masse - 8,8 %	Boni- tierung
4	1	1	0	0	1	1	1	1	1	60 + 5
5	1	1	0	0	1	0	1	0	1	40 + 5
6	1	0	0	0	1	1	1	0	1	50 + 10
7	1	1	1	1	1	0	1	1	1	40
8	1	1	0	0	1	1	1	1	1	60 + 5
11	1	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 10
24	1	0	0	0	1	0	1	0	1	40 + 10
25	0	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 15
26	0	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 15
28	1	1	1	0	1	1	1	1	1	60

Legende: 0 = kleiner als
 1 = größer als/gleich

8 Anhang

Tab. 38: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr.1 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte, Teil II (Markierung “**“ siehe S. 303)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr.1									
	Zellzahl 0-100 (1000/ml)	ZZ 101-200 (1000/ml)	ZZ 201-300 (1000/ml)	ZZ 301-400 (1000/ml)	Fett 3,7 %	Eiweiß 3,4 %	Laktose 4,6 %	Gefrier- punkt -0,515	Trocken- masse - 8,8 %	Boni- tierung
32	1	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 10
33	0	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 15
34	1	1	1	0	1	1	1	1	1	60
35	1	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 10
49	1	1	1	0	1	1	1	0	1	50
50	1	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 10
83	0	0	0	0	0	0	1	1	1	40 + 15
87	1	1	1	0						10*
88	1	0	0	0						10 + 10*
89	1	0	0	0						10 + 10*
90	1	1	0	0						10 + 5*
95	1	0	0	0	0	1	1	1	1	50 + 10
∑	18 x 1 4 x 0 n = 22	9 x 1 13 x 0 n = 22	5 x 1 17 x 0 n = 22	1 x 1 21 x 0 n = 22	16 x 1 2 x 0 n = 18	9 x 1 9 x 0 n = 18	18 x 1 0 x 0 n = 18	14 x 1 4 x 0 n = 18	18 x 1 0 x 0 n = 18	

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Legende: 0 = kleiner als
1 = größer als/gleich

8 Anhang

Tab. 39: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 2 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S. 100 ff)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 2									
	Zellzahl 0-100 (1000/ml)	ZZ 101-200 (1000/ml)	ZZ 201-300 (1000/ml)	ZZ 301-400 (1000/ml)	Fett 3,7 %	Eiweiß 3,4 %	Laktose 4,6 %	Gefrier- punkt -0,515	Trocken- masse 8,8 %	Boni- tierung
2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	40
12	0	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 15
16	0	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 15
22	1	1	1	0	1	1	1	1	1	60
23	1	1	0	0	1	0	1	1	1	50 + 5
31	0	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 15
74	1	1	0	0	1	1	1		1	50 + 5
75	1	0	0	0	1	0	1		1	40 + 10
79	1	1	0	0	1	0	1		1	40 + 5
81	1	0	0	0	1	0	1	0	1	40 + 10
82	1	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 10
93	1	1	0	0	0	0	1	1	1	40 + 5
96	1	1	1	0	1	0	1	1	1	50
Σ	10 x 1 3 x 0 n = 13	7 x 1 6 x 0 n = 13	3 x 1 10 x 0 n = 13	1 x 1 12 x 0 n = 13	12 x 1 1 x 0 n = 13	5 x 1 8 x 0 n = 13	12 x 1 1 x 0 n = 13	9 x 1 1 x 0 n = 10	13 x 1 0 x 0 n = 13	

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Legende: 0 = kleiner als
 1 = größer als/gleich

8 Anhang

Tab. 40: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 3 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S.100 ff)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 3									
	Zellzahl 0-100 (1000/ml)	ZZ 101-200 (1000/ml)	ZZ 201-300 (1000/ml)	ZZ 301-400 (1000/ml)	Fett 3,7 %	Eiweiß 3,4 %	Laktose 4,6 %	Gefrier- punkt -0,515	Trocken- masse - 8,8 %	Boni- tierung
3	1	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 10
13	1	0	0	0	1	1	1		1	50 + 10
14	1	0	0	0	1	1	1		1	50 + 10
15	1	1	0	0	1	1	1	0	1	50 + 5
36	1	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 10
42	1	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 10
78	1	1	1	0	1	0	1	1	1	50
Σ	7 x 1 0 x 0 n = 7	2 x 1 5 x 0 n = 7	1 x 1 6 x 0 n = 7	0 x 1 7 x 0 n = 7	7 x 1 0 x 0 n = 7	4 x 1 3 x 0 n = 7	7 x 1 0 x 0 n = 7	4 x 1 1 x 0 n = 5	7 x 1 0 x 0 n = 7	

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Legende: 0 = kleiner als
 1 = größer als/gleich

8 Anhang

Tab. 41: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 4 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte (Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S. 100 ff)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 4									
	Zellzahl 0-100 (1000/ml)	ZZ 101-200 (1000/ml)	ZZ 201-300 (1000/ml)	ZZ 301-400 (1000/ml)	Fett 3,7 %	Eiweiß 3,4 %	Laktose 4,6 %	Gefrier- punkt -0,515	Trocken- masse 8,8 %	Boni- tierung
9	0	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 15
10	1	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 10
43	1	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 10
44	1	1	0	0	1	0	1	1	1	50 + 5
45	0	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 15
46	1	1	0	0	1	0	1	1	1	50 + 5
76	1	1	0	0	1	0	1	1	1	50 + 5
80	1	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 10
84	1	1	0	0						10 + 5*
85	1	1	1	0						10*
86	1	1	1	1						0*
Σ	9 x 1 2 x 0 n = 11	6 x 1 5 x 0 n = 11	2 x 1 9 x 0 n = 11	1 x 1 10 x 0 n = 11	8 x 1 0 x 0 n = 8	1 x 1 7 x 0 n = 8	8 x 1 0 x 0 n = 8	8 x 1 0 x 0 n = 8	8 x 1 0 x 0 n = 8	

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Für die mit * markierten Betriebe konnte nur ein Parameter ermittelt werden.

Legende: 0 = kleiner als
 1 = größer als/gleich

8 Anhang

Tab. 42: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 5 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte (Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S.100 ff)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 5									
	Zellzahl 0-100 (1000/ml)	ZZ 101-200 (1000/ml)	ZZ 201-300 (1000/ml)	ZZ 301-400 (1000/ml)	Fett 3,7 %	Eiweiß 3,4 %	Laktose 4,6 %	Gefrier- punkt -0,515	Trocken- masse 8,8 %	Boni- tierung
17	1	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 10
30	0	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 15
72	0	0	0	0	1	0	1	0	1	40 + 15
91	1	1	0	0	1	0	1		1	40 + 5
∑	2 x 1 2 x 0 n = 4	1 x 1 3 x 0 n = 0	0 x 1 4 x 0 n = 4	0 x 1 4 x 0 n = 4	4 x 1 0 x 0 n = 4	1 x 1 3 x 0 n = 4	4 x 1 0 x 0 n = 4	2 x 1 1 x 0 n = 3	4 x 1 0 x 0 n = 4	

Tab. 43: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 7 in Bezug auf chemisch-physikalische Grenz- und Durchschnittswerte (Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 38–51 siehe S.100 ff)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 7									
	Zellzahl 0-100 (1000/ml)	ZZ 101-200 (1000/ml)	ZZ 201-300 (1000/ml)	ZZ 301-400 (1000/ml)	Fett 3,7 %	Eiweiß 3,4 %	Laktose 4,6 %	Gefrier- punkt -0,515	Trocken- masse 8,8 %	Boni- tierung
53	1	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 10
92	1	1	0	0	0	0	1		1	30 + 5
94	1	0	0	0	1	0	1	1	1	50 + 10
97	1	0	0	0	1	1	1	1	1	60 + 10
99	1	0	0	0	1	0	1	0	1	40 + 10
∑	5 x 1 0 x 0 n = 5	1 x 1 4 x 0 n = 5	0 x 1 5 x 0 n = 5	0 x 1 5 x 0 n = 5	4 x 1 1 x 0 n = 5	2 x 1 3 x 0 n = 5	5 x 1 0 x 0 n = 5	3 x 1 1 x 0 n = 4	5 x 1 0 x 0 n = 5	

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Legende: 0 = kleiner als
 1 = größer als/gleich

Überblick über das Abschneiden der Einzelbetriebe in Bezug auf die chemisch-analytischen Durchschnittswerte der jeweiligen Herstellerfirma
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S. 100 ff)

Tab. 44: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 6), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 6					
	Zellzahl 155.223 /ml	Fett 4,36 %	Eiweiß 3,41 %	Laktose 5,01 %	Gefrier- punkt -0,523 C	Trocken- masse 13,45 %
3	1	0	0	1	1	0
7	0	1	0	0	0	0
18	0	0	1	1	1	1
19	0	0	1	1	1	0
20	1	0	0	1	1	0
21	1	1	1	0	1	1
27	1	1	1		1	
29	0	0	0	1	1	0
33	0	0	1	0	0	0
37	1	1	1	1	0	1
38	0	1	1	1	1	1
39	1	0	1	0	1	0
40	1	0	0	1	1	0
41	1	1	0	0	0	1
42	0	1	0	1	1	1
49	1	0	1	0	0	0
54	1	0	0	0		0
55	0	1	0	0		1
83	0	1	0	1	1	1
Σ	10 x 1 9 x 0 n=19	9 x 1 10 x 0 n=19	9 x 1 10 x 0 n=19	10 x 1 8 x 0 n=18	12 x 1 5 x 0 n=17	8 x 1 10 x 0 n=18

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Legende: 0 = kleiner als
1 = größer als/gleich

8 Anhang

Tab. 45: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 1), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe, Teil I
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S. 100 ff)

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 1					
	Zellzahl 168.189 /ml	Fett 4,04 %	Eiweiß 3,42 %	Laktose 4,97 %	Gefrier- punkt -0,519 C	Trocken- masse 13,14 %
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	1
7	1	0	0	0	1	0
8	1	0	1	1	1	1
11	0	1	0	1	1	1
24	0	1	0	0	0	1
25	0	0	0	0	1	0
26	0	1	0	0	1	1
28	1	1	1	1	1	1

Legende: 0 = kleiner als
 1 = größer als/gleich

8 Anhang

Tab. 45: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 1), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe, Teil II
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S. 100 ff)

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 1					
	Zellzahl 168.189 /ml	Fett 4,04 %	Eiweiß 3,42 %	Laktose 4,97 %	Gefrier- punkt -0,519 C	Trocken- masse 13,14 %
32	1	1	1	1	1	1
33	0	1	0	0	0	1
34	1	0	1	0	0	1
35	0	1	1	0	0	1
49	1	1	1	0	0	1
50	0	0	0	1	1	0
83	0	0	0	1	1	0
87	1					
88	1					
89	0					
90	1					
95	0	0	1	1	1	0
Σ	11 x 1 11 x 0 n=22	11 x 1 7 x 0 n=18	9 x 1 9 x 0 n=18	9 x 1 9 x 0 n=18	11 x 1 7 x 0 n=18	12 x 1 6 x 0 n=18

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Legende: 0 = kleiner als
 1 = größer als/gleich

8 Anhang

Tab. 46: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 2), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S. 100 ff)

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 2					
	Zellzahl 178.781 /ml	Fett 4,16 %	Eiweiß 3,30 %	Laktose 4,87 %	Gefrier- punkt -0,520° C	Trocken- masse 13,04 %
2	1	1	1	1	0	1
12	0	1	1	0	0	1
16	0	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	0	1
23	1	0	1	1	0	1
31	0	1	0	1	0	1
74	0	0	1	1		1
75	1	1	1	1		1
79	1	0	1	1	1	1
81	0	0	0	1	0	0
82	0	1	1	1	1	1
93	1	0	0	0	0	0
96	1	1	0	1	1	1
Σ	7 x 1 6 x 0 n=13	8 x 1 5 x 0 n=13	9 x 1 4 x 0 n=13	11 x 1 2 x 0 n=13	4 x 1 7 x 0 n=11	11 x 1 2 x 0 n=13

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Legende: 0 = kleiner als
 1 = größer als/gleich

8 Anhang

Tab. 47: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 3), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller bewerteten Betriebe
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S. 100 ff)

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 3					
	Zellzahl 140.463 /ml	Fett 4,03 %	Eiweiß 3,33 %	Laktose 4,96 %	Gefrier- punkt -0,517 C	Trocken- masse 13,03 %
3	1	0	0	1	0	0
13	0	1	1	1		1
14	0	1	1	1		1
15	0	0	1	1	0	1
36	0	1	1	1	1	1
42	1	1	0	0	0	1
78	1	0	0	0	0	0
Σ	3 x 1 4 x 0 n=7	4 x 1 3 x 0 n=7	4 x 1 3 x 0 n=7	5 x 1 2 x 0 n=7	1 x 1 4 x 0 n=5	5 x 1 2 x 0 n=7

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Legende: 0 = kleiner als
 1 = größer als/gleich

Tab. 48: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 4), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller bewerteten Betriebe
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S. 100 ff)

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 4					
	Zellzahl 200.988 /ml	Fett 4,24 %	Eiweiß 3,35 %	Laktose 4,99 %	Gefrier- punkt -0,521° C	Trocken- masse 13,30 %
9	0	0	0	0	0	0
10	0	1	0	0	0	0
43	0	1	1	1	0	1
44	1	1	0	1	0	1
45	0	1	1	1	0	1
46	0	0	0	1	0	0
76	1	0	0	1	1	0
80	0	0	1	1	1	0
84	1					
85	1					
86	1					
Σ	5 x 1 6 x 0 n=11	4 x 1 4 x 0 n=8	3 x 1 5 x 0 n=8	6 x 1 2 x 0 n=8	2 x 1 6 x 0 n=8	3 x 1 5 x 0 n=8

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Legende: 0 = kleiner als
1 = größer als/gleich

Tab. 49: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 5), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S. 100 ff)

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 5					
	Zellzahl 104.915 /ml	Fett 4,21 %	Eiweiß 3,34 %	Laktose 4,93 %	Gefrier- punkt -0,514° C	Trocken- masse 13,20 %
17	1	1	1	0	1	1
30	0	0	0	1	1	0
72	0	0	0	0	0	0
91	1	0	0	1		0
Σ	2 x 1 2 x 0 n=4	1 x 1 3 x 0 n=4	1 x 1 3 x 0 n=4	2 x 1 2 x 0 n=4	2 x 1 1 x 0 n=3	1 x 1 3 x 0 n=4

Tab. 50: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 7), bezogen auf die erzielten Durchschnittswerte aller ausgewerteten Betriebe
(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 37–50 siehe S. 100 ff)

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 7					
	Zellzahl 157.007 /ml	Fett 4,04 %	Eiweiß 3,34 %	Laktose 4,89 %	Gefrier- punkt -0,519 C	Trocken- masse 12,98 %)
53	0	1	1	0	1	1
92	1	0	0	0		0
94	0	0	0	1	1	1
97	1	1	1	1	1	1
99	0	1	0	1	0	1
Σ	2 x 1 3 x 0 n=5	3 x 1 2 x 0 n=5	2 x 1 3 x 0 n=5	3 x 1 2 x 0 n=5	3 x 1 1 x 0 n=4	4 x 1 1 x 0 n=5

Die abgedunkelten Werte konnte nicht berechnet werden.

Legende: 0 = kleiner als
1 = größer als/gleich

**Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tankmilch,
bezogen auf alle Melkverfahren**

Tab. 51: Überblick über die Ergebnisse der mesophilen aeroben Gesamtkeimzahlbestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	27	16	9	15	7	18	16
n = negative Fälle	0	0	0	0	0	0	0
% der Gesamtanzahl (101 %)	25	15	8	14	7	17	15
arithm. Mittelwert \bar{x}	154.544	120.638	107.211	63.353	21.371	28.267	39.781
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	32.904	56.435	52.732	20.947	14.448	12.264	14.382
Spannweite (R)	1.398.000	461.800	234.500	356.400	45.400	178.900	278.200
Standardabweichung $\pm s$	334.516	159.818	100.043	98.661	19.026	41.836	69.687
Variationskoeffizient VK (%)	216	132	93	156	89	148	175
Interquartilbereich	130.500	1.135.000	219.300	124.700	40.300	30.725	44.875
Median \tilde{x}	25000	46.500	76.000	12.000	18.000	14.000	10.050
Minimum x_{\min}	2000	8.200	5.500	3.600	3.600	1100	1800
Maximum x_{\max}	1.400.000	470.000	240.000	360.000	49.000	180.000	280.000

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 52: Überblick über die Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	27	16	9	15	7	16	16
n = negative Fälle	0	0	0	0	0	2	0
% der Gesamtsumme (99 %)	25	15	8	14	7	15	15
arithm. Mittelwert \bar{x}	5.197	13.352	16.431	3.886	5.857	4.503	2.482
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	1.812	3.837	1.515	1.457	1.880	1.557	606
Spannweite (R)	37.980	99.840	109.940	21.920	17.920	32.880	21.980
Standardabweichung $\pm s$	8.938	24.564	35.949	6.037	6.757	8.113	5.483
Variationskoeffizient VK (%)	172	184	219	155	115	180	221
Interquartilbereich	4.860	14.215	16.330	6.940	9.780	5.250	1.548
Median \tilde{x}	2.500	4.350	880	1.100	2.400	2.000	475
Minimum x_{\min}	20	160	60	80	80	120	20
Maximum x_{\max}	38.000	100.000	110.000	22.000	18.000	33.000	22.000

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 53: Überblick über die Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	25	16	9	14	6	18	14
n = negative Fälle	2	0	0	1	1	0	2
% der Gesamtanzahl (101 %)	25	16	9	14	6	18	14
arithm. Mittelwert \bar{x}	1.951	6.335	11.770	2.706	1.679	1.470	1.274
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	644	779	558	927	488	427	255
Spannweite (R)	9.080	68.940	70.980	21.880	7.240	13.960	11.980
Standardabweichung $\pm s$	2.670	17.077	24.256	5.714	2.811	3.249	3.186
Variationskoeffizient VK (%)	134	270	206	205	157	221	235
Interquartilbereich	2.610	4.550	16.680	1.558	2.955	1.295	328
Median \tilde{x}	600	495	400	835	520	265	230
Minimum x_{\min}	20	60	20	120	60	40	20
Maximum x_{\max}	9.100	69.000	71.000	22.000	7.300	14.000	12.000

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 54: Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	18	6	4	5	4	5	6
n = negative Fälle	9	10	5	10	3	13	10
% der Gesamtanzahl (100 %)	38	13	8	10	8	10	13
arithm. Mittelwert \bar{x}	2.530	1.323	3.810	1.554	300	2.596	736
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	592	146	390	421	283	636	253
Spannweite (R)	11.980	3.980	7.580	5.980	200	9.980	1.945
Standardabweichung $\pm s$	3.637	1.997	4.376	2.513	116	4.193	981
Variationskoeffizient VK (%)	144	151	115	162	39	162	133
Interquartilbereich	3.965	3.830	7.580	3.390	200	5.710	1.941
Median \tilde{x}	575	50	3.810	550	300	800	150
Minimum x_{\min}	20	20	20	20	200	20	55
Maximum x_{\max}	12.000	4.000	7.600	6.000	400	10.000	2.000

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 55: Überblick über die Ergebnisse der Bestimmung der Staphylokokken-Bestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	13	7	3	8	3	6	2
n = negative Fälle	14	9	6	7	4	12	14
% der Gesamtanzahl (101 %)	31	17	7	19	7	14	5
arithm. Mittelwert \bar{x}	530	905	893	999	563	610	1.000
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	299	596	704	450	360	390	980
Spannweite (R)	1.948	2.428	1.360	2.636	1.150	1.310	400
Standardabweichung $\pm s$	616	806	785	1.146	640	528	283
Variationskoeffizient VK (%)	116	89	88	115	114	87	28
Interquartilbereich	645	760		2.235		950	
Median \tilde{x}	240	580	440	305	240	540	1.000
Minimum x_{\min}	52	72	440	64	150	90	800
Maximum x_{\max}	2.000	2.500	1800	2.700	1.300	1.400	1.200

Die abgedunkelten Werte konnten nicht bestimmt werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 56: Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	17	9	3	9	4	11	7
n = negative Fälle	10	7	6	6	3	7	9
% der Gesamtanzahl (101 %)	28	15	5	15	7	18	12
arithm. Mittelwert \bar{x}	2.796	117	4.723	199	259	127	205
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	239	89	348	106	117	59	106
Spannweite (R)	41.980	180	13.980	710	700	780	660
Standardabweichung $\pm s$	10.110	72	8.034	232	322	228	242
Variationskoeffizient VK (%)	362	62	170	117	124	180	118
Interquartilbereich	540	150		270	571	100	300
Median \tilde{x}	200	110	150	100	148	60	60
Minimum x_{\min}	20	20	20	20	20	20	20
Maximum x_{\max}	42.000	200	14.000	730	720	800	680

Der abgedunkelte Wert konnte nicht bestimmt werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 57: Überblick über die Ergebnisse der Coliformenbestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	8	6	2	1	1	6	1
n = negative Fälle	19	10	7	14	6	12	15
% der Gesamtanzahl (100 %)	32	24	8	4	4	24	4
arithm. Mittelwert \bar{x}	6.635	807	110	2.000	60	580	80
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	297	172	63	2.000	60	155	80
Spannweite (R)	46.980	3.980	180	0	0	1.980	0
Standardabweichung $\pm s$	16.339	1.571	127			831	
Variationskoeffizient VK (%)	250	195	115			143	
Interquartilbereich	1.980	1.280				1.380	
Median \tilde{x}	1.010	200	110	2.000	60	120	80
Minimum x_{\min}	20	20	20	2.000	60	20	80
Maximum x_{\max}	47.000	4.000	200	2.000	60	2000	80

Die abgedunkelten Werte konnten nicht bestimmt werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 58: Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	24	16	9	15	7	15	16
n = negative Fälle	3	0	0	0	0	3	0
% der Gesamtanzahl (101 %)	24	16	9	15	7	15	16
arithm. Mittelwert \bar{x}	184	4.769	330	122	299	18	148
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	40	400	44	40	68	10	40
Spannweite (R)	2.380	31.986	2.496	459	1498	49	1.199
Standardabweichung $\pm s$	494	10.725	817	143	538	17	296
Variationskoeffizient VK (%)	301	224	248	117	180	121	200
Interquartilbereich	126	3.025	145	135	239	30	171
Median \tilde{x}	31	230	20	80	70	9	45
Minimum x_{\min}	2	14	4	1	2	1	1
Maximum x_{\max}	2.400	32.000	2.500	460	1.500	50	1.200

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 59: Überblick über die Ergebnisse der Enterokokken-Bestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	21	14	6	14	6	10	11
n = negative Fälle	6	2	3	1	1	8	5
% der Gesamtanzahl (101 %)	21	14	6	14	6	10	11
arithm. Mittelwert \bar{x}	389	1230	449	91	532	73	3.871
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	154	239	166	48	251	47	215
Spannweite (R)	4.380	6.490	1.980	360	1.940	230	33.980
Standardabweichung $\pm s$	932	2.292	765	123	743	74	10.096
Variationskoeffizient VK (%)	240	186	170	135	140	101	261
Interquartilbereich	250	915	628	75	793	93	2.460
Median \tilde{x}	110	165	175	38	280	40	60
Minimum x_{\min}	20	20	20	20	60	20	20
Maximum x_{\max}	4.400	6.500	2.000	380	2.000	250	34.000

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 60: Überblick über die Ergebnisse der Hefenbestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	20	13	5	13	7	16	11
n = negative Fälle	7	3	4	2	0	2	5
% der Gesamtanzahl (100 %)	24	15	6	15	8	19	13
arithm. Mittelwert \bar{x}	479	1.942	104	642	131	1.114	86
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	201	154	76	279	62	224	67
Spannweite (R)	2380	19.980	180	4.440	290	7.980	180
Standardabweichung $\pm s$	572	5.483	77	1.187	140	2.407	64
Variationskoeffizient VK (%)	119	282	74	185	107	216	74
Interquartilbereich	688	1.225	150	565	250	465	124
Median \tilde{x}	300	100	100	220	20	190	60
Minimum x_{\min}	20	20	20	60	20	20	20
Maximum x_{\max}	2.400	20.000	200	4.500	310	8.000	200

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 61: Überblick über die Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	5	6	1	5	0	1	3
n = negative Fälle	22	10	8	10	7	17	13
% der Gesamtanzahl (100 %)	24	29	5	24	0	5	14
arithm. Mittelwert \bar{x}	51	30	40	54		20	80
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	50	27	40	43		20	43
Spannweite (R)	20	40	0	80		0	180
Standardabweichung $\pm s$	10	17		39			104
Variationskoeffizient VK (%)	20	57		72			130
Interquartilbereich	20	25		76			
Median \tilde{x}	54	20	40	40		20	20
Minimum x_{\min}	40	20	40	20		20	20
Maximum x_{\max}	60	60	40	100		20	200

Die abgedunkelten Werte konnten nicht bestimmt werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 62: Überblick über die Ergebnisse der Sulfitreduzierende-Anaerobier Bestimmung (KbE/ml) der untersuchten Rohmilchproben aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	12	9	2	3	0	5	2
n = negative Fälle	15	7	7	12	7	13	14
% der Gesamtanzahl (99 %)	36	27	6	9	0	15	6
arithm. Mittelwert \bar{x}	4	5	1	2		2	2
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	2	2	1	1		2	2
Spannweite (R)	19	29	0	2		2	2
Standardabweichung $\pm s$	6	9		1		1	1
Variationskoeffizient VK (%)	150	180		50		50	50
Interquartilbereich	3	4				2	
Median \tilde{x}	1	2	1	1		2	2
Minimum x_{\min}	1	1	1	1		1	1
Maximum x_{\max}	20	30	1	3		3	3

Die abgedunkelten Werte konnten nicht bestimmt werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Überblick über das Abschneiden der Einzelbetriebe in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte

(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen siehe S. 171, Legende Tab. 63 S. 325)

Tab. 63: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 6 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 6								Boni- tierung
	GKZ (M) 10.000 KbE/ml	GKZ (M) 50.000- KbE/ml	GKZ (M) 100.000- KbE/ml	GKZ (M) >100.000- KbE/ml	GKZ-ZGK 17.371- KbE/T	GKZ-ZGS 9.060 KbE/T	GKZ-SPK 20.313 KbE/T	GKZ-Rein 50.386 KbE/T	
3	0	0	0	0					M10 + 10
7	1	0	0	0					M10 + 5
18	0	0	0	0	1	1	1		M10 + 10 +T0
19	0	0	0	0	1	0	0		M10 + 10 + T10
20	1	0	0	0	0	0°			M10 + 5 + T20
21	0	0	0	0	1	1	1		M10 + 10 + T0
27					0°	0	1		T10
29	0	0	0	0	1	1	0*		M10 + 10 + T10
33	1	0	0	0					M10 + 5 + T0
37	1	1	0	0	1	1	1		M10 + T0
38	0	0	0	0	0	0			M10 + 10 + T20
39	1	0	0	0	0	0*	1		M10 + 5 + T20
40	1	0	0	0	1	1	0		M10 + 5 + T10
41	1	1	0	0	1	0	0		M10 + T20
42	0	0	0	0	0°	0*			M10 + 10 + T20
49	1	1	1	0					M0
54	1	0	0	0	1	1			M10 + 5 +T0
55	1	0	0	0	1	1			M10 + 5 + T0
59	0	0	0	0					M10 + 10
Σ	8 x 0 10 x 1 n = 18	15 x 0 3 x 1 n = 18	17 x 0 1 x 1 n = 18	18 x 0 0 x 1 n = 18	5 x 0 9 x 1 n = 14	7 x 0 7 x 1 n = 14	4 x 0 5 x 1 n = 9		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

8 Anhang

Tab. 64: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr.1 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer), Teil I
(Aufbau der Tabelle siehe S.171)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 1								
	GKZ (M) 10.000 KbE/ml	GKZ (M) 50.000- KbE/ml	GKZ (M) 100.000- KbE/ml	GKZ (M) 200.000- KbE/ml	GKZ-ZGK -17.371- KbE/T	GKZ-ZGS 9.060 KbE/T	GKZ-SPK 20.313 KbE/T	GKZ-Rein 50.386 KbE/T	Boni- tierung
1	1	1	1	0	0°	0°	0°		M0 + T30
4	1	1	1	1	0	0		0	M0 + T30
5	1	1	1	1	0	1	1	0*	M0 + T20
6	1	0	0	0	0	0	0°	0*	M10 + 5 + T40
7	1	1	1	1	1	0	1	1	M0 + T10
8	1	0	0	0	0°	0*	0*	0*	M10 + 5 + T40
11	1	1	1	1	1	1	1	1	M0 + T0
24	1	1	1	0	0	0°	0°	0	M0 + T40
25	0	0	0	0	0*	0°	0*	0*	M10 + 10 + T40
26	1	0	0	0	0	0	0*	0*	M10 + 5 + T40
28	0	0	0	0	0	0	1	1	M10 + 10 + T20
32	1	0	0	0	0	1	1	0°	M10 + 5 + T20
33	0	0	0	0	0	1	0°	0°	M10 + 10 + T30
34	1	1	0	0	1	1	0		M10 + T10
35	1	1	0	0	0	1	0	1	M10 + T20
Σ	3 x 0 12 x 1 n = 15	7 x 0 8 x 1 n = 15	9 x 0 6 x 1 n = 15	11 x 0 4 x 1 n = 15	12 x 0 3 x 1 n = 15	9 x 0 6 x 1 n = 15	9 x 0 5 x 1 n = 14	9 x 0 4 x 1 n = 13	

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = nicht nachweisbar

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

0°° = erweiterte Nachweisgrenze (101 – 999 KbE/ml)

1 = größer als/gleich

Mx = Punktezah Tankmilch

(Mx) + y = Zusatzpunktezah Tankmilch

Tz = Punktezah Tupfer

GKZ (M) = Gesamtkeimzah (Milch)

ZGK = Zitzengummikopf

ZGS = Zitzengummischaft

SPK = Spülkopf

Rein = Reinigungssystem

8 Anhang

Tab. 64: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr.1 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer), Teil II
(Aufbau der Tabelle siehe S. 171)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 1								
	GKZ (M) 10.000 KbE/ml	GKZ (M) 50.000- KbE/ml	GKZ (M) 100.000- KbE/ml	GKZ (M) 200.000- KbE/ml	GKZ-ZGK -17.371- KbE/T	GKZ-ZGS 9.060 KbE/T	GKZ-SpK 20.313 KbE/T	GKZ-Rein 50.386 KbE/T	Boni- tierung
49	1	0	0	0	0	0	0*	0°	M10 + 5 + T40
50	1	0	0	0	0	0	0°°	0	M10 + 5 + T40
63	1	1	1	0	1	1	0°°	1	M0 + T10
64	0	0	0	0	0	0°°	1	0	M 10 + 10 + 30
83	0	0	0	0	0	0*	0°°	1	M10 + 10 + T30
87	1	0	0	0	1	1	1	0	M10 + 5 + T10
88	0	0	0	0	0	0°°	0	0°°	M10 + 10 + T40
89 I	1	0	0	0	1	1	0*	0*	M10 + 5 + T20
89 II	1	0	0	0	0°°	0*	0*	0	M10 + 5 + T40
90	0	0	0	0	0°°	0	0	0*	M10 + 10 + T40
95	1	0	0	0	0°°	0°°	0*	1	M10 + 5 + T30
95	1	0	0	0	0	0	1		M10 + 5 + T10
Σ	4 x 0 8 x 1 n = 12	11 x 0 1 x 1 n = 12	11 x 0 1 x 1 n = 12	12 x 0 0 x 1 n = 12	9 x 0 3 x 1 n = 12	9 x 0 3 x 1 n = 12	9 x 0 3 x 1 n = 12	8 x 0 3 x 1 n = 11	

Der abgedunkelte Wert konnte nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = nicht nachweisbar

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

0°° = erweiterte Nachweisgrenze (101 – 999 KbE/ml)

GKZ (M) = Gesamtkeimzahl (Milch)

ZGK = Zitzengummikopf

SPK = Spülkopf

Mx = Punktezah Tankmilch

(Mx) + y = Zusatzpunktezah Tankmilch

Tz = Punktezah Tupfer

1 = größer als/gleich

ZGS = Zitzengummischah

Rein = Reinigungssystem

8 Anhang

Tab. 65: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 2 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
(Aufbau der Tabelle siehe S. 171)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 2								
	GKZ (M) 10.000 KbE/ml	GKZ (M) 50.000- KbE/ml	GKZ (M) 100.000- KbE/ml	GKZ (M) 200.000- KbE/ml	GKZ-ZGK -17.371- KbE/ml	GKZ-ZGS 9.060 KbE/T	GKZ-SpK 20.313 KbE/T	GKZ-Rein 50.386 KbE/T	Boni- tierung
2	1	1	1	0	1	1	0		M0 + T10
12	1	0	0	0	0*	0*	0°		M10 + 5 + T30
16	1	0	0	0	1	1	0°		M 10 + 5 + T10
22	1	0	0	0	1	1	0*		M10 + 5 + T10
23 I	1	1	1	1	1	1	1		M0 + T0
23 II	1	1	1	1	0	0	0°°		M0 + T30
31	1	0	0	0	1	1	0		M10 + 5 + T10
67	1	1	1	1	1	1	0		M0 + T10
70	1	0	0	0	1	1	0°°		M10 + 5 + T10
74	1	1	0	0	0	0°°	0		M10 + T30
75	1	1	0	0	1	1	0°		M10 + T10
79	1	1	0	0	1	1	0°°		M10 + T10
81	0	0	0	0	0	0*	0		M10 + 10 + T30
82	1	1	1	0	1	1	0		M0 + T10
93	1	0	0	0	0	0	0		M10 + 5 + T30
96	1	0	0	0	1	1	0°°		M10 + 5 + T10
Σ	1 x 0 15 x 1 n = 16	8 x 0 8 x 1 n = 16	11 x 0 5 x 1 n = 16	13 x 0 3 x 1 n = 16	5 x 0 11 x 1 n = 16	5 x 0 11 x 1 n = 16	15 x 0 1 x 1 n = 16		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = nicht nachweisbar

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

0°° = erweiterte Nachweisgrenze (101 – 999 KbE/ml)

GKZ (M) = Gesamtkeimzahl (Milch)

ZGK = Zitzengummikopf

SPK = Spülkopf

Mx = Punktezahl Tankmilch

(Mx) + y = Zusatzpunktezahl Tankmilch

Tz = Punktezahl Tupfer

1 = größer als/gleich

ZGS = Zitzengummischacht

Rein = Reinigungssystem

8 Anhang

Tab. 66: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 3 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
(Aufbau der Tabelle siehe S. 171)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 3								
	GKZ (M) 10.000 KbE/ml	GKZ (M) 50.000- KbE/ml	GKZ (M) 100.000- KbE/ml	GKZ (M) 200.000- KbE/ml	GKZ-ZGK -17.371- KbE/T	GKZ-ZGS 9.060 KbE/T	GKZ-SpK 20.313 KbE/T	GKZ-Rein 50.386 KbE/T	Boni- tierung
3	0	0	0	0	1	1	1	0*	M10 + 10 + T10
13	0	0	0	0	0	0°°	0	1	M10 + 10 + T30
14	1	0	0	0	0	0°°	1	1	M10 + 5 + 20
15	1	1	0	0	1	1	1	0	M10 + T10
36	1	1	0	0	0	0	1	1	M10 + T20
42	1	1	1	1	0	0*	1	0	M0 + T30
69	1	1	0	0	0	0	1	1	M10 + T20
78 I	1	1	1	1	0°°	0°°	1	1	M0 + 20
78 II	1	1	1	1	0		0	0	M0 + 30
Σ	2 x 0 7 x 1 n = 9	3 x 0 6 x 1 n = 9	6 x 0 3 x 1 n = 9	6 x 0 3 x 1 n = 9	7 x 0 2 x 1 n = 9	6 x 0 2 x 1 n = 8	2 x 0 7 x 1 n = 9	4 x 0 5 x 1 n = 9	

Der abgedunkelten Wert konnte nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = nicht nachweisbar

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

0°° = erweiterte Nachweisgrenze (101 – 999 KbE/ml)

GKZ (M) = Gesamtkeimzahl (Milch)

ZGK = Zitzengummikopf

SPK = Spülkopf

Mx = Punktezahl Tankmilch

(Mx) + y = Zusatzpunktezahl Tankmilch

Tz = Punktezahl Tupfer

1 = größer als/gleich

ZGS = Zitzengummischacht

Rein = Reinigungssystem

8 Anhang

Tab. 67: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 4 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
(Aufbau der Tabelle siehe S. 171)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 4								
	GKZ (M) 10.000 KbE/ml	GKZ (M) 50.000- KbE/ml	GKZ (M) 100.000- KbE/ml	GKZ (M) 200.000- KbE/ml	GKZ-ZGK -17.371- KbE/T	GKZ-ZGS 9.060 KbE/T	GKZ-SpK 20.313 KbE/T	GKZ-Rein 50.386 KbE/T	Boni- tierung
9	1	1	1	0	1	1	1	1	M0 +T0
10	1	0	0	0	1	0*	1	0	M10 + 5 + T20
43	0	0	0	0	1	0	1	1	M10 + 10 + T10
44	1	0	0	0	1	1	1	1	M10 + 5 T0
45	0	0	0	0	0	0	0°	0	M 10 + 10 + T40
46	0	0	0	0	0°	0*	0	0°	M 10 + 10 + T40
59	1	0	0	0	1	1	1	0	M 10 + 5 + T10
60	0	0	0	0	0	0°	0°	1	M 10 + 10 + T 30
68	0	0	0	0	1	0°	0	1	M 10 + 10 + T20
76	0	0	0	0	0°	0°	1	1	M 10 + 10 + T20
77	0	0	0	0	1	0	1	1	M 10 + 10 + T10
80	1	1	1	0	0	1	0	0	M0 + T30
84	1	1	0	0	1	1	1	1	M10 + T0
85	1	1	1	1	1	1	1	1	M0 + T0
86	1	1	1	0	0	0°	1	1	M0 + T20
Σ	7 x 0 8 x 1 n = 15	10 x 0 5 x 1 n = 15	11 x 0 4 x 1 n = 15	14 x 0 1 x 1 n = 15	6 x 0 9 x 1 n = 15	9 x 0 6 x 1 n = 15	5 x 0 10 x 1 n = 15	5 x 0 10 x 1 n = 15	

Legende:

0 = kleiner als

0* = nicht nachweisbar

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

0°° = erweiterte Nachweisgrenze (101 – 999 KbE/ml)

GKZ (M) = Gesamtkeimzahl (Milch)

ZGK = Zitzengummikopf

SPK = Spülkopf

Mx = Punktezah Tankmilch

(Mx) + y = Zusatzpunktezah Tankmilch

Tz = Punktezah Tupfer

1 = größer als/gleich

ZGS = Zitzengummischaf

Rein = Reinigungssystem

8 Anhang

Tab. 68: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 5 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
(Aufbau der Tabelle siehe S. 171)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 5								Boni- tierung
	GKZ (M) 10.000 KbE/ml	GKZ (M) 50.000- KbE/ml	GKZ (M) 100.000- KbE/ml	GKZ (M) 200.000- KbE/ml	GKZ-ZGK -17.371- KbE/T	GKZ-ZGS 9.060 KbE/T	GKZ-SpK 20.313 KbE/T	GKZ-Rein 50.386 KbE/T	
17	0	0	0	0	1	0	1	1	M10 + 10 + T10
30	0	0	0	0	0	0	0°°	1	M10 + 10 + T30
61	1	0	0	0	1	1	1	0	M10 + 5 + T10
66	0	0	0	0	0	0	0	0	M10 + 10 + T40
71	1	0	0	0	1	0	1	0	M10 + 5 + T20
72	1	0	0	0	0	0°°	0	1	M10 + 5 + T30
91	1	0	0	0	1	1	0	0	M10 + 5 + T20
Σ	4 x 0 3 x 1 n = 7	6 x 0 1 x 1 n = 7	7 x 0 0 x 1 n = 7	7 x 0 0 x 1 n = 7	3 x 0 4 x 1 n = 7	5 x 0 2 x 1 n = 7	4 x 0 3 x 1 n = 7	4 x 0 3 x 1 n = 7	

Legende:

0 = kleiner als

0* = nicht nachweisbar

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

0°° = erweiterte Nachweisgrenze (101 – 999 KbE/ml)

GKZ (M) = Gesamtkeimzahl (Milch)

ZGK = Zitzengummikopf

SPK = Spülkopf

Mx = Punktezahl Tankmilch

(Mx) + y = Zusatzpunktezahl Tankmilch

Tz = Punktezahl Tupfer

1 = größer als/gleich

ZGS = Zitzengummischacht

Rein = Reinigungssystem

8 Anhang

Tab. 69: Überblick über das Abschneiden der Systeme der Firma Nr. 7 in Bezug auf mikrobiologische Grenz- und Durchschnittswerte (Tankmilch und Tupfer)
(Aufbau der Tabelle siehe S. 171)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 7								
	GKZ (M) 10.000 KbE/ml	GKZ (M) 50.000- KbE/ml	GKZ (M) 100.000- KbE/ml	GKZ (M) 200.000- KbE/ml	GKZ-ZGK -17.371- KbE/T	GKZ-ZGS 9.060 KbE/T	GKZ-SPK 20.313 KbE/T	GKZ-Rein 50.386 KbE/T	Boni- tierung
47	0	0	0	0	1	0	0		M10 + 10 + T20
48	0	0	0	0	1	1	0		M10 + 10 + T10
51	1	0	0	0	1	1	1		M10 + 5 + T0
52	0	0	0	0	1	1	0		M10 + 10 + T10
53	1	0	0	0	1	1	1		M10 + 5 + T0
56	1	1	0	0	1	0	0		M10 + T20
57	1	1	1	1	1	1	1		M0 + T0
58	1	1	0	0	1	1	1		M10 + T0
62	0	0	0	0	1	1	0		M10 + 10 T10
65	1	1	0	0	1	0	0		M10 + T20
73	0	0	0	0	1	1	1		M 10 + 10 + T0
92	1	0	0	0	0°	0*	0°		M10 + 5 + T30
94	0	0	0	0	0	1	0		M 10 + 10 + T20
97	0	0	0	0	1	0	1		M 10 + 10 + T10
98	1	0	0	0	1	1	1		M10 + 5 + T0
99	0	0	0	0	0	0	0		M10 + 10 + T30
Σ	8 x 0 8 x 1 n = 16	12 x 0 4 x 1 n = 16	15 x 0 1 x 1 n = 16	15 x 0 1 x 1 n = 16	3 x 0 13 x 1 n = 16	6 x 0 10 x 1 n = 16	9 x 0 7 x 1 n = 16		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = nicht nachweisbar

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

0°° = erweiterte Nachweisgrenze (101 – 999 KbE/ml)

GKZ (M) = Gesamtkeimzahl (Milch)

ZGK = Zitzengummikopf

SPK = Spülkopf

Mx = Punktezahl Tankmilch

(Mx) + y = Zusatzpunktezahl Tankmilch

Tz = Punktezahl Tupfer

1 = größer als/gleich

ZGS = Zitzengummischacht

Rein = Reinigungssystem

Überblick über das Abschneiden der Einzelbetriebe in Bezug auf die Durchschnittswerte der jeweiligen Herstellerfirma

(Aufbau, Reihenfolge der Tabellen Nr. 71–77 siehe S. 171)

Tab. 70: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 6), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte (\bar{x}_G) aller ausgewerteten Betriebe (Teil I)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 6			
	GKZ Tankmilch 12.264 KbE/ml	ZGK 24.669 KbE/Tupfer	ZGS 21.595 KbE/Tupfer	Spülkopf 123.828 KbE/Tupfer
3	0			
7	1			
18	0	1	1	0
19	0	1	0	0
20	1	0	0	
21	0	1	1	1
27		0°	0*	1
29	0	1	1	0*
33	1			
37	1	1	1	1
38	0	0	0	
39	1	0	0*	1
40	1	1	1	0

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = n. n. (nicht nachweisbar)

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

1 = größer als/gleich

GKZ = Gesamtkeimzahl

ZGK = Zitzengummikopf

ZGS = Zitzengummischaft

Tab. 70: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 6), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte (\bar{x}_G) aller ausgewerteten Betriebe (Teil II)

Betrieb-Nr.	Systeme der Firma Nr. 6			
	GKZ Tankmilch 12.264 KbE/ml	ZGK 24.669 KbE/Tupfer	ZGS 21.595 KbE/Tupfer	Spülkopf 123.828 KbE/Tupfer
41	1	0	0	0
42	0	0	0*	
49	1			
54	1	1	0	
55	0	1	1	
59	0			
83				
Σ	n= 18 9 x 1 9 x 0	n = 14 8 x 1 6 x 0	n= 14 6 x 1 8 x 0	n = 9 4 x 1 5 x 0

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = n. n. (nicht nachweisbar)

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

1 = größer als/gleich

GKZ = Gesamtkeimzahl

ZGK = Zitzengummikopf

ZGS = Zitzengummischicht

8 Anhang

Tab. 71: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 1), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte (\bar{x}_G) aller ausgewerteten Betriebe (Teil I)

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 1				
	GKZ Tankmilch 32.904 KbE/ml	ZGK 3.504 KbE/Tupfer	ZGS 4.533 KbE/Tupfer	Spülkopf 10.526 KbE/Tupfer	Reinigung 18.583 KbE/Tupfer
1	1	0	0	0	
4	1	1	0		0
5	1	1	1	1	0
6	0	1	0	0	0*
7	1	1	0	1	1
8	0	0°	0*	0*	0*
11	1	1	1	1	1
24	1	0	0	0	0
25	0	0*	0	0*	0*
26	0	0	0	0*	0*
28	0	1	0	1	1
32	0	1	1	1	0°
33	0	1	1	0	0°
34	1	1	1	0	
35	1	1	1	1	1
49	1	1	0	0*	0°
50	1	0	0	0	0

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = n. n. (nicht nachweisbar)

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

1 = größer als/gleich

GKZ = Gesamtkeimzahl

ZGK = Zitzengummikopf

ZGS = Zitzengummischicht

Reinigung = Reinigungssystem

Tab. 71: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 1), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte (\bar{x}_G) aller ausgewerteten Betriebe (Teil II)

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 1				
	GKZ Tankmilch 32.904 KbE/ml	ZGK 3.504 KbE/Tupfer	ZGS 10.526 KbE/Tupfer	Spülkopf 10.526 KbE/Tupfer	Reinigung 18.583 KbE/Tupfer
63	1	1	1	0	1
64	0	0	0	1	1
83	0	0	0*	0	1
87	0	1	1	1	1
88	0	0	0	0	0
89 _a	0	1	1	0*	0*
89 _b	1	0	0*	0*	0
90	0	0	1	0	0*
95 _a	1	0	0	0*	1
95 _b	1	0	0	0*	1
\sum_{I+II}	n= 27 14 x 1 13 x 0	n = 27 14 x 1 13 x 0	n= 27 10 x 1 17 x 0	n = 26 8 x 1 18 x 0	n = 24 9 x 1 15 x 0

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = n. n. (nicht nachweisbar)

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

1 = größer als/gleich

GKZ = Gesamtkeimzahl

ZGK = Zitzengummikopf

ZGS = Zitzengummischaft

Reinigung = Reinigungssystem

8 Anhang

Tab. 72: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 2), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte (\bar{x}_G) aller ausgewerteten Betriebe

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 2			
	GKZ Tankmilch 56.435 KbE/ml	ZGK 77.063 KbE/Tupfer	ZGS 27.880 KbE/Tupfer	Spülkopf 1.239 KbE/Tupfer
2	1	1	0	1
12	0	0*	0*	0°
16	0	0	1	0°
22	0	1	1	0*
23 _a	1	1	1	1
23 _b	1	0	0	0
31	0	1	1	1
67	1	1	0	1
70	0	0	1	0
74	0	0	0	0
75	1	0	0	0°
79	1	0	1	0
81	0	0	0*	1
82	1	1	1	1
93	0	0	0	1
96	0	1	1	0
Σ	n= 16 7 x 1 9 x 0	n= 16 7 x 1 9 x 0	n= 16 8 x 1 8 x 0	n= 16 7 x 1 9 x 0

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = n. n. (nicht nachweisbar)

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

1 = größer als/gleich

GKZ = Gesamtkeimzahl

ZGK = Zitzengummikopf

ZGS = Zitzengummischicht

Tab. 73: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 3), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte (\bar{x}_G) aller ausgewerteten Betriebe

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 3				
	GKZ Tankmilch 52.732 KbE/ml	ZGK 7.587 KbE/Tupfer	ZGS 4.642 KbE/Tupfer	Spülkopf 76.146 KbE/Tupfer	Reinigung 176.726 KbE/Tupfer
3	0	1	1	1	0*
13	0	1	0	0	1
14	0	0	0	1	1
15	1	1	1	1	0
36	1	0	0	0	0
42	1	0	0*	1	0
69	1	1	1	1	1
78 _a	1	0	0	0	1
78 _b	1	0		0	0
Σ	n= 9 6 x 1 3 x 0	n= 9 4 x 1 5 x 0	n= 8 3 x 1 5 x 0	n= 9 5 x 1 4 x 0	n= 9 4 x 1 5 x 0

Der abgedunkelte Wert konnte nicht berechnet werden.

Legende:

0 = kleiner als

0* = n. n. (nicht nachweisbar)

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

1 = größer als/gleich

GKZ = Gesamtkeimzahl

ZGK = Zitzengummikopf

ZGS = Zitzengummischaft

Reinigung = Reinigungssystem

Tab. 74: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 4), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte (\bar{x}_G) aller ausgewerteten Betriebe

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 4				
	GKZ Tankmilch 20.947 KbE/ml	ZGK 25.495 KbE/Tupfer	ZGS 3.259 KbE/Tupfer	Spülkopf 111.264 KbE/Tupfer	Reinigung 33.324 KbE/Tupfer
9	1	1	1	1	1
10	0	1	0*	1	1
43	0	1	0	0	1
44	1	1	1	1	1
45	0	0	1	0	0
46	0	0	0*	0	0
59	1	1	1	1	0
60	0	0	0°	0	1
68	0	0	0°	0	1
76	0	0	0°	1	1
77	0	1	0	0	1
80	1	0	1	0	0
84	1	1	1	0	1
85	1	1	1	1	1
86	1	0	0°	1	1
Σ	n= 15 7 x 1 8 x 0	n= 15 8 x 1 7 x 0	n= 15 7 x 1 8 x 0	n= 15 7 x 1 8 x 0	n= 15 11 x 1 4 x 0

Legende

0 = kleiner als

0* = n. n. (nicht nachweisbar)

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

1 = größer als/gleich

GKZ = Gesamtkeimzahl

ZGK = Zitzengummikopf

ZGS = Zitzengummischicht

Reinigung = Reinigungssystem

Tab. 75: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 5), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte (\bar{x}_G) aller bewerteten Betriebe

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 5				
	GKZ Tankmilch 14.447 KbE/ml	ZGK 17.682 KbE/Tupfer	ZGS 2.438 KbE/Tupfer	Spülkopf 26.155 KbE/Tupfer	Reinigung 74.344 KbE/Tupfer
17	0	1	0	1	1
30	0	0	0	0	1
61	1	1	1	1	0
66	0	0	0	0	0
71	1	1	0	1	0
72	1	0	0	0	0
91	1	1	1	0	0
Σ	n= 7 4 x 1 3 x 0	n= 7 4 x 1 3 x 0	n= 7 2 x 1 5 x 0	n= 7 3 x 1 4 x 0	n= 7 2 x 1 5 x 0

Legende

0 = kleiner als

0* = n. n. (nicht nachweisbar)

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

1 = größer als/gleich

GKZ = Gesamtkeimzahl

ZGK = Zitzengummikopf

ZGS = Zitzengummischaft

Reinigung = Reinigungssystem

Tab. 76: Vergleich der Systeme (Firma Nr. 7), bezogen auf die erzielten mikrobiologischen Durchschnittswerte (\bar{x}_G) aller ausgewerteten Betriebe

Betrieb-Nr.	Firma Nr. 7			
	GKZ Tankmilch 14.382 KbE/ml	ZGK 47.038 KbE/Tupfer	ZGS 31.078 KbE/Tupfer	Spülkopf 20.508 KbE/Tupfer
47	0	0	0	0
48	0	1	0	0
51	1	1	1	1
52	0	0	1	0
53	0	1	1	1
56	1	1	0	0
57	1	1	1	1
58	1	0	0	0
62	0	0	0	0
65	1	1	0	0
73	0	1	1	1
92	1	0°	0*	0*
94	0	0	1	0
97	0	1	0	1
98	1	1	1	1
99	0	0	0	0
Σ	n= 16 7 x 1 9 x 0	n= 16 9 x 1 7 x 0	n= 16 7 x 1 9 x 0	n= 16 7 x 1 9 x 0

Legende:

0 = kleiner als

0* = n. n. (nicht nachweisbar)

0° = Nachweisgrenze (100 KbE/ml)

1 = größer als/gleich

GKZ = Gesamtkeimzahl

ZGK = Zitzengummikopf

ZGS = Zitzengummischaft

8 Anhang

Tab. 77: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Zitzengummikopf), bezogen auf konventionelle Melkverfahren (KbE/Tupfer, Teil I)

Prüfparameter/ Messwerte	Melkmethode: konventionelle Melkverfahren					
	mesoph. aerob. GKZ	Milchsäurebakt.	Laktobazillen	Pseudomonaden	Koag. pos. Staph.	Enterokokken
n = (berücksichtigte Fälle)	14	8	5	3	1	3
n = (negative Fälle)	0	6	9	11	13	11
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	14	15	14	27	50	30
arithm. Mittelwert \bar{x}	199.850	51.863	16.394	17.700	38.000	200
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	24.669	2.786	2.333	2.466	38.000	200
Spannweite (R)	1.299.900	359.900	39.900	49.900	0	0
Standardabweichung $\pm s$	351.533	125.240	21.557	28.010	0	0
Variationskoeffizient VK (%)	176	241	131	158	0	0
Interquartilbereich	303.000	32.175	39.815			
Median \tilde{x} (x_{50})	40.500	2.050	1.600	3.000	38.000	200
Minimum x_{\min}	100	100	100	100	38.000	200
Maximum x_{\max}	1.300.000	360.000	40.000	50.000	38.000	200

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 77: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Zitzengummikopf), bezogen auf konventionelle Melkverfahren (KbE/Tupfer, Teil II)

Prüfparameter/ Messwerte	Melkmethode: konventionelle Melkverfahren					
	Entero- bakteria- zeen	Coliforme	<i>E. coli</i>	Hefen	Schim- mel- pilze	Sulfit- reduz. Anaerobier
n = (berücksichtigte Fälle)	4	4	5	8	7	4
n = (negative Fälle)	10	10	9	6	7	10
% der Gesamt- anzahl (100 %) beider Verfahren	44	57	21	26	27	12
arithm. Mittelwert \bar{x}	950	750	52	463	349	41
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	387	356	30	265	244	24
Spannweite (R)	2700	1900	140	1.600	700	110
Standard- abweichung $\pm s$	1.277	896	59	548	294	53
Variations- koeffizient VK (%)	134	119	113	118	84	129
Inter- quartilbereich	2.200	1.600	97	500	540	83
Median \tilde{x} (x_{50})	450	450	27	250	200	17
Minimum x_{\min}	100	100	10	100	100	10
Maximum x_{\max}	2.800	2.000	150	1.700	800	120

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 78: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Zitzengummikopf), bezogen auf automatische Melkverfahren (KbE/Tupfer, Teil I)

Prüfparameter/ Messwerte	Melkmethode: automatische Melkverfahren					
	mesoph. aerob. GKZ	Milch- säure- bakt.	Lakto- bazillen	Pseudo- monaden	Koag. pos. Staph.	Entero- kokken
n = (berücksichtigte Fälle)	88	47	31	8	1	7
n = (negative Fälle)	2	43	59	82	89	83
% der Gesamt- anzahl (100 %) beider Verfahren	86	86	86	73	50	70
arithm. Mittelwert \bar{x}	139.941	7.113	2.127	513	1.300	143
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	16.428	802	463	265	1.300	122
Spannweite (R)	2.299.900	109.900	21.900	1.900	0	300
Standard- abweichung $\pm s$	365.759	19.583	4.615	675	0	113
Variations- koeffizient VK (%)	261	275	217	132	0	79
Inter- quartilbereich	66.800	1.200	1.000	750		0
Median \tilde{x} (x_{50})	185.000	550	200	200	1.300	100
Minimum x_{\min}	100	100	100	100	1.300	100
Maximum x_{\max}	2.300.000	110.000	22.000	2.000	1.300	400

Der abgedunkelte Wert konnte nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 78: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Zitzengummikopf), bezogen auf automatische Melkverfahren (KbE/Tupfer, Teil II)

Prüfparameter/ Messwerte	Melkmethode: automatische Melkverfahren					
	Entero- bakteria- zeen	Coliforme	<i>E. coli</i>	Hefen	Schim- mel- pilze	Sulfit- reduz. Anaerobier
n = (berücksichtigte Fälle)	5	3	19	23	19	29
n = (negative Fälle)	85	87	71	67	71	61
% der Gesamt- anzahl (100 %) beider Verfahren	56	43	79	74	73	88
arithm. Mittelwert \bar{x}	220	300	112	1.269	346	73
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	189	252	18	350	170	20
Spannweite (R)	300	300	995	14.900	1.800	895
Standard- abweichung $\pm s$	130	173	260	3.202	568	179
Variations- koeffizient VK (%)	59	58	232	252	164	245
Inter- quartilbereich	250		36	900	100	35
Median \tilde{x} (x_{50})	200	400	5	200	100	15
Minimum x_{\min}	100	100	5	100	100	5
Maximum x_{\max}	400	400	1.000	15.000	1.900	900

Der abgedunkelte Wert konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 79: Überblick über die Ergebnisse der *Bacillus cereus*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) verschiedener Melkverfahren

Melkverfahren	konventionell	automatisch
n = (berücksichtigte Fälle)	2	5
n = (negative Fälle)	12	85
% der Gesamtanzahl (100 %)	29	71
arithm. Mittelwert \bar{x}	220	2.519
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	220	259
Spannweite (R)	20	11.983
Standard- abweichung $\pm s$	14	5.301
Variationskoeffizient vk (%)	6	210
Interquartil- bereich		6.082
Median \tilde{x}	220	160
Minimum x_{\min}	210	17
Maximum x_{\max}	230	12.000

Der abgedunkelte Wert konnte nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle – negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 80: Überblick über die Ergebnisse der mesophilen Gesamtkeimzahlbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	26	15	9	15	7	14	16
n = (negative Fälle)	1	1	0	0	0	0	0
% der Gesamtanzahl (100%) beider Verfahren	26	15	9	15	7	14	16
arithm. Mittelwert \bar{x}	9.762	291.013	120.680	271.060	32.800	199.850	144.638
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	3.504	77.063	7.587	25.495	17.682	24.669	47.038
Spannweite (R)	39.900	2.296.100	999.180	1.699.700	71.100	1.299.900	729.900
Standardabweichung $\pm s$	11.708	578.139	330.205	557.951	29.508	351.533	199.209
Variationskoeffizient VK (%)	120	199	274	206	90	176	138
Interquartilbereich	14.000	264.000	31.550	95.500	58.500	303.000	113.500
Median \tilde{x}	5.450	55.000	5.700	26.000	27.000	40.500	83.500
Minimum x_{\min}	100	3.900	820	300	1.900	100	100
Maximum x_{\max}	40.000	2.300.000	1.000.000	1.700.000	73.000	1.300.000	730.000

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 81: Überblick über die Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	9	13	4	12	3	8	6
n = (negative Fälle)	18	3	5	3	4	6	10
% der Gesamtanzahl (101 %) beider Verfahren	16	24	7	22	6	15	11
arithm. Mittelwert \bar{x}	367	19.754	330	1.663	917	51.863	8.367
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	205	3.264	223	597	808	2.786	1.244
Spannweite (R)	1.700	109.900	720	10.900	1.050	359.900	45.700
Standardabweichung $\pm s$	550	32.497	340	3.151	592	125.240	18.454
Variationskoeffizient VK (%)	150	165	103	189	65	241	221
Interquartilbereich	250	37.750	590	700		32.175	12.925
Median \tilde{x}	100	1.200	200	500	600	2.050	550
Minimum x_{\min}	100	100	100	100	550	100	300
Maximum x_{\max}	1.800	110.000	820	11.000	1.600	360.000	46.000

Der abgedunkelte Wert konnte nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 82: Überblick über die Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	8	9	3	5	2	5	4
n = (negative Fälle)	19	7	6	10	5	9	12
% der Gesamtanzahl (101 %) beider Verfahren	22	25	8	14	6	14	11
arithm. Mittelwert \bar{x}	300	5.424	133	1.760	900	16.394	925
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	213	1.216	126	493	412	2.333	645
Spannweite (R)	600	21.900	100	7.200	1.600	39.900	2.100
Standardabweichung $\pm s$	256	7.494	58	3.118	1.131	21.557	991
Variationskoeffizient VK (%)	85	138	44	177	126	131	107
Interquartilbereich	475	9.890		4.000		39.815	1.625
Median \tilde{x}	150	1.100	100	200	900	1.600	500
Minimum x_{\min}	100	100	100	100	100	100	300
Maximum x_{\max}	700	22.000	200	7.300	1.700	40.000	2.400

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 83: Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	1	2	0	1	1	3	3
n = (negative Fälle)	26	14	9	14	6	11	13
% der Gesamtanzahl (99 %) beider Verfahren	9	18	0	9	9	27	27
arithm. Mittelwert \bar{x}	100	250		100	300	17.700	1.033
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	100	200		100	300	2.466	585
Spannweite (R)	0	300		0	0	49.900	1.900
Standardabweichung $\pm s$	0	212		0	0	28.010	950
Variationskoeffizient VK (%)	0	85		0	0	158	92
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}	100	250		100	300	3.000	1.000
Minimum x_{\min}	100	100		100	300	100	100
Maximum x_{\max}	100	400		100	300	50.000	2.000

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 84: Überblick über die Ergebnisse der Staphylokokkenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	0	0	0	1	0	1	0
n = (negative Fälle)	27	16	9	14	7	13	16
% der Gesamtanzahl (101 %) beider Verfahren	0	0	0	50	0	50	0
arithm. Mittelwert \bar{x}				1.300		38.000	
geometr. Mittelwert \bar{x}_G				1.300		38.000	
Spannweite (R)				0		0	
Standardabweichung $\pm s$				0		0	
Variationskoeffizient VK (%)				0		0	
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}				1.300		38.000	
Minimum x_{\min}				1.300		38.000	
Maximum x_{\max}				1.300		38.000	

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 85: Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	2	1	1	0	1	4	0
n = (negative Fälle)	25	15	8	15	6	10	16
% der Gesamtanzahl (99 %) beider Verfahren	22	11	11	0	11	44	0
arithm. Mittelwert \bar{x}	250	400	100	0	100	950	0
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	245	400	100	0	100	387	0
Spannweite (R)	100	0	0		0	2.700	
Standardabweichung $\pm s$	71	0	0		0	1.277	
Variationskoeffizient VK (%)	28	0	0		0	134	
Interquartilbereich						2.200	
Median \tilde{x}	250	400	100		100	450	
Minimum x_{\min}	200	400	100		100	100	
Maximum x_{\max}	300	400	100		100	2.800	

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 86: Überblick über die Ergebnisse der Coliformenbestimmung der untersuchten
Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	1	1	0	0	1	4	0
n = (negative Fälle)	26	15	9	15	6	10	16
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	14	14	0	0	14	57	0
arithm. Mittelwert \bar{x}	400	400			100	750	
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	400	400			100	356	
Spannweite (R)	0	0			0	1.900	
Standard- abweichung $\pm s$	0	0			0	896	
Variations- koeffizient VK (%)	0	0			0	119	
Inter- quartil- bereich						1.600	
Median \tilde{x}	400	400			100	450	
Minimum x_{\min}	400	400			100	100	
Maximum x_{\max}	400	400			100	2.000	

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 87: Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	4	5	2	5	2	5	1
n = (negative Fälle)	23	11	7	10	5	9	15
% der Gesamtanzahl (101 %) beider Verfahren	17	21	8	21	8	21	4
arithm. Mittelwert \bar{x}	8	221	303	14	158	52	5
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	7	45	55	8	67	30	5
Spannweite (R)	13	995	595	45	285	140	0
Standardabweichung $\pm s$	7	436	421	20	202	59	0
Variationskoeffizient VK (%)	88	197	139	143	128	113	0
Interquartilbereich	10	506		23		97	
Median \tilde{x}	5	36	303	5	158	27	5
Minimum x_{\min}	5	5	5	5	15	10	5
Maximum x_{\max}	18	1.000	600	50	300	150	5

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 88: Überblick über die Ergebnisse der Enterokokkenbestimmung der untersuchten
Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	0	3	1	0	2	3	1
n = (negative Fälle)	27	13	8	15	5	11	15
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	0	30	10	0	20	30	10
arithm. Mittelwert \bar{x}	0	100	400	0	100	200	100
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	0	100	400	0	100	200	100
Spannweite (R)		0	0		0	0	0
Standard- abweichung $\pm s$		0	0		0	0	0
Variations- koeffizient VK (%)		0	0		0	0	0
Inter- quartil- bereich							
Median \tilde{x}		100	400		100	200	100
Minimum x_{\min}		100	400		100	200	100
Maximum x_{\max}		100	400		100	200	100

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 89: Überblick über die Ergebnisse der Hefenbestimmung der untersuchten
Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	1	3	1	9	3	8	6
n = (negative Fälle)	26	13	8	6	4	6	10
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	3	10	3	29	10	26	19
arithm. Mittelwert \bar{x}	100	233	5.500	2.064	533	463	450
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	100	200	5.500	488	241	265	263
Spannweite (R)	0	300	0	14.900	1.300	1.600	1.000
Standardabweichung $\pm s$	0	153	0	4.866	751	548	472
Variationskoeffizient VK (%)	0	66	0	236	141	118	105
Interquartilbereich				870		500	925
Median \tilde{x}	100	200	5.500	270	100	250	200
Minimum x_{\min}	100	100	5.500	100	100	100	100
Maximum x_{\max}	100	400	5.500	15.000	1.400	1.700	1.100

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 90: Überblick über die Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung der untersuchten
Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	1	7	2	2	3	7	4
n = (negative Fälle)	26	9	7	13	4	7	12
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	4	27	8	8	12	27	15
arithm. Mittelwert \bar{x}	100	625	100	150	400	349	100
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	100	276	100	141	215	243	100
Spannweite (R)	0	1.800	0	100	900	700	0
Standardabweichung $\pm s$	0	838	0	71	520	294	0
Variationskoeffizient VK (%)	0	134	0	47	130	84	0
Interquartilbereich		1.700				540	
Median \tilde{x}	100	180	100	150	100	200	100
Minimum x_{\min}	100	100	100	100	100	100	100
Maximum x_{\max}	100	1.900	100	200	1.000	800	100

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 91: Überblick über die Ergebnisse der sulfitreduzierenden Anaerobierbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	8	13	1	1	1	4	5
n = (negative Fälle)	19	3	8	14	6	10	11
% der Gesamtanzahl (99%) beider Verfahren	24	39	3	3	3	12	15
arithm. Mittelwert \bar{x}	39	125	5	80	20	41	12
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	13	37	5	80	20	24	9
Spannweite (R)	225	895	0	0	0	110	25
Standardabweichung $\pm s$	78	256	0	0	0	53	11
Variationskoeffizient VK (%)	200	205	0	0	0	129	92
Interquartilbereich	26	53				83	18
Median \tilde{x}	8	30	5	80	20	17	5
Minimum x_{\min}	5	5	5	80	20	10	5
Maximum x_{\max}	230	900	5	80	20	120	30

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 92: Überblick über die Ergebnisse der *Bacillus cereus*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummikopf) aller Firmen

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	0	2	2	0	0	2	1
n = (negative Fälle)	27	14	7	15	7	12	15
% der Gesamtanzahl (100 %)	0	29	29	0	0	29	14
arithm. Mittelwert \bar{x}		6.009	230			220	120
geometr. Mittelwert \bar{x}_G		452	219			220	120
Spannweite (R)		11.983	140			20	0
Standardabweichung $\pm s$		8.473	99			14	
Variationskoeffizient vk (%)		141	43			6	
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}		6.009	230			220	120
Minimum x_{\min}		17	160			230	120
Maximum x_{\max}		12.000	300			210	120

Die abgedunkelten Felder konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle – negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 93: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Zitzengummischicht), bezogen auf konventionelle Melkverfahren (Teil I, KbE/Tupfer)

Parameter	Melkmethode: konventionelle Melkverfahren					
	mesoph. aerob. GKZ	Milchsäurebakt.	Laktobazillen	Pseudomonaden	Koag. pos. Staph.	Enterokokken
n = (berücksichtigte Fälle)	11	7	4	2	1	1
n = (negative Fälle)	3	7	10	12	13	13
% der Gesamtanzahl (100 %)	12	15	14	29	14	14
arithm. Mittelwert \bar{x}	200.538	2.457	2.175	600	1.800	100
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	21.595	678	733	447	1.800	100
Spannweite (R)	1.799.180	10.900	5.900	800	0	0
Standardabweichung $\pm s$	533.605	3.911	2.762	566	0	0
Variationskoeffizient VK (%)	266	159	127	94	0	0
Interquartilbereich	70.700	2.400	4.975			
Median \tilde{x} (x_{50})	20.000	1.000	1.300	600	1.800	100
Minimum x_{\min}	820	100	100	200	1.800	100
Maximum x_{\max}	1.800.000	11.000	6.000	1.000	1.800	100

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 93: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Zitzengummischicht), bezogen auf konventionelle Melkverfahren (Teil II, KbE/Tupfer)

Parameter	Melkmethode: konventionelle Melkverfahren					
	Enterobakterien	Coliforme	E. coli	Hefen	Schimmelpilze	Sulfit-reduz. Anaerobier
n = (berücksichtigte Fälle)	1	0	3	9	4	2
n = (negative Fälle)	13	14	11	5	10	12
% der Gesamtanzahl (100 %)	50	0	17	39	31	10
arithm. Mittelwert \bar{x}	100		11	1.578	100	22
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	100		10	405	100	11
Spannweite (R)	0		13	7.200	0	37
Standardabweichung $\pm s$	0		7	2.587	0	26
Variationskoeffizient VK (%)	0		64	164	0	118
Interquartilbereich				2.900		
Median \tilde{x} (x_{50})	100		10	200	100	22
Minimum x_{\min}	100		5	100	100	3
Maximum x_{\max}	100		18	7.300	100	40

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 94: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Zitzengummischicht), bezogen auf automatische Melkverfahren (Teil I, KbE/Tupfer)

Parameter	Melkmethode: automatische Melkverfahren					
	mesoph. aerob. GKZ	Milch-säure-bakt.	Lakto-bazillen	Pseudo-mona-den	Koag. Pos. Staph.	Entero-kokken
n= (berücksichtigte Fälle)	80	40	24	5	6	6
n= (negative Fälle)	9	49	65	84	83	83
% der Gesamtanzahl (100 %)	88	85	86	71	86	86
arithm. Mittelwert \bar{x}	161.376	5.301	1.851	1.180	473	5.733
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	8.040	812	586	618	347	690
Spannweite (R)	3.599.900	49.900	14.900	2.900	1.100	31.900
Standardabweichung $\pm s$	603.619	12.399	3.328	1.264	411	12.877
Variationskoeffizient VK (%)	374	238	180	107	87	225
Interquartilbereich	44.425	3.650	2.700	2.300	643	8.875
Median \tilde{x} (x_{50})	9.100	700	425	500	305	350
Minimum x_{\min}	100	100	100	100	100	100
Maximum x_{\max}	3.600.000	50.000	15.000	3.000	1.200	32.000

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 94: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Zitzengummischafft), bezogen auf automatische Melkverfahren (Teil II, KbE/Tupfer)

Parameter	Melkmethode: automatische Melkverfahren					
	Entero- bakteria- zeen	Coliforme	E. coli	Hefen	Schim- mel- pilze	Sulfit- reduz. Anaerobier
n= (berücksichtigte Fälle)	1	1	15	14	9	19
% der Gesamt- anzahl (100 %)	50	100	83	61	69	91
n= (negative Fälle)	88	88	74	75	80	70
arithm. Mittelwert \bar{x}	100	1.000	92	555	203	79
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	100	1.000	16	327	172	13
Spannweite (R)	0	0	648	2.400	350	1.097
Standard- abweichung $\pm s$	0	0	179	689	134	250
Variations- koeffizient VK (%)	0	0	195	124	99	316
Inter- quartilbereich			145	488	200	20
Median \tilde{x} (x_{50})	100	1.000	5	250	180	5
Minimum x_{\min}	100	1.000	2	100	100	3
Maximum x_{\max}	100	1.000	650	2.500	450	1.100

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 95: Überblick über die Ergebnisse der *Bacillus cereus*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) verschiedener Melkverfahren

Melkverfahren	konventionell	automatisch
n = (berücksichtigte Fälle)	2	5
n = (negative Fälle)	12	84
% der Gesamt-anzahl (100 %)	50	50
arithm. Mittelwert \bar{x}	190	38
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	172	37
Spannweite (R)	160	15
Standard- abweichung $\pm s$	113	11
Variationskoeffizient vk (%)	59	29
Interquartil- bereich		
Median \tilde{x}	190	38
Minimum x_{\min}	110	30
Maximum x_{\max}	270	45

Die abgedunkelten Felder konnten nicht berechnet werden.

Legende:

berücksichtigte Fälle: = Gesamtproben – negative Fälle

negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 96: Überblick über die Ergebnisse der mesophilen Gesamtkeimzahlbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischafft) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	24	14	7	13	7	11	15
n= (negative Fälle)	3	2	1	2	0	3	1
% der Gesamtanzahl (100 %)	26	15	8	14	8	12	17
arithm. Mittelwert \bar{x}	112.597	52.430	252.450	23.869	6.809	200.538	489.907
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	4.533	27.880	4.642	3.259	2.438	21.595	31.078
Spannweite (R)	1.999.820	149.180	1.599.800	90.900	20.640	1.799.180	3.598.600
Standardabweichung $\pm s$	417.081	52.395	597.147	32.638	9.391	533.605	1.203.604
Variationskoeffizient VK (%)	370	100	237	137	138	266	246
Interquartilbereich	13.043	60.450	159.700	47.400	19.400	70.700	77.100
Median \tilde{x}	3.050	37.500	1.100	3.600	1.900	20.000	23.000
Minimum x_{\min}	180	820	200	100	360	820	1.400
Maximum x_{\max}	2.000.000	150.000	1.600.000	91.000	21.000	1.800.000	3.600.000

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 97: Überblick über die Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	10	11	3	8	3	7	5
n= (negative Fälle)	17	5	5	7	4	7	11
% der Gesamtsumme (99 %)	21	23	6	17	6	15	11
arithm. Mittelwert \bar{x}	4.937	2.873	1.800	14.731	567	2.457	1.220
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	495	655	656	2.604	482	678	846
Spannweite (R)	40.900	18.900	4.600	49.900	600	10.900	2.800
Standardabweichung $\pm s$	12.763	5.606	2.524	21.492	322	3.911	1.087
Variationskoeffizient VK (%)	259	195	140	146	57	159	89
Interquartilbereich	2.350	3.900		38.213		2.400	1.750
Median \tilde{x}	185	700	600	4.500	700	1.000	1.200
Minimum x_{\min}	100	100	100	100	200	100	200
Maximum x_{\max}	41.000	19.000	4.700	50.000	800	11.000	3.000

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 98: Überblick über die Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	6	7	2	5	1	4	3
n= (negative Fälle)	21	9	6	10	6	10	13
% der Gesamtanzahl (100 %)	21	25	7	18	4	14	11
arithm. Mittelwert \bar{x}	1.800	2.536	250	2.840	200	2.175	327
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	688	631	200	1.295	200	733	279
Spannweite (R)	4.900	14.900	300	5.400	0	5.900	420
Standardabweichung $\pm s$	2.267	5.501	212	2.460	0	2.762	237
Variationskoeffizient VK (%)	126	217	85	87	0	127	72
Interquartilbereich	4.375	500		4.800		4.975	
Median \tilde{x}	550	600	250	3.600	200	1.300	200
Minimum x_{\min}	100	100	100	100	200	100	180
Maximum x_{\max}	5.000	15.000	400	5.500	200	6.000	600

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 99: Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	0	1	1	0	1	2	2
n= (negative Fälle)	27	15	7	15	6	12	14
% der Gesamtanzahl (100 %)	0	14	14	0	14	29	29
arithm. Mittelwert \bar{x}		300	3.000		500	600	1.050
geometr. Mittelwert \bar{x}_G		300	3.000		500	447	447
Spannweite (R)		0	0		0	800	1.900
Standardabweichung $\pm s$		0	0		0	566	1.344
Variationskoeffizient VK (%)		0	0		0	94	128
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}		300	3.000		500	600	1.050
Minimum x_{\min}		300	3.000		500	200	100
Maximum x_{\max}		300	3.000		500	1.000	2.000

Die abgedunkelten Felder konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 100: Überblick über die Ergebnisse der Bestimmung der Staphylokokkenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	4	2	0	0	0	1	0
n= (negative Fälle)	23	14	8	15	7	13	16
% der Gesamtanzahl (100 %)	57	29	0	0	0	14	0
arithm. Mittelwert \bar{x}	478	465				1.800	
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	325	395				1.800	
Spannweite (R)	1.100	490				0	
Standardabweichung $\pm s$	491	346				0	
Variationskoeffizient VK (%)	103	74				0	
Interquartilbereich	828						
Median \tilde{x}	305	465				1.800	
Minimum x_{\min}	100	220				1.800	
Maximum x_{\max}	1.200	710				1.800	

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 101: Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	1	0	0	0	0	1	0
n= (negative Fälle)	26	16	8	15	7	13	16
% der Gesamtanzahl (100 %)	50	0	0	0	0	50	0
arithm. Mittelwert \bar{x}	100					200	
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	100					200	
Spannweite (R)	0					0	
Standardabweichung $\pm s$	0					0	
Variationskoeffizient VK (%)	0					0	
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}	100					200	
Minimum x_{\min}	100					200	
Maximum x_{\max}	100					200	

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 102: Überblick über die Ergebnisse der Coliformenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	0	0	1	0	0	0	0
n= (negative Fälle)	27	16	7	15	7	14	16
% der Gesamtanzahl (100 %)	0	0	100	0	0	0	0
arithm. Mittelwert \bar{x}			1.000				
geometr. Mittelwert \bar{x}_G			1.000				
Spannweite (R)			0				
Standardabweichung $\pm s$			0				
Variationskoeffizient VK (%)			0				
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}			1.000				
Minimum x_{\min}			1.000				
Maximum x_{\max}			1.000				

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 103: Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	3	6	1	3	1	3	1
n= (negative Fälle)	24	10	7	12	6	11	15
% der Gesamtanzahl (102 %)	17	33	6	17	6	17	6
arithm. Mittelwert \bar{x}	220	64	15	5	300	11	5
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	25	17	15	5	300	10	5
Spannweite (R)	645	198	0	0	0	13	0
Standardabweichung $\pm s$	372	88	0	0	0	7	0
Variationskoeffizient VK (%)	169	136	0	0	0	64	0
Interquartilbereich		158					
Median \tilde{x}	5	13	15	5	300	10	5
Minimum x_{\min}	5	2	15	5	300	5	5
Maximum x_{\max}	650	200	15	5	300	18	5

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 104: Überblick über die Ergebnisse der Enterokokken-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	2	1	0	2	0	1	1
n= (negative Fälle)	25	15	8	13	7	13	15
% der Gesamtanzahl (100 %)	29	14	0	29	0	14	14
arithm. Mittelwert \bar{x}	16.700	400		200		100	200
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	6.693	400		173		100	200
Spannweite (R)	30.600	0		200		0	0
Standardabweichung $\pm s$	21.637	0		141		0	0
Variationskoeffizient VK (%)	130	0		71		0	0
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}	16.700	400		200		100	200
Minimum x_{\min}	1.400	400		100		100	200
Maximum x_{\max}	32.000	400		300		100	200

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 105: Überblick über die Ergebnisse der Hefenbestimmung der untersuchte
Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	2	3	1	4	2	9	2
n= (negative Fälle)	25	13	7	11	5	5	14
% der Gesamtanzahl (100 %)	9	13	4	17	9	39	9
arithm. Mittelwert \bar{x}	150	443	200	1.235	450	1.578	200
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	141	388	200	846	424	405	173
Spannweite (R)	100	530	0	2.300	300	7.200	200
Standardabweichung $\pm s$	71	268	0	1.026	212	2.587	141
Variationskoeffizient VK (%)	47	60	0	83	47	164	71
Interquartilbereich				1.965		2.900	
Median \tilde{x}	150	400	200	1.120	450	200	200
Minimum x_{\min}	100	200	200	200	300	100	100
Maximum x_{\max}	200	730	200	2.500	600	7.300	300

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 106: Überblick über die Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	2	4	1	0	0	4	2
n= (negative Fälle)	25	12	7	15	7	10	14
% der Gesamtanzahl (100 %)	15	31	8	0	0	31	15
arithm. Mittelwert \bar{x}	190	200	450			100	100
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	190	168	450			100	100
Spannweite (R)	20	300	0			0	0
Standardabweichung $\pm s$	14	141	0			0	0
Variationskoeffizient VK (%)	7	71	0			0	0
Interquartilbereich		250					
Median \tilde{x}	190	150	450			100	100
Minimum x_{\min}	180	100	450			100	100
Maximum x_{\max}	200	400	450			100	100

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 107: Überblick über die Ergebnisse der sulfitreduzierenden Anaerobier-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n= (berücksichtigte Fälle)	6	6	2	2	1	2	2
n= (negative Fälle)	21	10	6	13	6	12	14
% der Gesamtanzahl (103 %)	29	29	10	10	5	10	10
arithm. Mittelwert \bar{x}	30	31	553	13	5	22	5
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	10	15	74	12	5	11	5
Spannweite (R)	145	72	1.095	5	0	37	0
Standardabweichung $\pm s$	59	34	774	4	0	26	0
Variationskoeffizient VK (%)	197	110	145	31	0	118	0
Interquartilbereich	40	67					
Median \tilde{x}	5	15	553	13	5	22	5
Minimum x_{\min}	5	3	5	10	5	3	5
Maximum x_{\max}	150	75	1.100	15	5	40	5

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 108: Überblick über die Ergebnisse der *Bacillus cereus*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben (Zitzengummischicht) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	0	1	0	0	0	2	1
n = (negative Fälle)	27	15	8	15	7	12	15
% der Gesamtanzahl (100 %)	0	25	0	0	0	50	25
arithm. Mittelwert \bar{x}		30				190	45
geometr. Mittelwert \bar{x}_G		30				172	45
Spannweite (R)		0				160	45
Standardabweichung $\pm s$						113	
Variationskoeffizient vk (%)						59	
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}		30				190	45
Minimum x_{\min}		30				110	45
Maximum x_{\max}		30				270	45

Die abgedunkelten Felder konnten nicht berechnet werden.

Legende:

berücksichtigte Fälle: = Gesamtproben – negative Fälle

negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 109: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Spülkopf), bezogen auf konventionelle Melkverfahren (KbE/Tupfer; Teil I)

Parameter	konventionelle Melkverfahren					
	mesoph. aerob. GKZ	Milch-säure-bakt.	Lakto-bazillen	Pseudo-monaden	koag. pos. Staph.	Entero-kokken
n = (gültige Fälle)	8	6	3	1	0	0
n = (negative Fälle)	1	3	6	8	9	9
% der Gesamt-anzahl (100 %) beider Verfahren	9	14	17	17	0	0
arithm. Mittelwert \bar{x}	7.757.975	4.817	790	700		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	123.828	2.094	667	700		
Spannweite (R)	59.998.800	13.900	830	0		
Standard-abweichung $\pm s$	21.112.259	5.490	453	0		
Variations-koeffizient VK (%)	272	114	57	0		
Inter-quartilbereich	929.200	9.175				
Median \tilde{x} (x_{50})	255.000	2.100	1.000	700		
Minimum x_{\min}	1.200	100	270	700		
Maximum x_{\max}	60.000.000	14.000	1.100	700		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 109: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Spülkopf), bezogen auf konventionelle Melkverfahren (KbE/Tupfer; Teil II)

Parameter	konventionelle Melkverfahren					
	Entero- bakteria- zeen	Coliforme	<i>E. coli</i>	Hefen	Schim- mel- pilze	Sulfit- reduz. Anaerobier
n = (gültige Fälle)	1	2	0	5	3	2
n = (negative Fälle)	8	7	9	4	6	7
% der Gesamt- anzahl (100 %) beider Verfahren	20	29	0	19	25	17
arithm. Mittelwert \bar{x}	200	250		14.280	890	8
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	200	200		7.620	492	7
Spannweite (R)	0	300		34.300	2.000	5
Standard- abweichung $\pm s$		212		14.250	1.135	4
Variations- koeffizient VK (%)		85		100	126	50
Inter- quartilbereich				25.800		
Median \tilde{x} (x_{50})	200	250		13.000	270	8
Minimum x_{\min}	200	100		1.700	200	5
Maximum x_{\max}	200	400		36.000	2.200	10

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 110: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupferproben (Spülkopf), bezogen auf automatische Melkverfahren (KbE/Tupfer; Teil I)

Parameter	automatische Melkverfahren					
	mesoph. aerob. GKZ	Milch-säure-bakt.	Lakto-bazillen	Pseudo-monaden	koag. pos. Staph.	Entero-kokken
n = (gültige Fälle)	80	37	15	5	0	5
n = (negative Fälle)	9	52	74	84	89	84
% der Gesamt-anzahl (100 %) beider Verfahren	91	86	83	83	0	100
arithm. Mittelwert \bar{x}	1.492.532	173.981	33.033	1.220		7.980
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	16.954	1.646	425	371		772
Spannweite (R)	51.999.900	4.199.900	489.900	4.900		37.900
Standard-abweichung $\pm s$	6.755.827	722.220	126.417	2.128		16.786
Variations-koeffizient VK (%)	453	415	383	174		210
Inter-quartilbereich	153.700	5.600	500	2.750		19.350
Median \tilde{x} (x_{50})	13.000	1.000	300	200		800
Minimum x_{\min}	100	100	100	100		100
Maximum x_{\max}	52.000.000	4.200.000	490.000	5.000		38.000

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 110: Überblick über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der Tupfer (Spülkopf), bezogen auf automatische Melkverfahren (KbE/Tupfer; Teil II)

Parameter	automatische Melkverfahren					
	Entero- bakteria- zeen	Coliforme	<i>E. coli</i>	Hefen	Schim- mel- pilze	Sulfit- reduz. Anaerobier
n = (gültige Fälle)	4	5	11	21	9	10
n = (negative Fälle)	85	84	78	68	80	79
% der Gesamt- anzahl (100 %) beider Verfahren	80	71	100	81	75	83
arithm. Mittelwert \bar{x}	9.450	5.980	895	10.983	1273	39
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	1.549	493	34	1.473	632	14
Spannweite (R)	35.600	28.900	8.097	179.900	3.600	215
Standard- abweichung $\pm s$	17.702	12.870	2.430	38.827	1336	69
Variations- koeffizient VK (%)	187	215	272	354	105	177
Inter- quartilbereich	26.850	14.650	145	4.200	2.350	33
Median \tilde{x} (x_{50})	700	200	15	2.000	1.000	10
Minimum x_{\min}	400	100	3	100	100	5
Maximum x_{\max}	36.000	29.000	8.100	180.000	3.700	220

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 111: Überblick über die Ergebnisse der mesophilen Gesamtkeimzahlbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	18	15	9	15	7	8	16
n = (negative Fälle)	8	1	0	0	0	1	0
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	21	17	10	17	8	9	18
arithm. Mittelwert \bar{x}	723.269	5.573	357.289	5.905.733	1.294.357	7.757.975	339.875
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	10.526	1.239	76.146	111.264	26.155	123.828	20.508
Spannweite (R)	8.299.640	26.900	1.997.700	51.999.640	7.999.000	59.998.800	4.199.900
Standardabweichung $\pm s$	2.032.354	8.091	638.709	14.864.996	2.979.796	21.112.259	1.040.813
Variationskoeffizient VK (%)	281	145	179	252	230	272	306
Interquartilbereich	136.950	12.800	380.350	1.386.000	998.100	929.200	126.600
Median \tilde{x}	5.450	1.200	85.000	38.000	3.600	255.000	16.000
Minimum x_{\min}	360	100	2.300	360	1.000	1.200	100
Maximum x_{\max}	8.300.000	27.000	2.000.000	52.000.000	8.000.000	60.000.000	4.200.000

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 112: Überblick über die Ergebnisse der Milchsäurebakterienbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Proben)	7	6	2	11	4	6	7
n = (negative Fälle)	19	10	7	4	3	3	9
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	16	14	5	26	9	14	16
arithm. Mittelwert \bar{x}	1.843	8.100	550	177.946	17.600	4.817	620.986
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	637	314	490	5.672	612	2.094	6.270
Spannweite (R)	8.100	47.900	500	1.399.900	69.900	13.900	4.199.900
Standard- abweichung $\pm s$	2.919	19.547	354	433.869	34.933	5.490	1.579.042
Variations- koeffizient VK (%)	158	241	64	244	198	114	254
Inter- quartil- bereich	2.300	12.050		14.400	52.450	9.175	1.139.000
Median \tilde{x}	600	100	125.000	4.000	150	2.100	1.600
Minimum x_{\min}	100	100	300	100	100	100	100
Maximum x_{\max}	8.200	48.000	800	1.400.000	70.000	14.000	4.200.000

Der abgedunkelte Wert konnte nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle: = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 113: Überblick über die Ergebnisse der Laktobazillenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	3	3	0	5	1	3	3
n = (negative Fälle)	23	13	9	10	6	6	13
% der Gesamtanzahl (102 %) beider Verfahren	17	17	0	28	6	17	17
arithm. Mittelwert \bar{x}	333	167		98.200	900	790	700
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	262	144		940	900	667	422
Spannweite (R)	500	200		489.900	0	830	1.400
Standardabweichung $\pm s$	252	116		219.023	0	453	721
Variationskoeffizient VK (%)	76	69		229	0	57	103
Interquartilbereich				245.150			
Median \tilde{x}	300	100		300	900	1.000	500
Minimum x_{\min}	100	100		100	900	270	100
Maximum x_{\max}	600	300		490.000	900	1.100	1.500

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 114: Überblick über die Ergebnisse der Pseudomonadenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	2	0	0	1	1	1	1
n = (negative Fälle)	24	16	9	14	6	8	15
% der Gesamtanzahl (101 %) beider Verfahren	33	0	0	17	17	17	17
arithm. Mittelwert \bar{x}	2.850			100	100	700	200
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	1.871			100	100	700	200
Spannweite (R)	4.300			0	0	0	0
Standardabweichung $\pm s$	3.041			0	0	0	0
Variationskoeffizient VK (%)	107			0	0	0	0
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}	2.850			100	100	700	200
Minimum x_{\min}	700			100	100	700	200
Maximum x_{\max}	5.000			100	100	700	200

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 115: Überblick über die Ergebnisse der Bestimmung der Koagulase positiven Staphylokokken (Tupfer Spülkopf; KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	0	0	0	0	0	0	0
n = (negative Fälle)	26	15	9	15	7	9	16
% der Gesamtanzahl (101 %) beider Verfahren	0	0	0	0	0	0	0
arithm. Mittelwert \bar{x}							
geometr. Mittelwert \bar{x}_G							
Spannweite (R)							
Standardabweichung $\pm s$							
Variationskoeffizient VK (%)							
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}							
Minimum x_{\min}							
Maximum x_{\max}							

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 116: Überblick über die Ergebnisse der Enterobakteriazeenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	0	0	0	2	2	1	0
n = (negative Fälle)	26	15	9	15	5	9	16
% der Gesamtanzahl (101 %) beider Verfahren	0	0	0	40	40	20	0
arithm. Mittelwert \bar{x}				400	18.500	200	
geometr. Mittelwert \bar{x}_G				400	6.000	200	
Spannweite (R)				0	35.000	0	
Standardabweichung $\pm s$				0	24.749	0	
Variationskoeffizient VK (%)				0	134	0	
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}				400	18.500	200	
Minimum x_{\min}				400	1.000	200	
Maximum x_{\max}				400	36.000	200	

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 117: Überblick über die Ergebnisse der Coliformenbestimmung der untersuchten
Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	1	0	0	1	2	2	1
n = (negative Fälle)	25	16	9	14	5	7	15
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	14	0	0	14	28	28	14
arithm. Mittelwert \bar{x}	100			500	14.600	250	100
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	100			500	2.408	200	100
Spannweite (R)	0			0	28.800	300	0
Standardabweichung $\pm s$					20.365	212	
Variationskoeffizient VK (%)					139	85	
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}	100			500	14.600	250	100
Minimum x_{\min}	100			500	200	100	100
Maximum x_{\max}	100			500	29.000	400	100

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 118: Überblick über die Ergebnisse der *E. coli*-Bestimmung der untersuchten Tupferproben aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	2	2	1	4	1	0	1
n = (negative Fälle)	24	14	8	11	6	9	15
% der Gesamtanzahl (99 %) beider Verfahren	18	18	9	36	9	0	9
arithm. Mittelwert \bar{x}	5	760	3	2.068	36		10
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	5	173	3	98	36		10
Spannweite (R)	0	1480	0	8.095	0		0
Standard- abweichung $\pm s$	0	1047	0	4.022	0		0
Variations- koeffizient VK (%)	0	138	0	194	0		0
Inter- quartil- bereich				6.105			
Median \tilde{x}	5	760	3	83	36		10
Minimum x_{\min}	5	20	3	5	36		10
Maximum x_{\max}	5	1.500	3	8.100	36		10

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 119: Überblick über die Ergebnisse der Enterokokken-Bestimmung der untersuchten
Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	0	0	1	2	1	0	1
n = (negative Fälle)	26	16	8	13	6	9	15
% der Gesamtanzahl (101 %) beider Verfahren	0	0	20	40	20	0	20
arithm. Mittelwert \bar{x}			100	19.450	100		800
geometr. Mittelwert \bar{x}_G			100	5.848	100		800
Spannweite (R)			0	37.100	0		0
Standardabweichung $\pm s$			0	26.234	0		0
Variationskoeffizient VK (%)			0	135	0		0
Interquartilbereich							
Median \tilde{x}			100	19.450	100		800
Minimum x_{\min}			100	900	100		800
Maximum x_{\max}			100	38.000	100		800

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 120: Überblick über die Ergebnisse der Hefenbestimmung der untersuchten Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (gültige Fälle)	4	0	1	9	2	5	5
n = (berücksichtigte Fälle)	22	16	8	6	5	4	11
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	15	0	4	35	8	19	19
arithm. Mittelwert \bar{x}	3.850		900	22.850	2.650	14.280	680
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	1.906		900	3.667	1.010	7.620	298
Spannweite (R)	9.800		0	179.450	4.900	34.300	2.500
Standardabweichung $\pm s$	4.266		0	58.988	3.465	14.250	1.078
Variationskoeffizient VK (%)	111		0	258	131	100	159
Interquartilbereich	7.550			5.450		25.800	1.350
Median \tilde{x}	2.600		900	2.500	2.650	13.000	300
Minimum x_{\min}	200		900	550	200	1.700	100
Maximum x_{\max}	10.000		900	180.000	5.100	36.000	2.600

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 121: Überblick über die Ergebnisse der Schimmelpilzbestimmung der untersuchten
Tupferproben (Spülkopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	1	0	0	6	0	3	2
n = (negative Fälle)	25	16	9	9	7	6	14
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	8	0	0	50	0	25	17
arithm. Mittelwert \bar{x}	2.000			1.393		890	550
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	2.000			656		492	316
Spannweite (R)	0			3.600		2.000	900
Standardabweichung $\pm s$	0			1.563		1.135	636
Variationskoeffizient VK (%)	0			112		128	116
Interquartilbereich				3.000			
Median \tilde{x}	2.000			680		270	550
Minimum x_{\min}	2.000			100		200	100
Maximum x_{\max}	2.000			3.700		2.200	1.000

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 122: Überblick über die Ergebnisse der Sulfitreduzierenden Anaerobier-Bestimmung der untersuchten Proben (Spülkopf) aller Firmen (KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	5	3	0	1	1	2	0
n = (negative Fälle)	21	13	9	14	6	7	16
% der Gesamtanzahl (100 %) beider Verfahren	42	25	0	8	8	17	0
arithm. Mittelwert \bar{x}	27	77		5	15	8	
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	15	18		5	15	7	
Spannweite (R)	85	215		0	0	5	
Standardabweichung $\pm s$	36	124		0	0	4	
Variationskoeffizient VK (%)	133	161		0	0	50	
Interquartilbereich	50						
Median \tilde{x}	15	5		5	15	8	
Minimum x_{\min}	5	5		5	15	5	
Maximum x_{\max}	90	220		5	15	10	

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 123: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren (KbE/Tupfer, Teil I)

Parameter	Melkmethode: automatische Melkverfahren					
	mesoph. aerob. GKZ	Milchsäurebakt.	Laktobazillen	Pseudomonaden	Koag. pos. Staph.	Enterokokken
n = (berücksichtigte Fälle)	47	37	20	14	0	0
n = (negative Fälle)	8	18	35	41	55	55
% der Gesamtanzahl (100 %)	100	100	100	100	0	0
arithm. Mittelwert \bar{x}	430.872	14.533	6.348	52.786		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	36.425	2.896	674	9.796		
Spannweite (R)	5.099.900	99.900	94.900	309.900		
Standardabweichung $\pm s$	1.080.627	24.488	21.115	88.594		
Variationskoeffizient VK (%)	251	168	333	168		
Interquartilbereich	323.300	17.145	2.668	79.700		
Median \tilde{x} (x_{50})	59.500	3.750	450	10.250		
Minimum x_{min}	100	100	100	100		
Maximum x_{max}	5.100.000	100.000	95.000	310.000		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 123: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren (KbE/Tupfer, Teil II)

Parameter	Melkmethode: automatische Melkverfahren					
	Entero- bakteria- zeen	Coliforme	<i>E. coli</i>	Hefen	Schim- mel- pilze	Sulfit- reduz. Anaerobier
n = (berücksichtigte Fälle)	11	9	16	32	11	0
n = (negative Fälle)	44	46	39	23	44	55
% der Gesamt- anzahl (100 %)	100	100	100	100	100	0
arithm. Mittelwert \bar{x}	1.996	1.239	103	12.149	18.031	
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	1.040	492	23	2.219	1.275	
Spannweite (R)	5.900	5.475	897	99.950	129.950	
Standard- abweichung $\pm s$	2.021	1.738	225	23.341	39.144	
Variations- koeffizient VK (%)	101	140	218	192	217	
Inter- quartilbereich	3.300	1.540	64	11.088	17.800	
Median \tilde{x} (x_{50})	1.350	450	28	3.950	360	
Minimum x_{\min}	100	25	3	50	50	
Maximum x_{\max}	6.000	5.500	900	100.000	130.000	

Die abgedunkelten Felder konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 124: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme
automatischer Melkverfahren auf Firmenebene
(mesophile aerobe Gesamtkeimzahl, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	17		8	15	7		
n = (negative Fälle)	7		1	0	0		
% der Gesamtanzahl (100 %)	36		17	32	15		
arithm. Mittelwert \bar{x}	639.559		745.125	182.648	96.821		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	18.583		176.726	33.324	37.172		
Spannweite (R)	5.099.900		4.086.000	999.800	326.250		
Standardabweichung $\pm s$	1.495.738		1.383.647	290.071	132.902		
Variationskoeffizient VK (%)	234		186	159	137		
Interquartilbereich	438.700		702.750	256.830	226.500		
Median \tilde{x}	27.000		270.000	65.200	22.500		
Minimum x_{\min}	100		14.000	200	3.750		
Maximum x_{\max}	5.100.000		4.100.000	1.000.000	330.000		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 125: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme
automatischer Melkverfahren auf Firmenebene
(Milchsäurebakterien, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	11		6	13	7		
n = (negative Fälle)	13		3	2	0		
% der Gesamtsumme (99 %)	30		16	35	19		
arithm. Mittelwert \bar{x}	15.655		2.540	18.582	15.534		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	2.214		1.112	7.410	1.752		
Spannweite (R)	79.900		8.100	61.560	99.865		
Standard- abweichung $\pm s$	26.540		3.189	20.536	37.270		
Variations- koeffizient VK (%)	170		126	111	240		
Inter- quartil- bereich	16.900		4.920	18.840	3.350		
Median \tilde{x}	3.000		900	13.500	750		
Minimum x_{\min}	100		100	240	135		
Maximum x_{\max}	80.000		8.200	61.800	100.000		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 126: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme
automatischer Melkverfahren auf Firmenebene
(Laktobazillen, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	6		3	9	2		
n = (negative Fälle)	18		6	6	5		
% der Gesamtanzahl (101 %)	30		15	45	10		
arithm. Mittelwert \bar{x}	3.433		333	1.101	47.725		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	719		262	534	6.538		
Spannweite (R)	13.900		500	3.100	94.550		
Standardabweichung $\pm s$	5.586		252	1.287	66.857		
Variationskoeffizient VK (%)	163		76	117	140		
Interquartilbereich	7.525			2.345			
Median \tilde{x}	450		300	450	47.725		
Minimum x_{\min}	100		100	100	450		
Maximum x_{\max}	14.000		600	3.200	95.000		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 127: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme
automatischer Melkverfahren auf Firmenebene
(Pseudomonaden, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	5		4	1	4		
n = (negative Fälle)	19		5	14	3		
% der Gesamtanzahl (100 %)	36		29	7	29		
arithm. Mittelwert \bar{x}	118.700		29.025	200	7.300		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	53.607		6.160	200	4.924		
Spannweite (R)	306.500		89.900	0	9.800		
Standardabweichung $\pm s$	124.362		41.175		4.531		
Variationskoeffizient VK (%)	105		142		62		
Interquartilbereich	223.250		68.925		7.850		
Median \tilde{x}	80.000		13.000	200	9.000		
Minimum x_{\min}	3.500		100	200	700		
Maximum x_{\max}	310.000		90.000	200	10.500		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle

negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Tab. 128: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme automatischer Melkverfahren auf Firmenebene (Enterobakteriaceen, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	5		3	1	2		
n = (negative Fälle)	19		6	14	5		
% der Gesamtanzahl (101 %)	46		27	9	18		
arithm. Mittelwert \bar{x}	1.560		2.233	100	3.675		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	940		1.375	100	2.846		
Spannweite (R)	3.400		4.600	0	4.650		
Standardabweichung $\pm s$	1.398		2.438	0	3.288		
Variationskoeffizient VK (%)	90		105	0	89		
Interquartilbereich	2.550						
Median \tilde{x}	1.700		1.300	100	3.675		
Minimum x_{\min}	200		400	100	1.350		
Maximum x_{\max}	3.600		5.000	100	6.000		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 129: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme
automatischer Melkverfahren auf Firmenebene
(coliforme Keime, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	5		1	1	2		
n = (negative Fälle)	19		8	14	5		
% der Gesamtanzahl (100 %)	56		11	11	22		
arithm. Mittelwert \bar{x}	1.686		450	100	1.088		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	930		450	100	232		
Spannweite (R)	5.230		0	0	2.125		
Standardabweichung $\pm s$	2.175		0	0	1.503		
Variationskoeffizient VK (%)	129		0	0	138		
Interquartilbereich	3.085						
Median \tilde{x}	1.000		450	100	1.088		
Minimum x_{\min}	270		450	100	25		
Maximum x_{\max}	5.500		450	100	2.150		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 130: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme
automatischer Melkverfahren auf Firmenebene
(*E. coli*, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	4		3	7	2		
n = (negative Fälle)	20		6	8	5		
% der Gesamtanzahl (101 %)	25		19	44	13		
arithm. Mittelwert \bar{x}	130		27	146	12		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	95		12	19	8		
Spannweite (R)	265		66	897	18		
Standardabweichung $\pm s$	119		38	333	13		
Variationskoeffizient VK (%)	92		141	228	108		
Interquartilbereich	213			60			
Median \tilde{x}	93		5	5	12		
Minimum x_{\min}	35		5	3	3		
Maximum x_{\max}	300		70	900	21		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 131: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme
automatischer Melkverfahren auf Firmenebene
(Hefen, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	8		6	13	5		
n = (negative Fälle)	16		3	2	2		
% der Gesamtanzahl (100 %)	25		19	41	16		
arithm. Mittelwert \bar{x}	24.813		3.250	11.834	3.385		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	2.753		1.423	3.953	596		
Spannweite (R)	99.900		9.000	57.450	14.450		
Standardabweichung $\pm s$	40.728		3.387	15.601	6.256		
Variationskoeffizient VK (%)	164		104	132	185		
Interquartilbereich	62.350		5.775	11.885	8.075		
Median \tilde{x}	4.000		2.500	7.500	375		
Minimum x_{\min}	100		100	50 ?	50 ?		
Maximum x_{\max}	100.000		9.100	57.500	14.500		

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

8 Anhang

Tab. 132: Überblick über die mikrobiologische Belastung der Reinigungssysteme
automatischer Melkverfahren auf Firmenebene
(Schimmelpilze, KbE/Tupfer)

Firma	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
n = (berücksichtigte Fälle)	3		1	6	1		
n = (negative Fälle)	21		8	9	6		
% der Gesamtanzahl (100 %)	27		9	55	9		
arithm. Mittelwert \bar{x}	56.787		18.000	1.618	275		
geometr. Mittelwert \bar{x}_G	12.325		18.000	341	275		
Spannweite (R)	129.640		0	8.550	0		
Standardabweichung $\pm s$	66.430		0	3.423	0		
Variationskoeffizient VK (%)	117		0	212	0		
Interquartilbereich				2.340			
Median \tilde{x}	40.000		18.000	213	275		
Minimum x_{\min}	360		18.000	50 *	275		
Maximum x_{\max}	130.000		18.000	8.600	275		

* rechnerisches Minimum

Die abgedunkelten Werte konnten nicht berechnet werden.

Legende: berücksichtigte Fälle = Gesamtfälle - negative Fälle
 negative Fälle = Fälle mit Ergebnissen unter der Nachweisgrenze

Publikationen

Im Rahmen der DVG-Drei-Ländertagungen in Garmisch-Partenkirchen wurden Inhalte dieser Arbeit bereits in den Jahren 2001 und 2002 unter den Titeln

- Fischer, P., Reinhold, P. und G. Hildebrandt (2001)
Milchqualität bei Einsatz von automatischen Melkverfahren
42. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene (25-28.09.2001)
in Garmisch-Partenkirchen, Vorträge und Poster, 211–215
- Reinhold, P., Hildebrandt, G. und P. Fischer (2002)
Automatische und konventionelle Melkverfahren – Milchhygienische Aspekte
im Vergleich
43. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene vom 24.–27. September 2002 in Garmisch-Partenkirchen, Vorträge und Poster, 460–464

veröffentlicht.

Danksagung

Mein Dank gilt von ganzem Herzen Herrn Prof. Dr. G. Hildebrandt für die Überlassung des Themas, seine Geduld und Unterstützung bei der Verwirklichung dieser Arbeit, sein Vertrauen sowie seine jederzeit gewährte Gesprächsbereitschaft und Kritik.

Den Mitarbeitern des Instituts für Lebensmittelhygiene der Freien Universität Berlin danke ich für ihre Hilfsbereitschaft und Unterstützung, auch in Bezug auf die Füllung meines Magens.

Ebenso möchte ich den beteiligten Institutionen, v.a. dem ehemaligem BgVV (Fr. Dr. Bräunig und Herrn Dr. Feier) für ihre Unterstützung bedanken.

Den Betrieben und den beteiligten Herstellern danke ich für ihre Kooperation.

Ulilein, danke für die Einführung in die unendlichen Weiten des „SPSS“ und Deine schonungslose Kritik.

Ich möchte mich bei allen, die mir bei der Fertigstellung dieser Arbeit geholfen haben und die ich nicht speziell erwähnt habe, bedanken.

Stefan, Du bleibst unvergessen.

Selbstständigkeitserklärung

„Bewertung der hygienischen Qualität von Milch bei Einsatz von automatischen Melkverfahren“

Hiermit versichere ich, alle Hilfsmittel in meiner Dissertation angegeben und auf dieser Grundlage die Arbeit selbständig verfasst zu haben.

Petra Reinhold Sigmaringendorf, 16.07.2016