

Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Universität Leipzig

**Untersuchungen zur mikrobiologischen Beschaffenheit
ökologisch und konventionell erzeugter Milch und Milchprodukte**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doctor medicinae veterinariae (Dr. med. vet.)
durch die Veterinärmedizinische Fakultät
der Universität Leipzig

eingereicht von
Anja Martina Heinelt
aus Schweinfurt

Leipzig, 2008

Mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig

Dekan: Prof. Dr. med. vet. Karsten Fehlhaber

Betreuer: PD Dr. med. vet. habil. Peggy Braun

Gutachter: PD Dr. med. vet. habil. Peggy Braun

Institut für Lebensmittelhygiene

Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig

PD Dr. med. vet. habil. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

Institut für Immunologie

Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig

Prof. Dr. Dr. habil. Ewald Paul Usleber

Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde

Universität Gießen

Tag der Verteidigung: 04.12.2007

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	1
2 Literatur	2
2.1 Ökologische Landwirtschaft	2
2.1.1 Geschichtliche Entwicklung	2
2.1.2 Entwicklung und regionale Verteilung der Anbaufläche in Deutschland	4
2.1.3 Vermarktung ökologisch erzeugter Produkte	5
2.2 Gesetzliche Anforderungen.....	8
2.2.1 Allgemeine Rechtsvorschriften	8
2.2.2 Ökologische Produktion.....	12
2.2.3 Rohmilch.....	13
2.2.3.1 Vorzugsmilch	13
2.2.3.2 Milch-ab-Hof	15
2.2.4 Milchprodukte	15
2.3 Sensorische Beschaffenheit und Kennzeichnung von Milch und Milchprodukten	17
2.4 Physikalisch-chemische Parameter von Milch und Milchprodukten.....	18
2.5 Mikrobiologische Beschaffenheit von Milch und Milchprodukten	19
2.5.1 Rohmilch.....	19
2.5.1.1 Vorzugsmilch	19
2.5.1.2 Milch-ab-Hof	23
2.5.2 Milchprodukte	26
2.5.2.1 Butter	26
2.5.2.2 Süße Sahne.....	27
2.5.2.3 Fermentiere Milchprodukte.....	28
2.5.2.4 Gereifte Käsesorten.....	31
2.5.2.5 Ungereifte Käsesorten.....	39
2.5.2.6 Pasta-filata-Käse	42
3 Material und Methoden.....	43
3.1 Probennahme.....	43
3.2 Methoden.....	44
3.2.1 Sensorische Untersuchungen	44
3.2.2 Physikalisch-chemische Untersuchungen	45
3.2.2.1 Erhitzungsnachweis.....	45
3.2.2.2 pH-Wert	45
3.2.3 Mikrobiologische Untersuchungen	45
3.2.3.1 Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof.....	46
3.2.3.2 Milchprodukte	51
3.2.3.3 PCR-Subtypisierung von Bacillus cereus-Stämmen	55
3.2.4 Statistische Methoden	57

4	Ergebnisse	58
4.1	Sensorische Untersuchung.....	58
4.2	Beurteilung der Kennzeichnung	58
4.3	Physikalisch-chemische Parameter	59
4.3.1	Alkalische Phosphatase	59
4.3.2	pH-Wert	59
4.4	Mikrobiologische Beschaffenheit	60
4.4.1	Milch	60
4.4.1.1	Vorzugsmilch	60
4.4.1.2	Milch-ab-Hof	64
4.4.2	Milchprodukte	66
4.4.2.1	Butter	67
4.4.2.3	Fermentierte Milchprodukte.....	72
4.4.2.4	Gereifte Käsesorten.....	78
4.4.2.5	Speisequark.....	84
4.4.2.6	Pasta-filata-Käse	86
5	Diskussion.....	88
5.1	Sensorische Untersuchung und Kennzeichnung	91
5.2	pH-Wert.....	91
5.3	Mikrobiologische Beschaffenheit von Milch und Milchprodukten	92
5.3.1	Milch	93
5.3.1.1	Vorzugsmilch	94
5.3.1.2	Milch-ab-Hof	95
5.3.2	Milchprodukte	96
5.3.2.1	Butter	97
5.3.2.2	Süße Sahne.....	99
5.3.2.3	Fermentierte Milchprodukte.....	100
5.3.2.4	Gereifte Käsesorten.....	102
5.3.2.5	Speisequark.....	105
5.3.2.6	Pasta-filata-Käse	107
5.4	Zusammenfassende Betrachtung.....	107
6	Zusammenfassung	110
7	Summary	112
8	Literaturverzeichnis.....	114
9	Anhang	126

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
AGÖL	Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau
ANOG	Arbeitskreis für naturnahen Obst-, Gemüse- und Feldfruchtanbau
B.	<i>Bacillus</i>
BAM	Bacterological Analytical Manual
BÖLW	Bund Ökologischer Lebensmittelwirtschaft
ButterVO	Butterverordnung
C.	<i>Campylobacter</i>
CMA	Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH
E.	<i>Escherichia</i>
EG	Europäische Gemeinschaft
EHEC	enterohämorrhagische <i>Escherichia coli</i>
EIEC	enteroinvasive <i>Escherichia coli</i>
ELISA	enzyme linked immunosorbent assay
ETEC	enterotoxische <i>Escherichia coli</i>
EU	Europäische Union
ferm.	fermentierte
FertigpackVO	Fertigpackungsverordnung
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
halb.	halbfest
HC	hämorrhagische Colitis
HUS	hämolytisch-urämisches Syndrom
IFOAM	International Federation of Organic Agriculture Movements
ISOE	Institut für sozial-ökologische Forschung
KäseVO	Käseverordnung
KbE	Koloniebildende Einheiten
koag.-pos.	koagulase-positiv
L.	<i>Listeria</i>
LAVES	Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
LFGB	Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch
LMBG	Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetz
LMKV	Lebensmittel-Kennzeichnungs-Verordnung
LOHAS	Lifestyles of Health and Sustainability
LUA	Landesuntersuchungsanstalt
MilcherzVO	Milcherzeugnisverordnung
MilchVO	Milchverordnung
past.	pasteurisiert
PCR	polymerase chain reaction (Polymerase-Ketten-Reaktion)
S.	<i>Staphylococcus</i>
Sc.	<i>Streptococcus</i>
SÖL	Stiftung Ökologie und Landbau
spp.	subspezies
STEC	shiga-toxin bildende <i>Escherichia coli</i>
therm.	thermisiert
TTP	thrombotisch-thrombozytopenische Purpura
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
VO	Verordnung
VTEC	verotoxin bildende <i>Escherichia coli</i>

1 Einleitung

Die Verbrauchereinstellung zu biologisch erzeugten Lebensmitteln hat sich in den letzten 20 Jahren grundlegend verändert. Früher wurde Milch generell als gesundes sowie als nahezu risikoloses Nahrungsmittel angesehen, das besonders für die Ernährung von Kleinkindern geeignet ist. Die Verbraucher sahen keine Unterschiede zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Milch (VON ALVENSLEBEN und VON ZIEHLBERG 1995). Heute dagegen verbinden die Konsumenten mit dem Begriff Bio-Lebensmittel Attribute wie beispielsweise „ohne Chemie“, „keine Pestizide“, „gesünder“ (BRUHN und VON ALVENSLEBEN 2000). Verbraucher erwarten vom Verzehr von Bio-Produkten ein vermindertes Erkrankungsrisiko sowie einen höheren ernährungsphysiologischen Wert (VON ALVENSLEBEN 2001). Dabei besteht die Käuferklientel seit einiger Zeit hauptsächlich aus älteren Menschen und aus Familien mit Kleinkindern (VON ALVENSLEBEN und BRUHN 2001; STIEß 2004), die einer Risikogruppe mit erhöhter Anfälligkeit gegenüber Infektionserregern angehören. Amerikanische Meinungsumfragen belegen, dass 50 % der Verbraucher mit dem Genuss ökologisch erzeugter Lebensmittel eine Risikosenkung für die Aufnahme natürlicher Toxine und pathogener Mikroorganismen verbinden (WILLIAMS und HAMMITT 2001). Die Palette der Bio-Produkte wurde in den letzten Jahren in Deutschland immer weiter ausgebaut und stark umworben. Trotz der Zugehörigkeit dieser Nahrungsmittel zu einer höheren Preiskategorie stiegen die Umsätze in den letzten drei Jahren jeweils mit zweistelligen Prozentzahlen. Diese Tatsache und das parallel dazu wachsende hohe Verbrauchervertrauen rechtfertigen eine Überprüfung der Qualität ökologisch erzeugter Lebensmittel.

Verschiedene Veröffentlichungen zum mikrobiologischen Status anderer Lebensmittel aus der biologischen Landwirtschaft wie Soja-, Vollkornprodukten, Reis, Fleisch und Fleischerzeugnissen sowie Eiern liegen bereits vor (ANDREWS et al. 1979; MISLIVEC et al. 1979; LUDWICHOWSKI und UHRIG 1979; ENGVALL 2001; PALINSKY 2005). Im Gegensatz dazu existieren nur wenige Literaturangaben zur bakteriologischen Beschaffenheit von Milch und Milcherzeugnissen, obwohl HONIKEL (1998) für ökologische Haltungssysteme auf Grund eines eventuell erhöhten Infektionsdruckes eine gesteigerte Gefahr für bakterielle Kontaminationen in Betracht zieht. Auch wenn Milch und Milchprodukte als Auslöser für mikrobiell bedingte Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen im Vergleich zu anderen Nahrungsmitteln nur zu einem geringeren Teil verantwortlich gemacht werden, gibt es dennoch einige wichtige pathogene Mikroorganismen, die als Infektions- und Intoxikationserreger mit dieser Lebensmittelkategorie in Verbindung gebracht werden. Dazu gehören zum Beispiel *Listeria (L.)* spp., *Staphylococcus (S.)* spp., *Campylobacter (C.)* spp., *Salmonella* spp., *Bacillus (B.) cereus* (MÄRTLBAUER und BECKER 2007) und pathogene *Escherichia (E.) coli* (KAPER et al. 2004).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, Untersuchungsergebnisse bezüglich der Beschaffenheit von Milch und Milcherzeugnissen aus ökologischer bzw. konventioneller Herstellung zu liefern. Zu diesem Zweck wurden Rohmilchproben (n = 270) sowie verschiedene pasteurisierte Milchprodukte (n = 226) analysiert. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf mikrobiologischen Parametern, wie dem Nachweis pathogener Mikroorganismen sowie der Bestimmung verschiedener als Hygieneparameter dienender Keimzahlen. Des Weiteren wurden eine sensorische Beurteilung vorgenommen und physikalisch-chemische Parameter (pH-Wert, Alkalische Phosphatase) überprüft.

2 Literatur

2.1 Ökologische Landwirtschaft

2.1.1 Geschichtliche Entwicklung

Die ökologische Landwirtschaft kann in ihren vielen verschiedenen Formen bereits auf eine lange Tradition zurückblicken.

Ihren Anfang fand sie Ende des 19. Jahrhunderts in der „**Lebensreform-Bewegung**“. Diese Initiative hatte sich zum Ziel gesetzt, entgegen der fortschreitenden Urbanisierung und Industrialisierung der modernen Welt zu einer „naturgemäßen Lebensweise“ zurückzukehren. Darin enthalten waren folgende Aspekte: Vegetarismus und Ernährungsreform, Naturheilkunde und Körperkultur, die Errichtung von Siedlungen, Schrebergärten und Gartenstädten, der Tier- und Naturschutz. Ein Teil dieser Bewegung war die „Landreform“. Ihr Bestreben bestand darin, die „naturgemäße Lebensweise“ durch die Siedlung in ländlicher Natur und den Aufbau einer gärtnerischen Existenz mit Förderung des Obst- und Gemüseanbaus zu ermöglichen. Um die Erzeugung von hochwertigen Nahrungsmitteln zu sichern, sollte sich die Bevölkerung selbst mit vegetarischen Lebensmitteln versorgen und körperliche Arbeit an „Luft und Licht“ verrichten. Diese Strömung verzichtete schon damals auf den Einsatz von stickstoffhaltigen Mineraldüngern und schwermetallhaltigen Pflanzenschutzmitteln, da Bedenken hinsichtlich einer Verminderung der Nahrungsmittelqualität und einer Gefährdung der Gesundheit bestanden (VOGT 2000; YUSSEFI 2006).

Aus der „Lebensreform-Bewegung“ entwickelte sich in den 1920er und 1930er Jahren das Landbausystem „**natürlicher Landbau**“. Unterstützend wirkte dabei die 1925 von Walter Rudolph gegründete Zeitschrift „Bebauet die Erde“, die den Landwirten als Plattform für Informationsaustausch und Diskussionen diente und ebenso beratende Funktionen innehatte. Für die Weiterentwicklung dieses Agrarsystems sorgte auch das dreiteilige Werk „Biologische Bodenkultur und Düngewirtschaft“ von Ewald Könemann (1899 - 1976), da es die Konzepte des „natürlichen Landbaus“ zusammenfasste (VOGT 2000; YUSSEFI 2006).

Die Entwicklung der ökologischen Landwirtschaft in Deutschland wurde nach diesen Einflüssen maßgeblich von zwei Strömungen gelenkt: der **biologisch-dynamischen** Wirtschaftsweise und dem **organisch-biologischen** Landbau (HACCIUS und LÜNZER 2000).

1924 etablierte Rudolf Steiner (1861 - 1925) mit seinem „landwirtschaftlichen Kursus“ die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise (ANONYMUS 2006a). Er hielt auf Gut Koberwitz bei Breslau acht Vorträge zum Thema „Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft“ (HACCIUS und LÜNZER 2000; YUSSEFI 2006). Die von Steiner gegründete Lehre der Anthroposophie bildete somit das Fundament für die Entwicklung der biologisch-dynamischen Agrarkultur. Der landwirtschaftliche Betrieb wird in dieser Geisteswissenschaft als „lebendige Individualität“ wahrgenommen und unterliegt auch nichtmateriellen Einflüssen, die es in der Bewirtschaftung zu beachten gilt. Diese dynamischen Wirkungen bzw. Kräfte finden ihren Ursprung in biologisch-dynamischen Präparaten oder werden von diesen verstärkt. Unter diesen „Präparaten“ sind spezifische Zubereitungen wie verschiedene Heilkräuter oder Quarz zu verstehen, die in kleinsten Mengen im Dünger eingesetzt werden und das Bodenleben fördern bzw. die Qualität der Pflanzen erhöhen. Aus dieser Entwicklung ist der Erzeugerverband „Demeter“ hervorgegangen, der bereits 1924 gegründet wurde. Er hat die Prinzipien

der **biologisch-dynamischen Agrarwirtschaft** in seine Richtlinien übernommen (HACCIUS und LÜNZER 2000; YUSSEFI 2006).

Die zweite große Einflussnahme auf die Entwicklung der ökologischen Landwirtschaft in Deutschland ging vom **organisch-biologischen Landbau** aus. Diese Wirtschaftsweise wurde durch das Ehepaar Hans (1891 - 1988) und Maria Müller (1894 - 1969) in den 1920er Jahren in der Schweiz initiiert. Ab den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts übernahmen sie immer mehr die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise und entwickelten in den 50er Jahren den organisch-biologischen Landbau. Als Auslöser dafür kann die Bekanntschaft mit dem deutschen Arzt und Mikrobiologen Hans Peter Rusch (1906 - 1977) im Jahr 1951 gesehen werden. Dessen Buch „Bodenfruchtbarkeit“ von 1968 lieferte Hans Müller die theoretische Grundlage für seine Wirtschaftsweise, da es die Beschaffenheit der Bodenmikroorganismen beschreibt und ihre entscheidende Rolle für die Bodenfruchtbarkeit verdeutlicht. In Deutschland mündete diese Entwicklung in späteren Jahren in die Verbandsgründungen von Bioland, den Arbeitskreis für naturnahen Obst-, Gemüse- und Feldfruchtanbau (ANOG), Biokreis und Naturland (HACCIUS und LÜNZER 2000; GERBER 2006; BOROWSKI et al. 2006; YUSSEFI 2006; ANONYMUS 2006a). Die Verbandszeichen der wichtigsten deutschen Bio-Verbände sind im Anhang (Abbildung A1) zu sehen.

Innerhalb der weiteren Entfaltung der ökologischen Agrarwirtschaft in Deutschland war die Entstehung dieser Erzeugergemeinschaften Teil der **„ersten Ausdehnungsphase“ (1968 – 1988)**. Verstärkt wurde diese Entwicklung insbesondere durch die industrielle Landwirtschaft und die allgemeine Umweltverschmutzung. Während dieser Jahre entstanden die ersten Naturkostläden. 1972 setzte sich die Stiftung Ökologie und Landbau (SÖL) mit Erfolg für die Gründung der International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) ein und koordiniert seit 1975 vor allem durch zahlreiche Publikationen den Erfahrungs- und Informationsaustausch für die Öko-Landwirtschaft. Das Hauptanliegen dieser Zeit war es, der agrarwirtschaftlichen Fachwelt zu verdeutlichen, dass der ökologische Landbau erfolgreich produzieren kann (HACCIUS und LÜNZER 2000; YUSSEFI 2006).

Die **„zweite Ausdehnungsphase“ (1988 – 2000)** zeichnete sich ab, als Ende der 1980er Jahre die europäische Agrarpolitik auf die biologische Landwirtschaft aufmerksam wurde. Entwickelt wurden EU-weit gültige Regelungen für den Begriff „Ökologischer Landbau“. Die im Zug des EG-Extensivierungsprogramms eingeführten Direktzahlungen an die Landwirte sorgten seit 1988/89 für zahlreiche Betriebsumstellungen. Ebenfalls förderlich wirkten die Verabschiedungen der EG-VO 2078/92 und der EG-VO 1257/1999 auf die Entwicklung dieses Landwirtschaftszweiges. Durch die von SÖL unterstützte Gründung der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau (AGÖL) wurde ein Dachverband für die Erzeugergemeinschaften in Deutschland geschaffen, nachdem schon 1984 erste gemeinsame Rahmenrichtlinien für die Öko-Produktion verabschiedet worden waren.

Gemeinsam mit der Centralen Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH (CMA) kreierte die AGÖL 1999 das verbandsübergreifende Öko-Prüfzeichen, das die biologischen Lebensmittel und Produkte kennzeichnen sollte, welche zusätzlich zu den gesetzlichen Standards der EG-Öko-Verordnung die Rahmenrichtlinien des Dachverbandes erfüllen (siehe Abbildung 1).



Abb. 1: Ökoprüfzeichen



Abb. 2: Staatliches Bio-Siegel



Abb. 3: Europ. Bio-Siegel

Als im Jahr 2001 das staatliche Bio-Siegel (siehe Abbildung 2) für die Bundesrepublik Deutschland eingeführt wurde, konnte die Arbeitsgemeinschaft ihre Bemühungen, die Verbandsvorschriften mit in die Vergabekriterien aufzunehmen, nicht durchsetzen. Das von den Verbänden geschaffene Prüfzeichen wurde abgeschafft (HACCIUS und LÜNZER 2000; YUSSEFI 2006; ANONYMUS 2006a). Auch ein EU-weit gültiges Emblem wurde entwickelt (siehe Abbildung 3).

Nach der Abspaltung von Bioland, Biopark, Demeter und Gäa aus der AGÖL 2001 wurde die Einführung eines neuen Dachverbandes angestrebt, um eine einheitliche Interessensvertretung der ökologischen Landwirtschaft gegenüber der Öffentlichkeit und Politik sicher zu stellen. Mit der Gründung des Bundes der Ökologischen Lebensmittelwirtschaft (BÖLW) im Juni 2002 wurde die AGÖL aufgelöst (ANONYMUS 2002a; ANONYMUS 2002d; GERBER 2006; BOROWSKI et al. 2006).

Durch verschiedene Lebensmittelskandale (2001 ff) nahm die Entwicklung der ökologischen Landwirtschaft einen derartigen Aufschwung, den so genannten Bio-Boom, dass man von der „**dritten Ausdehnungsphase**“ spricht. Zur gleichen Zeit leitete die damalige Bundesverbraucherschutzministerin Renate Künast die Agrarwende mit der Einführung des bereits erwähnten Bio-Siegels und des „Bundesprogrammes Öko-Landbau“ ein. Die Zielsetzung dieses Konzeptes beinhaltete eine Steigerung der ökologisch bewirtschafteten Fläche auf 20 %, entspricht 3,4 Mill. ha, des gesamten agrarwirtschaftlich genutzten Gebietes bis 2010 (YUSSEFI 2006).

2.1.2 Entwicklung und regionale Verteilung der Anbaufläche in Deutschland

Die stetig wachsende Entwicklung des ökologischen Landbaus in Deutschland spiegelt sich vor allem in der Steigerung der durch die biologische Landwirtschaft genutzten Fläche bzw. der auf diese Weise arbeitenden Betriebe wieder. Im Jahr 1996 wurden 354.171 ha von 7.353 Betrieben nach den Vorschriften der EG-Öko-Verordnung bewirtschaftet. Ende 2005 beliefen sich die entsprechenden Zahlen bereits auf 811.724 ha und 16.791 Öko-Betriebe. Der Anteil an der gesamten Agrarfläche nahm damit von 2,1 % auf 4,8 % zu, die Anzahl der Öko-Agrarbetriebe gemessen an allen landwirtschaftlich arbeitenden Betrieben konnte sich in diesem Zeitraum mehr als verdreifachen (1,3 % 1996 bzw. 4,1 % 2005) (YUSSEFI 2006; REHN 2006; ANONYMUS 2006c). Eine graphische Darstellung der Entwicklung der ökologisch bewirtschafteten Fläche und ihrer Betriebe in Deutschland von 1978 bis 2006 gibt Abbildung A2 im Anhang wieder.

Die meisten Öko-Landwirtschaftsbetriebe sind in den in Kapitel 2.1.1 erwähnten Verbänden organisiert. Die Richtlinien der Bioverbände, nach denen die Mitglieder produzieren müssen,

sind dabei in einigen Punkten strenger als die EG-Öko-Verordnung (siehe auch Kapitel 2.1.5.2). Daraus lässt sich auch erklären, dass über die Jahre die Anteile der nach EU-Bio-Richtlinien wirtschaftenden Betriebe bzw. die danach bewirtschaftete Fläche stiegen (Abbildungen A3 und A4 im Anhang).

Alle 16 deutschen Bundesländer sind an der ökologischen Landwirtschaft beteiligt. Die Schwerpunkte liegen dabei hauptsächlich in Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Die größte Fläche bewirtschaftet Bayern mit 132.044 ha mit 4.708 Betrieben. Baden-Württemberg ist dagegen mit der höchsten Zahl an Öko-Agrarbetrieben (4.852) auf 86.416 ha an der ökologischen Erzeugung beteiligt (siehe Tabelle 1) (YUSSEFI 2006).

Tab. 1: Anteil der ökologisch bewirtschafteten Landwirtschaftsfläche und Betriebe und ihre Verteilung innerhalb der Bundesländer nach YUSSEFI (2006)

	Öko-Fläche in ha	Anteil Öko-Fläche in %	Öko-Betriebe
Baden-Württemberg	86.416	6	4.852
Bayern	132.044	4	4.708
Berlin	108	6	11
Brandenburg	129.745	9,7	615
Bremen	209	2,3	9
Hamburg	880	6,4	30
Hessen	55.971	7,4	1.467
Mecklenburg-Vorpommern	105.532	7,8	590
Niedersachsen	61.172	2,3	1.078
Nordrhein-Westfalen	51.084	3,4	1.387
Rheinland-Pfalz	18.957	2,7	539
Saarland	5.006	6,6	64
Sachsen	22.548	2,5	293
Sachsen-Anhalt	40.825	3,5	272
Schleswig-Holstein	29.915	3	454
Thüringen	27.479	3,5	234
Summe	767.891	4,5	16.603

Stand: 31.12.2004

2.1.3 Vermarktung ökologisch erzeugter Produkte

Die Entwicklung des Absatzmarktes für ökologische Lebensmittel hat in den letzten Jahren einen starken Anstieg mit grundlegenden Wandlungen erfahren. Nach Angaben des FiBL werden etwa die Hälfte der weltweit vermarkteten Bioprodukte in Europa verkauft. Ausschlaggebend für diese Tatsache sind das starke Engagement des konventionellen Lebensmittel-einzelhandels und das förderliche politische Umfeld. So unterstützen verschiedene Aktionspläne europäischer Regierungen in Dänemark, Deutschland (Bundesprogramm Ökolandbau), Finnland, Frankreich, Großbritannien, Schweden und Spanien die Vermarktung, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit der ökologischen Landwirtschaft (WILLER und YUSSEFI 2004).

Der Vertrieb von biologischen Erzeugnissen fand seinen Anfang in den 1970er Jahren mit den Eröffnungen der ersten Naturkostläden. Etwa ab 1995 trat der konventionelle Lebensmittel-

einzelhandel mit in die Vermarktung von Bio-Produkten ein und bediente somit die weiterhin steigende Nachfrage. Einen regelrechten Boom erlebte die Öko-Branche im Jahr 2001, als durch verschiedene Skandale der Lebensmittelindustrie das Vertrauen der Verbraucher in die konventionell erzeugten Produkte schwand. Der Zuwachs lag bei einem Umsatzplus von 35 % auf 2,7 Mrd. Euro verglichen zum vorangegangenen Jahr. Auf die von 2002 bis Ende 2003 eingetretene Konsolidierungsphase mit Absatzsteigerungen von nur noch 10 bzw. 4 % reagierte die Branche mit Erhöhung der Distributionsdichte, Eröffnung von Bio-Supermärkten und großem Engagement des konventionellen Lebensmitteleinzelhandels (YUSSEFI 2006; RIPPIN 2006a; RIPPIN 2006b). Seit Ende 2003 steigt der Umsatz jährlich wieder im zweistelligen Bereich um 10 bis 15 % auf 3,5 Mrd. Euro für 2004 und 4 Mrd. Euro für 2005 (YUSSEFI 2006; SCHAACK 2006; RIPPIN 2006b). Somit ist der Öko-Markt in Deutschland im Jahr 2005 mit seinem Anteil am gesamten deutschen Lebensmittelmarkt von 3 % und am europäischen Bio-Lebensmittelmarkt von 30 % (REHN 2006) aus seiner oft diskutierten Nischenstellung herausgetreten (STIEß 2004; RIPPIN 2006b). Für 2006 sprechen die ersten Absatzzahlen für einen erneuten Anstieg um 15 - 18 % auf 4,5 bzw. 4,6 Mrd. Euro (RIPPIN 2007; ROHDE et al. 2007).

Im Gegensatz zu Ländern wie Dänemark, Schweden, Großbritannien, Schweiz und Österreich, in denen 70 % der Bio-Lebensmittel über Supermärkte vertrieben werden (WILLER und YUSSEFI 2004), haben sich in der Bundesrepublik Deutschland diverse Vermarktungsstrategien entwickelt. So verteilte sich 1997 der Gesamtumsatz von etwa 2 Mrd. Euro zu einem Drittel auf die Naturkostläden, einem Viertel auf die Supermärkte und einem Fünftel auf die Direktvermarkter. Reformhäuser, Bäckereien und Metzgereien hielten jeder für sich etwa 1/10 Anteil (HACCIUS und LÜNZER 2000). Der konventionelle Lebensmitteleinzelhandel konnte seine Marktanteile durch den Einstieg verschiedener Disconthändler, die Einführung von Eigen- und Handelsmarken bzw. Sortiments- und Distributionsausweitungen deutlich steigern. Durch die Neueröffnung von Bio-Supermärkten konnten die Fachgeschäfte des Naturkosthandels ihre traditionelle Stellung bewahren (YUSSEFI 2006). Eine Zusammensetzung der Absatzorte für den Bio-Markt zeigt Tabelle 2.

Tab. 2: Umsätze in Mrd. Euro und Umsatzanteile für ökologische Lebensmittel in Deutschland nach HAMM und RIPPIN (2005), ANONYMUS (2006a), RIPPIN (2006b), YUSSEFI (2006)

	1997		2000		2001		2002		2003		2004	
	Umsatz	(%)	Umsatz	(%)	Umsatz	(%)	Umsatz	(%)	Umsatz	(%)	Umsatz	(%)
Erzeuger*	0,28	(19)	0,35	(17)	0,45	(17)	0,52	(17)	0,52	(17)	0,56	(16)
Handwerk[#]	0,07	(5)	0,14	(7)	0,2	(7)	0,22	(7)	0,23	(7)	0,24	(7)
Reformhäuser	0,15	(10)	0,21	(10)	0,24	(9)	0,26	(8)	0,25	(8)	0,27	(8)
NFH	0,46	(31)	0,57	(28)	0,74	(27)	0,78	(26)	0,81	(26)	0,9	(26)
LEH[~]	0,41	(28)	0,68	(33)	0,95	(35)	1,05	(35)	1,09	(35)	1,28	(37)
Sonstige[°]	0,11	(7)	0,1	(5)	0,12	(4)	0,17	(6)	0,2	(6)	0,25	(7)
Summe	1,48	(100)	2,05	(100)	2,7	(100)	3,0	(100)	3,1	(100)	3,5	(100)

LEH = Lebensmitteleinzelhandel, NFH = Naturkostfachhandel, * Landwirte incl. Wochenmärkte und Lieferdienste, [#] Bäckereien und Metzgereien, [~] Lebensmitteleinzelhandel incl. Feinkostgeschäfte und Lieferdienste, [°] Drogeriemärkte, Postversand und Lieferdienste von Verarbeitungsunternehmen

In den letzten Jahren hat sich nicht nur der Absatzort für Bio-Lebensmittel verändert. Parallel dazu fanden auch Entwicklungen der Charakteristika der Käuferklientel statt. Die Kaufkraft für Öko-Produkte liegt nach dem Informationsportal Ökolandbau.de zu etwa einem Zehntel bei der „intensiven Öko-Kundschaft“. Diese Konsumentengruppe umfasst vor allem Familien mit Kindern, junge Paare und Singles. Als traditioneller Kern werden Paare mittleren Alters, die in der Zeit der Friedens- und Anti-Atomkraftbewegung aufgewachsen sind, angesehen (ANONYMUS 2006a). Nach Meinung des Institutes für sozial-ökologische Forschung (ISOE) existiert der typische Biokäufer, der prinzipienfeste, idealistisch denkende Öko-Bewegte, nicht mehr. Marktforscher in den USA definieren eine neue Generation von Bio-Konsumenten. Diese Käufergruppe, genannt „LOHAS“ (Lifestyles of Health and Sustainability), steht für hoch qualifizierte und beruflich erfolgreiche Verbraucher im Alter von 25 bis 40 Jahren, die sich sowohl gesunder Ernährung als auch einer intakten Umwelt verpflichtet fühlen. Nach einer Studie des ISOE (2002-2003) können fünf Gruppen von Käufertypen („junge Unentschiedene“, „distanziert Skeptische“, „arriviert Anspruchsvolle“, „ganzheitlich Überzeugte“ und „50+ Gesundheitsorientierte“) unterschieden werden. 2/3 aller Käufer ökologischer Erzeugnisse sind Frauen. Das größte Kaufpotential liegt bei Menschen mittleren bis höheren Alters, vor allem aber bei Familien mit Kindern, die meist der Anlass für den Einstieg in den Bio-Sektor sind. Dabei spielen der Umweltschutzgedanke und die Identifikation mit den Zielen der Öko-Bewegung eine untergeordnete Rolle. Für den Verbraucher heute sind der persönliche Nutzen wie auch der Geschmack, die Frische, Sicherheit und Gesundheit entscheidender. Nicht außer Acht zu lassen ist aber immer noch der Verzicht auf den Einsatz von Antibiotika, Pestiziden und synthetischen Hormonen (STIEß 2004).

Im Hinblick auf die Produktvielfalt, die auch im ökologischen Sektor vermehrt zu beobachten ist, lag die Bio-Milchproduktion für das Jahr 2004 mit 430.000 t bei etwa 1,5 % an der gesamten Milcherzeugung in Deutschland. Die Öko-Milchmenge wurde 2005 um etwa 3 % gesteigert und wurde hauptsächlich für die Trinkmilch-, Butter- und Käseherstellung verwendet. Zu geringeren Teilen wurden daraus Joghurt und Quark produziert.

Biologisch erzeugte Milch und Milchprodukte erreichten im Jahr 2004 mit 15 % (540 Mill. Euro) den Rang der umsatzstärksten Warengruppe, innerhalb der 37 % des Umsatzes auf Öko-Käse, 26 % auf Öko-Konsummilch und 16 % auf Öko-Joghurt entfielen. Der konventionelle Lebensmitteleinzelhandel war am Verkauf dieser Warengruppe mit 320 Mill. Euro (60 %) beteiligt. Der Naturkostfachhandel verzeichnete einen Jahresumsatz von ca. 140 Mill. Euro (26 %). Die Hochrechnungen für die Absatzentwicklung von Bio-Milch- und Molkereiprodukten für das erste dreiviertel Jahr 2005 ermittelten nicht selten Zunahmen von 20 %. Beim Speisequark wurde sogar eine Steigerung von mehr als 40 % veranschlagt (RIPPIN 2006b). Auch für 2006 behielten die biologisch erzeugten Milchprodukte ihren Entwicklungstrend bei. Das prozentuale Wachstum erreichte ein Umsatzplus von 38 % gegenüber dem Vorjahr (RIPPIN 2007).

2.2 Gesetzliche Anforderungen

2.2.1 Allgemeine Rechtsvorschriften

Mit der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit wurde eine neue Basis für die rechtliche Beurteilung und Produktion von Lebensmitteln in der Europäischen Union geschaffen. Mit dem Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) wurde diese Verordnung in nationales Recht umgesetzt. Mit diesen Rechtsvorschriften sollen im Rahmen der Lebensmittelsicherheit den Gefahren für die menschliche Gesundheit vorgebeugt oder abgewehrt und die Verbraucher vor Täuschung geschützt werden.

Zur weiteren Harmonisierung des europäischen Lebensmittelrechtes sind am 20. Mai 2004 die Verordnungen des EG-Lebensmittelhygienerechts Nr. 852/2004, 853/2004 und 854/2004 in Kraft getreten. Dieses „EU-Hygienepaket“ ist seit dem 01. Januar 2006 verpflichtend anzuwenden.

Die Verordnung (EG) 852/2004 regelt in diesem Zusammenhang allgemeine Lebensmittelhygienevorschriften für Lebensmittelunternehmer. Nach dieser Rechtsnorm liegt die Hauptverantwortung für die Lebensmittelsicherheit, die auf allen Stufen der Lebensmittelkette gewährleistet sein muss, beim Unternehmer. Die Anwendung des HACCP-Prinzips und der guten Verfahrenspraxis werden vorausgesetzt. Mikrobiologische Kriterien und Temperaturkontrollen sind auf der Grundlage wissenschaftlicher Risikobewertung festzulegen.

In Verordnung (EG) 853/2004 sind die spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs festgelegt. Für die speziellen Regelungen wird in Anhang I unter Punkt 4.1 der Begriff „Rohmilch“ als unverändertes Gemelk von Nutztieren, das nicht über 40 °C erhitzt und keiner Behandlung mit ähnlicher Wirkung unterzogen wurde, definiert. In Anhang II Abschnitt IX Kapitel I sind die Anforderungen an die Rohmilch-Primärproduktion und in Kapitel II die Vorschriften für Milcherzeugnisse enthalten.

Nach Artikel 1 Absatz 2 c) der Verordnung (EG) 852/2004 und Kapitel I Artikel 1 Absatz 3 c) der Verordnung (EG) 853/2004 ist die direkte Abgabe kleiner Mengen von Primärerzeugnissen durch den Erzeuger an den Endverbraucher oder an örtliche Einzelhandelsunternehmen, die die Erzeugnisse direkt an den Endverbraucher abgeben, von den Regelungen durch die Verordnungen ausgeschlossen. Eine Definition des Begriffes „kleine Menge“ wird dabei nicht vorgenommen.

Die besonderen Verfahrensvorschriften für die amtliche Überwachung von zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnisse tierischen Ursprungs sind in Verordnung (EG) 854/2004 festgesetzt.

Für mikrobiologische Kriterien in Lebensmitteln gilt seit dem 01. Januar 2006 die Verordnung (EG) Nr. 2073/2005. Entsprechend dieser Verordnung sollen Lebensmittel keine Mikroorganismen oder deren Toxine oder Metaboliten in Mengen enthalten, die ein für die menschliche Ge-

sundheit unannehmbares Risiko darstellen. Des Weiteren benennt die Rechtsakte in Anhang I Kapitel 1 mikrobiologische Lebensmittelsicherheitskriterien für in Verkehr gebrachte Erzeugnisse während der Haltbarkeitsdauer bzw. für Lebensmittel, solange sie unter der Kontrolle des herstellenden Lebensmittelunternehmers sind. Eine Zusammenfassung der Kriterien, die für Milcherzeugnisse der von mir untersuchten Produktpalette gelten, ist in Tabelle 3 aufgeführt.

In Anhang I Kapitel 2 der VO (EG) 2073/2005 sind die Prozesshygienekriterien aufgelistet. Der Unterabschnitt 2.2 beschreibt dabei die Kriterien für Milch und Milcherzeugnisse. Die Prozesshygienekriterien, die für die Bewertung der in dieser Arbeit untersuchten Milchprodukte eine Rolle spielen, sind in Tabelle 4 dargestellt.

Durch die Neuordnung der Lebensmittelgesetzgebung in Europa werden viele bisher gültige deutsche Verordnungen außer Kraft gesetzt. Die dadurch entstandenen Lücken für z.B. Produkte wie Vorzugsmilch sollen durch neue Ausführungsbestimmungen, die bisher nur in Entwurfsfassungen vorliegen, geregelt werden.

Die Qualitätssicherung im Bereich der Milchgewinnung wird in der Bundesrepublik Deutschland zusätzlich zu den bisher genannten Verordnungen seit 2002 durch den „Bundeseinheitlichen Leitfadens zur Milcherzeugung“, dem sich nahezu alle Milcherzeuger verpflichtet haben, geregelt. Initiator dieses Regelwerkes waren der Deutsche Bauernverband, der Deutsche Raiffeisenverband sowie der Milchverband. Darin enthaltene und reglementierte Kernelemente sind die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere, die Kennzeichnung der Tiere und das Bestandsregister, die Anforderungen an die Milchgewinnung und -lagerung, das Futter bzw. die Fütterung, die Anwendung und Dokumentation von Tierarzneimitteln sowie der Umweltschutz.

Tab. 3: Lebensmittelsicherheitskriterien nach Anhang I Kapitel 1 der VO 2073/2005

Lebensmittelkategorie	Mikroorganismen/deren Toxine, Metaboliten	Probenahmeplan ⁽¹⁾			Grenzwerte			Stufe, für die das Kriterium gilt
		n	c	m	M	m	M	
Andere als für Säuglinge oder für besondere medizinische Zwecke bestimmte, verzehrfertige Lebensmittel, die die Vermehrung von <i>L. monocytogenes</i> begünstigen können	<i>L. monocytogenes</i>	5	0	100 KbE/g ⁽²⁾			In Verkehr gebrachte Erzeugnisse während der Haltbarkeitsdauer	
		5	0	In 25 g nicht nachweisbar ⁽³⁾			Bevor das Lebensmittel die unmittelbare Kontrolle des Lebensmittelunternehmers, der es hergestellt hat, verlassen hat	
Andere als für Säuglinge oder für besondere medizinische Zwecke bestimmte, verzehrfertige Lebensmittel, die die Vermehrung von <i>L. monocytogenes</i> begünstigen können ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	<i>L. monocytogenes</i>	5	0	100 KbE/g			In Verkehr gebrachte Erzeugnisse während der Haltbarkeitsdauer	
		5	0	In 25 g nicht nachweisbar			In Verkehr gebrachte Erzeugnisse während der Haltbarkeitsdauer	
Käse, Milch- und Molkepulver gemäß den Kriterien für koagulasepositive Staphylokokken in Kapitel 2.2 dieses Anhangs*	Staphylokokken-Enterotoxine	5	0	In 25 g nicht nachweisbar			In Verkehr gebrachte Erzeugnisse während der Haltbarkeitsdauer	

⁽¹⁾ n = Anzahl der Stichprobe; c = Anzahl der Probeneinheiten, deren Werte über m oder zwischen m und M liegen.

⁽²⁾ Dieses Kriterium gilt, sofern der Hersteller der zuständigen Behörde nachweisen kann, dass das Erzeugnis der gesamten Haltbarkeitsdauer den Wert von 100 KbE/g nicht übersteigt. Der Unternehmer kann Zwischengrenzwerte während des Verfahrens festlegen, die niedrig genug sein sollten, um zu garantieren, dass der Grenzwert von 100 KbE/g am Ende der Haltbarkeitsdauer nicht überschritten wird.

⁽³⁾ Dieses Kriterium gilt für Erzeugnisse, bevor sie aus der unmittelbaren Kontrolle des Lebensmittelunternehmers, der sie hergestellt hat, gelangt sind, wenn er den zuständigen Behörden nicht zufrieden stellend nachweisen kann, dass das Erzeugnis den Grenzwert von 100 KbE/g während der gesamten Haltbarkeitsdauer nicht überschreitet.

⁽⁴⁾ Eine regelmäßige Untersuchung anhand des Kriteriums ist unter normalen Umständen bei folgenden verzehrfertigen Lebensmitteln nicht sinnvoll:

- bei Lebensmitteln, die einer Wärmebehandlung oder einer anderen Verarbeitung unterzogen wurden, durch die *Listeria monocytogenes* abgetötet werden, wenn eine erneute Kontamination nach der Verarbeitung nicht möglich ist (z.B. bei in der Endverpackung wärmebehandelten Erzeugnissen)

⁽⁵⁾ Erzeugnisse mit einem pH-Wert von $\leq 4,4$ oder a_w -Wert von $\leq 5,0$ oder a_w -Wert von $\leq 0,94$; Erzeugnisse mit einer Haltbarkeitsdauer von weniger als 5 Tagen werden automatisch dieser Kategorie zugeordnet. Andere Lebensmittelkategorien können vorbehaltlich einer wissenschaftlichen Begründung ebenfalls zu dieser Kategorie zählen.

* siehe Tabelle 4

Tab. 4: Prozesshygienekriterien nach Anhang I Kapitel 2 der VO 2073/2005

Lebensmittelkategorie	Mikroorganismen	Probenahmeplan ⁽¹⁾	Grenzwerte	Stufe, für die das Kriterium gilt	Maßnahmen im Fall unbefriedigender Ergebnisse		
		n	c	m	M		
Käse aus Milch oder Molke, die einer Wärmebehandlung unterzogen wurden	<i>E. coli</i> ⁽²⁾	5	2	100 KbE/g	1000 KbE/g	Zu einem Zeitpunkt während der Herstellung, zu dem der höchste <i>E.-coli</i> -Gehalt	Verbesserungen in der Herstellungshygiene und bei der Auswahl der Rohstoffe
Käse aus Milch, die einer Wärmebehandlung unterhalb der Pasteurisierungstemperatur unterzogen wurde⁽⁴⁾, und gereifter Käse aus Milch oder Molke, die pasteurisiert oder einer Wärmebehandlung über der Pasteurisierungstemperatur unterzogen wurde⁽⁴⁾	Koagulase-positive Staphylokokken	5	2	100 KbE/g	1000 KbE/g	Zu einem Zeitpunkt während der Herstellung, zu dem der höchste Staphylokokkengehalt erwartet wird	Verbesserungen in der Herstellungshygiene und bei der Auswahl der Rohstoffe. Sofern Werte >10 ⁵ KbE/g nachgewiesen werden, ist die Partie Käse auf Staphylokokken-Enterotoxine zu untersuchen
Nicht gereifter Weichkäse (Frischkäse) aus Milch oder Molke, die pasteurisiert oder einer Wärmebehandlung über der Pasteurisierungstemperatur unterzogen wurden⁽⁴⁾	Koagulase-positive Staphylokokken	5	2	10 KbE/g	100 KbE/g	Ende des Herstellungsprozesses	Verbesserungen in der Herstellungshygiene, sofern Werte >10 ⁵ KbE/g nachgewiesen werden, ist die Partie Käse auf Staphylokokken-Enterotoxine zu untersuchen

⁽¹⁾ n = Anzahl der Stichprobe; c = Anzahl der Probeneinheiten, deren Werte über m oder zwischen m und M liegen.⁽²⁾ *E. coli* wird hier als Hygieneindikator verwendet.⁽³⁾ Bei Käsen, die das Wachstum von *E. coli* nicht begünstigen, liegt der *E.-coli*-Gehalt gewöhnlich zu Beginn des Reifungsprozesses am höchsten, und bei Käsen, die das Wachstum von *E. coli* begünstigen, trifft dies normalerweise am Ende des Reifungsprozesses zu.⁽⁴⁾ Ausgenommen Käse, bei denen der Hersteller zur Zufriedenheit der zuständigen Behörde nachweisen kann, dass kein Risiko einer Belastung mit Staphylokokken-Enterotoxinen besteht.

2.2.2 Ökologische Produktion

Zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen, die das „EU-Hygienepaket“ an Lebensmittel-erzeuger stellt, gelten für die ökologische Landwirtschaft in der Europäischen Union (EU) weitere spezifische Bestimmungen. Die gesetzliche Regelung wird durch die „EG-Öko-Verordnung“, Verordnung (EG) Nr. 2092/91 des Rates über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel vom 24. Juni 1991 vorgenommen. Inhalt dieses Regelwerkes sind die Erzeugungs-, Verarbeitungs- und Etikettierungsvorschriften sowie die Kontroll- und Dokumentationssysteme, welche die Einhaltung des Gesetzes überwachen.

Der Anwendungsbereich der Verordnung definiert prozessbezogen eine außergewöhnliche Methode der landwirtschaftlichen Erzeugung (Artikel 5, 6 und Anhang I). Die Regeln der Ursprungskennzeichnung für pflanzliche oder tierische Lebens- bzw. Futtermittel aus ökologischer Agrarwirtschaft sind in Artikel 1 aufgeführt. Ausführliche Bestimmungen für Etikettierung von Bio-Lebensmitteln finden sich in den Artikeln 2 und 5. Die Umstellung eines Betriebes auf den ökologischen Landbau, sowie die dabei einzuhaltenden Fristen und Übergangsregelungen sind im Anhang I enthalten. Die Verarbeitung ökologischer Lebensmittel regeln Artikel 5 und Anhang VI, ihre Kontrolle wird in Artikel 8 definiert. Nach Artikel 11 müssen Importe aus Nicht-EU-Ländern den gleichen Anforderungen entsprechen. Den Einsatz und Verwendungszweck verschiedener Stoffe, die im Öko-Betrieb angewandt werden dürfen, bestimmt Artikel 6 zusammen mit Anhang II, der die Positivlisten erlaubter Stoffe, wie zum Beispiel Dünge-, Pflanzenschutz- und Futtermittel sowie Zusatzstoffe oder Reinigungs- und Desinfektionsmittel enthält. Die zulässigen Zusatz- und Hilfsstoffe der Verarbeitung sind im Anhang VI aufgelistet.

Die EG-Öko-Verordnung wird als Minimalstandard für Produktion, Verarbeitung und Kontrolle vorausgesetzt. Die Richtlinien der Bio-Verbände stellen zum Teil höhere Anforderungen an ihre Mitglieder. So ist es zum Beispiel nach der EG-Öko-Verordnung unter bestimmten Umständen möglich, einen Betrieb nur teilweise auf ökologische Produktion umzustellen. Die Verbandsvorschriften dulden dagegen nur eine vollständige Umwandlung zum biologischen Landbau (SCHMIDT 2006; ANONYMUS 2006c). Eine staatliche Förderung wird allerdings nur dann gewährt, wenn sich die Umstellung zur ökologischen Landwirtschaft auf den ganzen Agrarbetrieb erstreckt (ANONYMUS 2006c). Wesentliche Unterschiede zwischen der EG-Öko-Verordnung und den Verbandsrichtlinien sind in Tabelle A1 im Anhang zusammengefasst.

Auch in den Verbandsvorschriften für den Verarbeitungsbereich zeigt sich die höhere Spezifität und Detailgenauigkeit. Die Organisationen stellen ihren Mitgliedern einzelne Regeln für die verschiedenen Produktgruppen wie Backwaren, Fleischerzeugnisse und Molkereiprodukte zur Verfügung. Als Beispiel werden im Folgenden die Verarbeitungsrichtlinien der beiden größten Öko-Verbände in Deutschland, „Bioland“ und „Demeter“, näher betrachtet.

Eine produktspezifische **Bioland-Verarbeitungsvorschrift** beschäftigt sich ausschließlich mit Milch, Milcherzeugnissen, Butter, Käse und Speiseeis (ANONYMUS 2002b). Inhalt der Richtlinie sind die zur Anwendung gelangenden Grundlagen (Punkt 1), der Geltungsbereich (Punkt 2), Transport- und Lagerungsvorschriften für die Rohware (Punkt 3) sowie die Regeln der Verpackung (Punkt 6), Reinigung und Hygiene (Punkt 7), Schädlingsbekämpfung (Punkt 8),

Qualitätssicherung (Punkt 9) und Kennzeichnung bzw. Deklaration (Punkt 10). Unter Punkt 4 finden sich die ausführlichen Bestimmungen für Zutaten und Verarbeitungshilfsstoffe. Danach müssen entsprechend Punkt 4.2 der Richtlinie Zutaten landwirtschaftlichen Ursprungs stets aus der Bioland-Erzeugung stammen und auch nach den entsprechenden Vorschriften verarbeitet worden sein. Der Zusatz von Mikroorganismen für die Produktion von Milcherzeugnissen, Butter und Käse ist nach Punkt 4.3.3 nur zulässig, wenn diese Starterkulturen - sofern verfügbar - auf ökologischen Nährmedien vermehrt wurden und der Einsatz von Enzymen sich auf Lab und Labaustauschstoffe beschränkt. Andere Enzyme (wie zum Beispiel Lysozym) dürfen bei der Käseherstellung nicht zur Anwendung kommen. Für die Konservierung von Hart- oder Schnittkäsen dürfen nur Überzugsmassen aus natürlichen Materialien verwendet werden. Kunststoffdispersionen sind nur so lange zulässig, bis ein geeignetes Ersatzmaterial oder Alternativverfahren gefunden wird (Punkt 4.4).

Der **Demeter-Verband** spezifiziert seine Produktionsanforderungen unter der Verarbeitungsvorschrift „Richtlinie für die Anerkennung von Demeter-Milch und -Milcherzeugnissen“ (ANONYMUS 2006d). Dieses Regelwerk ist in sieben Teile gegliedert. Kapitel 1 definiert die Herkunft der zur Weiterverarbeitung vorgesehenen Milch, die ausschließlich von Mitgliedern des Demeter-Bundes oder von Demeter-Vertragsmolkereien bezogen werden darf. Der Transport und die Lagerung der Milch dürfen nach Kapitel 2 und 3 nur in gesonderten Tanks, die ausschließlich für Demeter-Lebensmittel verwendet und zugelassen sind, durchgeführt werden. In Kapitel 4 werden die Verarbeitung und dafür erlaubte Zutaten (4.1), Zusatzstoffe (4.2) und Verfahren (4.3) erläutert. Starterkulturen dürfen nach Punkt 4.1.1 angewendet werden, ihre Anzucht und Vermehrung darf allerdings nur in Demeter-Milch erfolgen.

In Bezug auf Verarbeitungsverfahren ist Demeter der einzige Bio-Verband, der die Homogenisierung (4.3.1) reglementiert. Konsummilch, die als Demeter-Milch in den Handel gebracht werden soll, darf einen Homogenisierungsgrad von 30 % nicht überschreiten. Bis zu einem Homogenisierungsgrad von max. 10 % darf der Hinweis „nicht homogenisiert“ verwendet werden.

2.2.3 Rohmilch

Die Regelungen durch das EU-Hygienepaket beinhalten in der VO (EG) 853/2004, wie schon oben erwähnt, spezifische Hygienevorschriften für die Lebensmittelproduktion. In Anlage III Abschnitt IX Kapitel I.I sind die Bestimmungen für die Rohmilcherzeugung festgelegt. Danach definieren Punkt 1 und 2 dieses Kapitels die Anforderungen, die an die Tiere, von denen Rohmilch gewonnen wird, und deren Gesundheitszustand gestellt werden. Kapitel I.III enthält die Vorschriften in Bezug auf die Kontrolle von Keim- und Zellzahlen sowie Antibiotikarückständen in roher Milch. Kapitel IV schreibt für die zum unmittelbaren menschlichen Verzehr bestimmte Rohmilch vor, dass das Etikett das Wort „Rohmilch“ enthalten muss.

2.2.3.1 Vorzugsmilch

Die Vermarktungsform „Vorzugsmilch“ wird in den neuen Verordnungen nicht berücksichtigt. Die Mitgliedsstaaten sind allerdings nach Artikel 10 Abs. 8 der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 ermächtigt, aus eigener Initiative und unter Einhaltung der allgemeinen Bestimmungen des Ver-

trags einzelstaatliche Vorschriften beizubehalten oder einzuführen, mit denen das Inverkehrbringen von Rohmilch, die für den unmittelbaren menschlichen Verzehr bestimmt ist, in ihrem Hoheitsgebiet untersagt oder eingeschränkt wird.

Auf nationaler Ebene ist das Gewinnen, Behandeln und in Verkehr bringen von Vorzugsmilch noch in der Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an Milch und Erzeugnisse auf Milchbasis (Milchverordnung (MilchVO)) vom 24. April 1995 geregelt. In Folge dessen ist Vorzugsmilch nach § 7 Abs. 1 der Milchverordnung, die als Rohmilch in Fertigpackungen in den Verkehr gebracht wird, Konsummilch und fällt somit, entgegen § 5 Abs. 1 der Verordnung, nicht unter das Gebot der Wärmebehandlung. Neben den grundsätzlichen Vorschriften der MilchVO an das Gewinnen und Behandeln von roher Milch regelt Anlage 9 die zusätzlichen Anforderungen an die Gewinnung, Behandlung sowie die Beschaffenheit von Vorzugsmilch und den Tierbestand.

Beim Gewinnen von Vorzugsmilch muss eine Einrichtung vorhanden sein, die die Milch innerhalb von zwei Stunden auf mindestens + 4 °C abkühlt und sie bei dieser Temperatur bis zur Abfüllung hält.

Die Anforderungen bei der monatlichen Stichprobenuntersuchung im Erzeugerbetrieb an die Beschaffenheit dieser Milch entsprechen der Anlage 9 Nr. 3 MilchVO (siehe Tabelle 6).

Tab. 6: Anforderungen an die Beschaffenheit von Vorzugsmilch nach Anlage 9 Nr. 3 MilchVO

	m	M	n	c
Keimzahl/ml bei +30 °C	30.000	50.000	5	2
Coliforme Keime/ml bei +30 °C	20	100	5	1
<i>Staphylococcus aureus</i>/ml	100	500	5	2
<i>Streptococcus agalactiae</i>/0,1 ml	0	10	5	2
Anzahl somatischer Zellen/ml	300.000	400.000	5	2
Salmonellen in 25 ml	0	0	5	0
Pathogene Mikroorganismen (insbesondere <i>Listeria monocytogenes</i> und verotoxinbildende <i>Escherichia coli</i>) oder deren Toxine dürfen nicht in Mengen vorhanden sein, die die Gesundheit des Verbrauchers beeinträchtigen können				
Sensorische Kontrolle	keine Abweichungen			
Phosphatasenachweis	positiv			

m = Schwellenwert; das Ergebnis gilt als ausreichend, wenn die einzelnen Proben diesen Wert nicht überschreiten

M = Höchstwert; das Ergebnis gilt als nicht ausreichend, wenn die Werte einer oder mehrerer Proben diesen Wert überschreiten

n = Anzahl der Proben

c = Anzahl der Proben mit Wert zwischen „m“ und „M“; das Ergebnis gilt als akzeptabel, wenn die Werte der übrigen Proben höchstens den Wert „m“ erreichen.

Für das Herstellen, Behandeln und in Verkehr bringen von Vorzugsmilch ist laut § 7 Abs. 3 MilchVO eine Zulassung durch die zuständige Behörde nötig. Von der Abfüllung bis zur Abgabe der Milch dürfen nach § 7 Abs. 1 Punkt 3 MilchVO + 8 °C nicht überschritten werden. Abweichend von der Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung ist die Fertigpackung mit dem Hinweis „Rohmilch - verbrauchen bis...- aufbewahren bei höchstens + 8 °C“ zu kennzeichnen und mit einem 96stündigen Verbrauchsdatum zu versehen.

2.2.3.2 Milch-ab-Hof

Die zweite Vermarktungsform von Konsummilch, die keiner Wärmebehandlung unterzogen wird, ist in der Bundesrepublik Deutschland die Milch-ab-Hof-Abgabe nach § 8 der MilchVO, die entsprechend Artikel 10 Abs. 8 der Verordnung (EG) 853/2004 weiterhin Gültigkeit besitzt. Damit ist es zulässig, Rohmilch im Erzeugerbetrieb unmittelbar an den Verbraucher abzugeben, wenn sie nach den Vorschriften der Milch-Güteverordnung kontrolliert wird und am Tag der Abgabe oder am Tag zuvor gewonnen worden ist. Danach unterliegt die Milch-ab-Hof den Anforderungen nach Anlage 4 Punkt 1.1 MilchVO (Keimzahl bei + 30 °C \leq 100.000 pro ml, Gehalt an somatischen Zellen \leq 400.000 pro ml).

Der Erzeuger ist verpflichtet, an der Abgabestelle einen Hinweis anzubringen, aus dem hervorgeht, dass es sich bei dem Produkt um Rohmilch handelt, die vor Verzehr abzukochen ist. Diese Art, Milch in den Verkehr zu bringen, muss bei der zuständigen Behörde angezeigt werden.

Um die Beurteilung der Milch-ab-Hof eine breitere Basis zu stellen, werden die Kriterien der Landesuntersuchungsanstalt für das Gesundheits- und Veterinärwesen Sachsen (LUA Sachsen) herangezogen. Diese Institution hat für verschiedene Warengruppen Richt- und Warnwerte festgelegt, die zur Bewertung des gesundheitlichen und/oder hygienischen Status dienen. Die Beurteilung der Rohmilch, die ab Hof verkauft wird, unterliegt dementsprechend folgenden Kriterien (siehe Tabelle 7):

Tab. 7: Richt- und Warnwerte der LUA Sachsen für Milch-ab-Hof

		Richtwert	Warnwert
Gesamtkeimzahl	KbE/ml	-	$1,0 \times 10^5$
Coliforme Keime	KbE/ml	$1,0 \times 10^4$	-
Salmonellen	KbE/25ml	-	n. a.
Koagulasepositive <i>S. aureus</i>	KbE/ml	$1,0 \times 10^3$	-
<i>L. monocytogenes</i>	KbE/ml	-	$1,0 \times 10^2$

n. a. = nicht anzüchtbar, Gesamtkeimzahl = mesophile aerobe und fakultativ anaerobe Bakterien

2.2.4 Milchprodukte

Die Gruppe der Produkte aus Milch umfasst eine große Bandbreite an verschiedenen Erzeugnissen. Die Darstellung der Rechtslage wird beschränkt auf die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Erzeugnisse Butter, Buttermilch, saure und süße Sahne, Joghurt, Crème fraîche, Speisequark sowie Sauermilch-, Schnitt-, Weich- und Pasta-filata-Käse.

Die Verordnung (EG) 853/2004 enthält in Anhang I Punkt 7.2 die Definition für diese Produktgruppe fest. Danach sind „Milcherzeugnisse“ Verarbeitungserzeugnisse aus der Verarbeitung von Rohmilch oder der Weiterverarbeitung solcher Verarbeitungserzeugnisse. Weitere Begriffsbestimmungen finden sich in der Verordnung (EG) 852/2004 Artikel 2. In Absatz 1 m) wird „Verarbeitung“ als eine wesentliche Veränderung des ursprünglichen Erzeugnisses, beispielsweise durch Erhitzen, Räuchern, Pökeln, Trocknen, Marinieren, Extrahieren, Extrudieren oder durch eine Kombination dieser verschiedenen Verfahren bezeichnet. „Verarbeitungserzeugnisse“ sind Lebensmittel, die aus der Verarbeitung unverarbeiteter Erzeugnisse hervorge-

gangen sind; diese Erzeugnisse können Zutaten enthalten, die zu ihrer Herstellung oder zur Verleihung besonderer Merkmale erforderlich sind.

Die besonderen Hygienevorschriften für die Herstellung von Milcherzeugnissen sind in der Verordnung (EG) 853/2004 Anhang III Abschnitt IX Kapitel II festgelegt. Diesen Anforderungen entsprechend ist Milch nach der Annahme im Verarbeitungsbetrieb auf eine Temperatur von nicht mehr als 6 °C zu kühlen und bis zur Verarbeitung auf dieser zu halten. Ausnahmen sind nur erlaubt, wenn die Verwertung unmittelbar nach dem Melken oder innerhalb von vier Stunden nach dem Eingang im Betrieb beginnt, bzw. wenn aus technischen Gründen für die Herstellung bestimmter Erzeugnisse von der zuständigen Behörde eine höhere Wärme genehmigt wurde.

Die Vorschriften für die Hitzebehandlung von Rohmilch oder Milcherzeugnissen müssen entsprechend dem Anhang II Kapitel IX der Verordnung (EG) Nr. 852/2004 eingehalten werden. Der Lebensmittelunternehmer, der Milcherzeugnisse herstellt, muss außerdem sicherstellen, dass rohe Kuhmilch unmittelbar vor der Verarbeitung bei 30 °C eine Keimzahl von weniger als 300.000 Keimen pro ml aufweist. In verarbeiteter Kuhmilch dürfen bei gleicher Verwendung nur unter 100.000 Keime pro ml nachgewiesen werden.

Produktspezifische Vorschriften wurden bisher noch nicht erlassen. Nach Artikel 10 Abs. 8 der Verordnung (EG) 853/2004 besitzen dementsprechend die nationalen Bestimmungen, d.h. die MilcherzVO, die ButterVO und die KäseVO weiterhin Gültigkeit. Durch die MilcherzVO wird die Herstellung der in dieser Arbeit untersuchten Milchprodukte Joghurt, Buttermilch, Crème fraîche sowie süße und saure Sahne reglementiert. Die ButterVO enthält die Vorschriften für Sauer- und Süßrahmbutter sowie für mildgesäuerte Butter. Die gesetzlichen Regelungen für gereifte Käsesorten wie Schnitt-, Weich- oder Sauermilchkäse, für ungereifte Käsesorten wie zum Beispiel Speisequark und für Pasta-filata-Käsesorten wie Mozzarella sind in der KäseVO reglementiert. Einen Überblick über die in den Produktverordnungen hinsichtlich der Kennzeichnung enthaltenen Parameter verschafft Tabelle 8.

Tab. 8: Kennzeichnungsparameter nach den Produktverordnungen

MilcherzVO	ButterVO	KäseVO
Herstellung	Herstellung	Zugelassene Zutaten
Verpackung	Handelsklassen	Fettstufen
Zugelassene Zutaten	Buttersorten	Wassergehalt
-	Markenberechtigung	Markenware
Kennzeichnung	Kennzeichnung	Kennzeichnung
Analyseverfahren für chemische Parameter	Milchstreichfette	Einsatz von Labaustauschstoffen
Definition von Standardsorten	Butterprüfungen	Definition von Standardsorten

Die mikrobiologischen Kriterien für Lebensmittel nach der Verordnung (EG) 2073/2005, die für das Probenmaterial der vorliegenden Arbeit relevant sind, sind in Kapitel 2.1.5.1 in den Tabellen 3 und 4 zusammengefasst. Zusätzlich zu diesen Bewertungsparametern werden die von der LUA Sachsen erarbeiteten Richt- und Warnwerte für Verbraucherproben der einzelnen Produktgruppen herangezogen (siehe Tabelle 9).

Tab. 9: Richtwerte für Milcherzeugnisse (Verbraucherproben) nach LUA Sachsen in KbE/g

	Gesamtkeimzahl	Coliforme Keime	<i>E. coli</i>	Koag.-pos. <i>S. aureus</i>	Hefen	Schimmelpilze
Butter	$1,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^2$
Ferm. Milcherzeugnisse*		$1,0 \times 10^1$		$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$
Sahnerzeugnisse	$1,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^1$		$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$
Schnittkäse			$1,0 \times 10^{3\#}$	$1,0 \times 10^{3\#}$		
Weichkäse		$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^{2\#}$	$1,0 \times 10^{2\#}$		
Sauermilchkäse		$1,0 \times 10^3$	#	$1,0 \times 10^{2\#}$		$1,0 \times 10^3$
Frischkäse		$1,0 \times 10^3$	#	$1,0 \times 10^{2\#}$	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$

* Sauermilch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnisse, # in VO 2073/2005 geregelt

2.3 Sensorische Beschaffenheit und Kennzeichnung von Milch und Milchprodukten

Die Überprüfung der **sensorischen Beschaffenheit** von Lebensmitteln stellt nach KUNZ (1993) eine wissenschaftlich anerkannte Methode dar und kann für die Qualitätsbeurteilung eines Produktes neben anderen Untersuchungsparametern mit herangezogen werden. Nur wenige Autoren haben ihre Ergebnisse sensorischer Beurteilungen von Milch und Milchprodukten veröffentlicht.

Eine dänische Studie führte in monatlichen Untersuchungen von Mai 1988 bis Mai 1989 eine Charakterisierung von Rohmilchproben von neun ökologischen und sechs konventionellen Erzeugern durch (LUND 1991). Neben anderen Beurteilungsparametern wurde die sensorische Beschaffenheit bewertet. Die Frischmilch aus ökologischer Produktion wurde im Vergleich zur konventionell erzeugten Milch bei der organoleptischen Prüfung schlechter bewertet. Nach einer Lagerung von sieben Tagen ließen sich allerdings keine Unterschiede mehr feststellen. Der Grund dafür ist aller Wahrscheinlichkeit nach in der unterschiedlichen Fütterung zu suchen. Ohne genauere Angaben zu machen, stellt die Autorin fest, dass sich die ermittelten Gesamtkeimzahlen bei den Milchproben der beiden Produktionsarten nicht unterschieden.

ZANGERL et al. (2000) dokumentieren in ihrer Veröffentlichung die sensorische Beschaffenheit verschiedener Bio-Milchprodukte aus der bäuerlichen Direktvermarktung. Für 41 % der 262 Erzeugnisse wurden starke Mängel in der Sensorik festgestellt. Hauptsächlich beanstandet wurden Butter, Buttermilch und saure Sahne. Der Erhitzungsgrad der Werkmilch spielt nach den Resultaten von ZANGERL et al. (2000) eine nicht unerhebliche Rolle. So wurden auffallend häufiger Sauermilchprodukte (41,2 %), die aus Rohmilch hergestellt worden waren, beanstandet. Im Vergleich dazu wurden nur 25,9 % der Sauermilcherzeugnisse aus erhitzter Milch bemängelt. Bei 75 gereiften Rohmilchkäseproben entsprachen 37 % nicht den sensorischen Anforderungen und von 100 ungereiften Käseproben, die zu 95 % aus roher Milch hergestellt worden waren, waren 32 % des Untersuchungsmaterials fehlerhaft. Die höchste Beanstandungsquote mit 58,1 % wurde aber bei den 43 untersuchten Rohrahmbutterproben festgestellt. Zusammenhänge zwischen den sensorischen Mängeln und mikrobiologischen Untersuchungsergebnissen zeigen die Autoren nicht auf. Bei der Studie von ENGEL (1986b) wiesen 91 der 288 untersuchten Speisequarkproben (32 %) keine sensorischen Mängel auf.

Die **Kennzeichnung** stellt für den Verbraucher als Schutz der Gesundheit und vor Täuschung eine wichtige Grundlage im Rahmen der Lebensmittelüberwachung dar. Im Untersuchungszeitraum 2005 wurden von der LUA Sachsen 1.249 Lebensmittel wegen mangelhafter Kennzeichnungselemente beanstandet. Dies entspricht über 50 % des gesamten Probenmaterials. Dabei spielen die Produkte aus der Direktvermarktung eine nicht zu unterschätzende Rolle. Als Beispiel sollen hier die Ergebnisse der Untersuchungen der sächsischen LUA angeführt werden. Für das Jahr 2005 dokumentierten die Herausgeber eine Fehlerquote von 18 % (16 von 89) für die Kennzeichnung von Milchprodukten aus der direktvermarktenden Landwirtschaft (ANONYMUS 2006b). Vergleiche zwischen verschiedenen Produktionsvarianten konventioneller oder ökologischer Erzeugung sind in der aktuellen Literatur selten dokumentiert. LUDEWIG et al. (2003) beanstandeten vier von 85 Fleischerzeugnissen (3,6 %) aus der biologischen Landwirtschaft, weil keine Kennzeichnung vorgenommen worden war bzw. die Angabe des Mindesthaltbarkeitsdatums fehlte.

2.4 Physikalisch-chemische Parameter von Milch und Milchprodukten

Der Nachweis der **Alkalischen Phosphatase** gilt als Beleg für rohe Milch bzw. die Verwendung von Rohmilch im Produktionsprozess. EPPERT et al. (1995) überprüften beispielsweise in diesem Zusammenhang französische und deutsche Rohmilchweichkäse auf ihre korrekte Deklaration. Im Ergebnis handelte es sich bei 46 % der Proben aus Frankreich und bei 91 % der Käse aus Deutschland tatsächlich um Rohmilchprodukte.

Die Messung des **pH-Wertes** kann u. a. als Kontrollmaßnahme für erwünschte oder unerwünschte Säuerung in einer Milch oder einem Milchprodukt dienen. Sie kann zur Überprüfung eines korrekten Produktionsprozesses herangezogen werden, wie zum Beispiel für fermentierte Milcherzeugnisse oder auch Sauerrahmbutter. Parallel dazu kann sie als Indikator für Verderbnisprozesse, wie zum Beispiel beim Sauerwerden der Milch, dienen. Für die **Buttersorten** der Handelsklassen schreibt § 5 Abs. 3 ButterVO entsprechende pH-Werte vor. Demnach soll der pH-Wert, gemessen im Serum, bei Sauerrahmbutter unter 5,1, in mildgesäuerter Butter zwischen 5,2 und 6,3 sowie in Süßrahmbutter über 6,4 liegen. ZANGERL et al. (1999) orientierten sich bei ihren Untersuchungen an den Vorschriften von Agrarmarkt Austria (AMA). Die Institution setzte für Sauerrahmbutter als maximalen pH-Wert 5,0 fest. 10 der 39 (25,6 %) getesteten Butterproben aus rohem Sauerrahm überschritten diesen Höchstwert. Im Mittel lagen die Proben bei einem pH-Wert von 4,87 und schwankten zwischen 4,28 und 6,31. Im Vergleich dazu unterschritten 75 % der vier Süßrahmbutterproben den Minimalwert von 6,3. Als Ursache für diese Ergebnisse geben die Autoren eine mangelnde bzw. „wilde“ Säuerung während der Reifung und Rahmlagerung an (ZANGERL et al. 1999). Mehrere Autoren überprüften pH-Werte in **fermentierten Milcherzeugnissen**. EL-GHANI et al. (1998) ermittelten für 60 Joghurtproben einen minimalen pH von 4,32 und ein Maximum von 4,76. In 126 Sauerrahm- und 175 Buttermilchproben lagen die mittleren pH-Werte bei 4,35 bzw. 4,50 (OTTE et al. 1979). WANG und FRANK (1981) stellten bei einer sieben- bzw. 14-tägigen Lagerung von 52 Buttermilchproben bei 7 °C eine, allerdings nicht signifikante, pH-Wert-Senkung fest. Die heterogene Gruppe der Erzeugnisse, die unter die KäseVO fallen, variieren entsprechend in ihren pH-Werten. Bei 58 % bzw. 96 % der **Brie-** und **Camembert**proben lag der pH über 6,0 (NOOITGEDAGT und HARTOG 1988). Bei den Untersuchungen von QUINTO

et al. (1994) wurde der mittlere pH-Wert in **Cebrerokäse** bei 5,15 ermittelt. Für 108 **Speisequark**proben bestimmten OTTE et al. (1979) den Mittelwert bei 4,57. Der Schwankungsbereich bei **Mozzarella** ist nach den Ergebnissen von MASSA et al. (1992) zwischen pH 5,2 und 5,4 zu erwarten.

2.5 Mikrobiologische Beschaffenheit von Milch und Milchprodukten

Die Recherchen bezüglich vorhandener Untersuchungen zur mikrobiologischen Beschaffenheit von Milch und Milchprodukten zeigten, dass in der aktuellen Literatur nur wenige Screenings zu biologischen Erzeugnissen dieser Lebensmittelkategorie existieren. Wenn die Herstellungsweise vom jeweiligen Autor nicht explizit erwähnt wird, dann wird das Untersuchungsmaterial als konventionell erzeugtes Produkt gewertet. Datenmaterial von Milch und Molkereierzeugnissen aus biologischer Landwirtschaft ist durch Unterstreichung hervorgehoben. Es erfolgt eine Beschränkung auf die veröffentlichten Ergebnisse zu Produkten aus Kuhmilch bzw. Kuhmilch an sich sowie auf die mikrobiologischen Parameter des Untersuchungsspektrums dieser Arbeit. Je nach Datenlage werden zuerst epidemiologische Studien aufgeführt, um die Bedeutung verschiedener Erreger für Lebensmittelinfektionen durch Milch oder Milcherzeugnisse zu verdeutlichen, und im Anschluss daran werden die Ergebnisse verschiedener Analysen zur mikrobiologischen Beschaffenheit der Produkte zitiert.

2.5.1 Rohmilch

2.5.1.1 Vorzugsmilch

Der Charakter der Vorzugsmilch, die als rohe Konsummilch in den Verkehr gebracht wird und zum Rohverzehr bestimmt ist, stellt eine besondere Herausforderung für ihre mikrobiologische Beschaffenheit und für die hygienischen Bedingungen ihrer Produktion dar. Die strengen Anforderungen und Vorschriften sowie die damit verbundenen amtlichen Kontrollen führten zu einer Reduzierung der Vorzugsmilcherzeuger auf etwa 80 Betriebe in der Bundesrepublik Deutschland (Hassenpflug, Antje; E-Mail-Nachricht, 18. April 2006).

Nach POTTER (1984) lautet eines der Hauptargumente der Befürworter des Rohmilchverzehrs, dass rohe Milch aufgrund des naturbelassenen Vitamin- und Aminosäurehalts einen höheren Nährwert besitzt. Ohne ausreichende Aufklärung der Konsumenten stellt der Genuss von roher Milch allerdings eine mögliche Gefahr für die Übertragung von Zoonoseerregern dar, die in zahlreichen Veröffentlichungen dokumentiert ist. Verschiedene Institutionen raten daher Verbrauchern mit geschwächtem Immunsystem wie beispielsweise Kindern und Senioren vom Rohmilchverzehr ab (ANONYMUS 2002c; RAUSCHER und HIEBL 2004; ANONYMUS 2007).

Einen beispielhaften Überblick über die aktuelle epidemiologische Situation verschafft Tabelle 10; die ausführliche Dokumentation findet sich im Anhang in Tabelle A2.

Tab. 10: Lebensmittelinfektionen durch Rohmilchverzehr

Infektions-Quelle	Jahr	Land	Nachweismethode	Fälle	Referenzen
Campylobacteriose					
Rohmilch	2000	Deutschland (Sachsen-Anhalt)	Mikro-/Molekularbiologie	31	RKI (2000)
<u>Rohmilch</u> <u>„Grade A</u> <u>organic“</u>	<u>2001</u>	<u>USA</u> <u>(Wisconsin)</u>	<u>Molekularbiologie</u>	<u>75</u>	HARRINGTON et al. (2002)
Rohmilch	k. A.	USA (Utah)	k. A.	15	PETERSON (2003)
Salmonellose					
Rohmilch	1982-1986	Großbritannien	k. A.	728	nach DE BUYSER et al. (2001)
Rohmilch	2002/2003	USA (Ohio)	Mikro-/Molekularbiologie	53	MAZUREK et al. (2004)
EHEC-Infektionen					
Rohmilch <i>E. coli</i> O157:H7	1982-1995	USA	k. A.	k. A.	nach BÜLTE und HECKÖTTER (1997)
Rohmilch <i>E. coli</i> O157:H7	1992-1993	USA	k. A.	k. A.	KEENE et al. (1997)
Rohmilch <i>E. coli</i> O157:H7	1999	Deutschland (Tunesien) [#]	k. A. Stuhlproben	3	RKI (1999a)
Listeriose					
Rohmilch	1949-1957	DDR	k. A.	k. A.	nach PITT et al. (1999)

* insgesamt waren in diesem Zeitraum 80 *E. coli* O157-Ausbrüche registriert worden, zwei davon durch Rohmilchverzehr,

[#] Infektion erfolgte in Tunesien, die Erkrankung selbst brach erst in Deutschland aus, k. A. = keine Angabe

Obwohl Tabelle 10 verdeutlicht, dass durch den Verzehr von Rohmilch nicht selten eine Infektion mit verschiedenen Erregern möglich ist, beschäftigen sich nur sehr wenige Arbeitsgruppen mit der Untersuchung von Vorzugsmilch.

Zumeist wird ein Schwerpunkt auf die Isolierung von enterohämorrhagischen *Escherichia (E.) coli* gelegt. Als Erklärung dafür ist sicherlich die von diesen Bakterien ausgelöste, mit ernsthaften Komplikationen (hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS) und thrombotisch-thrombozytopenische Purpura (TTP)) verlaufende blutige Diarrhoe anzugeben. BÜLTE et al. (1996) stellen in ihrer Arbeit als dominierende Vektoren für Lebensmittelinfektionen mit EHEC-Stämmen in Deutschland nicht oder nur unzureichend erhitzte Lebensmittel von Rindern wie beispielsweise Hamburger und rohe Milch heraus. Die Untersuchungen zum Vorkommen von enterohämorrhagischen *E. coli* in Vorzugsmilch gibt Tabelle 11 wieder.

Tab. 11: Vorkommen von VTEC bzw. EHEC in Vorzugsmilch

Erzeugnis	Probenzahl	Nachweismethode	positive Proben (%)	nachgewiesenes Serovar/Toxin	Referenzen
Vorzugsmilch	k. A.	kulturell	0	-	BAUMANN und BUROW (1996) zitiert in KUNTZE et al. (1996)
	110	k. A.	1 (0,9)	VTEC-Stamm, ohne Bildung von Enterohämolysin, ohne <i>eae</i> -Gen	BOCKEMÜHL und KARCH (1996) zitiert in KUNTZE et al. (1996)
	50	k. A.	1	Verotoxin 2	GERINGER (1996) zitiert in KUNTZE et al. (1996)
	69	k. A.	1	Verotoxin	PERLBERG (1996) zitiert in KUNTZE et al. (1996)
	146	kulturell/ Immunoblot ELISA/PCR	3 (2,1)	Verotoxin 1, Verotoxin 2, Verotoxin 1/2	KLIE et al. (1997)
	175	kulturell/ PCR	4 (2,3)	<i>stx1-</i> , <i>stx2-</i> , <i>eae-</i> , <i>hlyA-</i> , <i>katP-</i> , <i>espP-</i> , <i>etpD-</i> , <i>astA-</i> , <i>colD157-</i> , <i>ileX</i> -Gen	GALLIEN et al. (1998)
	74 [#]	ELISA/	0	-	COENEN (2000)
	78 ⁺	Immunoblot	0		
	281	k. A.	- (0,36)	-	HARTUNG (2005)
	125 [*]	k. A.	0	-	HARTUNG (2006)
1 [~]	k. A.	0	-		

k. A. = keine Angabe, [#] Bestandsmilch, ⁺ Einzelgemelke, ^{*} Planproben, [~] Anlassproben

In Bezug auf die Nachweisrate von *L. monocytogenes* dokumentiert HARTUNG (2005; 2006) im Rahmen der Zoonoseerhebung der deutschen Bundesländer für die Jahre 2003 und 2004 eine Prävalenz von 0,32 % in 312 bzw. 317 Vorzugsmilchplanproben. In den 24 Vorzugsmilch-anlassproben verliefen die Untersuchungen negativ (HARTUNG 2006). Ein höheres Ergebnis lieferte die Untersuchung von COENEN (2000) mit 16,2 % positiven Proben (siehe Tabelle 13).

In ihren Untersuchungen konnten RICHTER et al. (2000) aus 104 getesteten Rohmilchproben (Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof) *Salmonella spp.* nicht nachweisen. Ebenfalls negativ verliefen die im Rahmen der Zoonose-Richtlinie stattfindenden Analysen der einzelnen Bundesländer in Deutschland an 315 Vorzugsmilchplanproben für das Jahr 2003 (HARTUNG 2005) und im Jahr 2004 an 231 Plan- und 263 amtlichen Hygieneproben (HARTUNG 2006). Die Autoren bestätigen damit auch die Ergebnisse von COENEN (2000) und FRIEDRICH (1993) (siehe Tabellen 12 und 13).

Während HARTUNG (2006) im Rahmen der Zoonoseberichterstattung für den Untersuchungszeitraum 2004 eine Prävalenz für *C. jejuni* von 0,69 % (n = 2) der 147 Vorzugsmilchplanproben dokumentiert, bestätigen mehrere Veröffentlichungen die Abwesenheit dieser Bakteriengattung. So konnte das Vorkommen von *Campylobacter spp.* weder 2003 durch die Analysen zum Zoonosebericht in 147 (HARTUNG 2005) noch durch das Veterinärinstitut Hannover von Januar 2005 bis Mitte 2006 in 197 Planproben mittels PCR (RUNGE 2006, unveröffentlichte Ergebnisse) noch durch die Untersuchungen von COENEN (2000) bewiesen werden (Tabelle 13).

Wenige Studien beschäftigen sich mit einem breiteren Untersuchungsspektrum über die mikrobiologische Beschaffenheit von Vorzugsmilch. Dabei handelt es sich zum einen um die veröffentlichten Ergebnisse des Staatlichen Tierärztlichen Untersuchungsamtes in Stuttgart an 669 Proben aus Baden-Württemberg (FRIEDRICH 1993). Die Prüfung beinhaltete unter anderem folgende bakteriologische Parameter: Bestimmung der Zahl der **Gesamtkeime**, **coliforme Keime**, **Salmonellen**, **Galt-Streptokokken** und **thermonukleasepositiven Staphylokokken**. Die Beurteilung erfolgte nach den im Berichtszeitraum gültigen Rechtsnormen (Verordnung über ergänzende Vorschriften für Vorzugsmilch von 1977 und die dazugehörige Änderungsverordnung von 1986) für die Vorzugsmilch-Überwachung in Baden-Württemberg. 22,4 % des Untersuchungsmaterials überschritten bei der Überprüfung der Eingangstemperatur den damals gültigen Grenzwert von 10 °C. Die sensorische Qualität wurde nach dem DLG-Prüfschema ermittelt. Das Aussehen wurde bei 100 %, der Geruch bei 90,3 % und der Geschmack bei 45 % der Proben mit der vollen Punktzahl (5) bewertet. Die geschmacklichen Abweichungen traten gehäuft in den grünfütterfreien Monaten von Januar bis April auf. Eine Zusammenfassung der mikrobiologischen Untersuchungsparameter ist in Tabelle 12 dargestellt. Die Ergebnisse der Gesamtkeimzahl und der Zahl der coliformen Keime sprechen nach Meinung von FRIEDRICH (1993) für optimale Hygienebedingungen und den Einsatz von besonders qualifiziertem Melkpersonal.

Tab. 12: Ergebnisse mikrobiologischer Untersuchungen zu Vorzugsmilch (n = 669) nach FRIEDRICH (1993)

		Gesamtkeime						
KbE/ml		$\leq 2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4 < x \leq 5,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4 < x \leq 1,0 \times 10^5$	$> 1,0 \times 10^5$			
positiv %		92,3	3,4	2,2	2,1			
		Coliforme Keime						
KbE/ml		0	$0 < x \leq 20$	$20 < x \leq 40$	$40 < x \leq 60$	$60 < x \leq 80$	$80 < x \leq 100$	> 100
positiv %		22,0	46,6	11,7	4,3	2,4	4,2	8,8
Kein Nachweis von Salmonellen, Galt-Streptokokken und thermonukleasepositiven Staphylokokken, <i>L. monocytogenes</i>								

Die Ergebnisse einer weiteren umfangreichen Studie von COENEN (2000) bezüglich der mikrobiologischen Beschaffenheit von Vorzugsmilch sind in Tabelle 13 dargestellt. In 74 Bestandsmilchproben und 91 Einzelgemelksproben wurde die Zahl der **Gesamtkeime**, von ***S. aureus***, ***E. coli***, **coliforme Keime** bestimmt sowie das Vorkommen von ***L. monocytogenes***, ***B. cereus***, **VTEC**, ***Salmonella spp.*** und ***C. jejuni*** überprüft.

Tab. 13: Ergebnisse mikrobiologischer Untersuchungen zu Vorzugsmilch nach COENEN (2000)

	Proben- zahl	positive Proben (%)	> M* (%)	Mittel- wert# KbE/ml	Proben- zahl	positive Proben (%)	> M* (%)	Mittel- wert# KbE/ml
	Bestandsmilch				Einzelgemelke			
Keimzahl	73	73 (100)	17	$8,7 \times 10^3$	91	91 (100)	12	$1,4 \times 10^3$
<i>S. aureus</i>	74	40 (54,0)	17	$8,6 \times 10^2$	91	9 (9,9)	2	$4,4 \times 10^{-5}$
<i>E. coli</i>	74	44 (59,5)	-	$8,3 \times 10^{-2}$	91	36 (39,6)	-	$2,6 \times 10^{-2}$
Coliforme Keime	74	65 (87,8)	22	$1,0 \times 10^1$	91	50 (54,8)	5	$1,2 \times 10^1$
<i>L. monocytogenes</i>	74	12 (16,2) [~]	-	-	91	0	-	-
<i>B. cereus</i>	74	0	-	-	91	0	-	-
VTEC	72	0	-	-	78	0	-	-
<i>Salmonella</i> spp.	74	0	-	-	91	0	-	-
<i>C. jejuni</i>	74	0	-	-	91	0	-	-

* Anzahl der Proben in Prozent, die über dem gesetzlichen Höchstwert lagen, # geometrisches Mittel

[~] alle positiven Proben stammten aus einem Betrieb

Vergleichende Studien zur Beschaffenheit von Milch aus konventioneller und ökologischer Erzeugung lieferten GEDEK et al. (1981) und ARNOLD (1984). Allerdings untersuchten GEDEK et al. (1981) keine mikrobiologischen Qualitätskriterien, und ARNOLD (1984) verwendete für seine Studie pasteurisierte Konsummilch.

2.5.1.2 Milch-ab-Hof

Aktuelle Ergebnisse zur mikrobiologischen Beschaffenheit von Milch-ab-Hof liefern die Zusammenfassungen von HARTUNG (2005; 2006) zur Zoonoseerhebung 2003 und 2004. Detaillierte Übersichten verschafft die Veröffentlichung von KLOPPERT et al. (1997), die im Zeitraum von Januar 1995 bis August 1997 Proben von hessischen Milch-ab-Hof-Erzeugern untersuchten (siehe Tabelle 14), sowie die Arbeit von COENEN (2000), in der 149 Bestandsmilchproben kontrolliert wurden (siehe Tabelle 15). In Großbritannien führte das Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food (ACMSF) in den Jahren 1995 bis 1996 eine Untersuchung von 1674 „raw drinking milk“-Proben durch (KAVANAGH 2002). Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Studien nach Bakteriengattung geordnet zitiert.

Von insgesamt 586 untersuchten Milch-ab-Hof-Proben wurden im Jahr 2003 nach HARTUNG (2005) 1,37 % positiv auf das Vorkommen von *L. monocytogenes* getestet. 2004 wurde eine etwas höhere Prävalenzrate ermittelt: vier der 156 Planproben (2,56 %) und eine der elf Anlassproben (9,09 %) waren mit der Bakteriengattung kontaminiert (HARTUNG 2006). In Großbritannien lag die Prävalenz mit 2 % (n = 32) in 1674 „raw drinking milk“-Proben vergleichbar hoch (KAVANAGH 2002). COENEN (2000) bestimmte in 149 Proben eine Nachweisrate von 10 % (n = 15).

Wie bei KLOPPERT et al. (1997) und COENEN (2000), die in ihrem Untersuchungsmaterial *Salmonella* spp. nicht nachweisen konnten, verliefen auch die Analysen von RICHTER et al. (2000) an 104 Rohmilchproben (Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof) mit einem negativen Ergebnis. Die Erhebungen der deutschen Bundesländer im Rahmen der Zoonoserichtlinie bestätigen ebenfalls diese Untersuchungsergebnisse für 2003 an 54 und für 2004 an 129 Milch-ab-Hof-

Planproben (HARTUNG 2005; HARTUNG 2006). Nach HAUERT (1990) wurde auch aus biologisch-dynamisch erzeugter Rohmilch keine Salmonellen isoliert. Das ACMSF konnte dagegen das Vorkommen von *Salmonella* Typhimurium in einer Probe (0,06 %) bestätigen (KAVANAGH 2002).

Für den Nachweis thermophiler ***Campylobacter* spp.** liegen in der aktuellen Literatur unterschiedliche Ergebnisse vor. So konnte die Bakteriengattung weder von HAUERT (1990) aus Bio-Milch noch von KLOPPERT et al. (1997) und KAVANAGH (2002) aus konventionell erzeugter Milch isoliert werden. Auch im Rahmen der Zoonoseerhebung der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 2003 verliefen die Analysen von 741 Milch-ab-Hof-Planproben mit negativem Ergebnis (HARTUNG 2005). Dagegen gelang der Nachweis von *C. jejuni* im Jahr 2004 in 262 Milch-ab-Hof-Planproben viermal (1,53 %) und in 14 Anlassproben einmal (7,14 %) (HARTUNG 2006). Auch COENEN (2000) isolierte den Erreger aus einer Milch-ab-Hof (0,7 %).

Die Nachweisraten für ***S. aureus*** in den Milch-ab-Hof-Proben von KLOPPERT et al. (1997) bzw. COENEN (2000) lagen bei 33,3 % (n = 286) bzw. 46,9 % (n = 70). Die dabei ermittelten Höchstwerte geben die Autoren mit $5,1 \times 10^2$ KbE/ml bzw. $9,7 \times 10^3$ KbE/ml an. Bei den Untersuchungen von PFLEGER (2002) enthielten 57 % der 92 Rohmilchproben weniger als $1,0 \times 10^2$ KbE/ml, womit sie nach österreichischer Milchhygieneverordnung zum Rohkonsum geeignet waren.

Die Fähigkeit zur **Enterotoxinbildung** konnte nach KLOPPERT et al. (1997) für 15 von 50 *S.-aureus*-Isolaten (30,0 %) mittels ELISA bestätigt werden.

Der Nachweis von ***Sc. agalactiae*** in 858 Milch-ab-Hof-Proben gelang KLOPPERT et al. (1997) viermal (0,5 %) (siehe auch Tabelle 14).

81,2 % der 149 von COENEN (2000) untersuchten Milch-ab-Hof-Proben waren mit ***E. coli*** kontaminiert. Der Höchstwert des *E. coli*-Titers lag dabei bei einer Keimzahl von $1,1 \times 10^4$ KbE/ml, während KLOPPERT et al. (1997) einen Maximalwert von $1,3 \times 10^3$ KbE/ml bei einer Prävalenz von 17,7 % (n = 152) bestimmten.

Die in der Literatur dokumentierten Studien zum Nachweis von **Verotoxin** bzw. ***E. coli* O157** in Milch-ab-Hof liefern unterschiedliche Ergebnisse. Mit einem negativen Resultat verliefen die Untersuchungen mittels ELISA von KLOPPERT et al. (1997) in 96 Rohmilchproben. Ebenso wie nach KUNTZE et al. (1996) die Studien des Landesuntersuchungsamtes für das Gesundheitswesen Nordbayern in 3019 Rohmilchproben (Anlieferungsmilch, Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof) weder den kulturellen Nachweis von *E. coli* O157 erbringen noch mit dem Premier EHEC Test das Vorkommen von Verotoxinen bestätigen konnten. Auch das ACMSF konnte keine verotoxinproduzierenden *E. coli* nachweisen (KAVANAGH 2002). Die Untersuchungen von COENEN (2000) an 134 Milch-ab-Hof-Proben bestätigten hingegen das Vorkommen von VTEC für eine Milch (0,75 %). Nach HARTUNG (2005) wurde im Jahr 2003 in 0,12 % der 818 analysierten Milch-ab-Hof-Planproben der deutschen Bundesländer VTEC bzw. STEC nachgewiesen. Ein Jahr später belief sich die Prävalenzrate der 205 Planproben auf 2,44 % (n = 5), aus keiner der acht Anlassproben konnte der Erreger isoliert werden (HARTUNG 2006).

Während KLOPPERT et al. (1997) in 63,3 % ihrer Proben **coliforme Keime** nachwies, testete COENEN (2000) 98,0 % ihres Untersuchungsmaterials positiv auf diese Mikroorganismen. Sie errechnete einen Keimzahlmittelwert von $1,1 \times 10^2$ KbE/ml. Nach PFLEGER (2002) schwankte der Anteil an coliformen Keimen in seinem Probenmaterial zwischen $9,0 \times 10^2$ KbE/ml und $7,8 \times 10^2$ KbE/ml.

Im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen von COENEN (2000) liegen sowohl die Nachweisraten als auch die ermittelten Maximalwerte von KLOPPERT et al. (1997) niedriger (siehe auch Tabellen 14 und 15).

Tab. 14: Ergebnisse mikrobiologischer Untersuchungen für Rohmilch von Milch-ab-Hof-Erzeugern nach KLOPPERT et al. (1997)

	untersuchte Probenzahl	positive Proben (%)
Coliforme Keime einschl. <i>E. coli</i>	858	546 (63,3)
<i>E. coli</i>	858	152 (17,7)
<i>S. aureus</i>	858	286 (33,3)
<i>Sc. agalactiae</i>	858	4 (0,5)
<i>Salmonella</i> spp.	126	0 (0,0)
Thermophile <i>Campylobacter</i> spp.	54	0 (0,0)

Tab. 15: Ergebnisse mikrobiologischer Untersuchungen zu Milch-ab-Hof nach COENEN (2000)

	Probenzahl	positive Proben (%)	> M ₁ (%)	Maximum (KbE/ml)	Mittelwert [#] (KbE/ml)
Quantitative Parameter					
Keimzahl	149	149 (100,0)	29	$6,6 \times 10^7$	$4,9 \times 10^4$
<i>S. aureus</i>	149	70 (46,9)	4	$9,7 \times 10^3$	$2,1 \times 10^{-2}$
<i>E. coli</i>	149	121 (81,2)	-	$1,1 \times 10^4$	$1,1 \times 10^0$
Coliforme Keime	149	146 (98,0)	-	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^2$
Qualitative Parameter					
<i>L. monocytogenes</i>	149	15 (10,0)	-	-	-
<i>B. cereus</i>	149	12 (8,0)	-	-	-
VTEC	134	1 (0,7)	-	-	-
<i>Salmonella</i> spp.	149	0 (0,0)	-	-	-
<i>C. jejuni</i>	149	1 (0,7)	-	-	-

¹ M analog zu Anl. 4.1.3 MilchVO (für Keimzahl 100.000 KbE/ml, für *S. aureus* $2,0 \times 10^3$ KbE/ml), [#] geometrisches Mittel

Laut KLOPPERT et al. (1997) wiesen 44 (88 %) der 50 untersuchten rohen Kuhmilchproben Vorzugsmilchqualität bezüglich ihrer **Gesamtkeimzahl** (bis $3,0 \times 10^4$ KbE/ml) auf. Für den Gehalt der Gesamtkeime in den 149 von COENEN (2000) untersuchten Milch-ab-Hof-Proben berechnete sich ein Mittelwert von $4,9 \times 10^4$ KbE/ml. Nach PFLEGER (2002) waren 79 % der 92 Rohmilchproben österreichischer Erzeuger hinsichtlich ihrer Gesamtkeimzahl für den Rohkonsum geeignet ($< 5,0 \times 10^4$ KbE/ml). Ein Vergleich zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Rohmilch und deren monatlich überprüften Gesamtkeimzahl ist bei HAUERT (1990) zu finden. Der Autor macht allerdings keine Angaben darüber, ob diese Milch in rohem Zustand in den Verkehr gebracht wird. Der Anteil der Proben aller Betriebe, die in den Jahren 1986 bzw. 1987 unter $8,0 \times 10^4$ KbE/ml enthielten, betrug demnach 94,7 % bzw. 95,5 %. Für die Milch aus dem biologisch-dynamischen Landbau verteilten sich die Ergebnisse ähnlich (93,8 % bzw. 94,9 %).

2.5.2 Milchprodukte

Nachfolgend wird die in der Literatur dokumentierte mikrobiologische Beschaffenheit für folgende, ausschließlich aus Kuhmilch hergestellte Produktgruppen betrachtet: Butter, Schlag- sahm, fermentierte Milcherzeugnisse und Käse. Wenn die Literaturquellen keine Rückschlüsse über den Erhitzungsstatus der Werkmilch zuließen, wurde das Untersuchungsmaterial als pasteurisiertes Milchprodukt eingestuft. Auf Rohmilchprodukte wird gesondert hingewiesen; ohne eine Angabe ist das Probenmaterial ebenfalls als pasteurisiertes Milcherzeugnis zu verstehen.

2.5.2.1 Butter

In der Literatur sind folgende butterassoziierte Ausbrüche beschrieben (siehe Tabelle 16):

Tab. 16: Lebensmittelinfektionen durch Butterverzehr

Lebensmittel	Gattung	Jahr	Land	Fälle	Referenzen
Knoblauchbutter	<i>C. jejuni</i>	1995	USA	30	ZHAO et al. (2000)
Butter	<i>L. monocytogenes</i>	1998-1999	Finnland	25	LYYTIKAINEN et al. (2000)
Butter	<i>L. monocytogenes</i>	1987	USA	11	nach DE BUYSER et al. (2001)

In Untersuchungen hingegen konnte *L. monocytogenes* selten oder gar nicht isoliert werden. Der Nachweis von *Listeria* spp. gelang weder HARVEY und GILMOUR (1992) in 34 Proben noch VLAEMYNCK und MOERMANS (1996) in vier Butterproben. Auch die von COENEN (2000) untersuchten Rohrahmbutterproben waren nicht kontaminiert. Dagegen gelang es RIEMELT und BARTEL (2002) in einer Butter *L. monocytogenes* nachzuweisen, insgesamt waren 428 verschiedene Milchprodukte von Direktvermarktern untersucht worden. Nach OLSEN et al. (1988) überlebten und vermehrten sich *L. monocytogenes*-Keime sowohl während der Herstellung als auch während der Zeit der Reifung und Lagerung von Butter.

ZHAO et al. (2000) überprüften nach der in Tabelle 16 erwähnten Campylobacteriose die Überlebensfähigkeit von *C. jejuni* in Butter. Danach überleben diese Mikroorganismen Pasteurisierungstemperaturen nicht und sterben bei einer initialen Kontaminationsdosis von 10^4 oder 10^6 KbE/g innerhalb von 24 h bei einer Lagerungstemperatur von 5 bzw. 21 °C ab.

COENEN (2000) gelang ein Nachweis von *C. jejuni* in Rohrahmbutter nicht, wobei die Autorin keine Angaben zur untersuchten Probenzahl machte.

Während ihrer Prävalenzstudie zu **pathogenen Staphylokokken** ermittelten MASUD et al. (1989) in 32 Butterproben eine Nachweisrate von 53,13 % (n = 17), ohne weitere Angaben bezüglich der Höhe der Keimzahlen zu machen. Sechs (18,75 %) der Isolate waren Koagulase- und TNase-positiv. ZANGERL und GINZINGER (1996) fanden in den 161 Butterproben aus Rohrahm in 9 % mehr als $1,0 \times 10^3$ KbE/g dieser Bakteriengattung. Allerdings enthielt keine der Proben mehr als $1,0 \times 10^5$ KbE/g *S. aureus*. PFLEGER (2002) wies in 10 der 61 Rohrahmbutterproben mehr als $1,0 \times 10^3$ KbE/g Staphylokokken nach. Fünf Proben überschritten den Wert von $1,0 \times 10^4$ KbE/g und in einer Butter wurde als Keimzahl für *Staphylococcus* spp. $5,8 \times 10^6$ KbE/g ermittelt. Im Gegensatz dazu gelang COENEN (2000) der Nachweis von *S. aureus* in Rohrahmbutter nicht.

Mit *B. cereus* waren in der Studie von COENEN (2000) 25 von 26 Rohmilchprodukten (96,2 %), wie Butter, Buttermilch, Joghurt, saure und süße Sahne, kontaminiert. Die Autorin macht keine weiteren Angaben über die Höhe der nachgewiesenen Keimzahl.

Für die in der aktuellen Literatur veröffentlichten Studien zum **Coliformengehalt** in Butter wurden stets Rohmilchprodukte untersucht. Zu verschiedenen Untersuchungszeiträumen ermittelte die Bundesanstalt für Alpenländische Milchwirtschaft in 60 % (n = 161) der konventionell erzeugten Butter (ZANGERL und GINZINGER 1996) bzw. 55,8 % (n = 24) der Proben aus ökologischer Herstellung (ZANGERL et al. 2000) Keimzahlen über $1,0 \times 10^3$ KbE/g. PFLEGER (2002) stellte diese Überschreitung für 36 % (n = 22) der Butterproben aus der Direktvermarktung fest.

Mehrere Studien befassten sich mit dem Nachweis von **Hefen** und **Schimmelpilzen** in Butter. Einen Überblick über die dabei ermittelten Ergebnisse gibt Tabelle 17.

Tab. 17: Vorkommen von Hefen und Schimmelpilzen in Butter

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Rohrahmbutter	Österreich	161	k. A.	67 % > 10^3 H 27 % > 10^2 SP 10 % > 10^3 SP	ZANGERL und GINZINGER (1996)
<u>Rohrahmbutter</u>	<u>Österreich</u>	<u>43</u>	<u>k. A.</u>	<u>58,1 % > 10^4 H</u> <u>13,9 % > 10^3 SP</u>	ZANGERL et al. (2000)
Butter	USA	4*	k. A.	$\leq 2,7 \times 10^1$	ZHAO et al. (2000)
Butter	Italien	5	4 (80)	$2,7 \times 10^5$ # H	MINERVINI et al. (2001)

geometrisches Mittel, * 3 Knoblauch- und eine gesalzene Butter, H = Hefen, SP = Schimmelpilze, k. A. = keine Angabe

Parallel zu ihrer Tenazitätsstudie von *C. jejuni* in Butter bestimmten ZHAO et al. (2000) die Konzentration der **Gesamtkeime** in drei aus dem Handel erworbenen Knoblauchbutterproben und einer gesalzene Butterprobe. Der Gehalt der aeroben Gesamtkeime lag am Anfang der Studie im Schwankungsbereich von $5,0 \times 10^1$ bis $3,2 \times 10^3$ KbE/g, am Ende der Untersuchungen im Rahmen von $5,0 \times 10^2$ bis $1,6 \times 10^3$ KbE/g.

2.5.2.2 Süße Sahne

In Tabelle 18 sind drei Lebensmittelinfektionen bzw. –intoxikationen aufgeführt, die auf den Verzehr von pasteurisierter süßer Sahne in Großbritannien zurückzuführen sind.

Tab. 18: Lebensmittelinfektionen/-intoxikationen durch Schlagsahne

Probe	Gattung	Jahr	Land	Fälle	Referenzen
Sahne	<i>Staphylococcus</i> spp.	1951-1960	England/Wales	131	nach GILMOUR und HARVEY (1990)
Sahne [#]	Salmonellose*	1983	England/Wales	2	nach DE BUYSER et al. (2001)
Sahne	Listeriose	1981	England	11	nach PITT et al. (1999)

„Farmsahne“, * *Salmonella* Typhimurium DT 49

Einen Nachweis für das Vorkommen von *L. monocytogenes* in Sahne konnten verschiedene Studien hingegen nicht erbringen. HARVEY und GILMOUR (1992) starteten 1988 eine einjährige Untersuchung nordirischer Rohmilch und Milchprodukte. Neben verschiedenen anderen Erzeugnissen wurden auch 14 Schlagsahneproben auf *Listeria* spp. getestet. Die Analyse verlief mit einem negativen Ergebnis. Auch in einer zehn Jahre dauernden Studie (1990 - 1999) über Risikofaktoren bezüglich der Kontamination von Milchprodukten mit *L. monocytogenes* in der Schweiz konnte der Nachweis in süßer Sahne nicht erbracht werden (PAK et al. 2002).

Obwohl der Salmonelloseausbruch in der aktuellen Literatur dokumentiert wird, findet sich keine weitere Studie, die sich mit dem Nachweis von **Salmonellen** in süßer Sahne beschäftigt.

Bei den Untersuchungen von JENKINS und HENDERSON (1969) an 129 Sahneprobe wurde **S. aureus** neben 20 anderen koagulase-negativen Staphylokokken (15,5 %) nur in einer Probe nachgewiesen (0,8 %).

COGHILL und JUFFS (1979) bewerteten 167 Milch- und Sahneprobe bezüglich ihrer Kontamination mit psychrotrophen Sporenbildnern. Der Nachweis gelang dabei in 31,2 % des Testmaterials (52 Proben), wobei **B. cereus** am häufigsten vertreten war. In der Studie von RAEVUORI und KOIRANEN (1978) kam die gleiche Bakterienspezies in 2 von 39 (5,1 %) Sahneprobe in einer Konzentration von $1,2 \times 10^1$ bis $3,3 \times 10^1$ KbE/ml vor. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Untersuchungen von JENKINS und HENDERSON (1969), die in Großbritannien 129 Sahneprobe hinsichtlich ihrer bakteriellen Kontamination überprüften. Aus 36 Proben wurden *Bacillus* spp. isoliert (27,9 %), davon siebenmal (5,4 %) *B. cereus*. Im Vergleich dazu isolierte COENEN (2000) diese Bakteriengattung aus 25 von 26 Rohmilchprodukten (96,2 %), Butter, Buttermilch, Joghurt, saure und süße Sahne, ohne weitere Angaben über die Höhe der ermittelten Keimzahl zu machen.

Bei der Untersuchung auf gram-negative Bakterien wurde in 19 der 129 Sahneprobe **E. coli** nachgewiesen (14,7 %) (JENKINS und HENDERSON 1969). In der gleichen Studie übertrafen 46,5 % (n = 60) der Proben für die **Gesamtkeimzahl** den Wert von $1,0 \times 10^5$ KbE/ml, was die Autoren auf unzulängliche oder unhygienische Räumlichkeiten, ungeeignete Geräteausstattung sowie auf Handarbeit während der Abfüllung und Abpackung zurückführen.

2.5.2.3 Fermentiere Milchprodukte

Die im Produktionsprozess fermentierter Milchprodukte eingesetzten Starterkulturen bewirken eine definierte und kontrollierte Säuerung, und die Erzeugnisse sind daher eher selten Ursache von bakteriellen Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen. Verschiedene Krankheitserreger wie zum Beispiel Salmonellen oder EHEC-Bakterien können sich dennoch an das saure Milieu adaptieren (DIEZ-GONZALEZ und RUSSEL 1999; BANG et al. 2000). So berichten MORGAN et al. (1993) von einer Infektion mit *E. coli* O157:H7 durch den Verzehr von Joghurt. Von den 16 Erkrankten entwickelten fünf ein hämolytisch-urämisches-Syndrom (HUS). Eine größere Gefahr stellen allerdings Erzeugnisse dar, denen Frucht-, Gewürz- oder Kräuterzubereitungen zugesetzt wurden. Über diese Zusätze können u.a. pathogene Bakterien in die

Erzeugnisse gelangen und so zu Infektionen oder Intoxikationen, wie zum Beispiel Botulismus (O'MAHONY et al. 1990), führen.

Die Literaturangaben zur Prävalenz von *L. monocytogenes* in fermentierten Milchprodukten sind widersprüchlich. Während der Nachweis weder PAK et al. (2002) in einer unbekanntenen Anzahl von Joghurtherzeugnissen noch HARVEY und GILMOUR (1992) in acht Joghurt- und sechs Buttermilchproben gelang, waren nach GREENWOOD et al. (1991) 2,1 % (1 von 47) der untersuchten Joghurtproben mit bis zu $1,9 \times 10^3$ KbE/g kontaminiert.

Über das Vorkommen von **Salmonellen** bzw. **pathogenen Staphylokokken** in 100 spanischen Joghurtproben informiert die Studie von JORDANO SALINAS (1985). Keines der Produkte wurde positiv auf *Salmonella* spp. getestet. In fünf der Joghurtherzeugnisse (5 %) wurden *Staphylococcus* spp. nachgewiesen, der pH-Wert dieses Testmaterials schwankte im Bereich von 3,78 bis 4,08. Die negativ getesteten Proben wiesen eine pH-Wert-Verteilung von 3,71 bis 4,39 auf. Nach ARNOTT et al. (1974) lag die Staphylokokkennachweisrate in 152 Joghurtproben bei 26,7 %, koagulasepositive Staphylokokken wurden dabei aus 2,0 % isoliert.

Die Kontaminationsrate fermentierter Milcherzeugnisse mit *B. cereus* wurde in mehreren Studien überprüft. Die ermittelte Prävalenz reichte von 0 % (AHMED et al. 1983; MOLSKA et al. 2003) bis zu 50 % (WONG et al. 1988; RANGASAMY et al. 1993; OMBUI und NDUHIU 2005). Für 26 verschiedene Rohmilchprodukte, Butter, Buttermilch, Joghurt, süße und saure Sahne, konnte COENEN (2000) in 96,2 % (n = 25) den Nachweis erbringen. Ein ausführlicher Überblick über die Untersuchungsergebnisse bezüglich des Vorkommens von *B. cereus* in fermentierten Milchprodukten ist Tabelle 19 zu entnehmen.

Tab. 19: Vorkommen von *B. cereus* in fermentierten Milchprodukten

Probenart	Land	Probenzahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Joghurt	USA	50	0 (0)	-	AHMED et al. (1983)
Ferm. Milch	China	24	4 (17)	$10^1 - 10^2$	WONG et al. (1988)
Joghurt	Australien	15	3 (20)* 4 (26,7)~	$10^1 - 10^2$	RANGASAMY et al. (1993)
Rohmilchprodukte [^]	Deutschland	26	25 (96,2)	k. A.	COENEN (2000)
Joghurt	Polen	92	0 (0)	-	MOLSKA et al. (2003)
Joghurt	Kenia	10	4 (40)	k. A.	OMBUI und NDUHIU (2005)
Ferm. Milchprodukte		8	4 (50)	k. A.	

* Nachweisrate auf Kim und Göpfert-Agar (KG-Agar), ~ Nachweisrate auf PEMBA-Agar, ^ Butter, Buttermilch, Joghurt, süße und saure Sahne

Bei den Literaturangaben zu *E. coli* O157:H7 in fermentierten Milchprodukten handelt es sich zum überwiegenden Teil um Tenazitätsstudien. So verdeutlichen MASSA et al. (1997), dass es bei einer Lagerungstemperatur von 4 °C nur zu einer langsamen Reduktion der Keimzahlen in Joghurt kommt. Nach sieben Tagen hatte sich der Gehalt bei einer Ausgangskeimzahl von etwa $3,0 \times 10^3$ KbE/ml um eine Zehnerpotenz und bei einer initialen Kontaminationsdosis von 1,2 bzw. $2,4 \times 10^7$ KbE/ml um etwa zwei Zehnerpotenzen vermindert. DINEEN et al. (1998) konnten den Erreger nach der Beimpfung mit 10^3 KbE/ml und Lagerung bei 4 °C in Joghurt noch 12 Tage, in Sauerrahm noch 28 Tage und in Buttermilch noch 35 Tage nachweisen. Die Untersu-

chungen von HSIN-Yi und CHOU (2001) bestätigen die oben erwähnte Anpassungsfähigkeit von *E. coli* O157:H7 an ein saures Milieu. Demnach ist für diese Bakteriengattung ein längeres Überleben in Joghurtprodukten mit einem pH-Wert von 3,6 bis 3,9 durchaus möglich.

Für das Vorkommen von *E. coli* in 177 Buttermilch- bzw. 202 Sauerrahmproben ermittelten OTTE et al. (1979) eine Kontaminationsrate von 3 % bzw. 0,5 %.

Für die Nachweisrate **coliformer Keime** in fermentierten Milchprodukten existieren in der Literatur unterschiedliche Angaben (siehe Tabelle 20). Im Verlauf ihrer Studie zur Beschaffenheit von Buttermilch stellten VASAVADA und WHITE (1979) bei einer Lagerungstemperatur von 7 °C innerhalb von sieben Tagen eine Coliformenreduktion für 50 % des Untersuchungsmaterials fest.

Tab. 20: Vorkommen von coliformer Keimen in fermentierten Milchprodukten

Probenart	Land	Probenzahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Joghurt	Kanada	152	21 (13,8)	bis $1,1 \times 10^2$	ARNOTT et al. (1974)
Saure Sahne	Deutschland	202	30 (15,0)	k. A.	OTTE et al. (1979)
Buttermilch		177	20 (11,0)	k. A.	
Buttermilch	USA	8	7 (87,5)	k. A.	VASAVADA und WHITE (1979)
Joghurt	Spanien	6	0 (0)	-	LOPEZ et al. (1993)
Joghurt	Ägypten	60	20 (33,3)	$10^1 - 10^3$	EL-GHANI et al. (1998)
Sauermilchprodukte	Österreich	27*	k. A.	$18,5 \% > 10^2$	ZANGERL et al. (1999)
		17~	k. A.	$70,6 \% > 10^2$	
Joghurt	Österreich	39	k. A.	$100 \% < 10^2$	PFLEGER (2002)
Joghurt	Polen	96	3 (3,0)	k. A.	MOLSKA et al. (2003)

* aus pasteurisierter Milch, ~ aus roher Milch, k. A. = keine Angabe

Auch für die Nachweisraten von **Hefen** und **Schimmelpilzen** in fermentierten Milcherzeugnissen liegen in der Literatur stark variierende Angaben vor (siehe Tabelle 21). Die Kontamination von Sauermilchprodukten aus Rohmilch liegt nach ZANGERL et al. (1999) höher als in den Erzeugnissen aus erhitzter Milch.

Tab. 21: Vorkommen von Hefen und Schimmelpilzen in fermentierten Milchprodukten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen				
Joghurt	Kanada	152	53 (34,9)	8,6 % 10^2 - 10^3 H	ARNOTT et al. (1974)				
			55 (36,2)	26,3 % $> 10^3$ H					
				18,4 % $\leq 10^1$ SP					
				17,8 % $> 10^1$ SP					
Buttermilch Saure Sahne	Deutschland	175 198	k. A.	$3,0 \times 10^{1\#}$	OTTE et al. (1979)				
			k. A.	$3,6 \times 10^{1\#}$					
Joghurt*	Australien	128	102 (80,0)	35 % 10^1 - 10^3 30 % 10^3 - 10^4 15 % 10^4 - 10^5	SURIYARACHCHI und FLEET (1981)				
			Joghurt	Spanien		6	0 (0)	-	LOPEZ et al. (1993)
			Sauermilchprodukte aus roher Milch erhitzter Milch	Österreich		17 27	k. A.	23,5 % $< 10^2$ H	ZANGERL et al. (1999)
k. A.	88,2 % $< 10^2$ SP								
	51,9 % $< 10^2$ H 92,6 % $< 10^2$ SP								
Joghurt	Österreich	39	k. A.	100 % $< 10^2$	PFLEGER (2002)				
Joghurt	Polen	92	14 (15)	100 % 10^1 - 10^3	MOLSKA et al. (2003)				

geometrisches Mittel, * Untersuchung nur auf Hefen, H = Hefen, SP = Schimmelpilze, k. A. = keine Angabe

Für die **Gesamtkeimzahl** in 92 Joghurtproben ermittelten MOLSKA et al. (2003) Werte zwischen $1,0 \times 10^7$ bis $1,0 \times 10^9$ KbE/g. OTTE et al. (1979) bestimmten in 202 Sauerrahm- bzw. in 177 Buttermilchproben einen Mittelwert für die Gesamtkeime von $3,5 \times 10^6$ KbE/g bzw. $4,9 \times 10^5$ KbE/g. Nach VASAVADA und WHITE (1979) sank die mittlere Ausgangskeimzahl von $5,0 \times 10^6$ KbE/g in acht Proben Buttermilch innerhalb von sieben Tagen bei einer Lagerungstemperatur von 7 °C auf $3,0 \times 10^6$ KbE/g.

2.5.2.4 Gereifte Käsesorten

Epidemiologische Studien zeigen, dass gereifter Käse nicht selten der Auslöser für Lebensmittelinfektionen, vor allem für Listeriosen und Salmonellosen, ist. Dies betrifft überwiegend Rohmilchkäse. Aber auch Käsesorten, aus pasteurisierter Milch, sind an den Ausbrüchen beteiligt. Einen Überblick über die dokumentierten Lebensmittelinfektionen durch den Konsum von gereiften Käseerzeugnissen gibt Tabelle 22.

Tab. 22: Lebensmittelinfektionen/-intoxikationen durch gereifte Käse

Probenart	Jahr	Land	Fälle	Referenzen
Listeriose				
Weichkäseprodukt	1987	Großbritannien	1	BANNISTER (1987)
mexikan. Weichkäse	1985	USA	142	LINNAN et al. (1988)
Vacherin Mont d`Or (Rohmilch/past. Milch)	1983-1987	Schweiz	122	nach DE BUYSER et al. (2001)
Weichkäse	1986	England	k. A.	
Camembert	1986	Belgien	k. A.	
Camembert	1989	Luxemburg	2	
Brie de Meaux (Rohmilch)	1995	Frankreich	36	
Livarot, Pont-L`évêque (Rohmilch)	1997	Frankreich	14	
Salmonellose				
Mont d`Or (Rohmilch)	1995	Frankreich	25	VAILLANT et al. (1996)
Weichkäse (Rohmilch)	1994	Kanada	82	ELLIS et al. (1998)
Vacherin Mont d`Or (Rohmilch)	1985	Schweiz	215	nach DE BUYSER et al. (2001)
Weichkäse (Rohmilch)	1989	England/Wales	42	
Mont d`Or (Rohmilch)	1996	Frankreich	14	
Morbier (Rohmilch)	1997	Frankreich	113	
Staphylokokkenintoxikation				
„Kuhmilchkäse“	1951-1990	England/Wales	628	nach GILMOUR und HARVEY (1990)
Rohmilchkäse	1998	Deutschland	30	RKI (1999b)
E. coli				
Brie und Camembert*	1983	USA	170	nach NOOITGEDAGT und HARTOG
	1983	Dänemark	k. A.	(1988)
	1983	Niederlande	69	
ETEC O27:H20	1983	Schweden	66	
Brie/Camembert	1971	USA	387	nach D`Aoust (1989)
	1983		169	

* Käse immer aus der gleichen Herstellung in den USA, in die anderen Länder exportiert, k. A. = keine Angabe

Viele Autoren beschäftigten sich mit dem Nachweis von *L. monocytogenes* in Käseproben. Die Prävalenz schwankte dabei zwischen 0 % und 65,0 % (siehe Tabelle 23). Verschiedene Analysen belegen, dass die Nachweisrate von *L. monocytogenes* in Rohmilchkäse höher liegt als in Käse, der aus erhitzter Milch hergestellt worden ist (BECKERS et al. 1987; EPPERT et al. 1995; LONCAREVIC et al. 1995). Demgegenüber stehen die Untersuchungsergebnisse von BREER und SCHOPFER (1988), die ein Gleichgewicht in der Prävalenz fanden (13,9 % in Rohmilchkäse und 12,2 % in Käse aus pasteurisierter Milch).

Nach RYSER und MARTH (1987) ist *L. monocytogenes* noch bei 6 °C in der Lage, sich in Camembert zu vermehren. In Weich- bzw. Schnittkäse, der bei 4 °C gelagert wird, ist es dieser Bakteriengattung möglich, länger als zwölf Monate zu überleben (FARBER et al. 1987).

Tab. 23: Vorkommen von *L. monocytogenes* in gereiften Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Weichkäse	Deutschland	319	11 (3,4)	k. A.	TERPLAN et al. (1986)
halbf. Schnittkäse		160	6 (3,8)		
Schnittkäse		113	0 (0)		
Sauermilchkäse		11	0 (0)		
Weichkäse aus pasteurisierter Milch	Niederlande	36	0 (0)	10 ³ – 10 ⁶	BECKERS et al. (1987)
Rohmilch		14	9 (65)		
Weichkäse und halbf. Schnittkäse	Kanada	374	2 (0,5)	k. A.	FARBER et al. (1987)
Weichkäse	Großbritannien	222	22 (10)	< 10 ² bis 10 ⁵	PINI und GILBERT (1988)
Weichkäse	Deutschland	307	8 (2,6)	k. A.	WEBER et al. (1988)
halbf. Schnittkäse		144	19 (13,2)		
Schnittkäse		22	0 (0)		
Weichkäse (gereift)	Großbritannien	769	63 (8,2)	< 5,0 x 10 ² bis 10 ⁵	GREENWOOD et al. (1991)
Weichkäse (ungereift)			4 (1,1)		
		366			
„cebrero cheese“⁽¹⁾	Spanien	49	1 (2,0)	k. A.	QUINTO et al. (1994)
Weichkäse	Deutschland	32 ^{# 2)}	10 (31,2)	k. A.	EPPERT et al. (1995)
		5 ^{· 2)}	0 (0)		
		32 ^{+ 2)}	1 (3,1)		
		20 ^{# 3)}	0 (0)		
		2 ^{+ 3)}	0 (0)		
Weichkäse/ Schnittkäse	Schweden	31 [#]	13 (42)	< 10 ² bis 10 ⁵	LONCAREVIC et al. (1995)
		302 ⁺	7 (2)		
Käse	Spanien	120	0 (0)	-	MENENDEZ et al. (1997)
Weichkäse	Brasilien	53	3 (5,7)	k. A.	DA SILVA et al. (1998)
Schnittkäse	Deutschland	k. A.	12 [#]	k. A.	RIEMELT und
Weichkäse		k. A.	2 [#]	k. A.	BARTEL (2002)
Weichkäse[#]	Deutschland	198 ⁴⁾	2 (1,01)	k. A.	HARTUNG (2006)
		14 ⁵⁾	0 (0)		

k. A. = keine Angabe, ¹⁾ „mixed milk“ (1:2 – Rohmilch:erhitzte Milch), ²⁾ aus Frankreich, ³⁾ aus Deutschland, ⁴⁾ Planproben, ⁵⁾ Anlassproben, * 34 Proben waren Phosphatase positiv, ~ 31 % der Proben waren Phosphatase positiv, ° 18 Proben aus roher, 8 aus pasteurisierter Milch, Rest k. A.; # aus Rohmilch, + aus pasteur. Milch, ° aus thermisierter Milch

Verschiedene Autoren untersuchten das Vorkommen von **Salmonella spp.** in Käseproben (siehe Tabelle 24). Dabei verliefen nur die Untersuchungen von RIEMELT und BARTEL (2002) in einem Weichkäse aus der Direktvermarktung bei insgesamt 411 verschiedenen untersuchten Milchprodukten mit positivem Ergebnis.

Tab. 24: Vorkommen von *Salmonella* spp. in gereiften Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Referenzen
Brie/Camembert	Niederlande	92/89	0 (0)/0 (0)	NOOITGEDAGT und HARTOG (1988)
Weichkäse	Deutschland	64*	0 (0)	RICHTER et al. (2000)
Weichkäse	Deutschland	k. A.	1	RIEMELT und BARTEL (2002)

* aus roher und aus pasteurisierter Milch, k. A. = keine Angabe

Um den Nachweis von *C. jejuni* in Käse bemühten sich WHYTE et al. (2004). Die Untersuchungen an 66 Rohmilchkäseproben aus dem Einzelhandel verliefen mit einem negativen Ergebnis. Auch die Erhebungen der deutschen Bundesländer im Rahmen der Zoonoserichtlinie konnten in 159 Weichkäseproben aus roher Milch diesen Erreger nicht nachweisen (HARTUNG 2006).

Durch ihre Fähigkeit, Enterotoxine zu produzieren, nehmen Staphylokokken in ihrer Bedeutung als kausales Agens von Lebensmittelintoxikationen eine nicht zu vernachlässigende Stellung ein. Ersichtlich wird dies auch durch die Vielzahl an Untersuchungen, die sich mit dem Nachweis von koagulasepositiven Staphylokokken in gereiften Käsesorten beschäftigen. In verschiedenen Weichkäseproben liegt die Nachweisrate für *S. aureus* bei 0,3 bis 36,8 %, im ähnlichen Bereich verteilen sich die Ergebnisse für Schnittkäse (siehe Tabelle 25). Auch Produkte aus der biologischen Erzeugung wurden geprüft. So übertrafen 27,1 % der 75 von ZANGERL et al. (2000) untersuchten gereiften Rohmilchkäse den Grenzwert für *S. aureus* von $1,0 \times 10^4$ KbE/g. In zwei dieser Käse wurde das Enzym Tnase nachgewiesen. Das Vorhandensein von Enterotoxinen konnte in keiner Probe bestätigt werden. Tabelle 25 zeigt Ergebnisse verschiedener Studien über die Prävalenz von *S. aureus* in Käse.

Tab. 25: Vorkommen von *S. aureus* in gereiften Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Schnittkäse	Deutschland	36	k. A.	$10^2 - 10^3$	SINELL und MENTZ (1971)
halbf. Schnittkäse		26	k. A.	$10^2 - 10^3$	
Weichkäse		100	k. A.	$10^2 - 10^3$	
Sauermilchkäse		4	0 (0)	-	
Brie	Niederlande	92	1 (1,1)	R $3,3 \times 10^3$ K $5,0 \times 10^3$	NOOITGEDAGT und HARTOG (1988)
Camembert		89	3 (3,4)	R $10^4 - 10^5$ K $\leq 10^2 - 10^5$	
Schnittkäse	Österreich	76	8 (10,5)	$10^1 - 10^5$	ASPERGER (1991)
halbf. Schnittkäse		58	10 (17,2)	$10^1 - 10^5$	
Weißschimmelkäse		116	9 (7,8)	$10^1 - 10^5$	
Käse	USA	50	0 (0)	-	BOWEN und HENNING (1994)
cebrero cheese¹⁾	Spanien	19	7 (36,8)	$> 10^3$	QUINTO et al. (1994)
Weichkäse	Italien	36	3 [~] (8,3)	$2,7 \times 10^{3\#}$	DE LUCA et al. (1997)
halbf. Schnittkäse		53	10 [~] (18,9)		
Gereifte Käse*	Österreich	75	k. A.	$27 \%^+ > 10^4$	ZANGERL et al. (2000)
Schnittkäse	Österreich	68*	k. A.	$25 \% < 10^3$ $29 \% 10^3 - 10^5$ $17 \% > 10^5$	PFLEGER (2002)
Sauermilchkäse	Deutschland	k. A.	1	k. A.	RIEMELT und BARTEL (2002)
Weichkäse		k. A.	4 [*]	k. A.	
Schnittkäse		k. A.	6 [^]	k. A.	

¹⁾ „mixed milk“ (1:2 – Rohmilch:erhitzte Milch), [~] koagulase- und thermonukleasepositiv, ⁺ zwei Proben TNase-positiv, alle enterotoxinnegativ, * aus Rohmilch, ^ drei Weichkäse aus Rohmilch, #geometrisches Mittel, k. A. = keine Angabe, R = Rinde, K = Kern

Nur von wenigen Autoren wurde der Nachweis von *B. cereus* in Weichkäseprodukten dokumentiert. Die Prävalenzrate reichte dabei von 1,1 % bis 69 %. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse findet sich in Tabelle 26.

Tab. 26: Vorkommen von *B. cereus* in gereiften Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
„queso blanco“	Venezuela	29	20 (69)	10^5 bis 10^7	ARISPE und WESTHOFF (1984)
Brie[#]	Niederlande	92	1 (1,1)	10^3 bis 10^4	NOOITGEDAGT und HARTOG (1988)
Camembert[#]		89	4 (4,5)	10^3 bis 10^4	
Weichkäse*	Niederlande	53	1 (2)	10^2 bis 10^3	VAN NETTEN et al. (1990)

[#] aus Deutschland und Frankreich importiert, * aus Rohmilch

Die Untersuchungen zum Nachweis für *E. coli* liefern sehr unterschiedliche Ergebnisse. Die Prävalenzrate in gereiften Käseproben schwankt nach den Literaturangaben zwischen 0 und 92,6 %. Eine kurze Übersicht verschafft Tabelle 27; die ausführliche Auflistung der Resultate ist in Tabelle A3 im Anhang zu finden.

Auf Grund der fortschreitenden Problematik und der schweren Krankheitsbilder (HC, HUS, TTP) lebensmittelbedingter Infektionen mit enterotoxischen *E. coli* werden immer mehr *E. coli*-Stämme auch auf ihr Toxinbildungsvermögen hin bzw. auf ihre Zugehörigkeit zur Untergruppe

O157:H7 getestet. Der **Enterotoxinnachweis** verschiedener aus Käse isolierter *E. coli* gelang FRANK und MARTH (1978), GLATZ und BRUDVIG (1980), KNAPPSTEIN (1996) sowie QUINTO und CEPEDA (1997) jedoch nicht. AURELI et al. (1992) dagegen fanden bei 65 aus italienischen Weichkäseproben isolierten Stämmen in 23,1 % des Untersuchungsmaterials (n = 15) hitzelabiles Enterotoxin. Eine Subtypisierung der Isolate aus eigenen Untersuchungen auf die Zugehörigkeit zur Gattung **EHEC O157:H7** gelang verschiedenen Autoren nicht (BOWEN und HENNING 1994; KNAPPSTEIN et al. 1996; ANSAY und KASPAR 1997).

FANTASIA et al. (1975) konnten bei ihren Versuchen mit Weichkäse zeigen, dass die Konzentration von *E. coli* während der Lagerung ansteigt. Dabei spielte die Ausgangskontamination keine entscheidende Rolle. Proben, die bei Raumtemperatur gelagert worden waren, wiesen nach zehn Tagen einen Gehalt von mehr als $1,0 \times 10^5$ KbE/g auf, und die Käse, die bei 4 °C über den gleichen Zeitraum aufbewahrt worden waren, enthielten mehr als $1,0 \times 10^3$ KbE/g. FRANK et al. (1977) fanden bei ihrer Tenazitätsstudie zu *E. coli* während der Camembertproduktion heraus, dass ETEC- und EIEC-Serovare zwischen 7 und 12 °C maximal eineinhalb Monate überleben können.

Der hohe Wassergehalt und der im Verlauf der Reifung steigende pH-Wert von Weichkäse bieten für die Vermehrung von *E. coli* im Vergleich zu anderen Milcherzeugnissen besonders günstige Bedingungen (SPAHR und URL 1994). Schon geringe Keimgehalte in der Anlieferungsmilch können sich bei der Erzeugung von Rohmilchweichkäse bereits in den ersten Produktionszyklen stark vermehren (FRANK et al. 1977). Nach Informationen von SPILLMANN und SCHMIDT-LORENZ (1986) ist beim Herstellungsprozess von Weichkäse aus pasteurisierter Milch in allen Phasen eine Rekontamination mit *E. coli* möglich.

Tab. 27: Vorkommen von *E. coli* in gereiften Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Weichkäse	USA	2000	>10 %	bis zu $3,0 \times 10^7$	FANTASIA et al. (1975)
Weichkäse	USA	25	0 (0)	-	FRANK und MARTH (1978)
halb. Schnittkäse		81	0 (0)	-	-
Käse	USA	78	22 (28)	k. A.	GLATZ und BRUDVIG (1980)
„queso blanco“	Venezuela	24	23 (92,6)	10^4 bis 10^7	ARISPE und WESTHOFF (1984)
Brie	Niederlande	90 K	64 (29)	$10^2 - 10^6$	NOOITGEDAGT und HARTOG (1988)
		92 R	29 (32)	$10^2 - 10^6$	
Camembert		85 K	17 (21)	$10^2 - 10^6$	
		86 R	20 (23)	$10^2 - 10^6$	
Weichkäse	Italien	397	349 (88)*	111 (28 %) $>10^1$	AURELI et al. (1992)
Käse	USA	50	1 (2,0) [^]	k. A.	BOWEN und HENNING (1994)
cebrero cheese	Spanien				QUINTO et al. (1994)
„mixed milk“ ¹⁾		19	12 (63,2)	11 (57,9 %) $>10^3$	
roher Milch		30	18 (60,0)	16 (53,3 %) $>10^3$	
Weichkäse aus					EPPERT et al. (1995)
roher Milch	Frankreich	32	29 (90,6)	$10^1 - 10^7$	
therm. Milch		5	3 (60,0)	$10^1 - 10^4$	
pasteur. Milch		32	6 (18,7)	$10^1 - 10^6$	
roher Milch	Deutschland	20	16 (80,0)	$10^1 - 10^7$	
pasteur. Milch		2	0 (0)	-	
Weichkäse aus	Deutschland				KNAPPSTEIN et al. (1996)
roher Milch		156	150	$10^4 - \geq 10^5$	
pasteur. Milch		96	(96,2) [^] 39 (40,6)	$10^2 - \geq 10^3$	
Weichkäse und halb. Schnittkäse	USA	19	11 (58) [^]	k. A.	ANSAY und KASPAR (1997)
Rohmilchkäse ²⁾	Deutschland	202	1 VTEC (0,5)	-	HECKÖTTER et al. (1997)
Weichkäse aus	Spanien				QUINTO und CEPEDA
pasteur. Milch		75	0 (0)	-	(1997)
roher Milch		221	3 (1,4) [~]	k. A.	
Rohmilchkäse	Österreich	75	k. A.	17 % $> 10^5$	ZANGERL et al. (2000)
Weichkäse	Argentinien	114	1 (0,9) ^x	-	GOMEZ et al. (2002)
Schnittkäse aus	Österreich				PFLEGER (2002)
pasteur. Milch		24	1 (4,2)	$0,3 \times 10^1$	
roher Milch		130	k. A.	18 (14 %) $> 10^5$	
Weichkäse aus	Deutschland				k. A.
roher Milch		51	1 (1,96)	HARTUNG (2006)	

¹⁾ „mixed milk“ (1:2 – Rohmilch:erhitzte Milch), ²⁾ mikrobiologische, molekularbiologische und immunologische Nachweisverfahren, k. A. = keine Angabe, ° keiner der 136 isolierten Stämme war fähig Enterotoxine zu bilden, * 65 Stämme isoliert: keiner war fähig hitzestabiles Enterotoxin oder Verotoxin zu bilden, 15 (23,1 %) bildeten hitzelabiles Toxin, ^ kein EHEC O157:H7 nachgewiesen, ~ 3 toxinbildende Stämme isoliert, je ein entero-, vero- und necrotischer Stamm, x PCR-Nachweis shigatoxin-bildender Stämme

In zahlreichen Studien wurde das Vorkommen von **coliformen Keimen** in verschiedenen Käseerzeugnissen überprüft (vollständige Dokumentation der Ergebnisse im Anhang in Tabelle A4). Die Ergebnisse verdeutlichen, dass zwischen Käsen, die aus pasteurisierter bzw. roher Milch hergestellt worden sind, nur geringe Unterschiede hinsichtlich der positiven Probenzahl bestehen. Die Nachweisrate reicht dabei von 16,2 bis 100 %. In Bezug auf die Höhe der Kontaminationsdosis beweisen die Resultate für Rohmilchkäse eine stärkere Belastung mit Coliformen (siehe Tabelle 28).

Tab. 28: Vorkommen von coliformen Keimen in gereiften Käsesorten

Probenart	Land	Probenzahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Weichkäse	Kanada	188	69 (36,7)	$10^1 - \geq 10^3$	COLLINS-THOMPSON et al. (1977)
halb. Schnittkäse		227	85 (37,4)	$10^1 - \geq 10^3$	
„queso blanco“	Venezuela	25	23 (92,6)	10^4 bis 10^7	ARISPE und WESTHOFF (1984)
Käse	USA	50	24 (48)	10^1 bis 10^3	BOWEN und HENNING (1994)
Weichkäse aus roher Milch	Frankreich	32	32 (100)	$10^2 - \geq 10^7$	EPPERT et al. (1995)
therm. Milch		5	5 (100)	$10^2 - \geq 10^7$	
past. Milch		32	29 (90,6)	$10^1 - \geq 10^7$	
roher Milch	Deutschland	20	18 (90)	$10^1 - \geq 10^7$	
past. Milch		2	1 (50)	$10^5 - 10^6$	
Weichkäse aus past. Milch	Deutschland	96	72 (75)	$10^1 - \geq 10^5$	KNAPPSTEIN et al. (1996)
roher Milch		156	153 (98)	$10^1 - \geq 10^5$	
Rohmilchkäse	Österreich	75	k. A.	$15,7 \% > 10^6$	ZANGERL et al. (2000)

k. A. = keine Angabe

Hefen zählen bei der Produktion von verschiedenen Käsesorten aus pasteurisierter Milch zur natürlichen Kontaminationsflora. Ihre Keimzahl kann bei Lagerungstemperaturen von 10 bzw. 25 °C bis zu 10^6 bzw. 10^8 KbE/g ansteigen (ROOSTITA und FLEET 1996). Verschiedene Autoren dokumentieren den Nachweis von Hefen in Käseproben. Dabei schwanken, wie in Tabelle 29 zusammengefasst, die ermittelten Gehalte von 10^3 bis 10^9 KbE/g.

Tab. 29: Vorkommen von Hefen in gereiften Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
halb. Schnittkäse Weichkäse	Japan ¹⁾	6	4 (66,7)*	$> 10^5 - 10^8$	NAKASE und KOMAGATA (1977)
„queso blanco“	Venezuela	66	55 (83)	$10^3 - 10^6$	ARISPE und WESTHOFF (1984)
Brie	Niederlande ²⁾	80 K	58 (73)	$10^3 - \geq 10^7$	NOOITGEDAGT und HARTOG (1988)
		90 R	77 (84)	$10^3 - \geq 10^7$	
Camembert		85 K	65 (77)	$10^3 - \geq 10^7$	
		86 R	72 (84)	$10^3 - \geq 10^7$	
cebrero cheese ³⁾	Spanien	19	19 (100)	$10^3 - 10^9$ $4,0 \times 10^7$ [#]	QUINTO et al. (1994)
Camembert	Australien	85	85 (100)	$< 10^3 - > 10^7$	ROOSTITA und FLEET (1996)

¹⁾ aus Europa und Nordamerika importiert, auch Schaf- und Ziegenkäse dabei, ²⁾ aus Frankreich und Deutschland importiert, ³⁾ „mixed milk“ (1:2 – Rohmilch:erhitzte Milch), * Nachweisgrenze bei $1,0 \times 10^5$ KbE/g, # Mittelwert, R = Rinde, K = Kern

NOOITGEDAGT und HARTOG (1988) untersuchten die 92 Brie- und 89 Camembertproben neben dem Hefengehalt auch auf das Vorkommen von **Schimmelpilzen**. Dabei wurden in 85 % des Probenmaterials in der Rinde mehr als 10^5 KbE/g nachgewiesen. Die 66 „queso blanco“ Weichkäse, die ARISPE und WESTHOFF (1984) untersuchten, enthielten in 52 % der Proben Schimmelpilze zwischen $1,0 \times 10^3$ und $7,0 \times 10^5$ KbE/g.

Wenige Studien befassen sich mit der Bestimmung der **Gesamtkeimzahl** in Käse. In Spanien untersuchten QUINTO et al. (1994) 19 Cebrerokäse aus gemischter Milch (1 Teil Rohmilch und 2 Teile erhitzte Milch). Der Mittelwert der dabei bestimmten aeroben Gesamtkeimzahl lag bei 10^9 KbE/g. Die sechs Schnitt- und drei Weichkäseproben, die NAKASE und KOMAGATA (1977) analysierten, enthielten zwischen $6,1 \times 10^6$ und $2,6 \times 10^9$ KbE/g aerobe Gesamtkeime.

2.5.2.5 Ungereifte Käsesorten

Auch ungereifte Käse können an den Ausbrüchen von Lebensmittelinfektionen beteiligt sein. VILLAR et al. (1999) berichten von einer Salmonellose den USA aus dem Jahr 1997 nach dem Verzehr eines mexikanischen „queso fresco“ aus Rohmilch mit 54 Erkrankten.

L. monocytogenes konnten PAK et al. (2002) aus Frischkäse während ihrer Studie verschiedener Milchprodukten (n = 3722) nicht isolieren. Sie zeigten aber auch, dass die höchste Gefahr für eine Kontamination in den Betriebsstätten während die Käsereifung liegt. In der Literatur sind verschiedene Untersuchungen zum Vorkommen von *L. monocytogenes* in ungereiften Käseproben dokumentiert. Die Nachweisrate schwankte zwischen 0 und 41,2 % (siehe Tabelle 30).

Tab. 30: Vorkommen von *L. monocytogenes* in ungeriebenen Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Frischkäse	Deutschland	21	2 (9,5)	k. A.	WEBER et al. (1988)
„Minas frescal“	Brasilien	20	2 (10)	k. A.	DESTRO et al. (1991)
Quark	Spanien	27	0 (0)	-	MENENDEZ et al. (1997)
„Minas frescal“ ¹⁾	Brasilien	17	7 (41,2)	k. A.	DA SILVA et al. (1998)
„Minas frescal“ ²⁾ /Ricotta		33	1 (3,0)		
Frischkäse [#]	Deutschland	35	0 (0)	k. A.	COENEN (2000)
Frischkäse	Schweiz	k. A.*	0 (0)	-	PAK et al. (2002)
Frischkäse	Deutschland	k. A.	3 ⁺	k. A.	RIEMELT und BARTEL (2002)

¹⁾ „homemade“, ²⁾ Fabrikproduktion, k. A. = keine Angabe, * insgesamt 3722 Milchprodukte untersucht, # aus Rohmilch, + 1 Probe aus Rohmilch

Der qualitative Nachweis von *Salmonella* spp. bzw. *C. jejuni* in 35 Rohmilchfrischkäseproben gelang COENEN (2000) nicht.

Die Untersuchungsergebnisse zum Vorkommen von *S. aureus* in ungeriebenen Käseproben sind in Tabelle 31 zusammengefasst. Mit Bezug auf die Veröffentlichung von BOOTH (1995), der *S. aureus* als den häufigsten Erreger klinischer und subklinischer Mastitiden beschreibt, erklären die Autoren die Konzentration dieses Bakteriums in den Produkten sowohl mit der Verarbeitung von Mastitismilch als auch mit einer verlangsamten Säuerung.

Tab. 31: Vorkommen von *S. aureus* in ungeriebenen Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Frischkäse	Deutschland	11	0 (0)	-	SINELL und MENTZ (1971)
„queso blanco“	Venezuela	54	54 (100)	10 ² bis 10 ⁶	ARISPE und WESTHOFF (1984)
Frischkäse	Österreich	56	0 (0)	-	ASPERGER (1991)
Frischkäse	Österreich	227*	k. A.	24 % > 10 ³ 7 % > 10 ⁵	ZANGERL und GINZINGER (1996)
Frischkäse [~]	Deutschland	35	8 (22,8)	20 % > 10 ² 9,6 x 10 ^{-4#}	COENEN (2000)
Unger. Käse [~]	Österreich	95	k. A.	22 % > 10 ⁴ 5,2 % > 10 ⁶	ZANGERL et al. (2000)
Frischkäse*	Österreich	41	41 (100)	< 10 ³ - > 10 ⁴	PFLEGER (2002)

[~] aus roher Milch, # geometrisches Mittel, * aus roher und pasteurisierter Milch, k. A. = keine Angabe

Auch der Nachweis von *B. cereus* in ungeriebenen Käseproben ist mit einer Nachweisrate von 0 – 50 % in der Literatur dokumentiert (siehe Tabelle 32).

Tab. 32: Vorkommen von *B. cereus* in ungeriebenen Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Ricotta	Italien	96	48 (50)	10 ¹ – 10 ³	COSENTINO et al. (1997)
Streichkäse		45	12 (26,7)	10 ¹ – 10 ²	
Frischkäse*	Deutschland	35	0 (0)	-	COENEN (2000)

* aus roher Milch

Die Untersuchungsergebnisse verschiedener Studien zur Kontaminationsrate ungerEIFter Käse mit *E. coli* sind Tabelle 33 zu entnehmen. Für die 35 von CONENEN (2000) untersuchten Rohmilchfrischkäse wurde ein maximaler Wert für den *E. coli*-Gehalt von $1,1 \times 10^6$ KbE/g ermittelt.

Tab. 33: Vorkommen von *E. coli* in ungerEIFten Käsesorten

Probenart	Land	Proben-zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Speisequark	Deutschland	179	k. A. (0,5)	k. A.	OTTE et al. (1979)
Frischkäse	Österreich	227 ⁺	k. A.	86 % > 10 ⁴	ZANGERL und GINZINGER (1996)
Frischkäse [~]	Deutschland	35 [*]	30 (85,7)	1,2 x 10 ^{1#}	COENEN (2000)
Frischkäse	Österreich	41	18 (44)	10 ¹ < x ≤ 10 ²	PFLEGER (2002)

* 29 Proben auf VTEC untersucht, negatives Ergebnis, ⁺ aus roher und aus erhitzter Milch, [~] aus roher Milch [#] geometrisches Mittel, k. A. = keine Angabe

48,4 % der von ZANGERL et al. (2000) untersuchten ungerEIFten Rohmilchkäse aus ökologischer Erzeugung (n = 95) enthielten mehr als $1,0 \times 10^3$ KbE/g **coliforme Keime**. ZANGERL et al. (1999) führen hohe Gehalte an Coliformen und Hefen in Käseerzeugnissen aus roher Milch auf Fehler in der Reinigung und Entkeimung der Gerätschaften sowie auf eine nicht ausreichende Säuerungsaktivität der Starterkulturen zurück. COENEN (2000) wies in 31 (88,6 %) von 35 Rohmilchfrischkäseproben Coliforme nach. Für diese Untersuchungsergebnisse berechnete sich ein geometrischer Mittelwert von $1,2 \times 10^2$ KbE/g. Der höchste Wert für den Coliformengehalt lag bei $1,1 \times 10^6$ KbE/g. Bei den Untersuchungen von OTTE et al. (1979) wurde eine Prävalenz von 20 % in 179 Speisequarkproben ermittelt.

Verschiedene Arbeitsgruppen ermittelten die **Hefen-** und **Schimmelpilz**gehalte in unterschiedlichen ungerEIFten Käsesorten. Die Ergebnisse dieser Analysen sind in Tabelle 34 zusammengefasst. Erhöhte Hefengehalte begründet ZANGERL (1992) mit einer ungenügend kühlen Lagerung der Produkte.

Tab. 34: Vorkommen von Hefen und Schimmelpilzen in ungerEIFten Käsesorten

Probenart	Land	Proben-zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Speisquark	Deutschland	182	182 (100)	1,9 x 10 ^{3#}	OTTE et al. (1979)
Speisequark	Deutschland	288	4 (1,4) [~] 161 (57) [*]	k. A. k. A.	ENGEL (1986b)
Frischkäse ⁺	Österreich	227	k. A.	72 % > 10 ³ H 8 % > 10 ³ SP	ZANGERL und GINZINGER (1996)
<u>Rohmilchkäse</u>	<u>Österreich</u>	<u>95</u>	<u>k. A.</u>	<u>53,8 % > 10⁴ H</u> <u>4,3 % > 10⁴ SP</u>	ZANGERL et al. (2000)
Burrata	Italien	9	8 (88,9)	5,2 x 10 ^{4#}	MINERVINI et al. (2001)
Ricotta		6	2 (33,3)	2,2 x 10 ^{3#}	
Canestrato		9	9 (100)	1,1 x 10 ^{5#}	
Frischkäse aus	Österreich				PFLEGER (2002)
past. Milch		41	k. A.	≤ 1,8 x 10 ⁴	
roher Milch		7	k. A.	10 ² - 10 ^{3*} 10 ¹ - 10 ^{2~}	

geometrisches Mittel, * nur Hefen, ~ nur Schimmelpilze, + aus pasteurisierter und roher Milch, k. A. = keine Angabe, H = Hefen, SP = Schimmelpilze

Für die **Gesamtkeimzahl** in 179 Speisequarkproben ergab sich bei den Untersuchungen von OTTE et al. (1979) ein Mittelwert von $2,6 \times 10^6$ KbE/g.

2.5.2.6 Pasta-filata-Käse

Mozzarella wird von verschiedenen Autoren für die Infektion mit Salmonellen verantwortlich gemacht (siehe Tabelle 35).

Tab. 35: Salmonellosen durch den Verzehr von Pasta-filata-Käse

Lebensmittel	Jahr	Land	Fälle	Referenzen
Mozzarella	1981	USA	321	ALTEKRUSE et al. (1998)
Mozzarella	1981	Italien	> 100	nach DE BUYSER et al.(2001)
Mozzarella	1989	USA	164	

Einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse zum Vorkommen von *L. monocytogenes*, *S. aureus*, coliformen Keimen sowie Hefen und Schimmelpilzen in Pasta-filata-Käse verschafft Tabelle 36.

Tab. 36: Untersuchungsergebnisse zur mikrobiologischen Beschaffenheit von Pasta-filata-Käse

Probenart	Land	Probenzahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
<i>L. monocytogenes</i>					
Mozzarella [~]	Deutschland	69	1 (1,4)	-	TERPLAN et al. (1986)
<i>S. aureus</i>					
Pasta-filata „Mozzarella-type“	Österreich	33	0 (0)	-	ASPERGER (1991)
	Italien	12	3 (25,0)	$10^1 - 10^5$ $2,7 \times 10^{3*}$	DE LUCA et al. (1997)
coliforme Keime					
Mozzarella	Italien	15	15 (100)	$5,0 \times 10^{8\#}$	MASSA et al. (1992)
Hefen und Schimmelpilze					
Mozzarella	Italien	15	0 (0)	-	MASSA et al. (1992)
Mozzarella	Italien	16	9 (56,3)	$6,6 \times 10^{4*}$	MINERVINI et al. (2001)
Scamorza		21	14 (66,7)	$1,6 \times 10^{5*}$	

[~] nach internationaler Definition als „Frischkäse“ tituiert, * geometrisches Mittel, # nachgewiesener Höchstwert

3 Material und Methoden

3.1 Probennahme

Die Probennahme erfolgte sowohl im Einzelhandel (Lebensmitteleinzel-, Naturkostfachhandel, Reformhäuser sowie Wochenmärkte) in Sachsen und Bayern als auch bei sächsischen, thüringischen und niedersächsischen Direktvermarktern. Insgesamt wurde Untersuchungsmaterial von 101 Erzeugern ausgewertet.

Nach sofortiger Temperaturkontrolle (Lasermessgerät „MiniTemp FS“, Raytek®) wurden die Produkte bei + 6 °C sowohl transportiert (Kühlbox „cooly“, Waeco) als auch bis zur Untersuchung gelagert (Kühlschrank 200071, Liebherr). Der Probenansatz wurde innerhalb von 24 Stunden durchgeführt.

Zur Untersuchung kamen Vorzugsmilch, Milch-ab-Hof und verschiedene Milchprodukte wie Joghurt, saure und süße Sahne, Buttermilch, Butter, Crème fraîche, Speisequark, Schnitt-, Sauermilch-, Weich- und Pasta-filata-Käse sowohl aus ökologischer als auch aus konventioneller Herstellung (siehe Tabelle 37). Die Probennahme für rohe Milch erfolgte je Erzeuger mehrmals, wogegen die Beprobung der Milchprodukte eines Herstellers nur einmal durchgeführt wurde.

Die 226 Milcherzeugnisse und 15 Vorzugsmilchproben wurden am Ende ihres Mindesthaltbarkeits- bzw. ihres Verbrauchsdatums, im weiteren Verlauf auch als zweite Untersuchung bzw. als zweiter Untersuchungszeitpunkt tituiert, erneut der mikrobiologischen Untersuchung unterzogen. Aus Logistik- und Kapazitätsgründen wurden 255 Proben Vorzugsmilch aus konventioneller Produktion nur am Tag der Probennahme, in Folge auch erste Untersuchung bzw. erster Untersuchungszeitpunkt genannt, analysiert.

Tab. 37: Probenumfang

	aus konventioneller Produktion	aus ökologischer Produktion	Summe
Vorzugsmilch	256	14	270
Milch-ab-Hof	10	28	38
Butter			
mildgesäuerte Butter	12	1	13
Sauerrahmbutter	3	10	13
Süßrahmbutter	2	6	8
Süße Sahne	6	9	15
fermentierte Milcherzeugnisse			
saure Sahne	9	9	18
Joghurt	15	13	28
Crème fraîche	5	3	8
Buttermilch	6	5	11
Käse			
Weichkäse	6	6	12
Schnittkäse	11	11	22
Sauermilchkäse	4	4	8
Speisequark	12	12	24
Pasta-filata	4	4	8
Summe	361	135	496

3.2 Methoden

Für die Untersuchungen der Erzeugnisse wurden hauptsächlich Methoden aus der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 des LFGB (vormals § 35 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes (LMBG)) und des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) verwendet.

Die Bestimmung von *E. coli* in Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof erfolgte mittels eines akkreditierten institutsinternen Prüfverfahrens.

Der Nachweis von *C. jejuni* wurde in Anlehnung an die ISO-Norm 10272 durchgeführt.

Zur weiteren Differenzierung der kultivierten *B. cereus*-Stämme hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zur psychrotrophen Subspezies *B. weihenstephanensis* wurde ebenfalls eine PCR-Methode verwendet.

3.2.1 Sensorische Untersuchungen

Alle Proben wurden sowohl am Tag der Probennahme als auch am Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums einer sensorischen Beurteilung unterzogen. Dabei kam die Methode L 00.90-6 nach der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB (vormals § 35 LMBG) zur Anwendung. Für dieses einfach beschreibende Verfahren wurde eine objektive Beurteilung mit drei Prüfpersonen mit Schwerpunkt auf

1. Äußeres, Zustand und Art des Behältnisses (Verpackungsmaterial),
2. Aussehen (Farbe, Gefüge),
3. Konsistenz,
4. Geruch und Geschmack

durchgeführt.

3.2.2 Beurteilung der Kennzeichnung

Beim Erwerb der Milch-ab-Hof-Proben wurde kontrolliert, ob das nach § 8 MilchVO vorgeschriebene Hinweisschild an der Abgabestelle angebracht war.

Die Vollständigkeit der Kennzeichnung auf den Fertigpackungen der Vorzugsmilch wurde nach den Bestimmungen der Konsummilch-Kennzeichnungsverordnung, der Lebensmittelkennzeichnungsverordnung (LMKV), der Verordnung (EG) 853/2004, dem Eichgesetz, der Fertigpackungsverordnung (FertigpackVO) und der MilchVO sowie der Öko-Kennzeichnungs-Verordnung (ÖkoKennzV) geprüft.

Die Kennzeichnung der Milcherzeugnisse erfolgt vor allem auf Rechtsgrundlage der produktspezifischen Vorschriften wie der MilchErzVO, der ButterVO bzw. der Streichfett-Verordnung (EG) 2991/94 und der KäseVO. Ebenso gelten die allgemeinen Regelungen der LMKV, der VO (EG) 853/2004, des Eichgesetzes, der FertigpackVO, Zusatzstoff-ZulassungsVO und der ÖkoKennzV. Dabei sind folgende Elemente obligatorisch:

Vorzugsmilch in Fertigpackungen	Milcherzeugnisse
	Verkehrsbezeichnung
	Identitätskennzeichen
	Herkunft (Herstellername, -adresse)
	Art der Wärmebehandlung
	Füllmenge/Menge
	Fettgehalt
	Zutaten
	Öko-Kontrollstellennummer
Verbrauchsdatum/Lagerungshinweise	Mindesthaltbarkeitsdatum/„gekühlt“
-	Handelsklasse und Gütezeichen
Homogenisierung	-

3.2.2 Physikalisch-chemische Untersuchungen

3.2.2.1 Erhitzungsnachweis

Zum Nachweis des Rohmilchcharakters der untersuchten Vorzugsmilch- und Milch-ab-Hof-Proben wurde eine Prüfmethode nach C 13.3.2 der VDLUFA angewendet. Die Teststreifen „Phosphatesmo M1“ (Macherey-Nagel, 906 12) wurden mit der Flüssigkeit benetzt und anschließend eine Stunde lang im Brutschrank (Binder, BD-115) bei $36\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ temperiert. Im Anschluss erfolgte eine visuelle Beurteilung des Ergebnisses.

3.2.2.2 pH-Wert

In Anlehnung an die Methode C 5 des VDLUFA wurden die Milch und Milcherzeugnisse, außer Käse und Butter, vor Bestimmung des pH-Wertes durchmischt. Für alle untersuchten Proben ($n = 242$) wurde der pH-Wert mittels des Mikroprozessor Taschen-pH-mV-Messgerät pH 95, WTW bestimmt.

Bei den Käseproben wurden drei Werte an räumlich voneinander getrennten Stellen gemessen und daraus das arithmetische Mittel berechnet.

Nach Einschmelzen der Butter bei 65 °C im Wasserbad, fünfminütiger Zentrifugation (Hettich, Universal 16 R) und anschließendem Abkühlen wurde der pH-Wert im Serum entsprechend der Methode C 8.2 der VDLUFA ermittelt.

3.2.3 Mikrobiologische Untersuchungen

Für die allgemeine Probenbearbeitung wurden verschiedene Geräte verwendet: Präzisions-Labor-Waage (Sartorius, BP 1200), Lab-Blender Stomacher 400 (Seward, BA 7021), Kreischüttler (Janke und Kunkel, VF 2), Impfösendausglühautomat (Tecnomara, Rondoflame).

Die allgemeine Bestätigung verdächtiger Kolonien erfolgte mit Oxidase- (Merck, 1.13300) und Katalase-Teststäbchen (Merck, 1.11361). Für die Gramfärbungen kamen die Farben Carbol-Gentianaviolett-Lösung (Dr. K. Hollborn & Söhne, 4402A), Lugol-Lösung (Iod-Kalium-Lösung 1 %) (Merck, 1.09261) und Carbol-Fuchsin-Lösung (Dr. K. Hollborn & Söhne, 0203 I) zur An-

wendung. Die Waschung zwischen dem zweiten und dritten Färbeschritt wurde in Ethanol (vergällt; 96 %ig) (Bundesmonopolverwaltung für Branntwein, 641) vorgenommen.

3.2.3.1 Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof

Die Probenvorbereitung erfolgte nach der Methode L 01.00-1 der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB (vormals § 35 LMBG). Für die Erstverdünnung der Milchproben wurde nach der Durchmischung 1 ml steril entnommen und zu 9 ml Kochsalz-Pepton-Lösung (Natriumchlorid, Carl Roth, 9265, mit Pepton aus Casein, Merck, 1.07216) hinzu gegeben.

Auf Grund der räumlichen Distanz der verschiedenen Entnahmestellen mussten die Vorzugsmilchproben mit unterschiedlichen Schwerpunkten analysiert werden (siehe Tabelle 38).

Tab. 38: Verteilung der Vorzugsmilchproben nach Untersuchungsparametern

Mikrobiologische Parameter	Proben aus							
	konventioneller Produktion				ökologischer Produktion			
	Kauftag		Verbrauchsdatum		Kauftag		Verbrauchsdatum	
Untersuchungsort	L	H	L	H	L	H	L	H
Gesamtkeimzahl	1	189	1	5	14	-	14	-
Coliforme Keime	1	224	1	5	14	-	14	-
<i>E. coli</i>	1	20	1	-	14	-	14	-
EHEC O157:H7	1	0	1	-	14	-	14	-
<i>Salmonella</i> spp. (qualitativ)	1	192	1	-	14	-	14	-
<i>Salmonella</i> spp. (quantitativ)	1	-	1	-	14	-	14	-
<i>S. aureus</i>	1	197	1	-	14	-	14	-
<i>B. cereus</i>	1	192	1	-	14	-	14	-
<i>L. monocytogenes</i> (qualitativ)	1	197	1	-	14	-	14	-
<i>L. monocytogenes</i> (quantitativ)	1	98	1	-	14	-	14	-
<i>C. jejuni</i>	1	-	1	-	14	-	14	-
<i>Sc. agalactiae</i>	1	192	1	-	14	-	14	-
Hefen	1	-	1	-	14	-	14	-
Schimmelpilze	1	5	1	5	14	-	14	-

L = Leipzig, Institut für Lebensmittelhygiene, H = Hannover, Veterinärinstitut

Die kulturellen Verfahren, die bei der Rohmilchuntersuchung zur Anwendung kamen, sind in Tabelle 39 zusammengefasst.

Tab. 39: Übersicht über die kulturellen Methoden und Untersuchungsgänge für Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof

Untersuchungsziel	Methode	Untersuchungsgang
Gesamtkeimzahl aerob mesophile (Gussverfahren)	M 6.3.1	<u>Beschickung</u> von je 2 Petrischalen mit je 1 ml der Probe bzw. Verdünnungsstufe, <u>Vermischung</u> mit 10 - 12 ml des geschmolzenen und auf etwa 47 °C abgekühlten Plate-Count-Agar (Hefeextrakt-Trypton-Glucose-Agar, Merck, 1.05463) mit Magermilchzusatz (Oxoid, 60319) <u>Inkubation</u> : 30 °C ± 1 °C, 72 h ± 2 h
Coliforme Keime (Gussverfahren)	M 7.2.3	<u>Beschickung</u> von je 2 Petrischalen mit je 1 ml der Probe bzw. Verdünnungsstufe <u>Vermischung</u> mit 10 - 12 ml des geschmolzenen und auf etwa 45 °C abgekühlten Violet- Red-Bile-Agar (VRB-Agar) (Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Lactose-Agar, Sifin, TN 1149) <u>Überschichtung</u> des erstarrten Agars mit 4 ml des gleichen Nährbodens <u>Inkubation</u> : 30 °C ± 1 °C, 24 h ± 2 h
E. coli (Spätelverfahren)	P 02-05/2	<u>Ausstrich</u> : je 100 µl direkt bzw. aus Verdünnungsstufe auf je 2 Fluorocult® ECD-Agar-Platten (ECD-Agar) (E. coli Direct Agar, Merck, 1.04038) <u>Inkubation</u> : 44 °C, 18 h bis 24 h <u>Bestätigung</u> : mittels UV-Durchleuchtungstisch (Syngene) und KOVÁCS-Indolreagenz (Merck, 1.09293)
EHEC O157:H7 (qualitatives Verfahren)	In Anlehnung an BAM (FENG und WEAGANT 2002)	<u>Anreicherung</u> : 25 ml in 225 ml gepuffertes Peptonwasser (Sifin, TN 1137) <u>Inkubation</u> : 37 °C ± 1 °C, 18 h ± 2 h <u>Ausstrich</u> : 3 Ösen auf Sorbit-MacConkey-Agar mit MUG (Heipha, 125 e) <u>Inkubation</u> : 36 °C ± 1 °C, 22 h ± 2 h <u>biochemische Differenzierung verdächtigter Kolonien</u>

Fortsetzung Tab. 39

Untersuchungsziel	Methode	Untersuchungsgang
<p>Salmonella spp. (Spätelverfahren bzw. qualitatives Verfahren)</p>	<p>L 01.00-13 (Durchführung nach L 00.00-20)</p>	<p><u>Direktausstrich</u>: je 100 µl auf Xylose-Lysin-Desoxycholat-Agar (XLD-Agar) (Sifin, TN 1196) und Brillantgrün-Phenolrot-Agar (BGA-Agar) nach EP/USP (BPLS-Agar n. Kauffmann, mod., Sifin, TN 1111)</p> <p><u>Inkubation</u>: 37 °C ± 1 °C, 24 h ± 3 h sowie</p> <p><u>Voranreicherung</u>: 25 ml Probenmaterial in 225 ml gepuffertes Peptonwasser</p> <p><u>Inkubation</u>: 37 °C ± 1 °C, 18 h ± 2 h</p> <p><u>Erste selektive Anreicherung</u>: 100 µl aus der Voranreicherung in 9,9 ml Rappaport-Vassiliadis-Medium (RV-Medium) (Sifin, 1157)</p> <p><u>Inkubation</u>: 42 °C ± 1 °C, 24 h ± 3 h und</p> <p><u>Zweite selektive Anreicherung</u>: 1 ml aus der Voranreicherung in 9 ml Tetrathionat-Bouillon (Tetrathionat-Bouillon (Basis) nach Müller-Kauffmann, Sifin, TN 1187) inkl. 200 µl Jod-Lösung (Jod, Merck, 1.04761 und Kaliumjodid reinst., Merck, 1.05043)</p> <p><u>Inkubation</u>: 37 °C ± 1 °C, 24 h ± 3 h</p> <p><u>Ausstrich beider Anreicherungen</u>: 1 Öse auf XLD- und BGA-Agar</p> <p><u>Inkubation</u>: 37 °C ± 1 °C, 24 h ± 3 h</p> <p><u>biochemische Differenzierung verdächtiger Kolonien</u></p>
<p>Koagulase-positive Staphylokokken (Spätelverfahren)</p>	<p>L 01.00-24</p>	<p><u>Ausstrich</u>: je 100 µl direkt bzw. aus Verdünnungsstufe auf je 2 Baird-Parker-Agar-Platten (Merck, 1.05406 mit Eigelb-Tellurit, Merck, 1.03785001)</p> <p><u>Inkubation</u>: 37 °C, 48 h ± 2 h</p> <p><u>biochemische und mikroskopische Bestätigung verdächtiger Kolonien</u>: Koagulase (Merck, 1.13306), Bromthymolblau-Bouillon (Sifin, TN 1113), D(+)-Glucose wasserfrei (Merck, 1.08337), D(-)-Mannit (Merck, 1.05983), D(-)-Ribose (Merck, 1.07605), Paraffinöl (Fluka, 76233), Methylrot-Voges-Proskauer-Bouillon (MRVP) (Sifin, TN 1161)</p>

Fortsetzung Tab. 39

Untersuchungsziel	Methode	Untersuchungsgang
<p>C. jejuni (Spätelverfahren bzw. qualitatives Verfahren)</p>	<p>In Anlehnung an ISO 10273</p>	<p><u>Direktausstrich:</u> 100 µl bzw. 1 Öse von Pellet (aus 10 ml zentrifugiert (Kendro, Heraeus Biofuge Stratos)) auf CCDA-Agar (Campylobacter blood-free selective agar, Oxoid, CM739 mit CCDA selective supplement, Oxoid, SR155 E)</p> <p><u>Anreicherung:</u> 10 ml in 90 ml Bolton-Bouillon (Bolton-broth, Oxoid, CM0983, mit Bolton-broth selective supplement, Oxoid, SR0183E und mit 5% v/v lysed horse blood, Oxoid, SR0048) bzw. Pellet mit 9 ml Bolton-Bouillon</p> <p><u>Inkubation:</u> mikroaerophil (TRITAINER und TRILAB®, Jenny Medical, Version 1.50), 4 h bei 37 °C, 20 h bei 42 °C</p> <p><u>Ausstrich:</u> 3 Ösen auf CCDA-Agar</p> <p><u>Inkubation:</u> mikroaerophil 48 h (bis 72 h), 42 °C</p>
<p>B. cereus (Titer-/MPN-Verfahren)</p>	<p>L 01.00-53</p>	<p><u>Anreicherung:</u> je 1 ml vom Direktansatz bzw. Verdünnungsstufe in je 3 Kulturröhrchen mit 10 ml einfach konzentrierter Trypton-Soja-Bouillon (Oxoid, CM129) mit 100 µl Polymyxin B-sulfat (Merck, 1.06994)</p> <p><u>Inkubation:</u> 30 °C, 48 h ± 4 h</p> <p><u>Ausstrich:</u> je Reagenzglas eine Impföse auf dreigeteilten Mannit-Eigelb-Polymyxin-Agar (MYP-Agar) (Cereus-Selektivagar nach Mossel, Sifin, TN 1291 mit Eigelb-Emulsion, Sifin, TN 1316 und Bacillus-cereus-Selektiv-Supplement, Sifin, TN 1315)</p> <p><u>Inkubation:</u> 30 °C, 18 bis 24 h</p> <p><u>biochemische und mikroskopische Bestätigung verdächtiger Kolonien:</u> Blutagar 5 %ig (Nähragar I, Sifin, TN 1164) mit 5 % Blut/l, Anaerocult A (Merck, 1.13829), Bromthymolblau-Bouillon (Sifin, TN 1113), D(+)-Glucose wasserfrei (Merck, 1.08337), Paraffinöl (Fluka, 76233), Methylrot-Voges-Proskauer-Bouillon (MRVP) (Sifin, TN 1161), Nitrat-Bouillon (Merck, 1.10204)</p> <p><u>Ermittlung der Indexziffer</u></p>

Fortsetzung Tab. 39

Untersuchungsziel	Methode	Untersuchungsgang
Sc. agalactiae (Spätelverfahren)	L 01.01-2	<p><u>Ausstrich</u>: je 100 µl direkt bzw. Verdünnungsstufe auf je 2 Platten Ásculin-Kristallviolett-Thalliumsulfat-Agar modifiziert nach EDWARDS (Oxoid, CM0027)</p> <p><u>Inkubation</u>: 37 °C, 18 bis 24 h</p> <p><u>CAMP-Test verdächtiger Kolonien</u>: auf Blutagar 7 %ig (Nähragar I, Sifin, TN 1164 mit 7 % Blut/l)</p>
Hefen und Schimmelpilze (Gussverfahren)	L 01.00-37	<p><u>Beschickung</u> von je 2 Petrischalen mit je 1 ml der Probe bzw. Verdünnungsstufe,</p> <p><u>Vermischung</u> mit etwa 7 ml des geschmolzenen und auf etwa 47 °C abgekühlten Hefeextrakt-Glucose-Chloramphenicol-Agar FIL/IDF (YGC-Agar) (Merck, 1.16000)</p> <p><u>Inkubation</u>: 25 °C, 96 h</p>

M = Methode aus der Methodensammlung der VDLUFA, L = Methode aus der amtlichen Sammlung nach § 64 LFGB (vormals § 35 LMBG), P = institutsinternes, akkreditiertes Prüfverfahren

3.2.3.2 Milchprodukte

Die Vorbereitung der Milcherzeugnisse für die mikrobiologische Untersuchung erfolgte nach den Verfahren L 01.00-1, L 02.00-1, L 03.00-1 und L 04.00-1 der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB (vormals § 35 LMBG). Für die Anschüttelung wurden jeweils 10 g des durchmischten bzw. von verschiedenen Stellen entnommenen Probenmaterials in ein steriles Behältnis eingewogen. Für pastöse Produkte wurden zur besseren Durchmischung den Schüttelflaschen Glasperlen zugegeben. Käseproben wurden in Stomacherbeuteln aufbereitet.

Tabelle 40 verschafft eine Übersicht über die bei der Untersuchung der Milcherzeugnisse angewandten Methoden.

Tab. 40: Übersicht über die Methoden und Untersuchungsgänge für Milcherzeugnisse

Untersuchungsziel	Methode	Untersuchungsgang
Gesamtkeimzahl aerob mesophile (Gussverfahren)	M 6.3.1	<u>Beschickung</u> von je 4 Petrischalen mit je 2,5 ml der Anschüttelung bzw. je 2 Petrischalen mit je 1 ml der Verdünnungsstufe <u>Vermischung</u> mit 10-12 ml des geschmolzenen und auf etwa 47 °C abgekühlten Plate-Count-Agar mit Magermilchzusatz <u>Inkubation</u> : 30 °C ± 1 °C, 72 h ± 2 h
Coliforme Keime (Titer-/MPN-Verfahren)	L 01.00-54 L 02.00-22 L 03.00-22 L 04.00-18	<u>Anreicherung</u> : Beimpfung mit je 10 ml der Anschüttelung in 3 Kulturröhrchen und Durham-Röhrchen mit doppelt konzentrierter Laurylsulfat-Tryptose-Bouillon mit Tryptophan und MUG (LST/MUG) (Fluorocult® Laurylsulfat-Bouillon, Merck, 1.12588) bzw. je 1 ml der Verdünnungsstufe in 3 Kulturröhrchen mit einfach konzentrierter LST/MUG-Bouillon <u>Inkubation</u> : 30 °C, 48 h <u>Kontrolle der Gasbildung</u> <u>Ermittlung der Indexziffer</u>
E. coli (Titer-/MPN-Verfahren)	L 01.00-54 L 02.00-22 L 03.00-22 L 04.00-18	<u>Anreicherung</u> : Beimpfung mit je 10 ml der Anschüttelung in 3 Kulturröhrchen mit doppelt konzentrierter LST/MUG-Bouillon bzw. je 1 ml der Verdünnungsstufe in 3 Kulturröhrchen mit einfach konzentrierter LST/MUG-Bouillon <u>Inkubation</u> : 30 °C, 24 h <u>Prüfung auf Fluoreszenz und Indolbildung</u> <u>Ermittlung der Indexziffer</u>
EHEC O157:H7 (qualitatives Verfahren)	In Anlehnung an BAM (FENG und WEAGANT 2002)	<u>Anreicherung</u> : 25 g in 225 ml gepuffertes Peptonwasser <u>Inkubation</u> : 37 °C ± 1 °C, 18 h ± 2 h <u>Ausstrich</u> : 3 Ösen auf Sorbit-MacConkey-Agar mit MUG <u>Inkubation</u> : 36 °C ± 1 °C, 22 h ± 2 h <u>biochemische Differenzierung verdächtigter Kolonien</u>

Fortsetzung Tabelle 40

Untersuchungsziel	Methode	Untersuchungsgang
Salmonella spp. (qualitatives Verfahren)	L 02.00-8	<u>Voranreicherung:</u> 25 ml Probenmaterial in 225 ml gepuffertes Peptonwasser
	L 03.00-7	(bei Produkten mit > 30 % Fett: Peptonwasser mit Tween® 80 (Tween® 80 pure (Sorbit Monooleat) Serva, 37475)
	L 04.00-11 (Durchführung nach L 00.00-20)	<u>Inkubation:</u> 37 °C ± 1 °C, 18 h ± 2 h <u>Erste selektive Anreicherung:</u> 100 µl aus der Voranreicherung in 9,9 ml Rappaport-Vassiliadis-Medium <u>Inkubation:</u> 42 °C ± 1 °C, 24 h ± 3 h und <u>Zweite selektive Anreicherung:</u> 1 ml aus der Voranreicherung in 9 ml Tetrathionat-Bouillon inkl. 200 µl Jod <u>Inkubation:</u> 37 °C ± 1 °C, 24 h ± 3 h <u>Ausstrich beider Anreicherungen:</u> auf XLD- und BGA-Agar <u>Inkubation:</u> 37 °C ± 1 °C, 24 h ± 3 h <u>biochemische Differenzierung verdächtiger Kolonien</u>
Koagulase-positive Staphylokokken (Spateilverfahren)	L 01.00-24	<u>Ausstrich:</u> je 100 µl je Verdünnungsstufe auf je 2 Baird-Parker-Agar-Platten <u>Inkubation:</u> 37 °C, 48 h ± 2 h <u>biochemische und mikroskopische Bestätigung verdächtiger Kolonien</u>
	ISO 10273	<u>Anreicherung:</u> 10 g in 90 ml Bolton-Bouillon <u>Inkubation:</u> mikroaerophil, 4 h bei 37 °C, 20 h bei 42 °C <u>Ausstrich:</u> 3 Ösen auf CCDA-Agar <u>Inkubation:</u> mikroaerophil, 48 h (bis 72 h) bei 42 °C

Fortsetzung Tabelle 40

Untersuchungsziel	Methode	Untersuchungsgang			
<p>L. monocytogenes (qualitatives Verfahren)</p>	<p>L 00.00-32</p>	<p><u>Erstanreicherung</u>: 25 g (bei Weichkäse: getrennter Ansatz von Rinde und Kern) in 225 ml ½ Fraser-Bouillon <u>Inkubation</u>: 30 °C, 24 h ± 2 h <u>Selektivanreicherung</u>: 100 µl in 10 ml Fraser-Bouillon <u>Inkubation</u>: 37 °C, 48 h ± 2 h <u>Ausstrich beider Anreicherungen</u>: je 1 Öse auf Palcam-Agar <u>Inkubation</u>: 37 °C, 48 h <u>biochemische und mikroskopische Bestätigung verdächtiger Kolonien</u></p>			
<p>B. cereus (Titer-/MPN-Verfahren)</p>	<p>L 01.00-53 L 02.00-21 L 03.00-21 L 04.00-17</p>	<p><u>Anreicherung</u>: Beimpfung mit je 10 ml der Anschüttelung in 3 Kulturröhrchen mit 10 ml doppelt konzentrierter Trypton-Soja-Polymyxin-Bouillon bzw. mit je 1 ml der Verdünnungsstufe in je 3 Kulturröhrchen mit 10 ml einfach konzentrierter Trypton-Soja-Polymyxin-Bouillon <u>Inkubation</u>: 30 °C, 48 h ± 4 h <u>Ausstrich</u>: je Reagenzglas eine Impföse auf dreigeteilten Mannit-Eigelb-Polymyxin-Agar <u>Inkubation</u>: 30 °C, 18 bis 24 h <u>biochemische und mikroskopische Bestätigung verdächtiger Kolonien</u> <u>Ermittlung der Indexziffer</u></p>			
			<p>Hefen und Schimmelpilze (Gussverfahren)</p>	<p>L 01.00-37 L 02.00-10</p>	<p><u>Beschickung</u> von je 4 Petrischalen mit je 2,5 ml der Anschüttelung bzw. je 2 Petrischalen mit je 1 ml der Verdünnungsstufe <u>Vermischung</u> mit etwa 7 ml des geschmolzenen und auf etwa 47 °C abgekühlten Hefeextrakt-Glucose-Chloramphenicol-Agar <u>Inkubation</u>: 25 °C, 96 h</p>

M = Methode aus der Methodensammlung der VDLUFA, L = Methode aus der amtlichen Sammlung nach § 64 LFGB (vormals § 35 LMBG)

3.2.3.3 PCR-Subtypisierung von *Bacillus cereus*-Stämmen

Zur Abgrenzung der psychrotrophen Art *B. weihenstephanensis* von mesophilen Stämmen der *B. cereus*-Gruppe wurde eine Multiplex-PCR durchgeführt. Hierbei kam ein Protokoll zur Anwendung, welches gleichzeitig spezifische Gen-Sequenzen der Kälteschockproteine *cspA* und *cspF* nachweist (FRANCIS et al. 1998).

DNA-Extraktion

Zur DNA-Isolierung und -aufreinigung wurde ein handelsübliches Kit (DNeasy Tissue Kit) der Fa. Qiagen verwendet. Die jeweiligen Stämme wurden auf Caso-Agar (Caseinpepton-Sojamehlpepton-Agar, Merck, 1.05458) ausgestrichen und 24 bei 30°C inkubiert. Impfmaterialeinzelnen gewachsener Kolonien wurde mit einer Öse abgenommen und in 180µl Lysispuffer (20 mM Tris/HCl; pH 8,0; 2 mM EDTA; 1,2 % Triton® X-100; 20 mg/ml Lysozym) resuspendiert. Die weitere Aufarbeitung erfolgte nach Angaben des Herstellers. Die DNA-Proben wurden bis zum Ansetzen der PCR im Kühlschrank bei 7 °C gelagert und anschließend bis zur weiteren Verwendung bei -20 °C aufbewahrt.

Multiplex-PCR

Mit dieser PCR-Methode, modifiziert nach FRANCIS et al. (1998), werden gleichzeitig spezifische Gensequenzen des Kälteschockproteins *cspA* mit einer Größe von 160 bp und des Kälteschockproteins *cspF* ein 284 bp nachgewiesen. Folgende Primer kamen dabei zum Einsatz (siehe Tabelle 41):

Tab. 41: Primersequenzen für die *B. cereus/B. weihenstephanensis*-Diagnostik

Primer	Primer-Sequenz	Bindungsstelle
Bc APR1	5`-CTT (C/T)TT GGC CTT CTT CTA A-3`	psychrotrophe <i>cspA</i> - sowie psychrotrophe und mesophile <i>cspF</i> -Sequenzen
Bc APF1	5`-GAG GAA ATA ATT ATG ACA GTT-3`	psychrotrophe Gen-Sequenz von <i>cspA</i>
Bc FF2	5`-GAG ATT TAA ATG AGC TGT AA-3`	nichtkodierende Gen-Sequenz psychrotropher oder mesophiler <i>cspF</i> -Sequenzen

Das *cspA*-Fragment wurde mit Hilfe der beiden Primer Bc APR1 und Bc APF1, die *cspF*-Gensequenz unter Verwendung der zwei Primer Bc APR1 und Bc FF2 amplifiziert (siehe Abbildung 4).

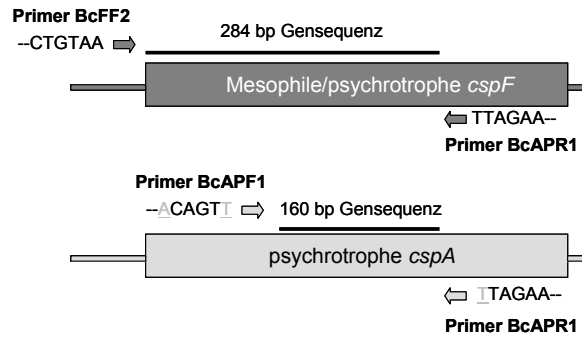


Abb. 4: Schematische Darstellung der Gensequenzen für die Kälteschockproteine *cspA* und *cspF* und der Angriffspunkte für die Primer der *B. cereus*-Subtypisierung nach FRANCIS et al. (1998)

Für den PCR-Ansatz wurde ein Mastermix verwendet, der alle für die PCR notwendigen Komponenten enthält. 50 µl dieser Mischung, die pro Ansatz eingesetzt wurden, waren folgendermaßen zusammengesetzt:

1 U	Taq DNA-Polymerase (Qiagen)
3 mM	MgCl ₂ (Qiagen)
200 µM	dNTP (Eppendorf®)
0,4 µM	BcAPR1 (Institut für Bioanalytik GmbH, Berlin)
0,3 µM	BcAPF1 (Institut für Bioanalytik GmbH, Berlin)
0,4 µM	BcFF2 (Institut für Bioanalytik GmbH, Berlin)

Die Durchführung der PCR geschah mit dem Thermocycler Mastercycler Personal (Eppendorf). Sie lief unter folgenden Bedingungen ab: Eine initiale Denaturierung der DNA wurde bei 95 °C für 7 min durchgeführt. Im Anschluss folgten 30 Zyklen, die jeweils eine Denaturierung bei 95 °C für 15 sec, das Primer-Annealing bei 55 °C für 30 sec und die Elongation bei 70 °C für ebenfalls 30 sec beinhalteten. Abgeschlossen wurde die DNA-Vermehrung mit einer finalen Synthese bei 72 °C für 7 min.

Der Nachweis der amplifizierten DNA erfolgte mittels gelelektrophoretischer Auftrennung in einem 1,5 %igen Agarosegel, dem der Farbstoff Ethidiumbromid beigemischt war. In jede Kavität wurden 10 µl Probenvolumen pipettiert. Zur Größenabschätzung wurde als DNA-Längenstandard der DNA-Marker XIII (50 bp-Leiter) der Firma Roche auf jedem Gel mitgeführt. Mit einer angelegten Spannung von 90 V erfolgte über 30 Minuten die Separation der einzelnen DNA-Fragmente. Das Gel wurde auf einem Transilluminator unter UV-Licht (254 nm) ausgewertet und das Ergebnis mittels einer Polaroidaufnahme dokumentiert.

3.2.4 Statistische Methoden

Zur statistischen Auswertung der Ergebnisse kamen verschiedene Tests zur Anwendung:

- **Vergleich relativer Häufigkeiten** (für den allgemeinen Nachweis bzw. für Höchst-/Richtwertüberschreitungen):
 - Exakter Test nach Fisher, wenn $n < 30$
 - chi²-Test nach Pearson, wenn $n \geq 30$

- **Vergleich von Keimzahlen:**
 - Mann-Whitney U-Test bei unabhängigen Variablen: zum Vergleich zwischen den konventionell und den ökologisch hergestellten Erzeugnissen am Kauftag bzw. am Ende des Mindesthaltbarkeits-/Verbrauchsdatums
 - Wilcoxon-Test bei abhängigen Variablen: zum Vergleich innerhalb der konventionell bzw. ökologisch produzierten Erzeugnisgruppe zwischen der Untersuchung am Kauftag und der am Ende des Mindesthaltbarkeits-/Verbrauchsdatums

- **Vergleich von pH-Werten:**
 - Levene-Test und t-Test für unabhängige Stichproben: zum Vergleich zwischen den konventionell hergestellten und den Bio-Erzeugnissen am Kauftag bzw. am Ende des Mindesthaltbarkeits-/Verbrauchsdatums
 - t-Test für abhängige Stichproben: zum Vergleich innerhalb der konventionell bzw. ökologisch erzeugten Produktgruppe zwischen der Untersuchung am Kauftag und der am Ende des Mindesthaltbarkeits-/Verbrauchsdatums

Zur Datenauswertung wurde das Programm SPSS Version 14 (SPSS, Chicago, IL, USA) genutzt.

Eine statistische Signifikanz lag vor, wenn $p \leq 0,05$ berechnet wurde. Entsprechend der Deklaration bei SPSS werden Werte $p \leq 0,01$ als sehr signifikant und $p \leq 0,001$ als höchst signifikant angesprochen.

Für die Vorzugsmilchproben wurde nahezu vollständig auf eine statistische Auswertung verzichtet, da die Anzahl der Proben zwischen den beiden Erzeugungsarten, entsprechend der Verfügbarkeit im Handel, stark differierte. Eine vergleichende Berechnung wurde lediglich für die Bio-Proben durchgeführt, um Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten festzustellen.

4 Ergebnisse

Ziel der Untersuchungen dieser Arbeit war es, die Beschaffenheit ökologisch und konventionell erzeugter Milch und Milchprodukte darzustellen. Zu diesem Zweck wurden Rohmilchproben, Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof, ebenso verschiedene Milcherzeugnisse, wie Butter, süße Sahne, fermentierte Milcherzeugnisse, Käse und Speisequark, aus dem Lebensmitteleinzelhandel und der Direktvermarktung erworben. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf den mikrobiologischen Kriterien, daneben wurden auch die sensorische Beschaffenheit und die Kennzeichnungselemente überprüft. Als physikalisch-chemische Parameter wurden im gesamten Untersuchungsmaterial der pH-Wert sowie in den Milchproben die Präsenz des Enzyms Alkalische Phosphatase bestimmt. Die Vorzugsmilchproben wurden in Leipzig am Institut für Lebensmittelhygiene und in Hannover am Veterinärinstitut des LAVES auf Grundlage von § 7 und Anlage 9 MilchVO untersucht. Die Milch-ab-Hof und alle Milchprodukte wurden ausschließlich an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig hinsichtlich ihrer mikrobiologischen Beschaffenheit analysiert.

Die Lagerungstemperatur zum Zeitpunkt der Probenahme entsprach im gesamten Untersuchungsmaterial den vorgeschriebenen Anforderungen.

4.1 Sensorische Untersuchung

Die objektive Beurteilung des inneren und äußeren Aussehens, der Konsistenz, des Geruchs und des Geschmacks der einzelnen Proben ergab bis auf eine Butter kein zu beanstandendes Ergebnis. Das erwähnte Buttererzeugnis eines ökologischen Direktvermarkters war vollständig mit Pergamentpapier umhüllt und wurde durch das aufgeklebte Etikett verschlossen gehalten. Dennoch stellte sich die gesamte Oberfläche etwa 2 mm tief in dunklerem Gelb dar als der Kern der Butter (Kantenbildung).

Die Beurteilung der Produktverpackungen machte deutlich, dass prinzipiell bei beiden Erzeugungsarten die gleichen Materialien, Gläser mit Schraubverschluss, Plastikbecher mit oder ohne Kartonmanschette und Foliendeckel sowie Plastikfolie und –foodtainer verwendet werden. Dabei ist die Anwendung von Schutzgas auch in der Öko-Branche üblich. Der Verkauf von Vorzugsmilch erfolgte in Braunglasflaschen sowie in klaren Plastikflaschen bzw. -kanistern. Insgesamt wies das gesamte Untersuchungsmaterial einen intakten und einwandfreien Zustand der Verpackung auf. Einen Überblick über die verschiedenen Verpackungsmaterialien geben die Photographien im Anhang (Abbildungen A3 bis A8).

4.2 Beurteilung der Kennzeichnung

Die rechtlich vorgeschriebenen Kennzeichnungselemente waren bei allen Erzeugnissen vollständig angebracht.

Alle Produzenten, die ihre rohe Milch direkt ab Hof vermarkteten, hatten das nach § 8 MilchVO geforderte Hinweisschild deutlich sichtbar angebracht.

Zu bemängeln waren allerdings handschriftliche Änderungen, die zwei Bio-Direktvermarkter an ihren Waren vollzogen. Der eine korrigierte die auf das Etikett einer Butter gedruckte Mengenangabe handschriftlich mit Kugelschreiber. Der andere nahm ähnliche Veränderungen mit Hilfe eines Bleistifts vor. Die handgeschriebenen Korrekturen bezogen sich bei mehreren Produkten

auf die ausgewiesene Verkaufsmenge, bei einem weiteren Erzeugnis wurde das gestempelte Mindesthaltbarkeitsdatum per Handschrift verlängert. Insgesamt ergibt sich daraus eine Beanstandungsquote für das gesamte Untersuchungsmaterial von 0,8 % bzw. von 3,0 % für 135 Milch- und Milchprodukte aus der ökologischen Landwirtschaft.

Eine photographische Dokumentation dieser Ergebnisse findet sich im Anhang (Abb. A9 bis A10).

4.3 Physikalisch-chemische Parameter

4.3.1 Alkalische Phosphatase

In allen 270 Vorzugsmilchproben ebenso wie in allen 38 Milch-ab-Hof-Proben gelang der Nachweis des Enzyms Alkalische Phosphatase, womit der Rohmilchcharakter für das gesamte Untersuchungsmaterial bestätigt wurde.

4.3.2 pH-Wert

Die Tabellen mit den Ergebnissen aller gemessenen pH-Werte im Untersuchungsmaterial mit Angabe der Minima, Maxima, Mittelwerte und Signifikanzberechnungen sind im Anhang zu finden (Tabellen A6 und A7).

Für die Produktgruppe Sauerrahmbutter wurden in fünf der zehn ökologisch und zwei der drei konventionell erzeugten Proben zu jeweils beiden Untersuchungszeitpunkten Überschreitungen des in § 5 ButterVO festgelegten maximalen pH-Wertes von 5,1 festgestellt. Die einzige untersuchte mildgesäuerte Öko-Butter unterschritt sowohl am Tag des Kaufes als auch zum Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums leicht den unteren pH-Grenzwert von 5,2. Auch in den aus süßem Rahm produzierten Butterproben lag der pH-Wert einer Bio-Butter bei der ersten Untersuchung unter 6,4 sowie bei einem konventionellen Erzeugnis am Ende der Lagerungsfrist. Für alle anderen im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchten Produktgruppen konnten keine Mängel bezüglich des pH-Wertes festgestellt werden.

Signifikante Unterschiede zwischen den pH-Werten der Erzeugnisse aus konventioneller und ökologischer Landwirtschaft bestanden nicht (siehe Tabelle A6 im Anhang).

Anders verhielt es sich für pH-Wert-Veränderungen zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten innerhalb der Gruppe der Milchprodukte aus konventioneller Herstellung. Die mittleren pH-Werte der zwölf mildgesäuerten Butter-, der sechs Schlagsahne- sowie Buttermilchproben konventioneller Art sanken vom Kauftag zum Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums signifikant ($p = 0,002$, $p = 0,045$, $p = 0,003$). In den vier Sauermilch- und sechs Weichkäseproben aus konventioneller Erzeugung stiegen die Werte dagegen mit einer Signifikanz von $p = 0,003$ bzw. $p = 0,010$ (siehe Tabelle A7 im Anhang).

4.4 Mikrobiologische Beschaffenheit

Die ausführliche Dokumentation der statistischen Auswertung der Untersuchungsergebnisse zur mikrobiologischen Beschaffenheit des Probenmaterials ist im Anhang in den Tabellen A10 bis A62 zu finden.

In keinem der untersuchten Produkte gelang der Nachweis von **Salmonella spp.**, **EHEC O157:H7**, **L. monocytogenes** und **C. jejuni**. Einen Überblick über die Anzahl, der Proben für den jeweiligen Parameter, gibt Tabelle 42.

Tab. 42: Probenzahl für den Nachweis von *Salmonella* spp., EHEC O157:H7, *L. monocytogenes* und *C. jejuni*

	Salmonella spp.		EHEC O157:H7		L. monocytogenes		C. jejuni	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n^a	298	134	106	134	303	134	106	134
positiv (%)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)
n^b	106	134	106	134	106	134	106	134
positiv (%)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)

n^a = Probenanzahl für die erste Untersuchung, n^b = Probenanzahl für die zweite Untersuchung
kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

4.4.1 Milch

4.4.1.1 Vorzugsmilch

Am Institut für Lebensmittelhygiene in Leipzig umfassten die Untersuchungen zur mikrobiologischen Beschaffenheit von Vorzugsmilch folgende quantitative Parameter: **Gesamtkeimzahl**, **coliforme Keime**, **E. coli**, **S. aureus**, **Sc. agalactiae**, **Hefen** und **Schimmelpilze**, sowie **Salmonella spp.**, **L. monocytogenes** und **C. jejuni**. Ein qualitativer Nachweis mit selektiver Anzüchtung wurde parallel dazu für die drei zuletzt genannten Bakteriengattungen und **EHEC O157:H7** durchgeführt. Das Vorkommen von **B. cereus** wurde im semiquantitativen Verfahren ermittelt.

Die Vorzugsmilchproben, die am Veterinärinstitut Hannover untersucht wurden, wurden auf ihre **Gesamtkeimzahl**, den Gehalt an **coliformen Keimen**, **E. coli**, **S. aureus**, **Sc. agalactiae**, **B. cereus** sowie auf das Vorkommen von **Salmonellen** und **L. monocytogenes** untersucht. Eine Verteilung der Vorzugsmilchprobenzahl nach Untersuchungsparametern ist in Tabelle 38 in Kapitel 3 zu finden. Zum Ende des Verbrauchsdatums wurden die Untersuchungen in Leipzig bei allen dort analysierten Proben wiederholt. Für das Untersuchungsmaterial in Hannover konnte dies nur vereinzelt durchgeführt werden.

Zusätzlich zu den in Kapitel 4.4 genannten negativen Untersuchungsergebnissen wurde in keiner Vorzugsmilchprobe **B. cereus** nachgewiesen.

Die Häufigkeitsverteilung der positiven Proben für die quantitativen Parameter ist Tabelle 43 zu entnehmen.

Tab. 43: Untersuchungsergebnisse zur relativen Häufigkeit quantitativer Parameter in Vorzugsmilch

	Coliforme Keime ¹⁾		<i>E. coli</i> ²⁾		<i>S. aureus</i> ²⁾		Hefen ¹⁾		Schimmelpilze ¹⁾	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n ^a	225	14	21	14	198	14	1	14	6	14
positiv (%)	155 (68,9)	9 (69,2)	2 (9,5)	2 (15,4)	28 (14,1)	0 (-)	1 (100)	14 (100)	1 (6,7)	6 (46,2)
n ^b	6	14	1	14	1	14	1	14	1	14
positiv (%)	5 (83,3)	9 (69,2)	0 (-)	1 (7,7)	0 (-)	0 (-)	1 (100)	12 (92,3)	0 (-)	4 (30,8)

n^a = Probenanzahl für die erste Untersuchung (am Tag des Kaufes), n^b = Probenanzahl für die zweite Untersuchung (zum Ablauf des Verbrauchsdatums), ¹⁾ Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/ml, ²⁾ Nachweisgrenze 1,0 x 10¹ KbE/ml, kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

In Tabelle 44 sind die Untersuchungsergebnisse zur **Gesamtkeimzahl** in den Vorzugsmilchproben konventioneller und ökologischer Erzeugung zusammengefasst. Die Zahl der Gesamtkeime in Vorzugsmilch aus ökologischer Landwirtschaft stieg von der ersten zur zweiten Untersuchung signifikant an (p = 0,016).

Tab. 44: Gesamtkeimzahlen in Vorzugsmilch konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Verbrauchsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	188	14	6	14
Mittelwert (KbE/ml)	8,4 x 10 ³	2,9 x 10 ⁶	8,2 x 10 ⁴	2,1 x 10 ⁷
Median (KbE/ml)	3,8 x 10 ³	3,6 x 10 ⁵	2,6 x 10 ⁴	1,4 x 10 ^{6*}
KbE/ml	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
≤ 1,0 x 10 ³	9 (4,7)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 3,0 x 10 ⁴ (m) ⁺	174 (91,6)	5 (35,7)	4 (66,7)	1 (7,1)
≤ 5,0 x 10 ⁴ (M) ⁺	- (-)	1 (7,1)	- (-)	2 (14,3)
≤ 1,0 x 10 ⁵	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁶	5 (2,6)	3 (21,4)	2 (33,3)	4 (28,6)
≤ 1,0 x 10 ⁷	- (-)	3 (21,4)	- (-)	3 (21,4)
≤ 1,0 x 10 ⁸	- (-)	2 (14,3)	- (-)	3 (21,4)
≤ 1,0 x 10 ⁹	- (-)	- (-)	- (-)	1 (7,1)

⁺m = Schwellenwert, M = Höchstwert nach Anlage 9 Nr. 3 MilchVO, * = signifikant

Abbildung 5 stellt die Verteilung der Vorzugsmilchproben in Bezug auf die Schwellen- bzw. Höchstwertüberschreitungen für die Zahl der Gesamtkeime dar. Danach lagen am Kauftag 2,6 % der 188 konventionell und 57,1 % der 14 biologisch erzeugten Milchproben über dem gesetzlich tolerierten Maximum von 5,0 x 10⁴ KbE/ml. Bei der wiederholten Überprüfung nach 96 Stunden wurde für beide Erzeugungsvarianten eine Erhöhung der Werte auf 33,3 % bzw. 77,5 % der Milch aus konventioneller bzw. Bio-Produktion ermittelt.

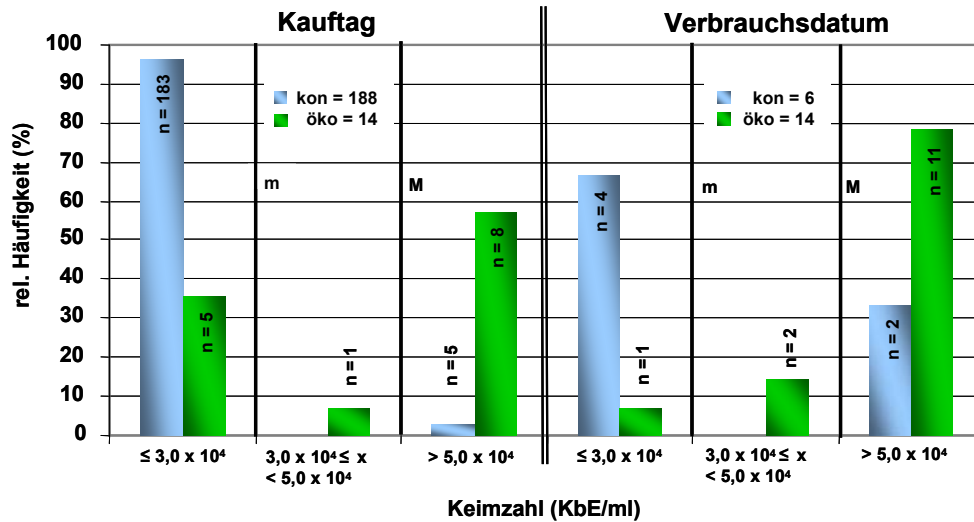


Abb. 5: Verteilung der Vorzugsmilchproben in Bezug auf die Schwellen- bzw. Höchstwertüberschreitungen für die Gesamtkeimzahl

Der Nachweis von *S. aureus* gelang am Kauftag in 28 der 198 konventionell erzeugten Vorzugsmilchproben (14,1 %). Acht dieser positiven Proben überschritten dabei den Schwellenwert von $1,0 \times 10^2$ KbE/ml (siehe Tabelle 45).

Tab. 45: Keimzahlen für *S. aureus* in Vorzugsmilch konventioneller und ökologischer Herkunft

<i>S. aureus</i>	Kauftag		Verbrauchsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	198	14	1	14
Mittelwert (KbE/ml)	$1,3 \times 10^1$	-	-	-
Median (KbE/ml)	0,00	-	-	-
KbE/ml	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 1,0 \times 10^{1\#}$	170 (85,9)	14 (100)	1 (100)	14 (100)
$\leq 1,0 \times 10^2$ (m) ⁺	20 (10,1)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 5,0 \times 10^2$ (M) ⁺	8 (4,0)	- (-)	- (-)	- (-)

⁺ m = Schwellenwert, M = Höchstwert nach Anlage 9 Nr. 3 MilchVO, [#] Nachweisgrenze

Die Untersuchungsergebnisse bezüglich der Keimzahlen für **Coliforme** in Vorzugsmilch sind in Tabelle 46 dargestellt. Die Höchstwerte wurden am Kauftag von 12,8 % des konventionell und von 64,2 % des ökologisch erzeugten Probenmaterials überschritten. Bei der wiederholten Untersuchung am Tag des Verbrauchsdatums waren 83,3 bzw. erneut 64,3 % der Proben mit mehr als $1,0 \times 10^2$ KbE/ml kontaminiert. Dabei erreichten die Öko-Proben im Vergleich zum Untersuchungsmaterial konventioneller Art höhere Keimzahlen bis zu $1,7 \times 10^5$ bzw. $3,3 \times 10^6$ KbE/ml im Vergleich zu $1,2 \times 10^3$ KbE/ml bzw. $1,4 \times 10^3$ KbE/ml (siehe auch Abbildung 7 bzw. Tabellen A10 und A11). Die mittlere Coliformenzahl stieg in den Bio-Vorzugsmilchproben sehr signifikant vom Tag der Probenahme zum Ende des Verbrauchsdatums an ($p = 0,008$). Vereinzelt gelang der Nachweis von *E. coli* sowohl in den Vorzugsmilchproben aus konventioneller ($n = 2$) als auch aus ökologischer Erzeugung ($n = 1$) (siehe Tabelle 46).

Tab. 46: Keimzahlen für coliforme Keime und *E. coli* in Vorzugsmilch konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime				<i>E. coli</i>			
	Kauftag		Verbrauchsdatum		Kauftag		Verbrauchsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	225	14	6	14	21	14	1	14
Mittelwert (KbE/ml)	$9,5 \times 10^1$	$2,1 \times 10^4$	$1,1 \times 10^3$	$5,6 \times 10^5$	$0,1 \times 10^1$	$1,3 \times 10^1$	-	$1,1 \times 10^1$
Median (KbE/ml)	$0,5 \times 10^1$	$1,9 \times 10^2$	$1,2 \times 10^3$	$4,6 \times 10^4^{**}$	0,00	0,00	-	0,00
KbE/ml	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 1,0 \times 10^{0\#}$	70 (31,1)	4 (28,6)	1 (16,7)	4 (28,6)	19 (90,5)	13 (92,9)	1 (100)	13 (92,9)
$\leq 2,0 \times 10^{1+}$	96 (42,7)	1 (7,1)	- (-)	1 (7,1)	1 (4,8)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^{2-}$	30 (13,3)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (4,8)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^3$	28 (12,4)	3 (21,4)	- (-)	1 (7,1)	- (-)	1 (7,1)	- (-)	1 (7,1)
$\leq 1,0 \times 10^4$	1 (0,4)	2 (14,3)	5 (83,3)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^5$	- (-)	3 (21,4)	- (-)	2 (14,3)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^6$	- (-)	1 (7,1)	- (-)	4 (28,6)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^7$	- (-)	- (-)	- (-)	2 (14,3)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, + m = Schwellenwert, - M = Höchstwert nach Anlage 9 Nr. 3 der MilchVO, # Nachweisgrenze, ** = sehr signifikant

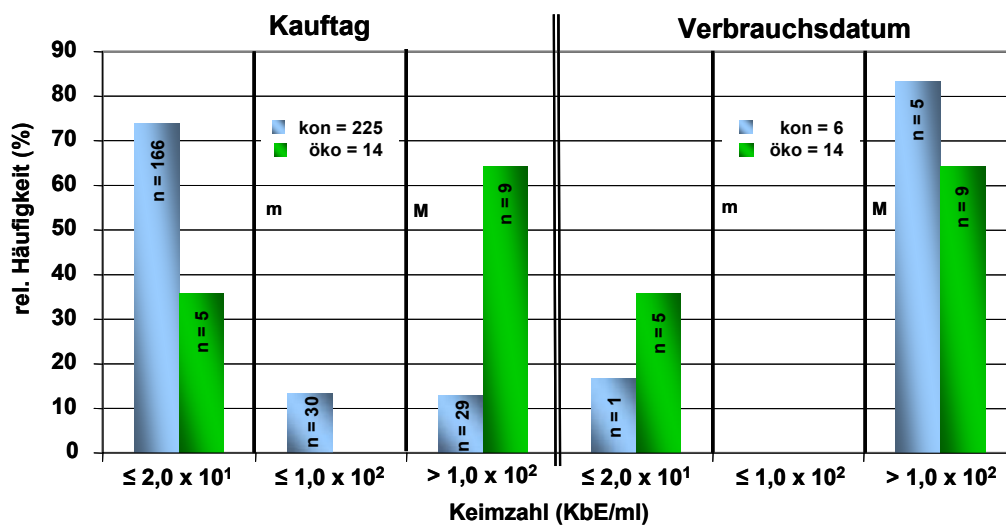


Abb. 6: Verteilung der Vorzugsmilchproben in Bezug auf die Schwellen- bzw. Höchstwertüberschreitungen für die Keimzahl coliformer Keime

Die Verteilung der Keimzahlen für **Hefen** und **Schimmelpilze** zeigt Tabelle 47. Das konventionell erzeugte Probenmaterial erreichte am Kauftag einen Hefengehalt von weniger als $1,0 \times 10^3$ KbE/ml. Zum Ende des Verbrauchsdatums war die Keimzahl um eine Zehnerpotenz gestiegen. In der Gegenüberstellung zu den Vorzugsmilchproben aus ökologischer Landwirtschaft wird deutlich, dass die Keimgehalte in dieser Milch höhere Werte erreichten. Bei der ersten Untersuchung enthielten 64,3 % der Proben mehr als $1,0 \times 10^3$ KbE/ml Hefen. Während der zweiten Analyse wurde dieser Wert von 82,8 % der Bio-Vorzugsmilchproben übertroffen.

Auch für die ermittelten Schimmelpilzgehalte stellen sich die Ergebnisse ähnlich dar. In den Proben aus ökologischer Erzeugung wurden, im Gegensatz zum Untersuchungsmaterial konventioneller Art, mehr als $1,0 \times 10^1$ KbE/ml Schimmelpilze nachgewiesen. Als Höchstwerte wurde für die Bio-Milch am Kauftag bzw. zum Ende der Verbrauchsfrist $1,5 \times 10^2$ bzw. $2,3 \times 10^2$ KbE/ml ermittelt (siehe Tabelle A11 im Anhang).

Tab. 47: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Vorzugsmilch konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Verbrauchsdatum		Kauftag		Verbrauchsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	1	14	1	14	6	14	1	14
Mittelwert (KbE/ml)	$1,3 \times 10^2$	$6,7 \times 10^4$	$2,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^5$	$0,2 \times 10^1$	$1,3 \times 10^1$	-	$2,7 \times 10^1$
Median (KbE/ml)	$1,3 \times 10^2$	$4,8 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$	$5,6 \times 10^3$	0,00	0,00	-	0,00
KbE/ml	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 1,0 \times 10^{0\#}$	- (-)	- (-)	- (-)	1 (7,1)	5 (83,5)	8 (57,1)	1 (100)	10 (71,4)
$\leq 1,0 \times 10^1$	- (-)	1 (7,1)	- (-)	- (-)	1 (16,7)	3 (21,4)	- (-)	2 (14,3)
$\leq 1,0 \times 10^2$	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	2 (14,3)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^3$	1 (100)	4 (28,6)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (7,1)	- (-)	2 (14,3)
$\leq 1,0 \times 10^4$	- (-)	4 (28,6)	1 (100)	7 (50,0)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^5$	- (-)	4 (28,6)	- (-)	2 (14,3)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^6$	- (-)	1 (7,1)	- (-)	3 (21,4)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^7$	- (-)	- (-)	- (-)	1 (7,1)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze

4.4.1.2 Milch-ab-Hof

Wie schon in den Vorzugsmilchproben konnte auch in der Milch-ab-Hof **B. cereus** sowie zusätzlich **E. coli** nicht nachgewiesen werden. Die Häufigkeitsverteilung der quantitativen Parameter ist Tabelle 48 zu entnehmen.

Tab. 48: Untersuchungsergebnisse zur relativen Häufigkeit quantitativer Parameter in Milch-ab-Hof

	Coliforme Keime ¹⁾		<i>S. aureus</i> ²⁾		Hefen ¹⁾		Schimmelpilze ¹⁾	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n	10	28	10	28	10	28	10	28
positiv (%)	10 (100)	28 (100)	0 (-)	4 (14,3)	10 (100)	28 (100)	9 (90,0)	19 (67,9)

n = Probenzahl, ¹⁾ Nachweisgrenze $1,0 \times 10^9$ KbE/ml, ²⁾ Nachweisgrenze $1,0 \times 10^1$ KbE/ml
kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

Tabelle 49 zeigt die Verteilung der **Gesamtkeimzahlen** im Untersuchungsmaterial der Milch-ab-Hof. Demnach entsprachen 80 % der konventionell und 35,8 % der ökologisch erzeugten Proben bezüglich ihrer Zahl der Gesamtkeime Vorzugsmilchqualität.

Tab. 49: Gesamtkeimzahlen in Milch-ab-Hof konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	konventionell		ökologisch	
Probenzahl	10		28	
Mittelwert (KbE/ml)	1,9 x 10 ⁶		4,2 x 10 ⁶	
Median (KbE/ml)	3,3 x 10 ⁴		3,6 x 10 ⁵	
KbE/ml	n	(%)	n	(%)
≤ 3,0 x 10 ⁴	4	(40,0)	5	(17,9)
3,0 x 10 ⁴ < x ≤ 5,0 x 10 ⁴	4	(40,0)	5	(17,9)
≤ 1,0 x 10 ⁵ ⁺	-	(-)	-	(-)
≤ 1,0 x 10 ⁶	1	(10,0)	8	(28,6)
≤ 1,0 x 10 ⁷	-	(-)	9	(32,1)
≤ 1,0 x 10 ⁸	1	(10,0)	1	(3,6)

⁺ LUA-Richtwert bzw. nach MilchVO Anlage 4 Punkt 1.3 für Gesamtkeimzahl in Milch-ab-Hof

In Abbildung 8 wird deutlich, dass 20 % der Milch-ab-Hof-Proben aus konventioneller Erzeugung und 64,11 % der Proben aus ökologischer Landwirtschaft über dem von der LUA empfohlenen Richtwert lagen. Für diesen Unterschied besteht eine Signifikanz von p = 0,016.

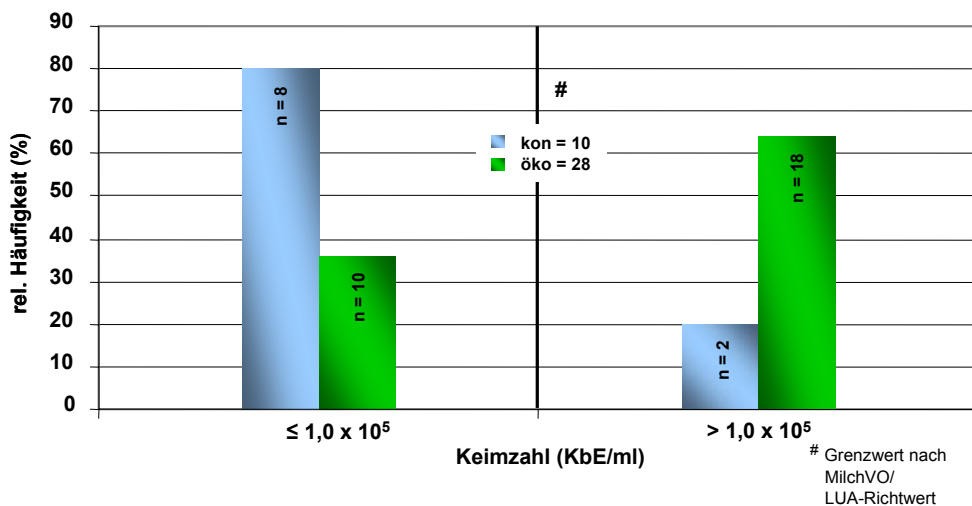


Abb. 7: Verteilung der Milch-ab-Hof-Proben in Bezug auf die Richtwertüberschreitung für die Gesamtkeimzahl

In allen 38 Milch-ab-Hof-Proben wurden **coliforme Keime** nachgewiesen. Eine Überschreitung des LUA-Richtwertes von 1,0 x 10⁴ KbE/ml wurde für 17,9 % der ökologisch produzierten Milch-ab-Hof-Proben und für 10,0 % der Proben konventioneller Art festgestellt. Zusätzlich enthielten 14,3 % (n = 4) des Untersuchungsmaterials aus ökologischer Landwirtschaft **S. aureus** (siehe Tabelle 50).

Tab. 50: Keimzahlen für coliforme Keime und *S. aureus* in Milch-ab-Hof konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime		<i>S. aureus</i>	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	10	28	10	28
Mittelwert (KbE/ml)	2,0 x 10 ⁴	4,8 x 10 ⁴	-	1,2 x 10 ²
Median (KbE/ml)	1,6 x 10 ³	1,3 x 10 ³	-	0,00
KbE/ml	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10 ^{1#}	- (-)	- (-)	10 (100)	24 (85,7)
≤ 1,0 x 10 ²	1 (10,0)	3 (10,7)	- (-)	2 (7,1)
≤ 1,0 x 10 ³⁺	2 (20,0)	10 (35,7)	- (-)	1 (3,6)
≤ 1,0 x 10 ⁴⁺	6 (60,0)	10 (35,7)	- (-)	1 (3,6)
≤ 1,0 x 10 ⁵	- (-)	3 (10,7)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁶	1 (10,0)	1 (3,6)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁷	- (-)	1 (3,6)	- (-)	- (-)

⁺ LUA-Richtwert, [#] Nachweisgrenze für *S. aureus*

Die Untersuchungsergebnisse bezüglich der Keimzahlen für **Hefen** und **Schimmelpilze** in Milch-ab-Hof zeigt Tabelle 51. In allen Milch-ab-Hof-Proben konnten Hefen nachgewiesen werden. Die Keimgehalte schwankten dabei im konventionell erzeugten Probenmaterial zwischen 10² und 10⁴ KbE/ml und in der die Öko-Milch zwischen 10¹ und 10⁶ KbE/ml. Ein ähnliches Bild zeichnet sich für den Schimmelpilzgehalt ab. Zwar lag die Nachweisrate in den Milchproben konventioneller Art bei 90,0 % im Vergleich zu 69,9 % positiven Bio-Milch-ab-Hof-Proben, die ermittelten Keimgehalte erreichten aber im ökologisch erzeugten Untersuchungsmaterial einen Maximalwert von 3,5 x 10⁴ KbE/ml. Die statistischen Berechnungen bestätigen diese Unterschiede. Demnach ist die biologisch produzierte Milch-ab-Hof signifikant höher mit Schimmelpilzen kontaminiert (p = 0,038) als die Proben aus der konventionellen Landwirtschaft.

Tab. 51: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Milch-ab-Hof konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen		Schimmelpilze	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	10	28	10	28
Mittelwert (KbE/ml)	9,9 x 10 ³	1,7 x 10 ⁵	1,6 x 10 ²	1,4 x 10 ³
Median (KbE/g)	3,5 x 10 ²	2,7 x 10 ³	1,3 x 10 ¹	2,1 x 10 ^{2*}
KbE/ml	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10 ^{0#}	- (-)	- (-)	1 (10,0)	9 (32,1)
≤ 1,0 x 10 ¹	- (-)	1 (3,6)	- (-)	3 (10,7)
≤ 1,0 x 10 ²	- (-)	1 (3,6)	2 (20,0)	8 (28,6)
≤ 1,0 x 10 ³	7 (70,0)	7 (25,0)	7 (70,0)	6 (21,4)
≤ 1,0 x 10 ⁴	1 (10,0)	12 (42,9)	- (-)	1 (3,6)
≤ 1,0 x 10 ⁵	2 (20,0)	6 (21,4)	- (-)	1 (3,6)
≤ 1,0 x 10 ⁶	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁷	- (-)	1 (3,6)	- (-)	- (-)

[#] Nachweisgrenze, * = signifikant

4.4.2 Milchprodukte

Alle Untersuchungen an den Milchprodukten aus konventioneller und ökologischer Produktion wurden in Leipzig am Institut für Lebensmittelhygiene der Veterinärmedizinischen Fakultät durchgeführt. Eine quantitative Bestimmung erfolgte für die **Gesamtkeimzahl**, **S. aureus**, **Hefen** und **Schimmelpilze**. Semiquantitative MPN-Verfahren wurden für die Ermittlung der Anzahl von **E. coli**, **coliforme Keime** und **B. cereus** angewendet. Für **Salmonellen**, **L. monocytogenes** und **C. jejuni** wurden qualitative Nachweismethoden gewählt.

Im gesamten Untersuchungsmaterial der Milcherzeugnisse, insgesamt 188 Proben, konnte **S. aureus** neben den in Kapitel 4.4 genannten Parametern nicht nachgewiesen werden.

4.4.2.1 Butter

Einen Überblick über die relative Häufigkeit der in den 34 Butterproben quantitativen Untersuchungsparameter verschafft Tabelle 52. Die Nachweisrate für coliforme Keime und Hefen lag in den ökologisch erzeugten Butterproben bei der Untersuchung am Kauftag sehr signifikant höher als in den Proben aus konventioneller Landwirtschaft ($p = 0,007$ bzw. $p = 0,005$).

Tab. 52: Untersuchungsergebnisse zur relativen Häufigkeit quantitativer Parameter in Butter konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime ¹⁾		<i>E. coli</i> ¹⁾		<i>B. cereus</i> ¹⁾		Hefen ²⁾		Schimmelpilze ²⁾	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n^a	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
positiv (%)	1 (5,9)	8 (47,1)**	1 (5,9)	2 (11,8)	0 (-)	3 (17,6)	3 (17,6)	11 (64,7)**	2 (11,8)	7 (41,2)
n^b	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
positiv (%)	0 (-)	3 (17,6)	0 (-)	1 (5,9)	2 (11,8)	2 (11,8)	7 (41,2)	7 (41,2)	3 (17,6)	6 (35,3)

n^a = Probenzahl für die erste Untersuchung, n^b = Probenzahl für die zweite Untersuchung, ** sehr signifikant

¹⁾ Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, ²⁾ Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g,

~ eine Probe enthielt die psychrotrophe Gattung *B. cereus* spp. *weihenstephanensis*

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

Tabelle 53 zeigt die Verteilung der Ergebnisse der Keimzahlbestimmung für **coliforme Keime** und **E. coli** in Butter aus konventioneller und ökologischer Herstellung. Die mittlere Coliformenzahl lag am Kauftag in der Bio-Butter signifikant höher als in den Vergleichsproben konventioneller Art ($p = 0,011$). Die ökologisch erzeugten Butterproben, in denen *E. coli* nachgewiesen wurde, gehörten alle zur Sorte Sauerrahmbutter. Bei dem aus konventioneller Produktion stammenden Untersuchungsmaterial gelang dies lediglich in einer mildgesäuerten Butter. Es wird deutlich, dass bei beiden Untersuchungsparametern nur Proben aus biologischer Landwirtschaft (11,8 % bzw. 5,9 %) die geforderten LUA-Richtwerte übertrafen.

Tab. 53: Keimzahlen für coliforme Keime und *E. coli* in Butter konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime				<i>E. coli</i>			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	17	17	17	17	17	17	17	17
Mittelwert (KbE/ml)	1,4 x 10 ⁻¹	2,8 x 10 ³	-	1,2 x 10 ³	1,7 x 10 ⁻¹	2,7 x 10 ²	-	6,5 x 10 ²
Median (KbE/g)	0,00	0,00*	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 0,3 x 10 ^{0#}	16 (94,1)	9 (52,9)	17 (100)	14 (82,4)	16 (94,1)	15 (88,2)	17 (100)	16 (94,1)
≤ 1,0 x 10 ⁰	- (-)	3 (17,6)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (5,9)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ¹⁺	1 (5,9)	3 (17,6)	- (-)	1 (5,9)	1 (5,9)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ²	- (-)	- (-)	- (-)	1 (5,9)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ³	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁴	- (-)	1 (5,9)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (5,9)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁵	- (-)	1 (5,9)	- (-)	1 (5,9)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (5,9)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze, * signifikant
 + LUA-Richtwert für den Gehalt an coliformen Keimen und *E. coli* in Butter

In Tabelle 54 sind die Untersuchungsergebnisse zu den Keimzahlen für **Hefen** und **Schimmelpilze** in den Butterproben zusammengefasst. Die ermittelte Hefenkeimzahl zeigt, dass die Bio-Butter am Kauftag sehr signifikant stärker belastet war als das Untersuchungsmaterial aus konventioneller Produktion ($p = 0,007$). Die Überschreitungen der LUA-Richtwerte wurden hauptsächlich, wenn auch nur in wenigen, Butterproben aus ökologischer Produktion festgestellt.

Tab. 54: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Butter konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	17	17	17	17	17	17	17	17
Mittelwert (KbE/g)	4,3 x 10 ¹	3,8 x 10 ³	3,4 x 10 ²	4,5 x 10 ³	0,4 x 10 ¹	2,0 x 10 ²	3,2 x 10 ¹	1,8 x 10 ²
Median (KbE/g)	0,00	1,3 x 10 ^{1**}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10 ⁰	14 (82,4)	6 (35,3)	10 (58,8)	10 (58,8)	15 (88,2)	10 (58,8)	14 (82,4)	11 (64,7)
≤ 1,0 x 10 ¹	1 (5,9)	2 (11,8)	- (-)	2 (11,8)	1 (5,9)	3 (17,6)	1 (5,9)	4 (23,5)
≤ 1,0 x 10 ²⁺	- (-)	2 (11,8)	2 (11,8)	1 (5,9)	1 (5,9)	1 (5,9)	1 (5,9)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ³	2 (11,8)	2 (11,8)	3 (17,6)	2 (11,8)	- (-)	2 (11,8)	1 (5,9)	1 (5,9)
≤ 1,0 x 10 ^{4~}	- (-)	3 (17,6)	2 (11,8)	1 (5,9)	- (-)	1 (5,9)	- (-)	1 (5,9)
≤ 1,0 x 10 ⁵	- (-)	2 (11,8)	- (-)	1 (5,9)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, ** sehr signifikant
 + LUA-Richtwert für den Schimmelpilzgehalt in Butter, ~ LUA-Richtwert für den Hefengehalt in Butter

Herstellungsbedingt verteilen sich die Gesamtkeimzahlen in den Buttersorten Sauerrahm-, Süßrahm- und mildgesäuerte Butter unterschiedlich, daher werden die Buttersorten im Einzelnen betrachtet.

Sauerrahmbutter

Die Verteilung der **Gesamtkeimzahl** in den Sauerrahmbutterproben variierte zwischen $> 1,0 \times 10^3$ KbE/g und $\leq 1,0 \times 10^9$ KbE/g (siehe Tabelle 55). Die nachgewiesenen Gesamtkeime lagen in der konventionell erzeugten Butter zu beiden Untersuchungszeitpunkten signifikant höher ($p = 0,043$ bzw. $p = 0,028$).

Tab. 55: Gesamtkeimzahlen in Sauerrahmbutter konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	3	10	3	10
Mittelwert (KbE/g)	$1,5 \times 10^7$	$2,3 \times 10^6$	$3,1 \times 10^8$	$2,3 \times 10^6$
Median (KbE/g)	$7,8 \times 10^{6*}$	$1,9 \times 10^5$	$1,5 \times 10^{7*}$	$3,2 \times 10^5$
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$\leq 1,0 \times 10^4$	- (-)	1 (10,0)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^5$	- (-)	2 (20,0)	- (-)	1 (10,0)
$\leq 1,0 \times 10^6$	- (-)	4 (40,0)	- (-)	6 (60,0)
$\leq 1,0 \times 10^7$	2 (66,7)	2 (20,0)	1 (33,3)	2 (20,0)
$\leq 1,0 \times 10^8$	1 (33,3)	1 (10,0)	1 (33,3)	1 (10,0)
$\leq 1,0 \times 10^9$	- (-)	- (-)	1 (33,3)	- (-)

* signifikant

Sechs der sieben auf *B. cereus* positiv getesteten Butterproben entstammen der Sorte Sauerrahmbutter. Tabelle 56 verdeutlicht, dass nur niedrige Keimzahlen nachgewiesen wurden, die Isolierung aber hauptsächlich aus Proben ökologischer Erzeugung gelang.

Tab. 56: Keimzahlen für *B. cereus* in Sauerrahmbutter konventioneller und ökologischer Herkunft

<i>B. cereus</i>	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	3	10	3	10
Mittelwert (KbE/g)	-	$1,6 \times 10^{-1}$	$1,2 \times 10^{-1}$	$7,2 \times 10^{-2}$
Median (KbE/g)	-	0,00	0,00	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 0,3 \times 10^{0\#}$	3 (100)	7 (70,0)	2 (66,7)	8 (80,0)
$\leq 1,0 \times 10^0$	- (-)	3 (30,0)	1 (33,3)	2 (20,0)

Nachweisgrenze

Die PCR-Subtypisierung der aus diesen Sauerrahmbutterproben isolierten *B. cereus*-Stämme ergab für fünf der sechs die Zugehörigkeit zur mesophilen Art *B. cereus*. Für eine konventionelle Sauerrahmbutter wurde die Isolierung der psychrotrophen Spezies *B. weihenstephanensis* bestätigt.

Süßrahmbutter

Entsprechend den Produktionsbedingungen wurde für die **Gesamtkeimzahl** in Süßrahmbutter durch die LUA ein Richtwert von $1,0 \times 10^5$ KbE/g festgelegt, den nur eine Butter aus ökologischer Landwirtschaft überschritt. Die Verteilung der ermittelten Zahl der Gesamtkeime in allen acht Proben ist aus Tabelle 57 ersichtlich.

Tab. 57: Gesamtkeimzahlen in Süßrahmbutter konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	Ökologisch
Probenzahl	2	6	2	6
Mittelwert (KbE/g)	$1,6 \times 10^4$	$6,8 \times 10^5$	$5,7 \times 10^4$	$1,5 \times 10^6$
Median (KbE/g)	$1,6 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$5,7 \times 10^4$	$9,8 \times 10^3$
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$\leq 1,0 \times 10^3$	1 (50,0)	2 (33,3)	- (-)	2 (33,3)
$\leq 1,0 \times 10^4$	- (-)	- (-)	- (-)	1 (16,7)
$\leq 1,0 \times 10^{5+}$	1 (50,0)	3 (50,0)	2 (100)	2 (33,3)
$\leq 1,0 \times 10^6$	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^7$	- (-)	1 (16,7)	- (-)	1 (16,7)

* LUA-Richtwert für die Gesamtkeimzahl in Süßrahmbutter

Nur eine von den insgesamt sieben Butterproben, in denen **B. cereus** nachgewiesen worden war, gehörte zur Sorte der Süßrahmbutter. Für das Erzeugnis aus konventioneller Herstellung wurde am Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums ein *Bacillus-cereus*-Gehalt von $2,0 \times 10^0$ KbE/g ermittelt. Die Subtypisierung mittels PCR bestätigte den isolierten Stamm als mesophilen *B. cereus*.

Mildgesäuerte Butter

Wie schon bei den Sauerrahmbutterproben schwankte auch das Untersuchungsmaterial der mildgesäuerten Butter zwischen $> 1,0 \times 10^3$ KbE/g und $\leq 1,0 \times 10^9$ KbE/g für die **Gesamtkeimzahl** (siehe Tabelle 58). Die Reduktion des Keimgehaltes zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten in den Proben aus konventioneller Produktion ist als sehr signifikant einzuordnen ($p = 0,005$).

Tab. 58: Gesamtkeimzahl in mildgesäuerter Butter konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	12	1	12	1
Mittelwert (KbE/g)	$4,1 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$
Median (KbE/g)	$4,8 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$2,0 \times 10^{6**}$	$1,4 \times 10^6$
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$\leq 1,0 \times 10^4$	1 (8,3)	- (-)	1 (8,3)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^5$	2 (16,7)	- (-)	2 (16,7)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^6$	1 (8,3)	- (-)	2 (16,7)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^7$	3 (25,0)	1 (100)	5 (41,7)	1 (100)
$\leq 1,0 \times 10^8$	4 (33,3)	- (-)	2 (16,7)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^9$	1 (8,3)	- (-)	- (-)	- (-)

** sehr signifikant

4.4.2.2 Süße Sahne

Neben den in Abschnitt 4.4 und 4.4.2 genannten Untersuchungsparametern mit negativem Ergebnis gelang in keiner der Schlagsahneproben der Nachweis für **coliforme Keime**.

Einen Überblick über die relative Häufigkeit der positiv getesteten Untersuchungsparameter verschafft Tabelle 59.

Tab. 59: Untersuchungsergebnisse zur relativen Häufigkeit quantitativer Parameter in süßer Sahne konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime ¹⁾		<i>E. coli</i> ¹⁾		Hefen ²⁾		Schimmelpilze ²⁾	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n ^a	6	9	6	9	6	9	6	9
positiv (%)	0 (-)	1 (11,1)	0 (-)	1 (11,1)	1 (16,7)	3 (33,3)	1 (16,7)	3 (33,3)
n ^b	6	9	6	9	6	9	6	9
positiv (%)	0 (-)	0 (-)	1 (16,7)	0 (-)	0 (-)	2 (22,2)	0 (-)	4 (44,4)

n^a = Probenanzahl für die erste Untersuchung, n^b = Probenanzahl für die zweite Untersuchung

¹⁾ Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, ²⁾ Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

Die Verteilung der ermittelten Zahl der **Gesamtkeime** schwankte sowohl im Untersuchungsmaterial aus konventioneller als auch in dem aus ökologischer Erzeugung zwischen > 1,0 x 10² KbE/g und ≤ 1,0 x 10⁸ KbE/g (siehe Tabelle 60). Die Mittelwerte der Schlagsahneproben aus biologischer Landwirtschaft reduzierten sich signifikant vom ersten zum zweiten Untersuchungszeitpunkt (p = 0,017). Während die Bio-Sahne sowohl am Kauftag als auch am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums zu 55,5 % den LUA-Richtwert überschritt, lagen im Vergleich dazu jeweils 83,3 % bzw. 66,6 % der Proben aus konventioneller Produktion über 1,0 x 10⁵ KbE/g.

Tab. 60: Gesamtkeimzahl in süßer Sahne konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	6	9	6	9
Mittelwert (KbE/g)	1,1 x 10 ⁶	1,1 x 10 ⁷	1,8 x 10 ⁶	2,6 x 10 ⁶
Median (KbE/g)	5,6 x 10 ⁵	3,0 x 10 ⁵	2,2 x 10 ⁵	1,3 x 10 ^{5*}
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
≤ 1,0 x 10 ³	- (-)	1 (11,1)	1 (16,7)	2 (22,2)
≤ 1,0 x 10 ⁴	1 (16,7)	1 (11,1)	- (-)	1 (11,1)
≤ 1,0 x 10 ^{5*}	- (-)	3 (33,3)	1 (16,7)	1 (11,1)
≤ 1,0 x 10 ⁶	3 (50,0)	3 (33,3)	2 (33,3)	3 (33,3)
≤ 1,0 x 10 ⁷	2 (33,3)	- (-)	2 (33,3)	1 (11,1)
≤ 1,0 x 10 ⁸	- (-)	2 (22,2)	- (-)	1 (11,1)

* LUA-Richtwert für die Gesamtkeimzahl in süßer Sahne, * signifikant

Der Nachweis von **B. cereus** in den Proben süßer Sahne gelang sowohl einmal im Untersuchungsmaterial konventioneller Art am Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatums (3,6 x 10⁻¹ KbE/g), als auch in einem Produkt aus ökologischer Erzeugung am Tag der Proben-

nahme ($7,4 \times 10^{-1}$ KbE/g). Die beiden isolierten Stämme wurden mittels PCR auf ihre Zugehörigkeit zur mesophilen *B. cereus*-Spezies bestätigt.

In einer Schlagsahne aus biologischer Erzeugung wurde am Tag des Kaufes *E. coli* in Höhe von $3,6 \times 10^{-1}$ KbE/g nachgewiesen.

Tabelle 61 fasst die Verteilung der Keimzahlen für **Hefen** und **Schimmelpilze** in den Schlag-sahneproben zusammen. Es wird deutlich, dass der Nachweis in den Erzeugnissen aus konventioneller Herstellung seltener gelang als in den Produkten aus ökologischer Landwirtschaft. Die Richtwertüberschreitungen für den Gehalt an Hefen betrafen nur Schlagsahneproben aus biologischer Produktion.

Tab. 61: Keimzahl für Hefen und Schimmelpilze in süßer Sahne konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	6	9	6	9	6	9	6	9
Mittelwert (KbE/g)	$1,7 \times 10^{-1}$	$1,6 \times 10^3$	-	$3,8 \times 10^3$	$3,3 \times 10^{-1}$	$0,1 \times 10^1$	-	$5,0 \times 10^{-1}$
Median (KbE/g)	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 1,0 \times 10^{0\#}$	5 (83,3)	6 (66,7)	6 (100)	7 (77,8)	5 (83,3)	6 (66,7)	6 (100)	5 (55,6)
$\leq 1,0 \times 10^1$	1 (16,7)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (16,7)	2 (22,2)	- (-)	4 (44,4)
$\leq 1,0 \times 10^{2-}$	- (-)	1 (11,1)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (11,1)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^{3+}$	- (-)	- (-)	- (-)	1 (11,1)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^4$	- (-)	2 (22,2)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^5$	- (-)	- (-)	- (-)	1 (11,1)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze

~ LUA-Richtwert für den Schimmelpilzgehalt in süßer Sahne, + LUA-Richtwert für den Hefengehalt in süßer Sahne

4.4.2.3 Fermentierte Milchprodukte

In den 35 konventionell und den 30 ökologisch produzierten fermentierten Milcherzeugnissen konnte, neben den in Kapitel 4.4 und 4.4.2 genannten Untersuchungsparametern, *E. coli* in keiner Probe nachgewiesen werden. Die Zahl der **coliformen Keime** lag bei der Untersuchung am Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums in allen Proben unter der Nachweisgrenze. Die Ergebnisse der relativen Häufigkeit quantitativer Untersuchungsparameter sind in Tabelle 62 aufgelistet.

Tab. 62: Untersuchungsergebnisse zur relativen Häufigkeit quantitativer Parameter in fermentierten Milcherzeugnissen konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime ¹⁾		<i>B. cereus</i> ¹⁾		Hefen ²⁾		Schimmelpilze ²⁾	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n ^a	35	30	35	30	35	30	35	30
positiv (%)	3 (8,6)	2 (6,7)	1 (2,9)	1 (3,3)	6 (17,1)	11 (36,7)	7 (10,0)	10 (33,3)
n ^b	35	30	35	30	35	30	35	30
positiv (%)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	2 (6,7)	9 (25,7)	6 (20,0)	10 (28,6)	8 (26,7)

n^a = Probenanzahl für die erste Untersuchung, n^b = Probenanzahl für die zweite Untersuchung

¹⁾ Nachweisgrenze 0,3 x 10⁶ KbE/g, ²⁾ Nachweisgrenze 1,0 x 10⁶ KbE/g

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

Tabelle 63 verschafft einen Überblick über die Verteilung der nachgewiesenen Keimzahlen für **coliforme Keime** und ***B. cereus***. Die positiven Ergebnisse für coliforme Keime wurden dabei ausschließlich in Joghurtproben erzielt. Nur ein Produkt aus konventioneller Herstellung übertraf den LUA-Richtwert für den Coliformengehalt von 1,0 x 10¹ KbE/g. Die Nachweise von *B. cereus* verteilen sich dagegen innerhalb der Gruppe der fermentierten Milcherzeugnisse. Bei der ersten Untersuchung am Kauftag wurde eine Buttermilch aus ökologischer Erzeugung positiv getestet sowie eine saure Sahne aus konventioneller Produktion. Am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums gelang der Nachweis dann in einer sauren Sahne und einem Joghurt aus biologischer Produktion. Alle *B. cereus*-Isolate wurden durch die Subtypisierung mittels PCR zur mesophilen Gattung zugeordnet.

Tab. 63: Keimzahlen für coliforme Keime und *B. cereus* in fermentierten Milcherzeugnissen konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime				<i>B. cereus</i>			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	35	30	35	30	35	30	35	30
Mittelwert (KbE/g)	0,3 x 10 ¹	4,3 x 10 ⁻²	-	-	6,0 x 10 ⁻²	3,7 x 10 ⁻²	-	5,1 x 10 ⁻¹
Median (KbE/g)	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	-	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 0,3 x 10 ^{0#}	32 (91,4)	28 (93,3)	35 (100)	30 (100)	34 (97,1)	29 (96,7)	35 (100)	28 (93,3)
≤ 1,0 x 10 ⁰	2 (5,7)	2 (6,7)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	1 ³⁾ (3,3)
≤ 1,0 x 10 ¹⁺	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	1 ¹⁾ (2,9)	1 ²⁾ (3,3)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ²	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	1 ⁴⁾ (3,3)
≤ 1,0 x 10 ³	1 (2,9)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze

⁺ LUA-Richtwert für den Coliformengehalt in Sauermilch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnissen

¹⁾ saure Sahne, ²⁾ Buttermilch, ³⁾ Joghurt, ⁴⁾ saure Sahne

Die Nachweisrate für **Hefen** und für **Schimmelpilze** lag bei der ersten Untersuchung am Kauftag in den Proben aus ökologischer Produktion höher als in den fermentierten Milcherzeugnissen aus konventioneller Herstellung (Tabelle 64). In diesem Untersuchungsmaterial überschritt im Vergleich zu fünf konventionellen Erzeugnissen nur ein biologisches Produkt den LUA-Richtwert für den Hefengehalt.

Tab. 64: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in fermentierten Milchprodukten konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	35	30	35	30	35	30	35	30
Mittelwert (KbE/g)	7,7 x 10 ³	1,1 x 10 ³	8,8 x 10 ³	7,6 x 10 ¹	3,6 x 10 ³	0,5 x 10 ¹	2,3 x 10 ³	0,1 x 10 ¹
Median (KbE/g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10 ^{0#}	29 (82,9)	19 (63,3)	26 (74,3)	24 (80,0)	28 (80,0)	20 (66,7)	25 (71,4)	22 (73,3)
≤ 1,0 x 10 ¹	1 (2,9)	2 (6,7)	- (-)	- (-)	3 (8,6)	7 (23,3)	4 (11,4)	7 (23,3)
≤ 1,0 x 10 ²	- (-)	6 (20,0)	2 (5,7)	4 (13,3)	1 (2,9)	3 (10,0)	2 (5,7)	1 (3,3)
≤ 1,0 x 10 ³⁻	2 (5,7)	1 (3,3)	2 (5,7)	1 (3,3)	1 (2,9)	- (-)	2 (5,7)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁴⁺	1 (2,9)	1 (3,3)	2 (5,7)	1 (3,3)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁵	- (-)	1 (3,3)	1 (2,9)	- (-)	2 (5,7)	- (-)	2 (5,7)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁶	2 (5,7)	- (-)	2 (5,7)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze

~ LUA-Richtwert für den Schimmelpilzgehalt in Sauermilch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnissen

* LUA-Richtwert für den Hefengehalt in Sauermilch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnissen

Um Unterschiede besser herausstellen zu können werden die untersuchten Produkte Buttermilch, saure Sahne, Crème fraîche und Joghurt im Folgenden bezüglich ihrer Gesamtkeimzahl und ihrer Keimzahl für Hefen und Schimmelpilze noch einmal getrennt betrachtet.

Buttermilch

Die nachgewiesene Zahl der **Gesamtkeime** in den Buttermilchproben schwankte von > 1,0 x 10³ und ≤ 1,0 x 10¹⁰ KbE/g. Eine genaue Auflistung der prozentualen Verteilung dieser Untersuchungsergebnisse ist in Tabelle 65 zu finden. Die Gesamtkeimzahl in konventionell produzierter Buttermilch lag bei der ersten Untersuchung signifikant höher als beim zweiten Analysezeitpunkt (p = 0,028).

Tab. 65: Gesamtkeimzahlen in Buttermilch konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	6	5	6	5
Mittelwert (KbE/g)	5,5 x 10 ⁸	8,9 x 10 ⁷	2,4 x 10 ⁸	4,6 x 10 ⁷
Median (KbE/g)	8,0 x 10 ⁷	1,3 x 10 ⁷	1,8 x 10 ^{7*}	5,6 x 10 ⁶
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
≤ 1,0 x 10 ⁴	- (-)	1 (20,0)	- (-)	1 (20,0)
≤ 1,0 x 10 ⁵	1 (16,7)	- (-)	1 (16,7)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁶	- (-)	1 (20,0)	- (-)	1 (20,0)
≤ 1,0 x 10 ⁷	- (-)	- (-)	1 (16,7)	1 (20,0)
≤ 1,0 x 10 ⁸	3 (50,0)	2 (40,0)	2 (33,3)	1 (20,0)
≤ 1,0 x 10 ⁹	- (-)	1 (20,0)	2 (33,3)	1 (20,0)
≤ 1,0 x 10 ¹⁰	2 (33,3)	- (-)	- (-)	- (-)

* signifikant

Die Nachweisraten von **Hefen** und **Schimmelpilzen** lagen in den Produkten aus ökologischer Erzeugung stets niedriger als in den Buttermilchproben aus konventioneller Produktion (siehe Tabelle 66). Ebenso überschritt das Probenmaterial konventioneller Art die LUA-Richtwerte öfter als das aus biologischer Herstellung (33,3 % im Vergleich zu 20 % bzw. 0 %).

Tab. 66: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Buttermilch konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	6	5	6	5	6	5	6	5
Mittelwert (KbE/g)	4,4 x 10 ⁴	6,4 x 10 ³	4,4 x 10 ⁴	3,2 x 10 ²	2,1 x 10 ⁴	1,1 x 10 ¹	1,3 x 10 ⁴	0,3 x 10 ¹
Median (KbE/g)	5,0 x 10 ²	0,00	1,5 x 10 ³	0,00	1,8 x 10 ²	0,1 x 10 ¹	1,7 x 10 ²	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10 ^{0#}	2 (33,3)	3 (60,0)	2 (33,3)	3 (60,0)	1 (16,7)	2 (40,0)	1 (16,7)	4 (80,0)
≤ 1,0 x 10 ¹	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (16,7)	2 (40,0)	1 (16,7)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ²	- (-)	1 (20,0)	1 (16,7)	1 (20,0)	1 (16,7)	1 (20,0)	1 (16,7)	1 (20,0)
≤ 1,0 x 10 ^{3~}	2 (33,3)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (16,7)	- (-)	1 (16,7)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁴⁺	- (-)	- (-)	1 (16,7)	1 (20,0)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁵	- (-)	1 (20,0)	- (-)	- (-)	2 (33,3)	- (-)	2 (33,3)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁶	2 (33,3)	- (-)	2 (33,3)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze

~ LUA-Richtwert für den Schimmelpilzgehalt in Sauermilch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnissen

+ LUA-Richtwert für den Hefengehalt in Sauermilch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnissen

Saure Sahne

Die Höhe der **Gesamtkeimzahl** in konventionell erzeugter saurer Sahne reichte von > 1,0 x 10⁴ bis ≤ 1,0 x 10⁹ KbE/g. In den neun Öko-Sauerrahmproben schwankte der Gehalt der Gesamtkeime von > 1,0 x 10³ bis ≤ 1,0 x 10⁹ KbE/g (siehe Tabelle 67).

Tab. 67: Gesamtkeimzahlen in saurer Sahne konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	9	9	9	9
Mittelwert (KbE/g)	1,2 x 10 ⁸	7,9 x 10 ⁷	1,0 x 10 ⁸	7,1 x 10 ⁷
Median (KbE/g)	2,2 x 10 ⁷	1,0 x 10 ⁶	2,6 x 10 ⁷	1,4 x 10 ⁵
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
≤ 1,0 x 10 ⁴	- (-)	1 (11,1)	- (-)	1 (11,1)
≤ 1,0 x 10 ⁵	1 (11,1)	2 (22,2)	2 (22,2)	2 (22,2)
≤ 1,0 x 10 ⁶	1 (11,1)	1 (11,1)	- (-)	3 (33,3)
≤ 1,0 x 10 ⁷	- (-)	2 (22,2)	1 (11,1)	1 (11,1)
≤ 1,0 x 10 ⁸	5 (55,6)	- (-)	5 (55,6)	1 (11,1)
≤ 1,0 x 10 ⁹	2 (22,2)	3 (33,3)	1 (11,1)	1 (11,1)

In Tabelle 68 sind die Untersuchungsergebnisse für die Verteilung der Keimzahlen für **Hefen** und **Schimmelpilze** in saurer Sahne zusammengefasst. Es wird deutlich, dass nur wenige Proben positiv auf das Vorkommen dieser Mikroorganismen getestet wurden und keine saure Sahne die LUA-Richtwerte überschritt.

Tab. 68: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in saurer Sahne konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	9	9	9	9	9	9	9	9
Mittelwert (KbE/g)	-	$6,1 \times 10^1$	$3,8 \times 10^2$	$6,1 \times 10^1$	$1,1 \times 10^{-1}$	$0,8 \times 10^1$	$2,2 \times 10^{-1}$	$0,1 \times 10^1$
Median (KbE/g)	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	$0,1 \times 10^1$
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 1,0 \times 10^{0\#}$	9 (100)	6 (66,7)	8 (88,9)	7 (77,8)	8 (88,9)	6 (66,7)	8 (88,9)	4 (44,4)
$\leq 1,0 \times 10^1$	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (11,1)	2 (22,2)	1 (11,1)	5 (55,6)
$\leq 1,0 \times 10^2$	- (-)	2 (22,2)	- (-)	1 (11,1)	- (-)	1 (11,1)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^{3-}$	- (-)	1 (11,1)	- (-)	1 (11,1)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^{4+}$	- (-)	- (-)	1 (11,1)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze

~ LUA-Richtwert für den Schimmelpilzgehalt in Sauer Milch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnissen

+ LUA-Richtwert für den Hefengehalt in Sauer Milch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnissen

Crème fraîche

Die Höhe der nachgewiesenen Zahl der **Gesamtkeime** schwankte in den Crème fraîche-Proben zwischen $> 1,0 \times 10^6$ und $\leq 1,0 \times 10^9$ KbE/g (siehe Tabelle 69). Mit $p = 0,043$ lag die Gesamtkeimzahl der konventionell erzeugten Proben zum ersten Untersuchungszeitpunkt signifikant höher als zum zweiten.

Tab. 69: Gesamtkeimzahl in Crème fraîche konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	5	3	5	3
Mittelwert (KbE/g)	$1,3 \times 10^8$	$9,5 \times 10^7$	$6,0 \times 10^7$	$8,5 \times 10^7$
Median (KbE/g)	$3,7 \times 10^7$	$1,0 \times 10^8$	$5,6 \times 10^{6*}$	$1,2 \times 10^8$
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$\leq 1,0 \times 10^7$	- (-)	- (-)	3 (60,0)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^8$	4 (80,0)	2 (66,7)	1 (10,0)	1 (33,3)
$\leq 1,0 \times 10^9$	1 (20,0)	1 (33,3)	1 (10,0)	2 (66,7)

* signifikant

Tabelle 70 zeigt, dass nur wenige Proben Crème fraîche **Hefen** und **Schimmelpilze** enthielten.

Tab. 70: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Crème fraîche konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	5	3	5	3	5	3	5	3
Mittelwert (KbE/g)	6,0 x 10 ⁻¹	0,1 x 10 ¹	4,1 x 10 ¹	-	4,0 x 10 ⁻¹	-	0,1 x 10 ¹	3,3 x 10 ⁻¹
Median (KbE/g)	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10^{0#}	4 (80,0)	2 (66,7)	2 (40,0)	3 (100)	4 (80,0)	3 (100)	4 (80,0)	2 (66,7)
≤ 1,0 x 10¹	1 (20,0)	1 (33,3)	3 (60,0)	- (-)	1 (20,0)	- (-)	1 (20,0)	1 (33,3)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze

Joghurt

Die Zusammenfassung der **Gesamtkeimzahl** der untersuchten Joghurtproben in Tabelle 71 zeigt eine Schwankungsbreite von > 1,0 x 10⁵ bis 1,0 x 10¹⁰ KbE/g.

Tab. 71: Gesamtkeimzahl in Joghurt konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	15	13	15	13
Mittelwert (KbE/g)	5,3 x 10 ⁸	6,6 x 10 ⁸	4,2 x 10 ⁸	6,6 x 10 ⁸
Median (KbE/g)	5,0 x 10 ⁸	2,4 x 10 ⁸	1,5 x 10 ⁸	8,8 x 10 ⁷
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
≤ 1,0 x 10⁶	- (-)	2 (15,4)	- (-)	2 (15,4)
≤ 1,0 x 10⁷	2 (13,3)	2 (15,4)	1 (6,7)	2 (15,4)
≤ 1,0 x 10⁸	- (-)	2 (15,4)	3 (20,0)	3 (23,1)
≤ 1,0 x 10⁹	11 (73,3)	3 (23,1)	10 (66,7)	2 (15,4)
≤ 1,0 x 10¹⁰	2 (13,3)	4 (30,8)	1 (6,7)	4 (30,8)

Hefen und **Schimmelpilze** wurden in der Mehrzahl des Probenmaterials nicht nachgewiesen (siehe Tabelle 72). Im Vergleich zu den konventionell erzeugten Proben lag die Nachweisrate und die ermittelte Keimzahl für Schimmelpilze in Joghurtproben ökologischer Produktion am Kauftag signifikant höher (p = 0,035 bzw. 0,023). Nur eine Joghurtprobe aus ökologischer Erzeugung überschritt zum Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums den LUA-Richtwert für den Gehalt an Hefen in Sauer Milch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnissen.

Tab. 72: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Joghurt konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	15	13	15	13	15	13	15	13
Mittelwert (KbE/g)	4,9 x 10 ²	1,3 x 10 ²	2,8 x 10 ³	0,8 x 10 ¹	-	0,2 x 10 ¹	6,5 x 10 ¹	4,6 x 10 ⁻¹
Median (KbE/g)	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00*	0,00	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10 ^{0#}	14 (93,3)	8 (61,5)	13 (86,7)	11 (84,6)	15 (100)	9 (69,2)	12 (80,0)	12 (92,3)
≤ 1,0 x 10 ¹	- (-)	1 (7,7)	- (-)	- (-)	- (-)	3 (23,1)	1 (6,7)	1 (7,7)
≤ 1,0 x 10 ²	- (-)	3 (23,1)	- (-)	2 (15,4)	- (-)	1 (7,7)	1 (6,7)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ^{3~}	- (-)	- (-)	1 (6,7)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (6,7)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁴⁺	1 (6,7)	1 (7,7)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁵	- (-)	- (-)	1 (6,7)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze, * signifikant
 ~ LUA-Richtwert für den Schimmelpilzgehalt in Sauermilch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnissen
 + LUA-Richtwert für den Hefengehalt in Sauermilch-, Joghurt- und Buttermilcherzeugnissen

4.4.2.4 Gereifte Käsesorten

In den gereiften Käseproben aus konventioneller und ökologischer Erzeugung wurde neben den in Kapitel 4.4 und 4.4.2 genannten Parametern kein **B. cereus** nachgewiesen.

Da sich die verschiedenen Käsesorten in ihrer Nährstoffzusammensetzung und ihrem Wassergehalt erheblich unterscheiden, werden die Untersuchungsergebnisse für Sauermilch-, Schnitt- und Weichkäse getrennt dargestellt.

Sauermilchkäse

Die Häufigkeitsverteilung der Parameter mit positivem Nachweis für Sauermilchkäseproben ist in Tabelle 73 aufgezeigt.

Tab. 73: Untersuchungsergebnisse zur relativen Häufigkeit quantitativer Parameter in Sauermilchkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime ¹⁾		<i>E. coli</i> ¹⁾		Hefen ²⁾		Schimmelpilze ²⁾	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n^a	4	4	4	4	4	4	4	4
positiv (%)	3 (75,0)	2 (50,0)	1 (25,0)	0 (-)	2 (50,0)	3 (75,0)	4 (100)	4 (100)
n^b	4	4	4	4	4	4	4	4
positiv (%)	2 (50,0)	1 (25,0)	0 (-)	0 (-)	2 (50,0)	3 (75,0)	4 (100)	4 (100)

n^a = Probenanzahl für die erste Untersuchung, n^b = Probenanzahl für die zweite Untersuchung
¹⁾ Nachweisgrenze 0,3 x 10⁹ KbE/g, ²⁾ Nachweisgrenze 1,0 x 10⁶ KbE/g
 kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

Die Zahl der **Gesamtkeime** für die Sauermilchkäseproben lag zwischen $> 1,0 \times 10^7$ und $\leq 1,0 \times 10^{10}$ KbE/g (siehe Tabelle 74).

Tab. 74: Gesamtkeimzahlen in Sauermilchkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	4	4	4	4
Mittelwert (KbE/g)	$7,9 \times 10^8$	$2,5 \times 10^8$	$4,0 \times 10^8$	$4,6 \times 10^8$
Median (KbE/g)	$7,9 \times 10^8$	$1,9 \times 10^8$	$2,5 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$\leq 1,0 \times 10^8$	- (-)	2 (50,0)	- (-)	2 (50,0)
$\leq 1,0 \times 10^9$	2 (50,0)	2 (50,0)	4 (100)	1 (25,0)
$\leq 1,0 \times 10^{10}$	2 (50,0)	- (-)	- (-)	1 (25,0)

In nur einem Sauermilchkäse aus konventioneller Produktion wurde am Tag der ersten Untersuchung *E. coli* ($9,2 \times 10^{-1}$ KbE/g) nachgewiesen.

Einen Überblick über die Verteilung der Keimzahl für **coliforme Keime** in Sauermilchkäse verschafft Tabelle 75.

Tab. 75: Keimzahlen für coliforme Keime in Sauermilchkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

Coliforme Keime	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	4	4	4	4
Mittelwert (KbE/g)	$1,2 \times 10^1$	$0,1 \times 10^1$	$1,2 \times 10^1$	$5,8 \times 10^{-1}$
Median (KbE/g)	$0,2 \times 10^1$	$0,1 \times 10^1$	$0,1 \times 10^1$	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 0,3 \times 10^{0\#}$	1 (25,0)	2 (50,0)	2 (50,0)	3 (75,0)
$\leq 1,0 \times 10^0$	1 (25,0)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^1$	1 (25,0)	2 (50,0)	1 (25,0)	1 (25,0)
$\leq 1,0 \times 10^2$	1 (25,0)	- (-)	1 (25,0)	- (-)

Nachweisgrenze

Hefen und **Schimmelpilze** konnten in dieser Produktgruppe bis zu einer Keimzahl von $\leq 1,0 \times 10^7$ KbE/g ermittelt werden. Während in jeweils der Hälfte der konventionell und in einem Viertel der ökologisch erzeugten Sauermilchkäseproben der Hefengehalt unter der Nachweisgrenze blieb, waren alle Proben mit Schimmelpilzen besiedelt (siehe Tabelle 76).

Tab. 76: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Sauermilchkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	4	4	4	4	4	4	4	4
Mittelwert (KbE/g)	1,1 x 10 ⁶	2,5 x 10 ⁵	1,7 x 10 ⁶	1,1 x 10 ⁵	2,6 x 10 ⁵	4,0 x 10 ⁵	4,4 x 10 ⁵	1,1 x 10 ⁵
Median (KbE/g)	5,0 x 10 ⁴	2,3 x 10 ⁵	3,0 x 10 ³	1,4 x 10 ⁵	1,6 x 10 ⁵	2,2 x 10 ⁵	1,6 x 10 ⁵	6,9 x 10 ⁴
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10 ^{0#}	2 (50,0)	1 (25,0)	2 (50,0)	1 (25,0)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ¹	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ²	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ³	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (25,0)
≤ 1,0 x 10 ⁴	- (-)	- (-)	1 (25,0)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁵	1 (25,0)	1 (25,0)	- (-)	- (-)	- (-)	2 (50,0)	- (-)	1 (25,0)
≤ 1,0 x 10 ⁶	- (-)	2 (50,0)	- (-)	3 (75,0)	4 (100)	1 (25,0)	3 (75,0)	2 (50,0)
≤ 1,0 x 10 ⁷	1 (25,0)	- (-)	1 (25,0)	- (-)	- (-)	1 (25,0)	1 (25,0)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze

Schnittkäse

In keiner der 22 untersuchten Schnittkäseproben gelang, zusätzlich zu den schon in Kapitel 4.4 und unter Punkt 4.4.3 genannten Parametern, der Nachweis von *E. coli*. Die Verteilung der Nachweisraten der anderen quantitativen Untersuchungsparameter ist in Tabelle 77 dargestellt. Der Nachweis von Schimmelpilzen am Kauftag erfolgte im Probenmaterial aus ökologischer Erzeugung signifikant häufiger als in den Schnittkäsen konventioneller Art ($p = 0,024$).

Tab. 77: Untersuchungsergebnisse zur relativen Häufigkeit quantitativer Parameter in Schnittkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime ¹⁾		Hefen ²⁾		Schimmelpilze ²⁾	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n^a	11	11	11	11	11	11
positiv (%)	3 (27,3)	5 (45,5)	11 (100)	10 (90,9)	1 (9,1)	7 (63,6)*
n^b	11	11	11	11	11	11
positiv (%)	4 (36,4)	2 (18,2)	11 (100)	11 (100)	3 (27,3)	4 (36,4)

n^a = Probenanzahl für die erste Untersuchung, n^b = Probenanzahl für die zweite Untersuchung, * signifikant

¹⁾ Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, ²⁾ Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

In Tabelle 78 sind die Untersuchungsergebnisse zur ermittelten **Gesamtkeimzahl** in Schnittkäse aufgelistet (> 1,0 x 10⁵ und 1,0 x 10¹⁰ KbE/g). Für die Bio-Schnittkäseproben wurde im Vergleich zu den Proben aus konventioneller Erzeugung zu beiden Untersuchungszeitpunkten ein signifikant bzw. sehr signifikant höherer Gesamtkeimgehalt nachgewiesen ($p = 0,045$ bzw. $p = 0,010$).

Tab. 78: Gesamtkeimzahlen in Schnittkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	11	11	11	11
Mittelwert (KbE/g)	$5,7 \times 10^7$	$4,3 \times 10^8$	$8,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^8$
Median (KbE/g)	$1,2 \times 10^7$	$8,6 \times 10^{7*}$	$7,4 \times 10^6$	$1,2 \times 10^{8**}$
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$\leq 1,0 \times 10^6$	2 (18,2)	- (-)	2 (18,2)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^7$	3 (27,3)	1 (9,1)	4 (36,4)	1 (9,1)
$\leq 1,0 \times 10^8$	5 (45,5)	5 (45,5)	4 (36,4)	4 (36,4)
$\leq 1,0 \times 10^9$	1 (9,1)	4 (36,4)	1 (9,1)	6 (54,5)
$\leq 1,0 \times 10^{10}$	- (-)	1 (9,1)	- (-)	- (-)

* signifikant, ** sehr signifikant

Während für das konventionell erzeugte Untersuchungsmaterial am Kauftag bei **coliformen Keimen** eine Nachweisrate von 27,3 % ermittelt wurde, lag dieser Wert im Bio-Schnittkäse knapp 20 % höher (45,5 %). Zum Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums verlief die Analyse entgegengesetzt. In 36,4 % der Proben aus konventioneller Produktion wurden Coliforme nachgewiesen, aber nur noch aus 18,2 % der Öko-Käse konnten diese Mikroorganismen isoliert werden (siehe Tabelle 79).

Tab. 79: Keimzahlen für coliforme Keime in Schnittkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

Coliforme Keime	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	11	11	11	11
Mittelwert (KbE/g)	$1,1 \times 10^1$	$6,0 \times 10^{-1}$	$1,3 \times 10^1$	$2,2 \times 10^1$
Median (KbE/g)	0,00	0,00	0,00	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 0,3 \times 10^{0\#}$	8 (72,7)	6 (54,5)	7 (63,6)	9 (81,8)
$\leq 1,0 \times 10^0$	- (-)	3 (27,3)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^1$	- (-)	2 (18,2)	1 (9,1)	1 (9,1)
$\leq 1,0 \times 10^2$	3 (27,3)	- (-)	3 (27,3)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^3$	- (-)	- (-)	- (-)	1 (9,1)

Nachweisgrenze

Aus allen Schnittkäseproben wurden **Hefen** isoliert. Demgegenüber stehen die geringeren Nachweisraten für **Schimmelpilze** (siehe Tabelle 80).

Der Schimmelpilzgehalt in den Bio-Proben sank von der ersten zur zweiten Untersuchung signifikant ($p = 0,017$). Zwischen dem konventionell und dem ökologisch hergestellten Probenmaterial bestehen ebenfalls signifikante Unterschiede. Am Kauftag lagen neben der oben schon erwähnten höheren Nachweisrate für Schimmelpilze auch die entsprechenden Keimzahlen ($p = 0,009$) in den Proben aus biologischer Produktion sehr signifikant höher.

Tab. 80: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Schnittkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	11	11	11	11	11	11	11	11
Mittelwert (KbE/g)	9,2 x 10 ³	4,1 x 10 ⁴	8,2 x 10 ³	1,1 x 10 ⁴	0,4 x 10 ¹	2,4 x 10 ³	0,3 x 10 ¹	1,3 x 10 ¹
Median (KbE/g)	2,2 x 10 ²	1,6 x 10 ²	2,0 x 10 ²	1,4 x 10 ³	0,00	1,8 x 10 ^{1**}	0,00	0,00*
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10 ^{0#}	- (-)	1 (9,1)	- (-)	- (-)	10 (90,9)	4 (36,4)	8 (72,7)	7 (63,6)
≤ 1,0 x 10 ¹	- (-)	- (-)	- (-)	1 (9,1)	- (-)	- (-)	2 (18,2)	2 (18,2)
≤ 1,0 x 10 ²	1 (9,1)	3 (27,3)	- (-)	2 (18,2)	1 (9,1)	3 (27,3)	1 (9,1)	2 (18,2)
≤ 1,0 x 10 ³	7 (63,6)	3 (27,3)	7 (63,6)	2 (18,2)	- (-)	3 (27,3)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁴	2 (18,2)	- (-)	3 (27,3)	2 (18,2)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁵	1 (9,1)	3 (27,3)	1 (9,1)	4 (36,4)	- (-)	1 (9,1)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁶	- (-)	1 (9,1)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze, * signifikant, ** sehr signifikant

Weichkäse

Für die untersuchten Weichkäseproben aus konventioneller und ökologischer Erzeugung verteilen sich die Ergebnisse zur relativen Häufigkeit coliformer Keime, *E. coli* sowie Hefen und Schimmelpilze entsprechend der Darstellung in Tabelle 81.

Tab. 81: Untersuchungsergebnisse zur relativen Häufigkeit quantitativer Parameter in Weichkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime ¹⁾		<i>E. coli</i> ¹⁾		Hefen ²⁾		Schimmelpilze ²⁾	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n ^a	6	6	6	6	6	6	6	6
positiv (%)	2 (33,4)	4 (66,7)	0 (-)	2 (33,4)	5 (83,3)	6 (100)	6 (100)	6 (100)
n ^b	6	6	6	6	6	6	6	6
positiv (%)	3 (50,0)	3 (50,0)	0 (-)	1 (16,7)	4 (83,3)	6 (100)	6 (100)	6 (100)

n^a = Probenanzahl für die erste Untersuchung, n^b = Probenanzahl für die zweite Untersuchung

¹⁾ Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, ²⁾ Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

Die Untersuchungsergebnisse und ihre prozentuale Verteilung für die Gesamtkeimzahl innerhalb der zwölf Weichkäseproben zeigt Tabelle 82. Die Zahl der Gesamtkeime in den Weichkäsen aus biologischer Erzeugung sank zwischen den beiden Untersuchungen signifikant (p = 0,046)

Tab. 82: Gesamtkeimzahlen in Weichkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	6	6	6	6
Mittelwert (KbE/g)	$4,5 \times 10^8$	$2,5 \times 10^9$	$3,4 \times 10^8$	$5,5 \times 10^8$
Median (KbE/g)	$3,6 \times 10^8$	$1,0 \times 10^9$	$1,3 \times 10^8$	$5,6 \times 10^{8*}$
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$\leq 1,0 \times 10^8$	1 (16,7)	2 (33,3)	3 (50,0)	2 (33,3)
$\leq 1,0 \times 10^9$	4 (66,7)	1 (16,7)	2 (33,3)	3 (50,0)
$\leq 1,0 \times 10^{10}$	1 (16,7)	3 (50,0)	1 (16,7)	1 (16,7)

* signifikant

Der Nachweis von *E. coli* gelang nur in ökologisch erzeugten Weichkäseproben. Dabei unterschritten alle drei Ergebnisse den Schwellenwert der Prozesshygienekriterien nach Anhang I Kapitel 2 der VO (EG) 2073/2005. Ein konventionell produzierter Weichkäse überschreitet den LUA-Richtwert für coliforme Keime. Die Zusammenfassungen dieser Untersuchungsergebnisse zeigt Tabelle 83.

Tab. 83: Keimzahlen für coliforme Keime und *E. coli* in Weichkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime				<i>E. coli</i>			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	6	6	6	6	6	6	6	6
Mittelwert (KbE/g)	$4,2 \times 10^1$	$4,5 \times 10^2$	$1,8 \times 10^3$	$0,9 \times 10^1$	-	$0,8 \times 10^1$	-	$0,2 \times 10^1$
Median (KbE/g)	0,00	$2,4 \times 10^1$	$0,1 \times 10^1$	$1,8 \times 10^{-1}$	-	0,00	-	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 0,3 \times 10^{0\#}$	4 (66,7)	2 (33,3)	3 (50,0)	3 (50,0)	6 (100)	4 (66,7)	6 (100)	5 (83,3)
$\leq 1,0 \times 10^0$	- (-)	- (-)	- (-)	1 (16,7)	- (-)	1 (16,7)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^1$	- (-)	- (-)	1 (16,7)	1 (16,7)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (16,7)
$\leq 1,0 \times 10^{2-}$	1 (16,7)	2 (33,3)	1 (16,7)	1 (16,7)	- (-)	1 (16,7)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^{3\wedge}$	1 (16,7)	1 (16,7)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^{4+}$	- (-)	1 (16,7)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^5$	- (-)	- (-)	1 (16,7)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze

~ m = Schwellenwert für den Gehalt an *E. coli* nach den Prozesshygienekriterien nach Anhang I Kapitel 2 der VO (EG) 2073/2005

^ M = Höchstwert für den Gehalt an *E. coli* nach den Prozesshygienekriterien nach Anhang I Kapitel 2 der VO (EG) 2073/2005

+ LUA-Richtwert für den Coliformengehalt in Weichkäse

In zwei konventionell erzeugten Weichkäseproben wurden keine Hefen nachgewiesen; alle anderen enthielten zwischen $> 1,0 \times 10^3$ KbE/g bzw. $> 1,0 \times 10^4$ KbE/g und $\leq 1,0 \times 10^8$ KbE/g für die Hefen- bzw. für die Schimmelpilzkeimzahl (siehe Tabelle 84). Die zum ersten Untersuchungszeitpunkt ermittelte Hefenkeimzahl lag in den Produkten aus biologischer Erzeugung signifikant höher als in den Weichkäseproben aus konventioneller Herstellung ($p = 0,037$).

Tab. 84: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Weichkäse konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	6	6	6	6	6	6	6	6
Mittelwert (KbE/g)	2,0 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁶	4,1 x 10 ⁴	4,6 x 10 ⁶	1,0 x 10 ⁷	1,1 x 10 ⁶	5,9 x 10 ⁶	1,1 x 10 ⁶
Median (KbE/g)	1,4 x 10 ⁴	7,1 x 10 ^{5*}	1,8 x 10 ⁴	2,2 x 10 ⁶	5,0 x 10 ⁴	6,8 x 10 ⁵	3,4 x 10 ⁵	2,1 x 10 ⁵
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10 ⁰	1 (16,7)	- (-)	1 (16,7)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ¹	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ²	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ³	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁴	2 (33,3)	1 (16,7)	1 (16,7)	1 (16,7)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁵	3 (50,0)	1 (16,7)	3 (50,0)	2 (33,3)	4 (66,7)	1 (16,7)	2 (33,3)	2 (33,3)
≤ 1,0 x 10 ⁶	- (-)	1 (16,7)	1 (16,7)	- (-)	- (-)	2 (33,3)	2 (33,3)	2 (33,3)
≤ 1,0 x 10 ⁷	- (-)	3 (50,0)	- (-)	1 (16,7)	- (-)	3 (50,0)	1 (16,7)	2 (33,3)
≤ 1,0 x 10 ⁸	- (-)	- (-)	- (-)	2 (33,3)	2 (33,3)	- (-)	1 (16,7)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, * signifikant

4.4.2.5 Speisequark

Im Speisequark wurde *B. cereus* nachgewiesen, *E. coli* hingegen nicht. Die Häufigkeitsverteilung der Untersuchungsparameter für diese Produktgruppe fasst Tabelle 85 zusammen.

Tab. 85: Untersuchungsergebnisse zur relativen Häufigkeit quantitativer Parameter in Speisequark konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime ¹⁾		<i>B. cereus</i> ¹⁾		Hefen ²⁾		Schimmelpilze ²⁾	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n^a	12	12	12	12	12	12	12	12
positiv (%)	3 (25,0)	1 (8,3)	1 (8,3)	2 (16,7)	8 (66,7)	8 (66,7)	3 (25,0)	8 (66,7)
n^b	12	12	12	12	12	12	12	12
positiv (%)	2 (16,7)	3 (25,0)	1 (8,3)	1 (8,3)	7 (58,3)	5 (41,7)	5 (41,7)	3 (25,0)

n^a = Probenanzahl für die erste Untersuchung, n^b = Probenanzahl für die zweite Untersuchung

¹⁾ Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, ²⁾ Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

B. cereus wurde in Speisequark konventioneller Art einmal sowohl am Tag der Probennahme (9,2 x 10⁻¹ KbE/g) als auch zum Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums (4,3 x 10⁰ KbE/g) nachgewiesen. Die beiden Bio-Speisequarkproben, aus denen der Sporenbildner isoliert werden konnte, enthielten bei der ersten Untersuchung 3,6 x 10⁻¹ KbE/g. Am Ende der Mindesthaltbarkeitsfrist gelang der Nachweis wiederholt in einer Probe. Der Keimgehalt war auf 2,3 x 10⁰ KbE/g angestiegen.

Eine Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse für die Gesamtkeimzahl in den 24 Speisequarkproben und ihrer prozentuale Verteilung gibt Tabelle 86. Für die nachgewiesene Zahl der Gesamtkeime bestehen zu beiden Untersuchungszeitpunkten signifikante Unterschiede. Das konventionell erzeugte Probenmaterial war mit einer höheren Keimzahl besiedelt als der Bio-Speisequark ($p = 0,006$ für die erste bzw. $p = 0,026$ für die zweite Analyse). Die Zahl der Gesamtkeime sank in den Speisequarkproben aus konventioneller Produktion von der Untersuchung am Kauftag zum Ende der Lagerungsfrist sehr signifikant ($p = 0,006$).

Tab. 86: Gesamtkeimzahlen in Speisequark konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	12	12	12	12
Mittelwert (KbE/g)	$4,8 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$1,8 \times 10^7$
Median (KbE/g)	$3,0 \times 10^{8**}$	$2,2 \times 10^7$	$3,2 \times 10^{7*/**}$	$1,7 \times 10^7$
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$\leq 1,0 \times 10^5$	- (-)	1 (8,3)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^6$	- (-)	1 (8,3)	- (-)	2 (16,7)
$\leq 1,0 \times 10^7$	- (-)	3 (25,0)	- (-)	3 (25,0)
$\leq 1,0 \times 10^8$	3 (25,0)	5 (41,7)	8 (66,7)	7 (58,3)
$\leq 1,0 \times 10^9$	7 (58,3)	2 (16,7)	4 (33,3)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^{10}$	2 (16,7)	- (-)	- (-)	- (-)

* signifikant, ** sehr signifikant

Der Nachweis coliformer Keime gelang nur bei vereinzelt Proben. Die genaue prozentuale Verteilung der Proben sowie der Keimzahl ist in Tabelle 87 zusammengefasst. Je ein konventionell produzierter Speisequark (8,3 %) überschritt zu beiden Untersuchungszeitpunkten den LUA-Richtwert für den Gehalt an coliformen Keimen.

Tab. 87: Keimzahlen für coliforme Keime in Speisequark konventioneller und ökologischer Herkunft

Coliforme Keime	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	12	12	12	12
Mittelwert (KbE/g)	$1,8 \times 10^3$	$1,9 \times 10^{-1}$	$1,8 \times 10^2$	$2,7 \times 10^{-1}$
Median (KbE/g)	0,00	0,00	0,00	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 0,3 \times 10^{0\#}$	9 (75,0)	11 (91,7)	10 (83,3)	9 (75,0)
$\leq 1,0 \times 10^0$	- (-)	- (-)	1 (8,3)	2 (16,7)
$\leq 1,0 \times 10^1$	1 (8,3)	1 (8,3)	- (-)	1 (8,3)
$\leq 1,0 \times 10^2$	1 (8,3)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^{3+}$	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^4$	- (-)	- (-)	1 (8,3)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^5$	1 (8,3)	- (-)	- (-)	- (-)

⁺ LUA-Richtwert für den Coliformengehalt in Speisequark, [#] Nachweisgrenze

In Tabelle 88 sind die Keimzahlen für **Hefen** und **Schimmelpilze** in den untersuchten Speisequarkproben detailliert dargestellt. Zusätzlich werden die Probenverteilungen bezüglich der Überschreitungen der LUA-Richtwerte verdeutlicht. In den Speisequarkproben aus ökologischer Landwirtschaft sanken die Schimmelpilzkeimzahlen von der Untersuchung am Kauftag zum Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatums signifikant ($p = 0,042$).

Tab. 88: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Speisequark konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	12	12	12	12	12	12	12	12
Mittelwert (KbE/g)	$2,4 \times 10^4$	$4,8 \times 10^3$	$2,9 \times 10^4$	$3,4 \times 10^3$	$2,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$
Median (KbE/g)	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^1$	$0,5 \times 10^1$	0,00	0,00	$0,2 \times 10^1$	0,00	0,00*
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
$< 1,0 \times 10^{0\#}$	4 (33,3)	4 (33,3)	5 (41,7)	7 (58,3)	9 (75,0)	4 (33,3)	7 (58,3)	9 (75,0)
$\leq 1,0 \times 10^1$	- (-)	2 (16,7)	2 (16,7)	- (-)	1 (8,3)	5 (41,7)	4 (33,3)	2 (16,7)
$\leq 1,0 \times 10^2$	- (-)	2 (16,7)	- (-)	1 (8,3)	- (-)	1 (8,3)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^{3\sim}$	2 (16,7)	2 (16,7)	2 (16,7)	- (-)	1 (8,3)	- (-)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^{4+}$	1 (8,3)	1 (8,3)	1 (8,3)	3 (25,0)	1 (8,3)	1 (8,3)	1 (8,3)	1 (8,3)
$\leq 1,0 \times 10^5$	4 (33,3)	1 (8,3)	1 (8,3)	1 (8,3)	- (-)	1 (8,3)	- (-)	- (-)
$\leq 1,0 \times 10^6$	1 (8,3)	- (-)	1 (8,3)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze, * signifikant
[~] LUA-Richtwert für den Schimmelpilzgehalt in Frischkäse, ⁺ LUA-Richtwert für den Hefengehalt in Frischkäse

4.4.2.6 Pasta-filata-Käse

In den acht Pasta-filata-Käseproben gelang neben den in Kapitel 4.4 und 4.4.3 genannten Parametern weder der Nachweis von **B. cereus** noch von **E. coli**. Die Häufigkeitsverteilungen der drei Untersuchungsparameter Coliforme sowie Hefen und Schimmelpilze sind in Tabelle 89 dargestellt.

Tab. 89: Untersuchungsergebnisse zur relativen Häufigkeit quantitativer Parameter in Pasta-filata-Käse konventioneller und ökologischer Herkunft

	Coliforme Keime ¹⁾		Hefen ²⁾		Schimmelpilze ²⁾	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko
n^a	4	4	4	4	4	4
positiv (%)	0 (-)	2 (50,0)	4 (100)	4 (100)	0 (-)	3 (75,0)
n^b	4	4	4	4	4	4
positiv (%)	0 (-)	2 (50,0)	4 (100)	3 (75,0)	0 (-)	1 (25,0)

n^a = Probenanzahl für die erste Untersuchung, n^b = Probenanzahl für die zweite Untersuchung

¹⁾ Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, ²⁾ Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung

Die prozentuale Verteilung der Ergebnisse für die Gesamtkeimzahlen in Pasta-filata-Käse ist als Übersicht in Tabelle 90 zusammengefasst.

Tab. 90: Gesamtkeimzahlen in Pasta-filata-Käse konventioneller und ökologischer Herkunft

Gesamtkeimzahl	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	4	4	4	4
Mittelwert (KbE/g)	5,6 x 10 ⁸	2,3 x 10 ⁸	2,8 x 10 ⁸	1,5 x 10 ⁸
Median (KbE/g)	6,8 x 10 ⁸	1,5 x 10 ⁸	2,9 x 10 ⁸	7,8 x 10 ⁷
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
≤ 1,0 x 10 ⁷	- (-)	- (-)	1 (25,0)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁸	1 (25,0)	2 (50,0)	1 (25,0)	2 (50,0)
≤ 1,0 x 10 ⁹	3 (75,0)	2 (50,0)	2 (50,0)	2 (50,0)

In den auf konventionelle Art produzierte Pasta-filata-Käseproben wurde das Vorkommen von coliformen Keimen nicht bestätigt. Für die vier Pasta-filata-Käse aus ökologischer Erzeugung, aus denen Coliforme isoliert werden konnten, wurde dreimal ein Coliformengehalt von 9,3 x 10⁶ KbE/g und einmal von 2,4 x 10⁴ KbE/g, am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums, nachgewiesen (siehe Tabelle 91).

Tab. 91: Keimzahlen für coliforme Keime in Pasta-filata-Käse konventioneller und ökologischer Herkunft

Coliforme Keime	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Probenzahl	4	4	4	4
Mittelwert (KbE/g)	-	4,7 x 10 ⁶	-	2,3 x 10 ⁶
Median (KbE/g)	-	4,7 x 10 ⁶	-	1,2 x 10 ⁴
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 0,3 x 10 ^{0#}	4 100	2 (50,0)	4 (100)	2 (50,0)
≤ 1,0 x 10 ⁰	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ¹	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ²	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ³	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁴	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁵	- (-)	- (-)	- (-)	1 (25,0)
≤ 1,0 x 10 ⁶	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁷	- (-)	2 (50,0)	- (-)	1 (25,0)

Nachweisgrenze

Nur ein Pasta-filata-Käse aus ökologischer Produktion lag zum zweiten Untersuchungszeitpunkt bezüglich des **Hefengehaltes** unter der Nachweisgrenze. In keinem der vier Erzeugnisse aus konventioneller Herstellung konnten **Schimmelpilze** nachgewiesen werden. Die Ergebnisse für die Keimzahlen der Hefen und Schimmelpilze in den Pasta-filata-Käseproben sind in Tabelle 92 zusammengefasst.

Ergebnisse

Tab. 92: Keimzahlen für Hefen und Schimmelpilze in Pasta-filata-Käse konventioneller und ökologischer Herkunft

	Hefen				Schimmelpilze			
	Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum		Kauftag		Mindesthaltbarkeitsdatum	
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko
Probenzahl	4	4	4	4	4	4	4	4
Mittelwert (KbE/g)	7,5 x 10 ⁴	1,9 x 10 ⁵	3,6 x 10 ⁴	3,8 x 10 ⁴	-	1,1 x 10 ⁴	-	1,1 x 10 ²
Median (KbE/g)	8,0 x 10 ⁴	3,3 x 10 ⁴	3,5 x 10 ⁴	1,7 x 10 ³	-	3,7 x 10 ¹	-	0,00
KbE/g	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
< 1,0 x 10 ^{0#}	- (-)	- (-)	- (-)	1 (25,0)	4 (100)	1 (25,0)	4 (100)	3 (75,0)
≤ 1,0 x 10 ¹	1 (25,0)	1 (25,0)	1 (25,0)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ²	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	2 (50,0)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ³	- (-)	1 (25,0)	- (-)	1 (25,0)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (25,0)
≤ 1,0 x 10 ⁴	- (-)	- (-)	1 (25,0)	1 (25,0)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁵	2 (50,0)	1 (25,0)	2 (50,0)	- (-)	- (-)	1 (25,0)	- (-)	- (-)
≤ 1,0 x 10 ⁶	1 (25,0)	1 (25,0)	- (-)	1 (25,0)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, # Nachweisgrenze

5 Diskussion

Die ökologische Landwirtschaft und der Absatz von Bio-Produkten erleben eine nahezu stetig steigende Entwicklung. Biologisch erzeugte Milch und Molkereiprodukte nehmen dabei die Stellung der umsatzstärksten Warengruppe mit einem Marktanteil von 15 % ein.

Durch Werbekampagnen wird dem Verbraucher vermittelt, dass Öko-Produkte „gesünder“ sind. Studien zur mikrobiologischen Beschaffenheit dieser Lebensmittel, die diese Annahme bestätigen könnten, liegen allerdings nur vereinzelt vor. Für biologisch erzeugte Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof ist die Datenlage ebenso reduziert. Zu Milchprodukten existieren einige Untersuchungsergebnisse, wobei hauptsächlich chemische Parameter wie Pestizidrückstände, Fettsäuremuster und Vitamingehalt analysiert wurden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde daher die Beschaffenheit von ökologisch und konventionell erzeugten Rohmilchproben und Molkereierzeugnissen von 101 Herstellern untersucht. Ziel der Studie war, anhand der Parameter Sensorik, Kennzeichnung, pH-Wert und Mikrobiologie

- eine neue Datenbasis zu Vorzugsmilch, Milch-ab-Hof sowie einer möglichst breiten Palette pasteurisierter Milchprodukte zu schaffen und
- festzustellen, inwieweit Unterschiede zwischen konventionell und ökologisch hergestellten Erzeugnissen bestehen.

Die Untersuchungen basierten auf der Annahme, dass folgende Faktoren die Eigenschaften von Milch und –produkten beeinflussen können:

- In der biologischen Landwirtschaft kommen teilweise andere Futtermittel zum Einsatz als bei der konventionellen Erzeugung. Dementsprechend sind Abweichungen der sensorischen Eigenschaften vor allem für Rohmilch möglich, wie schon die Untersuchungen von LUND (1991) bestätigten.
- Auch der teilweise Ausschluss des prophylaktischen oder therapeutischen Arzneimittelsatzes in der ökologischen Viehhaltung könnte zu Differenzen bezüglich der Kontamination mit Mikroorganismen gerade in Rohmilch führen. So dokumentierte ENGVALL (2001) beispielsweise für Bio-Masthähnchen eine zehnfach höhere Kontaminationsrate mit *Campylobacter* spp.
- Größe und Produktionsablauf eines Herstellerbetriebes schaffen andere Voraussetzungen in Bezug auf räumliche Gegebenheiten, Hygienemanagement, Durchsatzmenge und technischen Aufwand.

Die Untersuchungsparameter wurden auf folgende Keimgruppen begrenzt:

- Im Hinblick auf den gesundheitlichen Verbraucherschutz wurden alle Proben auf das Vorkommen von EHEC, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus*, *L. monocytogenes*, *C. jejuni* sowie die Rohmilch auf *Sc. agalactiae* analysiert. Zusätzlich erfolgte die PCR-Subtypisierung von 34 *B. cereus*-Stämmen auf ihre Zugehörigkeit zur psychrotrophen Subspezies *B. weihenstephanensis*.
- Der Nachweis coliformer Keime und *E. coli* sollte Rückschlüsse auf die Hygiene bei der Erzeugung ermöglichen.

- Die Zahl von Hefen und Schimmelpilzen, da diese als hauptsächliche Verursacher für den Verderb dieser Warengruppe gelten.
- Zusätzlich wurde die Gesamtkeimzahl bestimmt.

Auf Grund der anonymisierten Probennahme können im Rahmen der vorliegenden Arbeit keine Aussagen zu den Bestandsgrößen der Milchviehherden der Vorzugsmilch- bzw. Milch-ab-Hof-Erzeuger oder andere technische Parameter (Durchflusszahlen, Kühlungseinrichtungen, Abholungsintervalle, Abfüllanlagen etc.), die eventuell Einfluss auf die Produkte nehmen, getroffen werden. Für den Bereich der Milchprodukte ist darauf hinzuweisen, dass unter den Proben der insgesamt 101 Hersteller nur acht Erzeugnisse von einem bzw. vier Direktvermarktern aus der konventionellen bzw. ökologischen Landwirtschaft stammten. Auffällig wurden diese lediglich durch Unregelmäßigkeiten bei der Kennzeichnung und Richtwertüberschreitungen bei einer Sauerrahmbutter (siehe unten).

Als kritischer Punkt der vorliegenden Arbeit kann sicherlich der Stichprobenumfang bei einigen Produkten gesehen werden. Dieser resultiert zum einen aus der eingeschränkten Verfügbarkeit im Handel. So sind Buttersorten konventioneller Art vorwiegend aus mildgesäuertem Rahm, während ökologische Erzeugnisse hauptsächlich als Sauerrahmbutter angeboten werden. Zum anderen ergaben sich im Hinblick auf die regionale Verteilung der Vorzugsmilcherzeuger logistische Einschränkungen. Als Folge konnten die in Niedersachsen erworbenen Proben nur am Kauftag untersucht werden.

Ebenso kritisch zu betrachten ist die Tatsache, dass das gesamte Untersuchungsmaterial auf alle mikrobiologischen Parameter, außer *Sc. agalactiae*, untersucht wurde. Gerade in Bezug auf die Gesamtkeimzahl der fermentierten Milcherzeugnisse oder die Zahl der Schimmelpilze in Weiß- bzw. Edelschimmelkäse könnte der Aufwand in Frage gestellt werden. Da aber die Gesamtkeimzahl, die sich hauptsächlich aus der Reifungsflora dieser Milchprodukte zusammensetzt und somit entscheidende Aufgaben bei der Herstellung besitzt, gemeinsam mit dem pH-Wert zur Überprüfung der korrekten Reifung und Säuerung herangezogen werden kann, ist ihre Bestimmung auch im Hinblick auf den Verdrängungseffekt auf pathogene Mikroorganismen als sinnvoll zu erachten (siehe auch Kapitel 5.3.3.1).

Probiotische Erzeugnisse, bei denen dieser Parameter eine noch viel entscheidendere Rolle spielt, wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht untersucht.

Die gewählten Untersuchungsmethoden beruhten ausschließlich auf amtlich anerkannten Sammlungen bzw. akkreditierten Prüfverfahren. Für den Nachweis von *B. cereus*, EHEC und *C. jejuni* wären molekularbiologische Tests gegebenenfalls die bessere Wahl gewesen, da mit diesen eine Detektion von Bakterien-DNA kulturell nicht anzüchtbarer Mikroorganismen möglich ist. Falsch negative Ergebnisse könnten dadurch reduziert werden. Andere Arbeitsgruppen, die diese Methodik angewandt haben, konnten das Vorkommen von *C. jejuni* in Vorzugsmilch jedoch trotzdem nicht bestätigen (RUNGE 2006, unveröffentlichte Ergebnisse). Die Detektion von Verotoxinen bzw. Genen enterohämorrhagischer *E. coli* gelang dagegen in mehreren Studien (siehe Tabelle 11).

In der Nachschau bleibt ebenfalls festzuhalten, dass eine selektive Voranreicherung sicherlich zu einer höheren Erfolgsquote für den Nachweis von *S. aureus* in Milchprodukten geführt hätte.

Anstelle der institutsinternen Prüfmethode für das Vorkommen von *E. coli* in Rohmilch sollte bei künftigen Untersuchungen das Gussverfahren nach ISO 16649-2 in Betracht gezogen werden, um die Nachweisgrenze noch weiter herabzusetzen.

Anzumerken bleibt, dass auf Grund der Fülle der ermittelten Daten nur für die vergleichende Bewertung der beiden Erzeugungsarten relevante Ergebnisse diskutiert werden können.

5.1 Sensorische Untersuchung und Kennzeichnung

Die **sensorische Beschaffenheit** der 496 Milch- und Milcherzeugnisproben erbrachte für das gesamte Untersuchungsmaterial, unabhängig von den mikrobiologischen Ergebnissen, zufrieden stellende Ergebnisse. Einzig eine Butterprobe eines Direktvermarkters aus biologischer Landwirtschaft, die mit Pergamentpapier verpackt worden war, zeigte marginal eine etwa 2 mm in die Tiefe reichende Verdunkelung des Butterstückes (Kantenbildung). Die Ursachen sind auf den Verpackungszeitpunkt oder das -material zurückzuführen. Eine Kantenbildung tritt hauptsächlich dann auf, wenn die Butter zu warm verpackt wird oder eine Fettsäureoxidation begonnen hat. Da allerdings keine geruchlichen oder geschmacklichen Abweichungen festgestellt werden konnten, ist von einem Verpackungsfehler auszugehen. Ein Hinweis an den Produzenten könnte diese Veränderung künftig vermeiden.

Die insgesamt hohe Qualität der untersuchten Produkte konnte durch bisherige Veröffentlichungen nicht bestätigt werden. Auf Grund variierender Fütterungsmethoden schnitt Rohmilch aus biologischer Erzeugung im Vergleich zu Proben aus konventioneller Produktion bei der organoleptischen Prüfung schlechter ab (LUND 1991). Auch ENGEL (1986b) bzw. ZANGERL et al. (2000) stellten während ihren Untersuchungen an Speisequarkproben bzw. Bio-Milchprodukten Beanstandungsquoten zwischen 32 % und 41 % fest. Zudem lag die Beanstandungsquote für Rohmilchprodukte (41,2 %) auffallend höher als in Molkereierzeugnissen aus erhitzter Milch (25,9 %) (ZANGERL et al. 2000). Da es sich bei dem Probenmaterial der vorliegenden Arbeit, wie schon erwähnt, ausschließlich um pasteurisierte Milchprodukte handelte, könnte dies in Anlehnung an die Ergebnisse von ZANGERL et al. (2000) als Erklärung für die zufriedenstellende sensorische Beschaffenheit dienen.

Die **Kennzeichnung** des Probenmaterials wies lediglich bei zwei Direktvermarktern der ökologischen Landwirtschaft Mängel auf. Wie schon die Literaturangaben LUDEWIG et al. (2003) und ANONYMUS (2006b) bestätigten, liegen die Ursachen in der Art der Vermarktung, nicht jedoch in der Herstellungsweise.

Vergleichbar waren die Verpackungen (Gläser ebenso wie Plastikbecher mit oder ohne Kartonsmanschette und Foodtainer) sowohl in der konventionellen als auch in der ökologischen Produktpalette hinsichtlich Recyclingfähigkeit bzw. Materialersparnis (siehe Abbildungen A5 bis A10).

5.2 pH-Wert

Die Überprüfung der pH-Werte im Untersuchungsmaterial der vorliegenden Arbeit erfolgte zusammen mit der Bestimmung der Gesamtkeimzahl als Absicherung der korrekten Reifungsvorgänge und Säuerungsaktivität der eingesetzten Starterkulturen. Signifikante Unterschiede

konnten, wie zu erwarten, nur zwischen den Analysezeitpunkten im üblichen Rahmen der Fermentation und Reifung festgestellt werden (siehe Tabellen A5 und A6 im Anhang).

Zusätzlich zu den genannten Kriterien erfolgte die Überprüfung der pH-Werte vor allem im Hinblick auf die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben bei den Butterproben. Leichte Abweichungen wurden, wie in Kapitel 4.3 erwähnt, für alle Buttersorten festgestellt. In Zusammenhang mit den mikrobiologischen Untersuchungsergebnissen bleibt anzumerken, dass ***B. cereus*** nur in Sauerrahmbutterproben (sowohl aus konventioneller als auch aus ökologischer Produktion) nachgewiesen werden konnte, deren pH-Werte über 5,1 lagen. Es ist davon auszugehen, dass der gesetzlich vorgeschriebene pH-Wert ($< 5,1$) dieser Buttersorte das Auskeimen eventuell vorhandener Sporen verhindern würde. Der Reifungsfehler führte vermutlich dazu, die Bakteriengattung in ein kulturell anzüchtbares Stadium zu überführen. Im Ergebnis wäre zu überlegen, ob nicht allgemein ein PCR-Nachweis zur Anwendung kommen sollte, mit dem es möglich wäre, vorhandenes Genmaterial zu detektieren und falsch negative Resultate zu minimieren.

5.3 Mikrobiologische Beschaffenheit von Milch und Milchprodukten

Im Hinblick auf den gesundheitlichen Verbraucherschutz ist als positives Resümee der aktuellen Studie festzuhalten, dass enterohämorrhagische *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* sowie *C. jejuni* im gesamten Untersuchungsmaterial und *S. aureus* in den 188 Milcherzeugnissen nicht nachweisbar waren. Die Produktionsarten scheinen somit in der Milch- und Molkereiwirtschaft keinen Einfluss auf die Kontaminationsrate mit diesen Bakteriengattungen zu nehmen.

Auch anderen Autoren zufolge ist der Nachweis von *Salmonella* spp. oder *C. jejuni* eher unwahrscheinlich. Während die meisten Autoren eine **Salmonellenkontamination** sowohl von Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof (HAUERT 1990; KLOPPERT et al. 1997; RICHTER et al. 2000; COENEN 2000; HARTUNG 2005; HARTUNG 2006) als auch verschiedener Milchprodukte (JORDANO SALINAS 1985; NOOITGEDAGT und HARTOG 1988; RICHTER et al. 2000; COENEN 2000) ausschließen konnten, ermittelten nur (KAVANAGH 2002) in 0,06 % der „raw drinking milk“-Proben und RIEMELT und BARTEL (2002) in einem Weichkäse ein positives Ergebnis (0,2 % von insgesamt 428 Milcherzeugnissen aus der Direktvermarktung). Demnach kann der fehlende Nachweis als Erfolg des Monitoring- und Managementprogramms für die Rinderherden durch die Rindersalmonellose-VO in Deutschland gewertet werden. Auch für ***C. jejuni*** bestätigen mehrere Literaturangaben Prävalenzen von 0 % in verschiedenen Milchprodukten sowie in der überwiegenden Zahl der Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof (HAUERT 1990; KLOPPERT et al. 1997; ZHAO et al. 2000; COENEN 2000; KAVANAGH 2002; WHYTE et al. 2004; HARTUNG 2005; HARTUNG 2006; RUNGE 2006, unveröffentlichte Ergebnisse). Diesen Resultaten gegenüber stehen allerdings zwei Veröffentlichungen, die für Vorzugsmilch- und Milch-ab-Hof-Proben Nachweisraten zwischen 0,7 % und 7,14 % dokumentieren (COENEN 2000; HARTUNG 2006).

Im Gegensatz zur aktuellen Studie lieferten andere Arbeitsgruppen abweichende Ergebnisse, denen zufolge EHEC, *L. monocytogenes* und *S. aureus* sowohl in Rohmilch als auch in verschiedenen Milchprodukten häufiger zu detektieren sind:

So schwankte die Prävalenzrate für VTEC bzw. **EHEC** in Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof zwischen 0 und 2,44 % (KUNTZE et al. 1996; KLOPPERT et al. 1997; KLIE et al. 1997; GALLIEN et al. 1998; COENEN 2000; KAVANAGH 2002; HARTUNG 2005; HARTUNG 2006). Dem gegenüber steht eine eher reduzierte Datenlage zu Milchprodukten. Nur zu gereiften Käsesorten existieren ausführlichere Angaben (siehe Tabelle 27). Dabei gelang AURELI et al. (1992) der Nachweis von hitzelabilem Enterotoxin in 15 italienischen Weichkäseproben (23,1 %).

Für ***L. monocytogenes*** in Vorzugsmilch, Milch-ab-Hof und verschiedenen Milchprodukten werden Prävalenzen zwischen 0 und 65,0 % (TERPLAN et al. 1986; BECKERS et al. 1987; FARBER et al. 1987; PINI und GILBERT 1988; WEBER et al. 1988; GREENWOOD et al. 1991; HARVEY und GILMOUR 1992; QUINTO et al. 1994; EPPERT et al. 1995; LONCAREVIC et al. 1995; VLAEMYNCK und MOERMANS 1996; 1997; DA SILVA et al. 1998; COENEN 2000; KAVANAGH 2002; RIEMELT und BARTEL 2002; HARTUNG 2005; HARTUNG 2006) beschrieben, wobei die Nachweisraten stark vom Untersuchungsmaterial abhingen.

Auch im Hinblick auf die Kontamination mit ***S. aureus*** herrscht eine kontroverse Datenlage (JENKINS und HENDERSON 1969; SINELL und MENTZ 1971; ARNOTT et al. 1974; NOOITGEDAGT und HARTOG 1988; ASPERGER 1991; BOWEN und HENNING 1994; QUINTO et al. 1994; ZANGERL und GINZINGER 1996; DE LUCA et al. 1997; KLOPPERT et al. 1997; COENEN 2000; ZANGERL et al. 2000; RIEMELT und BARTEL 2002; PFLEGER 2002). Für ungeriefte Käsesorten schwankten die Ergebnisse nach diesen Literaturangaben zwischen 0 und 100 % (siehe Tabelle 31).

In Bezug auf die untersuchten Milchprodukte entsprach der fehlende Nachweis von EHEC, Salmonellen, *S. aureus*, *L. monocytogenes* und *C. jejuni* den Erwartungen. Gemeinsam mit den Ergebnissen anderer Autoren stützt das Resultat der vorliegenden Arbeit somit die Effektivität und Notwendigkeit einer Pasteurisation für den Verbraucherschutz (STREICHAN 1967; ZOTTOLA et al. 1969; BRADSHAW et al. 1985; BECKERS et al. 1987; D'AOUST et al. 1988; ECKNER et al. 1990), vor allem, da die Kontaminationsraten von Rohmilchprodukten meist höher sind als in Erzeugnissen aus pasteurisierter Milch (BECKERS et al. 1987; EPPERT et al. 1995; LONCAREVIC et al. 1995; ZANGERL und GINZINGER 1996; PFLEGER 2002). Andere limitierende Faktoren, wie beispielsweise Temperaturen und pH-Wert, können nur eingeschränkt zur Lebensmittelsicherheit beitragen, da sie lediglich zu Keimzahlreduktionen führen (FRANK et al. 1977; MASSA et al. 1997; DINEEN et al. 1998) und verschiedene Mikroorganismen hohe Anpassungsfähigkeiten besitzen (VLAEMYNCK und MOERMANS 1996).

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den weiteren Parametern, Gesamtkeimzahl, coliforme Keime, *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus*, *Sc. agalactiae* sowie Hefen und Schimmelpilzen, produktbezogen diskutiert. Insbesondere wird dabei auf die festgestellten Unterschiede zwischen Milch und Milchprodukten aus konventioneller und biologischer Landwirtschaft eingegangen.

5.3.1 Milch

5.3.1.1 Vorzugsmilch

Insgesamt wurden für diese Arbeit 270 Vorzugsmilchproben untersucht. Das Angebot im Handel und die logistischen Kapazitäten in Abhängigkeit von der kurzen Verbrauchsfrist von 96 h beschränkten dabei die Verteilung der Probenzahl auf 256 aus der konventionellen Produktion und 14 im Rahmen der ökologischen Landwirtschaft erzeugten Milchproben. Daher konnte nicht das gesamte Untersuchungsmaterial auf alle Parameter hin überprüft werden (siehe Tabelle 36).

Wie Tabelle 10 verdeutlicht, ist der Konsum von Rohmilch nicht selten Auslöser verschiedener Lebensmittelinfektionen bzw. -intoxikationen. Aus diesem Grund unterliegt Vorzugsmilch mit monatlicher Kontrolluntersuchung einer strengen behördlichen Überwachung. Diese deutsche Vermarktungsform von Rohmilch ist in der EU einzigartig und erklärt die wenigen verfügbaren Veröffentlichungen.

Wegen des stark variierenden Stichprobenumfangs wurde auf eine statistische Auswertung des unabhängigen Vergleichs zwischen konventionell und biologisch erzeugter Vorzugsmilchproben verzichtet. Durchgeführt wurde lediglich die abhängige Gegenüberstellung der Ergebnisse von Öko-Vorzugsmilch am Kauftag und zum Verbrauchsdatum. Danach stieg sowohl der Gesamtkeimgehalt als auch die Zahl der coliformen Keime innerhalb der Verbrauchsfrist, im Mittel von 10^6 auf 10^7 bzw. 10^4 auf 10^5 KbE/ml, signifikant an.

Trotz fehlender statistischer Berechnungen werden starke Differenzen zwischen den beiden Erzeugungsarten deutlich. Aus folgenden Gründen ist Bio-Milch entsprechend Anlage 9 Nr. 3 MilchVO als hygienisch bedenklicher zu bewerten:

- Am Kauftag überschritten nur 2,6 % der konventionell erzeugten Vorzugsmilch aber 57,1 % der Öko-Proben den Höchstwert für die **Gesamtkeimzahl** von $5,0 \times 10^4$ KbE/ml. Zum Verbrauchsdatum hin erhöhte sich die Beanstandungsquote auf 33,3 % bzw. 78,6 %.
- Ebenso übertrafen nur 12,8 % der Proben konventioneller, aber 64,2 % ökologischer Art den **Coliformenhöchstwert** von $1,0 \times 10^2$ KbE/ml.
- Eine stärkere Belastung der Bio-Milch lassen auch die ermittelten Prävalenzen für **E. coli** vermuten. Die Nachweisrate lag im Vergleich in den Proben aus ökologischer Erzeugung knapp 6 % höher.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen steht die Tatsache, dass der **S. aureus**-Nachweis in Vorzugsmilch konventioneller Art (14,1 %) gelang. Der Höchstwert von $5,0 \times 10^2$ KbE/ml wurde allerdings von keiner Probe überschritten.

Auch wenn die hohen Keimzahlen noch keine sensorisch wahrnehmbaren Veränderungen auslösten, so spricht die hohe Beanstandungsquote der Bio-Vorzugsmilch für mangelnde Sauberkeit bei der Gewinnung oder Abfüllung der Milch. Ein weiterer Schwachpunkt könnte in der Reinigung der Flaschen liegen, da hier insbesondere bei mehrmaliger Verwendung von Plastikflaschen der Materialverschleiß eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt. Insofern wäre das Hygienemanagement der Betriebe zu überprüfen. Als weitere Ursache für eine Keimzahlvermehrung kämen inkorrekte Lagerungsbedingungen im Handel sowie beim Transport in Frage. Dementsprechend erfolgte die Probennahme mit Temperaturkontrolle

sowohl im Lebensmitteleinzelhandel als auch direkt beim Erzeuger. Da sich die Resultate dieser Untersuchungen nicht unterschieden, ist die Einflussgröße Temperatur für das Probenmaterial der vorliegenden Arbeit zu vernachlässigen.

Die vorhandene Literatur bestätigt in Bezug auf die **Gesamtkeimzahl** und die Zahl **coliformer Keime** die getroffene Beurteilung. Während die Bio-Vorzugsmilch bei diesen Parametern jeweils für die Mittelwerte und die Höchstwertüberschreitungen über den Untersuchungsergebnissen von FRIEDRICH (1993) und COENEN (2000) lag, sind die Proben konventioneller Art auf dem gleichen Niveau einzuordnen und sogar hinsichtlich der Überschreitungen des Gesamtkeimzahlhöchstwertes als weniger stark belastet einzuschätzen. Für den Nachweis von **E. coli** ist das gesamte Untersuchungsmaterial der vorliegenden Arbeit im Vergleich mit den Ergebnissen von KLOPPERT et al. (1997) (17,7 %) und COENEN (2000) (81,2 %) als geringer bzw. deutlich geringer kontaminiert zu werten. Die Belastung der Vorzugsmilch aus konventioneller Landwirtschaft mit **S. aureus** lag zwischen den Resultaten der Bestandmilch und Einzelgamelke (siehe Tabelle 13), die COENEN (2000) in ihrer Studie ermittelt hatte. In Bezug auf die Höchstwertüberschreitungen kann den konventionell erzeugten Proben der vorliegenden Arbeit ein besserer Status zugesprochen werden, da bei den Untersuchungen von COENEN (2000) 17 % bzw. 2 % der Proben mehr als $5,0 \times 10^2$ KbE/ml *S. aureus* enthielten.

Positiv für beide Erzeugungsvarianten ist, dass in keiner der 193 konventionell und 14 ökologisch erzeugten Vorzugsmilchproben der Nachweis von **B. cereus** und **Sc. agalactiae** gelang. Ähnliche Ergebnisse lieferten die Untersuchungen von COENEN (2000) und FRIEDRICH (1993).

5.3.1.2 Milch-ab-Hof

Analysiert wurden zehn konventionelle und 28 ökologisch erzeugte Milch-ab-Hof-Proben. Auf eine erneute Überprüfung der mikrobiologischen Parameter wurde auf Grund der kurzen Verkaufsfrist von 48 h verzichtet.

Folgende Ergebnisse verdeutlichen, dass die im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchte Bio-Milch-ab-Hof im Vergleich zu den Proben aus konventioneller Erzeugung ebenfalls hygienisch bedenklicher ist:

- Sowohl die Grenzwertüberschreitungen für die **Gesamtkeimzahl** (20,0 % der Milch konventioneller Art im Vergleich zu 64,3 % der Bio-Milch) als auch die Zahl der **Schimmelpilze** lagen im ökologisch erzeugten Probenmaterial signifikant höher als in den Proben aus konventioneller Landwirtschaft. 80 % der konventionell erzeugten Milch-ab-Hof, aber nur 35,8 % der Bio-Milch besaßen in Bezug auf ihren Gesamtkeimgehalt Vorzugsmilchqualität.
- In den Milch-ab-Hof-Proben aus ökologischer Landwirtschaft wurde tendenziell eine höhere **Hefenkeimzahl** nachgewiesen.
- Nur biologisch produzierte Milchproben waren mit **S. aureus** kontaminiert (14,3 %, n = 4), wobei eine dieser Proben den LUA-Richtwert von $1,0 \times 10^3$ KbE/ml überschritt.
- Obwohl in allen 38 Milch-ab-Hof-Proben **coliforme Keime** nachgewiesen werden konnten, enthielt nur eine Milch aus konventioneller Landwirtschaft (10 %) eine höhere

Keimzahl als $1,0 \times 10^4$ KbE/ml im Vergleich zu fünf Milchproben aus ökologischer Herstellung (17,9 %).

Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Anbieter der analysierten Milch-ab-Hof-Proben aus ökologischer Landwirtschaft verstärkt auf hygienisches Melken sowie auf die korrekte Lagerung und Kühlung ihrer Milch achten sollten. Kritisch zu beurteilen sind die Ergebnisse vor allem auch im Hinblick auf § 8 Abs. 2 MilchVO, nach dem Ausnahmen vom Erhitzungsgebot für beispielsweise Familienangehörige, Angestellte und Wanderer gemacht werden können.

Ein Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit zur Milch-ab-Hof mit den Angaben aus der Literatur wird für die **Gesamtkeimzahl** auf Grund der heterogenen Beurteilungsgrundlagen der Autoren erschwert. Nur COENEN (2000) bezog sich ebenfalls auf die Vorschriften der MilchVO Anlage 4 Punkt 1.3 und stellte für 29 % ihrer Proben eine Überschreitung des Höchstwertes von $1,0 \times 10^5$ KbE/ml fest. Für die Milch-ab-Hof der aktuellen Studie wurde in Bezug auf die Einhaltung dieses Wertes eine niedrigere Beanstandungsquote bei der Milch aus konventioneller Erzeugung (20 %) und eine deutlich höhere für die Öko-Proben (64,3 %) festgestellt. Die Vergleichsuntersuchungen von HAUERT (1990) konnten keine Differenzen für die Rohmilchproben der beiden Landwirtschaftsweisen bestätigen. In Bezug auf die mittleren Gesamtkeimzahlen, die unabhängig von der Erzeugungsart im Bereich von 10^6 KbE/ml lagen, divergierten die Ergebnisse nicht. COENEN (2000) beschreibt allerdings für ihre Proben einen deutlich niedrigeren Vergleichswert von $4,9 \times 10^4$ KbE/ml.

Die ermittelten Prävalenzen für **S. aureus** lagen mit 0 % für die konventionell und 14,3 % für die ökologisch erzeugte Milch-ab-Hof deutlich unter den Literaturangaben von KLOPPERT et al. (1997) mit 33,3 % und COENEN (2000) mit 46,9 %. Die Beurteilungsgrundlage für die *S. aureus*-Keimzahl in der vorliegenden Studie beruhte auf dem LUA-Richtwert für Milch-ab-Hof von $1,0 \times 10^3$ KbE/ml. 3,6 % ($n = 1$; $3,2 \times 10^3$ KbE/ml) der Bio-Milch-ab-Hof waren mit einem Keimgehalt über diesem Wert belastet und entsprachen somit den Resultaten von COENEN (2000), die in 4 % der Proben mehr als $2,0 \times 10^3$ KbE/ml nachwies. Auf einen Toxinachweis aus den Milchproben, aus denen während dieser Studie *S. aureus* isoliert wurde, wurde dennoch verzichtet, da nach ASPERGER (1991) Kontaminationen in Höhe von 10^6 KbE/g Lebensmittel nötig sind, um eine Enterotoxinbildung belegen zu können.

Da für das gesamte Untersuchungsmaterial eine Coliformenprävalenz von 100 % nachgewiesen wurde und die Mittelwerte dabei jeweils über $1,0 \times 10^4$ KbE/ml lagen, sind die Milch-ab-Hof-Proben unabhängig von der Erzeugungsart als hygienisch bedenklich zu werten. Im Vergleich hatte COENEN (2000) bei einer ebenso hohen Kontaminationsrate von 98 % zwei Zehnerpotenzen niedriger liegende mittlere Coliformenkeimzahlen ermittelt.

Im Hinblick auf den gesundheitlichen Verbraucherschutz ist es als positiv zu werten, dass keine der 38 analysierten Milch-ab-Hof-Proben mit **B. cereus** und **Sc. agalactiae** bzw. **E. coli** belastet war. Diesem Ergebnis stehen die Resultate anderer Arbeitsgruppen entgegen, die Prävalenzraten für *B. cereus* von 8,0 %, für *Sc. agalactiae* von 0,5 % und für *E. coli* von 17,7 % bzw. 81,2 % (KLOPPERT et al. 1997; COENEN 2000) ermittelten.

5.3.2 Milchprodukte

Die produktionsbedingten Unterschiede hinsichtlich der mikrobiologischen Beschaffenheit der Milcherzeugnisse führen durch den Einsatz von Starterkulturen sowie durch Fettgehalt, pH- und a_w -Wert etc. zu produkttypischen Milieubedingungen, die die Vermehrung oder das Überleben von Mikroorganismen fördern, einschränken oder gar unterdrücken können. Außerdem muss beachtet werden, dass im Herstellungsprozess von Molkereiprodukten im Vergleich zu Vorzugsmilch oder Milch-ab-Hof deutlich mehr Kontaminationsmöglichkeiten bestehen und Produktionsfehler ebenfalls beeinflussend wirken können. Demzufolge werden die Untersuchungsergebnisse der Milcherzeugnisse produktgruppenspezifisch betrachtet und eingeschätzt. Mängel können daher nicht unbedingt auf die Art der Viehhaltung zurückgeführt werden. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu beachten, dass im Rahmen der Probennahme keine Rückschlüsse auf den Produktionszeitpunkt und somit auf das Alter des Testmaterials am Kauftag gezogen werden konnten. Die Berechnung der mittleren Lagerungszeit (Tage zwischen Kauftag und Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums) erbrachte für die beiden Erzeugungsarten vergleichbare Ergebnisse (siehe Tabelle A5 im Anhang).

5.3.2.1 Butter

Jeweils 17 Butterproben aus konventioneller und ökologischer Erzeugung wurden in dieser Studie untersucht. Die Verfügbarkeit im Handel verursachte eine inhomogene Verteilung der Sorten, Sauer-, Süßrahm- und mildgesäuerte Butter, was die Auswertung erschwert. Berücksichtigung finden die produktionstechnisch bedingten Unterschiede zwischen den Buttersorten bezüglich der Gesamtkeimzahlen in der getrennten Betrachtung dieser Untersuchungsergebnisse. Eine gemeinsame Diskussion erfolgt dagegen für das Vorkommen coliformer Keime, *E. coli*, *B. cereus* sowie Hefen und Schimmelpilze.

Insgesamt ist die Öko-Butter im Vergleich zu den Butterproben aus konventioneller Erzeugung auf Grund folgender Ergebnisse als hygienisch bedenklicher einzuschätzen:

- Am Kauftag lagen sowohl die Keimzahl als auch die Nachweisrate von **Coliformen** und **Hefen** in der Bio-Butter signifikant höher als im konventionell erzeugten Probenmaterial.
- Parallel dazu zeigt sich ein Trend sowohl für eine erhöhte Prävalenz als auch für einen gesteigerten Gehalt von ***B. cereus*** und **Schimmelpilzen** in diesen Proben.
- Auch wenn keine signifikanten Unterschiede zwischen den Erzeugungsarten in Bezug auf die **Grenzwertüberschreitungen** berechnet werden konnten, so fällt doch auf, dass zu beiden Untersuchungszeitpunkten nur Bio-Butterproben die LUA-Richtwerte für die Gesamtkeimzahl in Süßrahmbutter (16,7 %, n = 1), für coliforme Keime (11,8 %, n = 2), *E. coli* (5,9 %, n = 1) sowie für Hefen (11,8 %, n = 2 bzw. 5,9 %, n = 1) überschritten. Auch für den Parameter Schimmelpilze wird deutlich, dass mehr Butterproben aus der ökologischen Erzeugung über dem LUA-Richtwert von $1,0 \times 10^2$ KbE/g lagen (18,7 % bzw. 11,8 %) als Produkte konventioneller Art (0 % bzw. 5,9 %).

An den Richtwertüberschreitungen für die Parameter coliforme Keime (11,8 %, n = 2), *E. coli* (5,9 %, n = 1) und Hefen (11,8 %, n = 2; 5,9 %, n = 1) war stets die Sauerrahmbutter eines einzigen Bio-Direktvermarkters beteiligt. Infolgedessen dürfen diese Ergebnisse im Hinblick auf das Gesamtergebnis nicht überbewertet werden. Dennoch sollten weitere Untersuchungen überprüfen, ob im Herstellungsprozess Mängel entweder hinsichtlich korrekter Temperatur-Zeit-

Kombination für die Pasteurisation der Werkmilch festgestellt werden können oder ob andere Fehler in Bezug auf das Hygiene- und Produktionsmanagement (Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen bzw. Lagerungs-, Reifungszeiten und -temperaturen) verantwortlich zu machen sind.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zur mikrobiologischen Beschaffenheit von pasteurisierten Milchprodukten sind nahezu einzigartig. Demzufolge ist ein Vergleich mit Angaben aus der Literatur nur eingeschränkt möglich. Zudem setzten die Autoren für ihr Probenmaterial jeweils verschiedene Beurteilungsgrundlagen fest.

Die **Coliformenkeimzahl** von $1,0 \times 10^3$ KbE/g übertrafen Rohrahmbutterproben konventioneller Art zwischen 36 % und 60 % und die ökologischer zu 55,8 % (ZANGERL und GINZINGER 1996; ZANGERL et al. 2000). Im Kontrast dazu war ein wesentlich geringerer Prozentsatz des Untersuchungsmaterials der vorliegenden Arbeit und ausschließlich Proben aus biologischer Erzeugung mit einem Keimgehalt über diesem Höchstwert kontaminiert (11,8 % bzw. 5,9 %).

Vergleichbare Ergebnisse zu **Hefen-** und **Schimmelpilzkeimzahlen** lieferten die Untersuchungen von ZANGERL et al. (2000) bzw. ZANGERL und GINZINGER (1996) zu Rohrahmbutter aus ökologischer bzw. konventioneller Erzeugung. 58,1 % bzw. 37 % der Proben waren mit mehr als nach den LUA-Richtwerten zulässigen Keimzahlen von $1,0 \times 10^4$ KbE/g Hefen bzw. von $1,0 \times 10^2$ KbE/g Schimmelpilze belastet. Wie zu erwarten, lag das Untersuchungsmaterial der vorliegenden Arbeit weitaus seltener über diesem Wert (siehe oben).

Im Gegensatz zu den genannten Richtwertüberschreitungen, die außer für die Gesamtkeime und die Schimmelpilze auf die Butter eines Direktvermarkters zurückzuführen waren, gelang der Nachweis von ***B. cereus*** nur in Butterproben, die nicht aus dieser Vermarktungsart stammten. Die Prävalenzen verteilten sich dabei wie folgt: am Kauftag war ausschließlich Bio-Sauerrahmbutter (17,6 %, n = 3) kontaminiert, zum Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums wurden je Erzeugungsart 11,8 % (n = 2) positive Proben ermittelt. Dabei gehörten die ökologisch erzeugten Produkte erneut ausschließlich zur Sorte der Sauerrahmbutter, während je eine Butter konventioneller Art der Sauer- bzw. der Süßrahmbutter zuzuordnen war. Bedingt durch ungünstige Milieubedingungen wie niedriger a_w - und saurer pH-Wert waren diese Nachweisraten, die mit denen der Speisequarkproben der aktuellen Studie vergleichbar sind (siehe unten), nicht zu erwarten. Erklärbar werden diese Ergebnisse aber bei paralleler Betrachtung mit den gemessenen pH-Werten und den ermittelten Gesamtkeimzahlen. Alle kontaminierten Sauerrahmproben wichen vom gesetzlich vorgeschriebenen $\text{pH} < 5,1$ ab (bis 5,52). Diese Divergenzen sind wahrscheinlich ein Resultat der zu beiden Untersuchungszeitpunkten signifikant niedrigeren Gesamtkeimgehalte in den Bio-Proben aus saurem Rahm im Gegensatz zu den Produkten aus konventioneller Herstellung, was wiederum zu einer ungenügenden Säuerung und unzureichenden Verdrängungseffekten führte. Der Hürdeneffekt, der aus dem Zusammenspiel von Reifungskulturen, pH- und a_w -Wert resultiert, konnte vermutlich weniger wirken. Unabhängig davon sollte die Eintragsquelle in weiteren Untersuchungen geklärt werden, da das Material von großen Molkereien stammte, die auch für die konventionelle Herstellung arbeiten, und derartig hohe Kontaminationen für diese Proben nicht nachgewiesen werden konnten.

Bei der PCR-Subtypisierung der sieben isolierten Stämme konnte die Zugehörigkeit zur mesophilen Spezies ***B. cereus*** für sechs Proben bestätigt werden. Nur in der konventionell erzeugten

Sauerrahmbutter, in der der Nachweis erst am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums gelang, wurde die psychrotrophe Subspezies *B. weihenstephanensis* detektiert. Dementsprechend ist diese Butter im Hinblick auf den gesundheitlichen Verbraucherschutz als bedenklicher zu werten, weil eine Lagerung bei Kühlschranktemperaturen bei dieser Butter keine Präventionsmaßnahme für eine Lebensmittelintoxikation darstellen kann. Relativiert wird dieses Ergebnis durch die niedrige Keimzahl von unter $1,0 \times 10^0$ KbE/g, da nach GRANUM und LUND (1997) die Infektionsdosis für die Subspezies von *B. cereus* bei 10^5 bis 10^8 KbE/g Lebensmittel liegt.

Ein Vergleich der ermittelten **Gesamtkeimzahlen** in den Buttersorten der aktuellen Studie wird durch das reduzierte Datenmaterial in der Literatur erschwert. Die Maximalwerte in Bereichen von $1,0 \times 10^3$ KbE/g, die ZHAO et al. (2000) in ihrem Untersuchungsmaterial ermittelten, übertraf das Probenmaterial der vorliegenden Arbeit schon jeweils mit ihren Mittelwerten.

5.3.2.2 Süße Sahne

Im Vergleich der Ergebnisse zur mikrobiologischen Beschaffenheit von süßer Sahne aus konventioneller (n = 6) und ökologischer Erzeugung (n = 9) bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Anhaltspunkte für eine scheinbar stärkere Kontamination der Sahne aus biologischer Produktion geben die Prävalenzraten der **Hefen** (33,3 % bzw. 22,2 %) und **Schimmelpilze** (33,3 % bzw. 44,4 %). Dagegen waren die Proben konventioneller Art nur zu jeweils 16,7 % bzw. 0 % mit diesen Verderbniskeimen belastet. Diese Ergebnisse liefern erstmals Vergleichsdaten für die Nachweisraten dieser Verderbniskeime in süßer Sahne. Nur für den Hefengehalt konnte eine Überschreitung des LUA-Richtwertes von $1,0 \times 10^3$ KbE/g ausschließlich in den Bio-Proben (22,2 % bzw. 11,1 %) festgestellt werden.

Der Ursprung für das Vorkommen von Hefen und Schimmelpilzen ist vermutlich in einer Rekontamination im Verlauf der Produktion zu sehen. Gerade im Hinblick auf die Schimmelpilzgehalte sollten die Hersteller ihre Lüftungsanlagen überprüfen. Trotz der höheren Prävalenzen für Schimmelpilze in den Bio-Erzeugnissen sind die dabei ermittelten Keimzahlen von unter $1,0 \times 10^2$ KbE/g am Kauftag bzw. $1,0 \times 10^1$ KbE/g nach der Lagerungsfrist als positiv zu werten.

Der kritischste Punkt für die 15 untersuchten Schlagsahneproben ist in den hohen **Gesamtkeimzahlen** zu sehen. Unabhängig von der Erzeugungsart erreichten die pasteurisierten Proben im Mittelwert Gehalte von 10^6 bis 10^7 KbE/g. Damit lag bei beiden Produktionsarten in Bezug auf den LUA-Richtwert von $1,0 \times 10^5$ KbE/g ein hoher Prozentsatz der Proben über dem Limit. Das Untersuchungsmaterial aus konventioneller Herstellung ist im Hinblick darauf als stärker belastet einzuschätzen als die Bio-Sahne (83,3 % und 66,6 % im Vergleich zu 55,5 %). Die hohen Zahlen der Gesamtkeime stellen die Beschaffenheit dieser Erzeugnisse in Frage, da gerade in der konventionellen Lebensmittelsparte diese Produkte mit den Attributen „Festtagsahne“, „für Gourmets“ oder „Spitzenqualität“ gekennzeichnet wurden und dem Verbraucher damit eine gewisse Qualität suggeriert wird. Eine Vergleichsstudie von JENKINS und HENDERSON (1969) konnte nur für 46,5 % der Schlagsahne Gesamtkeimzahlen über $1,0 \times 10^5$ KbE/g bestätigen. Die Autoren machten damals unhygienische Beschaffenheiten von Räumlichkeiten

und Geräten bzw. Handarbeit beim Abfüllen und Verpacken für den hohen Keimgehalt verantwortlich. Der letztgenannte Punkt kann beim Untersuchungsmaterial dieser Arbeit allerdings eher ausgeschlossen werden, da es sich nicht um Produkte aus der Direktvermarktung handelte. Die Ursachen müssten in weiteren Studien eruiert werden, da den von JENKINS und HENDERSON (1969) erwähnten Gründen die Aktualität fehlt.

Trotz hoher Gesamtkeimzahlen wurden **coliforme Keime** nicht und ***E. coli*** nur in einer biologisch erzeugten Sahneprobe (11,1 %) am Tag des Kaufs nachgewiesen wurden, ebenso wie nur jeweils ein Produkt konventioneller (16,7 %) und ökologischer Art (11,1 %) mit ***B. cereus*** belastet war. Im Vergleich zu Literaturangaben, die Nachweisraten für *E. coli* von 14,7 % und für *B. cereus* von etwa 5 % bescheinigten (JENKINS und HENDERSON 1969; RAEVUORI und KOIRANEN 1978), ist die im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchten süßen Sahne als gleichwertig bzw. etwas stärker kontaminiert anzusehen. Die für *Bacillus* spp. ermittelten niedrigen Keimgehalte von $7,4 \times 10^{-1}$ KbE/g in der ökologisch bzw. $3,6 \times 10^{-1}$ KbE/g in der konventionell erzeugten Schlagsahne erscheinen unkritisch, da nach Meinung mehrerer Autoren für eine Toxinbildung bzw. für eine Lebensmittelintoxikation eine Kontamination mit Keimzahlen von mehr als 10^6 KbE/g nötig sind (BEUTLING und BÖTTCHER 1998).

5.3.2.3 Fermentierte Milchprodukte

Das breite Angebot fermentierter Milcherzeugnisse im Handel führte dazu, dass der Stichprobenumfang für Produkte aus konventioneller 35 und aus ökologischer Herstellung 30 Proben umfasste.

Die pH-Werte dieser Molkereiprodukte liegen alle in den produkttypischen Bereichen. Aus diesem Grund erfolgt die Beurteilung der Kontamination mit coliformen Keimen und *B. cereus* gemeinsam für die gesamte Gruppe. Um Differenzen zwischen den Produkten aufzuzeigen, werden die Gesamtkeimzahlen getrennt betrachtet. Die Resultate zu Hefen und Schimmelpilze werden auf Grund signifikanter Unterschiede bei den Joghurtproben nach der Gesamtbewertung für fermentierte Milcherzeugnisse noch zusätzlich gesondert beurteilt.

Bei der Gesamtbetrachtung der fermentierten Milcherzeugnisse konnten nahezu erwartungsgemäß keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Herstellungsvarianten berechnet werden. Im Vergleich stellen sich die Ergebnisse wie folgt dar:

- Die Nachweisraten für **coliforme Keime** und für ***B. cereus*** am Kauftag lagen unabhängig von der Produktionsweise jeweils annähernd auf dem gleichen Niveau (8,6 % bzw. 6,7 % und 2,9 % bzw. 3,3 % der Proben konventioneller bzw. ökologischer Art). Ausschließlich ein Erzeugnis aus konventioneller Herstellung überschritt den LUA-Richtwert von $1,0 \times 10^1$ KbE/g für coliforme Keime. Zum Zeitpunkt der zweiten Analyse wurde *B. cereus* nur in Öko-Sauermilcherzeugnissen nachgewiesen.
- Die Prävalenzen für **Hefen** und **Schimmelpilze** erreichten im Bio-Probenmaterial (36,7 % bzw. 33,3 %) am Kauftag ein zwei- bzw. dreifach höheres Niveau als in den konventionell erzeugten Produkten (17,1 % bzw. 10,0 %). Richtwertüberschreitungen wurden dagegen fast ausschließlich im Probenmaterial konventioneller Art festgestellt. Am Kauftag übertrafen jeweils 5,7 % und zum Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums 8,6 % bzw. 5,7 % der Erzeugnisse den LUA-Richtwert von $1,0 \times 10^4$ KbE/g

für den Hefengehalt bzw. von $1,0 \times 10^3$ KbE/g für den Schimmelpilzgehalt. Nur ein Bio-Erzeugnis überschritt zum ersten Untersuchungszeitpunkt die entsprechende Hefenkeimzahl (3,3 %).

Bei der Einzelbetrachtung der Ergebnisse zu den Hefen- und Schimmelpilzgehalten werden ebenso Unterschiede zwischen den beiden Erzeugungsarten deutlich:

- In den Joghurtproben aus ökologischer Produktion lagen am Kauftag sowohl die Keimzahlen als auch die Nachweisraten für Schimmelpilze signifikant höher als in den Vergleichserzeugnissen konventioneller Art, ohne jedoch den LUA-Richtwert zu überschreiten.
- Die Richtwertüberschreitungen für die Hefen- und Schimmelpilzgehalte wurden zu 90 % von Buttermilch verursacht und dabei zu 80 % von Proben aus konventioneller Erzeugung. Nur ein Joghurt, ebenfalls konventioneller Art, trug ebenso zu den erhöhten Hefenkeimzahlen bei.

Da die pH-Werte sowie die ermittelten Gesamtkeimzahlen in jedem Fall in den für Buttermilch zu erwartenden Bereichen lagen und alle Proben laut Deklaration aus pasteurisierter Milch hergestellt worden waren, müssen andere Faktoren, wie beispielsweise inkorrekte Lagerungsbedingungen, die eine Rekontamination im Produktionsprozess ermöglichen, eine Rolle gespielt haben. Für diese Faktoren besteht weiterer Klärungsbedarf. Hefen und zu einem geringeren Teil Schimmelpilze sind entscheidend am Verderbnisprozess saurer Milcherzeugnisse beteiligt (OTTE et al. 1979; ROBINSON und TAMIME 1981; SURIYARACHCHI und FLEET 1981). Um sensorische Abweichungen durch erhöhte Hefenzahlen zu verhindern, genügen Lagerungstemperaturen von 5 °C. Diese Feststellung können durch die Untersuchungsergebnisse dieser Arbeit bestätigt werden. Eine Aufbewahrung bei Raumtemperatur dagegen führt nach SURIYARACHCHI und FLEET (1981) schon nach sieben Tagen neben Texturabweichungen zu erheblichen Veränderungen der olfaktorischen und geschmacklichen Eigenschaften.

In der Literatur werden für diese Produktgruppe **Hefen-** und **Schimmelpilzgrenzwerte** von $1,0 \times 10^2$ KbE/g beschrieben. Auf dieser Beurteilungsbasis ist festzustellen, dass bezüglich der Keimzahlen für Hefen das Untersuchungsmaterial der aktuellen Studie insgesamt geringer kontaminiert war. 80 % bis 93 % der Erzeugnisse lagen darunter. ZANGERL et al. (1999) ermittelten dagegen nur für 51,9 % ihrer Proben niedrigere Hefenkeimgehalte als $1,0 \times 10^2$ KbE/g. Im Hinblick auf den Schimmelpilznachweis ist die Beschaffenheit der fermentierten Milchprodukte konventioneller Art als etwa gleich stark (88 % bis 90 %) bzw. die Öko-Proben (100 %) als geringer belastet anzusehen. Nach ZANGERL et al. (1999) lagen 92,6 % der Sauermilcherzeugnisse ihrer Studie unter der Schimmelpilzkeimzahl von $1,0 \times 10^2$ KbE/g.

Prävalenzen für **coliforme Keime** von 8,6 % bzw. 6,7 % beweisen für das Untersuchungsmaterial der vorliegenden Arbeit niedrigere Kontaminationsraten im Vergleich zu den Literaturangaben von 0 % und 87,5 % (VASAVADA und WHITE 1979; LOPEZ et al. 1993; EL-GHANI et al. 1998; MOLSKA et al. 2003). Verschiedene Autoren beurteilten ihr Probenmaterial auf einem Coliformengehalt von $1,0 \times 10^2$ KbE/g. Dementsprechend ist den fermentierten Milcherzeugnissen der aktuellen Arbeit mit einem Prozentsatz von 97,1 % bzw. 100 % unter diesem Grenzwert eine etwa gleiche Beschaffenheit wie den in der Literatur dokumentierten Proben mit 81,5 % bzw. 100 % (ZANGERL et al. 1999; PFLEGER 2002), zuzusprechen. Auch für diese Molkereiprodukte bestätigten ZANGERL et al. (1999) für Rohmilchprodukte eine höhere Nachweisrate. Nur 29,4 % der Proben waren mit Keimzahlen unter $1,0 \times 10^2$ KbE/g kontaminiert. Wie

schon VASAVADA und WHITE (1979) bei ihren Untersuchungen feststellten, ist davon auszugehen, dass der saure pH-Wert gemeinsam mit den antagonistischen Effekten der Säuerungskulturen zu einer Keimzahlreduktionen führen, diese Wirkungsmechanismen allerdings nicht ausreichen, um für Erzeugnisse aus roher Milch derart niedrige Werte wie in pasteurisierten Proben zu erzielen.

Die Nachweisraten von ***B. cereus*** im Untersuchungsmaterial der vorliegenden Arbeit mit 0 % bis 2,9 % bzw. 3,3 % bis 6,6 % für die Proben konventioneller bzw. ökologischer Art, zeigten im Vergleich zu Literaturangaben (0 bis 50 %) (AHMED et al. 1983; WONG et al. 1988; RANGASAMY et al. 1993; MOLSKA et al. 2003; OMBUI und NDUHIU 2005) deutlich geringere Prävalenzen. Ebenfalls niedriger stellten sich im Vergleich zur Literatur die ermittelten Keimgehalte dar, die, außer in einer Probe, immer unter $1,0 \times 10^1$ KbE/g lagen (WONG et al. 1988; RANGASAMY et al. 1993; OMBUI und NDUHIU 2005). Die Ergebnisse der aktuellen Studie beruhen aller Wahrscheinlichkeit nach auf dem Erhitzungsstatus und dem sauren pH-Wert des Probenmaterials. Auch wenn eine Pasteurisation für die sporenbildenden *Bacillus* spp. kein Letalfaktor ist, wird die Bakteriengattung doch zur Versporung gezwungen. Zusätzlich lagen die fermentierten Milcherzeugnisse der aktuellen Studie insgesamt unter dem tolerablen minimalen pH-Wert von 4,9 (FLUER und EZEPCHUK 1970). Aus dem Zusammenspiel dieser beiden Faktoren resultierten vermutlich die niedrigen ermittelten *B. cereus*-Keimzahlen.

In einer abschließenden Betrachtung der Ergebnisse für fermentierte, pasteurisierte Milcherzeugnisse ist festzuhalten, dass diese Warengruppe auf Grund ihres sauren pH-Wertes und weiterer antagonistischer Effekte der Starterkulturen als sichere Produkte eingeschätzt werden können. Einflüsse der Erzeugungsarten konnten nicht festgestellt werden. Dennoch sollte den Herstellern im Hinblick auf die Ergebnisse für Hefen und Schimmelpilze und die damit verbundene Haltbarkeit ihrer Waren angeraten werden, ihre Produktionsanlagen auf Kontaminationsquellen hin zu überprüfen.

5.3.2.4 Gereifte Käsesorten

In keiner von insgesamt 74 untersuchten Proben gereifter Käsesorten gelang der Nachweis von ***B. cereus***. Die mikrobiologische Beschaffenheit ökologisch erzeugter Käse unterschied sich somit in dieser Studie nicht von den Proben aus konventioneller Landwirtschaft. Dieses Resultat ist im Vergleich mit den Literaturangaben als besonders positiv zu werten. Die dort dokumentierten Prävalenzraten schwankten in verschiedenen Weichkäsen von 1,1 bis 69 % und die Keimzahlen zwischen 10^2 und 10^7 KbE/g (siehe Tabelle 26). Verschiedene Tenazitätsstudien bestätigen solche hohen Keimzahlen, da nach LITTLE und KNOCHEL (1994) gerade die Milieubedingungen von Weichkäse dem Sporenbildner die Möglichkeit bietet, Lagerungstemperaturen von 4 °C und 8 °C zu überstehen. Auch wenn *B. cereus* im Verlaufe der Käsereifung zunehmend versporst, so ist er noch nach einer mehrmonatigen Reifungsperiode isolierbar (MIKOLAJCIK et al. 1973; EL DAIROUTY et al. 1990).

Auf Grund der sehr unterschiedlichen Nährstoffzusammensetzung sowie Produktionsweisen von Sauermilch-, Schnitt- und Weichkäse erfolgt die weitere Betrachtung der restlichen Untersuchungsparameter für die Käsesorten getrennt.

Sauermilchkäse

Hinsichtlich der Ergebnisse zu Sauermilchkäse bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den konventionell (n = 4) und den ökologisch erzeugten Produkten (n = 4). Die Aussagekraft der vorliegenden Studie wird allerdings durch den geringen Probenumfang eingeschränkt, der aus der reduzierten Verfügbarkeit im Handel resultierte.

Die Resultate können daher nur als Einblick in die mikrobiologische Beschaffenheit dieser Käsesorte dienen. In Bezug auf die Prävalenzen und Keimzahlen für **Coliforme** und **E. coli** schienen die biologisch erzeugten Sauermilchkäse weniger stark belastet zu sein:

- Der Nachweis von *E. coli* gelang nur in einem Käse aus konventioneller Erzeugung.
- Zu beiden Untersuchungszeitpunkten lag die Kontaminationsrate mit coliformen Keimen im Bio-Sauermilchkäse um 25 % niedriger als in den Vergleichsproben. Auch die dabei ermittelte Keimzahl fiel im Öko-Käse ($0,1 \times 10^1$ KbE/g bzw. $5,8 \times 10^{-1}$ KbE/g) etwas niedriger aus als in den Proben aus konventioneller Produktion ($1,2 \times 10^1$ KbE/g).

Eine vergleichsweise einheitliche Aussage lässt sich für den Parameter **Hefen** nicht machen:

- Während die Prävalenzraten im konventionell hergestellten Sauermilchkäse um jeweils 25 % unter den Werten für die Bio-Proben lagen,
- übertrafen die Hefenmittelwerte der Käse konventioneller Art die der ökologisch erzeugten Proben um eine Zehnerpotenz (10^6 zu 10^5), ohne sensorisch wahrnehmbare Veränderungen hervorzurufen.

Für den Nachweis der **Schimmelpilze** und **Gesamtkeimzahlen** erbrachten die Untersuchungen keine weiteren Unterschiede zwischen den Erzeugungsarten. Erwartungsgemäß konnten im gesamten Untersuchungsmaterial, das zu den „Edelschimmelkäsen“ gehörte, Schimmelpilze bis zu einem Mittelwert von 10^5 KbE/g nachgewiesen werden. Für die mittleren **Gesamtkeimzahlen** stellten sich jeweils Werte um 10^8 KbE/g heraus.

Da auch für diese Milchprodukte die differenzierte Auswertung der vorliegenden Arbeit neues Datenmaterial als Grundlage für weitere Untersuchungen schafft, ist ein Vergleich mit Literaturangaben nicht möglich.

Schnittkäse

Die Untersuchungen zur vorliegenden Arbeit an jeweils elf Schnittkäseproben aus konventioneller und ökologischer Erzeugung zeigen bei den Bio-Proben eine stärkere Belastung mit Coliformen sowie mit Hefen und Schimmelpilzen:

- Sowohl die Nachweisraten (63,3 % zu 9,1 %) als auch die dabei ermittelte Keimzahlen (Median $1,8 \times 10^1$ KbE/g zu 0,00) für **Schimmelpilze** lagen bei der ersten Untersuchung signifikant höher.
- Ebenso übertraf am Kauftag die Prävalenz für **coliforme Keime** in Schnittkäse ökologischer Art (45,5 %) die Werte der Proben aus konventioneller Erzeugung (27,3 %).
- Zu beiden Analysezeitpunkten überstiegen die mittleren **Hefenkeimzahlen** der Proben ökologischer Art die aus konventioneller Produktion um eine Zehnerpotenz (10^4 zu 10^3 KbE/g).

Parallel zu diesen Ergebnissen ergaben die statistischen Berechnungen für die Medianwerte der **Gesamtkeimzahlen** der Öko-Schnittkäseproben sowohl am Probennahmetag als auch am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums signifikant höhere Werte.

Im Literaturvergleich kommen die oben dokumentierten Nachweisraten für **coliforme Keime** den Untersuchungsergebnissen von COLLINS-THOMPSON et al. (1977) mit 37,4 % nahe. Die Ergebnisse der aktuellen Studie sind nur auf Grund der niedrigen mittleren Keimzahlen (zwischen 10^{-1} und 10^1 KbE/g) im Hinblick auf die hygienische Beschaffenheit der Produkte als weniger kritisch zu bewerten. Die Eintragsquelle für coliforme Keime in den Herstellungsprozess von Schnittkäse ist in der Rohmilch zu suchen. Dementsprechend sind die Erzeuger für pasteurisierte Käsesorten darauf hinzuweisen, ihre Temperatur-Zeit-Kombination für den Erhitzungsprozess der Werkmilch bzw. die Ausgangskeimzahl der rohen Milch zu überprüfen.

Der **Hefengehalt** der Schnittkäseproben ist im Vergleich mit den Angaben von NAKASE und KOMAGATA (1977), die bei einer Nachweisgrenze von 10^5 KbE/g in ihren Proben eine Prävalenz von 66,7 % ermittelten, als deutlich geringer einzuschätzen. Nur 9,1 % der Bio-Schnittkäse übertrafen am Kauftag diesen Wert.

Vergleichsdaten anderer Autoren zum **Schimmelpilzgehalt** in Schnittkäseproben fehlen. Da dieser Mikroorganismus als Verderbniskeim zu werten ist, sollte im Hinblick auf die oben dokumentierten Nachweisraten in den Öko-Proben nach möglichen Eintragsquellen bei der Produktion, eventuell über die Lüftungsanlagen, gesucht werden.

In keiner Schnittkäseprobe gelang der Nachweis von ***E. coli***. Nach Literaturangaben schwankten die Nachweisraten in dieser Käsesorte zwischen 0 und 4,2 % (FRANK und MARTH 1978; PFLEGER 2002). Für das Untersuchungsmaterial der vorliegenden Arbeit spricht dieses Ergebnis für eine vergleichbar gute Qualität. Auch für diese Käsesorte und diesen mikrobiologischen Parameter dokumentierte PFLEGER (2002) deutlich höhere Keimzahlen in Rohmilchkäse (14 % über 10^5 KbE/g) im Vergleich zu Käse aus pasteurisierter Milch ($0,3 \times 10^1$ KbE/g), wodurch die Relevanz der Verwendung wärmebehandelter Werkmilch erneut verdeutlicht wird.

Weichkäse

Die Ergebnisse zu den Weichkäseproben (jeweils $n = 6$) weisen darauf hin, dass die Produkte ökologischer Art als hygienisch bedenklicher zu beurteilen sind:

- Am Kauftag wurde eine signifikant höhere **Hefenkeimzahl** in den Bio-Proben nachgewiesen. 50 % dieser Käse waren mit mehr als $1,0 \times 10^6$ KbE/g Hefen kontaminiert, während die Weichkäse aus konventioneller Herstellung diesen Wert nicht überschritten.
- Nur biologisch erzeugte Proben waren mit ***E. coli*** belastet.
- Die Prävalenzrate für **coliforme Keime** am Kauftag war in den Produkten aus konventioneller Erzeugung nur halb so hoch als in den Vergleichsproben ökologischer Art (33,3 % zu 66,7 %). Zusätzlich unterschied sich in diesem Zusammenhang die mittlere Keimzahl um eine Zehnerpotenz (10^1 zu 10^2).

Im Hinblick auf die geringe Stichprobenzahl ist diese Bewertung allerdings eher kritisch zu betrachten.

Im Vergleich mit den Angaben aus der Literatur, nach denen pasteurisierte Weichkäseproben zwischen 0 und 92,6 % mit *E. coli* belastet waren (siehe Tabelle 27), lagen die Prävalenzraten in den Proben der vorliegenden Arbeit (33,4 bzw. 16,7 % zum ersten bzw. zweiten Untersuchungszeitpunkt) im unteren Drittel. Die dabei ermittelten Keimzahlen von unter $1,0 \times 10^2$ KbE/g bzw. $1,0 \times 10^1$ KbE/g sprechen für eine deutlich geringere Kontamination. Dagegen bestätigten andere Autoren für bis zu 40 % ihres Untersuchungsmaterials eine Überschreitung des nach Richtlinie 92/46/EWG geforderten *E. coli*-Grenzwertes von $1,0 \times 10^5$ KbE/g (siehe Tabelle A3). Da verschiedene Tenazitätsstudien belegen, dass Weichkäse, aus roher sowie aus pasteurisierter Milch gute Voraussetzungen für das Überleben und die Vermehrung mit *E. coli*-Keimen bietet (FANTASIA et al. 1975; FRANK et al. 1977; SPILLMANN und SCHMIDT-LORENZ 1986; SPAHR und URL 1994), ist der mikrobiologische Status des Untersuchungsmaterials der vorliegenden Arbeit als gut einzuschätzen.

Eine Überschreitung des LUA-Richtwertes für **coliforme Keime** von $1,0 \times 10^4$ KbE/g wurde nur für Weichkäse aus konventioneller Erzeugung (16,7 %, n = 1) bei der zweiten Analyse festgestellt. Damit waren im Vergleich zu den Angaben aus der Literatur, die Prozentsätze zwischen 49,0 % und 68,7 % dokumentierten (siehe Tabelle A4), weitaus weniger Proben mit Coliformenkeimzahlen über diesem Wert belastet. Die Studie der Arbeitsgruppe von ZANGERL et al. (2000), die allerdings Rohmilchkäse untersucht hatten, stellten für 15,7 % ihrer Bio-Proben eine Belastung mit über $1,0 \times 10^6$ KbE/g Coliforme fest. Erwartungsgemäß konnten diese hohen Keimzahlen für die pasteurisierten Weichkäse der vorliegenden Arbeit nicht nachgewiesen werden.

Ebenfalls zu erwarten war die 100 %ige Prävalenzrate für **Schimmelpilze**, da das gesamte Untersuchungsmaterial zur Gruppe der Weißschimmelkäse gehörte. Unterschiede zwischen den Erzeugungsarten ließen sich im Hinblick auf die Höhe der dabei ermittelten Keimzahlen erkennen. Am Kauftag wurden in 83,3 % bzw. 33,3 % und zum Ende der Lagerungsfrist jeweils in 66,7 % der Proben biologischer bzw. konventioneller Art mehr als $1,0 \times 10^5$ KbE/g Schimmelpilze nachgewiesen. In der Literatur dokumentierte Angaben bestätigen für 85 % der Proben Keimzahlen über diesem Wert (NOOITGEDAGT und HARTOG 1988). Demnach wurden die Schimmelpilzkulturen bei der Herstellung der Weichkäseproben konventioneller Art sparsamer eingesetzt als in der ökologischen Produktion. Bei der sensorischen Beurteilung machten sich diese Unterschiede nicht bemerkbar.

5.3.2.5 Speisequark

Die Untersuchungsergebnisse zur mikrobiologischen Beschaffenheit der jeweils 12 Speisequarkproben aus konventioneller bzw. ökologischer Erzeugung lassen keinen eindeutigen Schluss auf Unterschiede bezüglich der beiden Herstellungsarten zu, obwohl sich durch die statistischen Berechnungen bestätigen lässt, dass die **Zahl der Gesamtkeime** in den Proben konventioneller Art sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Untersuchung signifikant höher lagen als im Öko-Speisequark. Dieses Ergebnis deutet auf einen höheren Einsatz von Starterkulturen in der konventionellen Produktion hin. Im Vergleich übertrafen die Mittelwerte von 10^7 und 10^8 KbE/g die Erfahrungswerte aus der Literatur von 10^6 KbE/g (OTTE et al. 1979).

Für den Nachweis der **Schimmelpilze** konnte ebenfalls eine Signifikanz für die Reduktion der Keimzahlen zwischen dem ersten und dem zweiten Untersuchungszeitpunkt in den Proben biologischer Art berechnet werden. Die unterschiedlichen Prävalenzen zwischen den beiden Erzeugungsarten sowie auch zwischen den beiden Analysen lassen sich dagegen durch statistische Methoden nicht absichern. Den LUA-Richtwert von $1,0 \times 10^3$ KbE/g überschritten jeweils 8,3 % der Produkte aus konventioneller Herstellung zu beiden Untersuchungszeitpunkten und 16,7 % bzw. 8,3 % des Bio-Speisequarks am Kauftag bzw. am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums. Auch die von ZANGERL und GINZINGER (1996) untersuchten Proben lagen zu 8,0 % über diesem Wert. Somit kann der im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchte Speisequark als vergleichbar bzw. geringgradig stärker kontaminiert eingeschätzt werden.

Die Ergebnisse zu **coliformen Keimen** und **Hefen** deuten auf eine hygienisch bedenklichere Beschaffenheit der konventionell erzeugten Proben hin:

- Sowohl die Prävalenzen als auch die Mittelwerte der Coliformenkeimzahlen am Kauftag lagen im Speisequark ökologischer Art um das dreifache niedriger als in den Vergleichsproben (8,3 % und $0,2 \times 10^1$ KbE/g bzw. 25,0 % und $1,8 \times 10^3$ KbE/g).
- Nur Produkte aus konventioneller Erzeugung übertrafen zu beiden Untersuchungszeitpunkten den LUA-Coliformen-Richtwert von $1,0 \times 10^3$ KbE/g (8,3 %, n = 1).
- Die mittleren Hefen-Keimzahlen lagen jeweils in den Proben konventioneller Art im Vergleich zum Bio-Speisequark um eine Zehnerpotenz höher (10^4 zu 10^3 KbE/g).
- Zudem überschritten Produkte aus konventioneller Erzeugung häufiger den LUA-Richtwert für Hefen von $1,0 \times 10^4$ KbE/g (41,3 % und 16,7 % zu 8,3 %).

Da in der aktuellen Literatur nur Daten für Rohmilchfrischkäse vorliegen, wird ein Vergleich der Ergebnisse erschwert. Wie zu erwarten, dokumentierten ZANGERL et al. (2000) für einen wesentlich höheren Prozentsatz ihrer Proben Coliformen- (48,5 %) bzw. Hefenkeimzahlen (53,8 %) über $1,0 \times 10^3$ KbE/g bzw. $1,0 \times 10^4$ KbE/g. Hohe Coliformen- und/oder Hefengehalte sind auf Fehler in der Reinigung und Entkeimung der Gerätschaften, eine nicht ausreichende Säuerungsaktivität der Starterkulturen (ZANGERL et al. 1999) sowie auf eine ungenügend kühle Lagerung zurückzuführen (ZANGERL 1992). Die Kontrollen bei der Probennahme erbrachten allerdings keinen Hinweis auf erhöhte Lagerungstemperaturen. Vermutlich war es für das Untersuchungsmaterial der vorliegenden Arbeit während des Transports von der Molkerei zum Einzelhandel zu Unregelmäßigkeiten gekommen. Obwohl Hefen die entscheidenden Verderbniskeime in ungereiften Käsesorten darstellen, waren auf Grund der ermittelten Keimzahlen keine sensorisch wahrnehmbaren Veränderungen zu erwarten gewesen (ENGEL 1986b).

Im Rahmen der aktuellen Studie konnten keine Unterschiede im Hinblick auf die beiden Erzeugungsarten für die Prävalenzen von **B. cereus** (in den Proben konventioneller bzw. ökologischer Art 8,3 % bzw. 16,7 % und 8,3 %) und **E. coli** (0 %) festgestellt werden. Andere Autoren dokumentieren breit gefächerte Nachweisraten für die Gattung *Bacillus* von 0 % in Rohmilchfrischkäse bzw. 26,7 % und 50,0 % in Streichkäse und Ricotta (COSENTINO et al. 1997; COENEN 2000) und für *E. coli* zwischen 0,5% und 44,0 % in Frischkäse aus pasteurisierter Milch (OTTE et al. 1979; PFLEGER 2002) und 85,7 % in Rohmilchfrischkäseproben (COENEN 2000). Die Ergebnisse von ZANGERL und GINZINGER (1996) bestätigen für 86 % ihres Untersuchungsmaterials, das allerdings zu 73 % aus Rohmilchprodukten bestand, einen *E. coli*-Keim-

gehalt von über $1,0 \times 10^4$ KbE/g. Auch diese Resultate stützen abermals die Wichtigkeit einer Pasteurisation.

5.3.2.6 Pasta-filata-Käse

Im Vergleich der Untersuchungsergebnisse der konventionell ($n = 4$) und ökologisch erzeugten ($n = 4$) Pasta-filata-Käse waren die Bio-Mozzarellaproben mit höheren Keimzahlen belastet:

- In den Pasta-filata-Proben ökologischer Art wurde im Vergleich zu den Produkten aus konventioneller Erzeugung eine signifikant höhere **Schimmelpilzkeimzahl** am Kauftag nachgewiesen.
- Zudem war ausschließlich biologisch hergestelltes Untersuchungsmaterial mit einer hohen Zahl **coliformer Keime** kontaminiert. Die Mittelwerte lagen dabei am Kauftag bei $4,6 \times 10^6$ KbE/g und zum Ende der Lagerung bei $2,3 \times 10^6$ KbE/g.

Mit der vorliegenden Arbeit werden erstmals Basisdaten zur mikrobiologischen Beschaffenheit von Pasta-filata-Käse aus Kuhmilch erhoben. Die aktuell noch reduzierte Datenlage macht eine vergleichende Einschätzung nur eingeschränkt möglich, da die Autoren ihre Ergebnisse zu **Hefen** und **Schimmelpilzen** in einem Wert zusammenfassten. Trotz der hohen Zahl **coliformer Keime**, die in den Bio-Mozzarella-Proben der vorliegenden Arbeit festzustellen war, lagen die Höchstwerte noch unter den in der Literatur dokumentierten 10^8 KbE/g (MASSA et al. 1992). Insgesamt wird die Aussagekraft der Ergebnisse auf Grund der niedrigen Probenzahl, $n = 4$ je Erzeugungsart, eingeschränkt. Um die Resultate auf eine statistisch sichere Grundlage zu stellen, müsste auch hier ein größerer Stichprobenumfang gewählt werden.

5.4 Zusammenfassende Betrachtung

Aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes ist es als besonders positiv zu werten, dass in keiner Probe der Nachweis von *L. monocytogenes*, EHEC, Salmonellen, *C. jejuni* und *Sc. agalactiae* sowie in den Milchprodukten von *S. aureus* gelang.

Weiterhin haben die sensorische Beurteilung und die Kontrolle der Kennzeichnung und des pH-Wertes bestätigt, dass keine Unterschiede zwischen den beiden Erzeugungsarten bestehen. Eine Bewertung auf Grundlage dieser Parameter lässt erkennen, dass es sich ausnahmslos um qualitativ hochwertige und nach den entsprechenden Vorschriften produzierte Lebensmittel handelt.

Auch wenn auf Grund des stark variierenden Stichprobenumfangs der **Vorzugsmilch** auf eine statistische Auswertung des Vergleichs der beiden Produktionsweisen verzichtet wurde, ist tendenziell erkennbar, dass die in dieser Studie untersuchte Milch aus ökologischer Landwirtschaft stärker mit coliformen Keimen kontaminiert war und öfter den Höchstwert für die Gesamtkeimzahl überschritt.

Weiterhin konnten die statistischen Berechnungen eindeutig absichern, dass die **Bio-Milch-ab-Hof** häufiger über den Gesamtkeimzahlhöchstwerten lag als die konventionell erzeugten Proben.

Die Untersuchungsergebnisse der pasteurisierten Milchprodukte bei der ersten Untersuchung deuten für die Bio-Erzeugnisse daraufhin, dass die Vertreiber in Erwägung ziehen sollten, das Mindesthaltbarkeitsdatum zu kürzen.

Für die analysierten **Butter**proben ist insgesamt festzuhalten, dass die Produkte aus ökologischer Herstellung, sowohl im Hinblick auf die Kontamination mit Coliformen und Hefen als auch *B. cereus* und Schimmelpilze, als hygienisch bedenklicher einzuschätzen sind. Auffallend höher war die Beteiligung der Butter aus Sauerrahm am Nachweis von *B. cereus*.

Unabhängig von der Erzeugungsart übertrafen auffallend viele Proben **Schlagsahne** den LUA-Richtwert für die Gesamtkeimzahl dieser Erzeugnisse.

Die **fermentierten Milcherzeugnisse**, die **gereiften Käsesorten** und die **Speisequark**proben gaben erwartungsgemäß weitaus seltener Anlass für Beanstandungen. Eindeutige Auswirkungen der Erzeugungsarten auf die mikrobiologische Beschaffenheit können durch die Ergebnisse nicht bestätigt werden. Aus der Gruppe der fermentierten Milchprodukte ragten beispielsweise die konventionell erzeugte Buttermilch mit einer 90 %igen Beteiligung an der Überschreitung des LUA-Richtwertes für den Hefengehalt und der Bio-Joghurt mit einer signifikant höheren Schimmelpilzkontamination heraus. Bei den gereiften Käsesorten der Schnitt- und Weichkäse wurden Tendenzen für höhere Keimbelastungen der Produkte aus ökologischer Herstellung festgestellt. Dem gegenüber stehen die Ergebnisse von Sauermilchkäse konventioneller Art, die stärker mit coliformen Keimen und *E. coli* kontaminiert waren. Auch für die Speisequarkproben aus konventioneller Erzeugung wurden höhere Coliformenprävalenzen nachgewiesen als in den Vergleichsproben.

Für den **Pasta-filata-Käse** zeigten die Untersuchungen, dass im Käse ökologischer Art mehr als 10^6 KbE/g Coliforme nachgewiesen wurden, was auf deutliche Mängel in der Produktionshygiene schließen lässt. Die Bio-Proben waren zudem signifikant stärker mit Schimmelpilzen belastet.

Bei zusammenfassender Betrachtung der Resultate des Kauftages, wird deutlich, dass Bio-Milch und -Milchprodukte häufiger kontaminiert sind bzw. höhere Keimzahlen aufweisen und demgemäß zu Überschreitungen der Höchst- und Richtwerte führen. In nachfolgender Tabelle sind die entsprechenden Ergebnisse komprimiert dargestellt (Tabelle 93). Auf Grund des variierenden Stichprobenumfangs ist diese Aussage jedoch zu relativieren (siehe auch Tabelle 37). Im Rahmen von Folgestudien könnten Ergebnisse zu einzelnen Produktgruppen vertieft werden.

Tab. 93: Vergleich ausgewählter Untersuchungsergebnisse

Proben aus Parameter	konventioneller Erzeugung		ökologischer Erzeugung	
	Richtwert- überschreitung	Prävalenz	Richtwert- überschreitung	Prävalenz
	n ¹⁾ (%)	n ²⁾ (%)	n ¹⁾ (%)	n ²⁾ (%)
Vorzugsmilch				
Gesamtkeimzahl	5 (2,6)		8 (57,1)	
Coliforme Keime	29 (12,8)		9 (64,2)	
Milch-ab-Hof				
Gesamtkeimzahl	2 (20,0)		18 (64,3)*	
Coliforme Keime	1 (10,0)		5 (17,9)	
<i>S. aureus</i>	0 -	0 -	1 (3,6)	4 (14,3)
Butter				
Coliforme Keime	0 -	1 (5,9)	2 (11,8)	8 (47,1)**
<i>E. coli</i>	0 -		1 (5,9)	
<i>B. cereus</i>		0 -		3 (17,6)
Hefen	0 -	3 (17,6)	2 (11,8)	11 (64,7)**
Schimmelpilze	0 -	2 (11,8)	3 (17,7)	7 (41,2)
Buttermilch				
Hefen	2 (33,3)	4 (66,7)	1 (20,0)	2 (40,0)
Schimmelpilze	2 (33,3)		0 -	
Saure Sahne				
Hefen		0 -		3 (33,3)
Schimmelpilze		1 (11,1)		3 (33,3)
Joghurt				
Hefen		1 (6,7)		5 (38,5)
Schimmelpilze		0 -		4 (30,8)
Sauermilchkäse				
Coliforme Keime		3 (75,0)		2 (50,0)
Schnittkäse				
Coliforme Keime	3 (27,3)			5 (45,5)
Schimmelpilze	1 (9,1)			7 (63,6)
Weichkäse				
Coliforme Keime		2 (33,4)		4 (66,7)
<i>E. coli</i>		0 -		2 (33,3)
Speisequark				
Coliforme Keime	1 (8,3)	3 (25,0)	0 -	1 (8,3)
Hefen	5 (41,6)		1 (8,3)	
Pasta-filata-Käse				
Coliforme Keime		0 -		2 (50,0)
Schimmelpilze		0 -		3 (75,0)

☐ = für die Bewertung entscheidende Ergebnisse, n¹⁾ = Probenzahl mit Richtwertüberschreitungen, n²⁾ = positive Proben
 */** signifikanter/sehr signifikanter Unterschied zu den Vergleich

6 Zusammenfassung

Anja Heinelt

Untersuchungen zur mikrobiologischen Beschaffenheit ökologisch und konventionell erzeugter Milch und Milchprodukte

Institut für Lebensmittelhygiene der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig
Eingereicht im August 2007

113 Seiten, 7 Abbildungen, 93 Tabellen, 192 Literaturstellen, 1 Anhang

Schlüsselwörter: ökologische Landwirtschaft, pathogene Mikroorganismen, Rohmilch, pasteurisierte Milchprodukte

Die Entwicklungen der letzten Jahre zeigen, dass sich im Zuge gesundheitsbewusster Ernährung zunehmend mehr Verbraucher für biologisch erzeugte und damit vermeintlich gesündere Lebensmittel entscheiden. Studien zur mikrobiologischen Beschaffenheit der umsatzstärksten Warengruppe der Milch und Milchprodukte, die diese Annahme bestätigen können, liegen allerdings nur vereinzelt vor. Ungeklärt ist die Frage, ob und gegebenenfalls in welchem Umfang unterschiedliche Haltungsbedingungen, Einsatz von Medikamenten oder Futtermitteln Differenzen sowohl in den sensorischen Eigenschaften als auch in der Belastung mit pathogenen bzw. fakultativ pathogenen Bakterien sowie Verderbniserregern hervorrufen können. Die Zielstellung dieser Arbeit richtete sich auf einen Vergleich zwischen Erzeugnissen aus konventioneller und ökologischer Herstellung. Der Schwerpunkt lag dabei auf den mikrobiologischen Parametern und umfasste dabei die Gesamtkeimzahl, coliforme Keime, *Escherichia (E.) coli*, enterohämorrhagische *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Staphylococcus (S.) aureus*, *Bacillus (B.) cereus*, *Listeria (L.) monocytogenes*, *Campylobacter (C.) jejuni* und in Rohmilch zusätzlich *Streptococcus (Sc.) agalactiae*. Darüber hinaus wurden die *B. cereus*-Stämme, die aus den pasteurisierten Milchprodukten isoliert worden waren, mittels Polymerase-Kettenreaktion (PCR) auf ihre Zugehörigkeit zur Subspezies *B. weihenstephanensis* überprüft.

Insgesamt wurden 496 Produkte (Vorzugsmilch und Milch-ab-Hof sowie verschiedene pasteurisierte Milchprodukte, Butter, Schlagsahne, fermentierte Milcherzeugnisse, Sauermilch-, Schnitt-, Weich-, Pasta-filata-Käse und Speisequark) analysiert. Die Untersuchungen wurden ausschließlich mit amtlich anerkannten bzw. akkreditierten Prüfmethoden durchgeführt.

Die Ergebnisse der sensorischen Analyse und die Kontrolle der Kennzeichnung wiesen nur bei Proben von Direktvermarktern Unregelmäßigkeiten auf (handschriftliche Änderungen der aufgedruckten Mengenangaben und Mindesthaltbarkeitsdaten). Die Messungen der pH-Werte zeigten ebenfalls keine Unterschiede zwischen Produkten beider Erzeugungsarten.

Aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes ist insgesamt als positiv zu werten, dass im gesamten Probenmaterial *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* und *C. jejuni* sowie in Rohmilch *Sc. agalactiae* nicht nachgewiesen wurden.

Auf eine statistische Auswertung der Ergebnisse zu den Vorzugsmilchproben musste auf Grund des stark variierenden Stichprobenumfangs (256 konventionell und 14 ökologisch erzeugte Proben) verzichtet werden. Da aber knapp 60 % und fast 65 % der untersuchten Bio-Vorzugs-

milch die Höchstwerte für die Gesamt- und Coliformenkeimzahl übertrafen, sind diese Proben im Trend als hygienisch bedenklicher einzuschätzen. Im Gegenzug wurden allerdings in 14,1 % der Proben aus konventioneller Erzeugung *S. aureus* nachgewiesen, wobei der Höchstwert von $5,0 \times 10^2$ KbE/ml nach Anlage 9 Nr. 3 der Milch-Verordnung nie überschritten wurde.

Für die Milch-ab-Hof aus ökologischer Landwirtschaft ($n = 28$) stellten die Analysen dieser Arbeit stärkere bakterielle Kontaminationen im Vergleich zu den Proben konventioneller Art ($n = 10$) fest: sowohl die Überschreitungen des Gesamtkeimzahl-Grenzwertes (64,3 % im Vergleich zu 20,0 %) als auch die Zahl der Schimmelpilze lagen in der Bio-Milch signifikant höher. Zusätzlich besaßen 80 % der konventionell erzeugten Milch aber nur 35,8 % der Proben aus ökologischer Landwirtschaft für den Gesamtkeimgehalt Vorzugsmilchqualität. Ausschließlich in der Bio-Milch-ab-Hof wurde *S. aureus* nachgewiesen (14,3 %), nur eine Probe war dabei mit einer Keimzahl über dem Richtwert der sächsischen Landesuntersuchungsanstalt (LUA) von $1,0 \times 10^3$ KbE/ml kontaminiert. Als kritisch ist festzuhalten, dass alle 38 Proben mit coliformen Keimen kontaminiert waren. Der LUA-Richtwert von $1,0 \times 10^4$ KbE/ml wurde dabei häufiger von der Öko-Milch übertroffen (17,9 % zu 10,0 %).

Bei den Milchprodukten konnten kaum Einflüsse auf die mikrobiologische Beschaffenheit durch die beiden Landwirtschaftsweisen festgestellt werden. Die nachgewiesenen Unterschiede sind eher als Resultat der Produktionsweisen und -hygiene der einzelnen Hersteller zu werten. Dennoch wurden durch die Untersuchungen einige Besonderheiten deutlich: Der Nachweis von *B. cereus* in den Butterproben gelang hauptsächlich in Sauerrahmbutter. Alle diese Produkte wichen in ihrem pH-Wert von dem gesetzlich vorgegebenen Maximalwert von 5,1 ab. Ein hoher Prozentsatz der Schlagsahneproben überschritt unabhängig von der Erzeugungsweise den Gesamtkeimzahlenrichtwert von $1,0 \times 10^5$ KbE/g. Fermentierte Milchprodukte ökologischer Art waren in der Gesamtauswertung dreifach stärker mit Hefen und Schimmelpilzen belastet als die Vergleichsproben (36,7 % bzw. 33,3 % im Vergleich zu 17,1 % bzw. 10,0 %). Dagegen wiesen in Bezug auf die ermittelten Keimzahlen die Proben aus konventioneller Herstellung deutlich höhere Werte auf. Die Richtwertüberschreitungen waren zu 90 % auf die Buttermilchproben zurückzuführen. Die statistische Einzelauswertung bestätigte, dass Bio-Joghurt zum ersten Untersuchungszeitpunkt signifikant stärker mit Schimmelpilzen kontaminiert war. Auf Grundlage der Ergebnisse zu gereiften Käsesorten und Pasta-filata-Käse können die Produkte ökologischer Art als ebenfalls hygienisch bedenklicher eingeschätzt werden. Diese Beurteilung beruht hauptsächlich auf der Kontamination mit Coliformen, deren Prävalenzen regelmäßig die der Käse konventioneller Art übertrafen. Für den Bio-Pasta-filata-Käse bestätigten die Analysen zusätzlich eine signifikant höhere Schimmelpilzkeimzahl. Dagegen zeigten die Untersuchungen an Speisequark eine vermehrte Belastung der Proben konventioneller Art mit Coliformen und Hefen.

Als Fazit zeigen die Ergebnisse, dass die Produkte aus der ökologischen Erzeugung eine gute sensorische Qualität aufwiesen und nicht signifikant höher mit pathogenen Keimen belastet waren. Für die mikrobiologische Beschaffenheit der Rohmilch, die in Deutschland vermarktet wird, wird jedoch deutlich, dass die Proben aus der konventionellen Erzeugung mit geringeren Keimzahlen belastet sind bzw. weitaus seltener die gesetzlichen Höchst- bzw. Richtwerte überschreiten. Innerhalb der Milchprodukte erscheinen Bio-Erzeugnisse tendenziell als hygienisch bedenklicher, was vermutlich auf produktionstechnische Bedingungen zurückzuführen ist. Der Einfluss der Urproduzenten ist dabei allerdings gering.

7 Summary

Anja Heinelt

Investigations to the microbiological status of organically and conventionally produced milk and dairy products

Institute of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, University of Leipzig
Submitted in August 2007

113 pages, 7 figures, 93 tables, 192 references, 1 appendix

Keywords: organic agriculture, pathogenic microorganisms, raw milk, pasteurized dairy products

The developments in the last few years have shown an increasing interest in health-conscious food by more and more consumers who don't hesitate to spend larger sums of money on organically generated products. Yet there are only studies to the microbiological composition of the sales volume strongest goods group of the milk and dairy products which can conform this acceptance. Though there is the question which hasn't been answered yet whether and if really necessary in which range different livestock husbandry conditions, application of drugs or feeds distinctions in the organoleptic qualities as well as in the load with pathogenic or optionally pathogenic bacteria as well as spoilage organisms can cause. The aim position of this work was a comparison between products from a conventional and ecological production. Besides, the main focus was on the microbiological parameters and enclosed the total bacteria count, coliforms, *Escherichia (E.) coli*, enterohemorrhagic *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Staphylococcus (S.) aureus*, *Bacillus (B.) cereus*, *Listeria (L.) monocytogenes*, *Campylobacter (C.) jejuni* and in raw milk, in addition, *Streptococcus (Sc.) agalactiae*. Furthermore 34 *B. cereus* strains which had been isolated from the pasteurized dairy products were checked for their membership in the subspecies *B. weihenstephanensis* using of polymerase chain reaction (PCR).

Altogether, 496 products (raw milk like "Vorzugsmilch" and milk directly sold at farm, as well as different pasteurized dairy products, butter, whipping cream, fermented milk products, sour milk cheese, semihard cheese, soft cheese, pasta-filata cheese and curd cheese) were analyzed. The tests were exclusively done with examining methods which are officially respected or accredited.

The results of the organoleptic analysis and the control of the labelling showed only at samples of direct sellers irregularities (handwritten changes of the imprinted quantity and best before date). The pH values also showed no differences between the goods of both ways of production. Altogether, in regard to health consumer protection has to be judged as positive, that in the whole test material *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* and *C. jejuni* as well as in raw milk *Sc. agalactiae* were not proved.

As just 60 % and nearly 65 % of these analysed organic milk, however, surpassed the maximum values for the total bacteria and coliform counts, they can be estimated as

hygienically riskier. However, in return *S. aureus* was proved in 14.1 % of the “Vorzugsmilch” from conventional production in which the maximum value of $5,0 \times 10^2$ cfu/ml according to annex 9 no. 3 of the milk ordinance has never been exceeded, though.

For milk directly sold at farm from organic agriculture (n = 28) the analyses of the present work could show a stronger bacterial contamination in comparison to the samples of conventional type (n = 10): both the transgression of the total bacteria count limiting value (64.3 % in comparison to 20.0 %) as well as the number of the moulds layed significantly higher in the organic milk. 80.0 % of the milk generated conventionally but only 35.8% of the samples from organic agriculture hold the limit for the total bacteria count which “Vorzugsmilch” is evaluated. Exclusively in the organic ex farm milk *S. aureus* was detected (14.3 %), here just one sample was found with a bacteria count above the reference value of the Saxon State Investigation Institute (LUA) of 1.0×10^3 cfu/ml. On the other hand it has to be retained critically that all 38 samples were contaminated with coliform bacteria. The LUA reference value of 1.0×10^4 cfu/ml was passed more often by the organic milk (17.9 % to 10.0 %).

Hardly any influences on the microbiological status could be ascertained by the two farming ways at the dairy products. The proved differences are to be evaluated rather than a result of the production methods and production hygiene of the individual manufacturers. Some unusual features, nevertheless, got clear by the investigations: The detection of *B. cereus* in the butter samples succeeded primarily in butter made from sour cream. All these products differed from the legally predefined maximum value of 5.1 in their pH. A high percentage of the whipping cream samples exceeded independently on the production way getting ahead of the standard for the total bacteria count of 1.0×10^5 cfu/g. Organic fermented dairy products were loaded stronger three times with yeasts and moulds than the comparative samples (36.7% or 33.3% in comparison to 17.1% or 10.0%). On the other hand, the tests showed considerably higher values in reference to determined microorganism counts by samples from conventional production. The reference value exceedings could be explained by the buttermilk to 90%.

The statistical individual evaluation confirmed that bio yoghurt was significantly contaminated more with moulds at the first examination time. Basically the results to matured varieties of cheese and pasta-filat-cheese the samples from ecological production can be estimated likewise hygienically more risky. This judgement is mainly based on the contamination with coliforms whose prevalences regularly surpassed the conventional kind. For the organic pasta-filata cheese the analyses confirmed additionally a significantly higher count of moulds. In contrast the investigations showed an increased load of the conventionally generated type with coliform bacteria and yeasts to curd cheese.

As a conclusion the results show that the products possessed a good sensory quality from the ecological production and weren't charged by pathogenic microorganisms more significantly. For the microbiological status of the raw milk which is sold in Germany, however, the samples are charged by considerably lower bacteria counts from the conventional production or far more seldom exceeded the legally highest or reference values. Within the dairy products the organic samples seem according to tendency more dubious as hygienic, which most probably could be explained with production technical conditions. The influence of the primary producers, however, is very little.

8 Literaturverzeichnis

Ahmed AAH, Moustafa MK, Marth EH. Incidence of *Bacillus cereus* in milk and some milk products. J Food Prot. 1983;46:126-8.

Altekruse SF, Timbo BB, Mowbray JC, Bean NH, Potter MR. Cheese-Associated Outbreaks of Human Illness in the United States, 1973 to 1992: Sanitary Manufacturing Practices Protect Consumers. J Food Prot. 1998;61:1405-7.

Andrews WH, Wilson CR, Poelma PL, Romero A, Mislivec PB. Bacteriological survey of sixty health foods. Appl Environ Microbiol. 1979;37:559-66.

Anonymus. AGÖL kündigt Auflösung an. @grar.de. 2002a (zitiert vom 02.01.2007).
<<http://news.agrar.de/archiv/20020612-00000/>>

Anonymus. Bioland-Richtlinien für die Verarbeitung - Milch, Milcherzeugnisse, Butter, Käse, Speiseeis. Bioland - Ökologischer Landbau. 2002b (zitiert vom 08.01.2007).
<<http://www.bioland.de/fileadmin/bioland/file/bioland/qualitaet%20%2B%20richtlinien/milchprodukte-richtlinie.pdf>>

Anonymus. Milch - Naturbelassen kann sie Kinder krank machen. BABYundEltern.de. 2002c (zitiert vom 11.01.2007).
<<http://www.babyundfamilie.de/Ernaehrung---Kleinkind/A050805ANOND005378>>

Anonymus. SÖL begrüßt Gründung des "Bund der Ökologischen Lebensmittelwirtschaft". Stiftung Ökologie und Landbau. 2002d (zitiert vom 02.01.2007).
<http://www.soel.de/soel/pm/2002/06_10.html>

Anonymus. BIO-MARKT KOMPAKT Kennzahlen zum Markt für Bio-Lebensmittel. Ökolandbau.de. 2006a (zitiert vom 06.06.2006).
<http://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/haendler/marktinformationen/biomarkt_kompakt.pdf>

Anonymus. LUA Sachsen - Jahresbericht 2005. LUA Sachsen, Dresden 14, 39-53. 2006b (zitiert vom 10.04.2007).
<http://www.lua.sachsen.de/pu/Jahresberichte/2005/jb_2005_LM.pdf>

Anonymus. Ökologischer Landbau in Deutschland. BMELV. 2006c (zitiert vom 22.06.2006).
<http://www.bmelv.de/cln_044/nn_750590/DE/04-Landwirtschaft/OekologischerLandbau/OekologischerLandbauDeutschland.html__nnn=true>

Anonymus. Richtlinie für die Anerkennung von Demeter-Milch und -Milcherzeugnissen. Demeter IV.5. 2006d (zitiert vom 08.01.2007).
<<http://www.demeter.de/>>

Anonymus. Milch: Vielfalt für den Gaumen. Die Verbraucherinitiative e.V. 2007 (zitiert vom 11.01.2007).
<<http://www.verbraucher.org/verbraucher.php/cat/38/aid/92/title/Milch:+Vielfalt+f%FCr+den+Gaumen>>

Ansary SE, Kaspar CW. Survey of retail cheeses, dairy processing environments and raw milk for *Escherichia coli* O157:H7. Lett Appl Microbiol. 1997;25:131-4.

Arispe I, Westhoff D. Venezuelan White Cheese: Composition and quality. J Food Prot. 1984;47:27-35.

- Arnold R. Vergleichende Qualitätsuntersuchungen von konventionell und alternativ erzeugter Konsummilch. Arch Lebensmittelhyg. 1984;35:66-9.
- Arnott DR, Duitschaever CL, Bullock DH. Microbiological Evaluation of Yogurt Produced Commercially in Ontario. J Milk Food Technol. 1974;37:11-3.
- Asperger H. Zur Bedeutung des Kriterium *Staphylococcus aureus* in Käse. Milchwirtschaftliche Berichte. 1991;108:128-44.
- Aureli P, Costantini A, Fenicia L, Gianfranceschi M, Rainaldi L. Occurrence of pathogenic *Escherichia coli* in available Italian soft cheese. Arch Lebensmittelhyg. 1992;43:1-24.
- Bang IS, Kim BH, Foster JW, Park YK. OmpR regulates the stationary-phase acid tolerance response of *Salmonella enterica* serovar typhimurium. J Bacteriol. 2000;182(8):2245-52.
- Bannister BA. *Listeria monocytogenes* meningitis associated with eating soft cheese. J Infect. 1987;15:165-8.
- Beckers HJ, Soentoro PSS, Delfogou-Vanasch EHM. The occurrence of *Listeria monocytogenes* in soft cheeses and raw milk and its resistance of heat. Int J Food Microbiol. 1987;4:249-56.
- Beutin L. Aufdeckung von Ausbrüchen bei Infektionen mit enterohämorrhagischen *Escherichia coli* (EHEC) O:157. Bundesgesundheitsbl. 1998;6:253-6.
- Beutling D, Böttcher C. *Bacillus cereus* - ein Risikofaktor in Lebensmitteln. Arch Lebensmittelhyg. 1998;49:90-6.
- Bockemühl J, Karch H, Rüssmann H, Aleksic S, Wiß R, Emmrich P. Shiga-like Toxin (Verotoxin)-produzierende *Escherichia coli* O22:H8. Bundesgesundheitsbl. 1990;1:3-6.
- Booth JM. Mastitis control. IDF Bulletin. 1995;305:29.
- Borowski B, Damm T, Gerber A, Haccius M, Hamm U, Aschemann J et al. 25 Antworten zum Stand des Wissens rund um Öko-Landbau und Bio-Lebensmittel. BÖLW, (Hrsg.). BÖLW. 2006 (zitiert vom 08.01.2007).
<<http://www.boelw.de/fileadmin/alf/bioargumente.pdf>>
- Bowen DA, Henning DR. Coliform Bacteria and *Staphylococcus aureus* in Retail Natural Cheese. J Food Prot. 1994;57:253-5.
- Bradshaw JG, Peeler JT, Corwin JJ, Hunt JM, Tierney JT, Larkin EP et al. Thermal resistance of *Listeria monocytogenes* in milk. J Food Prot. 1985;48:743-5.
- Breer C, Schopfer K. *Listeria* and food. Lancet. 1988;2:1022.
- Bruhn M, von Alvensleben R. Die langfristige Entwicklung der Verbrauchereinstellungen zu Bioprodukten (1984-1989-1994-1999). Tagungsband der deutsch-französischen wissenschaftlichen Tagung der GEWISOLA und SFER am 12./13. Oktober 2000 in Straßburg. 2000 (zitiert vom 07.06.2005).
<<http://www.uni-kiel.de/agrarmarketing/Lehrstuhl/biolang.pdf>>
- Bryan FL. Epidemiology of milk-borne diseases. J Food Prot. 1983;46:637-49.
- Bülte M, Heckötter S. Vorkommen und Bedeutung von O157 und anderen verotoxinbildenden *E. coli* bei Tieren und in Lebensmitteln. Mitt Gebiete Lebensm Hyg. 1997;88:665-80.

- Bülte M, Heckötter S, Schwenk P. Enterohämorrhagische *E. coli* (EHEC) - aktuelle Lebensmittelinfektionserreger auch in der Bundesrepublik Deutschland? Fleischwirtsch. 1996;76:88-91.
- Coenen C. Untersuchungen zum Vorkommen und zur Risikoeinschätzung pathogener Keime in Rohmilch und Rohmilchprodukten aus der Direktvermarktung [Dissertation med. vet.] Berlin: FU Berlin; 2000.
- Coghill D, Juffs HS. Incidence of psychrotrophic sporeforming bacteria in pasteurized milk and cream products and effect of temperature on their growth. Aust J Dairy Technol. 1979;34:150-3.
- Cohen DR, Porter IA, Reid TM, Sharp JC, Forbes GI, Paterson GM. A cost benefit study of milk-borne salmonellosis. J Hyg (Lond). 1983;91:17-23.
- Collins-Thompson DL, Erdmann IE, Milling ME, Burgner DM, Purvis UT, Loit A et al. Microbiological standards for cheese: Survey and viewpoint of the Canadian Health Protection Branch. J Food Prot. 1977;40:411-4.
- Cosentino S, Mulargia AF, Pisano B, Tuveri P, Palmas F. Incidence and biochemical characteristics of *Bacillus* flora in Sardinian dairy products. Int J Food Microbiol. 1997;38:235-8.
- Currier RW. Raw milk and human gastrointestinal disease: problems resulting from legalized sale of "certified raw milk.". Journal of Public Health Policy. 1981;2:226-34.
- D'Aoust JY. Manufacture of Dairy Products From Unpasteurized Milk: A Safety Assessment. J Food Prot. 1989;52:906-14.
- D'Aoust JY, Park CE, Szabo RA, Todd EC, Emmons DB, McKellar RC. Thermal inactivation of *Campylobacter* species, *Yersinia enterocolitica*, and hemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in fluid milk. J Dairy Sci. 1988;71(12):3230-6.
- da Silva MC, Hofer E, Tibana A. Incidence of *Listeria monocytogenes* in cheese produced in Rio de Janeiro, Brazil. J Food Prot. 1998;161:354-6.
- De Buyser ML, Dufour B, Maire M, Lafarge V. Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialised countries. Int J Food Microbiol. 2001;67:1-17.
- De Luca G, Zanetti F, Stampi S. *Staphylococcus aureus* in dairy products in the Bologna area. Int J Food Microbiol. 1997;35:267-70.
- Destro MT, Melo Serrano A, Kabuki DY. Isolation of *Listeria* species from some Brazilian meat and dairy products. Food Control. 1991;2:110-2.
- Diez-Gonzalez F, Russel JB. Factors affecting the extreme acid resistance of *Escherichia coli* O157:H7. Food Microbiol. 1999;16:367-74.
- Dineen SS, Takeuchi K, Soudah JE, Boor KJ. Persistence of *Escherichia coli* O157:H7 in dairy fermentation systems. J Food Prot. 1998;61:1602-8.
- Eckner KF, Roberts RF, Strantz AA, Zottola EA. Characterization and Behaviour of *Salmonella Javiana* During Manufacture of Mozzarella-Type Cheese. J Food Prot. 1990;53:461-4.
- El Dairouty RK, Abd Alla ESAM, El-Senaity MM, Tawfek NF, Sharaf OM. Chemical and microbiological changes in Roquefort style cheese during ripening. Ecol Food Nutr. 1990;120:29-35.

- EI-Ghani SA, Saedk ZI, Fathi FA. Reliability of coliform bacteria as an indicator of postprocessing contamination in yoghurt manufacture. Dairy, Food and Environmental Sanitation. 1998;18:494-8.
- Ellis A, Preston M, Borczyk A, Miller B, Stone P, Hatton B et al. A community outbreak of *Salmonella Berta* associated with a soft cheese product. Epidemiol Infect. 1998;120:29-35.
- Engel G. Hefen in Silagen und Rohmilch. Milchwissenschaft. 1986a;41:633-7.
- Engel G. Vorkommen von Hefen in Frischkäse - organoleptische Bedeutung. Milchwissenschaft. 1986b;41:692-4.
- Engvall A. May organically farmed animals pose a risk for Campylobacter infections in humans? Acta Vet Scand Suppl. 2001;95:85-7.
- Eppert I, Lechner E, Mayr R, Scherer S. *Listerien* und coliforme Keime in "echten" und "fehldeklarierten" Rohmilchweichkäsen. Arch Lebensmittelhyg. 1995;46:85-8.
- Fantasia LD, Mestrandrea L, Schrade JP, Yager J. Detection and growth of enteropathogenic *Escherichia coli* in soft ripened cheese. Appl Microbiol. 1975;29:179-85.
- Farber JM, Johnson MA, Purvis U, Loit A. Surveillance of soft and semi-soft cheeses for the presence of *Listeria* spp. Int J Food Microbiol. 1987;5:157-63.
- Feng P, Weagant SD. Diarrheagenic *Escherichia coli*. Bacteriological Analytical Manual Online [8th Edition]. 2002. U.S. Food & Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition. (zitiert vom 01.11.2006).
<<http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-4a.html>>
- Fierer J. Invasive *Salmonella Dublin* infections associated with drinking raw milk. West J Med. 1983;138:665-9.
- Fluer FS, Ezepechuk YV. Formation of Lecithinase by *Bacillus cereus*. Microbiol. 1970;39:396-401.
- Francis KP, Mayr R, von Stetten F, Stewart GSAB, Scherer S. Discrimination of Psychrotrophic and Mesophilic Strains of the *Bacillus cereus* Group by PCR Targeting of major Cold Shock Protein Genes. Appl Environ Microbiol. 1998;64:3525-9.
- Frank JF, Marth EH. Survey of Soft and Semisoft Cheese for Presence of Fecal Coliforms and Serotypes of Enteropathogenic *Escherichia coli*. J Food Prot. 1978;41:198-200.
- Frank JF, Marth EH, Olson NF. Survival of enteropathogenic and non-enteropathogenic *Escherichia coli* during the manufacture of camembert cheese. J Food Prot. 1977;40:835-42.
- Friedrich A. Untersuchungen über die Qualität von Vorzugsmilch in Baden-Württemberg. Tierärztliche Umschau. 1993;48:508-12.
- Gallien P, Klie H, Lehmann S, Protz D, Schäfer R, Ehrler M. Nachweis verotoxinbildender *E.coli* in Feldisolaten von Haus- und landwirtschaftlichen Nutztieren in Sachsen-Anhalt. Berl Münch Tierärztl Wschr. 1994;107:331-4.
- Gallien P, Richter H, Klie H, Timm M, Karch H, Lehmann S et al. Nachweis von Shigatoxin-produzierenden *Escherichia coli* (STEC) in Lebensmitteln und Charakterisierung der Isolate. Bundesgesundheitsbl. 1998;Sonderheft Oktober:26-30.

- Gedek W, Knöppler H-O, Averdunk G. Vergleichende Qualitätsuntersuchungen von Milch aus landwirtschaftlichen Betrieben mit konventioneller und mit alternativer Wirtschaftsweise. Arch Lebensmittelhyg. 1981;32:149-51.
- Genigeorgis C, Toledo JH, Fernandez Garayzabal JF. Selected Microbiological and Chemical Characteristics of Illegally Produced and Marketed Soft Hispanic-Style Cheeses in California. J Food Prot. 1991;54:598-601.
- Gerber A. 25 Antworten zum Stand des Wissens rund um Öko-Landbau und Bio-Lebensmittel. BÖLW, (Hrsg.). BÖLW, 2006. (zitiert vom 08.01.2007).
<<http://www.boelw.de/fileadmin/alf/bioargumente.pdf>>
- Gilmour A, Harvey J. *Staphylococci* in milk and milk products. Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplements. 1990;147S-66S.
- Glatz BA, Brudvig SA. Survey of commercially available cheese for enterotoxigenic *Escherichia coli*. J Food Prot. 1980;43:395-8.
- Gomez D, Miliwebsky E, Fernandez PC, Baschkier A, Manfredi E, Zotta M et al. [Isolation and characterization of Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* from frozen hamburgers and soft cheeses]. Rev Argent Microbiol. 2002;34:66-71.
- Granum PE, Lund T. *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. FEMS Microbiol Lett. 1997;157:223-8.
- Greenwood MH, Roberts D, Burden P. The occurrence of *Listeria* species in milk and dairy products: a national survey in England and Wales. Int J Food Microbiol. 1991;12:197-206.
- Haccius M, Lünzer I. Organic Agriculture in Germany. Stiftung Ökologie und Landbau , 109-128. 2000. Stiftung Ökologie und Landbau. 6-6-2006.
- Hamm U, Rippin M. Ungleiches Wachstum - Der Ökomarkt in Deutschland: Angebot wächst schneller als Nachfrage. Der kritische Agrarbericht 2005 , 120-125. 2005. AgrarBündnis (zitiert vom 06.09.2006).
<http://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2005/Hamm_Rippin.pdf>
- Harrington P, Archer J, Davis JP, Croft DR, Varma JK. Outbreak of *Campylobacter jejuni* Infections Associated with Drinking Unpasteurized Milk Procured through a Cow-Leasing Program --- Wisconsin, 2001. Morbidity and Mortality Weekly Report. 2002;51:548-9.
- Hartung M. Ergebnisse der Zoonoseerhebung 2003 in Deutschland bei Lebensmitteln. Fleischwirtsch. 2005;85:116-22.
- Hartung M. Epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland im Jahr 2004. 2006. Berlin. BfR Wissenschaft.
- Harvey J, Gilmour A. Occurrence of *Listeria* species in raw milk and dairy products produced in Northern Ireland. J Appl Bacteriol. 1992;72:119-25.
- Hauert W. Hygienische Risiken von Rohmilch aus biologischem Anbau und daraus hergestellten Produkten. Mitt Gebiete Lebensm Hyg. 1990;81:616-32.
- Heckötter S, Aleksic S, Delorme S, Bülte M. Phänotypische und genotypische Variabilität Verotoxin-bildender *E. coli* (VTEC) in Lebensmitteln tierischen Ursprungs. Arbeitstagung Lebensmittelhygiene, Garmisch-Partenkirchen. 1997;38:146-51.

- Honikel KO. Quality of ecologically produced foods of animal origin. Dtsch tierärztl Wschr. 1998;105:327-9.
- Hsin-Yi C, Chou CC. Acid adaptation and temperature effect on the survival of *E. coli* O157:H7 in acidic fruit juice and lactic fermented milk product. Int J Food Microbiol. 2001;70:189-95.
- Jenkins HR, Henderson RJ. The source of bacteria in fresh cream, and the methylene blue reduction test as a guide to hygienic quality. J Hyg (Lond). 1969;67:401-8.
- Jordano Salinas R. [Pathogenic *Staphylococci* and *Salmonellae* in commercial yogurt]. Rev Sanid Hig Publica (Madr). 1985;59:1519-23.
- Kaper JB, Nataro JP, Mobley HL. Pathogenic *Escherichia coli*. Nat Rev Microbiol. 2004;2:123-40.
- Kavanagh N. Milk born zoonotic infections. Cattle Practice. 2002;10:15-8.
- Keene WE, Hedberg K, Herriott DE, Hancock DD, McKay RW, Barrett TJ et al. A prolonged outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections caused by commercially distributed raw milk. J Infect Dis. 1997;176:815-8.
- Klie H, Timm M, Richter H, Gallien P, Perlberg K-W, Steinrück H. Nachweis und Vorkommen von Verotoxin- bzw. Shigatoxin-bildenden *Escherichia coli* (VTEC bzw. STEC) in Milch. Berl Münch Tierärztl Wschr. 1997;110:337-41.
- Kloppert B, Wolter W, Zschöck M, Stojanovic V. Rohmilchqualität in hessischen Milcherzeugerbetrieben mit Milch-ab-Hof-Abgabe oder Direktvermarktung unter besonderer Berücksichtigung der bakteriologischen Beschaffenheit. 38. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes "Lebensmittelhygiene" vom 19.09-02.10.97 in Garmisch-Partenkirchen, 1997;38:206-213.
- Knappstein K, Hahn G, Heeschen WH. Untersuchung zum Vorkommen von VTEC in Weichkäse. Arch Lebensmittelhyg. 1996;47:59-62.
- Kuntze U, Becker H, Märtlbauer E, Baumann C, Burow H. Nachweis von VTEC in Rohmilch und Rohmilchkäse. Arch Lebensmittelhyg. 1996;47:141-4.
- Kunz B. Lexikon der Lebensmitteltechnologie. Berlin: Springer Verlag; 1993.
- Linnan MJ, Mascola L, Lou XD, Goulet V, May S, Salminen C et al. Epidemic listeriosis associated with Mexican-style cheese. N Engl J Med. 1988;319:823-8.
- Little CL, Knochel S. Growth and survival of *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* and *Bacillus cereus* in Brie stored at 4, 8 and 20 degrees C. Int J Food Microbiol. 1994;24:137-45.
- Loncarevic S, Danielsson-Tham ML, Tham W. Occurrence of *Listeria monocytogenes* in soft and semi-soft cheeses in retail outlets in Sweden. Int J Food Microbiol. 1995;26:245-50.
- Ludewig M, Palinsky N, Stein I, Fehlhaber K. Untersuchungen zur mikrobiologischen, chemischen und sensorischen Beschaffenheit von ökologisch produzierten tierischen Lebensmitteln. Arbeitstagung Lebensmittelhygiene, Garmisch-Partenkirchen. 2003;44:35-40.
- Ludwichowski G, Uhrig C. Mikrobiologische und hygienische Aspekte einiger Reformhausprodukte. Arch Lebensmittelhyg. 1979;30:176-9.
- Lund P. Characterization of alternatively produced milk. Milchwissenschaft. 1991;46:166-9.

- Lyytikäinen O, Autio T, Maijala R, Ruutu P, Honkanen-Buzalski T, Miettinen M et al. An Outbreak of *Listeria monocytogenes* Serotype 3a Infections from Butter in Finland. *J Infect Dis.* 2000;181:1838-41.
- Martin ML, Shipman LD, Wells JG, Potter ME, Hedberg K, Wachsmuth K et al. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from dairy cattle associated with two cases of haemolytic uraemic syndrome. *Lancet.* 1986;328:1043.
- Märtlbauer E, Becker H. Milch. In: Fehlhaber K, Kleer J, Kley F, (Hrsg.). *Handbuch Lebensmittelhygiene.* Hamburg: B. Behr's Verlag; 2007: 712-734.
- Massa S, Altieri C, Quaranta V, De Pace R. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in yoghurt during preparation and storage at 4 degrees C. *Lett Appl Microbiol.* 1997;24:347-50.
- Massa S, Gardini F, Sinigaglia M, Guerzoni ME. *Klebsiella pneumoniae* as a Spoilage Organism in Mozzarella Cheese. *J Dairy Sci.* 1992;75:1411-4.
- Masud T, Bari A, Shah MA. Incidence of pathogenic Staphylococci in milk and milk products. *The Ind J Nutr Dietet.* 1989;26:239-42.
- Mazurek J, Salehi E, Propes D, Holt J, Bannerman T, Nicholson LM et al. A multistate outbreak of *Salmonella enterica* serotype *typhimurium* infection linked to raw milk consumption--Ohio, 2003. *J Food Prot.* 2004;67:2165-70.
- Menendez S, Godinez MR, Rodriguez-Otero JL, Centeno JA. Research note removal of *Listeria* spp. in a cheese factory. *J Food Saf.* 1997;17:133-9.
- Mikolajcik EM, Kearney JW, Kristofferson T. Fate of *Bacillus cereus* in cultured and direct acidified skimmilk and cheddar cheese. *J Milk Food Technol.* 1973;36:317-20.
- Minervini F, Montagna MT, Spilotros G, Monaci L, Santacroce MP, Visconti A. Survey on mycoflora of cow and buffalo dairy products from Southern Italy. *Int J Food Microbiol.* 2001;69:141-6.
- Mislivec PB, Bruce VR, Andrews WH. Mycological survey of selected health foods. *Appl Environ Microbiol.* 1979;37(3):567-71.
- Molska I, Nowosielska R, Frelik I. [Changes in microbiological quality of kefir and yoghurt on the Warsaw market in the years 1995-2001]. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2003;54:145-52.
- Morgan D, Newman CP, Hutchinson DN, Walker AM, Rowe B, Majid F. Verotoxin producing *Escherichia coli* O 157 infections associated with the consumption of yoghurt. *Epidemiol Infect.* 1993;111:181-7.
- Mossel DA, van Netten P. *Staphylococcus aureus* and related staphylococci in foods: ecology, proliferation, toxinogenesis, control and monitoring. *Soc Appl Bacteriol Symp Ser.* 1990;19:123S-45S.
- Nakase I, Komagata K. Microbiological studies on cheese. Yeast flora in cheese imported from Europe and North America. *J Food Hyg Soc Jpn.* 1977;18:346-52.
- Nooitgedagt AJ, Hartog BJ. A survey of the microbiological quality of Brie and Camembert cheese. *Neth Milk Dairy J.* 1988;42:57-72.
- O'Mahony M, Mitchell E, Gilbert RJ, Hutchinson DN, Begg NT, Rodhouse JC et al. An outbreak of foodborne botulism associated with contaminated hazelnut yoghurt. *Epidemiol Infect.* 1990;99:167-72.

- Olsen JA, Yousef AE, Marth EH. Growth and survival of *Listeria monocytogenes* during making and storage of butter. *Milchwissenschaft*. 1988;43:487-9.
- Ombui JN, Nduhiu JG. Prevalence of enterotoxigenic *Bacillus cereus* and its enterotoxins in milk and milk products in and around Nairobi. *East Afr Med J*. 2005;82:280-4.
- Otero A, Garcia MC, Garcia ML, Santos JA, Moreno B. Behaviour of *Staphylococcus aureus* Strains FRI 137 and FRI 361 During the Manufacture and Ripening of Manchego Cheese. *Int Dairy J*. 1993;3:85-96.
- Otte I, Suhren G, Heeschen W, Tolle A. Zur Mikroflora von Buttermilch, Saurer Sahne und Speisequark. *Milchwissenschaft*. 1979;34:669-71.
- Pak S-I, Spahr U, Jemmi T, Salman MD. Risk factors for *L. monocytogenes* contamination of dairy products in Switzerland, 1990-1999. *Prev Vet Med*. 2002;53:55-65.
- Palinsky N. Studie zur Qualität ökologisch und konventionell erzeugter Lebensmittel unter besonderer Berücksichtigung des Verbraucherschutzes [Dissertation med. vet.] Leipzig: Universität Leipzig, 2005.
- Peterson MC. *Campylobacter jejuni* enteritis associated with consumption of raw milk. *J Environ Health*. 2003;65:20-1, 24, 26.
- Pfleger R. Zum hygienischen Status von Milch und Milchprodukten aus der Direktvermarktung. *Wien Tierärztl Monatsschr*. 2002;89:227-36.
- Pini PN, Gilbert RJ. The occurrence in the U.K. of *Listeria* species in raw chickens and soft cheeses. *Int J Food Microbiol*. 1988;7:317-26.
- Pitt WM, Harden TJ, Hull RR. *Listeria monocytogenes* in milk and dairy products. *Aust J Dairy Technol*. 1999;54:49-65.
- Potter ME, Kaufmann AF, Blake PA, Feldman RA. Unpasteurized milk. The hazards of a health fetish. *JAMA*. 1984;252:2048-52.
- Quinto EJ, Cepeda A. Incidence of toxigenic *Escherichia coli* in soft cheese made with raw or pasteurized milk. *Letters in Appl Microbiol*. 1997;24:291-5.
- Quinto EJ, Franco JL, Rodriguez-Otero JL, Fente C, Cepeda A. Microbiological Quality Of Cebrero Cheese From Northwest Spain. *J Food Saf*. 1994;14:1-8.
- Raevuori M, Koironen L. *Bacillus cereus* a cause of mastitis and its occurrence in milk and milk products. *Suomen Eläinlääkäri-lehti*. 1978;48:5-10.
- Rangasamy PN, Iyer M, Roginski H. Isolation and characterisation of *Bacillus cereus* in milk and dairy products manufactured in Victoria. *Aust J Dairy Technol*. 1993;48:93-5.
- Rauscher C, Hiebl A. Milch und Milchprodukte: unverzichtbar in der Ernährung von Kindern und Jugendlichen. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. 2004 (zitiert vom 11.01.2007).
<http://www.vis.bayern.de/ernaehrung/fachinformationen/ernaehrung/ernaehrung_gruppen/milch_jugend.htm>
- Rehn G. Die Ökologische Lebensmittelwirtschaft in Deutschland: Zahlen, Daten, Fakten. BÖLW. 2006 (zitiert vom 09.06.2006).
<http://www.boelw.de/uploads/media/boelw_oekodaten_2006.pdf>

Reida P, Wolff M, Pohls HW, Kuhlmann W, Lehmacher A, Aleksic S et al. An outbreak due to enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in a children day care centre characterized by person-to-person transmission and environmental contamination. *Zentralbl Bakteriol.* 1994;281(4):534-43.

Reilly WJ, Sharp JC, Forbes GI, Paterson GM. Milkborne salmonellosis in Scotland 1980 to 1982. *Vet Rec.* 1983;112:578-80.

Richter J, Becker H, Märtlbauer E. Improvement in *Salmonella* detection in milk and dairy products: comparison between the ISO method and the Oxoid SPRINT *Salmonella* test. *Letzt Appl Microbiol.* 2000;31:443-8.

Riemelt I, Bartel B. Krankheitserreger in Milch und Milcherzeugnissen - Zum Vorkommen von *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* und *Staphylococcus aureus*. *Dtsch Milchwirtsch.* 2002;53:974-6.

Rippin M. Umsatzwachstum 2005 und 2006. *Oekolandbau.de.* 2006a. BLE, ZMP (zitiert vom 06.09.2006).

<<http://www.oekolandbau.de/haendler/marktinformationen/biomarkt-deutschland/aktuelle-marktdaten/umsatzwachstum-2005-und-2006>>

Rippin M. Verkaufspreise im Ökologischen Landbau - ÖKOMARKT Jahrbuch 2006. Bonn: Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH; 2006b.

Rippin M. Bio-Milch und -Molkereiprodukte wachsen stärker als Gesamtmarkt. ZMP GmbH, Bonn. 2007 (zitiert vom 18.04.2007).

<http://www.zmp.de/agrarmarkt/branchen/oekomarkt/meldung_010.asp>

RKI. Fallbericht: EHEC-Infektion im Ausland erworben. *Epid Bull.* 1999a;16/99:114.

RKI. Zur Lebensmittelintoxikation durch *Staphylococcus aureus*. *Epid Bull.* 1999b;14/99:91-2.

RKI. *Campylobacter*-Enteritis nach Genuss von Rohmilch. *Epid Bull.* 2000;26/2000:207-9.

RKI. EHEC-Infektionen - Erkennung, Verhütung und Bekämpfung. RKI-Merkblatt für Ärzte. 2001. RKI.

Robinson RK, Tamime AY. Microbiology of fermented milks. In: Robinson RK, (Hrsg.). *Dairy Microbiology.* London-New York: Elsevier Applied Science; 1981: 291-344.

Rohde Ch, Koberstein H, Klar H. Bio made in China. *ZDF.de.* 2007 (zitiert vom 21.02.2007). <<http://www.zdf.de/ZDF/download/0,5587,5000728,00.pdf>>

Roostita R, Fleet GH. The occurrence and growth of yeasts in Camembert and blue-veined cheeses. *Int J Food Microbiol.* 1996;28:393-404.

Ryser ET, Marth EH. Fate of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of Camembert cheese. *J Food Prot.* 1987;50:372-8.

Schaack D. Bio-Landbau in Deutschland - Bilanz und Ausblick. ZMP GmbH. 2006 (zitiert vom 05.01.2007).

<<http://download.dlg.org/pdf/wita2006/schaak06.pdf>>

Schmidt H. 25 Antworten zum Stand des Wissens rund um Öko-Landbau und Bio-Lebensmittel 3. Wer definiert, was Bio ist? BÖLW, 2006 (zitiert vom 08.01.2007).

<<http://www.boelw.de/fileadmin/alf/bioargumente.pdf>>

- Sinell HJ, Mentz I. Enterotoxinbildende Staphylokokken in Käseproben. *Alimenta*. 1971;Sonderausgabe 22.
- Small RG, Sharp JC. A milk-borne outbreak due to *Salmonella Dublin*. *J Hyg (Lond)*. 1979;82(1):95-100.
- SOEL. Entwicklung des Ökologischen Landbaus in Deutschland. 2007 (zitiert vom 06.08.2007). <http://www.soel.de/inhalte/oekolandbau/dokumente/entw_betriebe_flaeche.pdf>
- Spahr U, Url B. Behaviour of pathogenic bacteria in cheese - a synopsis of experimental data. *Bulletin of International Dairy Federation*. 1994;298.
- Spillmann H, Schmidt-Lorenz W. Coliformen-Situation in einer Camembert-Käserei, I. Quantitative Veränderung während der Fabrikation, Reifung und Lagerung. *Deutsche Molkereizeitung*. 1986;107:108-10.
- Stieß I. Wer kauft Bio-Lebensmittel - und warum? SOEL. 2004 (zitiert vom 06.09.2006). <<http://www.food-monitor.de/docs/b-oek/oekologie%20und%20landbau1.pdf>>
- Streichan D. Das Verhalten einiger menschenpathogener Keime und Bakterientoxine in Lebensmitteln und ihre Abtötung durch eine Hitzebehandlung der Lebensmittel. *Arch Lebensmittelhyg*. 1967;(12):284-8.
- Suriarachchi VR, Fleet GH. Occurrence and Growth of Yeasts in Yogurts. *Appl Environ Microbiol*. 1981;42(4):574-9.
- Terplan G, Schön R, Springmeyer W, Degle I, Becker H. Vorkommen, Verhalten und Bedeutung von Listerien in Milch und Milchprodukten. *Arch Lebensmittelhyg*. 1986;37:131-7.
- Vaillant V, Haeghebaert S, Desenclos JC, Bouvet P, Grimont F, Grimont PA et al. Outbreak of *Salmonella dublin* infection in France, November - December 1995. *Euro Surveill*. 1996;1:9-10.
- van Netten P, van De MA, van Hoensel P, Mossel DA, Perales I. Psychrotrophic strains of *Bacillus cereus* producing enterotoxin. *J Appl Bacteriol*. 1990;69:73-9.
- Vasavada PC, White CH. Quality of Commercial Buttermilk. *J Dairy Sci*. 1979;62:802-6.
- Villar RG, Macek MD, Simons S, Hayes PS, Goldoft MJ, Lewis JH et al. Investigation of multidrug-resistant *Salmonella* serotype *typhimurium* DT104 infections linked to raw-milk cheese in Washington State. *JAMA*. 1999;281:1811-6.
- Vlaemynck GM, Moermans R. Comparison of EB and Fraser Enrichment Broths for the Detection of *Listeria* spp. and *Listeria monocytogenes* in Raw-Milk Dairy Products and Environmental Samples. *J Food Prot*. 1996;59:1172-5.
- Vogt G. Entstehung und Entwicklung des ökologischen Landbaus im deutschsprachigen Raum. Bad Dürkheim: SÖL; 2000.
- von Alvensleben R. Beliefs associated with Food Production Methods. In: Fewer LJ, Risvik E, Schifferstein H, (Hrsg.). *Food, People and Society - A European Perspective of Consumer's Food Choices*. Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag; 2001: 381-400.
- von Alvensleben R, Bruhn M. Verbrauchereinstellungen zu Bioprodukten - Ergebnisse einer neuen Langfriststudie -. Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungs-wissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel. 2001 (zitiert vom 07.06.2005). <<http://www.uni-kiel.de/agrarmarketing/Lehrstuhl/maikebiohoch.pdf>>

- von Alvensleben R, von Ziehlberg R. Verbrauchereinstellungen zu Bio-Milch. Dtsch Milchwirtsch. 1995;46:159-61.
- Wang JJ, Frank JF. Characterization of Psychrotrophic Bacterial Contamination in Commercial Buttermilk. J Dairy Sci. 1981;64:2154-60.
- Weber A, Baumann C, Potel J, Friess H. Incidence of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* in cheese. Berl Münch Tierärztl Wschr. 1988;101:373-5.
- Whyte P, McGill K, Cowley D, Madden RH, Moran L, Scates P et al. Occurrence of *Campylobacter* in retail foods in Ireland. International Journal of Food Microbiology. 2004;95:111-8.
- Willer H, Youssefi M. Wachstum weltweit Wirklichkeit. Der kritische Agrarbericht 2004, 115-120. 2004 (zitiert vom 22.06.2006).
http://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2004/Willer_Youssefi.pdf
- Williams PRD, Hammitt JK. Perceived risks of conventional and organic produce: pesticides, pathogens, and natural toxins. Risk Analysis. 2001;21:319-30.
- Wong HC, Chang MH, Fan JY. Incidence and Characterization of *Bacillus cereus* Isolates Contaminating Dairy Products. Appl Environ Microbiol. 1988;54:699-702.
- Youssefi M. Öko-Landbau in Deutschland. Stiftung Ökologie und Landbau. 2006 (zitiert vom 09.06.2006).
<http://www.soel.de/oekolandbau/deutschland_ueber.html>
- Zangerl P. Mikrobiologischer Status bäuerlich erzeugter Milchprodukte. Arbeitstagung Lebensmittelhygiene, Garmisch-Partenkirchen. 1992;496-504.
- Zangerl P, Ginzing W. Hygienic quality of farmhouse milk products. Food Micro`96. 1996.
- Zangerl P, Ginzing W, Tschager E, Lobitzer I. Sensory quality and microbial load of milk products from organic farming in Austria. 2000.
- Zangerl P, Ginzing W, Tschager E, Lobitzer I, Junger W. Umsetzung der Milchhygieneverordnung bei der Milchverarbeitung am Bauernhof. 1999.
- Zhao T, Doyle MP, Berg DE. Fate of *Campylobacter jejuni* in butter. J Food Prot. 2000;63:120-2.
- Zottola EA, Jezeski JJ, al Dulaimi AN. Effect of short-time subpasteurization treatments on the destruction of *Staphylococcus aureus* in milk for cheese manufacture. J Dairy Sci. 1969;52(11):1707-14.

Gesetze und Verordnungen

Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an Milch und Erzeugnisse auf Milchbasis (Milchverordnung) vom 20. Juli 2000 (BGBl. Jahrgang 2000 Teil I Nr. 36, S. 1178 vom 31.07.2000 geändert durch BGBl. Jahrgang 2002 Teil I Nr. 57, S. 3082 vom 14.08.2002, geändert durch BGBl. Jahrgang 2003 Teil I Nr. 14, S. 478 vom 10.04.2003, zuletzt geändert durch BGBl. Jahrgang 2004 Teil I Nr. 58, S. 2794 vom 12.11.2004)

Gesetz für Einführung und Verwendung eines Kennzeichens für Erzeugnisse des ökologischen Landbaus (Öko-Kennzeichengesetz - ÖkoKennzG) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. Jahrgang 2001 Teil I Nr. 66, S. 3441 vom 14.12.2001) geändert durch Artikel 204 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. Jahrgang 2006 Teil I, S. 2407)

Verordnung zur Gestaltung und Verwendung des Öko-Kennzeichens (Öko-Kennzeichenverordnung - ÖkoKennzV) vom 06. Februar 2002 (BGBl. Jahrgang 2002 Teil I, S. 589) geändert durch die Verordnung vom 30. November 2005 (BGBl. Jahrgang 2005 Teil I, S. 3384)

Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (ABl. der Europäischen Union L31/1 vom 01.02.2002)

Verordnung (EG) Nr. 852/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene (ABl. der Europäischen Union L139/1 vom 30.04.2004)

Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs (ABl. der Europäischen Union L 139/55 vom 30.04.2004) zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1662/2006 der Kommission vom 6. November 2006 (ABl. der Europäischen Union L320 vom 18.11.2006)

Verordnung (EG) Nr. 854/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit besonderen Verfahrensvorschriften für die amtliche Überwachung von zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen tierischen Ursprungs (ABl. der Europäischen Union L139/206 vom 30.04.2004) zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1663/2006 der Kommission vom 6. November 2006 (ABl. der Europäischen Union L320 vom 18.11.2006)

Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel (ABl. der Europäischen Union L 338/1 vom 22.12.2005)

Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch vom 01. September 2005 (BGBl. Jahrgang 2005 Teil I, S. 2618) neugefasst durch die Bekanntmachung vom 26. April 2006 (BGBl. Jahrgang 2006 Teil I, S. 945)

9 Anhang

Abb. A1: Abzeichen der größten deutschen Bio-Verbände



Abb. A2: Entwicklung der ökologisch bewirtschafteten Flächengröße und Anzahl der Betriebe von 1978 bis 2006

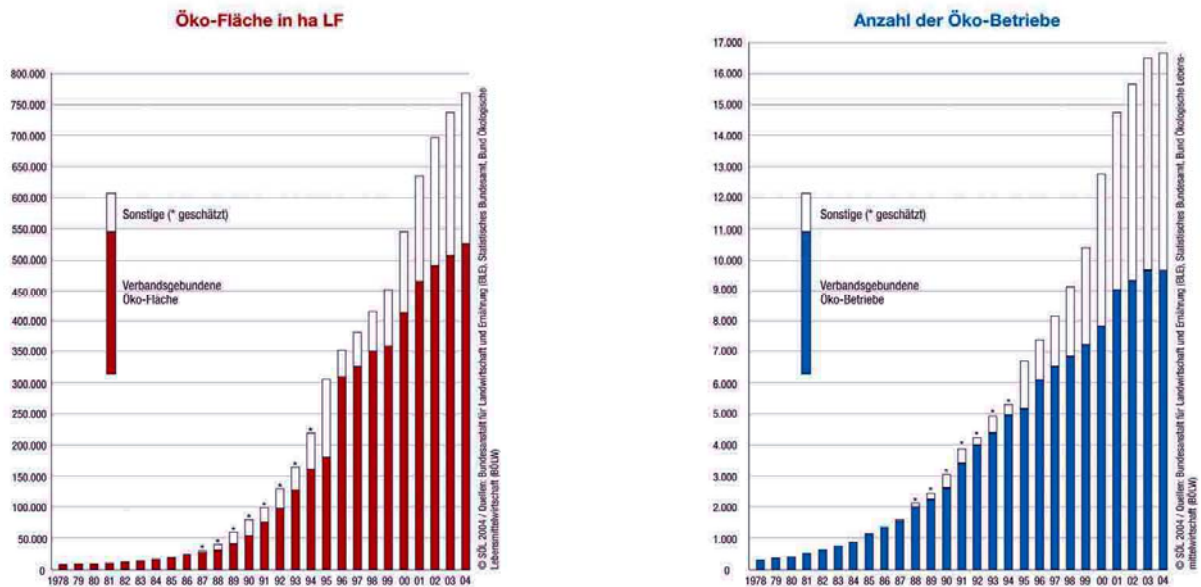




Abb. A3: Sortimentsauswahl von Hersteller A aus der Bio-Branche



Abb. A7: Sortimentsauswahl von Hersteller B aus der Bio-Branche



Abb. A4: Sortimentsauswahl von Hersteller C aus der Bio-Branche



Abb. A8: Verpackungsmaterial für Schlagsahne aus konventioneller und ökologischer Erzeugung



Abb. A5: Verpackungsmaterial für Vorzugsmilch aus konventioneller und ökologischer Erzeugung



Abb. A9: handschriftliche Änderung der aufgedruckten Mengenangabe und des Mindesthaltbarkeitsdatums eines Speisequarks ökologischer Erzeugung



Abb. A6: Verpackungsmaterial für Joghurt aus konventioneller und ökologischer Erzeugung



Abb. A10: handschriftliche Änderung der Mengenangabe einer ökologisch erzeugten Sauerrahmbutter

Tab. A1: Unterschiede zwischen der EG-Öko-Verordnung und den Richtlinien der Bio-Verbände nach SCHMIDT (2006)

Bereich	EG-Öko-Verordnung	Verbandsrichtlinien
Umstellung des Betriebes	Teilumstellung möglich	Gesamtumstellung ist Pflicht
max. Tierbesatz je ha landwirtschaftlicher Fläche	14 Mastschweine, 580 Masthühner oder 230 Legehennen	10 Mastschweine, 280 Masthühner oder 140 Legehennen
max. Düngermenge	170 kg N/ha/a	112 kg N/ha/a
Zukauf von organischem Handelsdünger	keine Einschränkungen (Bedarf muss von Kontrollstelle anerkannt sein)	max. Zukauf: 40 kg N/ha/a
Einsatz von Gülle, Jauche und Geflügelmist aus konventioneller Haltung	unter bestimmten Bedingungen erlaubt	verboten
Einsatz konventioneller Futtermittel	höhere Anteile erlaubt, größere Auswahl (Übergangsregelung bis 2011)	wenige eiweißreiche konventioneller Futterzutaten, sofern nicht in Öko-Qualität verfügbar
Erzeugung von Futtermitteln im eigenen Betrieb	erwünscht (nicht zwingend vorgeschrieben)	min. 50 % des Futters muss aus eigenem Betrieb stammen
ganzjährige Silagefütterung	nicht geregelt	ganzjährige ausschließliche Silagefütterung verboten
Verwendung von Zusatzstoffen	Positivliste mit ca. 45 Zusatzstoffen	produktionsspezifische Positivlisten
Verwendung gentechnikfreier Enzyme	keine Einschränkungen	nur für wenige spezielle Anwendungen in bestimmten Produktgruppen zugelassen, für Backwaren verboten
Verwendung natürlicher Aromen	keine Einschränkungen	nicht erlaubt oder nur für wenige Produkte zugelassen
Herkunft der Rohstoffe	nicht spezifisch geregelt	alles oder Großteil der Zutaten sind Verbandsware aus Deutschland, Regionalität erwünscht
Verpackung und Packstoffe	nicht spezifisch geregelt	produktgruppenspezifische Positivliste mit erlaubten Verpackungsmaterialien

Anhang

Tab. A2: Literaturübersicht zur epidemiologischen Situation nach Rohmilchverzehr

Campylobacteriose					
Infektions- quelle	Jahr	Land	Nachweismethode und –material	Fälle	Referenzen
Rohmilch	1978	USA Colorado	bakteriologische Stuhluntersuchung	3	BLASER et al. (1979)
Rohmilch	1978	Großbritannien England	Mikrobiologie Rohmilch-, Kot- und Stuhlproben	63	ROBINSON et al. (1979)
Rohmilch	1979	Großbritannien Schottland	Mikrobiologie Rohmilch-, Kot- und Stuhlproben	148	PORTER und REID (1980)
Rohmilch	1980/1981 1981	USA Oregon Kansas	k.A. Stuhlproben Stuhlproben (60 von 116 positiv)	52 116	nach CURRIER (1981)
Rohmilch/ unvollständig past. Milch	1978-1980	Großbritannien	k.A.	k.A.	ROBINSON und JONES (1981)
Rohmilch	1946	USA Illinois	k.A.	357	nach BRYAN (1983)
Rohmilch	1965	Oregon	k.A.	1	
„certified“ Rohmilch	1976	Californien	k.A.	4	
„certified“ Rohmilch	1981	Georgia	k.A.	50	
„certified“ Rohmilch	1982	Californien	k.A.	k.A.	
Rohmilch	1981	Schweiz	k.A. k.A.	500	STALDER et al. (1983)
Rohmilch	1981	USA Minnesota	k.A. Rohmilch-, Kot- und Stuhlproben	25	KORLATH et al. (1985)
Rohmilch	1982	USA Wisconsin	Mikrobiologie/ Molekularbiologie Stuhlproben	15	KLEIN et al. (1986)
Rohmilch	1981-1990	USA	k.A.	458	nach WOOD et al. (1992)
Rohmilch	1978 - 1986	USA	k.A.	k.A.	TAUXE, 1992 nach ALTEKRUSE et al. (1994)
Rohmilch	1994/1995	Neuseeland	k.A. k.A.	36	EBERHART-PHILLIPS et al. (1997)
Rohmilch	1997	Deutschland Bayern Schleswig- Holstein	bakteriologische Stuhluntersuchung k.A.	5 k.A.	RKI (1997)
Campylobacteriose					
Infektions- quelle	Jahr	Land	Nachweismethode und –material	Fälle	Referenzen
Rohmilch	1998	Ungarn	Mikrobiologie/ Molekularbiologie Rohmilch-, Kot- und Stuhlproben	52	KÁLMÁN et al. (2000)
Rohmilch	2000	Deutschland Sachsen- Anhalt	Mikrobiologie/ Molekularbiologie Rohmilch-, Kot- und Stuhlproben	31	RKI (2000a)

Anhang

Fortsetzung Tabelle A2

Infektions- quelle	Jahr	Land	Nachweismethode und –material	Fälle	Referenzen
Rohmilch (bzw. Rohmilchkäse und Frischkäse)	1999	Deutschland Baden- Württemberg (Süden)	k.A. Lebensmittel-, Kot- und Stuhlproben	24	RKI (2000b)
Rohmilch		Baden- Württemberg (Norden)	k.A. Rohmilch-, Kot- und Stuhlproben	19	
Rohmilch „Grade A organic“	2001	USA Wisconsin	Molekularbiologie Stuhl-, Tankmilch- proben	75	HARRINGTON et al. (2002)
Rohmilch	k.A.	USA Utah	k.A. Stuhlproben	15	PETERSON (2003)
Salmonellose					
Infektions- quelle	Jahr	Land	Nachweismethode und –material	Fälle	Referenzen
„premium grade“ Rohmilch	1976	Großbritannien Schottland	k.A. Rohmilch-, Stuhlproben	k.A.	SMALL und SHARP (1979)
Rohmilch	1980	USA/Montana	k.A.	105	nach CURRIER (1981)
Rohmilch	1965	USA Washington	k.A.	2	nach BRYAN (1983)
Rohmilch	1967	Washington	k.A.	> 40	
„certified“ Rohmilch	1971-1975	Californien	k.A.	> 44	
Rohmilch	1977	Kentucky	k.A.	3	
„certified“ Rohmilch	1977-1978	Californien	k.A.	5?	
Rohmilch	1980-1981	Washington	k.A.	125	
„certified“ Rohmilch	1981	Californien	k.A.	> 1	
Rohmilch	1981	Montana	k.A.	59	
Rohmilch	1981	Washington	k.A.	14	
Rohmilch	1981	Großbritannien Schottland	k.A. Rohmilch-, Stuhlproben	654	COHEN et al. (1983)
„certified“ Rohmilch	1980/1981	USA	Mikrobiologie/ Serologie Stuhl- und Blutproben	4	FIERER (1983)
Rohmilch „Premium/ standard grade“ Rohmilch	1980-1982	Großbritannien Schottland	k.A.	1090	REILLY et al. (1983)
Rohmilch	1974	USA	k.A.	74	nach D'AOUST (1989)
	1978	Australien	k.A.	500	
Rohmilch		Großbritannien			nach DE BUYSER et al. (2001)
	1982	England/Wales	k.A.	72	
	1982	England/Wales	k.A.	68	
	1983	England/Wales	k.A.	182	
	1984	England/Wales	k.A.	106	
	1986	England/Wales	k.A.	300	
Rohmilch	2002/2003	USA Ohio	Mikrobiologie/ Molekularbiologie Stuhlproben	53	MAZUREK et al. (2004)

Anhang

Fortsetzung Tabelle A2

EHEC-Infektionen					
Infektions- quelle	Jahr	Land	Nachweismethode und –material	Fälle	Referenzen
Rohmilch <i>E. coli</i> O157:H7	1988	Kanada	k.A.	30	nach D'AOUST (1989)
Rohmilch <i>E. coli</i> O22:H8	1989	Deutschland	Mikrobiologie/ Molekularbiologie Rohmilch-, Kot- und Stuhlproben	1	BOCKEMÜHL et al. (1990)
Rohmilch <i>E. coli</i> O157:H7	1982-1995	USA	k.A.	k.A. 1	nach BÜLTE und HECKÖTTER (1997)
Rohmilch <i>E. coli</i> O157:H7	1992 -1993	USA	k.A.	k.A.	KEENE et al. (1997)
Rohmilch/ Kakaomilch <i>E. coli</i> O157:H7	1999	Deutschland (Tunesien)	k.A. Stuhlproben	3	RKI (1999)
Listeriose					
Infektions- quelle	Jahr	Land	Nachweismethode und –material	Fälle	Referenzen
Rohmilch	1949-1957	DDR	k.A.	k.A.	nach PITT et al. (1999)

Anhang

Tab. A3: Vorkommen von *E. coli* in gereiften Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen	
Weichkäse	USA	2000	>10 %	bis zu $3,0 \times 10^7$	FANTASIA et al. (1975)	
Weichkäse	USA	25	0 (0)	-	FRANK und MARTH (1978)	
halbf. Schnittkäse		81	0 (0)	-		
Käse	USA	78	22 (28)	k.A.	GLATZ und BRUDVIG (1980)	
„queso blanco“ Weichkäse	Venezuela	24	23 (92,6)	10^4 bis 10^7	ARISPE und WESTHOFF (1984)	
Brie	Niederlande	90 Kern	64 (29)	8 (9 %) $10^2 - 10^3$	NOOITGEDAGT und HARTOG (1988)	
						14 (15 %) $10^3 - 10^4$
						4 (4 %) $10^4 - 10^5$
						1 (1 %) $10^5 - 10^6$
		92 Rinde	29 (32)	7 (8 %) $10^2 - 10^3$		
						8 (9 %) $10^3 - 10^4$
						10 (11 %) $10^4 - 10^5$
						4 (4 %) $10^5 - 10^6$
Camembert		85 Kern	17 (21)	6 (7 %) $10^2 - 10^3$		
						4 (5 %) $10^3 - 10^4$
						3 (4 %) $10^4 - 10^5$
						3 (4 %) $10^5 - 10^6$
	86 Rinde	20 (23)	1 $\geq 10^6$			
				7 (8 %) $10^2 - 10^3$		
				1 (1 %) $10^3 - 10^4$		
				8 (9 %) $10^4 - 10^5$		
			4 (5 %) $10^5 - 10^6$			
Weichkäse	Italien	397	349 (88)*	111 (28 %) $>10^1$	AURELI et al. (1992)	
Käse	USA	50	1 (2,0) [^]	k.A.	BOWEN und HENNING (1994)	
cebrero cheese aus „mixed milk“ ¹	Spanien	19	12 (63,2)	11 (57,9 %) $>10^3$	QUINTO et al. (1994)	
roher Milch						30
Weichkäse aus roher Milch	Frankreich	32	29 (90,6)	6 (19 %) $10^1 - 10^2$	EPPERT et al. (1995)	
						6 (19 %) $10^2 - 10^3$
						7 (22 %) $10^3 - 10^4$
						9 (28 %) $10^4 - 10^5$
						1 (3 %) $10^6 - 10^7$
therm. Milch		5	3 (60,0)	2 (40 %) $10^1 - 10^2$		
				1 (20 %) $10^3 - 10^4$		

Anhang

Fortsetzung Tabelle A3

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
past. Milch		32	6 (18,7)	1 (3 %) $10^1 - 10^2$ 1 (3 %) $10^2 - 10^3$ 1 (3 %) $10^3 - 10^4$ 2 (6 %) $10^4 - 10^5$ 1 (3 %) $10^5 - 10^6$	EPPERET et al. (1995)
roher Milch	Deutschland	20	16 (80,0)	3 (15 %) $10^1 - 10^2$ 1 (5 %) $10^2 - 10^3$ 3 (15 %) $10^3 - 10^4$ 1 (5 %) $10^4 - 10^5$ 4 (20 %) $10^5 - 10^6$ 3 (15 %) $10^6 - 10^7$ 1 (5 %) $\geq 10^7$	
past. Milch		2	0 (0)	-	
Weichkäse aus roher Milch	Deutschland	156	150 (96,2) [^]	17 (11 %) $10^4 - 10^5$ 23 (14,7 %) $\geq 10^5$	KNAPPSTEIN et al. (1996)
past. Milch		96	39 (40,6)	5 (5,2 %) $10^2 - 10^3$ 10 (10,4 %) $\geq 10^3$	
Weichkäse und halb. Schnittkäse	USA	19	11 (58) [^]	k.A.	ANSAY und KASPAR (1997)
Rohmilchkäse ²	Deutschland	202	1 VTEC (0,5)	-	HECKÖTTER et al. (1997)
Weichkäse aus past. Milch	Spanien	75	0 (0)	-	QUINTO und CEPEDA (1997)
Rohmilch		221	3 (1,4) [~]	k.A.	
Weichkäse	Argentinien	114	1 (0,9) ^x	-	GOMEZ et al. (2002)
Schnittkäse aus past. Milch	Österreich	24	1 (4,2)	$0,3 \times 10^1$	PFLEGER (2002)
roher Milch		130	k.A.	18 (14 %) $> 1,0 \times 10^5$	

Anhang

Tab. A4: Vorkommen von coliformen Keimen in gereiften Käsesorten

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Weichkäse	Kanada	188	69 (36,7)	12 (6,4 %) $10^1 - 10^2$	COLLINS- THOMPSON et al. (1977)
				16 (8,5 %) $10^2 - 5,0 \times 10^2$	
halb- Schnittkäse		227	85 (37,4)	7 (3,7 %) $5,0 \times 10^2 - 1,6 \times 10^3$	
				34 (18,1 %) $\geq 1,6 \times 10^3$	
				30 (13,2 %) $10^1 - 10^2$	
„queso blanco“ Weichkäse	Venezuela	25	23 (92,6)	10^4 bis 10^7	ARISPE und WESTHOFF (1984)
Käse	USA	50	24 (48)	9 (18 %) 10^1 bis $1,1 \times 10^3$	BOWEN und HENNING (1994)
Weichkäse aus roher Milch	Frankreich	32	32 (100)	1 (3,1 %) $10^2 - 10^3$	EPPERET et al. (1995)
				4 (12,5 %) $10^3 - 10^4$	
				2 (6,25 %) $10^4 - 10^5$	
				9 (28,1 %) $10^5 - 10^6$	
				6 (18,8 %) $10^6 - 10^7$	
therm. Milch		5	5 (100)	10 (31,3 %) $\geq 10^7$	
				1 (20 %) $10^2 - 10^3$	
				2 (40 %) $10^3 - 10^4$	
				1 (20 %) $10^4 - 10^5$	
past. Milch		32	29 (90,6)	1 (20 %) $\geq 10^7$	
				2 (6,25 %) $10^1 - 10^2$	
				2 (6,25 %) $10^2 - 10^3$	
				3 (9,4 %) $10^3 - 10^4$	
				5 (15,6 %) $10^4 - 10^5$	
roher Milch	Deutschland	20	18 (90)	7 (21,9 %) $10^5 - 10^6$	
				5 (15,6 %) $10^6 - 10^7$	
				5 (15,6 %) $\geq 10^7$	
				2 (10 %) $10^1 - 10^2$	
				2 (10 %) $10^2 - 10^3$	
				1 (5 %) $10^3 - 10^4$	
				4 (20 %) $10^4 - 10^5$	
2 (10 %) $10^5 - 10^6$					
3 (15 %) $10^6 - 10^7$					
				4 (20 %) $\geq 10^7$	

Anhang

Fortsetzung Tabelle A4

Probenart	Land	Proben- zahl	positive Proben (%)	Keimzahl KbE/g	Referenzen
Weichkäse aus past. Milch	Deutschland	2	1 (50)	1 (100 %) $10^5 - 10^6$	EPPERT et al. (1995)
Weichkäse aus past. Milch	Deutschland	96	72 (75)	25 (26 %) $0,3 \times 10^1 - 10^4$ 16 (16,7 %) $10^4 - 10^5$ 31 (32,3 %) $\geq 10^5$	KNAPPSTEIN et al. (1996)
roher Milch		156	153 (98)	23 (14,7 %) $0,3 \times 10^1 - 10^4$ 13 (8,3 %) $10^4 - 10^5$ 117 (75 %) $\geq 10^5$	

Tab. A5: mittlere Lagerungsfristen zwischen Kauftag und Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums für Milchprodukte aus konventioneller und ökologischer Erzeugung (in Tagen)

	Mittlere Lagerungsfristen für Milchprodukte aus	
	konventioneller Produktion	ökologischer Produktion
Butter	24	21
Süße Sahne	11	11
Fermentierte Milcherzeugnisse		
Buttermilch	15	12
Saure Sahne	16	18
Joghurt	19	16
Crème fraîche	19	11
Gereifte Käsesorten		
Sauermilchkäse	19	20
Schnittkäse	61	58
Weichkäse	19	22
Speisequark	17	12
Pasta-filata-Käse	20	21

Anhang

Tab. A6: statistische Auswertung der pH-Werte konventionell und ökologisch erzeugter Proben

Produkt	Untersuchung am	n	Max	Min	Mittelwert	Median	Standardabweichung	Levene	t-Test Sig. (2-seitig)	
Vorzugsmilch	Kauftag	kon	64	6,94	6,60	6,76	6,75	$9,1 \times 10^{-2}$	0,766	0,087
		öko	14	6,87	6,53	6,71	6,73	$9,5 \times 10^{-2}$		
	VBD	kon	1	6,66	-	-	-	-	-	0,637
Milch-ab-Hof	Kauftag	kon	10	6,89	6,63	6,76	6,76	$9,6 \times 10^{-2}$	0,752	0,841
		öko	28	6,94	6,58	6,77	6,79	$1,0 \times 10^{-1}$		
Sauerrahmbutter	Kauftag	kon	3	5,91	4,99	5,53	5,68	$4,8 \times 10^{-1}$	0,022	0,309
		öko	10	5,42	4,88	5,15	5,10	$1,8 \times 10^{-1}$		
	MHD	kon	3	5,80	4,98	5,41	5,45	$4,1 \times 10^{-1}$	0,560	0,204
öko	10	5,52	4,70	5,14	5,16	$2,7 \times 10^{-1}$				
Süßrahmbutter	Kauftag	kon	2	6,95	6,63	6,79	6,79	$2,3 \times 10^{-1}$	0,039	0,291
		öko	6	6,60	6,35	6,48	6,48	$9,0 \times 10^{-2}$		
	MHD	kon	2	6,40	6,32	6,36	6,36	$5,7 \times 10^{-2}$	0,682	0,053
öko	6	6,61	6,40	6,50	6,50	$7,2 \times 10^{-2}$				
mildges. Butter	Kauftag	kon	12	6,25	5,26	5,78	5,86	$3,7 \times 10^{-1}$	-	0,128
		öko	1	5,15	-	-	-	-		
	MHD	kon	12	6,15	5,20	5,64	5,64	$3,5 \times 10^{-1}$	-	0,177
öko	1	5,12	-	-	-	-				
Süße Sahne	Kauftag	kon	6	7,00	6,85	6,93	6,96	$6,6 \times 10^{-2}$	0,100	0,187
		öko	9	7,00	6,60	6,85	6,88	$1,3 \times 10^{-1}$		
	MHD	kon	6	6,95	6,67	6,86	6,89	$1,0 \times 10^{-1}$	0,704	0,908
öko	9	6,98	6,62	6,86	6,89	$1,1 \times 10^{-1}$				
Buttermilch	Kauftag	kon	6	4,65	4,41	4,51	4,50	$8,4 \times 10^{-2}$	0,770	0,731
		öko	5	4,56	4,39	4,49	4,52	$6,9 \times 10^{-2}$		
	MHD	kon	6	4,62	4,39	4,47	4,45	$8,5 \times 10^{-2}$	0,526	0,850
öko	5	4,54	4,35	4,46	4,50	$9,1 \times 10^{-2}$				
Saure Sahne	Kauftag	kon	9	4,48	4,26	4,37	4,40	$8,1 \times 10^{-2}$	0,036	0,174
		öko	9	4,78	4,26	4,46	4,43	$1,7 \times 10^{-1}$		
	MHD	kon	9	4,53	4,24	4,37	4,36	$1,0 \times 10^{-1}$	0,071	0,804
öko	9	4,65	4,12	4,39	4,41	$2,0 \times 10^{-1}$				
Creme fraiche	Kauftag	kon	5	4,69	4,30	4,42	4,38	$1,6 \times 10^{-1}$	0,438	0,821
		öko	3	4,46	4,31	4,40	4,42	$7,8 \times 10^{-2}$		
	MHD	kon	5	4,68	4,15	4,35	4,33	$2,0 \times 10^{-1}$	0,469	0,897
öko	3	4,47	4,29	4,36	4,33	$9,5 \times 10^{-2}$				
Joghurt	Kauftag	kon	15	4,64	3,85	4,26	4,28	$1,9 \times 10^{-1}$	0,145	0,327
		öko	13	4,58	4,17	4,31	4,32	$1,0 \times 10^{-1}$		
	MHD	kon	15	4,60	3,93	4,23	4,20	$1,6 \times 10^{-1}$	0,330	0,528
öko	13	4,40	4,07	4,26	4,28	$1,0 \times 10^{-1}$				
Sauermilchkäse	Kauftag	kon	4	6,81	5,91	6,32	6,27	$4,3 \times 10^{-1}$	0,528	0,154
		öko	4	7,45	5,99	6,97	7,21	$1,7 \times 10^{-1}$		
	MHD	kon	4	7,47	6,26	6,94	7,02	$5,2 \times 10^{-1}$	0,838	0,437
öko	4	7,71	6,40	7,28	7,50	$6,0 \times 10^{-1}$				
Schnittkäse	Kauftag	kon	11	5,66	5,35	5,50	5,48	$9,7 \times 10^{-1}$	0,363	0,960
		öko	11	6,04	5,14	5,50	5,50	$2,2 \times 10^{-1}$		
	MHD	kon	11	5,85	5,27	5,54	5,60	$2,0 \times 10^{-1}$	0,630	0,729
öko	11	5,98	4,87	5,50	5,45	$2,8 \times 10^{-1}$				
Weichkäse	Kauftag	kon	6	7,34	5,63	6,25	6,07	$6,5 \times 10^{-1}$	0,145	0,807
		öko	6	7,26	5,10	6,13	6,03	$9,3 \times 10^{-1}$		
	MHD	kon	6	7,40	6,02	6,77	6,81	$4,8 \times 10^{-1}$	0,195	0,493
öko	6	7,47	5,23	6,50	6,71	$8,2 \times 10^{-1}$				
Speisequark	Kauftag	kon	12	4,93	4,28	4,62	4,61	$1,7 \times 10^{-1}$	0,002	0,321
		öko	12	4,70	4,33	4,56	4,59	$1,2 \times 10^{-1}$		
	MHD	kon	12	5,06	4,09	4,59	4,62	$2,4 \times 10^{-1}$	0,002	0,693
öko	12	4,76	4,15	4,56	4,59	$1,6 \times 10^{-1}$				
Pasta-filata-Käse	Kauftag	kon	4	6,23	6,10	6,17	6,17	$5,9 \times 10^{-2}$	0,446	0,303
		öko	4	6,37	5,43	5,90	5,89	$4,4 \times 10^{-1}$		
	MHD	kon	4	6,26	6,06	6,14	6,12	$9,0 \times 10^{-2}$	0,260	0,338
öko	4	6,36	5,26	5,84	5,87	$5,2 \times 10^{-1}$				

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, VBD = Verbrauchsdatum, MHD = Mindesthaltbarkeitsdatum

Anhang

Tab. A7: statistische Auswertung der pH-Werte am Kauftag und am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Produkt	Untersuchung am	n	Max	Min	Mittelwert	Median	Standardabweichung	T-Test	Sig. (2 seit.)
Vorzugsmilch	kon	Kauftag VBD	64 1	6,94 6,66	6,60 -	6,76 -	6,75 -	$9,1 \times 10^{-2}$ -	- -
	öko	Kauftag VBD	14 14	6,87 6,84	6,53 6,50	6,71 6,70	6,73 6,67	$9,5 \times 10^{-2}$ $8,9 \times 10^{-2}$	0,458 0,655
Milch-ab-Hof	kon		10	6,89	6,63	6,76	6,76	$9,6 \times 10^{-2}$	-
	öko		28	6,94	6,58	6,77	6,79	$1,0 \times 10^{-1}$	-
Sauerrahmbutter	kon	Kauftag MHD	3 3	5,91 5,80	4,99 4,98	5,53 5,41	5,68 5,45	$4,8 \times 10^{-1}$ $4,1 \times 10^{-1}$	1,834 0,208
	öko	Kauftag MHD	10 10	5,42 5,52	4,88 4,70	5,15 5,14	5,10 5,16	$1,8 \times 10^{-1}$ $2,7 \times 10^{-1}$	0,231 0,823
Süßrahmbutter	kon	Kauftag MHD	2 2	6,95 6,40	6,63 6,32	6,79 6,36	6,79 6,36	$2,3 \times 10^{-1}$ $5,7 \times 10^{-2}$	2,150 0,277
	öko	Kauftag MHD	6 6	6,60 6,61	6,35 6,40	6,48 6,50	6,48 6,50	$9,0 \times 10^{-2}$ $7,2 \times 10^{-2}$	-0,331 0,754
mildges. Butter	kon	Kauftag MHD	12 12	6,25 6,15	5,26 5,20	5,78 5,64	5,86 5,64	$3,7 \times 10^{-1}$ $3,5 \times 10^{-1}$	3,922 0,002**
	öko	Kauftag MHD	1 1	5,15 5,12	- -	- -	- -	- -	- -
Süße Sahne	kon	Kauftag MHD	6 6	7,00 6,95	6,85 6,67	6,93 6,86	6,96 6,89	$6,6 \times 10^{-2}$ $1,0 \times 10^{-1}$	2,658 0,045*
	öko	Kauftag MHD	9 9	7,00 6,98	6,60 6,62	6,85 6,86	6,88 6,89	$1,3 \times 10^{-1}$ $1,1 \times 10^{-1}$	-0,142 0,891
Buttermilch	kon	Kauftag MHD	6 6	4,65 4,62	4,41 4,39	4,51 4,47	4,50 4,45	$8,4 \times 10^{-2}$ $8,5 \times 10^{-2}$	5,452 0,003**
	öko	Kauftag MHD	5 5	4,56 4,54	4,39 4,35	4,49 4,46	4,52 4,50	$6,9 \times 10^{-2}$ $9,1 \times 10^{-2}$	1,751 0,155
Saure Sahne	kon	Kauftag MHD	9 9	4,48 4,53	4,26 4,24	4,37 4,37	4,40 4,36	$8,1 \times 10^{-2}$ $1,0 \times 10^{-1}$	0,212 0,837
	öko	Kauftag MHD	9 9	4,78 4,65	4,26 4,12	4,46 4,39	4,43 4,41	$1,7 \times 10^{-1}$ $2,0 \times 10^{-1}$	1,953 0,087
Crème fraîche	kon	Kauftag MHD	5 5	4,69 4,68	4,30 4,15	4,42 4,35	4,38 4,33	$1,6 \times 10^{-1}$ $2,0 \times 10^{-1}$	1,792 0,148
	öko	Kauftag MHD	3 3	4,46 4,47	4,31 4,29	4,40 4,36	4,42 4,33	$7,8 \times 10^{-2}$ $9,5 \times 10^{-2}$	0,484 0,676
Joghurt	kon	Kauftag MHD	15 15	4,64 4,60	3,85 3,93	4,26 4,23	4,28 4,20	$1,9 \times 10^{-1}$ $1,6 \times 10^{-1}$	0,929 0,369
	öko	Kauftag MHD	13 13	4,58 4,40	4,17 4,07	4,31 4,26	4,32 4,28	$1,0 \times 10^{-1}$ $1,0 \times 10^{-1}$	1,356 0,200
Sauermilchkäse	kon	Kauftag MHD	4 4	6,81 7,47	5,91 6,26	6,32 6,94	6,27 7,02	$4,3 \times 10^{-1}$ $5,2 \times 10^{-1}$	-9,141 0,003**
	öko	Kauftag MHD	4 4	7,45 7,71	5,99 6,40	6,97 7,28	7,21 7,50	$1,7 \times 10^{-1}$ $6,0 \times 10^{-1}$	-4,183 0,025*
Schnittkäse	kon	Kauftag MHD	11 11	5,66 5,85	5,35 5,27	5,50 5,54	5,48 5,60	$9,7 \times 10^{-1}$ $2,0 \times 10^{-1}$	-0,700 0,500
	öko	Kauftag MHD	11 11	6,04 5,98	5,14 4,87	5,50 5,50	5,50 5,45	$2,2 \times 10^{-1}$ $2,8 \times 10^{-1}$	-0,085 0,934
Weichkäse	kon	Kauftag MHD	6 6	7,34 7,40	5,63 6,02	6,25 6,77	6,07 6,81	$6,5 \times 10^{-1}$ $4,8 \times 10^{-1}$	-3,984 0,010**
	öko	Kauftag MHD	6 6	7,26 7,47	5,10 5,23	6,13 6,50	6,03 6,71	$9,3 \times 10^{-1}$ $8,2 \times 10^{-1}$	-1,496 0,195
Speisequark	kon	Kauftag MHD	12 12	4,93 5,06	4,28 4,09	4,62 4,59	4,61 4,62	$1,7 \times 10^{-1}$ $2,4 \times 10^{-1}$	0,442 0,667
	öko	Kauftag MHD	12 12	4,70 4,76	4,33 4,15	4,56 4,56	4,59 4,59	$1,2 \times 10^{-1}$ $1,6 \times 10^{-1}$	0,084 0,934
Pasta-filata-Käse	kon	Kauftag MHD	4 4	6,23 6,26	6,10 6,06	6,17 6,14	6,17 6,12	$5,9 \times 10^{-2}$ $9,0 \times 10^{-2}$	1,279 0,291
	öko	Kauftag MHD	4 4	6,37 6,36	5,43 5,26	5,90 5,84	5,89 5,87	$4,4 \times 10^{-1}$ $5,2 \times 10^{-1}$	1,207 0,314

kon = konventionelle Erzeugung, öko = ökologische Erzeugung, VBD = Verbrauchsdatum, MHD = Mindesthaltbarkeitsdatum, * signifikant, ** sehr signifikant

Anhang

Tab. A8: statistische Auswertung der Grenzwertüberschreitungen konventionell und ökologisch erzeugter Proben

Produkt	Parameter		Probenzahl		Probenzahl über Grenzwert		Pearson	Asym. Sig 2
			kon	öko	kon	öko		
Vorzugsmilch								
	Gesamtkeimzahl	KD	188	14	5	8	-	-
		VD	6	14	2	11	-	-
	<i>S. aureus</i>	KD	198	14	8	0	-	-
		VD	1	14	-	-	-	-
	coliforme Keime	KD	225	14	29	9	-	-
		VD	6	14	5	9	-	-
Milch-ab-Hof								
	Gesamtkeimzahl	KD	10	28	2	18	5,797	0,016*
	coliforme Keime	KD	10	28	1	5	0,342	0,559
	<i>S. aureus</i>	KD	10	28	0	1	0,342	0,559
Butter								
	coliforme Keime	KD	17	17	0	2	2,125	0,145
		MHD	17	17	0	2	2,125	0,145
	<i>E. coli</i>	KD	17	17	0	1	1,030	0,310
		MHD	17	17	0	1	1,030	0,310
	Hefen	KD	17	17	0	2	2,125	0,145
		MHD	17	17	0	1	1,030	0,310
	Schimmelpilze	KD	17	17	0	3	3,290	0,070
		MHD	17	17	1	2	0,366	0,545
Süßrahmbutter								
	Gesamtkeimzahl	KD	2	6	0	1		1,000
		MHD	2	6	0	1		1,000
Süße Sahne								
	Gesamtkeimzahl	KD	6	9	5	5		0,580
		MHD	6	9	4	5		0,580
	Hefen	KD	6	9	0	2		0,486
		MHD	6	9	0	1		1,000
Fermentierte Milcherzeugnisse								
	coliforme Keime	KD	35	30	1	0	0,871	0,351
		MHD	35	30	0	0	-	-
	Hefen	KD	35	30	2	1	0,208	0,648
		MHD	35	30	3	0	2,696	0,101
	Schimmelpilze	KD	35	30	2	0	1,769	0,184
		MHD	35	30	2	0	1,769	0,184
Buttermilch								
	Hefen	KD	6	5	2	1		1,000
		MHD	6	5	2	0		0,468
	Schimmelpilze	KD	6	5	2	0		0,468
		MHD	6	5	2	0		0,468
Joghurt								
	Hefen	KD	15	13	0	0		-
		MHD	15	13	1	0		1,000
Weichkäse								
	coliforme Keime	KD	6	6	0	0		-
		MHD	6	6	1	0		1,000
Speisequark								
	coliforme Keime	KD	12	12	1	0		1,000
		MHD	12	12	1	0		1,000
	Hefen	KD	12	12	5	1		0,155
		MHD	12	12	2	1		1,000
	Schimmelpilze	KD	12	12	1	2		1,000
		MHD	12	12	1	1		-

KD = Untersuchung am Kauftag, VD/MHD = Untersuchung am Verbrauchsdatum/Mindesthaltbarkeitsdatum

Anhang

Tab. A9: statistische Auswertung der Grenzwertüberschreitungen am Kauftag und am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Produkt	Parameter		Probenzahl		Probenzahl über Grenzwert		Pearson	Asym. Sig 2
			KD	VD	KD	VD		
Vorzugsmilch								
	Gesamtkeimzahl	kon	188	6	5	2	-	-
		öko	14	14	8	11	1,474	0,225
	S. aureus	kon	198	1	8	0	-	-
		öko	14	14	0	0	-	-
	coliforme Keime	kon	225	6	29	5	-	-
		öko	14	14	9	9	0,000	1,000
Butter								
	coliforme Keime	kon	17	17	0	0	-	-
		öko	17	17	2	2	0,000	1,000
	E. coli	kon	17	17	0	0	-	-
		öko	17	17	1	1	0,000	1,000
	Hefen	kon	17	17	0	0	-	-
		öko	17	17	2	1	0,366	0,545
	Schimmelpilze	kon	17	17	0	1	1,030	0,310
		öko	17	17	3	2	0,234	0,628
Süßrahmbutter								
	Gesamtkeimzahl	kon	2	2	0	0	-	-
		öko	6	6	1	1	0,000	1,000
Süße Sahne								
	Gesamtkeimzahl	kon	6	6	5	4	-	1,000
		öko	9	9	5	5	-	1,000
	Hefen	kon	6	6	0	0	-	-
		öko	9	9	2	1	-	1,000
Fermentierte Milcherzeugnisse								
	coliforme Keime	kon	35	35	1	0	1,017	0,313
		öko	30	30	0	0	-	-
	Hefen	kon	35	35	2	3	0,215	0,643
		öko	30	30	1	0	1,017	0,313
	Schimmelpilze	kon	35	35	2	2	0,000	1,000
		öko	30	30	0	0	-	-
Buttermilch								
	Hefen	kon	6	6	2	2	-	1,000
		öko	5	5	1	0	-	1,000
	Schimmelpilze	kon	6	6	2	2	-	1,000
		öko	5	5	0	0	-	-
Joghurt								
	Hefen	kon	15	15	0	1	-	1,000
		öko	13	13	0	0	-	-
Weichkäse								
	coliforme Keime	kon	6	6	0	1	-	1,000
		öko	6	6	0	0	-	-
Speisequark								
	coliforme Keime	kon	12	12	1	1	-	1,000
		öko	12	12	0	0	-	-
	Hefen	kon	12	12	5	5	-	1,000
		öko	12	12	1	1	-	1,000
	Schimmelpilze	kon	12	12	1	1	-	1,000
		öko	12	12	2	1	-	1,000

KD = Untersuchung am Kauftag, VD/MHD = Untersuchung am Verbrauchsdatum/Mindesthaltbarkeitsdatum

Tab. A10: Ergebnisse konventionell erzeugter Vorzugsmilch

	Gesamtkeimzahl ¹		coliforme Keime ¹		E. coli ²		S. aureus ²		Hefen ¹		Schimmelpilze ¹	
	KD	VD	KD	VD	KD	VD	KD	VD	KD	VD	KD	VD
n	190	6	225	6	21	1	198	1	1	1	6	1
positiv (%)	190	6	155	5	2	0	28	0	1	1	1	0
	100	100	68,9	83,3	9,5	-	14,1	-	100	100	6,7	-
Minimum	$3,5 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0
Median	$3,8 \times 10^3$	$2,6 \times 10^4$	$0,5 \times 10^1$	$1,2 \times 10^3$	0,00	-	0,00	-	$1,3 \times 10^2$	$2,0 \times 10^3$	0,00	-
Standardabweichung	$2,4 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$	$2,5 \times 10^2$	$5,3 \times 10^2$	$0,4 \times 10^1$	-	$5,1 \times 10^1$	-	-	-	$0,4 \times 10^1$	-
Mittelwert	$8,4 \times 10^3$	$8,2 \times 10^4$	$9,5 \times 10^1$	$1,1 \times 10^3$	$0,1 \times 10^1$	-	$1,3 \times 10^1$	-	$1,3 \times 10^2$	$2,0 \times 10^3$	$0,2 \times 10^1$	-
Maximum	$1,5 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$	$1,2 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$2,0 \times 10^1$	-	$5,0 \times 10^2$	-	-	-	$1,0 \times 10^1$	-

¹ Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/ml, ² Nachweisgrenze $1,0 \times 10^1$ KbE/ml, KD = Untersuchung am Kauftag, VD = Untersuchung am Verbrauchsdatum

Tab. A11: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter Vorzugsmilch

	Gesamtkeimzahl ¹		coliforme Keime ¹		Fisher		E. coli ²		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	KD	VD	KD	VD	Sig.	(2-seit.)	KD	VD	Sig.	(2-seit.)	KD	VD	Sig.	(2-seit.)
n	14	14	14	14			14	14			14	14		
positiv (%)	14	14	10	10	-	-	1	1			14	13	6	4
	100	100	71,4	71,4			7,1	7,1	1,000	1,000	100	92,6	42,9	28,6
Minimum	$1,4 \times 10^3$	$2,5 \times 10^4$	0	0			0	0			$4,5 \times 10^0$	0	0	0
Median	$3,6 \times 10^5$	$1,4 \times 10^6$	$1,9 \times 10^2$	$4,6 \times 10^4$			0,00	0,00			$4,8 \times 10^3$	$5,6 \times 10^3$	0,00	0,00
Standardabweichung	$5,5 \times 10^6$	$5,3 \times 10^7$	$4,7 \times 10^4$	$1,2 \times 10^6$			$4,8 \times 10^1$	$4,0 \times 10^1$			$1,7 \times 10^5$	$1,5 \times 10^6$	$4,0 \times 10^1$	$6,8 \times 10^1$
Mittelwert	$2,9 \times 10^6$	$2,1 \times 10^7$	$2,1 \times 10^4$	$5,6 \times 10^5$			$1,3 \times 10^1$	$1,1 \times 10^1$			$6,7 \times 10^4$	$5,0 \times 10^5$	$1,3 \times 10^1$	$2,7 \times 10^1$
MannWhitney	-2,411		-2,666				-1,000				-0,664			-0,314
Sig (2-seit.)	0,016*		0,008**				0,317				0,507			0,753
Maximum	$1,7 \times 10^7$	$2,0 \times 10^8$	$1,7 \times 10^5$	$3,3 \times 10^6$			$1,8 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$			$6,3 \times 10^5$	$5,6 \times 10^6$	$1,5 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$

¹ Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/ml, ² Nachweisgrenze $1,0 \times 10^1$ KbE/ml, KD = Untersuchung am Kauftag, VD = Untersuchung am Verbrauchsdatum, * signifikant, ** sehr signifikant

Tab. A12: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Milch-ab-Hof

	Gesamtkeimzahl ¹		Pearson		coliforme Keime ¹		Pearson		S. aureus ²		Pearson		Hefen ¹		Pearson		Schimmelpilze ¹		Pearson	
	kon	öko	Sig. (2-seit.)	Sig. (2-seit.)	kon	öko	Sig. (2-seit.)	Sig. (2-seit.)	kon	öko	Sig. (2-seit.)	Sig. (2-seit.)	kon	öko	Sig. (2-seit.)	Sig. (2-seit.)	kon	öko	Sig. (2-seit.)	Sig. (2-seit.)
n	10	28	-	-	10	28	-	-	10	28	-	-	10	28	-	-	10	28	-	-
positiv (%)	10	28	-	-	10	28	-	-	0	4	1,597	-	10	28	-	-	9	19	1,863	-
	100	100	-	-	100	100	-	-	-	14,3	0,206	-	100	100	-	-	90,0	67,9	0,172	-
Minimum	$1,8 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$			$2,6 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$			0	0			$1,2 \times 10^2$	$6,0 \times 10^0$			0	0		
Median	$3,3 \times 10^4$	$3,6 \times 10^5$			$1,6 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$			-	0,00			$3,5 \times 10^2$	$2,7 \times 10^3$			$2,1 \times 10^2$	$1,3 \times 10^1$		
Standardabweichung	$5,7 \times 10^6$	$1,4 \times 10^7$			$6,0 \times 10^4$	$2,1 \times 10^5$			-	$6,0 \times 10^2$			$2,2 \times 10^4$	$8,1 \times 10^5$			$1,1 \times 10^2$	$6,6 \times 10^3$		
Mittelwert	$1,9 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$			$2,0 \times 10^4$	$4,8 \times 10^4$			-	$1,2 \times 10^2$			$9,9 \times 10^3$	$1,7 \times 10^5$			$1,6 \times 10^2$	$1,4 \times 10^3$		
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)	86,500	0,076			130,500	0,753			120,000	0,213			83,000	0,059*			78,000	0,038*		
Maximum	$1,8 \times 10^7$	$7,5 \times 10^7$			$1,9 \times 10^5$	$1,1 \times 10^6$			-	$3,2 \times 10^3$			$6,7 \times 10^4$	$4,3 \times 10^6$			$2,6 \times 10^2$	$3,5 \times 10^4$		

¹ Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/ml, ² Nachweisgrenze $1,0 \times 10^1$ KbE/ml, * signifikant

Tab. A13: statistische Auswertung der Gesamtkeimzahlen in den Buttersorten zum Kauftag und zum Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Sauerrahmbutter			Süßrahmbutter			Milchgesäuerte Butter					
	konventionell		ökologisch	konventionell		ökologisch	konventionell		ökologisch			
	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD		
n	3	3	10	10	2	2	6	6	12	12	1	1
positiv (%)	3	3	10	10	2	2	6	6	12	12	1	1
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Minimum	$3,2 \times 10^6$	$8,8 \times 10^6$	$1,0 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	$2,5 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$4,5 \times 10^3$	$7,0 \times 10^3$	-	-
Median	$7,8 \times 10^6$	$1,5 \times 10^7$	$1,9 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$	$1,6 \times 10^4$	$5,7 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,8 \times 10^3$	$4,8 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$
Standardabweichung	$1,6 \times 10^7$	$5,2 \times 10^8$	$5,0 \times 10^6$	$4,9 \times 10^6$	$2,2 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$1,6 \times 10^6$	$3,6 \times 10^6$	$8,5 \times 10^7$	$4,6 \times 10^6$	-	-
Mittelwert	$1,5 \times 10^7$	$3,1 \times 10^8$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$1,6 \times 10^4$	$5,7 \times 10^4$	$6,8 \times 10^5$	$1,5 \times 10^6$	$4,1 \times 10^7$	$3,5 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$
Wilcoxon	-1,604	-0,770	-0,447	-0,447	-0,315	-0,315	-0,315	-0,315	-2,825	-2,825	-	-
Sig. (2-seit.)	0,109	0,441	0,655	0,655	0,752	0,752	0,752	0,752	0,005**	0,005**	-	-
Maximum	$3,3 \times 10^7$	$9,1 \times 10^8$	$1,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$3,1 \times 10^4$	$8,5 \times 10^4$	$4,0 \times 10^6$	$8,8 \times 10^6$	$3,0 \times 10^8$	$1,4 \times 10^7$	-	-

Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums, ** sehr signifikant

Tab. A14: statistische Auswertung der Gesamtkeimzahlen konventionell und ökologisch erzeugter Sauer-, Süßrahm- und milchgesäuert Butter

	Sauerrahmbutter			Süßrahmbutter			Milchgesäuerte Butter					
	Kauftag		MHD	Kauftag		MHD	Kauftag		MHD			
	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko	kon	öko		
n	3	10	3	10	2	6	2	6	12	1	1	
positiv (%)	3	10	3	10	2	6	2	6	12	1	1	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Minimum	$3,2 \times 10^6$	$1,0 \times 10^4$	$8,8 \times 10^6$	$1,9 \times 10^4$	$2,5 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$4,5 \times 10^3$	-	$7,0 \times 10^3$	-
Median	$7,8 \times 10^6$	$1,9 \times 10^5$	$1,5 \times 10^7$	$3,2 \times 10^5$	$1,6 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$5,7 \times 10^4$	$9,8 \times 10^3$	$4,8 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$
Standardabweichung	$1,6 \times 10^7$	$5,0 \times 10^6$	$5,2 \times 10^8$	$4,9 \times 10^6$	$2,2 \times 10^4$	$1,6 \times 10^6$	$4,0 \times 10^4$	$3,6 \times 10^6$	$8,5 \times 10^7$	-	$4,6 \times 10^6$	-
Mittelwert	$1,5 \times 10^7$	$2,3 \times 10^6$	$3,1 \times 10^8$	$2,3 \times 10^6$	$1,6 \times 10^4$	$6,8 \times 10^5$	$5,7 \times 10^4$	$1,5 \times 10^6$	$4,1 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$
Mann-Whitney	3,000	2,000	5,000	2,000	5,000	2,000	5,000	2,000	4,500	4,500	5,000	
Sig. (2-seit.)	0,043*	0,028*	0,737	0,737	0,180	0,180	0,180	0,180	0,688	0,688	0,789	
Maximum	$3,3 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$9,1 \times 10^8$	$1,6 \times 10^7$	$3,1 \times 10^4$	$4,0 \times 10^6$	$8,5 \times 10^4$	$8,8 \times 10^6$	$3,0 \times 10^8$	-	$1,4 \times 10^7$	-

Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums, * signifikant

Tab. A.15: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Butter am Kauftag

	Coliforme Keime ²		Pearson		<i>E. coli</i> ²		Pearson		<i>B. cereus</i> ²		Pearson		Hefen ¹		Pearson		Schimmelpilze ¹		Pearson	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	17	17			17	17			17	17			17	17			17	17		
positiv (%)	1 5,9	8 47,1	7,404 0,007**		1 5,9	2 11,8	0,366 0,545		0 -	2 11,8	3,290 0,070		3 17,6	11 64,7	7,771 0,005**		2 11,8	7 41,2	3,778 0,052*	
Minimum	0	0			0	0			0	0			0	0			0	0		
Median	0,00	0,00			0,00	0,00			-	0,00			0,00	1,3 x 10 ¹		0,00	0,00			
Standard-abweichung	5,8 x 10 ⁻¹	1,1 x 10 ⁴			7,0 x 10 ¹	1,1 x 10 ³			-	2,4 x 10 ⁻¹			1,2 x 10 ²	9,5 x 10 ³		1,5 x 10 ¹	6,5 x 10 ²			
Mittelwert	1,4 x 10 ⁻¹	2,8 x 10 ³			1,7 x 10 ⁻¹	2,7 x 10 ²			-	9,2 x 10 ⁻²			4,3 x 10 ¹	3,8 x 10 ³		0,4 x 10 ¹	2,0 x 10 ²			
Mann-Withney Sig. (2-seit.)	7,000 0,011*				136,000 0,552				119,000 0,074				74,000 0,007**			101,500 0,056*				
Maximum	2,4 x 10 ⁰	4,6 x 10 ⁴			2,9 x 10 ⁰	4,6 x 10 ³			-	9,0 x 10 ⁻¹			4,2 x 10 ²	3,3 x 10 ⁴		6,0 x 10 ¹	2,7 x 10 ³			

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, * signifikant, ** sehr signifikant

Tab. A.16: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Butter am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Coliforme Keime ²		Pearson		<i>E. coli</i> ²		Pearson		<i>B. cereus</i> ²		Pearson		Hefen ¹		Pearson		Schimmelpilze ¹		Pearson	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	17	17			17	17			17	17			17	17			17	17		
positiv (%)	0 -	3 17,6	3,290 0,070		0 -	1 5,9	1,030 0,310		2 11,8	3 17,6	0,000 1,000		7 41,2	7 41,2	0,000 1,000		3 17,6	6 35,3	1,360 0,244	
Minimum	0	0			0	0			0	0			0	0			0	0		
Median	-	0,00			-	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		0,00	0,00			
Standard-abweichung	-	5,1 x 10 ³			-	2,7 x 10 ³			4,9 x 10 ⁻¹	1,2 x 10 ⁻¹			7,9 x 10 ²	1,8 x 10 ⁴		1,3 x 10 ²	6,8 x 10 ²			
Mittelwert	-	1,2 x 10 ³			-	6,5 x 10 ²			1,4 x 10 ⁻¹	4,2 x 10 ⁻²			3,4 x 10 ²	4,5 x 10 ³		3,2 x 10 ¹	1,8 x 10 ²			
Mann-Withney Sig. (2-seit.)	119,000 0,074				136,000 0,317				143,500 0,951				141,000 0,893			121,500 0,307				
Maximum	-	2,1 x 10 ⁴			-	1,1 x 10 ⁴			2,0 x 10 ⁰	3,6 x 10 ⁻¹			3,0 x 10 ³	7,4 x 10 ⁴		5,2 x 10 ²	2,8 x 10 ³			

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, * signifikant, ** sehr signifikant

Tab. A.17: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter Butter

	Coliforme Keime ²		E. coli ²		Pearson		B. cereus ²		Pearson		Hefen ¹		Schimmelpilze ¹		Pearson	
	KD	MHD	KD	MHD	Sig.	(2-seit.)	KD	MHD	Sig.	(2-seit.)	KD	MHD	KD	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	17	17	17	17			17	17			17	17	17	17		
positiv (%)	1	0	1	0	1,030	0,310	0	2	2,125	0,145	3	17,6	2	3	2,267	0,234
Minimum	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0		
Median	0,00	-	0,00	-			-	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00		
Standardabweichung	5,8 x 10 ⁻¹	-	7,0 x 10 ⁻¹	-			-	4,9 x 10 ⁻¹			1,2 x 10 ²	7,9 x 10 ²	1,5 x 10 ¹	1,3 x 10 ²		
Mittelwert	1,4 x 10 ⁻¹	-	1,7 x 10 ⁻¹	-			-	1,4 x 10 ⁻¹			4,3 x 10 ¹	3,4 x 10 ²	0,4 x 10 ¹	3,2 x 10 ¹		
Wilcoxon Sig. (2-seit.)	-1,000	0,317	-1,000	0,317			-1,342	0,180			-1,820	0,069	-1,604	0,109		
Maximum	2,4 x 10 ⁰	-	2,9 x 10 ⁰	-			-	2,0 x 10 ⁰			4,2 x 10 ²	3,0 x 10 ³	6,0 x 10 ¹	5,2 x 10 ²		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, KD = Untersuchung am Kauftag, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A.18: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter Butter

	Coliforme Keime ²		E. coli ²		Pearson		B. cereus ²		Pearson		Hefen ¹		Schimmelpilze ¹		Pearson	
	KD	MHD	KD	MHD	Sig.	(2-seit.)	KD	MHD	Sig.	(2-seit.)	KD	MHD	KD	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	17	17	17	17			17	17			17	17	17	17		
positiv (%)	8	3	2	1	3,360	0,067	2	3	0,366	0,234	11	7	7	6	1,889	0,125
Minimum	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0		
Median	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00			1,3 x 10 ¹	0,00	0,00	0,00		
Standardabweichung	1,1 x 10 ⁴	5,1 x 10 ³	1,1 x 10 ³	2,7 x 10 ³			2,4 x 10 ⁻¹	1,2 x 10 ⁻¹			9,5 x 10 ³	1,8 x 10 ⁴	6,5 x 10 ²	6,8 x 10 ²		
Mittelwert	2,8 x 10 ³	1,2 x 10 ³	2,7 x 10 ²	6,5 x 10 ²			9,2 x 10 ²	4,2 x 10 ²			3,8 x 10 ³	4,5 x 10 ³	2,0 x 10 ²	1,8 x 10 ²		
Wilcoxon Sig. (2-seit.)	-1,689	0,091	-0,447	0,655			-0,535	0,593			-1,423	0,155	-1,604	0,109		
Maximum	4,6 x 10 ⁴	2,1 x 10 ⁴	4,6 x 10 ³	1,1 x 10 ⁴			9,0 x 10 ⁻¹	3,6 x 10 ⁻¹			3,3 x 10 ⁴	7,4 x 10 ⁴	2,7 x 10 ³	2,8 x 10 ³		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, KD = Untersuchung am Kauftag, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A19: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter süßer Sahne am Kauftag

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		E. coli ²		Fisher		B. cereus		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	6	9			6	9			6	9			6	9			6	9		
positiv (%)	6	9	-		0	1			0	1			1	3			1	3		
	100	100	-		-	11,1		1,000	-	11,1		1,000	16,7	33,3		0,604	16,7	33,3		0,604
Minimum	7,9 x 10 ³	9,2 x 10 ²			0	0			0	0			0	0			0	0		
Median	5,6 x 10 ⁵	3,0 x 10 ⁵			-	0,00			-	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
Standard-abweichung	1,2 x 10 ⁶	2,1 x 10 ⁷			-	1,2 x 10 ²			-	2,5 x 10 ⁻¹			4,1 x 10 ⁻¹	3,5 x 10 ³			8,2 x 10 ⁻¹	2,9 x 10 ¹		
Mittelwert	1,1 x 10 ⁶	1,1 x 10 ⁷			-	4,0 x 10 ⁻²			-	8,2 x 10 ⁻²			1,7 x 10 ⁻¹	1,6 x 10 ³			3,3 x 10 ⁻¹	0,1 x 10 ¹		
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)		21,000				24,000				24,000				21,000				23,000		
		0,480				0,414				0,414				0,364				0,545		
Maximum	2,8 x 10 ⁶	5,3 x 10 ⁷			-	3,6 x 10 ⁻¹			-	7,4 x 10 ⁻¹			1,0 x 10 ⁰	1,0 x 10 ⁴			2,0 x 10 ⁰	8,7 x 10 ¹		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g

Tab. A120 statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter süßer Sahne am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		B. cereus ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	6	9			6	9			6	9			6	9		
positiv (%)	6	9			1	0			0	2			0	4		
	100	100			-	16,7		0,400	-	22,2		0,486	-	44,4		0,103
Minimum	2,0 x 10 ²	1,0 x 10 ³			0	0			0	0,00			0	0		
Median	2,2 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁵			0,00	-			-	0,00			-	0,00		
Standard-abweichung	2,9 x 10 ⁶	6,9 x 10 ⁶			1,5 x 10 ⁻¹	-			-	1,1 x 10 ⁴			-	5,3 x 10 ⁻¹		
Mittelwert	1,8 x 10 ⁶	2,6 x 10 ⁶			6,0 x 10 ⁻²	-			-	3,8 x 10 ³			-	5,0 x 10 ⁻¹		
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)		23,000				22,500				21,000				15,000		
		0,637				0,221				0,232				0,065		
Maximum	7,2 x 10 ⁶	2,1 x 10 ⁷			3,6 x 10 ⁻¹	-			-	3,0 x 10 ⁴			-	1,0 x 10 ⁰		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g

Tab. A21: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter süßer Sahne

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		<i>B. cereus</i> ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	6	6			6	6			6	6			6	6		
positiv (%)	6	6			0	1			1	0			1	0		
	100	100			-	16,7		1,000	16,7	-		1,000	16,7	-		1,000
Minimum	7,9 x 10 ³	2,0 x 10 ²			0	0			0	0			0	0		
Median	5,6 x 10 ⁵	2,2 x 10 ⁵			-	0,00			0,00	-			0,00	-		
Standard-abweichung	1,2 x 10 ⁶	2,9 x 10 ⁶			-	1,5 x 10 ⁻¹			4,1 x 10 ⁻¹	-			8,2 x 10 ⁻¹	-		
Mittelwert	1,1 x 10 ⁶	1,8 x 10 ⁶			-	6,0 x 10 ⁻²			1,7 x 10 ⁻¹	-			3,3 x 10 ⁻¹	-		
Wilcoxon			0,105				-1,000				-1,000					-1,000
Sig. (2-seit.)			0,917				0,317				0,317					0,317
Maximum	2,8 x 10 ⁶	7,2 x 10 ⁶			-	3,6 x 10 ⁻¹			1,0 x 10 ⁰	-			2,0 x 10 ⁰	-		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A22: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter süßer Sahne

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		<i>E. coli</i> ²		Fisher		<i>B. cereus</i> ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	9	9			9	9			9	9			9	9			9	9		
positiv (%)	9	9			1	0			1	0			3	2			3	4		
	100	100			11,1	-		1,000	11,1	-		1,000	33,3	22,2		1,000	33,3	44,4		1,000
Minimum	9,2 x 10 ²	1,0 x 10 ³			0	0			0	0			0	0			0	0		
Median	3,0 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁵			0,00	-			0,00	-			0,00	0,00			0,00	0,00		
Standard-abweichung	2,1 x 10 ⁷	6,9 x 10 ⁶			1,2 x 10 ²	-			2,5 x 10 ⁻¹	-			3,5 x 10 ³	1,1 x 10 ⁴			2,9 x 10 ¹	5,3 x 10 ⁻¹		
Mittelwert	1,1 x 10 ⁷	2,6 x 10 ⁶			4,0 x 10 ²	-			8,2 x 10 ²	-			1,6 x 10 ³	3,8 x 10 ³			0,1 x 10 ¹	5,0 x 10 ⁻¹		
Wilcoxon			-2,383				-1,000				-1,000			0,000				-0,333		
Sig. (2-seit.)			0,017*				0,317				0,317			1,000				0,739		
Maximum	5,3 x 10 ⁷	2,1 x 10 ⁷			3,6 x 10 ⁻¹	-			7,4 x 10 ⁻¹	-			1,0 x 10 ⁴	3,0 x 10 ⁴			8,7 x 10 ¹	1,0 x 10 ⁰		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums, * signifikant

Tab. A23: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter fermentierter Milcherzeugnisse am Kauftag

	Coliforme Keime ¹		Pearson		B. cereus ¹		Pearson		Hefen ²		Pearson		Schimmelpilze ²		Pearson	
	kon	öko	30	Sig. (2-seit.)	kon	öko	30	Sig. (2-seit.)	kon	öko	30	Sig. (2-seit.)	kon	öko	30	Sig. (2-seit.)
n	35	30			35	30			35	30			35	30		
positiv (%)	3	2	0,083		1	1	0,012		3	11	3,188		2	7	1,487	
	8,6	6,7	0,774		2,9	3,3	0,912		17,6	64,7	0,074		11,8	41,2	0,223	
Minimum	0	0			0	0			0	0			0	0		
Median	0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
Standard-abweichung	1,9 x 10 ¹	1,8 x 10 ⁻¹			3,5 x 10 ⁻¹	2,0 x 10 ⁻¹			3,1 x 10 ⁴	5,8 x 10 ³			1,5 x 10 ⁴	1,5 x 10 ¹		
Mittelwert	0,3 x 10 ¹	4,3 x 10 ⁻²			6,0 x 10 ⁻²	3,7 x 10 ⁻²			7,7 x 10 ³	1,1 x 10 ³			3,6 x 10 ³	0,5 x 10 ¹		
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)	514,000				523,000				414,500				473,000			
	0,754				0,930				0,147				0,375			
Maximum	1,1 x 10 ²	9,2 x 10 ⁻¹			2,1 x 10 ⁰	1,0 x 10 ⁰			1,3 x 10 ⁵	3,2 x 10 ⁴			7,6 x 10 ⁴	6,7 x 10 ¹		

¹Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g

Tab. A24: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter fermentierter Milcherzeugnisse am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	B. cereus ¹		Pearson		Hefen ²		Pearson		Schimmelpilze ²		Pearson	
	kon	öko	30	Sig. (2-seit.)	kon	öko	30	Sig. (2-seit.)	kon	öko	30	Sig. (2-seit.)
n	35	30			35	30			35	30		
positiv (%)	0	2	2,407		7	7	0,297		3	6	0,029	
	-	6,7	0,121		41,2	41,2	0,586		17,6	35,3	0,864	
Minimum	0	0			0	0			0	0		
Median	-	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
Standard-abweichung	-	0,3 x 10 ¹			3,1 x 10 ⁴	3,0 x 10 ²			9,4 x 10 ³	0,3 x 10 ¹		
Mittelwert	-	5,1 x 10 ⁻¹			8,8 x 10 ³	7,6 x 10 ¹			2,3 x 10 ³	0,1 x 10 ¹		
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)	490,000				414,500				473,000			
	0,124				0,147				0,375			
Maximum	-	1,5 x 10 ¹			1,3 x 10 ⁵	1,6 x 10 ³			4,5 x 10 ⁴	1,5 x 10 ¹		

¹Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g

Tab. A25: statistische Auswertung Ergebnisse konventionell erzeugter fermentierter Milcherzeugnisse

	Coliforme Keime ²		<i>B. cereus</i> ²		Hefen ¹		Schimmelpilze ¹		Pearson	
	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
positiv (%)	3	0	1	0	3	7	2	3	0,764	0,699
	8,6	-	2,9	-	17,6	41,2	11,8	17,6	0,382	0,403
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0		
Median	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00		
Standard-abweichung	1,9 x 10 ¹	-	3,5 x 10 ⁻¹	-	3,1 x 10 ⁴	3,1 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁴	9,4 x 10 ³		
Mittelwert	0,3 x 10 ¹	-	6,0 x 10 ⁻²	-	7,7 x 10 ³	8,8 x 10 ³	3,6 x 10 ³	2,3 x 10 ³		
Wilcoxon Sig. (2-seit.)	-1,604		-1,000		-1,572		-0,178			
	0,109		0,317		0,116		0,859			
Maximum	1,1 x 10 ²	-	2,1 x 10 ⁰	-	1,3 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁵	7,6 x 10 ⁴	4,5 x 10 ⁴		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A26: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter fermentierter Milcherzeugnisse

	Coliforme Keime ²		<i>B. cereus</i> ²		Hefen ¹		Schimmelpilze ¹		Pearson	
	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
positiv (%)	2	0	1	2	11	7	7	6	2,052	0,317
	6,7	-	3,3	6,7	64,7	41,2	41,2	35,3	0,152	0,573
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0		
Median	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Standard-abweichung	1,8 x 10 ⁻¹	-	2,0 x 10 ⁻¹	0,3 x 10 ⁻¹	5,8 x 10 ³	3,0 x 10 ²	1,5 x 10 ¹	0,3 x 10 ¹		
Mittelwert	4,3 x 10 ⁻²	-	3,7 x 10 ⁻²	5,1 x 10 ⁻¹	1,1 x 10 ³	7,6 x 10 ¹	0,5 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹		
Wilcoxon Sig. (2-seit.)	-1,342		-0,535		-1,274		-1,053			
	0,180		0,593		0,203		0,293			
Maximum	9,2 x 10 ⁻¹	-	1,0 x 10 ⁰	1,5 x 10 ¹	3,2 x 10 ⁴	1,6 x 10 ³	6,7 x 10 ¹	1,5 x 10 ¹		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A27: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Buttermilch am Kauftag

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		B. cereus ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher		
	kon	öko	kon	Sig. (2-seit.)	kon	öko	kon	Sig. (2-seit.)	kon	öko	kon	Sig. (2-seit.)	kon	öko	kon	Sig. (2-seit.)	
n	6	5	6		6	5	6		6	5	6		6	5	6		
positiv (%)	6	5	0	-	0	1	4	0,455	4	2	5	0,567	5	3	83,3	60,0	0,545
Minimum	5,6 x 10 ⁴	1,3 x 10 ³	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
Median	8,0 x 10 ⁷	1,3 x 10 ⁷	-		-	0,00	5,0 x 10 ²	0,00	5,0 x 10 ²	0,00	1,8 x 10 ²	0,1 x 10 ¹	1,8 x 10 ²	0,1 x 10 ¹	1,8 x 10 ²	0,1 x 10 ¹	
Standard-abweichung	7,7 x 10 ⁸	1,8 x 10 ⁸	-		-	4,9 x 10 ⁻¹	6,7 x 10 ⁴	1,4 x 10 ⁴	6,7 x 10 ⁴	1,4 x 10 ⁴	3,4 x 10 ⁴	2,3 x 10 ¹	3,4 x 10 ⁴	2,3 x 10 ¹	3,4 x 10 ⁴	2,3 x 10 ¹	
Mittelwert	5,5 x 10 ⁸	8,9 x 10 ⁷	-		-	2,2 x 10 ⁻¹	4,4 x 10 ⁴	6,4 x 10 ³	4,4 x 10 ⁴	6,4 x 10 ³	2,1 x 10 ⁴	1,1 x 10 ¹	2,1 x 10 ⁴	1,1 x 10 ¹	2,1 x 10 ⁴	1,1 x 10 ¹	
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)	7,000	0,144			12,000	0,273			9,000	0,249			6,000	0,096			
Maximum	1,6 x 10 ⁹	4,2 x 10 ⁸	-		-	0,1 x 10 ¹	1,3 x 10 ⁵	3,2 x 10 ⁴	1,3 x 10 ⁵	3,2 x 10 ⁴	7,6 x 10 ⁴	5,2 x 10 ¹	7,6 x 10 ⁴	5,2 x 10 ¹	7,6 x 10 ⁴	5,2 x 10 ¹	

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g

Tab. A28: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Buttermilch am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	kon	Sig. (2-seit.)	kon	öko	kon	Sig. (2-seit.)	kon	öko	kon	Sig. (2-seit.)
n	6	5	6		6	5	6		6	5	6	
positiv (%)	6	5	4	-	4	2	5	0,567	5	1	83,3	0,080
Minimum	3,1 x 10 ⁴	2,0 x 10 ³	0		0	0	0		0	0	0	
Median	1,8 x 10 ⁷	5,6 x 10 ⁶	1,5 x 10 ³	0,00	1,5 x 10 ³	0,00	1,7 x 10 ²	0,00	1,7 x 10 ²	0,00	1,7 x 10 ²	0,00
Standard-abweichung	3,6 x 10 ⁸	9,2 x 10 ⁷	6,7 x 10 ⁴	7,1 x 10 ²	6,7 x 10 ⁴	7,1 x 10 ²	2,1 x 10 ⁴	0,7 x 10 ¹	2,1 x 10 ⁴	0,7 x 10 ¹	2,1 x 10 ⁴	0,7 x 10 ¹
Mittelwert	2,4 x 10 ⁸	4,6 x 10 ⁷	4,4 x 10 ⁴	3,2 x 10 ²	4,4 x 10 ⁴	3,2 x 10 ²	1,3 x 10 ⁴	0,3 x 10 ¹	1,3 x 10 ⁴	0,3 x 10 ¹	1,3 x 10 ⁴	0,3 x 10 ¹
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)	9,000	0,273			9,000	0,249			5,000	0,056*		
Maximum	8,1 x 10 ⁸	2,1 x 10 ⁸	1,3 x 10 ⁵	1,6 x 10 ³	1,3 x 10 ⁵	1,6 x 10 ³	4,5 x 10 ⁴	1,5 x 10 ¹	4,5 x 10 ⁴	1,5 x 10 ¹	4,5 x 10 ⁴	1,5 x 10 ¹

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, * signifikant

Tab. A29: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter Buttermilch

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Hefen ¹		Fischer		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	6	6			6	6			6	6		
positiv (%)	6	6	-		4	4			5	5		
	100	100			66,7	66,7	1,000		83,3	83,3	1,000	
Minimum	5,6 x 10 ⁴	3,1 x 10 ⁴			0	0			0	0		
Median	8,0 x 10 ⁷	1,8 x 10 ⁷			5,0 x 10 ²	1,5 x 10 ³			1,8 x 10 ²	1,7 x 10 ²		
Standardabweichung	7,7 x 10 ⁸	3,6 x 10 ⁸			6,7 x 10 ⁴	6,7 x 10 ⁴			3,4 x 10 ⁴	2,1 x 10 ⁴		
Mittelwert	5,5 x 10 ⁸	2,4 x 10 ⁸			4,4 x 10 ⁴	4,4 x 10 ⁴			2,1 x 10 ⁴	1,3 x 10 ⁴		
Wilcoxon		-2,201				-0,447				-1,483		
Sig. (2-seit.)		0,028*				0,655				0,138		
Maximum	1,6 x 10 ⁹	8,1 x 10 ⁸			1,3 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁵			7,6 x 10 ⁴	4,5 x 10 ⁴		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, * signifikant, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A30: statistische Auswertung Ergebnisse ökologisch erzeugter Buttermilch

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		B. cereus ²		Fisher		Hefen ¹		Fischer		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	5	5			5	5			5	5			5	5		
positiv (%)	5	5			1	0			2	2			3	1		
	100	100	-		20,0	-	1,000		40,0	40,0	1,000		60,0	20,0	0,524	
Minimum	1,3 x 10 ³	2,0 x 10 ³			0	0			0	0			0	0		
Median	1,3 x 10 ⁷	5,6 x 10 ⁶			0,00	-			0,00	0,00			0,1 x 10 ¹	0,00		
Standardabweichung	1,8 x 10 ⁸	9,2 x 10 ⁷			4,9 x 10 ⁻¹	-			1,4 x 10 ⁴	7,1 x 10 ²			2,3 x 10 ¹	0,7 x 10 ¹		
Mittelwert	8,9 x 10 ⁷	4,6 x 10 ⁷			2,2 x 10 ⁻¹	-			6,4 x 10 ³	3,2 x 10 ²			1,1 x 10 ¹	0,3 x 10 ¹		
Wilcoxon		-1,214				-1,000				-0,447				-1,633		
Sig. (2-seit.)		0,225				0,317				0,655				0,102		
Maximum	4,2 x 10 ⁸	2,1 x 10 ⁸			0,1 x 10 ¹	-			3,2 x 10 ⁴	1,6 x 10 ³			5,2 x 10 ¹	1,5 x 10 ¹		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A31: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter saurer Sahne am Kauftag

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		B. cereus ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	9	(2-seit.)	kon	öko	9	(2-seit.)	kon	öko	9	(2-seit.)	kon	öko	9	(2-seit.)
n	9	9	9	(2-seit.)	9	9	9	(2-seit.)	9	9	9	(2-seit.)	9	9	9	(2-seit.)
positiv (%)	9	9	1	-	11,1	0	0	1,000	0	3	33,3	0,206	1	3	11,1	33,3
Minimum	8,8 x 10 ⁴	7,0 x 10 ³	0	-	0,00	-	0,00	1,000	0	0	0,00	0,206	0	0	0,00	0,00
Median	2,2 x 10 ⁷	1,0 x 10 ⁶	0,00	-	7,0 x 10 ⁻¹	-	1,6 x 10 ²	1,000	-	-	1,6 x 10 ²	0,206	3,3 x 10 ⁻¹	2,2 x 10 ¹	0,00	0,00
Standard-abweichung	1,9 x 10 ⁸	1,6 x 10 ⁸	2,3 x 10 ⁻¹	-	2,3 x 10 ⁻¹	-	6,1 x 10 ¹	1,000	-	-	6,1 x 10 ¹	0,206	1,1 x 10 ⁻¹	0,8 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹	6,7 x 10 ¹
Mittelwert	1,2 x 10 ⁸	7,9 x 10 ⁷	27,000	-	0,233	36,000	0,273	1,000	27,000	0,067	31,000	0,206	0,248	0,248	0,248	0,248
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)	5,4 x 10 ⁸	4,8 x 10 ⁸	0,2 x 10 ¹	-	0,2 x 10 ¹	-	4,8 x 10 ²	1,000	4,8 x 10 ²	-	4,8 x 10 ²	1,000	0,1 x 10 ¹	6,7 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹	6,7 x 10 ¹

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g

Tab. A32: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter saurer Sahne am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		B. cereus ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	9	(2-seit.)	kon	öko	9	(2-seit.)	kon	öko	9	(2-seit.)	kon	öko	9	(2-seit.)
n	9	9	9	(2-seit.)	9	9	9	(2-seit.)	9	9	9	(2-seit.)	9	9	9	(2-seit.)
positiv (%)	9	9	0	-	11,1	1	1	1,000	1	2	22,2	1,000	1	5	55,6	0,131
Minimum	3,4 x 10 ⁴	4,3 x 10 ³	0	-	0,00	-	0,00	1,000	0	0	0,00	1,000	0	0	0,00	0,131
Median	2,6 x 10 ⁷	1,4 x 10 ⁵	2,5 x 10 ⁸	-	2,5 x 10 ⁸	-	1,7 x 10 ²	1,000	1,1 x 10 ³	1,7 x 10 ²	1,000	1,000	6,7 x 10 ⁻¹	0,1 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹	0,131
Standard-abweichung	1,0 x 10 ⁸	7,1 x 10 ⁷	1,0 x 10 ⁸	-	1,0 x 10 ⁸	-	6,1 x 10 ¹	1,000	3,8 x 10 ²	6,1 x 10 ¹	1,000	1,000	2,2 x 10 ⁻¹	0,1 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹	0,131
Mittelwert	20,000	0,070	36,000	-	0,317	36,000	0,317	1,000	37,000	0,634	22,500	1,000	22,500	0,210	0,210	0,210
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)	7,6 x 10 ⁸	6,2 x 10 ⁸	-	-	1,5 x 10 ¹	-	5,0 x 10 ²	1,000	3,4 x 10 ³	5,0 x 10 ²	1,000	1,000	0,2 x 10 ¹	0,3 x 10 ¹	0,3 x 10 ¹	0,131

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g

Tab. A33: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter saurer Sahne

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		B. cereus ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	9	9			9	9			9	9			9	9		
positiv (%)	9	9	-		1	0	1,000		0	1	1,000		1	1	1,000	
Minimum	8,8 x 10 ⁴	3,4 x 10 ⁴			11,1	-			-	11,1			0	0		
Median	2,2 x 10 ⁷	2,6 x 10 ⁷			0,00	-			-	0,00			0,00	0,00		
Standard-abweichung	1,9 x 10 ⁸	2,5 x 10 ⁸			7,0 x 10 ⁻¹	-			-	1,1 x 10 ³			3,3 x 10 ⁻¹	6,7 x 10 ⁻¹		
Mittelwert	1,2 x 10 ⁸	1,0 x 10 ⁸			2,3 x 10 ⁻¹	-			-	3,8 x 10 ²			1,1 x 10 ⁻¹	2,2 x 10 ⁻¹		
Wilcoxon			-0,296				-1,000				-1,000					-1,000
Sig. (2-seit.)			0,767				0,317				0,317					0,317
Maximum	5,4 x 10 ⁸	7,6 x 10 ⁸			0,2 x 10 ¹	-			-	3,4 x 10 ³			0,1 x 10 ¹	0,2 x 10 ¹		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁵ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A34: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter saurer Sahne

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		B. cereus ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	9	9			9	9			9	9			9	9		
positiv (%)	9	9	-		0	1	1,000		3	2	1,000		3	5	0,637	
Minimum	7,0 x 10 ³	4,3 x 10 ³			0	0			0	0			0	0		
Median	1,0 x 10 ⁶	1,4 x 10 ⁵			-	0,00			0,00	0,00			0,00	0,1 x 10 ¹		
Standard-abweichung	1,6 x 10 ⁸	2,1 x 10 ⁸			-	0,5 x 10 ¹			1,6 x 10 ²	1,7 x 10 ²			2,2 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹		
Mittelwert	7,9 x 10 ⁷	7,1 x 10 ⁷			-	0,2 x 10 ¹			6,1 x 10 ¹	6,1 x 10 ¹			0,8 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹		
Wilcoxon			-0,889				-1,000		-				-			-1,000
Sig. (2-seit.)			0,374				0,317		-				-			0,317
Maximum	4,8 x 10 ⁸	6,2 x 10 ⁸			-	1,5 x 10 ¹			4,8 x 10 ²	5,0 x 10 ²			6,7 x 10 ¹	0,3 x 10 ¹		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁵ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A35: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Crème fraîche am Kauftag

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Hefen ¹		Fischer		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	5	3			5	3			5	3		
positiv (%)	5	3			1	1			1	0		
	100	100	-		20,0	33,3	1,000		20,0	-	1,000	
Minimum	$1,8 \times 10^7$	$4,5 \times 10^7$			0	0			0	0		
Median	$3,7 \times 10^7$	$1,0 \times 10^8$			0,00	0,00			0,00	-		
Standardabweichung	$2,2 \times 10^8$	$4,8 \times 10^7$			$0,1 \times 10^1$	$0,2 \times 10^1$			$8,9 \times 10^{-1}$	-		
Mittelwert	$1,3 \times 10^8$	$9,5 \times 10^7$			$6,0 \times 10^{-1}$	$0,1 \times 10^1$			$4,0 \times 10^{-1}$	-		
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)			3,000		4,000				6,000			
			0,180		1,000				0,439			
Maximum	$5,1 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$			$0,3 \times 10^1$	$0,3 \times 10^1$			$0,2 \times 10^1$	-		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KBE/g

Tab. A356 statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Crème fraîche am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Hefen ¹		Fischer		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	5	3			5	3			5	3		
positiv (%)	5	3			2	0			1	1		
	100	100	-		40,0	-	0,464		20,0	33,3	1,000	
Minimum	$1,1 \times 10^6$	$1,6 \times 10^7$			0	0			0	0		
Median	$5,6 \times 10^6$	$1,2 \times 10^8$			0,00	-			0,00	0,00		
Standardabweichung	$1,1 \times 10^8$	$6,0 \times 10^7$			$7,4 \times 10^1$	-			$0,3 \times 10^1$	$5,8 \times 10^{-1}$		
Mittelwert	$6,0 \times 10^7$	$8,5 \times 10^7$			$4,1 \times 10^1$	-			$0,1 \times 10^1$	$3,3 \times 10^{-1}$		
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)			4,000			4,500				7,000		
			0,294			0,242				0,845		
Maximum	$2,6 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$			$1,7 \times 10^2$	-			$0,6 \times 10^1$	$0,1 \times 10^1$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KBE/g

Tab. A37: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter Crème fraîche

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Hefen ¹		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	5	5			5	5	5	5		
positiv (%)	5	5			1	2	1	1		
	100	100	-			40,0	20,0	20,0	1,000	1,000
Minimum	$1,8 \times 10^7$	$1,1 \times 10^6$			0	0	0	0		
Median	$3,7 \times 10^7$	$5,6 \times 10^6$			0,00	0,00	0,00	0,00		
Standardabweichung	$2,2 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$			$0,1 \times 10^1$	$7,4 \times 10^1$	$8,9 \times 10^{-1}$	$0,3 \times 10^1$		
Mittelwert	$1,3 \times 10^8$	$6,0 \times 10^7$			$6,0 \times 10^{-1}$	$4,1 \times 10^1$	$4,0 \times 10^{-1}$	$0,1 \times 10^1$		
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)		-2,023 0,043*				-1,000 0,317		-0,447 0,655		
Maximum	$5,1 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$			$0,3 \times 10^1$	$1,7 \times 10^2$	$0,2 \times 10^1$	$0,6 \times 10^1$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, MHD = Untersuchungs am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums, * signifikant

Tab. A38: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter Crème fraîche

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Hefen ¹		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	3	3			3	3	3	3		
positiv (%)	3	3			1	0	0	1		
	100	100	-		33,3	-	-	33,3	1,000	1,000
Minimum	$4,5 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$			0	0	0	0		
Median	$1,0 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$			0,00	-	-	0,00		
Standardabweichung	$4,8 \times 10^7$	$6,0 \times 10^7$			$0,2 \times 10^1$	-	-	$5,8 \times 10^{-1}$		
Mittelwert	$9,5 \times 10^7$	$8,5 \times 10^7$			$0,1 \times 10^1$	-	-	$3,3 \times 10^{-1}$		
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)		-0,535 0,593				-1,000 0,317		-1,000 0,317		
Maximum	$1,4 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$			$0,3 \times 10^1$	-	$0,1 \times 10^1$	$0,1 \times 10^1$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, MHD = Untersuchungs am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A39: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Joghurt am Kauftag

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	15	13			15	13			15	13			15	13		
positiv	15	13			3	2			1	5			0	4		
(%)	100,0	100,0	-		20,0	15,4	1,000		6,7	38,5	0,069		-	30,8	0,035*	
Minimum	$5,8 \times 10^6$	$3,5 \times 10^5$			0	0			0	0			0	0		
Median	$5,0 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$			0,00	0,00			0,00	0,00			-	0,00		
Standard-abweichung	$4,2 \times 10^8$	$8,9 \times 10^8$			$2,8 \times 10^1$	$2,7 \times 10^{-1}$			$1,9 \times 10^3$	$4,4 \times 10^2$			-	$0,4 \times 10^1$		
Mittelwert	$5,3 \times 10^8$	$6,6 \times 10^8$			$0,7 \times 10^1$	$1,0 \times 10^{-1}$			$4,9 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$			-	$0,2 \times 10^1$		
Mann-Whitney	81,000				92,000				69,000				67,500			
Sig. (2-seit.)	0,447				0,704				0,067				0,023*			
Maximum	$1,5 \times 10^9$	$2,4 \times 10^9$			$1,1 \times 10^2$	$9,2 \times 10^{-1}$			$7,4 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$			-	$1,5 \times 10^1$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, * signifikant

Tab. A40: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Joghurt am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		<i>B. cereus</i> ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	15	13			15	13			15	13			15	13		
positiv	15	13			0	1			2	2			3	1		
(%)	100	100	-		-	7,7	0,464		13,3	15,4	1,000		20,0	7,7	0,600	
Minimum	$5,8 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$			0	0			0	0			0	0		
Median	$1,5 \times 10^8$	$8,8 \times 10^7$			-	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
Standard-abweichung	$4,9 \times 10^8$	$1,1 \times 10^9$			-	$1,0 \times 10^{-1}$			$1,1 \times 10^4$	$1,9 \times 10^1$			$2,3 \times 10^2$	$0,2 \times 10^1$		
Mittelwert	$4,2 \times 10^8$	$6,6 \times 10^8$			-	$3,0 \times 10^{-2}$			$2,8 \times 10^3$	$0,8 \times 10^1$			$6,5 \times 10^1$	$4,6 \times 10^{-1}$		
Mann-Whitney	77,000				90,000				97,500				85,000			
Sig. (2-seit.)	0,345				0,283				1,000				0,344			
Maximum	$1,8 \times 10^9$	$3,6 \times 10^9$			-	$3,6 \times 10^{-1}$			$4,2 \times 10^4$	$6,0 \times 10^1$			$9,0 \times 10^2$	$0,6 \times 10^1$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g

Tab. A41: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter Joghurt

	Gesamtkeimzahl ¹		Pearson		Coliforme Keime ²		Pearson		Hefen ¹		Schimmelpilze ¹		Pearson	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	15	15			15	15			15	15	15	15		
positiv (%)	15	15			3	0	3,333	0,068	1	2	0	3	0,370	3,333
	100	100	-		20,0	-	0,068		6,7	13,3	-	20,0	0,543	0,068
Minimum	$5,8 \times 10^6$	$5,8 \times 10^6$			0	0			0	0	0	0		
Median	$5,0 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$			0,00	-			0,00	0,00	-	0,00		
Standardabweichung	$4,2 \times 10^8$	$4,9 \times 10^8$			$2,8 \times 10^1$	-			$1,9 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	-	$2,3 \times 10^2$		
Mittelwert	$5,3 \times 10^8$	$4,2 \times 10^8$			$0,7 \times 10^1$	-			$4,9 \times 10^2$	$2,8 \times 10^3$	-	$6,5 \times 10^1$		
Wilcoxon			-1,761											
Sig. (2-seit.)			0,078											
Maximum	$1,5 \times 10^9$	$1,8 \times 10^9$			$1,1 \times 10^2$	-			$7,4 \times 10^3$	$4,2 \times 10^4$	-	$9,0 \times 10^2$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A42: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter Joghurt

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		Hefen ¹		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	13	13			13	13			13	13	13	13		
positiv (%)	13	13			2	0			5	2	4	1		
	100	100	-		15,4	-	0,480		38,5	15,4	30,8	7,7	0,378	0,322
Minimum	$3,5 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$			0	0			0	0	0	0		
Median	$2,4 \times 10^8$	$8,8 \times 10^7$			0,00	-			0,00	0,00	0,00	0,00		
Standardabweichung	$8,9 \times 10^8$	$1,1 \times 10^9$			$2,7 \times 10^{-1}$	-			$4,4 \times 10^2$	$1,9 \times 10^1$	$0,4 \times 10^1$	$0,2 \times 10^1$		
Mittelwert	$6,6 \times 10^8$	$6,6 \times 10^8$			$1,0 \times 10^{-1}$	-			$1,3 \times 10^2$	$0,8 \times 10^1$	$0,2 \times 10^1$	$4,6 \times 10^{-1}$		
Wilcoxon			-1,572											
Sig. (2-seit.)			0,116											
Maximum	$2,4 \times 10^9$	$3,6 \times 10^9$			$9,2 \times 10^{-1}$	-			$1,6 \times 10^3$	$6,0 \times 10^1$	$1,5 \times 10^1$	$0,6 \times 10^1$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A43: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Sauermilchkäse am Kauftag

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		E. coli ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher			
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)		
n	4	4			4	4			4	4			4	4			4	4				
positiv (%)	4	4	-		3	2			1	0			2	3			4	4				
	100	100			75,0	50,0			25,0	-			50,0	75,0			100	100				
Minimum	1,8 x 10 ⁸	5,5 x 10 ⁷			0	0			0	0			0	0			1,3 x 10 ⁵	5,4 x 10 ⁴				
Median	7,9 x 10 ⁸	1,9 x 10 ⁸			0,2 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹			0,00	-			5,0 x 10 ⁴	2,3 x 10 ⁵			1,6 x 10 ⁵	2,2 x 10 ⁵				
Standard-abweichung	5,4 x 10 ⁸	2,5 x 10 ⁸			2,3 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹			4,6 x 10 ⁻¹	-			2,1 x 10 ⁶	2,5 x 10 ⁵			2,2 x 10 ⁵	4,9 x 10 ⁵				
Mittelwert	7,9 x 10 ⁸	2,5 x 10 ⁸			1,2 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹			2,3 x 10 ⁻¹	-			1,1 x 10 ⁶	2,5 x 10 ⁵			2,6 x 10 ⁵	4,0 x 10 ⁵				
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)																						
Maximum	9,0 x 10 ⁸	5,8 x 10 ⁸			4,6 x 10 ¹	0,2 x 10 ¹			9,2 x 10 ⁻¹	-			4,3 x 10 ⁶	5,2 x 10 ⁵			4,4 x 10 ⁵	1,1 x 10 ⁶				

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁶ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g

Tab. A44: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Sauermilchkäse am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher							
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)						
n	4	4			4	4			4	4			4	4								
positiv (%)	4	4	-		2	1			2	3			4	4								
	100	100			50,0	25,0			50,0	75,0			100	100								
Minimum	2,6 x 10 ⁸	1,6 x 10 ⁷			0	0			0	0			1,4 x 10 ⁵	1,9 x 10 ²								
Median	2,5 x 10 ⁸	1,1 x 10 ⁸			0,1 x 10 ¹	0,00			3,0 x 10 ³	1,4 x 10 ⁵			1,6 x 10 ⁵	6,9 x 10 ⁴								
Standard-abweichung	3,4 x 10 ⁸	7,6 x 10 ⁸			2,3 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹			3,3 x 10 ⁶	7,7 x 10 ⁴			5,7 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁵								
Mittelwert	4,0 x 10 ⁸	4,6 x 10 ⁸			1,2 x 10 ¹	5,8 x 10 ⁻¹			1,7 x 10 ⁶	1,1 x 10 ⁵			4,4 x 10 ⁵	1,1 x 10 ⁵								
Mann-Whitney Sig. (2-seit.)																						
Maximum	1,3 x 10 ⁹	1,6 x 10 ⁹			4,6 x 10 ¹	0,2 x 10 ¹			6,6 x 10 ⁶	1,7 x 10 ⁵			1,3 x 10 ⁶	2,9 x 10 ⁵								

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁶ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g

Tab. A45: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter Sauermilchkäse

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		E. coli ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher			
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)		
n	4	4			4	4			4	4			4	4			4	4				
positiv (%)	4	4			3	2			1	0			2	2			4	4				
	100	100	-		75,0	50,0	1,000		25,0	-	1,000		50,0	50,0	1,000		100	100				
Minimum	1,8 x 10 ⁸	2,6 x 10 ⁸			0	0			0	0			0	0			1,3 x 10 ⁵	1,4 x 10 ⁵				
Median	7,9 x 10 ⁸	2,5 x 10 ⁸			0,2 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹			0,00	-			5,0 x 10 ⁴	3,0 x 10 ³			1,6 x 10 ⁵	1,6 x 10 ⁵				
Standard-abweichung	5,4 x 10 ⁸	3,4 x 10 ⁸			2,3 x 10 ¹	2,3 x 10 ¹			4,6 x 10 ⁻¹	-			2,1 x 10 ⁶	3,3 x 10 ⁶			2,2 x 10 ⁵	5,7 x 10 ⁵				
Mittelwert	7,9 x 10 ⁸	4,0 x 10 ⁸			1,2 x 10 ¹	1,2 x 10 ¹			2,3 x 10 ⁻¹	-			1,1 x 10 ⁶	1,7 x 10 ⁶			2,6 x 10 ⁵	4,4 x 10 ⁵				
Wilcoxon			-1,841				-0,272														-1,134	
Sig. (2-seit.)			0,066				0,785															0,257
Maximum	9,0 x 10 ⁸	1,3 x 10 ⁹			4,6 x 10 ¹	4,6 x 10 ¹			9,2 x 10 ⁻¹				4,3 x 10 ⁶	6,6 x 10 ⁶			4,4 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁶				

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A46: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter Sauermilchkäse

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher		
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	
n	4	4			4	4			4	4			4	4			
positiv (%)	4	4			2	1			3	3			4	4			
	100	100	-		50,0	25,0	1,000		75,0	75,0	-		100	100			
Minimum	5,5 x 10 ⁷	1,6 x 10 ⁷			0	0			0	0			5,4 x 10 ⁴	1,9 x 10 ²			
Median	1,9 x 10 ⁸	1,1 x 10 ⁸			0,1 x 10 ¹	0,00			2,3 x 10 ⁵	1,4 x 10 ⁵			2,2 x 10 ⁵	6,9 x 10 ⁴			
Standard-abweichung	2,5 x 10 ⁸	7,6 x 10 ⁸			0,1 x 10 ¹	0,1 x 10 ¹			2,5 x 10 ⁵	7,7 x 10 ⁴			4,9 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁵			
Mittelwert	2,5 x 10 ⁸	4,6 x 10 ⁸			0,1 x 10 ¹	5,8 x 10 ⁻¹			2,5 x 10 ⁵	1,1 x 10 ⁵			4,0 x 10 ⁵	1,1 x 10 ⁵			
Wilcoxon			-0,368				-1,000										-1,095
Sig. (2-seit.)			0,713				0,317										0,273
Maximum	5,8 x 10 ⁸	1,6 x 10 ⁹			0,2 x 10 ¹	0,2 x 10 ¹			5,2 x 10 ⁵	1,7 x 10 ⁵			1,1 x 10 ⁶	2,9 x 10 ⁵			

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A47: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Schnittkäse am Kauftag

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	11	11			11	11			11	11			11	11		
positiv (%)	11	11	-		3	4	0,659		11	11			1	3		
Minimum	$2,0 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$			0	0			$3,0 \times 10^1$	0			0	0		
Median	$1,2 \times 10^7$	$8,6 \times 10^7$			0,00	0,00			$2,2 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$			0,00	$1,8 \times 10^1$		
Standardabweichung	$1,1 \times 10^8$	$1,0 \times 10^9$			$1,9 \times 10^1$	$9,0 \times 10^{-1}$			$2,8 \times 10^4$	$7,5 \times 10^4$			$1,3 \times 10^1$	$7,5 \times 10^3$		
Mittelwert	$5,7 \times 10^7$	$4,3 \times 10^8$			$1,1 \times 10^1$	$6,0 \times 10^{-1}$			$9,2 \times 10^3$	$4,1 \times 10^4$			$0,4 \times 10^1$	$2,4 \times 10^3$		
Mann Whitney	30,000				57,000				57,500				26,000			
Sig. (2-seit.)	0,045*				0,790				0,844				0,009**			
Maximum	$8,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^8$			$4,6 \times 10^1$	$2,3 \times 10^0$			$9,4 \times 10^4$	$2,4 \times 10^5$			$4,2 \times 10^1$	$2,5 \times 10^4$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, *signifikant, ** sehr signifikant

Tab. A48: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Schnittkäse am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatum

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	11	11			11	11			11	11			11	11		
positiv (%)	11	11	-		5	2	0,635		10	11			7	4		
Minimum	$2,5 \times 10^5$	$5,6 \times 10^6$			0	0			$1,3 \times 10^2$	$7,0 \times 10^0$			0	0		
Median	$7,4 \times 10^6$	$1,2 \times 10^8$			0,00	0,00			$2,0 \times 10^2$	$1,4 \times 10^3$			0,00	0,00		
Standardabweichung	$2,1 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$			$2,1 \times 10^1$	$7,2 \times 10^1$			$2,4 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$			$0,9 \times 10^1$	$3,1 \times 10^1$		
Mittelwert	$8,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^8$			$1,3 \times 10^1$	$2,2 \times 10^1$			$8,2 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$			$0,3 \times 10^1$	$1,3 \times 10^1$		
Mann Whitney	21,500				49,500				51,500				53,000			
Sig. (2-seit.)	0,010**				0,357				0,554				0,551			
Maximum	$7,0 \times 10^8$	$7,0 \times 10^8$			$4,6 \times 10^1$	$2,4 \times 10^2$			$8,0 \times 10^4$	$5,4 \times 10^4$			$3,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, *signifikant, ** sehr signifikant

Tab. A49: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter Schnittkäse

	Gesamtkeimzahl ¹		Fischer		Coliforme Keime ²		Fischer		Hefen ¹		Fischer		Schimmelpilze ¹		Fischer	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	11	11			11	11			11	11			11	11		
positiv (%)	11	11			3	5			11	10			1	7		
	100	100	-		27,3	45,5	1,000		100	90,9	1,000		9,1	63,6	0,586	
Minimum	$2,0 \times 10^5$	$2,5 \times 10^5$			0	0			$3,0 \times 10^1$	$1,3 \times 10^2$			0	0		
Median	$1,2 \times 10^7$	$7,4 \times 10^6$			0,00	0,00			$2,2 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$			0,00	0,00		
Standard-abweichung	$1,1 \times 10^8$	$2,1 \times 10^8$			$1,9 \times 10^1$	$2,1 \times 10^1$			$2,8 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$			$1,3 \times 10^1$	$0,9 \times 10^1$		
Mittelwert	$5,7 \times 10^7$	$8,3 \times 10^7$			$1,1 \times 10^1$	$1,3 \times 10^1$			$9,2 \times 10^3$	$8,2 \times 10^3$			$0,4 \times 10^1$	$0,3 \times 10^1$		
Wilcoxon			-0,801													
Sig. (2-seit.)			0,423													
Maximum	$8,3 \times 10^7$	$7,0 \times 10^8$			$4,6 \times 10^1$	$4,6 \times 10^1$			$9,4 \times 10^4$	$8,0 \times 10^4$			$4,2 \times 10^1$	$3,0 \times 10^1$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A50: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter Schnittkäse

	Gesamtkeimzahl ¹		Fischer		Coliforme Keime ²		Fischer		Hefen ¹		Fischer		Schimmelpilze ¹		Fischer	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	11	11			11	11			11	11			11	11		
positiv (%)	11	11			4	2			11	11			3	4		
	100	100	0,361		36,4	18,2	1,000		100	100	-		27,3	36,4	0,395	
Minimum	$2,3 \times 10^6$	$5,6 \times 10^6$			0	0			0	$7,0 \times 10^0$			0	0		
Median	$8,6 \times 10^7$	$1,2 \times 10^8$			0,00	0,00			$1,6 \times 10^2$	$1,4 \times 10^3$			$1,8 \times 10^1$	0,00		
Standard-abweichung	$1,0 \times 10^9$	$2,4 \times 10^8$			$9,0 \times 10^{-1}$	$7,2 \times 10^1$			$7,5 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$			$7,5 \times 10^3$	$3,1 \times 10^1$		
Mittelwert	$4,3 \times 10^8$	$2,3 \times 10^8$			$6,0 \times 10^{-1}$	$2,2 \times 10^1$			$4,1 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$			$2,4 \times 10^3$	$1,3 \times 10^1$		
Wilcoxon			-0,561													
Sig. (2-seit.)			0,575													
Maximum	$2,3 \times 10^8$	$7,0 \times 10^8$			$0,2 \times 10^1$	$2,4 \times 10^2$			$2,4 \times 10^5$	$5,4 \times 10^4$			$2,5 \times 10^4$	$1,0 \times 10^2$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A51: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Weichkäse am Kauftag

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		E. coli ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	6	6			6	6			6	6			6	6			6	6		
positiv (%)	100	100	-	-	33,3	66,7	0,567	0,567	0	2	33,3	0,455	5	6	1,000	6	6	100	100	-
Minimum	$2,7 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$			0	0			0	0			0	$1,7 \times 10^3$			$2,8 \times 10^4$	$5,8 \times 10^4$		
Median	$3,6 \times 10^8$	$1,0 \times 10^9$			0,00	$2,4 \times 10^1$			-	0,00			$1,4 \times 10^4$	$7,1 \times 10^5$			$5,0 \times 10^4$	$6,8 \times 10^5$		
Standard-abweichung	$4,2 \times 10^8$	$3,3 \times 10^9$			$9,2 \times 10^1$	$9,6 \times 10^2$			-	$1,9 \times 10^1$			$2,3 \times 10^4$	$1,2 \times 10^6$			$1,9 \times 10^7$	$1,4 \times 10^6$		
Mittelwert	$4,5 \times 10^8$	$2,5 \times 10^9$			$4,2 \times 10^1$	$4,5 \times 10^2$			-	$0,8 \times 10^1$			$2,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^6$			$1,0 \times 10^7$	$1,1 \times 10^6$		
Mann-Whitney	14,000				11,000					12,000			5,000				12,000			
Sig. (2-seit.)	0,522				0,228					0,140			0,037*				0,337			
Maximum	$1,2 \times 10^9$	$8,0 \times 10^9$			$2,3 \times 10^2$	$2,4 \times 10^3$			-	$4,6 \times 10^1$			$5,9 \times 10^4$	$2,6 \times 10^6$			$4,6 \times 10^7$	$3,8 \times 10^6$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, * signifikant

Tab. A52: statistische Auswertung der Ergebnisse in konventionell und ökologisch erzeugter Weichkäse am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		E. coli ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	6	6			6	6			6	6			6	6			6	6		
positiv (%)	100	100	-	-	3	3	-	-	0	1	16,7	1,000	5	6	1,000	6	6	100	100	-
Minimum	$2,2 \times 10^7$	$3,8 \times 10^7$			0	0			0	0			0	$3,7 \times 10^2$			$1,2 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$		
Median	$1,3 \times 10^8$	$5,6 \times 10^8$			$0,1 \times 10^1$	$1,8 \times 10^1$			-	0,00			$1,8 \times 10^4$	$2,2 \times 10^6$			$3,4 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$		
Standard-abweichung	$4,6 \times 10^8$	$5,1 \times 10^8$			$4,5 \times 10^3$	$1,8 \times 10^1$			-	$0,4 \times 10^1$			$6,0 \times 10^4$	$5,6 \times 10^6$			$1,3 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$		
Mittelwert	$3,4 \times 10^8$	$5,5 \times 10^8$			$1,8 \times 10^3$	$0,9 \times 10^1$			-	$0,2 \times 10^1$			$4,1 \times 10^4$	$4,6 \times 10^6$			$5,9 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$		
Mann-Whitney	15,000				16,000					15,000			11,000				17,000			
Sig. (2-seit.)	0,631				0,732					0,317			0,262				0,873			
Maximum	$1,2 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$			$1,1 \times 10^4$	$4,6 \times 10^1$			-	$0,9 \times 10^1$			$1,6 \times 10^5$	$1,2 \times 10^7$			$3,3 \times 10^7$	$3,0 \times 10^6$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g

Tab. A53: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter Weichkäse

	Gesamtkeimzahl ¹		Fischer		Coliforme Keime ²		Fischer		Hefen ¹		Fischer		Schimmelpilze ¹		Fischer	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	6	6			6	6			6	6			6	6		
positiv (%)	6	6			2	3			5	5			6	6		
	100	100			33,3	50,0		1,000	83,8	83,8			100	100		
Minimum	2,7 x 10 ⁷	2,2 x 10 ⁷			0	0			0	0			2,8 x 10 ⁴	1,2 x 10 ⁴		
Median	3,6 x 10 ⁸	1,3 x 10 ⁸			0,00	0,1 x 10 ¹			1,4 x 10 ⁴	1,8 x 10 ⁴			5,0 x 10 ⁴	3,4 x 10 ⁵		
Standardabweichung	4,2 x 10 ⁸	4,6 x 10 ⁸			9,2 x 10 ¹	4,5 x 10 ³			2,3 x 10 ⁴	6,0 x 10 ⁴			1,9 x 10 ⁷	1,3 x 10 ⁷		
Mittelwert	4,5 x 10 ⁸	3,4 x 10 ⁸			4,2 x 10 ¹	1,8 x 10 ³			2,0 x 10 ⁴	4,1 x 10 ⁴			1,0 x 10 ⁷	5,9 x 10 ⁶		
Wilcoxon			-0,943				-1,095									-0,734
Sig. (2-seit.)			0,345				0,273									0,463
Maximum	1,2 x 10 ⁹	1,2 x 10 ⁹			2,3 x 10 ²	1,1 x 10 ⁴			5,9 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁵			4,6 x 10 ⁷	3,3 x 10 ⁷		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁹ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁶ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A54: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter Weichkäse

	Gesamtkeimzahl ¹		Fischer		Coliforme Keime ²		Fischer		E. coli ²		Fischer		Hefen ¹		Fischer		Schimmelpilze ¹		Fischer	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	6	6			6	6			6	6			6	6			6	6		
positiv (%)	6	6			4	3			2	1			6	6			6	6		
	100	100			66,7	50,0		1,000	33,3	16,7		1,000	100	100			100	100		
Minimum	5,0 x 10 ⁷	3,8 x 10 ⁷			0	0			0	0			1,7 x 10 ³	3,7 x 10 ²			5,8 x 10 ⁴	2,4 x 10 ⁴		
Median	1,0 x 10 ⁹	5,6 x 10 ⁸			2,4 x 10 ¹	1,8 x 10 ⁻¹			0,00	0,00			7,1 x 10 ⁵	2,2 x 10 ⁶			6,8 x 10 ⁵	2,1 x 10 ⁵		
Standardabweichung	3,3 x 10 ⁹	5,1 x 10 ⁸			9,6 x 10 ²	1,8 x 10 ¹			1,9 x 10 ¹	0,4 x 10 ¹			1,2 x 10 ⁶	5,6 x 10 ⁶			1,4 x 10 ⁶	1,5 x 10 ⁶		
Mittelwert	2,5 x 10 ⁹	5,5 x 10 ⁸			4,5 x 10 ²	0,9 x 10 ¹			0,8 x 10 ¹	0,2 x 10 ¹			1,1 x 10 ⁶	4,6 x 10 ⁶			1,1 x 10 ⁶	1,1 x 10 ⁶		
Wilcoxon			-1,992				-1,461													
Sig. (2-seit.)			0,046*				0,144													
Maximum	8,0 x 10 ⁹	1,1 x 10 ⁹			2,4 x 10 ³	4,6 x 10 ¹			4,6 x 10 ¹	0,9 x 10 ¹			2,6 x 10 ⁶	1,2 x 10 ⁷			3,8 x 10 ⁶	3,0 x 10 ⁶		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁹ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁶ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums, * signifikant

Tab. A55: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Speisequarks am Kauftag

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		<i>B. cereus</i> ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	12	12			12	12			12	12			12	12			12	12		
positiv (%)	12	12			3	1			1	2			8	8			3	8		
	100	100	-		25,0	8,3	0,590		8,3	16,7	1,000		66,7	66,7	1,000		25,0	66,7		0,100
Minimum	$2,0 \times 10^7$	$6,1 \times 10^4$			0	0			0	0			0	0			0	0		
Median	$3,0 \times 10^8$	$2,2 \times 10^7$			0,00	0,00			0,00	0,00			$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^1$			0,00	$0,2 \times 10^1$		
Standardabweichung	$5,3 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$			$6,1 \times 10^3$	$6,6 \times 10^{-1}$			$2,7 \times 10^{-1}$	$1,4 \times 10^{-1}$			$3,7 \times 10^4$	$1,6 \times 10^3$			$6,1 \times 10^2$	$4,0 \times 10^3$		
Mittelwert	$4,8 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$			$1,8 \times 10^3$	$1,9 \times 10^{-1}$			$7,7 \times 10^{-2}$	$6,0 \times 10^{-2}$			$2,4 \times 10^4$	$4,8 \times 10^3$			$2,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$		
Mann Whitney Sig. (2-seit.)	24,000				58,500				67,000				48,500				43,500			
	0,006**				0,230				0,615				0,271				0,073			
Maximum	$1,6 \times 10^9$	$9,2 \times 10^8$			$2,1 \times 10^4$	$0,2 \times 10^1$			$9,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$			$1,2 \times 10^5$	$5,4 \times 10^4$			$2,1 \times 10^3$	$1,4 \times 10^4$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, ** sehr signifikant

Tab. A56: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Speisequarks am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		<i>B. cereus</i> ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	12	12			12	12			12	12			12	12			12	12		
positiv (%)	12	12			2	3			1	1			7	5			5	3		
	100	100	-		16,7	25,0	1,000		8,3	8,3	1,000		58,3	41,7	0,684		41,7	25,0		0,667
Minimum	$1,2 \times 10^7$	$2,2 \times 10^5$			0	0			0	0			0	0			0	0		
Median	$3,2 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$			0,00	0,00			0,00	0,00			$0,5 \times 10^1$	0,00			0,00	0,00		
Standardabweichung	$2,3 \times 10^8$	$1,8 \times 10^7$			$6,1 \times 10^2$	$6,7 \times 10^{-1}$			$0,1 \times 10^1$	$6,6 \times 10^{-1}$			$7,3 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$			$5,2 \times 10^2$	$9,5 \times 10^2$		
Mittelwert	$1,4 \times 10^8$	$1,8 \times 10^7$			$1,8 \times 10^2$	$2,7 \times 10^{-1}$			$3,6 \times 10^{-1}$	$1,9 \times 10^{-1}$			$2,9 \times 10^4$	$3,4 \times 10^3$			$1,5 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$		
Mann Whitney Sig. (2-seit.)	33,500				68,000				71,500				62,500				61,000			
	0,026*				0,745				0,952				0,558				0,448			
Maximum	$7,9 \times 10^8$	$5,4 \times 10^7$			$2,1 \times 10^3$	$0,2 \times 10^1$			$0,4 \times 10^1$	$0,2 \times 10^1$			$2,4 \times 10^5$	$3,6 \times 10^4$			$1,8 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, * signifikant

Tab. A57: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter Speisequarks

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		B. cereus ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher			
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	12	12	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	12	12	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	12	12	Sig.	(2-seit.)
n	12	12			3	2	1	1	1	1	8	7	3	5	1,000	1,000	25,0	41,7	0	0	1,000	0,667
positiv (%)	100	100	-		25,0	16,7	8,3	8,3	1,000		66,7	58,3	25,0	41,7	1,000		25,0	41,7	0	0	1,000	0,667
Minimum	2,0 x 10 ⁷	1,2 x 10 ⁷			0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0		
Median	3,0 x 10 ⁸	3,2 x 10 ⁷			0,00	0,00	0,00	0,00			1,1 x 10 ³	0,5 x 10 ¹	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00		
Standardabweichung	5,3 x 10 ⁸	2,3 x 10 ⁸			6,1 x 10 ³	6,1 x 10 ²	2,7 x 10 ⁻¹	0,1 x 10 ¹			3,7 x 10 ⁴	7,3 x 10 ⁴	6,1 x 10 ²	5,2 x 10 ²			6,1 x 10 ²	5,2 x 10 ²	6,1 x 10 ²	5,2 x 10 ²		
Mittelwert	4,8 x 10 ⁸	1,4 x 10 ⁸			1,8 x 10 ³	1,8 x 10 ²	7,7 x 10 ⁻²	3,6 x 10 ⁻¹			2,4 x 10 ⁴	2,9 x 10 ⁴	2,0 x 10 ²	1,5 x 10 ²			2,0 x 10 ²	1,5 x 10 ²	2,0 x 10 ²	1,5 x 10 ²		
Wilcoxon		-2,746			-1,461		-1,000				-1,274		-0,105				-0,105		-0,105			
Sig. (2-seit.)		0,006**			0,144		0,317				0,203		0,916				0,916		0,916			
Maximum	1,6 x 10 ⁹	7,9 x 10 ⁸			2,1 x 10 ⁴	2,1 x 10 ³	9,2 x 10 ⁻¹	0,4 x 10 ¹			1,2 x 10 ⁵	2,4 x 10 ⁵	2,1 x 10 ³	1,8 x 10 ³			2,1 x 10 ³	1,8 x 10 ³	2,1 x 10 ³	1,8 x 10 ³		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums, ** sehr signifikant

Tab. A58: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter Speisequarks

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		B. cereus ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher			
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	12	12	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	12	12	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	12	12	Sig.	(2-seit.)
n	12	12			1	3	2	1	1	1	8	5	8	3	1,000	1,000	66,7	41,7	8	3	1,000	0,100
positiv (%)	100	100	-		8,3	25,0	0,590	0,590			66,7	41,7	66,7	41,7	1,000		66,7	41,7	66,7	25,0	1,000	0,100
Minimum	6,1 x 10 ⁴	2,2 x 10 ⁵			0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0		
Median	2,2 x 10 ⁷	1,7 x 10 ⁷			0,00	0,00	0,00	0,00			1,1 x 10 ¹	0,00	0,2 x 10 ¹	0,00			0,2 x 10 ¹	0,00	0,2 x 10 ¹	0,00		
Standardabweichung	2,6 x 10 ⁸	1,8 x 10 ⁷			6,6 x 10 ⁻¹	6,7 x 10 ⁻¹	1,4 x 10 ⁻¹	6,6 x 10 ⁻¹			1,6 x 10 ³	1,0 x 10 ⁴	4,0 x 10 ³	9,5 x 10 ²			4,0 x 10 ³	9,5 x 10 ²	4,0 x 10 ³	9,5 x 10 ²		
Mittelwert	1,0 x 10 ⁸	1,8 x 10 ⁷			1,9 x 10 ⁻¹	2,7 x 10 ⁻¹	6,0 x 10 ⁻²	1,9 x 10 ⁻¹			4,8 x 10 ³	3,4 x 10 ³	1,3 x 10 ³	2,8 x 10 ²			1,3 x 10 ³	2,8 x 10 ²	1,3 x 10 ³	2,8 x 10 ²		
Wilcoxon		-0,628			-1,342		-0,447				-0,140		-2,035				-2,035		-2,035			
Sig. (2-seit.)		0,530			0,180		0,655				0,889		0,042*				0,042*		0,042*			
Maximum	9,2 x 10 ⁸	5,4 x 10 ⁷			0,2 x 10 ¹	0,2 x 10 ¹	3,6 x 10 ⁻¹	0,2 x 10 ¹			5,4 x 10 ⁴	3,6 x 10 ⁴	1,4 x 10 ⁴	3,3 x 10 ³			1,4 x 10 ⁴	3,3 x 10 ³	1,4 x 10 ⁴	3,3 x 10 ³		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁰ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums, * signifikant

Tab. A59: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Pasta-filata-Käse am Kauftag

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	4	4			4	4			4	4			4	4		
positiv (%)	4	4			0	2			4	4			0	3		
	100	100			-	50,0		0,429	100	100			-	75,0		0,143
Minimum	8,0 x 10 ⁷	4,6 x 10 ⁷			0	0			6,0 x 10 ⁰	7,0 x 10 ⁰			0	0		
Median	6,8 x 10 ⁸	1,5 x 10 ⁸			-	4,7 x 10 ⁶			8,0 x 10 ⁴	3,3 x 10 ⁴			-	3,7 x 10 ¹		
Standard-abweichung	3,3 x 10 ⁸	2,5 x 10 ⁸			-	5,4 x 10 ⁶			5,8 x 10 ⁴	3,3 x 10 ⁵			-	2,2 x 10 ⁴		
Mittelwert	5,6 x 10 ⁸	2,3 x 10 ⁸			-	4,7 x 10 ⁶			7,5 x 10 ⁴	1,9 x 10 ⁵			-	1,1 x 10 ⁴		
Mann-Withney Sig. (2-seit.)		2,000				4,000				7,000				2,000		
		0,083				0,127				0,773				0,047*		
Maximum	7,9 x 10 ⁸	5,8 x 10 ⁸			-	9,3 x 10 ⁶			1,4 x 10 ⁵	6,8 x 10 ⁵			-	4,4 x 10 ⁴		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁵ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g, * signifikant

Tab. A60: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell und ökologisch erzeugter Pasta-filata-Käse am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Coliforme Keime ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)	kon	öko	Sig.	(2-seit.)
n	4	4			4	4			4	4			4	4		
positiv (%)	4	4			0	2			4	3			0	1		
	100	100			-	50,0		0,429	100	75,0		1,000	-	25,0		1,000
Minimum	4,6 x 10 ⁶	3,4 x 10 ⁷			0	0			8,0 x 10 ⁰	0			0	0		
Median	2,9 x 10 ⁸	7,8 x 10 ⁷			-	1,2 x 10 ⁴			3,5 x 10 ⁴	1,7 x 10 ³			-	0,00		
Standard-abweichung	2,8 x 10 ⁸	1,7 x 10 ⁸			-	4,6 x 10 ⁶			3,8 x 10 ⁴	7,4 x 10 ⁴			-	2,2 x 10 ²		
Mittelwert	2,8 x 10 ⁸	1,5 x 10 ⁸			-	2,3 x 10 ⁶			3,6 x 10 ⁴	3,8 x 10 ⁴			-	1,1 x 10 ²		
Mann-Withney Sig. (2-seit.)		6,000				4,000				6,000				6,000		
		0,564				0,131				0,564				0,317		
Maximum	5,3 x 10 ⁸	4,0 x 10 ⁸			-	9,3 x 10 ⁶			7,3 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁵			-	4,3 x 10 ²		

¹Nachweisgrenze 1,0 x 10⁵ KbE/g, ²Nachweisgrenze 0,3 x 10⁰ KbE/g

Tab. A61: statistische Auswertung der Ergebnisse konventionell erzeugter Pasta-filata-Käse

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher		Hefen ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	4	4	4	(2-seit.)	4	4	4	(2-seit.)
positiv (%)	4	4	-		4	4		-
	100	100			100	100		
Minimum	$8,0 \times 10^7$	$4,6 \times 10^6$			$0,6 \times 10^1$	$0,8 \times 10^1$		
Median	$6,8 \times 10^8$	$2,9 \times 10^8$			$8,0 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$		
Standardabweichung	$3,3 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$			$5,8 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$		
Mittelwert	$5,6 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$			$7,5 \times 10^4$	$3,6 \times 10^4$		
Wilcoxon		-1,826				-1,473		
Sig. (2-seit.)		0,068				0,141		
Maximum	$7,9 \times 10^8$	$5,3 \times 10^8$			$1,4 \times 10^5$	$7,3 \times 10^4$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Tab. A62: statistische Auswertung der Ergebnisse ökologisch erzeugter Pasta-filata-Käse

	Gesamtkeimzahl ¹		Fisher exakte Sig.		Coliforme Keime ²		Fisher		Hefen ¹		Fisher		Schimmelpilze ¹		Fisher	
	Kauftag	MHD	(2-seitig)	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)	Kauftag	MHD	Sig.	(2-seit.)
n	4	4	(2-seitig)	(2-seit.)	4	4	4	(2-seit.)	4	4	4	(2-seit.)	4	4	4	(2-seit.)
positiv (%)	4	4	-		2	2			4	3			3	1		
	100	100			50,0	50,0	1,000		100	75,0	1,000		75,0	25,0	0,486	
Minimum	$4,6 \times 10^7$	$3,4 \times 10^7$			0	0			$7,0 \times 10^0$	0			0	0		
Median	$1,5 \times 10^8$	$7,8 \times 10^7$			$4,7 \times 10^6$	$1,2 \times 10^4$			$3,3 \times 10^4$	$1,7 \times 10^3$			$3,7 \times 10^1$	0,00		
Standardabweichung	$2,5 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$			$5,4 \times 10^6$	$4,6 \times 10^6$			$3,3 \times 10^5$	$7,4 \times 10^4$			$2,2 \times 10^4$	$2,2 \times 10^2$		
Mittelwert	$2,3 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$			$4,7 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$			$1,9 \times 10^5$	$3,8 \times 10^4$			$1,1 \times 10^4$	$1,1 \times 10^2$		
Wilcoxon		-1,826				-1,000				-1,826				-0,535		
Sig. (2-seit.)		0,068				0,317				0,068				0,593		
Maximum	$5,8 \times 10^8$	$4,0 \times 10^8$			$9,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^6$			$6,8 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$			$4,4 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$		

¹Nachweisgrenze $1,0 \times 10^0$ KbE/g, ²Nachweisgrenze $0,3 \times 10^0$ KbE/g, MHD = Untersuchung am Ende des ausgewiesenen Mindesthaltbarkeitsdatums

Danksagung

Angenehm sind die erledigten Arbeiten.

(Marcus Tullius Cicero)

Zu guter Letzt gilt mein besonderer Dank:

- Herrn Professor Dr. K. Fehlhaber, Direktor des Instituts für Lebensmittelhygiene an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig, für die Überlassung des Themas und seiner Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit.
- Frau PD Dr. P. Braun für die freundliche Unterstützung, ihren allzeit gewährten fachlichen Rat und vor allem für das unermüdliche Korrekturlesen meiner Dissertationsschrift.
- Frau Dr. M. Ludewig, die stets ein offenes Ohr für meine Fragen hatte, und bei Frau R. Sehm, die auf so großzügige und immer sehr hilfreiche Weise ihr Labor mit mir teilte.
- Dem Fachbereich 3.3 des LAVES-Veterinärinstitutes Hannover und insbesondere Frau Dr. C. Dildei und Herrn Dr. B. Dolzinski, die mich sehr beim Gelingen dieser Arbeit unterstützt haben.
- Herrn. D. Krowas aus der MLUA Oranienburg für die gewährte Hilfe und seinen freundlichen Rat.
- Herrn A. Richter, Mitarbeiter an der Ambulatorischen und Geburtshilflichen Tierklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät in Leipzig, für die statistische, scheinbar nicht enden wollende Bearbeitung meiner Daten und die mir entgegengebrachte Geduld bei all meinen Fragen.
- Allen nicht namentlich genannten Angehörige des Institutes für Lebensmittelhygiene, für die freundliche Unterstützung und die schöne Zeit hier am Institut.
- Zuletzt gilt mein herzlichster Dank meinen Eltern, meinem Bruder und meinem Onkel Dr. G. Hautmann, die zu jeder möglichen und unmöglichen Zeit ein offenes Ohr für mich und meine Sorgen und Nöte hatten und nach scheinbar endlosen Korrekturlesen meiner Arbeit immer noch produktive Kritik äußerten.

Diese Promotion wurde mit Unterstützung der Begabtenförderung der Hanns-Seidel-Stiftung und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung erstellt.