



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Mikrobiologisches Screening von im österreichischen
Biofachhandel erhältlichen Fleisch-, Rohmilch- und
Getreideprodukten“

verfasst von

Stephanie Müller, Bakk.rer.nat., BSc (WU)

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Masterstudium Ernährungswissenschaften UG2002

Betreut von:

Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Mohammad Manafi

DANKSAGUNG

Mein Dank gebührt an erster Stelle dem Betreuer meiner Masterarbeit, Herrn Prof. Dr. Mohammad Manafi, der sich von der Themenfindung bis zur Fertigstellung der Arbeit stets durch seine Hilfsbereitschaft, sein Engagement und sein hohes Maß an Flexibilität auszeichnete. Bedanken möchte ich mich außerdem für das konstruktive Feedback und die überaus kompetente fachliche Betreuung.

Weiters möchte ich mich bei meiner Studienkollegin Sigrid Gruber ganz herzlich für die gegenseitige Unterstützung im Labor, die vielen produktiven Gespräche und ihren ausgeprägten Teamgeist bedanken.

Ganz besonderer Dank geht an Lisa Spörk, die mich beim Korrekturlesen der Arbeit unterstützte.

Letztendlich danke ich meinen lieben Eltern, Regina und Heinz Müller, die mir die Freiheit gaben, mein Studium selbstbestimmt und nach meinen eigenen Überzeugungen und Erwartungen zu gestalten.

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	VII
FORMELVERZEICHNIS.....	VIII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	IX

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG 1

2 LITERATURÜBERSICHT 3

2.1	Definition biologischer Landbau.....	3
2.1.1	Prinzipien des ökologischen Landbaus	3
2.1.2	Geschichte des ökologischen Landbaus.....	4
2.1.3	EU-Bio-Gesetzgebung	5
2.1.3.1	Verordnungen und Richtlinien	5
2.1.3.2	Anwendungsbereich.....	6
2.1.3.3	Importregeln.....	6
2.1.3.4	Kennzeichnung und EU-Bio-Logo	7
2.2	Erzeugung und Kauf von Bio-Lebensmitteln in Österreich	8
2.2.1	Motive für den Kauf von Bioprodukten	8
2.2.2	Österreichische Eigenerzeugung von Bio-Lebensmitteln	9
2.2.3	Importe von Bio-Lebensmitteln	9
2.3	Verzehr von Bioprodukten in Österreich	10
2.3.1	Einzelhandelsabsatz laut Agrarmarkt Austria	10
2.3.2	Absatz von Bioprodukten im Biofachhandel.....	13
2.4	Ernährungsphysiologische Qualität von Bioprodukten.....	13
2.5	Qualitätsbeeinflussung von Bioprodukten.....	15

2.5.1	Kontaminationsmöglichkeiten entlang der Wertschöpfungskette von Bioprodukten	15
2.5.2	Kontrolle ökologischer Betriebe	19
2.6	Mikrobiologische Qualität von Bioprodukten	20
2.6.1	Studienlage zur mikrobiologischen Qualität von Bioprodukten.....	21
2.6.1.1	Allgemein.....	23
2.6.1.2	Fleisch und Fleischerzeugnisse.....	23
2.6.1.3	Geflügel	25
2.6.1.4	Molkereiprodukte	26
2.6.1.5	Getreide.....	27
2.6.1.6	Müsli	28
2.6.1.7	Honig	28
2.6.1.8	Gemüse und Obst.....	28
2.6.1.9	Salat	29
2.6.1.10	Kräuter.....	30
2.6.2	Auswahl des Probenmaterials	31
2.6.3	Daten aus dem österreichischen Lebensmittelsicherheitsbericht 2012 ..	32
2.7	Charakterisierung häufig nachgewiesener Mikroorganismen	36
2.7.1	Coliforme Bakterien	36
2.7.2	<i>E. coli</i>	36
2.7.3	<i>Enterococcus</i> spp.....	36
2.7.4	<i>S. aureus</i>	37
2.7.5	<i>B. cereus</i>	37
2.7.6	<i>C. perfringens</i>	37
2.7.7	Hefen und Schimmelpilze	38
2.7.8	<i>Salmonella</i> spp.	38
2.7.9	<i>Campylobacter</i> spp.	38
2.7.10	<i>L. monocytogenes</i>	39
2.8	Mikrobiologische Grenzwerte für die untersuchten Bioprodukte.....	39
2.8.1	Mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel der EU-Kommission	39

2.8.2	Richt- und Warnwerte der DGHM	41
2.8.2.1	Fleisch und Fleischerzeugnisse	42
2.8.2.1.1	Rindfleisch.....	42
2.8.2.1.2	Schweinefleisch	43
2.8.2.1.3	Geflügelfleisch	43
2.8.2.1.4	Hackfleisch	44
2.8.2.1.5	Wurst	45
2.8.2.2	Rohmilch.....	45
2.8.2.3	Getreidemahlerzeugnisse.....	46
2.9	Daten zur Prävalenz von Lebensmittelinfektionen in Österreich	46
2.10	Antibiotikaresistenzen in Lebensmitteln.....	47
3	MATERIAL UND METHODEN	49
3.1	Probennahme	49
3.1.1	Probenziehung	49
3.1.2	Probenvorbereitung.....	51
3.2	Material	51
3.2.1	Geräte und Hilfsmittel.....	51
3.2.2	Chemikalien.....	52
3.3	Methoden	53
3.3.1	Bestimmung der Gesamtkeimzahl	53
3.3.2	Quantitativer Nachweis von Mikroorganismen.....	54
3.3.3	Qualitativer Nachweis von Mikroorganismen	57
3.4	Auswertung und Berechnung der Koloniezahl.....	59
3.5	Nachweis von Antibiotikaresistenzen	60

3.6	Datenanalyse	60
4	ERGEBNISSE	61
4.1	Quantitative Ergebnisse	61
4.2	Qualitative Ergebnisse.....	71
4.3	Prävalenz von Antibiotikaresistenzen	72
5	DISKUSSION	76
5.1	Limitationen	81
6	SCHLUSSBETRACHTUNG.....	83
7	ZUSAMMENFASSUNG	85
8	SUMMARY	87
9	LITERATURVERZEICHNIS.....	89
ANHANG	i	
LEBENS LAUF	ix	

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: EU-Bio-Logo [Europäische Kommission, o.J. a]	7
Abbildung 2: Bioumsätze in Österreich 2011 [BIO AUSTRIA, 2006b]	10
Abbildung 3: Wertmäßiger Vergleich des Absatzes von Bioprodukten im Einzelhandel zwischen 2011 und 2012 [RollAMA/AMA Marketing, 2012]	11
Abbildung 4: Mengenmäßiger Vergleich des Absatzes von Bioprodukten im Einzelhandel zwischen 2011 und 2012 [RollAMA/AMA Marketing, 2012]	12
Abbildung 5: Wertschöpfungskette Agrar- und Ernährungswirtschaft [Pöchtrager, 2011]	17
Abbildung 6: Herkunft des Probenmaterials nach Häufigkeiten	50
Abbildung 7: Methode zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl.....	54
Abbildung 8: Methode zum quantitativen Nachweis von coliformen Bakterien und <i>E. coli</i>	55
Abbildung 9: Methode zum zusätzlichen qualitativen Nachweis von coliformen Keimen und <i>E. coli</i> in flüssigen Lebensmitteln	55
Abbildung 10: Methode zum quantitativen Nachweis von Enterokokken.....	56
Abbildung 11: Methode zum quantitativen Nachweis von <i>S. aureus</i>	56
Abbildung 12: Methode zum quantitativen Nachweis von <i>B. cereus</i>	56
Abbildung 13: Methode zum quantitativen Nachweis von <i>C. perfringens</i>	57
Abbildung 14: Methode zum quantitativen Nachweis von Hefen und Schimmelpilzen	57
Abbildung 15: Methode zum qualitativen Nachweis von <i>Salmonella</i> spp.	58
Abbildung 16: Methode zum qualitativen Nachweis von <i>Campylobacter</i> spp.....	58
Abbildung 17: Methode zum qualitativen Nachweis von <i>L. monocytogenes</i>	59
Abbildung 18: Methode zum Nachweis von Antibiotikaresistenzen.....	60
Abbildung 19: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gesamtkeimzahl in KBE/g bzw. KBE/ml	62
Abbildung 20: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gehalte an coliformen Bakterien in KBE/g bzw. KBE/ml	64
Abbildung 21: Charakteristische <i>E. coli</i> auf CC-Agar [Eigene Aufnahme, 20.03.2014]...	65

Abbildung 22: Mikroskopaufnahme von <i>S. aureus</i> nach Gramfärbung [Eigene Aufnahme, 05.05.2014]	67
Abbildung 23: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gehalte an Hefen in KBE/g bzw. KBE/ml	68
Abbildung 24: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gehalte an Schimmelpilzen in KBE/g bzw. KBE/ml	69
Abbildung 25: Hefen und Schimmelpilze auf YGC-Agar [Eigene Aufnahme, 13.03.2014]	70
Abbildung 26: Mikroskopaufnahme verdächtiger Listerien nach Gramfärbung [Eigene Aufnahme, 28.02.2014]	72
Abbildung 27: Methicillin-resistente <i>S. aureus</i> auf chromID MRSA [Eigene Aufnahme, 09.05.2014]	73
Abbildung 28: ESBL-bildende <i>E. coli</i> auf chromID ESBL [Eigene Aufnahme, 09.05.2014]	74
Abbildung 29: Vancomycin-resistente <i>E. faecalis</i> auf chromID VRE [Eigene Aufnahme, 09.05.2014]	74
Abbildung 30: Positiver Nachweis von <i>E. coli</i> mit API 20E [Eigene Aufnahme, 06.05.2014]	vii
Abbildung 31: Positiver Nachweis von <i>S. aureus</i> mit API Staph [Eigene Aufnahme, 06.05.2014]	viii

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Wertgebende und wertmindernde Kriterien des Gesundheitswerts [Koerber, Männle und Leitzmann, 2004]	13
Tabelle 2: Studienlage zur mikrobiologischen Qualität von Bio-Lebensmitteln nach Kategorie, Land, Forscher(team) und Jahr	22
Tabelle 3: Kontrollergebnisse von Plan- und Verdachtsproben laut Lebensmittelsicherheitsbericht 2012 [BMG, 2013a]	35
Tabelle 4: Lebensmittelsicherheitskriterien für relevante Lebensmittelkategorien [Europäische Kommission, 2005]	41
Tabelle 5: Richt- und Warnwerte für rohes Rindfleisch ^{a)} [DGHM, 2011]	43
Tabelle 6: Richt- und Warnwerte für rohes Schweinefleisch ^{a)} [DGHM, 2011]	43
Tabelle 7: Richt- und Warnwerte für rohes Geflügelfleisch ^{a)} [DGHM, 2011]	43
Tabelle 8: Richt- und Warnwerte zur Beurteilung von ungewürztem und gewürztem Hackfleisch auf Handelsebene [DGHM, 2011]	44
Tabelle 9: Richt- und Warnwerte zur Beurteilung von Brühwurst, Kochwurst, Kochpökelware sowie Sülzen und Aspikwaren (ST = Stückware, ganze Stücke ohne Anschnitt; A = Aufschnittware, Scheiben und Stücke mit Anschnitt und Brühwürstchen) [DGHM, 2011]	45
Tabelle 10: Richt- und Warnwerte für Rohmilch ab Hof [GfL, 2013]	45
Tabelle 11: Richt- und Warnwerte für Getreidemahlerzeugnisse ^{a)} [DGHM, 2011]	46
Tabelle 12: Anzahl der berichteten lebensmittelbedingten Ausbrüche in Österreich, 2006-2012 [BMG & AGES, 2013]	47
Tabelle 13: Biofachhandel, aus dem Proben gezogen wurden	49
Tabelle 14: Häufigkeiten der Ökokontrollstellennummern	50
Tabelle 15: Zusammensetzung des Probenmaterials	61
Tabelle 16: Detaillierte Untersuchungsergebnisse - Kategorie Fleischprodukte	i
Tabelle 17: Detaillierte Untersuchungsergebnisse - Kategorie Rohmilchprodukte	ii
Tabelle 18: Detaillierte Untersuchungsergebnisse - Kategorie Getreideprodukte	iii
Tabelle 19: Ergebnisse der biochemischen Bestätigungen nach API	iv

FORMELVERZEICHNIS

Formel 1: Formel zur Berechnung der tatsächlichen Keimzahl	59
--	----

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AGES	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
AMA	Agrarmarkt Austria
a _w -Wert	Wasseraktivität; Maß für frei verfügbares Wasser in einem Material
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
CLA	konjugierte Linolensäuren
DGHM	Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie
ESBL	extended-spectrum-β-Laktamase
ESL-Milch	extended shelf life Milch; Milch mit längerer Haltbarkeit
GMP	Good Manufacturing Practice
GVO	gentechnisch veränderte Organismen
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
KBE	koloniebildende Einheit
LEH	Lebensmitteleinzelhandel
LMKV	Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung
LMSVG	Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz
MHD	Mindesthaltbarkeitsdatum
MRSA	Methicillin-resistente <i>S. aureus</i>
n.d.	nicht durchgeführt
n.n.	nicht nachweisbar
o.J.	ohne Jahr
RollAMA	rollierende Agrarmarkt-Analyse der Agrarmarkt Austria
VRE	Vancomycin-resistente Enterokokken
VTEC	Verotoxin-bildende <i>E. coli</i>

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Innerhalb der Europäischen Union wird hinsichtlich der Sicherheit von Lebensmitteln ein hohes Maß an Verbraucherschutz angestrebt. Unter Lebensmittelhygiene werden dabei „alle Maßnahmen und Vorkehrungen, die notwendig sind, um Gefahren unter Kontrolle zu bringen und zu gewährleisten, dass ein Lebensmittel unter Berücksichtigung seines Verwendungszwecks für den menschlichen Verzehr tauglich ist“ [EU Parlament und Rat der EU, 2004, Artikel 2], verstanden. Nun kann die Qualität eines Lebensmittels durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. So unterscheidet man zwischen unerwünschten Inhaltsstoffen, Lebensmittelzusatzstoffen, Rückständen, Kontaminanten und Mikroorganismen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich lediglich mit letzterer Gefahr, die als potentieller Erreger von Lebensmittelvergiftungen zu gravierenden Gesundheitsbeeinträchtigungen führen kann [BfR, 2014]. Von besonderem Interesse ist hierbei die mikrobiologische Beschaffenheit einer relativ neuen Produktgruppe - Lebensmittel biologischer Herkunft. Seit den 1960er Jahren ist die Anzahl der österreichischen Betriebe, die Pflanzenzucht und Tierhaltung nach den Prinzipien des ökologischen Landbaus betreiben, stetig gestiegen. Mit dem Beginn der Vermarktung von Bioprodukten durch große Supermarktketten und den Biofachhandel, wurden Bio-Lebensmittel einer breiten Masse zugänglich. Es kam zu einem regelrechten „Bio-Boom“ in Österreich und Europa, der nach wie vor anhält [BIO AUSTRIA, 2006c]. Trotz dieses Anstiegs des Verzehrs biologischer Lebensmittel, ist die Frage nach der Sicherheit dieser Nahrungsmittel nicht abschließend geklärt [Piqué et al., 2013]. So liegt zwar eine Vielzahl von Studien vor, die sich mit der chemischen Beschaffenheit, ernährungsphysiologischen Qualität und mikrobiologischen Beschaffenheit von Bioprodukten beschäftigt, doch liefern diese oftmals kontroverse Ergebnisse [Smith-Spangler et al., 2012]. Vor allem was die mikrobiologische Qualität von Erzeugnissen der biologischen Landwirtschaft betrifft, mangelt es an aktuellen Untersuchungen an Produkten vom österreichischen Markt. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass „biologisch/ökologisch“ nicht unbedingt gleichzusetzen ist mit „sicher“ [Magkos, Arvaniti und Zampelas, 2006].

Es gilt daher die mikrobiologische Qualität dieser Erzeugnisse zu untersuchen. Das Untersuchungsmaterial soll dabei aus dem Biofachhandel, also jenem Bereich des Lebensmitteleinzelhandels, der lediglich Bioprodukte vertreibt, stammen. Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist daher die Beantwortung der folgenden Forschungsfrage: Wie ist es um die mikrobiologische Qualität von Bio-Lebensmitteln aus dem österreichischen Biofachhandel bestellt?

2 LITERATURÜBERSICHT

Die Literaturübersicht dient als Einführung in die zugrunde liegende Thematik der vorliegenden Masterarbeit, nämlich den ökologischen Landbau. Neben einer Erörterung der Grundlagen und Gesetzgebung, werden Daten zum Verbrauch und Verzehr vorgestellt. Zusätzlich zur ernährungsphysiologischen Beurteilung von Bio-Lebensmitteln, wird die Herstellung von biologischen Erzeugnissen in Österreich näher beleuchtet, um mögliche qualitätsbeeinflussende Faktoren zu ermitteln. Anschließend erfolgt eine Erörterung der Studienlage zur mikrobiologischen Qualität von Bioprodukten, auf deren Basis die Auswahl des Untersuchungsmaterials getroffen wurde. Dabei häufig nachgewiesene Keime, die auch in der vorliegenden Arbeit untersucht wurden, werden einer genaueren Charakterisierung unterzogen. Weiters erfolgt eine Wiedergabe der geltenden mikrobiologischen Grenzwerte für die relevanten Lebensmittelkategorien. Abschließend wird die Prävalenz von Lebensmittelinfektionen aufgrund des Verzehrs von Lebensmitteln vorgestellt.

2.1 Definition biologischer Landbau

Die EU-Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 definierte erstmals einheitlich den Begriff biologischer Landbau. Der Begriff biologischer Landbau und der in der EU weit verbreitete Begriff ökologischer Landbau werden in weiterer Folge synonym verwendet [Umweltbundesamt, 2013]. Laut der Europäischen Kommission [o.J. c] kann der biologische Landbau als ein landwirtschaftliches System bezeichnet werden, das den Konsumenten „mit frischen, geschmackvollen und authentischen Lebensmitteln versorgt, wobei gleichzeitig natürliche Lebenskreisläufe respektiert werden.“

2.1.1 Prinzipien des ökologischen Landbaus

Dem ökologischen Landbau liegen gewisse Prinzipien und Praktiken zugrunde, die von jedem Bio-Betrieb zwingend einzuhalten sind. Dazu zählen die Einhaltung von mehrjährigen Fruchtfolgen genauso wie ein Verbot des Einsatzes von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und synthetischen Düngemitteln, wie mineralischen Stickstoffdüngern und sonstigen leicht löslichen Mineraldüngern.

Weiters ist die Verwendung von Tierantibiotika bzw. chemisch-synthetischen Wachstumsregulatoren, Lebensmittelzusatzstoffen und Verarbeitungshilfsstoffen nur in eingeschränktem Umfang zulässig. Der Einsatz von gentechnisch veränderten Organismen ist gänzlich untersagt. Eine effiziente Verwendung von betriebseigenen Ressourcen, wie beispielsweise Stalldünger, gehört genauso zu den Prinzipien wie die Auswahl von robusten und krankheitsresistenten Pflanzen- und Tierarten. Bei der Haltung von Nutztieren ist eine Freilauf- sowie Freilufthaltung zwingend. Versorgt werden müssen die Tiere mit biologisch erzeugtem Futter, welches idealerweise vom eigenen Hof stammt. Grundsätzlich sind die jeweiligen artgerechten Tierhaltungspraktiken einzuhalten. Darüber hinaus ist ein möglichst geringer Verbrauch nicht erneuerbarer Energien und Rohstoffe anzustreben. Jeder Bio-Landwirt hat außerdem die Pflege und Erhaltung der Kulturlandschaft inne [Europäische Kommission, o.J. c].

2.1.2 Geschichte des ökologischen Landbaus

Biologisch-dynamische Betriebe in Kärnten legten in Österreich um 1925 den Grundstein für die Entwicklung des ökologischen Landbaus, wie wir ihn heute kennen. Erst knappe 40 Jahre später - in den Jahren 1962 und 1963 - entstanden Betriebe, die nach den Prinzipien der organisch-biologischen Wirtschaftsweise bewirtschaftet wurden. Dr. Hans Müller beriet in dieser Zeit als Bio-Pionier viele österreichische Betriebe. Bereits im Jahr 1959 wurden die ersten Bio-Verbände gegründet und um 1980 zählten alle Vereine zusammen 200 Mitglieder. Obwohl Biobauern in den 1980er Jahren ihre Produkte größtenteils über den Absatzkanal der Direktvermarktung vertrieben, stiegen bereits 1994 die großen Supermarktketten in den Vertrieb ökologischer Produkte ein. So wurden eigene Bio-Marken mit einer entsprechenden Vermarktungsstrategie gegründet. Da sowohl durch die rasante Zunahme der Bio-Betriebe als auch der Bio-Verbände gemeinsame Ziele nicht konsequent genug verfolgt wurden, schlossen sich Verbände zu BIO AUSTRIA zusammen. Seit 2005 gilt BIO AUSTRIA als „großer gemeinsamer Bio-Verband“ [BIO AUSTRIA, 2006c].

2.1.3 EU-Bio-Gesetzgebung

Im Folgenden wird die geltende EU-Bio-Gesetzgebung erläutert. Diese soll gemeinsam mit den weiter oben beschriebenen Grundlagen eine Basis für das Verständnis des Begriffs *ökologischer Landbau* bilden.

2.1.3.1 Verordnungen und Richtlinien

Die Ratsverordnung (EG) Nr. 834/2007 vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen löste die Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 ab. Verordnung (EG) Nr. 834/2007 definiert EU-weite Ziele und Grundsätze des biologischen Landbaus. Gefördert werden soll eine Weiterentwicklung des ökologischen Landbaus in der EU, weswegen der neue Gesetzesrahmen auf die Schaffung von nachhaltigen Bewirtschaftungssystemen sowie eine Qualitätssteigerung von biologischen Erzeugnissen abzielt. Umweltschutz, Biodiversität, Tierschutzstandards sowie Gentechnikfreiheit sollen dabei verstärkt gefördert werden. Die Ratsverordnung wurde durch die Verordnung (EG) Nr. 967/2008 des Rates vom 29. September 2008 novelliert. Weiters wurden bislang zwei Kommissionsverordnungen verabschiedet. Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 regelt Produktions-, Kennzeichnungs- und Kontrollvorschriften im Detail. Verordnung (EG) Nr. 1235/2008 der Kommission vom 8. Dezember 2008 gibt detaillierte Importregeln für die Einfuhr von biologischen Erzeugnissen aus Drittländern vor. Grundsätzlich traten die neuen Verordnungen mit 1. Januar 2009 in Kraft, manche Bestimmungen zur Kennzeichnung gelten jedoch erst seit 1. Juni 2010 [Europäische Kommission, o.J. a].

Für all jene Bereiche, die in den EU-Bio-Verordnungen noch nicht abschließend geregelt sind, gelten die Bestimmungen des Österreichischen Lebensmittelbuchs. Weiters ist es BIO AUSTRIA und anderen österreichischen Bio-Verbänden erlaubt, eigene Richtlinien für ihre Mitgliedsbetriebe festzulegen. Allgemeine Bestimmungen zum Tierschutz finden sich in der jeweils gültigen Fassung des Tierschutzgesetzes [BIO AUSTRIA, 2006a].

2.1.3.2 Anwendungsbereich

In den Anwendungsbereich der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 fallen landwirtschaftliche Erzeugnisse inklusive Aquakultur und Hefe, wenn es sich dabei um lebende und unverarbeitete Erzeugnisse, verarbeitete Lebensmittel, Futtermittel oder Saat- und Pflanzgut handelt. Ebenso regelt die neue Verordnung die Handhabung von Wildpflanzen und Meeresalgen. Erzeugnisse aus der Jagd und dem Fischfang von freilebenden Tieren sind vom Anwendungsbereich ausgeschlossen. In den Anwendungsbereich der Kommissionsverordnung (EG) Nr. 889/2008 fallen alle Stufen der pflanzlichen und tierischen Produktion [Europäische Kommission, o.J. a].

2.1.3.3 Importregeln

Laut Kommissionsverordnung (EG) Nr. 1235/2008 wurde die bislang praktizierte bilaterale Anerkennung von biologischen Erzeugnissen innerhalb von Drittländern beibehalten, jedoch einer bedeutenden Erweiterung unterzogen, der zufolge auch jene ökologischen Produkte, die den Status der bilateralen Anerkennung noch nicht erreicht haben, importiert werden dürfen. Dieser Änderung liegt der Gedanke zugrunde, dass es für Produkte, die unter den gleichen Bedingungen produziert und kontrolliert wurden, keine Handelshemmnisse am gemeinsamen Markt geben soll. Da es jedoch oftmals gravierende Abweichungen zwischen den Produktionsbedingungen innerhalb und außerhalb der EU gibt, wurde beschlossen auch ähnliche Produktions- und Kontrollvorschriften gelten zu lassen, solange diese in keinem Konflikt mit den Zielen und Grundsätzen der EU-Bio-Gesetzgebung stehen. Um zukünftige Bio-Importe in die EU zu erleichtern, wurde das bisher geltende System des Importautorisationsverfahrens für jedes einzelne Produkt durch ein simpleres System ersetzt. Dieses sieht die Errichtung von Kontrollstellen vor, die wiederum von der EU-Kommission bzw. den Mitgliedsstaaten überwacht werden. Es liegt in der Hand der Kontrollstellen, die notwendigen Kontrollen an Ort und Stelle durchzuführen und damit einerseits mehr Transparenz zu schaffen und andererseits Betrug entgegenzuwirken [Europäische Kommission, o.J. a].

2.1.3.4 Kennzeichnung und EU-Bio-Logo

Laut der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 gelten strenge Regeln für die Kennzeichnung von Bio-Lebensmitteln. So dürfen Lebensmittel nur als *biologisch* ausgelobt werden, wenn ihre landwirtschaftlichen Zutaten zu mindestens 95 % aus ökologischer Landwirtschaft stammen. Werden biologische Zutaten in nicht-biologischen Lebensmitteln eingesetzt, dürfen diese Einzelzutaten als biologisch ausgezeichnet werden. Auf sämtlichen Bioprodukten ist verpflichtend die Codenummer der Kontrollstelle anzugeben, um eine lückenlose Nachvollziehbarkeit sicherzustellen. Die Verwendung von gentechnisch veränderten Organismen ist auch laut der neuen Verordnung (EG) Nr. 834/2007 untersagt. Gelangen GVO unbeabsichtigt in ein biologisches Produkt und liegt der GVO-Anteil dieses Produkts auch nach der unbeabsichtigten Beimischung unter 0,9 %, so darf das Erzeugnis dennoch als biologisch deklariert werden [Europäische Kommission, o.J. a]. Im Gegensatz dazu besteht in Österreich seit 2002 sowohl für biologisch als auch konventionell erzeugtes Saatgut ein Grenzwert von 0,0 % für GVO-Verunreinigungen. Ab einem GVO-Gehalt von 0,1 %, der der technischen Nachweisgrenze entspricht, hat eine entsprechende Kennzeichnung über den Gehalt an gentechnisch veränderten Organismen zu erfolgen [Umweltbundesamt, 2013].

Seit 1. Juni 2010 müssen Hersteller von ökologischen Produkten diese mit dem EU-Bio-Logo versehen (**Abbildung 1**). Aus Drittländern importierte Bioprodukte können freiwillig mit dem EU-Bio-Logo ausgezeichnet werden. Die Vergabe des Logos geht seit 1. Juni 2010 mit der verpflichtenden Angabe des Erzeugungsorts der landwirtschaftlichen Ingredienzen einher [Europäische Kommission, o.J. a].



Abbildung 1: EU-Bio-Logo [Europäische Kommission, o.J. a]

2.2 Erzeugung und Kauf von Bio-Lebensmitteln in Österreich

Im Folgenden werden Daten zur heimischen Produktion sowie zum Kauf und Import von Bio-Lebensmitteln vorgestellt. Außerdem werden Motive für den Kauf von Bioprodukten erörtert.

2.2.1 Motive für den Kauf von Bioprodukten

Die Reichweite von Bio-Lebensmitteln in Österreich beläuft sich laut einer aktuellen Analyse auf 88 %. Nur 40 % aller Haushalte sind für 80 % des Konsums von Bioprodukten verantwortlich [RollAMA/AMA Marketing, 2010a]. Konsumenten werden dabei aus verschiedensten Gründen zum Kauf von Bioprodukten motiviert. Eine im Jahr 2010 von der AMA durchgeführte Motivanalyse mit einer Stichprobengröße von 1.205 Teilnehmern zum Kauf von Bioprodukten legte offen, dass der Wunsch nach Gesundheit bzw. einer gesunden Ernährung, ein Verbot von chemischen Pflanzenschutzmitteln sowie Düngemitteln gefolgt von einem besseren Geschmack die drei Hauptgründe für den Kauf von Bioprodukten unter österreichischen Konsumenten sind. Gefolgt werden diese ausschlaggebenden Argumente von dem Glauben an eine bessere Qualität von Bioprodukten bzw. strengere Kontrollen, dem Gedanken des Umwelt- und Klimaschutzes, sowie der Natürlichkeit und österreichischen Herkunft der Produkte. Weiters werden die Abwesenheit von Giftstoffen, chemischen Zusatzstoffen und Konservierungsstoffen, und artgerechte Tierhaltung, Regionalität sowie Gentechnikfreiheit als Gründe für den Kauf von Bioprodukten genannt. 39 % der Befragten sind davon überzeugt, dass Bioprodukte gesund sind und 29 % sehen in der Bio-Kennzeichnung eine Qualitätsgarantie. Beim Kauf von Bioprodukten achten Österreicher grundsätzlich auf das Vorhandensein von Gütesiegeln (19 %), Angaben zur Herkunft und dem Hersteller bzw. Erzeuger (16 %), eine Bio-Kennzeichnung (13 %), österreichische Herkunft (12 %), sowie den Preis (10 %). Von den Teilnehmern, die aussagten ihren Verbrauch an Bioprodukten in den letzten fünf Jahren gesenkt zu haben, rechtfertigten dies fast 50 % mit dem hohen Preis von Bioprodukten, während knappe 15 % aufgrund fehlender Qualitätsunterschiede zwischen Bioprodukten und traditionellen Produkten weniger Produkte aus ökologischem Landbau konsumierten.

Diejenigen Verbraucher, die ihren Bio-Konsum in den letzten fünf Jahren gesteigert haben, führten dies hauptsächlich auf ein größeres und besseres Angebot, ein steigendes Gesundheitsbewusstsein und eine Zunahme der bereitgestellten Information zurück [RollAMA/AMA Marketing, 2010b].

2.2.2 Österreichische Eigenerzeugung von Bio-Lebensmitteln

Im Jahr 2009 wurden 18,5 % der landwirtschaftlichen Flächen in Österreich nach den Grundlagen des ökologischen Landbaus bewirtschaftet [BMLFUW, 2012a], im Jahr 2011 belief sich diese Fläche auf 19,7 % [BMLFUW, 2013]. Damit liegt Österreich weit über dem EU-Durchschnitt von 5,6 % und weist EU-weit den höchsten Anteil an biologisch bewirtschafteten Flächen auf [BMLFUW, 2013]. Im Zeitraum zwischen 2000 und 2011 wuchs die österreichische Bio-Ackerfläche stetig - von anfangs 68.592 ha auf 189.681 ha. Dabei entfällt der größte Anteil auf den Anbau von Brot- und Futtergetreide sowie den Feldfutterbau [BMLFUW, 2012a]. Insgesamt wurden im Jahr 2012 532.107 ha Bioflächen von 21.766 Betrieben genutzt [BMLFUW, 2012b]. Diese knapp 22.000 Bio-Betriebe machen etwa 15 % der 140.000 bestehenden Landwirtschaftsbetriebe in Österreich aus [BMLFUW, 2010]. Österreich weist damit nach der Tschechischen Republik (17 %) den zweithöchsten prozentuellen Anteil an Bio-Betrieben in der Europäischen Union auf [BMLFUW, 2013].

2.2.3 Importe von Bio-Lebensmitteln

Während Österreich eine kontinuierlich steigende Nachfrage nach Bio-Lebensmitteln verzeichnet, bleibt die Anzahl an Bio-Landwirten relativ konstant. Dies macht den Import von Bio-Lebensmitteln aus EU-Ländern sowie Drittländern notwendig [BMLFUW, 2010]. Bedingt durch geografische und klimatische Bedingungen ist die Produktion von manchen biologischen Erzeugnissen in der EU nicht möglich. Bei den Produkten, die typischerweise in die EU importiert werden, handelt es sich um Kaffee aus Brasilien, Kiwis aus Neuseeland, Reis aus Thailand, Bananen aus Costa Rica und Tee aus Indien [Europäische Kommission, o.J. b].

2.3 Verzehr von Bioprodukten in Österreich

Nach der Ermittlung der Produktion von Bioprodukten in Österreich, ist eine Quantifizierung des tatsächlichen Verzehrs von Bedeutung. Da weder in den Versorgungsbilanzen der Statistik Austria noch im österreichischen Ernährungsbericht 2012 gesonderte Daten zur Verzehrslage von Bioprodukten erhoben wurden, werden im Folgenden Daten zum Absatz von Bioprodukten laut der Agrarmarkt Austria herangezogen. Grundsätzlich werden Bioprodukte neben dem Lebensmitteleinzelhandel und dem Biofachhandel über den Kanal der Außer-Haus-Verpflegung, der Direktvermarktung und des Exports abgesetzt [BIO AUSTRIA, 2006b]. Die folgende Abbildung (**Abbildung 2**) gibt den Anteil der Absatzkanäle an den Bioumsätzen im Jahr 2011 wieder.

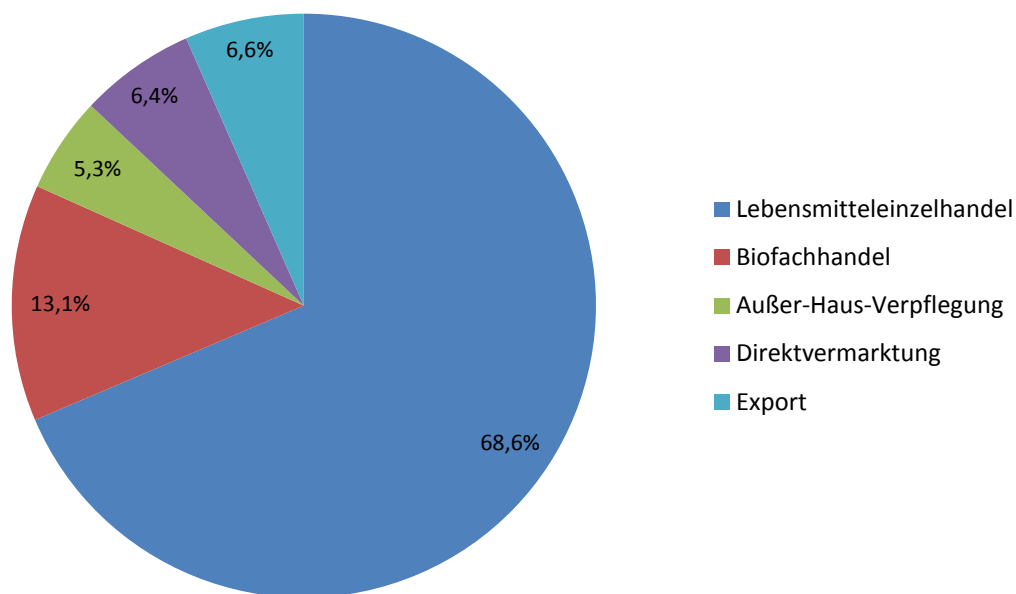


Abbildung 2: Bioumsätze in Österreich 2011 [BIO AUSTRIA, 2006b]

2.3.1 Einzelhandelsabsatz laut Agrarmarkt Austria

6,5 % des Einkaufs von Frischeprodukten im österreichischen Einzelhandel entfallen laut einer aktuellen Erhebung auf Bioprodukte [BMLFUW, 2012c]. Der österreichische Inlandsmarkt für Bioprodukte konnte im Jahr 2009 einen Gesamtumsatz von € 984,2 Mio. erwirtschaften, was einem Zuwachs von 5 % gegenüber dem Jahr 2008

entspricht. Während der Wirtschaftskrise kam es also zu keinem Einbruch beim Absatz von Bioprodukten [BMLFUW, 2010]. Laut dem Grünen Bericht des BMLFUW beläuft sich eben dieses Handelsvolumen an Bio-Lebensmitteln bereits auf über € 1 Mrd. [BMLFUW, 2013].

Das wichtigste Marktforschungsinstrument der AMA ist die rollierende Agrarmarkt-Analyse. Diese erfasst die Einkäufe von Frischwaren exkl. Brot von 2.500 österreichischen Haushalten über den Zeitraum eines Kalenderjahres und gibt so Aufschluss über den Verbrauch von einzelnen Produktgruppen [AMA, 2011]. Ein wertmäßiger Vergleich der Top 15 Bioprodukte zwischen den Jahren 2011 und 2012 zeigte starke Zuwächse beim Verkauf von ESL-Milch, Frischkäse, Weichkäse, Tomaten und Huhn auf. Die Verkaufszahlen für Frischmilch und Schnittkäse waren in diesem Zeitraum rückläufig. Eier weisen wertmäßig den höchsten Einzelhandelsabsatz an Bioprodukten auf. Bei Obst und Gemüse sind Bananen, Kartoffeln, Tomaten und Äpfel unter den Top 15 Bioprodukten laut RollAMA (**Abbildung 3**).

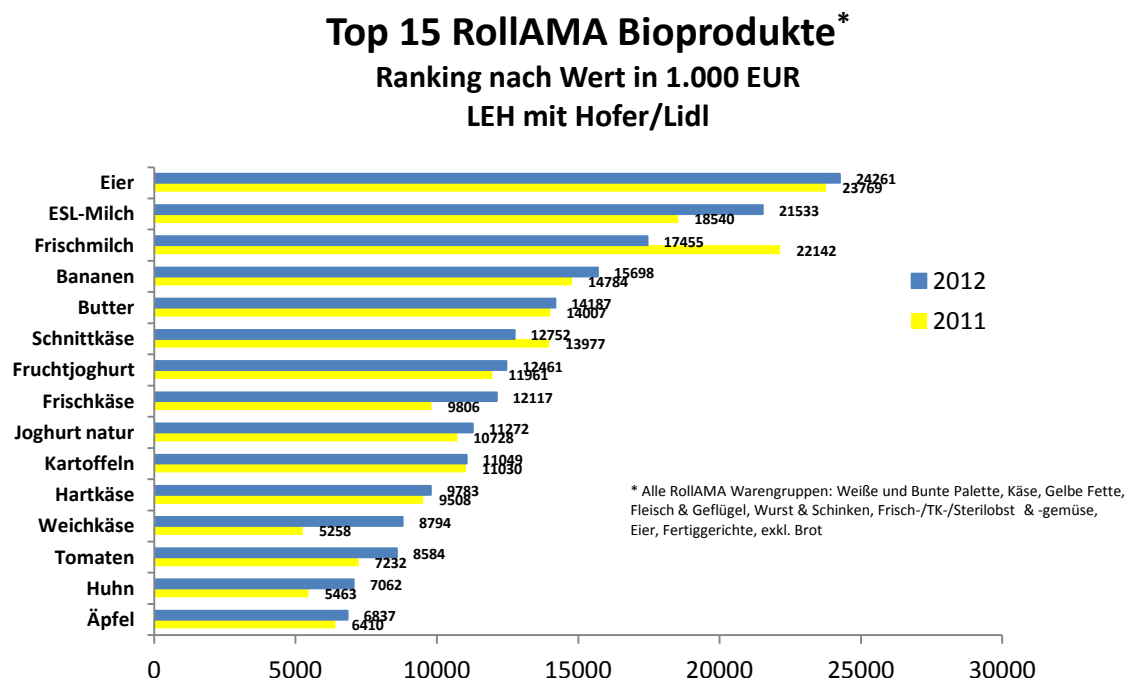


Abbildung 3: Wertmäßiger Vergleich des Absatzes von Bioprodukten im Einzelhandel zwischen 2011 und 2012 [RollAMA/AMA Marketing, 2012]

Ein zwischen den Jahren 2011 und 2012 durchgeführter mengenmäßiger Vergleich des Verkaufs von Bioprodukten im Einzelhandel zeigt lediglich bei den Produkten ESL-Milch, Bananen, Karotten, Äpfel und Tomaten einen deutlichen Anstieg, während der Verbrauch in allen anderen Kategorien in diesem Zeitraum entweder weitgehend unverändert blieb oder leicht zurückging. Auffällig ist der mengenmäßig starke Rückgang von Frischmilch. Neben den oben genannten Produkten pflanzlicher Herkunft zählen auch Kartoffeln, Orangen und Zwiebel zu den mengenmäßig absatzstärksten Produkten im Einzelhandel (**Abbildung 4**).

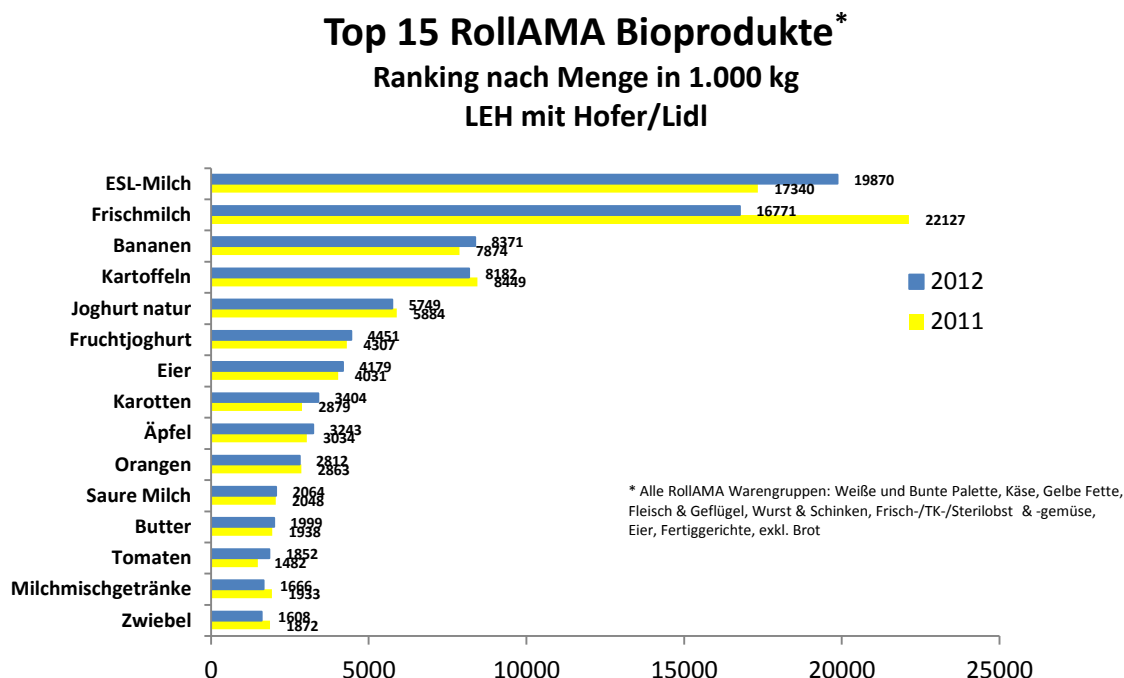


Abbildung 4: Mengenmäßiger Vergleich des Absatzes von Bioprodukten im Einzelhandel zwischen 2011 und 2012 [RollAMA/AMA Marketing, 2012]

Grundsätzlich ist eine Zunahme beim Kauf von Bio-Lebensmitteln am österreichischen Markt zu beobachten. So gaben bei der bereits oben erwähnten RollAMA Motivanalyse aus dem Jahr 2010 46 % der Befragten an im Vergleich zum Vorjahr mehr Bioprodukte gekauft zu haben, während nur 5 % der Teilnehmer aussagten ihren Konsum an Bioprodukten vermindert zu haben [RollAMA/AMA Marketing, 2010b]. Dies spiegelt sich auch in einer Studie aus dem Jahr 2010 wider, aus der hervorgeht,

dass der Marktanteil des Lebensmitteleinzelhandels an Bioprodukten im Jahr 2009 66,8 % betrug und damit im Vergleich zu den Vorjahren gestiegen ist [BMLFUW, 2010].

2.3.2 Absatz von Bioprodukten im Biofachhandel

Zum Biofachhandel zählen sowohl Bio-Fachgeschäfte, Bio-Supermärkte, als auch Reformhäuser. Diese mussten in den vergangenen Jahren einen Rückgang an Marktanteilen verzeichnen. Im Jahr 2009 belief sich der Marktanteil des Biofachhandels auf 14,8 %, im Jahr 2008 noch auf 15,3 % [BMLFUW, 2010].

2.4 Ernährungsphysiologische Qualität von Bioprodukten

Der Begriff Qualität umfasst diverse Teilqualitäten eines Lebensmittels [Maid-Kohnert, 2002], von denen im Folgenden der Gesundheitswert bzw. die ernährungsphysiologische Qualität im Vordergrund stehen soll. Diese Teilqualität erfasst neben dem Energiegehalt und dem Nährstoffgehalt die Bekömmlichkeit, Verdaulichkeit und hygienische Beschaffenheit eines Lebensmittels. Die Kriterien des Gesundheitswerts lassen sich nach Koerber, Männle und Leitzmann [2004] in wertgebende und wertmindernde Inhaltsstoffe einteilen (**Tabelle 1**).

Tabelle 1: Wertgebende und wertmindernde Kriterien des Gesundheitswerts [Koerber, Männle und Leitzmann, 2004]

Wertgebende Inhaltsstoffe	Wertmindernde Inhaltsstoffe
Gehalt essentieller Inhaltsstoffe	Gehalt natürlicher Schadstoffe (biogene Substanzen)
Gehalt gesundheitsfördernder Inhaltsstoffe (Ballaststoffe, sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe)	Gehalt an Stoffen durch unsachgemäße Lagerung und Verarbeitung
Dichte essentieller Nährstoffe (Nährstoffdichte)	Vorkommen pathogener Mikroorganismen und deren Toxine
Hauptnährstoffe	Gehalt an Rückständen
Energiedichte	Gehalt an Umweltkontaminanten
Sättigungswirkung	Gehalt an Lebensmittelzusatzstoffen
Bekömmlichkeit (Verträglichkeit)	
Verdaulichkeit und Bioverfügbarkeit	
Reife und Frische	

Laut einer Erhebung der Agrarmarkt Austria aus dem Jahr 2010 zur Wahrnehmung von Qualitätsunterschieden zwischen biologisch und konventionell erzeugten Lebensmitteln, schätzten 11 % der Befragten den Unterschied als sehr groß, 44 % als

groß und 37 % als gering ein. 7 % der Befragten gingen davon aus, dass kein Unterschied besteht und 1 % machte keine Angabe. Dabei schreiben diejenigen Konsumenten, die regelmäßig Bioprodukte verzehren, deren qualitativer Überlegenheit wesentlich mehr Bedeutung zu als Bio-Verweigerer [RollAMA/AMA Marketing, 2010b]. In der vorliegenden Masterarbeit wird lediglich das Vorkommen (pathogener) Mikroorganismen untersucht. Somit kann eine Aussage zur gesamten ernährungsphysiologischen Qualität der untersuchten Bioprodukte nur begrenzt gemacht werden. Dennoch gilt es an dieser Stelle der Frage nachzugehen, ob Bioprodukte konventionell hergestellten Lebensmitteln in anderen Kriterien des Gesundheitswerts überlegen sind, um letztendlich den Versuch einer Gesamtbeurteilung unternehmen zu können. Grundsätzlich ist die Studienlage zur ernährungsphysiologischen Überlegenheit von biologischen Lebensmitteln äußerst kontrovers [FiBL, 2013]. Während in manchen Studien nachgewiesen werden konnte, dass Bioprodukte gegenüber konventionellen Produkten ernährungsphysiologische Vorteile aufweisen, belegen andere gegenteilige Effekte [Dangour et al., 2009]. Erschwert wird die Interpretation der Studienergebnisse weiters dadurch, dass die Studiendesigns unterschiedlich und dadurch oft nicht vergleichbar sind.

Was den Schadstoffgehalt anbelangt, liegen unterschiedliche Ergebnisse vor. So waren die Gehalte von Cadmium und Blei in verschiedenen Studien sowohl niedriger [Karavoltzos et al., 2008] als auch höher [Rossi et al., 2008] als in den entsprechenden konventionell angebauten Lebensmitteln. Was Pestizidrückstände betrifft, konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass Lebensmittel aus ökologischem Landbau seltener belastet sind als konventionell erzeugte Lebensmittel [Baker et al., 2002]. Weiters konnte Lach [2007] im Auftrag von Greenpeace zeigen, dass Bioprodukte eine geringere Belastung an Pestizidrückständen aufweisen als konventionelle Lebensmittel. Dies ist auf das für Bioprodukte geltende Verbot von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln zurückzuführen. Auch der Nitratgehalt ist aufgrund des Verbots von synthetischen Düngemitteln in biologischen Lebensmitteln nachweislich niedriger als in konventionellen [Lester, Manthey und Buslig, 2007]. Auf Nährstoffebene konnte in manchen Lebensmitteln ein höherer Proteingehalt [Rossi et

al., 2008] bzw. eine vorteilhafte Proteinzusammensetzung [Pieper und Barrett, 2009] sowie ein höherer Gehalt an essentiellen bzw. wünschenswerten Fettsäuren - Omega-3-Fettsäuren und CLA - [Bloksma et al., 2008] in Bioprodukten aufgezeigt werden. Außerdem deuteten einige Studien auf einen höheren Gehalt an Vitamin C [Caris-Veyrat et al., 2004], Mineralstoffen und Spurenelementen [Pérez-López, López-Nicolás und Carbonell-Barrachina, 2007] sowie sekundären Pflanzeninhaltsstoffen [Caris-Veyrat et al., 2004] im Vergleich zu konventionellen Vergleichsprodukten hin. Es muss an dieser Stelle festgehalten werden, dass all diese vorteilhaften Nährstoffzusammensetzungen von Bioprodukten nur in einzelnen Lebensmittelkategorien nachgewiesen werden konnten, während sich in anderen Lebensmittelgruppen keine signifikanten Unterschiede feststellen ließen oder Bioprodukte sogar einen geringeren Gehalt eines wünschenswerten Nährstoffs im Vergleich zu konventionellen Produkten aufwiesen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die vorteilhaften Eigenschaften, die Bioprodukten in der Wahrnehmung von Konsumenten zugeschrieben werden, wohl nur in eingeschränktem Maße zutreffen.

2.5 Qualitätsbeeinflussung von Bioprodukten

Den weiter unten vorgestellten Ergebnissen diverser Studien, die eine mikrobiologische Kontamination in Bioprodukten nachweisen konnten, liegt eine Qualitätsbeeinflussung an zumindest einem Punkt der Erzeugung des jeweiligen Lebensmittels zugrunde. Im Folgenden werden die Kontaminationsmöglichkeiten entlang der Wertschöpfungskette von Bioprodukten erläutert. Weiters wird die Vorgehensweise bei Kontrollen von ökologischen Betrieben beschrieben.

2.5.1 Kontaminationsmöglichkeiten entlang der Wertschöpfungskette von Bioprodukten

Um europaweit sichere Lebensmittel vom Erzeuger zum Verbraucher zu gewährleisten, kommen zentrale EU-Rechtsvorschriften zum Tragen, die Bioprodukte wie auch konventionelle Produkte umfassen. An erster Stelle steht die EU-Basis-Verordnung

(EG) Nr. 178/2002, welche allgemeine Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts sowie Verfahren zur Lebensmittelsicherheit definiert. Gefolgt wird diese Verordnung von drei EG-Lebensmittelhygieneverordnungen: VO (EG) Nr. 852/2004 über allgemeine Lebensmittelhygiene, VO (EG) Nr. 853/2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs und VO (EG) Nr. 854/2004 mit besonderen Verfahrensvorschriften für die amtliche Überwachung von zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen tierischen Ursprungs. Weiters gilt die Lebensmittel- und Futtermittel-Kontroll-Verordnung (EG) Nr. 882/2004 [Pöchtrager, 2011]. In der allgemeinen Hygieneverordnung (EG) Nr. 852/2004 werden von der Primärproduktion über Prozesse und Behandlungsverfahren bis hin zur Identifizierung und Abschätzung von Gefährdungen alle Bereiche der Lebensmittelproduktion geregelt. Neben verpflichtend durchzuführenden Eigenkontrollprogrammen sind auch die Grundsätze des HACCP-Konzepts zu befolgen. Ausgenommen vom HACCP-System sind lediglich die Primärproduktion und kleine Betriebe, für die eine gute Hygienepaxis ausreichend ist. Die Gesetzgebung und der Codex Alimentarius betonen GMP (deutsch: GHP, „Gute Herstellungspraxis“) als notwendige Ergänzung zu einem HACCP-Konzept, um den hohen Anforderungen der Lebensmittelsicherheit gerecht zu werden. Allerdings mangelt es an einer genauen Begriffsdefinition und daher auch an einheitlichen Kriterien zur Zertifizierung nach GMP. Dennoch stellt eine *Gute Herstellungspraxis* aufgrund der Maßnahmen, die im Vergleich zu HACCP nicht auf Lebensmittel beschränkt sind, sondern vor allem Bereiche wie die Wareneingangskontrolle, Reinigung und Desinfektion, Schädlingsprävention, Raumentlüftung sowie Arbeits- und Personalhygiene umfassen, die Grundvoraussetzung für ein funktionierendes HACCP-System dar und ist daher für jeden Betrieb erforderlich [Pöchtrager, 2011].

Um zu verstehen auf welchen Stufen der Herstellung von Lebensmitteln eine Qualitätsbeeinflussung stattfinden kann, ist es notwendig die gesamte Wertschöpfungskette der Agrar- und Ernährungswirtschaft zu kennen (**Abbildung 5**).

Auf jeder dieser Stufen - von den Inputs bis zum Konsum - kann es zu einer Qualitätsminderung kommen [Pöchtrager, 2011].

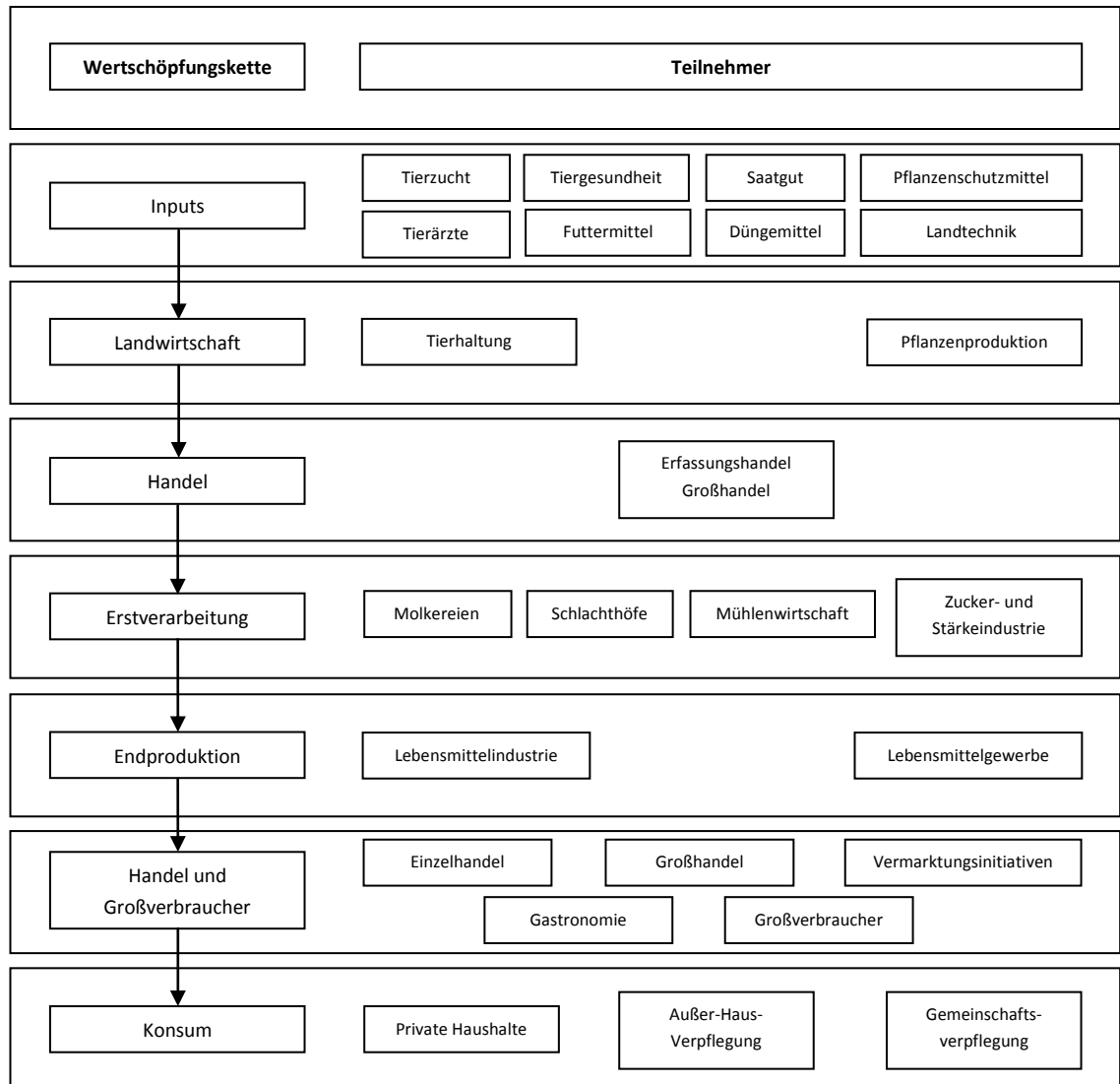


Abbildung 5: Wertschöpfungskette Agrar- und Ernährungswirtschaft [Pöchtrager, 2011]

Grundsätzlich ist eine Unterscheidung zwischen Pflanzenbau und Tierhaltung vorzunehmen und auf deren Produktionswege gesondert einzugehen. Weiters müssen anbaubedingte von herstellungsbedingten Faktoren unterschieden werden. Sowohl pflanzliche als auch tierische Produkte bringen durch die Art des jeweiligen Produkts eine mehr oder weniger große Eignung mit, mikrobiologisch kontaminiert zu werden. Bei Pflanzen haben weiters Boden, Bewässerung, Düngung und Ernte einen ausschlaggebenden Einfluss auf die Verunreinigung. Bei tierischen Lebensmitteln kann

es haltungsbedingt durch den Stallbau, die Fütterung, die Tiergesundheit sowie -zucht zu Qualitätsbeeinflussungen kommen. Herstellungsbedingt kann es sowohl bei pflanzlichen als auch tierischen Produkten durch die Herstellungsprozesse, Verpackung, Lagerung und Transport zu einer Kontamination kommen [BLE, 2012]. Eine Kontamination von Fleisch und Geflügel ist grundsätzlich auf allen Stufen ab der Schlachtung möglich. So kann es bereits während des Schlachtens, aber auch während der Verarbeitung, der Verteilung und dem Servieren zur Kontamination mit unerwünschten Mikroorganismen kommen. Dabei gilt, dass das Risiko einer Kontamination umso höher ist, je öfter das Produkt bewegt wird. Eine Kontamination von Milchprodukten erfolgt typischerweise durch Geräte und Arbeitsmittel. Die Hygiene der Molkereiprodukte wird außerdem maßgeblich von den Herstellungsbedingungen auf dem produzierenden Bauernhof beeinflusst [Marriott, 1992]. Die mikrobiologische Beschaffenheit von Getreideprodukten wird einerseits durch die Keimflora des geernteten Getreides bestimmt, andererseits durch Maschinen und Geräte während der Weiterverarbeitung beeinflusst [Berghofer et al., 2003].

Eine weitere mögliche Kontaminationsquelle besteht - bei konventionellen wie auch biologischen Produkten - in der Handhabung durch den Endkonsumenten. Besonders häufig kommt es durch eine Kreuzkontamination zur Übertragung von Mikroorganismen [BLE, 2012]. Durch falsche Handhabung oder Hygienemängel kann es vor allem im Haushalt zu einer mikrobiologischen Kontamination kommen [Jevšnik, Hlebec und Raspor, 2008].

Aufgrund der Prinzipien und Praktiken des ökologischen Landbaus kann es bei Bioprodukten vor allem auf den Stufen *Inputs* und *Landwirtschaft* zu Abweichungen im Risiko einer mikrobiologischen Kontamination kommen. Auf diese Besonderheiten soll im Folgenden eingegangen werden. So besteht Dünger im ökologischen Landbau oft aus Viehdung, der wiederum pathogene Mikroorganismen wie *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* und *Escherichia coli* O157:H7 enthalten kann. Über diesen Weg können Pathogene daher in Futtermittel oder Nutzpflanzen gelangen und in weiterer

Folge zu einer Verunreinigung der im Lebensmitteleinzelhandel angebotenen Nahrungsmittel führen [McMahon und Wilson, 2001]. Weiters ist bekannt, dass Insekten Wegbereiter für einen Pilzbefall - z.B. auf Getreide - sein können. Der fehlende Einsatz von Insektiziden in Erzeugnissen ökologischen Anbaus, kann sich damit indirekt negativ auf die mikrobiologische Beschaffenheit von Pflanzen auswirken [Müller, Holzapfel und Weber, 1997]. Andererseits steht das Verbot des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln in Zusammenhang mit einer gewissen Resistenz gegenüber einem mikrobiologischen Befall. Dies ist dadurch erklärbar, dass konventionelle Pflanzenschutzmittel zu einem Eiweißabbau in der Pflanze führen, der sich wiederum negativ auf die Widerstandskraft der Pflanze auswirkt. Außerdem zerstören Pflanzenschutzmittel nicht nur pathogene Mikroorganismen, sondern greifen auch die natürliche Mikroflora der Pflanzen an, was die Empfänglichkeit für einen Befall durch pathogene Erreger steigen lässt [Velimirov, 2003]. Speziell für Bio-Rohmilch gilt, dass sowohl hofeigenes als auch geliefertes Tierfutter beim Wareneingang und während der Lagerung sowie vor der Verfütterung auf Schimmelpilzbefall zu überprüfen ist. Angemessene Lagerbedingungen sind während der gesamten Dauer einzuhalten. Dazu gehören isolierte Lagerräume, das Verwenden von Lüftungsgeräten, die eine niedrige Feuchtigkeit sowie Temperatur in den Lagerräumen sicherstellen und das Verwenden von geschlossenen Futtermittelbehältern. Weiters ist das „first in - first out“-Prinzip einzuhalten, das besagt, dass älteres Futter als erstes verwendet werden soll. Potentielle Pathogene können über eine fäkale Kontamination (direkt, durch die Euter der Milchkühe oder unreine Geräte) in das betreffende Lebensmittel eingebracht werden und können nur durch eine strikte Hygienepaxis verhindert werden. Weiters kann bakterielles Wachstum durch das Einhalten von kühlen Temperaturen während der gesamten Produktion und Lagerung verhindert werden [Danish Institute of Agricultural Science, INFO Research Group, o.J.].

2.5.2 Kontrolle ökologischer Betriebe

Sowohl Bio-Betriebe als auch Verarbeitungs-, Handels- und Importunternehmen von biologischen Produkten werden einmal jährlich von einer anerkannten Kontrollstelle

kontrolliert. Darüber hinaus sind unangekündigte Inspektionen zu jeder Zeit möglich. Bei einer Überprüfung werden grundsätzlich alle relevanten Betriebsunterlagen, Erzeugnisse der landwirtschaftlichen Produktion und der Tierproduktion sowie Importe von Rohwaren und anderen Lebensmitteln begutachtet. Weiters werden alle Einrichtungen und Geräte einer Kontrolle unterzogen. Ökologisch wirtschaftende Betriebe müssen sämtliche betriebliche Maßnahmen schriftlich festhalten, um eine lückenlose Dokumentation sicherzustellen. Im Spezifischen werden bei einem Bio-Landwirt die Verwendung von Bio-Saatgut und die Art der Düngung überprüft. Der Kontrolleur ist außerdem dazu verpflichtet, zu kontrollieren ob der Bio-Landwirt unzulässige Mineraldünger, Medikamente, Reinigungs- und Pflanzenschutzmittel lagert oder einsetzt. Was die Tierhaltung betrifft, ist es die Aufgabe der Kontrollstelle die Auslaufflächen, Haltungsbedingungen im Stall sowie die Fütterung zu überprüfen. Weiters wird die gesamte Warenstrombilanz im Zuge einer Kontrolle überprüft. Ähnlich verhält es sich mit der Kontrolle bei einem Verarbeitungsbetrieb ökologischer Produkte. Dort werden vorrangig die Prozesse der Produktherstellung und sämtliche Warenströme anhand von Rezepturen, Lieferanten- und Kundenlisten und anderen bedeutenden Unterlagen, wie Bio-Bescheinigungen der jeweiligen Zutaten, in Augenschein genommen. Anschließend erfolgt eine Betriebsbegehung, deren Ziel die Überprüfung der Produktions- und Lagerräumlichkeiten ist. So wird überprüft ob Bioprodukte getrennt von konventionellen Produkten gelagert und zeitlich und räumlich getrennt von konventionellen Produkten hergestellt werden. Auch die gesetzliche Kennzeichnung der Produkte auf allen Verarbeitungsstufen wird kontrolliert. Weiters wird die Zulässigkeit der verwendeten Zutaten und Zusatzstoffe überprüft [BLE, 2012].

2.6 Mikrobiologische Qualität von Bioprodukten

Der folgende Teil beschäftigt sich mit den bisherigen Ergebnissen zur mikrobiologischen Qualität von Bioprodukten. Hierzu wird eine detaillierte Analyse der Studienlage vorgenommen, anhand derer die für die folgende Untersuchung

relevanten Lebensmittelkategorien ausgewählt wurden. Abschließend werden aktuelle Daten aus dem österreichischen Lebensmittelsicherheitsbericht 2012 vorgestellt.

2.6.1 Studienlage zur mikrobiologischen Qualität von Bioprodukten

Im Folgenden werden die Studienergebnisse zur mikrobiologischen Qualität von biologisch erzeugten Lebensmitteln vorgestellt. Anhand einer Tabelle soll verdeutlicht werden, welche Bio-Lebensmittelkategorien in den letzten 30 Jahren, seit den Anfängen der Direktvermarktung von Bioprodukten in Österreich [BIO AUSTRIA, 2006c], untersucht wurden und aus welchen Ländern diese Studien stammen (**Tabelle 2**). Aktuelle Studien aus Österreich fehlen, was einmal mehr die Notwendigkeit der vorliegenden Masterarbeit unterstreicht.

Die Suche wurde in den wissenschaftlichen Datenbanken PubMed, ScienceDirect und Scopus durchgeführt. Außerdem wurde direkt in relevanten Journals nach konkreten Suchbegriffen gesucht. Um einen Vergleich mit den in der vorliegenden Masterarbeit gefundenen Ergebnissen möglich zu machen, beschränkte sich die Suche auf Studien, die zum Verkauf angebotene Biowaren auf ihre mikrobiologische Qualität hin untersuchten. Die Suche wurde gezielt auf Englisch und Deutsch durchgeführt, um Ergebnisse aus dem deutschsprachigen Raum zu berücksichtigen. Wurden zu einer Lebensmittelkategorie zahlreiche Studien gefunden, wurden ältere Ergebnisse vernachlässigt.

Tabelle 2: Studienlage zur mikrobiologischen Qualität von Bio-Lebensmitteln nach Kategorie, Land, Forscher(team) und Jahr

Lebensmittelkategorie	Land	Forscher(team) und Jahr
Allgemein	Österreich	[Manafi, 1985]
Allgemein	Österreich	[Manafi, 1990]
Allgemein	USA	[Bourn and Prescott, 2002]
Allgemein	Österreich	[Velimirov und Müller, 2003]
Allgemein	weltweit - Review	[Magkos, Arvaniti und Zampelas, 2006]
Allgemein	weltweit - Review	[Smith-Spangler et al., 2012]
Fleisch	Deutschland	[Kröckel et al., 2004]
Fleisch	USA und Belgien - Review	[Van Loo, Alali und Ricke, 2012]
Fleisch inkl. Geflügel	weltweit - Review	[Young et al., 2009]
Fleisch inkl. Geflügel	USA	[Jackson et al., 2011]
Geflügel	USA	[Bailey und Cosby, 2005]
Geflügel	USA	[Cui et al., 2005]
Geflügel	Belgien	[Van Overbeke et al., 2006]
Geflügel	USA	[Lestari et al., 2009]
Geflügel	Dänemark	[Rosenquist et al., 2013]
Geflügel	USA	[Hardy et al., 2013]
Milchprodukte	Belgien	[Coorevits et al., 2008]
Milchprodukte	Deutschland	[Heinelt, 2008]
Milchprodukte	USA	[D'Amico und Donnelly, 2010]
Milchprodukte	Lettland	[Konosonoka et al., 2012]
Getreide	Australien	[Berghofer et al., 2003]
Getreide	Australien	[Eglezos, 2010]
Getreide	Burkina Faso	[Humblot et al., 2012]
Getreide	Spanien	[Ariño et al., 2007]
Getreide	Argentinien	[Fangio, Roura und Fritz, 2010]
Müsli	Polen	[Wójcik-Stopczyńska, 2003]
Honig	Portugal	[Estevinho et al., 2012]
Gemüse	Nordirland	[McMahon und Wilson, 2001]
Gemüse	UK	[Sagoo, Little und Mitchell, 2001]
Gemüse	Sambia	[Nguz et al., 2005]
Gemüse	Brasilien	[Maffei, Ferraz de Arruda Silveira und da Penha Longo Mortatti Catanozi, 2013]
Gemüse und Obst	USA	[Mukherjee et al., 2004]
Gemüse und Kräuter	Kanada	[Allen et al., 2013]
Salat	Norwegen	[Loncarevic, Johannessen und Rørvik, 2005]
Salat	USA	[Phillips und Harrison, 2005]
Salat	USA	[Arthur et al., 2007]
Salat	Spanien	[Oliveira et al., 2010]
Salat	Costa Rica	[Monge, Chaves und Arias, 2011]
Salat	Brasilien	[Gomes Neto et al., 2012]
Kräuter	USA	[Wetzel et al., 2010]

Wie aus der Studienübersicht ersichtlich ist, liegen Daten zur mikrobiologischen Qualität von Fleisch, Geflügel, Milchprodukten, Getreide, Müsli, Honig, Gemüse, Obst, Salat und Kräutern vor. Im Folgenden werden zuerst die Ergebnisse von Literaturübersichten zur mikrobiologischen Beschaffenheit von Bioprodukten im

Allgemeinen vorgestellt. Im Anschluss werden die Studien zur Qualität von einzelnen Lebensmittelkategorien behandelt.

2.6.1.1 Allgemein

Mehrere Studien aus Österreich beschäftigten sich mit der mikrobiologischen Qualität von Bio-Lebensmitteln. Eine Vorreiterrolle übernahm dabei Manafi [1985; 1990] mit einer Bewertung des mikrobiologischen Status von Reformhaus- und Bioprodukten unter besonderer Berücksichtigung von *Yersinia enterocolitica* sowie der Ermittlung der mikrobiologischen Beschaffenheit von Reformhaus- und Bioprodukten im Raum Wien. Velimirov und Müller ermittelten im Jahr 2003 im Auftrag von BIO ERNTE AUSTRIA die Qualität biologisch erzeugter Lebensmittel [Velimirov und Müller, 2003]. Es konnte gezeigt werden, dass biologisch erzeugte Nahrungsmittel meistens weniger, manchmal gleich viel und selten mehr mikrobiellen Aufwuchs zeigten als konventionelle Produkte. Auch für Milch kam man zu demselben Ergebnis einer deutlich geringeren Belastung mit Aflatoxinen im Vergleich zu konventioneller Milch. Im gleichen Jahr kamen Bourn und Prescott [2002] zu dem Ergebnis, dass es keinen Beweis gibt, dass ökologisch erzeugte Lebensmittel empfänglicher für eine mikrobielle Kontamination sind als konventionelle. Laut Magkos, Arvaniti und Zampelas [2006] ist die Evidenz für die Gefährdung durch pathogene Mikroorganismen in biologischen Lebensmitteln zu gering, um allgemeine Aussagen zu treffen. Anhand eines systematischen Reviews zeigten Smith-Spangler et al. [2012], dass das Risiko einer Kontamination mit *E. coli* für biologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel gleich groß ist.

2.6.1.2 Fleisch und Fleischerzeugnisse

Eine von der deutschen Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung in Auftrag gegebene Studie zur mikrobiologischen Beschaffenheit von Fleischprodukten, untersuchte streichfähige Rohwürste und vorverpackte Aufschnitte aus biologischer Produktion. Die untersuchten Rohwürste und Aufschnitte wurden entweder ganz ohne Zusatz von Nitrit oder mit reduzierter Nitritmenge hergestellt und waren deshalb von

besonderem Interesse. In den untersuchten streichfähigen Rohwürsten wurden keine Salmonellen gefunden, in 0,5 % der Proben konnte man allerdings eine Belastung mit Shigatoxin-bildenden *E. coli* feststellen. Die Verunreinigung mit *L. monocytogenes* war in allen Proben unbedenklich und lag unter dem Warnwert von $<10^2$ KBE/g. Auch Koagulase-positive Staphylokokken konnten nur in wenigen Proben identifiziert werden und lagen jedenfalls unter $<10^3$ KBE/g. Allerdings fanden die Forscher bei 9 % der untersuchten Proben Enterobacteriaceae in erhöhter Keimzahl von $>10^4$ KBE/g. Gemäß einer Auswertung von Daten aus der amtlichen Lebensmittelüberwachung, fielen die Ergebnisse für konventionelle Erzeugnisse nicht wesentlich anders aus als diejenigen für ökologische. Neben den streichfähigen Rohwürsten, wurden vorverpackte Aufschnittwaren aus biologischer Produktion untersucht. Hier konnten in keiner der Proben Listerien nachgewiesen werden. Bei einer Untersuchung der Proben 1-5 Tage nach Herstellung, wiesen 22 % Gehalte an Enterobacteriaceae in Höhe von $>10^2$ KBE/g auf. Dieselbe Kontamination traf für 40 % der am Mindesthaltbarkeitsdatum untersuchten Proben zu. Verglichen mit den konventionellen Proben, konnten auch bei biologisch erzeugten vorverpackten Aufschnitten keine erheblichen Unterschiede in der mikrobiologischen Verunreinigung festgestellt werden [Kröckel et al., 2004]. Young et al. [2009] konnten in Hühnerfleisch, das im Einzelhandel angeboten wurde, eine Kontamination mit *Campylobacter* spp. nachweisen. Die Datenlage zur Belastung von Schwein und Rind war limitiert und auch inkonsistent. Dieser Review zeigte einen noch großen Forschungsbedarf auf. Ebenso stellte ein Team von US-amerikanischen und belgischen Forschern fest, dass die Datenlage zur Sicherheit von Bio-Fleisch vom Erzeuger zum Verbraucher unzureichend ist, um eine abschließende Bewertung vorzunehmen [Van Loo, Alali und Ricke, 2012]. Eine weitere aktuelle Studie beschäftigte sich mit der Belastung von *Clostridium perfringens* in Würsten, Schinken und Speck, die ohne Zusatz von Nitrat oder Nitrit produziert wurden. Die Ergebnisse wiesen darauf hin, dass das Wachstumspotenzial von *C. perfringens* in biologisch hergestellten Wurstprodukten größer ist als in konventionellen Vergleichsprodukten. Zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen sollten

ergriffen werden, um den Gehalt an pathogenen Keimen auf demselben Niveau zu halten wie in konventionellen Produkten [Jackson et al., 2011].

2.6.1.3 Geflügel

Zur mikrobiologischen Qualität von Geflügelfleisch liegt eine Vielzahl von Studien vor. Bailey und Cosby [2005] konnten sowohl in Hühnern aus konventioneller als auch in Hühnern aus Bio-Freilandhaltung Salmonellen nachweisen. In einer weiteren Studie aus dem Jahr 2005 wurden biologische und konventionelle Hühner auf ihren mikrobiologischen Status hin überprüft. 76 % der Bio-Hühner und 74 % der konventionellen wiesen eine Kontamination mit *Campylobacter* spp. auf. Salmonellen konnten in 61 % der Bio-Hühner und 44 % der konventionellen Hühner gefunden werden [Cui et al., 2005]. Eine weitere Studie untersuchte die Belastung von Hühnern aus konventioneller und biologischer Haltung mit *Campylobacter* und Salmonellen in Belgien. Was die Prävalenz von Salmonellen betrifft, konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen konventionellem und biologischem Fleisch zum Zeitpunkt der Schlachtung gefunden werden. Die Belastung mit *Campylobacter* war hingegen in den biologischen Proben wesentlich höher als in der konventionellen Vergleichsgruppe [Van Overbeke et al., 2006]. Eine weitere Studie aus den USA untersuchte konventionelles und ökologisches Hühnerfleisch aus dem Einzelhandel. Aus 22 % der konventionellen und 20,8 % der biologischen Hühner konnten Salmonellen isoliert werden [Lestari et al., 2009]. In Dänemark wiesen im Jahresmittel 54,2 % des biologischen Hühnerfleisches eine Kontamination mit thermotoleranten *Campylobacter* auf. Der entsprechende Wert für konventionelles Hühnerfleisch belief sich auf 19,7 %. Von den identifizierten Spezies war *C. jejuni* der häufigste Vertreter. Es ist zu beachten, dass die Keimbelastung in den warmen Sommermonaten höher war als während des restlichen Jahres [Rosenquist et al., 2013]. Hardy et al. [2013] untersuchten rohe Brathähnchen aus biologischer Haltung und rohe Truthähne (biologisch und konventionell) auf das Vorkommen von *Campylobacter* und Salmonellen. Salmonellen konnten nur in den ökologischen Hühnern und Truthähnen nachgewiesen werden. Grundsätzlich konnte aber festgestellt werden, dass die

Haltungsform keinen relevanten Einfluss auf die Keimbelastung hatte. Daher kann nicht gesagt werden, dass biologisches oder konventionelles Geflügelfleisch im Allgemeinen sicherer ist.

2.6.1.4 Molkereiprodukte

Um zu untersuchen ob die Keimbelastung zwischen Biomilch und konventioneller Milch unterschiedlich ist, wurden die Gehalte an aeroben sporenbildenden Keimen analysiert. Im Allgemeinen unterschieden sich die Proben nicht wesentlich in der Diversität der entdeckten Keime. Dennoch gab es bemerkenswerte Unterschiede: So wiesen konventionelle Proben mehr thermotolerante Organismen auf als biologische, wohingegen biologische Milch ein höheres Vorkommen von *Bacillus cereus* aufwies. Während es an einer plausiblen Erklärung für das erste Ergebnis mangelt, wird das vermehrte Vorkommen von *B. cereus* mit den Unterschieden in der Unterbringung der Milchkühe erklärt [Coorevits et al., 2008]. Heinelt [2008] zeigte auf, dass biologische Milchprodukte keine höhere Belastung mit pathogenen Keimen aufweisen als die konventionellen Vergleichsprodukte. 64,3 % der Bio-Rohmilch wiesen eine Überschreitung der Gesamtkeimzahl auf (verglichen mit 20 % bei konventioneller Rohmilch) und die Hefenkeimzahl war höher als in konventionellen Vergleichsproben. *Staphylococcus aureus* konnte nur in Bio-Rohmilch nachgewiesen werden, in einer Probe wurde der Grenzwert von 1×10^3 KBE/ml überschritten. Alle Rohmilchproben waren mit coliformen Keimen belastet, in einer Probe von konventioneller Rohmilch wurde eine Überschreitung des Höchstwerts festgestellt. Die untersuchte Bio-Rohmilch wurde als hygienisch bedenklich eingestuft [Heinelt, 2008]. D'Amico und Donnelly [2010] bewerteten die Qualität von Rohmilch in Vermont. 14 der 21 untersuchten Betriebe wurden positiv auf *S. aureus* getestet. In keiner der 101 untersuchten Proben konnten *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 oder *Salmonella* spp. nachgewiesen werden. 86 % aller Proben hatten eine somatische Keimzahl von $<1 \times 10^4$ KBE/ml, 42 % $<1 \times 10^3$ KBE/ml. Bei 68 % der untersuchten Proben war der Gehalt an coliformen Keimen innerhalb der definierten Grenzen für pasteurisierte Milch von <10 KBE/ml. Weder die Art der Probenbeschaffung (Zustellung oder Abholung), noch der

Betriebstyp (biologisch oder konventionell), noch die Dauer des Melkens (ganzjährig oder saisonal) hatten wesentliche Effekte auf die Gehalte an somatischen Zellen oder coliformen Keimen. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass die untersuchte Milch grundsätzlich von hoher mikrobiologischer Qualität war. Trotz wiederholter Untersuchung der Proben, konnten keine Pathogene festgestellt werden. Eine lettische Studie untersuchte das Vorkommen von Listerien in Rohmilch. In den untersuchten Bio-Rohmilchproben konnte *L. monocytogenes* nicht nachgewiesen werden [Konosonoka et al., 2012].

2.6.1.5 Getreide

Eine umfangreiche australische Studie von Berghofer et al. [2003] untersuchte die mikrobiologische Qualität von Weizen. Dabei waren *Bacillus* spp., coliforme Keime, Hefen und Schimmelpilze die am häufigsten nachgewiesenen Mikroorganismen. *Salmonella* spp. konnten aus zwei Proben isoliert werden. *E. coli* und *B. cereus* konnten nur in geringen Mengen nachgewiesen werden. In einer weiteren australischen Studie wurden Weizenkörner und Weizenmehl untersucht. Aus einer Probe Weizen konnten Salmonellen isoliert werden. Die Prävalenz von Hefen, Schimmelpilzen, *E. coli* und *B. cereus* belief sich auf 56 %, 40 %, 2 % und 4 % für die ganzen Körner und 71 %, 17 %, 0,7 % und <0,3 % für Weizenmehl [Eglezos, 2010]. Reis und Weizenmehl waren neben anderen kohlenhydratreichen Lebensmitteln Forschungsgegenstand einer Studie in Argentinien. *Bacillus* spp. konnten dabei in allen untersuchten ungeschälten Reisproben und in 83 % der Proben von weißem Reis nachgewiesen werden. Das Vorkommen von *B. cereus* konnte allerdings nur in wenigen Proben festgestellt werden [Fangio, Roura und Fritz, 2010]. Humblot et al. [2012] quantifizierten das Vorkommen von *B. cereus* mit $<10^{-1}$ KBE/g in Mehl aus Burkina Faso. Eine weitere Studie legte eine unterschiedliche Verteilung von Pilzen in konventionellem und biologischem Mais offen und erklärte dies mit den Unterschieden im Anbau. Die Analyse von Maisproben aus biologischer und konventioneller Landwirtschaft zeigte, dass der Pilzbefall in Bio-Mais (63,2 %) signifikant ($p = 0,05$) höher war als derjenige in konventionellem Mais (40,3 %) [Ariño et al., 2007].

2.6.1.6 Müsli

Im Rahmen einer polnischen Studie aus dem Jahr 2002 wurde die mikrobiologische Qualität von Müsli untersucht. Dabei wurden die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl, Hefen und Schimmelpilze sowie das Vorkommen von pathogenen Keimen, coliformen Bakterien und Enterokokken bestimmt. Weder Salmonellen noch *S. aureus* und *B. cereus* konnten isoliert werden. Bei den anderen Keimen kam es in keiner Probe zu einer Grenzwertüberschreitung. Zusammenfassend wurde die Qualität des untersuchten Müslis als gut befunden [Wójcik-Stopczyńska, 2003].

2.6.1.7 Honig

Eine aktuelle Studie zur mikrobiologischen Qualität von Bio-Honig aus Portugal konnte zeigen, dass alle Proben frei von coliformen Bakterien, Sulfid-reduzierenden Clostridien und Salmonellen waren. Hefen und Schimmelpilze wurden in geringen Mengen nachgewiesen. Die gesamte Belastung an mesophilen Aerobiern belief sich auf $1,3 \times 10^2$ KBE/g $\pm$ $7,5 \times 10^1$ KBE/g [Estevinho et al., 2012].

2.6.1.8 Gemüse und Obst

In einer groß angelegten englischen Studie wurden biologische Gemüseproben aus dem Einzelhandel untersucht. Die Proben waren allesamt ungekocht und verzehrfertig. Dabei wiesen nur 0,5 % der Proben eine Kontamination mit *E. coli* oder *Listeria* spp. in einem Bereich von $>10^2$ KBE/g auf. Zusammenfassend waren die Ergebnisse dieser ersten Studie zur mikrobiologischen Qualität von biologischem Gemüse zufriedenstellend [Sagoo, Little und Mitchell, 2001]. In einer Studie aus Nordirland wurde Bio-Gemüse auf eine Belastung mit Salmonellen, *Campylobacter*, *E. coli*, *E. coli* O157:H7, Listerien und Aeromonaden untersucht. In keiner der Proben konnten *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia* spp. oder *Listeria* spp. nachgewiesen werden. *Aeromonas* spp. wurden in 34 % der Proben gefunden [McMahon und Wilson, 2001]. Die mikrobiologische Qualität von Obst und Gemüse wurde weiters anhand von ökologischen und konventionellen Proben untersucht. Alle Bio-Betriebe, die Proben zur Verfügung stellten, verwendeten tierischen Dünger. Coliforme Keime konnten in

Proben beider Anbauformen nachgewiesen werden. 1,6 % der konventionellen Proben und 9,7 % der Bioprodukte wiesen eine Kontamination mit *E. coli* auf. Das Vorkommen einer Kontamination mit *E. coli* war bei Salat mit 22,4 % am höchsten unter allen untersuchten Produktgruppen. Es scheint ein negativer Zusammenhang zwischen der Reife des Viehdungs und der Prävalenz von *E. coli* zu bestehen. Eine Probe biologischen Salats und eine Probe grünen Paprikas wiesen Salmonellen auf [Mukherjee et al., 2004]. Ebenso wurden in verzehrfertigem Bio-Gemüse aus Sambia coliforme Keime, Enterobacteriaceae, *E. coli*, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *S. aureus* sowie Hefen und Schimmelpilze nachgewiesen. Dahingegen konnten weder *C. perfringens* noch *B. cereus* identifiziert werden [Nguz et al., 2005]. In einer brasilianischen Studie wurden die Gehalte an mesophilen Aerobiern, Hefen und Schimmelpilzen, coliformen Keimen, *E. coli* und *Salmonella* spp. in biologischen und konventionellen Gemüseproben verglichen. Von diesen Keimen konnten alle bis auf Salmonellen nachgewiesen werden. Die Gehalte zwischen ökologischem und konventionellem Gemüse unterschieden sich nicht signifikant [Maffei, Ferraz de Arruda Silveira und da Penha Longo Mortatti Catanozi, 2013]. Eine Studie aus Kanada zur mikrobiologischen Qualität von importiertem Gemüse und Kräutern untersuchte weiters biologische und konventionelle Proben. Biologische Kräuter und konventionelles Blattgemüse wiesen signifikant niedrigere Gehalte ($p < 0,05$) an coliformen Keimen auf als konventionelle Kräuter und biologisches Blattgemüse. *E. coli* wurde am häufigsten aus Kräutern und Spinat isoliert, in Blattgemüse konnte dieser Keim nicht nachgewiesen werden. *E. coli* O157:H7 und *Salmonella* spp. wurden in keiner Probe gefunden [Allen et al., 2013].

2.6.1.9 Salat

Die mikrobiologische Qualität von Salat wurde in den letzten Jahren vielfach untersucht. Eine norwegische Studie konnte *E. coli* in Salatproben nachweisen, aber in 75 % dieser kontaminierten Proben lag die Konzentration unter dem Grenzwert von $<10^2$ KBE/g. Salmonellen konnten nicht nachgewiesen werden. Aus zwei Proben wurde *L. monocytogenes* isoliert [Loncarevic, Johannessen und Rørvik, 2005]. Auch eine Studie in Kalifornien untersuchte die mikrobiologische Qualität von Salat. Dafür

wurden Proben von ungewaschenem und gewaschenem Salat, aus konventionellem und biologischem Anbau (ohne Verwendung von Dünger) gezogen. Die durchschnittlichen Gehalte an mesophilen und psychotrophen Bakterien, Hefen, Schimmelpilzen, Milchsäurebakterien und coliformen Keimen in Bio-Salat unterschieden sich nicht signifikant von jenen in konventionellem Salat ($p > 0,05$). Prinzipiell waren die ungewaschenen Proben in einem höheren Maß kontaminiert als die gewaschenen Äquivalente. In keiner der Proben konnten Salmonellen und *L. monocytogenes* nachgewiesen werden [Phillips und Harrison, 2005]. Eine weitere US-amerikanische Studie konnte in einer von 112 Proben von Bio-Blattsalat Salmonellen nachweisen. In 11,6 % des Bio-Salates wurde *E. coli* gefunden, deutlich mehr als in konventionellem Blattsalat (6,5 %). In keiner der Kopfsalatproben wurde *E. coli* identifiziert [Arthur et al., 2007]. Im Jahr 2010 wurde in Spanien die erste umfassende Studie zur Kontamination von frischem Salat aus konventionellem und biologischem Anbau mit pathogenen Keimen gemacht. Keine der Proben war mit *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* und *Salmonella* spp. kontaminiert. Hefen und Schimmelpilze, Enterobacteriaceae, *E. coli* und *Pseudomonas* spp. konnten in unterschiedlichen Gehalten nachgewiesen werden [Oliveira et al., 2010]. Die Ergebnisse einer Studie aus Costa Rica zeigten keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der mikrobiologischen Kontamination von Salat aus biologischem und konventionellem Anbau [Monge, Chaves und Arias, 2011]. Weiters wurde Eisbergsalat in Brasilien anhand von 180 Proben untersucht. Dabei wurde sowohl eine hohe Kontamination mit mesophilen aeroben Bakterien als auch mit thermotoleranten coliformen Keimen in den Proben aus biologischem und konventionellem Anbau festgestellt. *Salmonella* spp. konnten aus keiner der Proben isoliert werden [Gomes Neto et al., 2012].

2.6.1.10 Kräuter

Die Datenlage zur mikrobiologischen Sicherheit von essbaren Blumen und Kräutern ist derzeit mangelhaft. Deshalb untersuchten Wetzel et al. [2010] sowohl den Mikroorganismengehalt von essbaren Blüten als auch von Basilikum aus biologischem

und konventionellem Anbau. Eine DNA-Sequenzierung der Keime legte offen, dass es sich bei den vorherrschenden Spezies um Vertreter der Gattung *Enterobacter* spp. handelt. Dabei wies biologisches Basilikum eine weitaus höhere Diversität auf als konventionelles. Sowohl Blumen als auch Basilikum werden oft unter biologischen Bedingungen angebaut und im Allgemeinen roh und ohne vorheriges Waschen verzehrt, doch genau durch diese Praktiken bergen sie das Potenzial für den Ausbruch von lebensmittelbedingten Erkrankungen. In Kanada wurde neben Gemüse die mikrobiologische Qualität importierter Kräuter aus dem Einzelhandel überprüft [Allen et al., 2013]. Die Ergebnisse wurden bereits in Kapitel 2.6.1.8 Gemüse und Obst vorgestellt.

2.6.2 Auswahl des Probenmaterials

Im Folgenden galt es zu spezifizieren, welche Bioprodukte aus dem österreichischen Biofachhandel im Zuge der vorliegenden Masterarbeit untersucht werden würden. Da die Lebensmittelkategorien Obst, Gemüse und Salat bereits einer intensiven Analyse unterzogen wurden, sollten diese nicht Teil des Untersuchungsmaterials sein. Fleischprodukte sowie Erzeugnisse aus Geflügelfleisch sind aufgrund der limitierten und inkonsistenten Datenlage von besonderer Relevanz. Dasselbe gilt für Getreide, zu dessen Kontamination zwar eine Vielzahl von Studien vorliegt, dessen mikrobiologische Qualität aber nicht abschließend geklärt werden konnte. Vor allem die Lebensmittelkategorie Müsli war nur selten Gegenstand aktueller Forschung und sollte daher neben Getreide untersucht werden. Milch- und Milchprodukte wurden ebenso vielfach untersucht, jedoch wurde besonders der Kategorie Rohmilch und daraus hergestellten Erzeugnissen wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Auch die weiter unten vorgestellten Daten aus dem österreichischen Lebensmittelsicherheitsbericht 2012 bestätigen die Sinnhaftigkeit einer Untersuchung der Lebensmittelkategorien Fleisch und Fleischerzeugnisse inkl. Geflügel, Getreide(mahlerzeugnisse) und Müsli sowie Rohmilch und daraus hergestellte Produkte.

2.6.3 Daten aus dem österreichischen Lebensmittelsicherheitsbericht 2012

Die Lebensmittelaufsichtsbehörden der Länder führten im Jahr 2012 43.872 Betriebskontrollen durch, während die AGES bzw. die Untersuchungsanstalten der Länder (Wien, Kärnten, Vorarlberg) 30.966 Proben untersuchten. Die Landesveterinärbehörden führten ihre Untersuchungen in 22.100 fleischerzeugenden und 3.117 milcherzeugenden Betrieben durch. Grundsätzlich umfasst eine Kontrolle die Untersuchung von Geruch, Geschmack, Aussehen und Kennzeichnung des Lebensmittels. Bei Fleisch und Fleischprodukten, Milch und Milchprodukten sowie Fisch ist weiters zwingend eine mikrobiologische Untersuchung auf das Vorkommen von krankheitserregenden Keimen durchzuführen. Außerdem werden Untersuchungen auf Schwermetalle (Blei, Cadmium, Quecksilber), Pflanzenschutzmittelrückstände und Zusatzstoffe durchgeführt. Darüber hinaus können anlassbezogene Untersuchungen notwendig sein. Die Kontrolle der AGES bzw. der Untersuchungsanstalten der Länder legte offen, dass bei 85,4 % der 30.966 untersuchten Proben kein Grund zur Beanstandung vorliegt. Bei den verbleibenden 14,6 % der Proben lag einer der folgenden Beanstandungsgründe vor. 0,4 % der Proben wurden als gesundheitsschädlich eingestuft, 3,4 % der Proben erwiesen sich als für den menschlichen Verzehr ungeeignet bzw. für den bestimmungsgemäßen Verzehr ungeeignet und weitere 8,7 % der Proben wiesen formale Kennzeichnungsmängel auf oder enthielten zur Irreführung geeignete Angaben. Weitere 3,9 % der Proben wurden aus verschiedenen anderen Gründen reklamiert, wie beispielsweise aufgrund der Nichteinhaltung der Hygiene-Verordnung oder der Trinkwasser-Verordnung. Allerdings sind diese Ergebnisse differenziert zu betrachten. Insgesamt wurden 11,3 % der Planproben beanstandet, wohingegen sich diese Zahl für Verdachtsproben auf 33,4 % beläuft. Diese Ergebnisse unterstreichen einmal mehr die Tatsache, dass nicht die absolute Anzahl an Proben entscheidend für das Auffinden von mangelhaften oder schädlichen Proben ist, sondern vielmehr ein risikobasierter Ansatz verfolgt werden soll. Die Beanstandungsgründe „gesundheitsschädlich“ und „für den menschlichen Verzehr ungeeignet“ sind für die vorliegende Arbeit von besonderer Relevanz.

Lebensmittel, Gebrauchsgegenstände und kosmetische Mittel werden laut LMSVG als gesundheitsschädlich eingestuft, wenn sie in der Lage sind, eine Gefahr für die Gesundheit darzustellen oder diese zu schädigen. Mögliche Gründe für eine solche Einstufung sind das Vorkommen von krankheitserregenden Keimen oder Fremdkörpern, die die Zähne schädigen können. Lebensmittel sind laut LMSVG für den menschlichen Verzehr ungeeignet, wenn nicht sichergestellt werden kann, dass sie bestimmungsgemäß verwendet werden können. Lebensmittel können durch eine Kontamination mit Fremdstoffen (z.B. mikrobielle Kontamination), sowie durch Fäulnis, Verderb oder Zersetzung diesen Beanstandungsgrund hervorrufen [BMG, 2013a].

Biologische Lebensmittel werden im Zuge der amtlichen Kontrollen grundsätzlich einer Marktkontrolle unterzogen. Ziel einer solchen Marktkontrolle ist es festzustellen, ob die als Bio-Erzeugnisse deklarierten Waren tatsächlich nach den entsprechenden Prinzipien und Vorschriften produziert und in Verkehr gebracht wurden. Außerdem wird die Verwendung von geschützten geografischen Angaben und geschützten Ursprungsangaben geprüft. Auch die Bezeichnungen von garantiert traditionellen Spezialitäten am Markt werden kontrolliert. Weiters unterliegt die Tätigkeit von Kontrollstellen einer regelmäßigen Überwachung [BMG, 2013a].

Im Folgenden werden die Kontrollergebnisse der Routineproben des Lebensmittelsicherheitsberichts 2012 für die in der vorliegenden Masterarbeit näher untersuchten Lebensmittelkategorien vorgestellt, ohne eine Differenzierung nach Bioprodukten und konventionellen Produkten vorzunehmen. In der Kategorie Fleisch und Fleischzubereitungen waren 2,6 % der untersuchten Proben aufgrund eines Hygienemangels, welcher auf mikrobielle Kontaminationen bzw. organoleptische Fehler zurückzuführen ist, für den menschlichen Verzehr ungeeignet. Weitere 0,2 % aller Proben bzw. sechs Proben wurden als gesundheitsschädlich eingestuft, darunter drei Würste und Beef Tartare wegen einer Kontamination mit Shigatoxin-produzierenden *E. coli*. Im Vergleich dazu wiesen 4,2 % der untersuchten Geflügelprodukte so starke Hygienemängel auf, dass sie für den menschlichen Verzehr

ungeeignet waren, wohingegen keine Probe gesundheitsschädlich war. 1,8 % der untersuchten Käseproben und 2,5 % der Milchproben waren aufgrund eines Hygienemangels für den menschlichen Verzehr ungeeignet. 0,3 % der Käseproben wurden als gesundheitsschädlich identifiziert, wobei drei Viertel mit Shigatoxin-bildenden *E. coli* kontaminiert waren und ein Viertel mit Staphylokokken-Enterotoxinen. Von den untersuchten Getreideprodukten konnte nur bei einer Müsliprobe eine mikrobielle Kontamination festgestellt werden [BMG, 2013a].

Die folgende Tabelle (**Tabelle 3**) gibt die detaillierten Ergebnisse derjenigen Lebensmittelgruppen wieder, die auch im Rahmen der vorliegenden Arbeit einer genaueren Untersuchung unterzogen wurden.

**Tabelle 3: Kontrollergebnisse von Plan- und Verdachtsproben laut Lebensmittelsicherheitsbericht 2012
[BMG, 2013a]**

Waren	begutachtete Proben	Beanstandungsgründe						beanstandete Proben	Zusätzliche Informationen				Beanstandete Proben in %
		gesundheits-schädlich	ungeeignet	Zusammen-setzung	zur Irreführung geeignete Angabe	LMKV	Andere		Verunreinigungen		ausländ. Waren	beanstandete ausländ. Proben	
									mikrobiolog.	andere			
Rohes Fleisch frisch oder tiefgekühlt	737	-	62	1	9	5	24	107	52	6	66	19	14,5
Rohes Fleisch zerkleinert, ungewürzt	544	-	22	6	6	3	19	73	29	2	13	5	13,4
Fleischzubereitungen	705	3	53	3	22	25	23	120	53	5	38	5	17,0
Würste	1.800	7	51	80	35	73	57	263	58	5	170	34	14,6
Geflügel frisch, tiefgekühlt	635	1	33	-	8	10	14	65	26	2	180	18	10,2
Zubereitungen aus Geflügelfleisch	253	-	21	-	9	10	8	47	23	-	49	9	18,6
Würste und Pökeliwaren aus Geflügelfleisch	176	-	3	11	22	14	8	45	7	-	39	15	25,6
Milch	918	1	2	-	7	2	20	30	14	-	15	-	3,3
Milcherzeugnisse (ohne Käse und Butter)	741	7	19	2	16	23	41	106	25	10	84	11	14,3
Käse	1.283	7	52	-	39	52	45	165	42	10	268	42	12,9
Getreide	255	-	6	1	7	10	1	26	-	6	111	7	10,2

2.7 Charakterisierung häufig nachgewiesener Mikroorganismen

Im Folgenden werden jene Keime, auf die die Lebensmittelproben untersucht wurden, einer näheren Charakterisierung nach Müller und Weber [1996] und Manafi [2013] unterzogen.

2.7.1 Coliforme Bakterien

Coliforme Bakterien gehören der Familie der Enterobacteriaceae an und umfassen eine Vielzahl von unterschiedlichen Bakteriengruppen. Die Zugehörigkeit zur Gruppe der Coliformen wird nicht durch taxonomische Merkmale bestimmt, sondern durch ein geeignetes Nachweisverfahren. Grundsätzlich handelt es sich bei coliformen Bakterien um gramnegative, aerobe, fakultativ anaerobe Stäbchen, die zur Fermentation von Lactose unter Gas- und Säurebildung befähigt sind. Die Genera *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* und *Citrobacter* gehören der Gruppe der Coliformen an.

2.7.2 *E. coli*

Die Gattung *Escherichia* umfasst große, gerade, gramnegative, peritrich begeißelte oder aber unbewegliche, fakultativ anaerobe Stäbchen. Beim bekanntesten Vertreter dieser Gattung handelt es sich um *E. coli*. Typische Vertreter von *E. coli* sind charakterisiert durch den Abbau von Glucose (unter Gasbildung), Lactose und Mannit. Weiters zeigen sie eine positive Indolreaktion, fehlende Citratverwertung und eine positive Glucuronidaseaktivität. *E. coli* wird typischerweise als Indikatorbakterium für die fäkale Verunreinigung von Wasser und Lebensmitteln herangezogen. Obwohl es sich bei *E. coli* um einen gewöhnlichen Darmbewohner handelt, gibt es auch pathogene Stämme, wie den Stamm der Shigatoxin-produzierenden *E. coli* und *E. coli* O157:H7.

2.7.3 *Enterococcus* spp.

Bei Enterokokken handelt es sich um Indikatorkeime für Fäkalverunreinigung, die den D-Streptokokken angehören. Die grampositiven, fakultativ anaeroben Diplokokken sind unbeweglich, Katalase-negativ und können sowohl in einem Temperaturbereich

von 45 °C als auch bei einem pH-Wert von 9,6 wachsen. Die häufigsten Vertreter sind *E. faecalis* und *E. faecium*, die typischerweise im Darm von Mensch und Tier sowie auf Pflanzen vorkommen.

2.7.4 *S. aureus*

Bei *Staphylococcus* handelt es sich um grampositive, unbewegliche Kokken aus der Familie der Micrococcaceae. Staphylokokken können einzeln, paarig oder in unregelmäßigen Haufen vorkommen. Beim Abbau von Kohlenhydraten entsteht Säure, aber kein Gas. *S. aureus* ist Koagulase-positiv und vermehrt sich in einem Temperaturbereich von 6 °C bis 46 °C. Enterotoxin-bildende Spezies wie *S. aureus* sind typischerweise Erreger von Lebensmittelvergiftungen. Natürlicherweise kommt *S. aureus* auf der Haut sowie im Nasen-Rachenraum und Stuhl des Menschen vor.

2.7.5 *B. cereus*

Bei der Gattung *Bacillus* handelt es sich um endosporenbildende, grampositive Stäbchen, die aerob oder selten fakultativ anaerob sind. *Bacillus* spp. neigen zur Kettenbildung, sind unbeweglich oder auch peritrich begeißelt. Diese Gattung ist zur Bildung von Katalase befähigt. Kohlenhydrate werden unter Säurebildung abgebaut, selten unter Gasbildung. Typischerweise kommen *Bacillus* spp. im Boden, im Wasser und in zahlreichen Lebensmitteln vor und können ausschließlich in einem pH-Bereich von < 4,5 wachsen. Die Spezies *B. cereus* ist ein häufiger Erreger von Lebensmittelvergiftungen, ausgelöst durch die gebildeten Toxine.

2.7.6 *C. perfringens*

Bei *Clostridium* spp. handelt es sich wie bei *Bacillus* spp. um unbewegliche, endosporenbildende, grampositive Stäbchen. Clostridien sind allerdings anaerob und Katalase-negativ. Das Temperaturoptimum für Wachstum liegt bei 15-50 °C. Ähnlich der Gattung *Bacillus*, kommen auch Clostridien üblicherweise im Boden vor. Zusätzlich findet man sie im Verdauungstrakt von Mensch und Tier. Lebensmittelvergiftungen

werden von den beiden sehr gefährlichen Spezies *C. botulinum* und *C. perfringens* ausgelöst.

2.7.7 Hefen und Schimmelpilze

Neben der technologischen Nutzung bestimmter Schimmelpilzarten, können einige Schimmelpilze, die sich auf Lebensmitteln vermehren, toxische Stoffwechselprodukte produzieren. Typische Vertreter dieser potentiellen Mykotoxinbildner sind *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. und *Fusarium* spp. Auch Hefen können mitunter am Verderb von Lebensmitteln beteiligt sein oder auch als Pathogen wirken.

2.7.8 *Salmonella* spp.

Die Gattung *Salmonella* - gramnegative, nichtbekapselte, fakultativ anaerobe, üblicherweise peritrich begeißelte Stäbchen - zählt mitunter zu den häufigsten Verursachern infektiöser Darmerkrankungen. Außer einiger weniger Ausnahmen, können Salmonellen Lactose nicht spalten. Weiters sind sie Katalase-positiv, Oxidase-negativ und Nitrat zu Nitrit reduzierend. Optimales Wachstum ist bei 37 °C gegeben, grundsätzlich wächst diese Gattung der Enterobacteriaceae aber in einem Temperaturbereich von 5 °C bis 45 °C. Bei den *Salmonella*-Spezies handelt es sich um *S. bongori*, *S. choleraesuis* ssp. *choleraesuis*, *S. enteritidis*, *S. typhi* und *S. typhimurium*. Salmonellen sind humanpathogen. Als Bildner von Endotoxinen lösen sie häufig bakterielle Lebensmittelvergiftungen aus.

2.7.9 *Campylobacter* spp.

Bei der Gattung *Campylobacter* handelt es sich um spiralig gebogene, gramnegative Stäbchen, die polar oder bipolar begeißelt sind. *Campylobacter* sind mikroaerophil, bilden meist Katalase und sind Oxidase-positiv. *Campylobacter* spp. sind nicht zum Abbau von Kohlenhydraten befähigt. Einige Spezies von *Campylobacter* wachsen bei Temperaturen bis 45 °C. Eine Pathogenität für Mensch und Tier ist bei manchen *Campylobacter*-Arten gegeben. Die am häufigsten mit Lebensmittelinfektionen assoziierte Spezies ist *C. jejuni*, die typischerweise eine Enteritis verursacht.

2.7.10 *L. monocytogenes*

Listeria ist ein kurzes, grampositives, aerobes Stäbchen, das keine Sporen bildet. Typischerweise bilden die peritrich begeißelten Listerien kurze Ketten. Sie sind Katalase-positiv, Oxidase-negativ und produzieren ein β -Hämolysin. Beim Abbau von Kohlenhydraten entsteht Säure, aber kein Gas. Reservoirs der Bakterien sind beispielsweise Geflügel, rohes Fleisch, Silage und Kot. Der bedeutendste Vertreter ist *L. monocytogenes*, der Auslöser der Listeriose. Die anspruchslose Spezies wächst sowohl bei niedrigen a_w -Werten als auch bei pH-Werten zwischen 5,0 und 9,0. Wachstum erfolgt im Temperaturbereich zwischen -4 °C und 50 °C.

2.8 Mikrobiologische Grenzwerte für die untersuchten Bioprodukte

Die untersuchten Bioprodukte stammen aus den Kategorien Fleisch- und Geflügel(erzeugnisse), Rohmilch und daraus hergestellte Erzeugnisse sowie Getreide und Getreidemahlerzeugnisse inklusive Müsli. Die für diese Produktgruppen definierten mikrobiologischen Kriterien der Europäischen Kommission und Richt- und Warnwerte der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie werden im Folgenden vorgestellt.

2.8.1 Mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel der EU-Kommission

Die von der Europäischen Kommission in der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 definierten mikrobiologischen Kriterien für Lebensmittel basieren auf dem Grundsatz, dass Lebensmittel frei von Mikroorganismen und deren Toxinen sein sollten, sowie von Metaboliten dieser Mikroorganismen, die ein Risiko für die Gesundheit des Menschen darstellen können. Da lebensmittelbedingte Erkrankungen beim Menschen hauptsächlich durch Gefahren mikrobiologischer Natur hervorgerufen werden, dürfen nicht sichere Lebensmittel nicht in Verkehr gebracht werden bzw. müssen sich im Verkehr befindliche nicht sichere Produkte vom Markt genommen werden. Zu diesem Zwecke wurden mikrobiologische Kriterien festgelegt, die im Rahmen eines HACCP-

Systems und ähnlicher Hygienekontrollmaßnahmen eingesetzt werden können, um sowohl Herstellungs-, Handhabungs- als auch Vertriebsverfahren von Lebensmitteln zu überwachen. Gemäß Verordnung (EG) Nr. 853/2004 sind die mikrobiologischen Kriterien für Lebensmittelunternehmer verpflichtend einzuhalten. Anhand regelmäßiger und geeigneter Untersuchungen hat der Lebensmittelunternehmer das Einhalten der definierten Grenzwerte sicherzustellen. Dabei dienen die in Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 genannten Untersuchungsmethoden, Probennahmepläne, und -verfahren als Referenzverfahren. Werden die in den mikrobiologischen Kriterien festgelegten Grenzwerte an bestimmten Mikroorganismen, deren Toxinen bzw. Metaboliten überschritten, hat der Lebensmittelunternehmer Abhilfemaßnahmen zu setzen sowie der Ursache der Kontamination nachzugehen [Europäische Kommission, 2005]. Im Folgenden werden relevante mikrobiologische Kriterien vorgestellt. Es wurden nicht für alle in der vorliegenden Masterarbeit untersuchten Lebensmittelkategorien mikrobiologische Kriterien definiert, weswegen zusätzlich die entsprechenden Richt- und Warnwerte der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie vorgestellt werden.

Es muss zwischen den Begrifflichkeiten Lebensmittelsicherheitskriterien und Prozesshygienekriterien unterschieden werden. Während erstere für die „Akzeptabilität eines Erzeugnisses oder einer Partie Lebensmittel“ festgelegt werden und „für im Handel befindliche Erzeugnisse“ gelten, beziehen sich Prozesshygienekriterien auf die „akzeptable Funktionsweise des Herstellungsprozesses“ und damit für noch nicht im Handel befindliche Erzeugnisse [Europäische Kommission, 2005]. Die für die vorliegende Masterarbeit relevanten Lebensmittelsicherheitskriterien werden im Folgenden wiedergegeben (**Tabelle 4**).

Tabelle 4: Lebensmittelsicherheitskriterien für relevante Lebensmittelkategorien [Europäische Kommission, 2005]

Lebensmittelkategorie	Mikroorganismen/deren Toxine, Metaboliten	Probennahme-plan ^{a)}		Grenzwerte		Analytische Referenzmethode
		n	c	m	M	
Hackfleisch/Faschirtes und Fleischzubereitungen, die zum Rohverzehr bestimmt sind	<i>Salmonella</i> spp.	5	0	In 25 g nicht nachweisbar		EN/ISO 6579
Hackfleisch/Faschirtes und Fleischzubereitungen aus Geflügelfleisch, die zum Verzehr in durcherhitztem Zustand bestimmt sind	<i>Salmonella</i> spp.	5	0	Ab dem 1.1.2010 in 25 g nicht nachweisbar		EN/ISO 6579
Hackfleisch/Faschirtes und Fleischzubereitungen, die aus anderen Fleischarten als Geflügel hergestellt wurden und zum Verzehr in durcherhitztem Zustand bestimmt sind	<i>Salmonella</i> spp.	5	0	In 10 g nicht nachweisbar		EN/ISO 6579
Fleischerzeugnisse, die zum Verzehr in rohem Zustand bestimmt sind, außer Erzeugnisse, bei denen das Salmonellenrisiko durch das Herstellungsverfahren oder die Zusammensetzung des Erzeugnisses ausgeschlossen ist	<i>Salmonella</i> spp.	5	0	In 25 g nicht nachweisbar		EN/ISO 6579
Fleischerzeugnisse aus Geflügelfleisch, die zum Verzehr in durcherhitztem Zustand bestimmt sind	<i>Salmonella</i> spp.	5	0	Ab dem 1.1.2010 in 25 g nicht nachweisbar		EN/ISO 6579
Käse, Butter und Sahne aus Rohmilch oder aus Milch, die einer Wärmebehandlung unterhalb der Pasteurisationstemperatur unterzogen wurden	<i>Salmonella</i> spp.	5	0	In 25 g nicht nachweisbar		EN/ISO 6579
Käse, Milch- und Molkepulver gemäß den Kriterien für Koagulase-positive Staphylokokken	Staphylokokken-Enterotoxine	5	0	In 25 g nicht nachweisbar		Europäisches Screening-Verfahren des Gemeinschaftlichen Referenzlaboratoriums für Milch
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		EN/ISO 11290-2
Andere als für Säuglinge oder für besondere medizinische Zwecke bestimmte, verzehrfertige Lebensmittel, die die Vermehrung von <i>L. monocytogenes</i> nicht begünstigen können	<i>L. monocytogenes</i>	5	0	100 KBE/g		EN/ISO 11290-2
^{a)} n = Anzahl der Probeneinheiten der Stichprobe; c = Anzahl der Probeneinheiten, deren Werte über m oder zwischen m und M liegen						

2.8.2 Richt- und Warnwerte der DGHM

Richt- und Warnwerte der DGHM stellen eine Ergänzung zu den mikrobiologischen Kriterien für Lebensmittel der Europäischen Kommission dar und werden nur für ausgewählte Lebensmittelgruppen festgelegt. Die rechtlich nicht bindenden Grenzwerte gelten grundsätzlich für Lebensmittel, die an Endverbraucher abgegeben werden innerhalb der jeweiligen Haltbarkeitsdauer. Die Richt- und Warnwerte der DGHM werden auf Basis der Art und Anzahl jener Mikroorganismen bestimmt, die einerseits für den gesundheitlichen Verbraucherschutz und andererseits für eine

Evaluierung der spezifischen Beschaffenheit eines Produktes ausschlaggebend sind. Bei der Formulierung der Werte sind die jeweils angewandten Rezepturen und Herstellungsverfahren zu berücksichtigen. Bei Richtwerten handelt es sich um Angaben zu produktspezifischen Mikroorganismen unter Angabe von Grenzwerten, die in den jeweiligen Lebensmitteln auch bei Einhaltung einer guten Hygienepaxis tolerierbar sind. Liegt der in einem untersuchten Lebensmittel gefundene Keimgehalt unter dem für diesen Organismus definierten Richtwert, so gilt es als mikrobiologisch unauffällig. Überschreitungen der Richtwerte können durch Mängel in der Herstellungs- und Hygienepaxis begründet sein, oder aber auch auf einer falschen Berechnung des Mindesthaltbarkeitsdatums beruhen. Bei Warnwerten handelt es sich hingegen um Mikroorganismengehalte, die eindeutig darauf hinweisen, dass die Prinzipien der Herstellungs- und Hygienepaxis nicht eingehalten wurden. Werden im Rahmen einer Untersuchung Überschreitungen der Warnwerte von pathogenen Mikroorganismen gefunden, kann auch eine Gesundheitsgefährdung nicht ausgeschlossen werden [Beuth Verlag, 2013]. Im Folgenden werden die Richt- und Warnwerte der DGHM für die ausgewählten und eingangs erwähnten Produktkategorien angegeben, insofern diese vorliegen [DGHM, 2011].

2.8.2.1 Fleisch und Fleischerzeugnisse

Für die Fleischerzeugnisse Rindfleisch, Schweinefleisch, Geflügelfleisch, Hackfleisch und Wurst wurden Richt- und Warnwerte der DGHM [2011] definiert.

2.8.2.1.1 Rindfleisch

Rindfleisch unterliegt den folgenden Richt- und Warnwerten laut DGHM [2011] (Tabelle 5).

Tabelle 5: Richt- und Warnwerte für rohes Rindfleisch^{a)} [DGHM, 2011]

	Richtwert (KBE/g)	Warnwert (KBE/g)
Enterobacteriaceae	1×10^4	1×10^5
<i>E. coli</i>	1×10^2	1×10^3
Pseudomonaden	1×10^6	-
Koagulase-positive Staphylokokken	5×10^2	5×10^3
<i>Salmonella</i> spp.	-	n.n. in 25 g
<i>L. monocytogenes</i> ^{b)}	-	1×10^2
^{a)} nicht gewürzt, lose oder in Fertigpackungen		
^{b)} Für die Untersuchung und die Bewertung von <i>L. monocytogenes</i> sind die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien in der jeweils gültigen Fassung für Lebensmittel zu beachten.		

2.8.2.1.2 Schweinefleisch

Für Schweinefleisch existieren folgende Bestimmungen der DGHM [2011] (**Tabelle 6**).

Tabelle 6: Richt- und Warnwerte für rohes Schweinefleisch^{a)} [DGHM, 2011]

	Richtwert (KBE/g)	Warnwert (KBE/g)
Aerobe mesophile Koloniezahl	5×10^6	-
Enterobacteriaceae	1×10^4	1×10^5
<i>E. coli</i>	1×10^2	1×10^3
Pseudomonaden	1×10^6	-
Koagulase-positive Staphylokokken	5×10^2	5×10^3
<i>Salmonella</i> spp.	-	n.n. in 25 g
<i>L. monocytogenes</i> ^{b)}	-	1×10^2
^{a)} nicht gewürzt, lose oder in Fertigpackungen		
^{b)} Für die Untersuchung und die Bewertung von <i>L. monocytogenes</i> sind die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien in der jeweils gültigen Fassung für Lebensmittel zu beachten.		

2.8.2.1.3 Geflügelfleisch

Weiters liegen folgende Richt- und Warnwerte für Geflügelfleisch vor [DGHM, 2011], die in **Tabelle 7** wiedergegeben werden.

Tabelle 7: Richt- und Warnwerte für rohes Geflügelfleisch^{a)} [DGHM, 2011]

	Richtwert (KBE/g)	Warnwert (KBE/g)
Aerobe mesophile Koloniezahl	5×10^6	-
Enterobacteriaceae	1×10^4	1×10^5
<i>E. coli</i>	5×10^2	5×10^3
Pseudomonaden	1×10^6	-
Koagulase-positive Staphylokokken	5×10^2	5×10^3
<i>Salmonella</i> spp.	-	n.n. in 25 g
<i>L. monocytogenes</i> ^{b)}	-	1×10^2
^{a)} nicht gewürzt, lose oder in Fertigpackungen		
^{b)} Für die Untersuchung und die Bewertung von <i>L. monocytogenes</i> sind die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien in der jeweils gültigen Fassung für Lebensmittel zu beachten.		

2.8.2.1.4 Hackfleisch

Für ungewürztes und gewürztes Hackfleisch wurden folgende Richt- und Warnwerte definiert [DGHM, 2011] (**Tabelle 8**).

Tabelle 8: Richt- und Warnwerte zur Beurteilung von ungewürztem und gewürztem Hackfleisch auf Handelsebene [DGHM, 2011]

		Richtwert (KBE/g)	Warnwert (KBE/g)
Aerobe mesophile Koloniezahl		5×10^6	-
Enterobacteriaceae		1×10^4	1×10^5
<i>E. coli</i>	ungewürzt	1×10^2	1×10^3
	gewürzt	1×10^3	1×10^4
Pseudomonaden		1×10^6	-
Koagulase-positive Staphylokokken		5×10^2	5×10^3
<i>Salmonella</i> spp. ^{a)}		-	n.n. in 25 g
<i>L. monocytogenes</i> ^{b)}		-	1×10^2

^{a)} Gesetzliche Regelungen können andere Untersuchungsmethoden vorschreiben.
^{b)} Für die Untersuchung und die Bewertung von *L. monocytogenes* sind die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien in der jeweils gültigen Fassung für Lebensmittel zu beachten.

2.8.2.1.5 Wurst

Für Wurstwaren liegen folgende Richt- und Warnwerte der DGHM [2011] vor (Tabelle 9).

Tabelle 9: Richt- und Warnwerte zur Beurteilung von Brühwurst, Kochwurst, Kochpökelware sowie Sülzen und Aspickwaren (ST = Stückware, ganze Stücke ohne Anschnitt; A = Aufschnittware, Scheiben und Stücke mit Anschnitt und Brühwürstchen) [DGHM, 2011]

	Ware	Richtwert (KBE/g)	Warnwert (KBE/g)
Aerobe mesophile Koloniezahl ^{a)}	ST	5×10^4	-
	A	5×10^6	-
Enterobacteriaceae	ST	1×10^2	1×10^3
	A	1×10^3	1×10^4
<i>E. coli</i>	ST	1×10^1	1×10^2
	A	-	-
Milchsäurebakterien ^{b)}	ST	5×10^4	-
	A	5×10^6	-
Hefen	A	1×10^4	-
Koagulase-positive Staphylokokken	ST	1×10^1	1×10^2
	A	-	-
Sporen sulfitreduzierender Clostridien	ST	1×10^2	1×10^3
	A	-	-
<i>Salmonella</i> spp.	ST	-	n.n. in 25 g
	A	-	-
<i>L. monocytogenes</i> ^{c)}	ST	-	1×10^2
	A	-	-

^{a)} Werden lebende Mikroorganismen als Schutzkultur zugesetzt, muss dies bei der Beurteilung berücksichtigt werden.
^{b)} Bei Überschreitung des Richtwerts durch Verderbsorganismen, für die keine Warnwerte angegeben sind, sollten zur Beurteilung weitere Kriterien, wie z.B. sensorische Abweichungen, herangezogen werden.
^{c)} Für die Untersuchung und Bewertung von *L. monocytogenes* sind die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien in der jeweils gültigen Fassung für Lebensmittel zu beachten.

2.8.2.2 Rohmilch

Aufgrund fehlender Werte im Verzeichnis der DGHM wird auf ältere Werte der Gesellschaft für Lebensmittel-Forschung mbH zurückgegriffen (Tabelle 10) [GfL, 2013].

Tabelle 10: Richt- und Warnwerte für Rohmilch ab Hof [GfL, 2013]

	Richtwert (KBE/ml)	Warnwert (KBE/ml)
Aerobe mesophile Koloniezahl	-	1×10^5
Enterobacteriaceae	1×10^4	-
Koagulase-positive Staphylokokken	1×10^3	-
<i>Salmonella</i> spp.	-	n.n. in 25 ml
<i>L. monocytogenes</i>	-	1×10^2

2.8.2.3 Getreidemahlerzeugnisse

Folgende Richt- und Warnwerte liegen für Getreidemahlerzeugnisse vor (**Tabelle 11**).

Tabelle 11: Richt- und Warnwerte für Getreidemahlerzeugnisse^{a)} [DGHM, 2011]

	Richtwert (KBE/g)	Warnwert (KBE/g)
Aerobe mesophile Koloniezahl (30°C)	1×10^6	-
Enterobacteriaceae	1×10^5	1×10^6
<i>E. coli</i> ^{b)}	1×10^1	1×10^2
Hefen	1×10^3	-
Schimmelpilze	1×10^4	-
Koagulase-positive Staphylokokken	1×10^2	1×10^3
präsumtive <i>B. cereus</i>	1×10^2	1×10^3
Sporen sulfitreduzierender Clostridien	1×10^2	1×10^3
<i>Salmonella</i> spp.	-	n.n. in 25 g

^{a)} Werte werden für Produkte empfohlen, die vor dem Verzehr keinem weiteren Verfahren zur Keimreduzierung unterzogen werden.
Ausgenommen sind Getreideflocken, Müslis, Saaten, Samen, Kerne sowie Malzmehle.
^{b)} Beim Nachweis von *E. coli* ist der Kontaminationsquelle nachzugehen.

2.9 Daten zur Prävalenz von Lebensmittelinfektionen in Österreich

Das Zoonosengesetz 2005 definiert den Begriff *lebensmittelbedingter Krankheitsausbruch* wie folgt: „Das unter gegebenen Umständen festgestellte Auftreten einer mit demselben Lebensmittel oder mit demselben Lebensmittelunternehmen in Zusammenhang stehenden oder wahrscheinlich in Zusammenhang stehenden Krankheit und/oder Infektion in mindestens zwei Fällen beim Menschen oder eine Situation, in der sich die festgestellten Fälle stärker häufen als erwartet“ [BMG & AGES, 2013 S.43]. Gemäß dem Bericht über Zoonosen und ihre Erreger in Österreich im Jahr 2012 ist die Anzahl an lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen in den Jahren 2006 bis 2012 um 80 % zurückgegangen (**Tabelle 12**). Insgesamt kam es im Jahr 2012 zu 122 lebensmittelbedingten Ausbrüchen. Davon waren 53 Ausbrüche auf Salmonellen zurückzuführen, 61 auf *Campylobacter* spp., zwei auf Listerien und jeweils ein Ausbruch auf Noroviren, Verotoxin-bildende *E. coli*, Hepatitis A-Viren sowie den Einzeller *Entamoeba* spp. Bei 81 % der im Jahr 2012 berichteten lebensmittelbedingten Ausbrüche, handelte es sich um Haushaltsausbrüche. Diese Tatsache erklärt die Abweichung zwischen der Anzahl der Krankheitsausbrüche und der Anzahl der Erkrankten, da pro Haushalt typischerweise mehrere Personen zu verzeichnen sind. Obwohl 97 Patienten im

Krankenhaus behandelt werden mussten, kam es im Jahr 2012 zu keinem Todesfall bedingt durch lebensmittelbedingte Ausbrüche. Von den gemeldeten 122 Krankheitsausbrüchen im Jahr 2012 waren nur drei von hoher Evidenz: Ein *S. stanley*-Ausbruch, ein VTEC O113:H8-Ausbruch mit drei Erkrankten, ausgelöst durch eingefrorenes Hirschfleisch und ein *S. enteritidis* PT8-Ausbruch (67 Fälle), der auf von außerhalb der EU importiertes Hühnerfleisch und Hühnerfleischerzeugnisse zurückgeführt werden konnte. Überdies ist zu beachten, dass nahezu 14 % aller Ausbrüche mit Auslandsaufenthalten in Verbindung stehen und daher nicht durch in Österreich zum Verzehr angebotene Lebensmittel ausgelöst wurden [BMG & AGES, 2013].

Tabelle 12: Anzahl der berichteten lebensmittelbedingten Ausbrüche in Österreich, 2006-2012 [BMG & AGES, 2013]

Jahr	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Lebensmittelbedingte Ausbrüche	609	438	368	351	193	232	122
- davon durch Salmonellen	452	305	223	208	98	100	53
- davon durch <i>Campylobacter</i>	137	108	118	120	82	116	61
Anzahl der Erkrankten (in Verbindung mit lebensmittelbedingten Ausbrüchen)	2.530	1.715	1.376	1.330	838	789	561
- davon im Krankenhaus behandelt	493	286	338	223	155	179	97
- Anzahl der Todesfälle	3	1	0	6	2	0	0

2.10 Antibiotikaresistenzen in Lebensmitteln

Antibiotika sind die Mittel der Wahl zur Behandlung und Verhütung von bakteriellen Infektionskrankheiten bei Mensch und Tier. Eine falsche bzw. unsachgemäße Handhabung dieser Medikamente - wie etwa die Verwendung von Antibiotika bei viralen Infektionskrankheiten, der unbegründete Einsatz von Präparaten mit sehr breitem Wirkungsspektrum sowie eine zu lange vorbeugende Gabe von Antibiotika bei chirurgischen Eingriffen - steht allerdings in einem kausalen Zusammenhang mit der Entstehung von Resistenzen. Mikroorganismen, die eine Resistenz erworben haben, können mit üblichen Antibiotika nicht mehr bekämpft werden und stellen so ein Gesundheitsrisiko dar. Auch im Veterinärbereich führt ein unangemessener Einsatz von Antibiotika zur Resistenzentstehung. So sind Antibiotikaresistenzen in tierischen Lebensmitteln heute weit verbreitet [BMG, 2013b]. Obwohl die Bedeutung von

Lebensmitteln für den Transfer von Resistenzgenen unzureichend untersucht ist, weisen in Lebensmitteln vorkommende Bakterien zweifelsohne ein zunehmendes und breites Spektrum an Unempfindlichkeiten gegenüber antimikrobiellen Substanzen auf, und jede Verbreitung solcher Resistenzen hat mit hoher Wahrscheinlichkeit Einfluss auf das Gefahrenpotenzial für den Menschen [EFSA, 2008].

Um auf die Problematik der weltweit zunehmenden Antibiotikaresistenzen einzugehen, wurde auch im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit auf das Vorkommen von Antibiotikaresistenzen getestet. Hierbei wurden bestätigte Stämme von *S. aureus*, Enterobakterien und Enterokokken mit Hilfe spezieller Nährböden auf eine mögliche Antibiotikaresistenz untersucht. Methicillin-resistente Staphylokokken sind jene Stämme von *S. aureus*, die eine Unempfindlichkeit gegenüber Antibiotika der Betalaktam-Gruppe erworben haben. Typischerweise erfolgt eine Infektion mit MRSA im Zuge eines Krankenhausaufenthaltes, doch auch tierische Lebensmittel wie rohes Fleisch und unpasteurisierte Milchprodukte können eine Infektionsquelle darstellen. Nach erfolgter Wärmebehandlung, ist eine erneute Verunreinigung mit MRSA möglich [AGES, 2012b]. Dasselbe gilt für extended-spectrum- β -Laktamase-bildende Enterobakterien, die ebenfalls eine Resistenz gegenüber den Betalaktam-Antibiotika Penicillin und Cephalosporin aufweisen. Hauptaufnahmequelle dieser Enterobakterien stellen Lebensmittel dar. Wie auch für MRSA gilt, dass die antibiotikaresistenten Keime zwar nicht pathogener sind, die Behandlungsmöglichkeiten jedoch limitiert sind [AGES 2012a und AGES 2012b]. Darüber hinaus ist die weite Verbreitung von Vancomycin-resistenten Enterokokken - insbesondere *E. faecalis* und *E. faecium* - in klinischen Isolaten aber auch Lebensmittelproben besorgniserregend. Einerseits erschwert eine solche Resistenz die Behandlung von nosokomialen Infektionen, andererseits stellt der mögliche Transfer dieser Resistenz auf MRSA eine Gefahr dar [EFSA, 2008].

3 MATERIAL UND METHODEN

Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der Untersuchung der biologisch erzeugten Lebensmittel erläutert. Dabei werden sowohl der Vorgang der Probennahme als auch verwendete Materialien und angewandte Methoden vorgestellt.

3.1 Probennahme

Die Probennahme gliederte sich in den Vorgang der Probenziehung und eine anschließende Probenvorbereitung.

3.1.1 Probenziehung

Die Probennahme erfolgte im Zeitraum von Februar bis April 2014 im Wiener Biofachhandel (**Tabelle 13**). Reformhäuser wurden aufgrund des fehlenden Angebots von Frischfleisch und Rohmilch nicht inkludiert. Insgesamt wurden 73 Stichproben untersucht. Dabei stammten jeweils 19 Proben aus der Kategorie Frischfleisch und Fleischerzeugnisse, 34 aus der Kategorie Rohmilch und -erzeugnisse und 20 Stichproben aus der Kategorie Getreide(mahlerzeugnisse) und Müsli. Die Proben wurden idealerweise vor Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatums untersucht. Gekühlte Lebensmittel wurden in einer Kühltasche vom Bio-Supermarkt zum Labor transportiert. Alle Proben wurden innerhalb von 12 Stunden nach der Probenziehung einer Untersuchung unterzogen.

Tabelle 13: Biofachhandel, aus dem Proben gezogen wurden

Name	Adresse	Anteil der Probenziehung
Basic - Bio für alle	Schönbrunner Straße 222-228, 1120 Wien	16,4 %
denn's Biomarkt (denn's 02)	Taborstraße 10, 1020 Wien	8,2 %
denn's Biomarkt (denn's 03)	Landstraßer Hauptstraße 37, 1030 Wien	11,0 %
denn's Biomarkt (denn's 04)	Wiedner Hauptstraße 71, 1040 Wien	34,2 %
denn's Biomarkt (denn's 07/1)	Kaiserstraße 57-59, 1070 Wien	13,7 %
denn's Biomarkt (denn's 07/2)	Lindengasse 13-15, 1070 Wien	13,7 %
denn's Biomarkt (denn's 18)	Martinstraße 60, 1180 Wien	2,7 %

Die Proben wurden lediglich aufgrund der Zugehörigkeit der zu untersuchenden Lebensmittelkategorien und daher ohne Rücksicht auf ihre Herkunft gewählt.

54 Proben (74,0 %) stammten aus Österreich, sechs aus Deutschland (8,2 %), drei aus der Schweiz (4,1 %), fünf aus dem EU-Raum (6,8 %) und jeweils eine Probe (1,4 %) aus Spanien, Frankreich, Italien, Thailand und Äthiopien. **Abbildung 6** gibt die Häufigkeiten der Herkunft des Probenmaterials wieder.

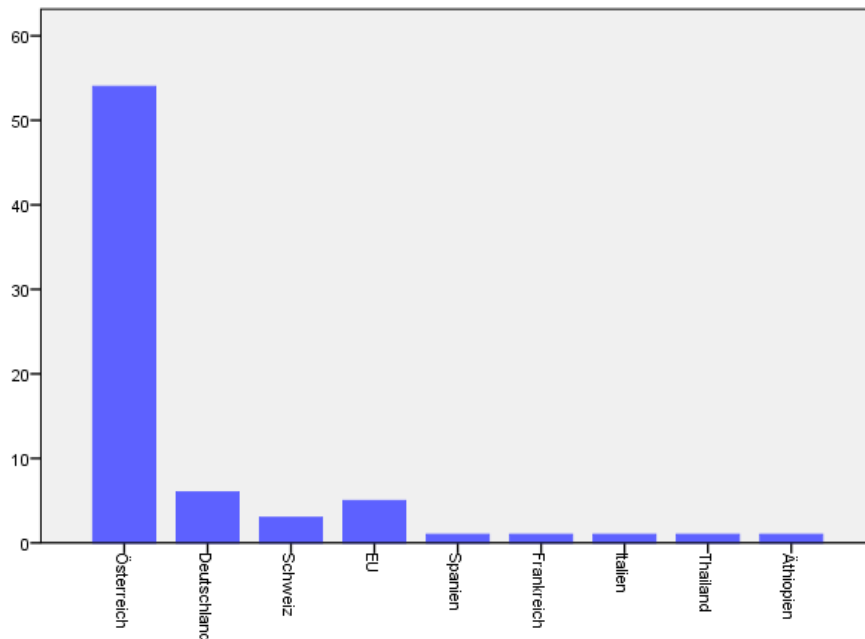


Abbildung 6: Herkunft des Probenmaterials nach Häufigkeiten

Bezüglich der Ökokontrollstellennummer lässt sich folgende Verteilung feststellen (**Tabelle 14**).

Tabelle 14: Häufigkeiten der Ökokontrollstellennummern

Ökokontrollstellennummer	Häufigkeit	Prozent
AT-BIO-301	49	67,1 %
AT-BIO-401	8	11,0 %
AT-BIO-402	6	8,2 %
AT-BIO-901	1	1,4 %
DE-ÖKO-001	4	5,5 %
DE-ÖKO-003	1	1,4 %
DE-ÖKO-006	2	2,7 %
DE-ÖKO-007	2	2,7 %

3.1.2 Probenvorbereitung

Zur Herstellung der Verdünnungen wurden 25 g der vorzerkleinerten Probe in ein steriles Glasgefäß eingewogen. Daraufhin wurde mit 225 ml Peptonwasser verdünnt. Eine anschließende Homogenisierung erfolgte mithilfe eines Stomachers. Die flüssigen Rohmilchproben wurden vor der Entnahme mit Hilfe des Vortexers sorgfältig durchmischt. Dann wurden 25 ml Rohmilch zu 225 ml Peptonwasser gegeben und durch kräftiges Schütteln und weiteres Vortexen gemischt. Es galt zu beachten, vorzerkleinerte Proben maximal eine Stunde lang bei einer Temperatur zwischen ± 0 und $+5$ °C aufzubewahren. Aus den so hergestellten Erstverdünnungen wurden nach Baumgart [1993] in weiterer Folge Dezimalverdünnungen angelegt. Dies geschah innerhalb von fünf Minuten nach Herstellung der Erstverdünnung, um das Sedimentieren grober Partikel zu gewährleisten. Ohne vorheriges Durchmischen wurde aus der wässrigen Phase der Erstverdünnung 1 ml entnommen und zu 9 ml Peptonwasser pipettiert. Nach Durchmischen auf dem Vortexer für 3-5 Sekunden wurden nach dem gleichen Schema weitere Dezimalverdünnungen angelegt. Für jede Verdünnungsstufe wurde eine neue Pipette verwendet. Dabei berührten die Pipettenspitzen immer nur die Gefäßwand. Die Voranreicherungen für den qualitativen Nachweis der Pathogene *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. und *Listeria* spp. erfolgten ebenfalls mit jeweils 25 g bzw. 25 ml Probe in 225 ml Anreicherungsmedium.

3.2 Material

Die folgenden Geräte und Hilfsmittel sowie Chemikalien wurden verwendet.

3.2.1 Geräte und Hilfsmittel

Anaer indicator (bioMérieux, Frankreich)

Anaerobiertopf (Oxoid, England)

Brutschrank 37 °C und 44 °C (Thermo Scientific Heraeus kelvitrone)

Bunsenbrenner (Integra Biosciences Fireboy Plus)

Desinfektionsmittel

Färbewanne aus Edelstahl

Farbstoffe (bioMérieux, Frankreich)
GENbag anaer (bioMérieux, Frankreich)
GENbag microaer (bioMérieux, Frankreich)
Glasgefäße: Eprouvetten, Flaschen, Pipetten, Bechergläser, Messzylinder
Impfgeräte: Öse, Drigalskispatel
Koloniezählgerät (WTW BZG 30 Colony Counter)
Kühlschrank (Liebherr)
Laborwaage (Sartorius laboratory)
Mikroskop (Nikon Eclipse E200)
Objektträger (Thermo Scientific Menzel-Gläser geschnitten Mattrand)
Pipettierhilfen
Sterilpetrischalen
Stomacher (interscience BagMixer)
Stomacherbeutel (interscience BagFilter 400 ml)
UV-Lampe 366 nm (Camag)
Vortexer (Velp scientifica)

3.2.2 Chemikalien

ALOA-Agar (bioMérieux, Frankreich)
API 10S (bioMérieux, Frankreich)
API 20E (bioMérieux, Frankreich)
API Listeria (bioMérieux, Frankreich)
API Staph (bioMérieux, Frankreich)
Baird-Parker-Agar (BP; Merck, Deutschland)
Bouillon CampyFood (bioMérieux, Frankreich)
Campylosel-Agar (bioMérieux, Frankreich)
chromID ESBL-Agar (bioMérieux, Frankreich)
chromID MRSA-Agar (bioMérieux, Frankreich)
chromID VRE-Agar (bioMérieux, Frankreich)
Chromocult Coliformen-Agar (CCA; Merck, Deutschland)

Columbia Blutagar (bioMérieux, Frankreich)
CP ChromoSelect-Agar (CPC; Sigma-Aldrich, Deutschland)
Fraser-Bouillon (Merck, Deutschland)
Hefeextrakt-Glucose-Chloramphenicol-Agar (YGC; Merck, Deutschland)
Kanamycin-Äsculin-Azid-Agar (KANA; Merck, Deutschland)
LMX-Bouillon (Merck, Deutschland)
Müller-Hinton-Agar (MH; Merck, Deutschland)
Oxidase-Test-Set (Merck, Deutschland)
Peptonwasser: physiologische NaCl-Lösung mit 0,5 % Pepton (Merck, Deutschland)
Polymyxin-Eigelb-Mannitol-Bromthymolblau-Agar (BC; Merck, Deutschland)
Rappaport-Vassiliadis-Bouillon (RV; Merck, Deutschland)
SM2-Agar (bioMérieux, Frankreich)

3.3 Methoden

Die Methodik umfasste neben der Bestimmung der Gesamtkeimzahl den quantitativen und qualitativen Nachweis von Mikroorganismen. Darüber hinaus wurden nachgewiesene Stämme von *S. aureus*, Enterobakterien und Enterokokken auf das Vorliegen von Antibiotikaresistenzen getestet.

3.3.1 Bestimmung der Gesamtkeimzahl

Bei allen Keimzählungen wurde das Oberflächenspatelverfahren angewandt. Dabei wurden jeweils 0,1 ml der Probe bzw. Verdünnungen auf Müller-Hinton-Agar transferiert und mithilfe eines Drigalskispatels ausgestrichen. Grundsätzlich wurden alle Kolonien ausgezählt. Waren die Kolonien nach 24 Stunden noch nicht auszählbar, wurde weitere 24 Stunden bebrütet und dann ausgezählt.

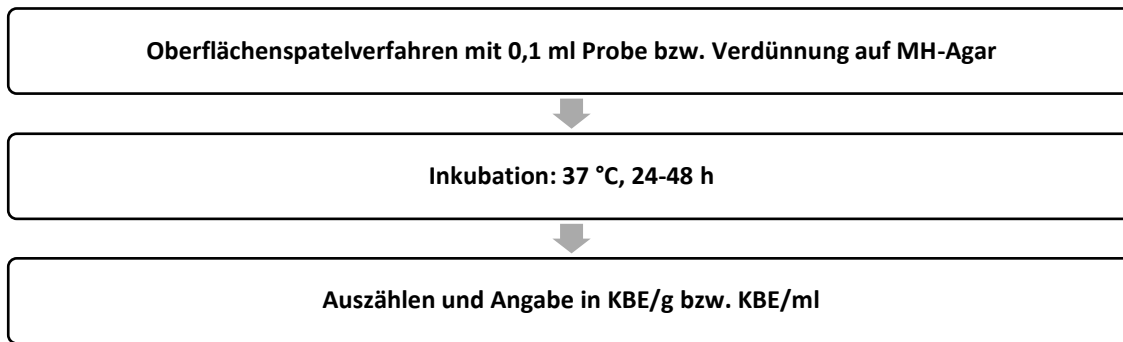


Abbildung 7: Methode zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl

3.3.2 Quantitativer Nachweis von Mikroorganismen

Im Folgenden wird die Methodik für den quantitativen Nachweis von Mikroorganismen erläutert. Grundsätzlich wurde hierbei das universell einsetzbare Oberflächenspatelverfahren angewandt. Beim Spatelverfahren wurden 0,1 ml der Probe bzw. Verdünnungen entnommen und auf der Oberfläche des jeweils geeigneten festen Nährbodens ausgestrichen. Es wurde stets mit der höchsten Verdünnung begonnen. Die Verteilung der Probenflüssigkeit erfolgte mithilfe eines Drigalskispatels. Auf diesen Vorgang folgte die Bebrütung der Platten mit dem Boden nach oben bei der für die nachzuweisenden Mikroorganismen erforderlichen Temperatur und Zeit. Bei verdächtigen Kolonien, die einer weiteren Bestätigung bzw. Charakterisierung bedurften, wurde im Bedarfsfall ein Oxidase-Test durchgeführt und eine mögliche Hämolysetätigkeit überprüft. Außerdem wurde eine Gramfärbung der verdächtigen Keime angefertigt. Konnte der Verdacht durch die Mikroskopie bestätigt werden, wurde eine biochemische Bestätigung mittels API durchgeführt.

Bei allen Lebensmittelproben erfolgte eine quantitative Untersuchung auf die Indikatororganismen coliforme Keime, *E. coli* und Enterokokken. Weiters wurde auf die pathogenen Keime *S. aureus*, *B. cereus* und *C. perfringens* sowie auf das Vorhandensein von Hefen und Schimmelpilzen getestet.

Coliforme Bakterien, *E. coli* (feste und flüssige Lebensmittel)

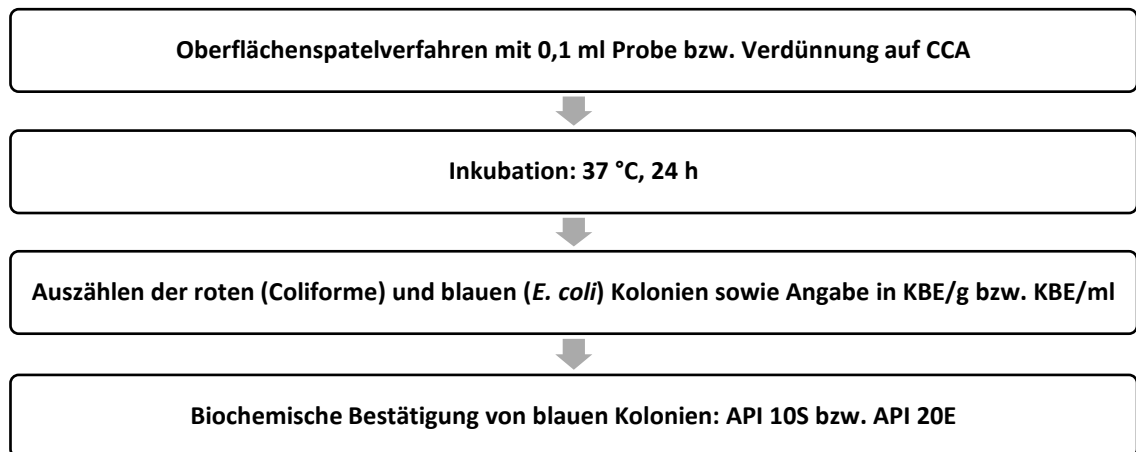


Abbildung 8: Methode zum quantitativen Nachweis von coliformen Bakterien und *E. coli*

Coliforme Bakterien, *E. coli* (qualitativer Nachweis: zusätzlich für flüssige Lebensmittel)

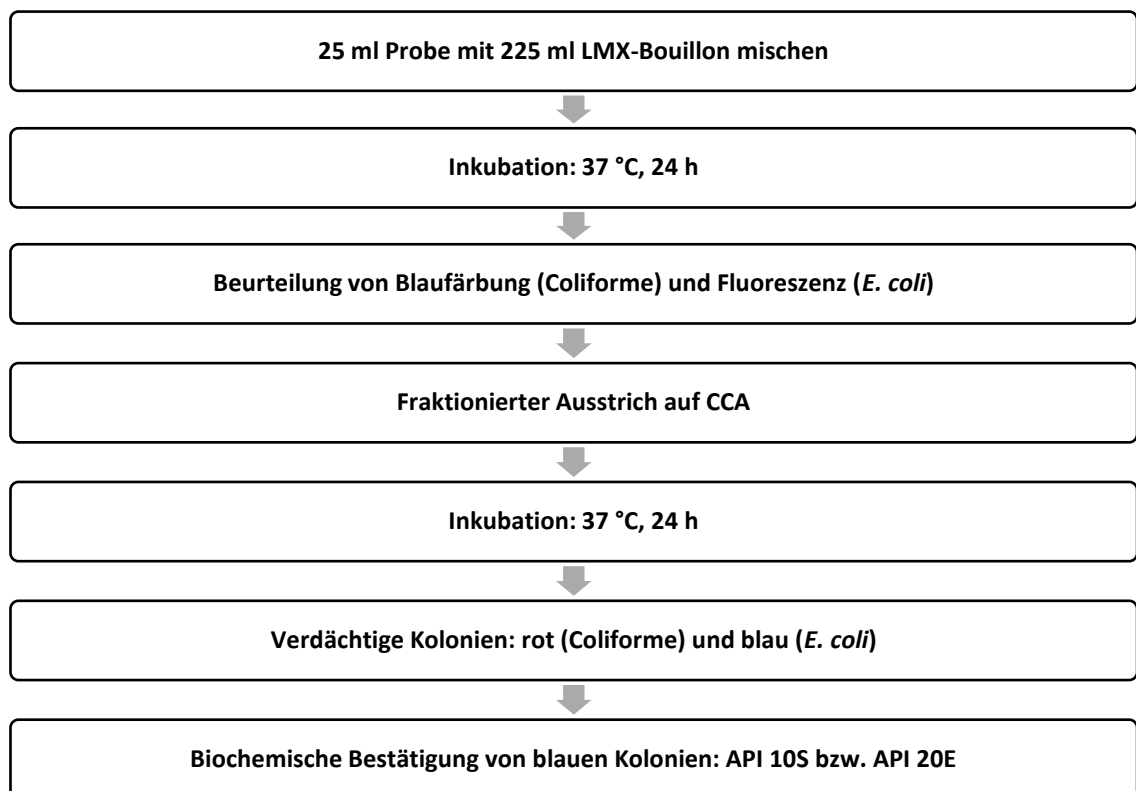


Abbildung 9: Methode zum zusätzlichen qualitativen Nachweis von coliformen Keimen und *E. coli* in flüssigen Lebensmitteln

***Enterococcus* spp.**

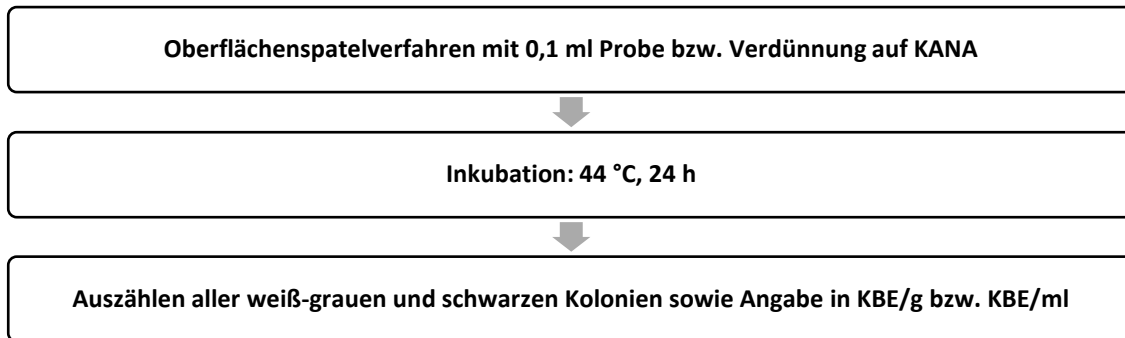


Abbildung 10: Methode zum quantitativen Nachweis von Enterokokken

S. aureus

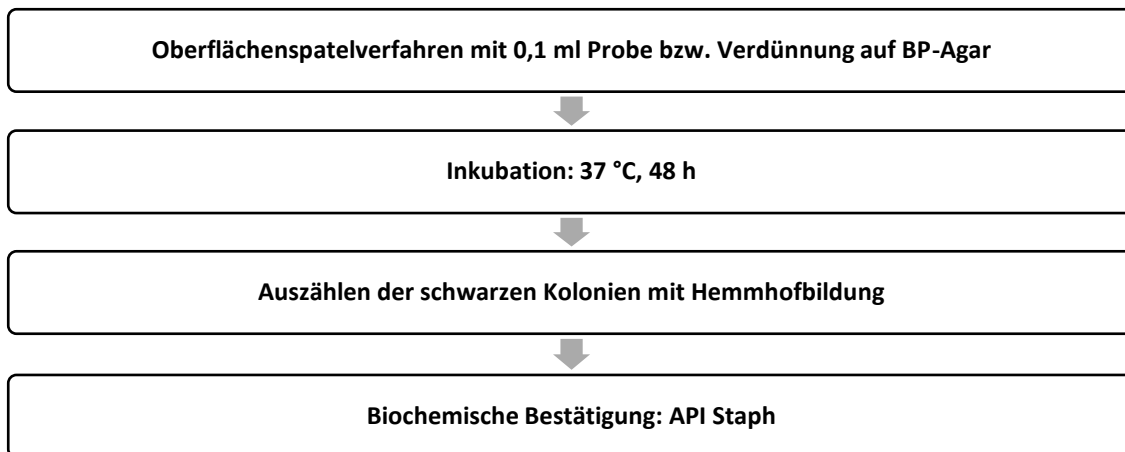


Abbildung 11: Methode zum quantitativen Nachweis von *S. aureus*

B. cereus

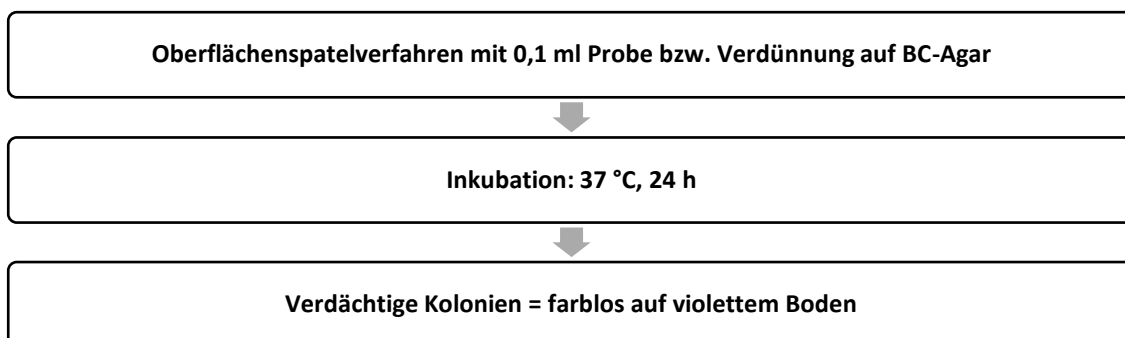


Abbildung 12: Methode zum quantitativen Nachweis von *B. cereus*

C. perfringens

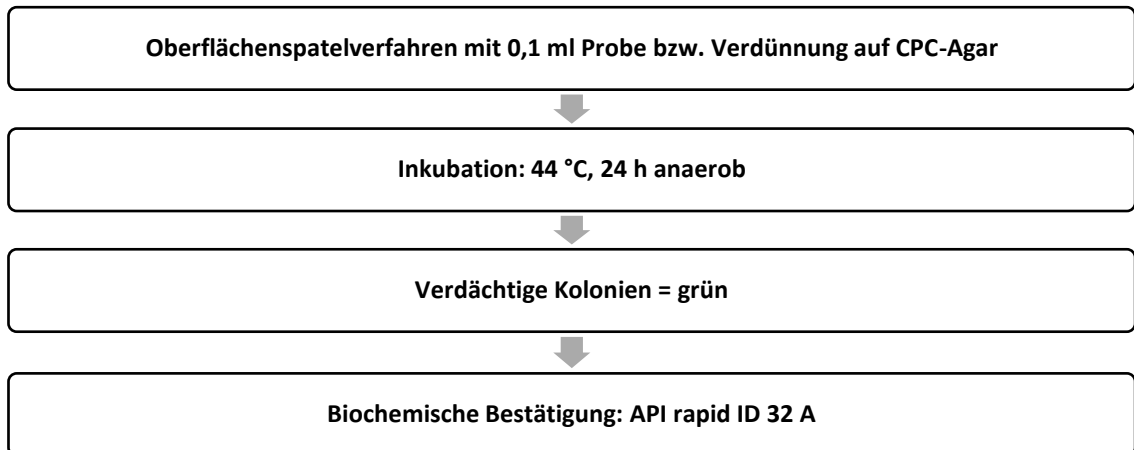


Abbildung 13: Methode zum quantitativen Nachweis von *C. perfringens*

Hefen und Schimmelpilze

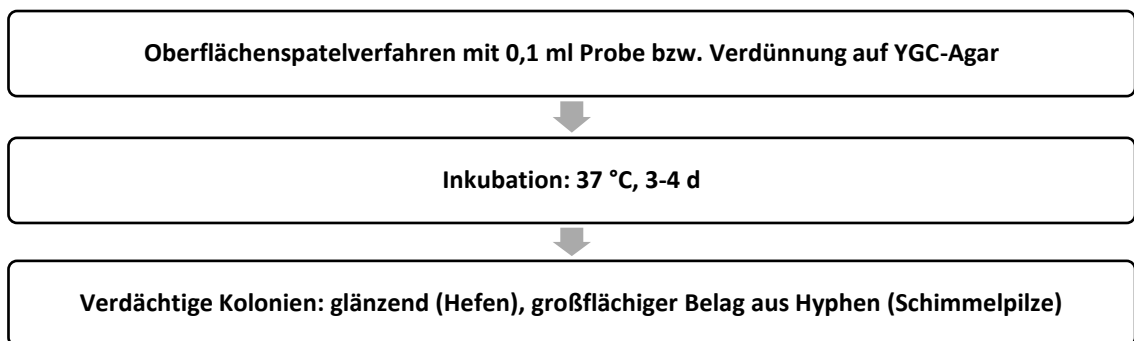


Abbildung 14: Methode zum quantitativen Nachweis von Hefen und Schimmelpilzen

3.3.3 Qualitativer Nachweis von Mikroorganismen

Zusätzlich zum quantitativen Nachweis von Mikroorganismen, wurden die Proben qualitativ auf *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. und *L. monocytogenes* getestet. Dabei folgte auf eine Voranreicherung der Proben in einem für die jeweiligen Keime geeigneten Flüssigmedium ein fraktionierter Ausstrich auf Selektivmedien. Ebenso wie bei der quantitativen Untersuchung wurden nach der Bebrütung gewachsene verdächtige Kolonien auf Blutagar ausgestrichen, sowie einer Gramfärbung und gegebenenfalls einer weiteren Bestimmung mittels API unterzogen.

***Salmonella* spp.**

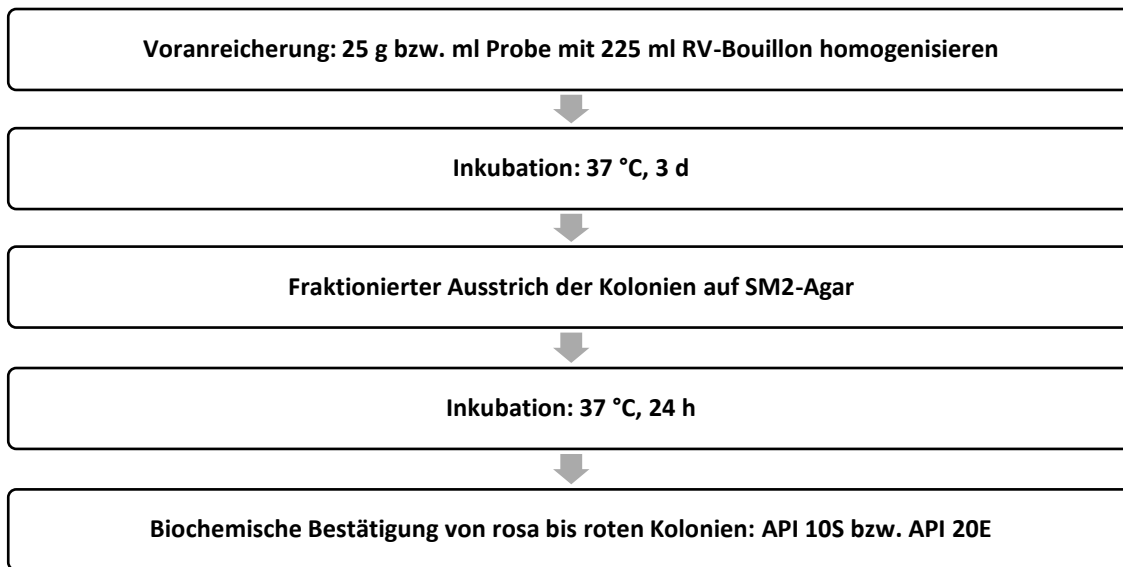


Abbildung 15: Methode zum qualitativen Nachweis von *Salmonella* spp.

***Campylobacter* spp.**

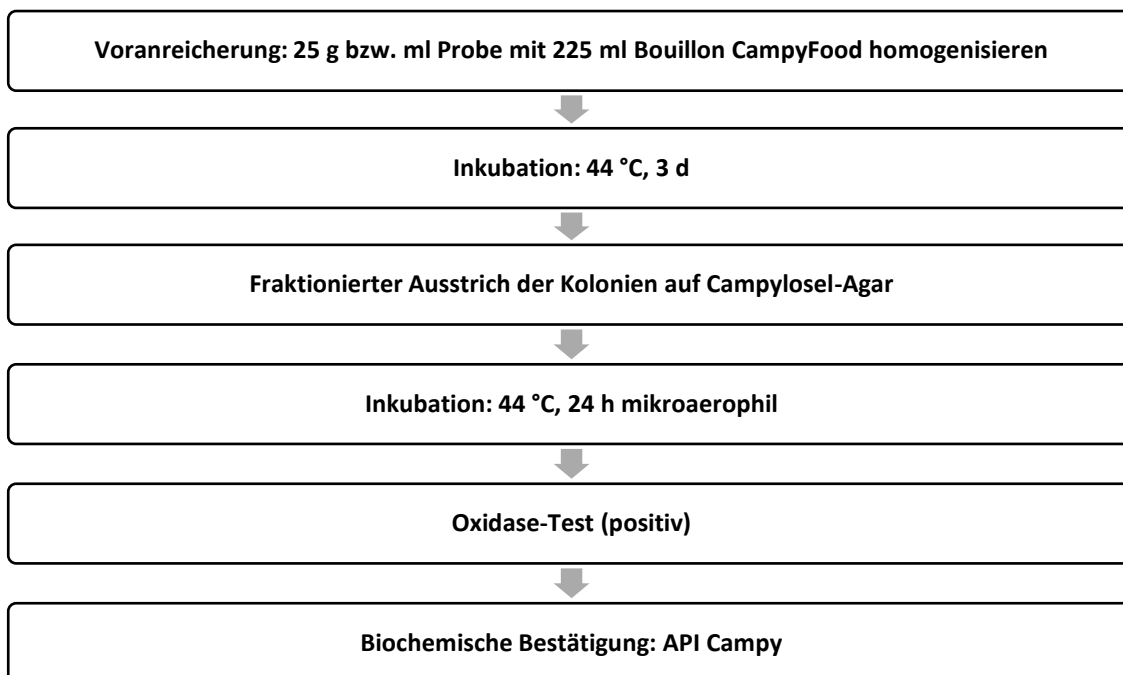


Abbildung 16: Methode zum qualitativen Nachweis von *Campylobacter* spp.

L. monocytogenes

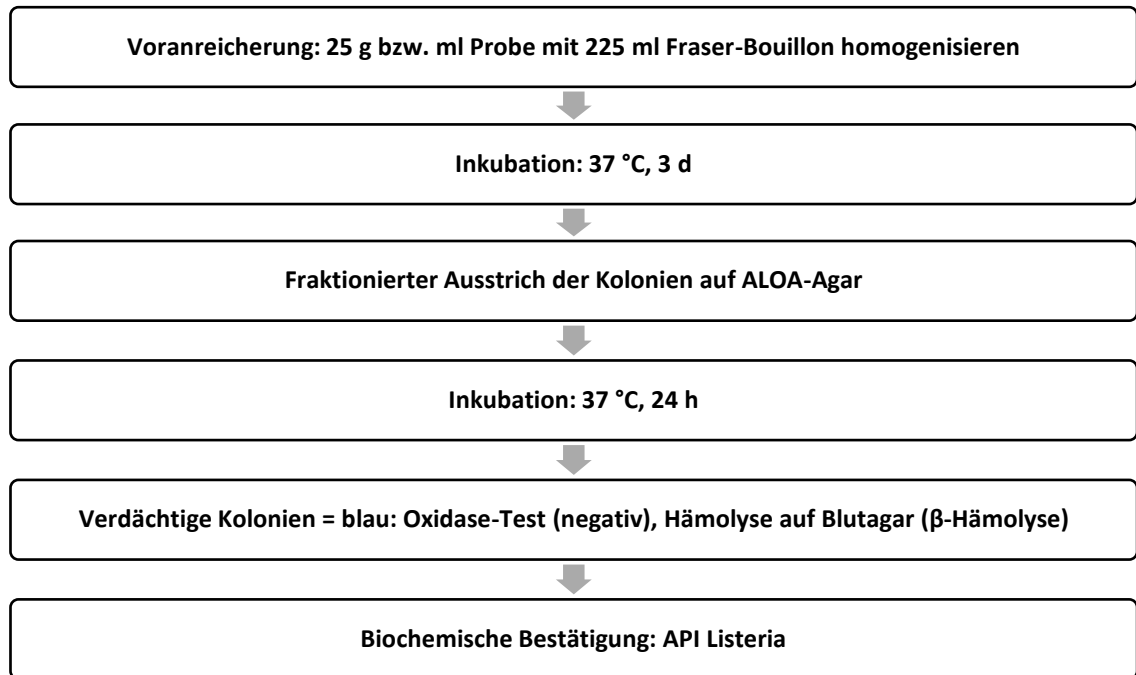


Abbildung 17: Methode zum qualitativen Nachweis von *L. monocytogenes*

3.4 Auswertung und Berechnung der Koloniezahl

Die Auswertung und Berechnung der Koloniezahl erfolgte nach Ende der Bebrütungszeit. Dabei wurden die Kolonien auf den Petrischalen gezählt, indem jede Kolonie, die mit 6-8-facher Lupenvergrößerung erkennbar war, mit einem Stift markiert wurde und mit einem Koloniezählgerät gezählt wurde. Laufkolonien wurden dabei als Einzelkolonien gewertet. Die Berechnung der Keimzahl erfolgte anhand des arithmetischen Mittelwerts von zumindest zwei Böden. Das Ergebnis wird in KBE/g oder KBE/ml angegeben. Im Folgenden wird die Berechnungsmethode zur Bestimmung der Koloniezahl wiedergegeben (**Formel 1**).

$$\text{Tatsächliche Keimzahl} = \text{Anzahl sichtbarer Kolonien} \times 10^{\text{Verdünnungsstufe}} \times 10$$

Formel 1: Formel zur Berechnung der tatsächlichen Keimzahl

3.5 Nachweis von Antibiotikaresistenzen

Der Nachweis von antibiotikaresistenten Bakterien erfolgte unter Verwendung der chromogenen Selektivmedien chromID MRSA, chromID ESBL und chromID VRE. Hierfür wurden bestätigte Kolonien mit einer Plastiköse aufgenommen und auf den jeweiligen Selektivmedien ausgestrichen. Daraufhin wurden die Böden bei 37 °C für 24 Stunden bebrütet. Eine Grünfärbung der Kolonien von *S. aureus* deutet auf das Vorhandensein einer Resistenz hin. ESBL-bildende *E. coli* färben sich pink bis burgunderfarben, ESBL-bildende *Klebsiella*-, *Enterobacter*-, *Serratia*- und *Citrobacter*-Stämme weisen eine grüne bis blaue Färbung auf. Antibiotikaresistente *Proteeae* zeigen eine dunkel- bis hellbraune Färbung. Stämme von Vancomycin-resistenten Enterokokken lassen sich ebenfalls aufgrund der Färbung differenzieren. Kolonien von *E. faecalis* färben sich blau-grün, Stämme von *E. faecium* hingegen violett.

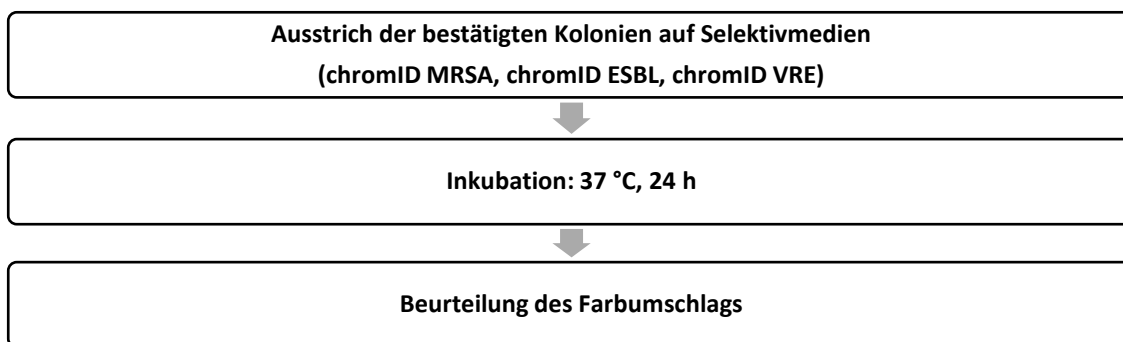


Abbildung 18: Methode zum Nachweis von Antibiotikaresistenzen

3.6 Datenanalyse

Sämtliche Berechnungen erfolgten mittels Microsoft Office Excel 2007. Die statistische Datenauswertung wurde mit Hilfe der Software IBM SPSS Statistics Standard 22.0 durchgeführt. Beim Durchführen von Mittelwertvergleichen wurde ein p-Wert von <0,05 als signifikant angesehen. Beim Vorliegen von Richt- und Warnwerten der DGHM bzw. mikrobiologischen Kriterien der Europäischen Kommission wurden die nachgewiesenen Keimgehalte mit diesen verglichen.

4 ERGEBNISSE

Der folgende Ergebnis- und Diskussionsteil dient einer Wiedergabe und Präsentation der Ergebnisse, sowie einer Analyse und Interpretation derselben. Die detaillierten Untersuchungsergebnisse, eine Übersicht der Ergebnisse der biochemischen Identifikation mittels API und Bildmaterial zum erfolgreichen Nachweis von *E. coli* und *S. aureus* finden sich im Anhang.

4.1 Quantitative Ergebnisse

Insgesamt wurden 73 Proben aus den Kategorien Frischfleisch und Fleischerzeugnisse, Rohmilch und Rohmilcherzeugnisse sowie Getreide(mahlerzeugnisse) und Müsli untersucht, wobei sich die Proben folgendermaßen zusammensetzten (**Tabelle 15**).

Tabelle 15: Zusammensetzung des Probenmaterials

Lebensmittelunterkategorie	Stichprobenumfang (n)
Frischfleisch (Geflügel, Schwein, Rind, Kalb)	10
Fleischerzeugnisse (Faschiertes, Würste)	9
Rohmilch (Kuh, Ziege, Schaf)	16
Rohmilcherzeugnisse (Käse, Topfen, Joghurt)	18
Getreide und Getreidemahlerzeugnisse	16
Müsli (Flocken, gepufftes Getreide; jeweils sortenrein)	4

Die Gesamtkeimzahl wurde in 72 Proben ermittelt. Bei einer Probe blieb eine Bestimmung aus. Die Lebensmittelunterkategorie Rohmilcherzeugnisse wies mit $1,3 \times 10^8$ KBE/g (Min = 0,0 KBE/g; Median = $1,8 \times 10^6$ KBE/g; Max = $2,1 \times 10^9$ KBE/g) die höchste durchschnittliche Gesamtkeimzahl auf. Gefolgt wurde diese Gruppe von der Untergruppe Rohmilch mit einem mittleren Gesamtkeimgehalt von $8,6 \times 10^5$ KBE/ml (Min = $8,0 \times 10^2$ KBE/ml; Median = $1,9 \times 10^4$ KBE/ml; Max = $1,0 \times 10^7$ KBE/ml). Die Kategorien Frischfleisch und Fleischerzeugnisse enthielten im Mittel eine Gesamtkeimzahl von $6,5 \times 10^5$ KBE/g (Min = $1,1 \times 10^4$ KBE/g; Median = $1,2 \times 10^5$ KBE/g; Max = $4,9 \times 10^6$ KBE/g) bzw. $2,4 \times 10^4$ KBE/g (Min = $3,0 \times 10^1$ KBE/g; Median = $6,2 \times 10^2$ KBE/g; Max = $2,0 \times 10^5$ KBE/g). Die Untergruppe Getreide(mahlerzeugnisse) wies einen durchschnittlichen Gesamtkeimgehalt von $5,8 \times 10^3$ KBE/g (Min = $1,0 \times 10^1$ KBE/g; Median = $2,2 \times 10^3$ KBE/g; Max = $2,7 \times 10^4$ KBE/g)

auf. In der Untergruppe Müsli konnte eine mittlere Gesamtkeimzahl von $3,5 \times 10^2$ KBE/g (Min = 0,0 KBE/g; Median = $9,5 \times 10^1$ KBE/g; Max = $1,2 \times 10^3$ KBE/g) ermittelt werden.

Abbildung 19 gibt die relativen Häufigkeiten der durchschnittlichen Gesamtkeimzahl in KBE/g bzw. KBE/ml wieder.

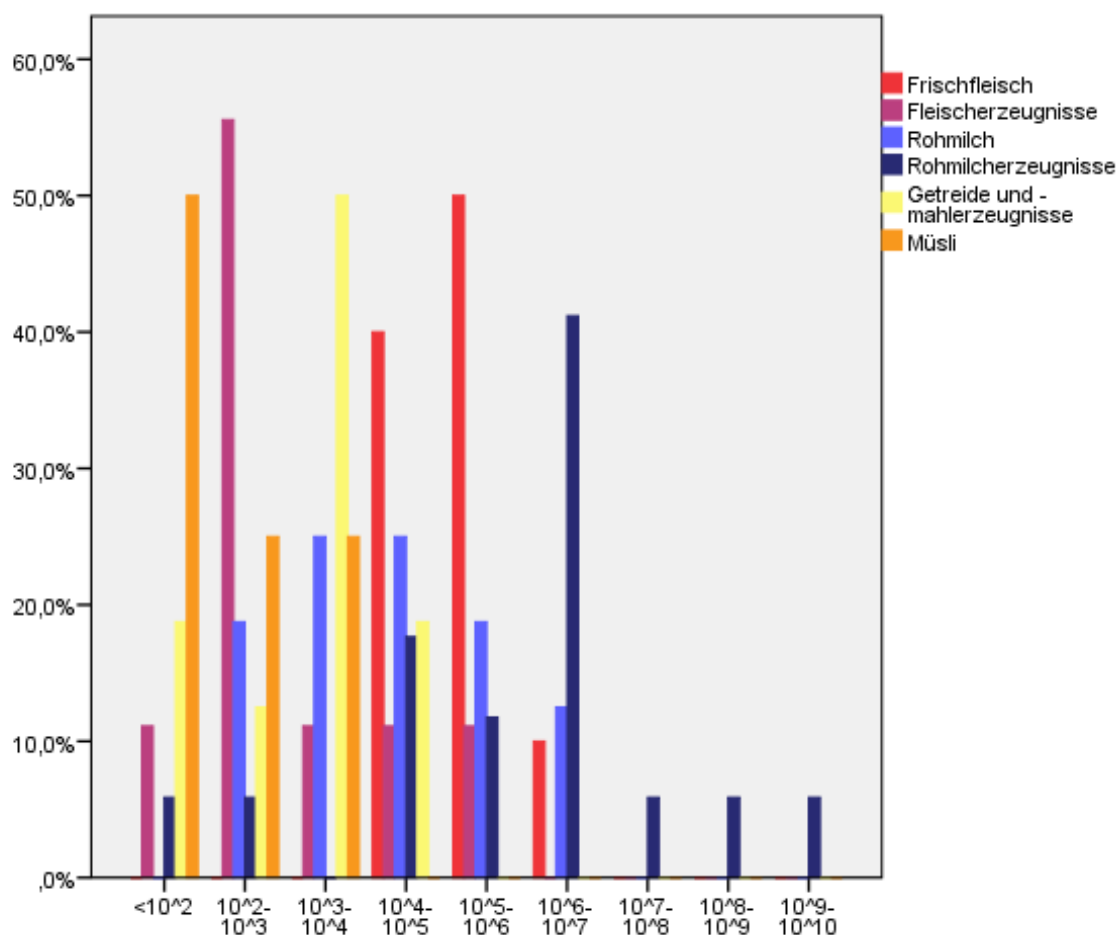


Abbildung 19: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gesamtkeimzahl in KBE/g bzw. KBE/ml

Aufgrund mangelnder Definition von Richt- und Warnwerten der DGHM ist nur für die Unterkategorien Schweinefleisch, Geflügelfleisch, Hackfleisch, Wurst, Rohmilch und Getreidemahlerzeugnisse ein Vergleich mit eben diesen möglich. Weder in den Unterkategorien Schweinefleisch, Geflügelfleisch, Hackfleisch und Wurst noch in der Unterkategorie Getreidemahlerzeugnisse kam es zu einer Überschreitung des definierten Richtwerts. Der für die Unterkategorie Rohmilch geltende Warnwert von 1×10^5 KBE/ml [GfL, 2013] wurde in fünf Proben (31,3 %) überschritten. Dabei handelte

es sich in vier von fünf Fällen um Rohmilch von der Kuh und in einem Fall um Schafrohmilch.

In 72 Stichproben wurde auf das Vorkommen von coliformen Bakterien getestet. Der im Mittel höchste Gehalt an coliformen Bakterien wurde in der Unterkategorie Rohmilcherzeugnisse mit einem Wert von $7,8 \times 10^6$ KBE/g (Min = 0,0 KBE/g; Median = 0,0 KBE/g; Max = $1,4 \times 10^8$ KBE/g) gefunden. Die Unterkategorie Rohmilch wies mit einem durchschnittlichen Gehalt von $4,4 \times 10^6$ KBE/ml (Min = 0,0 KBE/ml; Median = $7,0 \times 10^1$ KBE/ml; Max = $6,5 \times 10^7$ KBE/ml) ähnlich hohe Keimgehalte auf. Frischfleisch war im Mittel mit $2,9 \times 10^5$ KBE/g (Min = 0,0 KBE/g; Median = $5,4 \times 10^2$ KBE/g; Max = $2,7 \times 10^6$ KBE/g) belastet. Fleischerzeugnisse wiesen im Vergleich dazu mit durchschnittlich $1,3 \times 10^1$ KBE/g (Min = 0,0 KBE/g; Median = 0,0 KBE/g; Max = $8,0 \times 10^1$ KBE/g) eine relativ geringe Belastung mit coliformen Keimen auf. Die Unterkategorie Getreide(mahlerzeugnisse) zeigte einen mittleren Gehalt an Coliformen von $1,5 \times 10^3$ KBE/g (Min = 0,0 KBE/g; Median = $6,5 \times 10^2$ KBE/g; Max = $1,0 \times 10^4$ KBE/g) und die Untergruppe Müsli einen durchschnittlichen Gehalt von $1,5 \times 10^1$ KBE/g (Min = 0,0 KBE/g; Median = 0,0 KBE/g; Max = $6,0 \times 10^1$ KBE/g). **Abbildung 20** veranschaulicht die relativen Häufigkeiten der mittleren Gehalte an coliformen Bakterien in KBE/g bzw. KBE/ml.

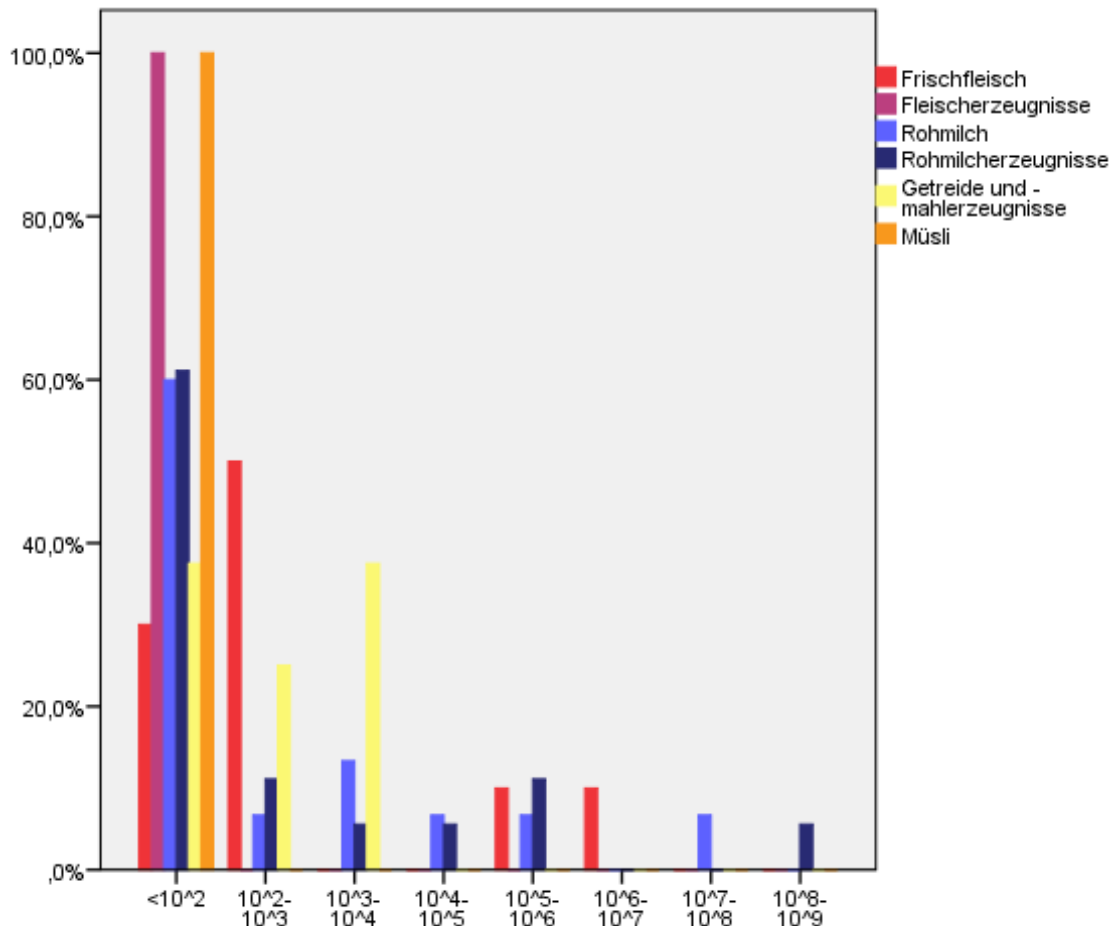


Abbildung 20: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gehalte an coliformen Bakterien in KBE/g bzw. KBE/ml

Da Richt- und Warnwerte für Enterobacteriaceae, nicht aber für coliforme Bakterien vorliegen, ist ein direkter Vergleich nicht möglich. Da Coliforme jedoch der Familie der Enterobacteriaceae angehören, können diese Richt- bzw. Warnwerte herangezogen werden. Der vorliegende Warnwert für Enterobacteriaceae für Frischfleisch der DGHM [2011] von 1×10^5 KBE/g wurde von zwei Geflügelfleischproben mit einem Coliformengehalt von $2,1 \times 10^5$ KBE/g bzw. $2,7 \times 10^6$ KBE/g überschritten. Der entsprechende Richtwert für Rohmilch von 1×10^4 KBE/ml wurde von drei Kuhrohmilchproben deutlich überschritten ($4,7 \times 10^4$ KBE/ml; $4,9 \times 10^5$ KBE/ml; $6,5 \times 10^7$ KBE/ml). Der Richt- und Warnwert für Getreidemahlerzeugnisse von 1×10^4 KBE/g bzw. 1×10^5 KBE/g wurde in keinem Fall überschritten, der Richtwert jedoch von einer Probe Buchweizen Vollmehl erreicht.

In allen Stichproben wurde auf das Vorkommen von *E. coli* getestet. Eine Kontamination mit *E. coli* konnte in den Unterkategorien Rohmilcherzeugnisse, Frischfleisch und Rohmilch nachgewiesen werden. Die Unterkategorien Fleischerzeugnisse, Getreide(mahlerzeugnisse) und Müsli wiesen keine *E. coli* auf. Die durch API 20E bzw. API 10S bestätigten Kolonien von *E. coli* wurden in folgenden sechs Proben (8,2 %) gefunden: Kuhrohmilch ($1,0 \times 10^1$ KBE/ml), Geflügelfleisch ($2,0 \times 10^1$ KBE/g; $8,0 \times 10^1$ KBE/g; $1,2 \times 10^2$ KBE/g), Rohmilchtopfen von der Kuh ($1,7 \times 10^3$ KBE/g) und Schafjoghurt aus Rohmilch ($2,0 \times 10^1$ KBE/g). **Abbildung 21** zeigt charakteristisch gefärbte Kolonien von *E. coli* auf CC-Agar.

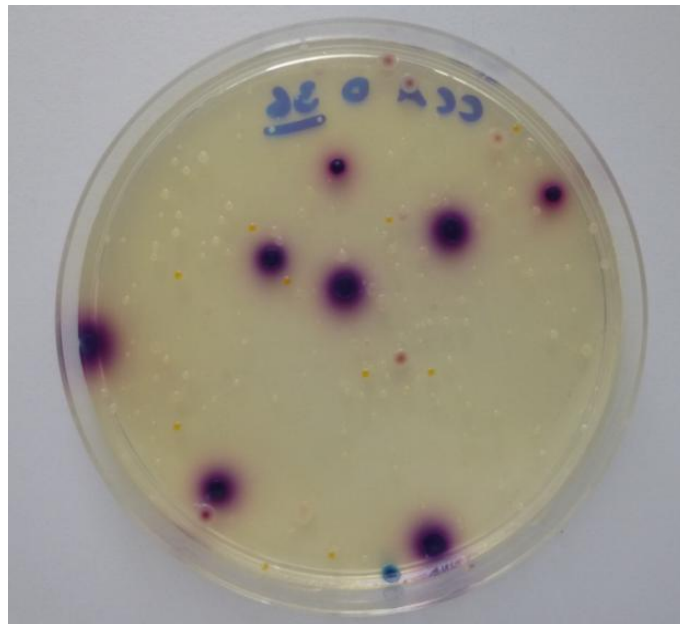


Abbildung 21: Charakteristische *E. coli* auf CC-Agar [Eigene Aufnahme, 20.03.2014]

Der für frisches Geflügelfleisch definierte Richtwert der DGHM [2011] für *E. coli* von 5×10^2 KBE/g wurde nicht überschritten. Für die weiteren betroffenen Produkte mangelt es an einem Richt- bzw. Warnwert, weshalb kein Vergleich angestellt werden kann. Weiters konnte mittels API 20E das Vorkommen von *Hafnia alvei* in einer Probe Schafrohmilch sowie die Anwesenheit von *Pantoea* spp. in einer Geflügelprobe nachgewiesen werden.

Der Nachweis von Enterokokken gelang in 38,4 % aller Proben. Die Keime konnten mit einem durchschnittlichen Gehalt von $1,0 \times 10^5$ KBE/g (Min = 0,0 KBE/g; Median = $3,5 \times 10^3$ KBE/g; Max = $1,2 \times 10^6$ KBE/g) in Rohmilcherzeugnissen und einem mittleren Gehalt von $3,6 \times 10^2$ KBE/ml (Min = 0,0 KBE/ml; Median = $8,0 \times 10^1$ KBE/ml; Max = $2,4 \times 10^3$ KBE/ml) in Rohmilch nachgewiesen werden. Zwei Frischfleischproben (Geflügel) waren mit $1,0 \times 10^1$ KBE/g bzw. $7,0 \times 10^1$ KBE/g Enterokokken belastet. Eine Probe Faschiertes vom Rind wies außerdem einen Gehalt an Enterokokken von $1,0 \times 10^1$ KBE/g auf. Weiters wurde in einer Probe Buchweizen Vollmehl ein Gehalt an Enterokokken von $9,0 \times 10^1$ KBE/g gefunden.

Mittels API Staph bestätigte Kolonien von *S. aureus* wurden aus sieben von 73 Proben (9,6 %) isoliert. Die höchste Prävalenz wies dabei Rohmilch auf. Insgesamt fünf Rohmilchproben (zwei von der Kuh, drei von der Ziege) enthielten *S. aureus* mit einem Gehalt von $4,0 \times 10^1$ KBE/ml bis $1,7 \times 10^2$ KBE/ml. Der für Rohmilch geltende Richtwert von 1×10^3 KBE/ml [GfL, 2013] wurde dabei in keinem Fall überschritten. Eine Geflügelfleischprobe wies einen Gehalt von $5,3 \times 10^2$ KBE/g auf und eine Probe Schaftopfen aus Rohmilch $2,0 \times 10^1$ KBE/g. Die Geflügelfleischprobe überschritt damit den von der DGHM [2011] definierten Richtwert für Koagulase-positive Staphylokokken von 5×10^2 KBE/g geringfügig, der entsprechende Warnwert von 5×10^3 KBE/g wurde allerdings nicht überschritten. **Abbildung 22** zeigt eine Mikroskopaufnahme charakteristischer Kolonien von *S. aureus* nach erfolgter Gramfärbung.

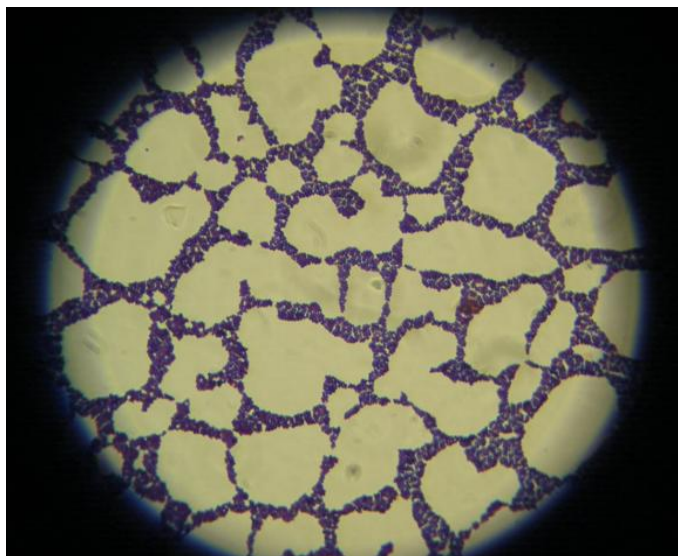


Abbildung 22: Mikroskopaufnahme von *S. aureus* nach Gramfärbung [Eigene Aufnahme, 05.05.2014]

Weiters konnten andere Stämme von Staphylokokken aus verschiedenen Proben bestätigt werden. So konnte *S. epidermidis* in einer Rindfleischprobe nachgewiesen werden, *S. xylosus* in einer Probe Rohmilchkäse, *S. auricularis* in einer Probe Kuhrohmlch, *S. simulans* in einer Probe Schafrohmlch, *S. warneri* in einer Rind- und Geflügelfleischprobe und *S. hyicus* in einer Probe Schafrohmlch.

B. cereus (Anzahl der untersuchten Proben = 73) und *C. perfringens* (Anzahl der untersuchten Proben = 58) konnten in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen werden.

Hefen konnten in 17 von 70 untersuchten Proben (24,3 %) aus allen Kategorien mit Ausnahme der Unterkategorie Müsli in einem Bereich von $1,0 \times 10^1$ und $3,1 \times 10^4$ KBE/g bzw. KBE/ml nachgewiesen werden. Dabei wiesen die Unterkategorien Rohmilcherzeugnisse mit $2,2 \times 10^3$ KBE/g (Min = 0,0 KBE/g; Median = 0,0 KBE/g; Max = $3,1 \times 10^4$ KBE/g) und Rohmilch mit $4,1 \times 10^2$ KBE/ml (Min = 0,0 KBE/ml; Median = $1,0 \times 10^1$ KBE/ml; Max = $3,4 \times 10^3$ KBE/ml) die höchsten durchschnittlichen Gehalte auf. **Abbildung 23** gibt die relativen Häufigkeiten der durchschnittlichen Gehalte an Hefen in KBE/g bzw. KBE/ml wieder.

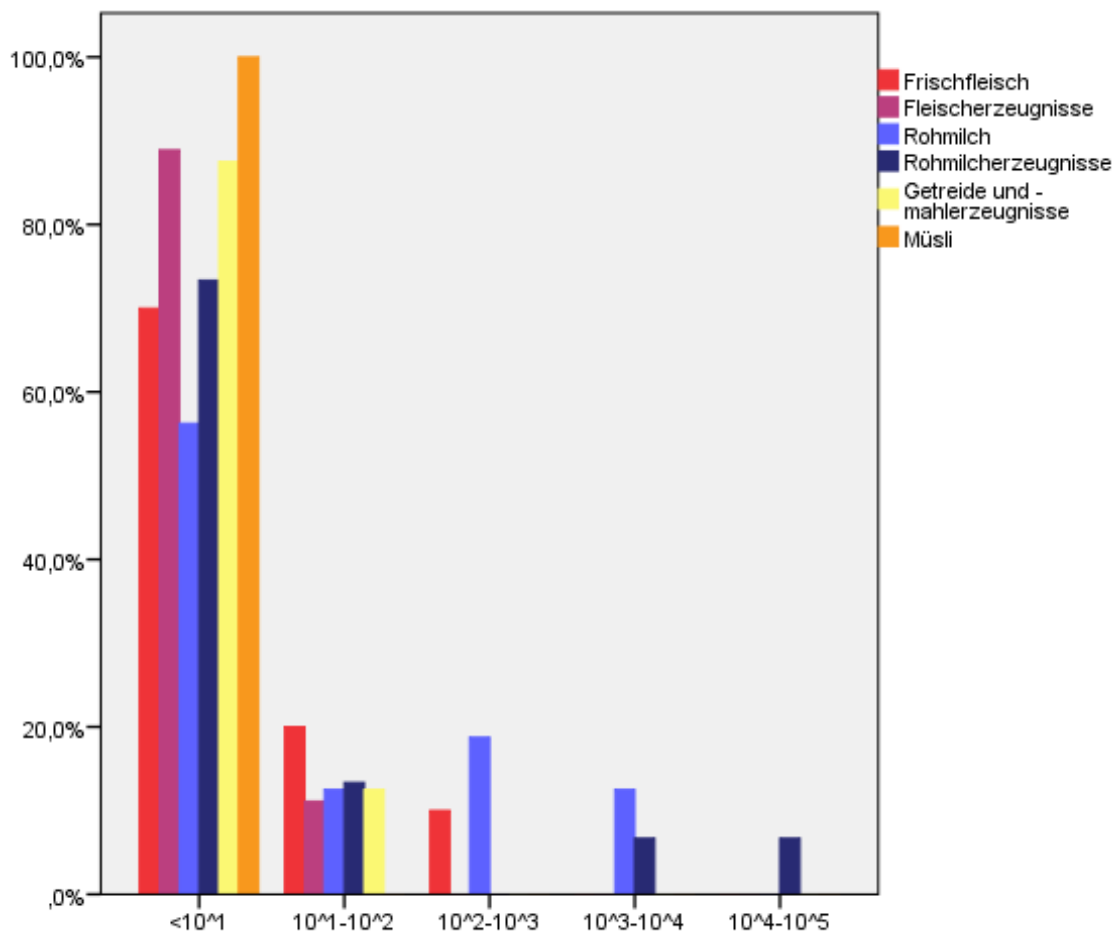


Abbildung 23: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gehalte an Hefen in KBE/g bzw. KBE/ml

Schimmelpilze wurden in 13 von 73 untersuchten Proben (17,8 %) aus allen Kategorien mit Ausnahme von Frischfleisch und Müsli in einem Bereich von $1,0 \times 10^1$ und $7,6 \times 10^2$ KBE/g bzw. KBE/ml gefunden. Den höchsten durchschnittlichen Gehalt wiesen dabei Getreide(mahlerzeugnisse) mit $1,3 \times 10^2$ KBE/g (Min = 0,0 KBE/g; Median = $3,5 \times 10^1$ KBE/g; Max = $7,6 \times 10^2$ KBE/g) auf. **Abbildung 24** stellt die relativen Häufigkeiten der mittleren Gehalte an Schimmelpilzen in KBE/g bzw. KBE/ml dar.

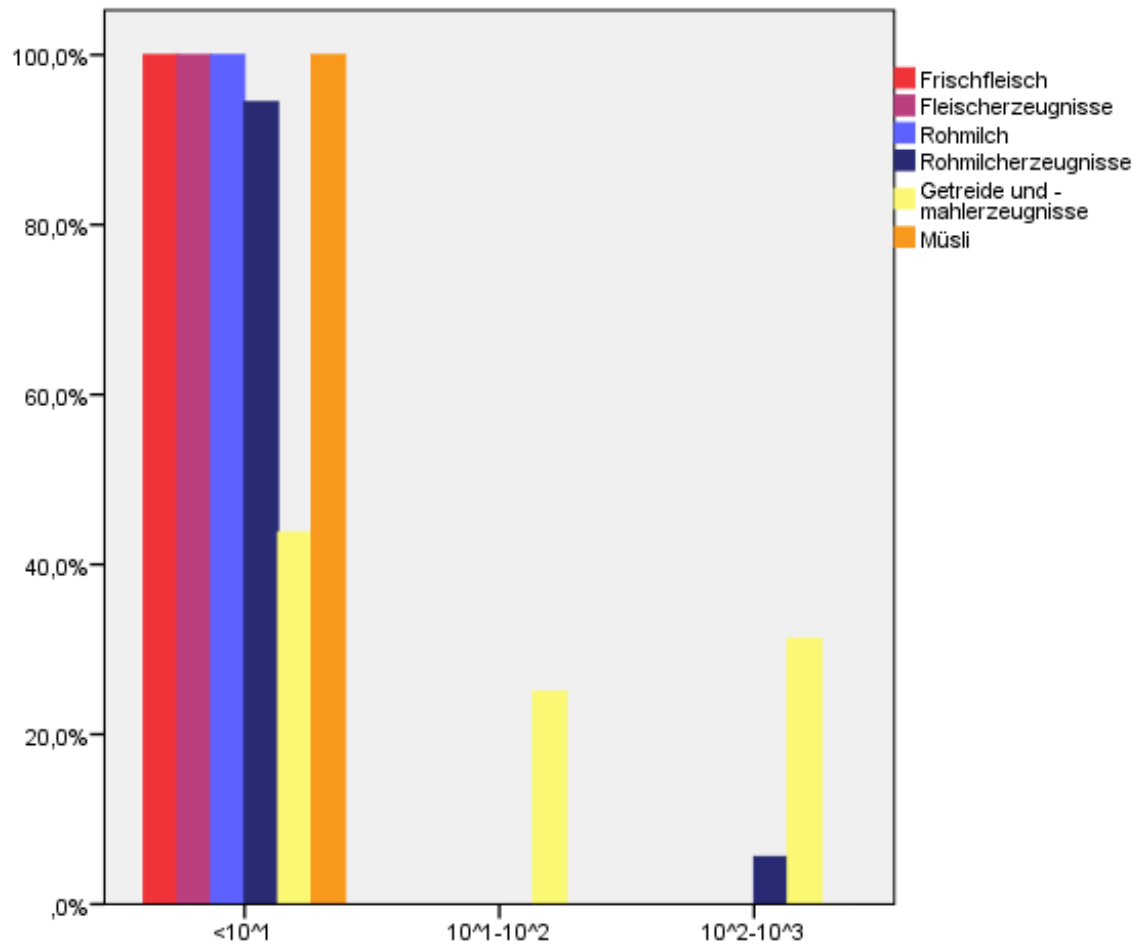


Abbildung 24: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gehalte an Schimmelpilzen in KBE/g bzw. KBE/ml

In keinem Fall kam es zu einer Überschreitung des von der DGHM [2011] festgelegten Richtwerts für Hefen (1×10^3 KBE/g) bzw. Schimmelpilze (1×10^4 KBE/g) für Getreidemahlerzeugnisse. **Abbildung 25** zeigt charakteristische Hefen und Schimmelpilze auf YGC-Agar.

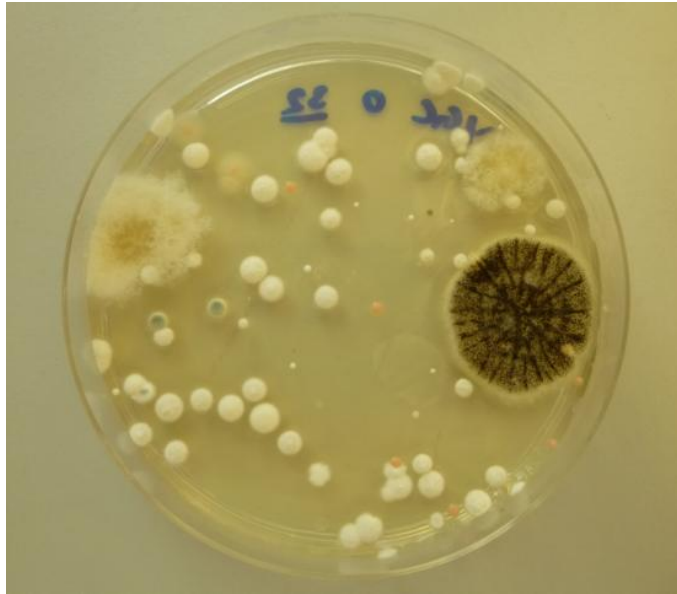


Abbildung 25: Hefen und Schimmelpilze auf YGC-Agar [Eigene Aufnahme, 13.03.2014]

Für die Durchführung von Mittelwertvergleichen wurden die eingangs gebildeten sechs Lebensmittelunterkategorien mitunter in die drei Kategorien Fleischprodukte ($n = 19$), Rohmilchprodukte ($n = 34$) und Getreideprodukte ($n = 20$) zusammengefasst. Ein Vergleich der durchschnittlichen Gesamtkeimzahl, sowie der Gehalte an coliformen Bakterien, *E. coli*, Enterokokken, *S. aureus*, Hefen und Schimmelpilzen zwischen der Kategorie Fleisch- und Rohmilchprodukte zeigte keine signifikanten Unterschiede auf ($p = 0,285$; $p = 0,324$; $p = 0,442$; $p = 0,281$; $p = 0,658$; $p = 0,225$; $p = 0,341$). Ein eben solcher Vergleich zwischen Fleischprodukten und Getreideprodukten ergab nur beim mittleren Gehalt an Schimmelpilzen einen signifikant höheren Wert für die Kategorie Getreideprodukte ($p = 0,169$; $p = 0,278$; $p = 0,116$; $p = 0,968$; $p = 0,311$; $p = 0,691$; $p = 0,034$). Ein Mittelwertvergleich der Kategorien Rohmilch- und Getreideprodukte deutete ebenfalls auf keine signifikanten Unterschiede mit Ausnahme eines signifikant höheren Gehalts an Schimmelpilzen in Getreideprodukten hin ($p = 0,282$; $p = 0,299$; $p = 0,316$; $p = 0,268$; $p = 0,090$; $p = 0,224$; $p = 0,010$). Ein Mittelwertvergleich innerhalb der Kategorie Fleischprodukte zeigte keine signifikanten Unterschiede auf. Ein Vergleich der Unterkategorien Rohmilch und Rohmilcherzeugnisse wies einen signifikant höheren Gehalt an *S. aureus* in Rohmilch auf ($p = 0,024$). Aufgrund der

unterschiedlichen Stichprobengrößen zwischen den Gruppen Getreide(mahlerzeugnisse) und Müsli, wurde ein Mittelwertvergleich wegen fehlender Aussagekraft nicht durchgeführt. Ein nach Herkunftsländern durchgeführter Vergleich zwischen den gebildeten Kategorien Österreich (n = 54) und Ausland (n = 19) zeigte einen signifikanten Unterschied in der Belastung mit Schimmelpilzen auf. Demnach weisen ausländische Bioprodukte einen höheren Gehalt an Schimmelpilzen auf ($p = 0,005$). Allerdings ist dieses Ergebnis wenig aussagekräftig, da die Mehrzahl der Getreideproben aus dem Ausland stammten und sich dieser signifikante Unterschied daher mit dem vermehrten Auftreten von Schimmelpilzen in Getreideprodukten erklären lässt. Ein Vergleich nach Ökokontrollstellennummern erweist sich als nicht sinnvoll, da sämtliche Fleischproben und der Großteil der Rohmilchprodukte die am häufigsten vorkommende Nummer - AT-BIO-301 - aufweisen, während die untersuchten Getreideprodukte eine Vielzahl von verschiedenen Ökokontrollstellennummern tragen.

4.2 Qualitative Ergebnisse

In keinem Fall bestätigte sich das Vorkommen von *Salmonella* spp. in jeweils 25 g Probenmaterial aus 68 untersuchten Proben. Neun verdächtige Kolonien wurden einer Gramfärbung unterzogen, die durchwegs auf die Anwesenheit von gramnegativen Stäbchen schließen ließ. Eine weitere biochemische Bestätigung mittels API 20E bzw. API 10S brachte folgendes Ergebnis: *H. alvei* in einer Frischfleischprobe (Geflügel), *Enterobacter sakazakii* in einem Fleischerzeugnis (Rind) und Kichererbsenmehl sowie *Serratia odorifera* in einer Probe Buchweizen Vollmehl. Die weiteren Stämme konnten nicht eindeutig identifiziert werden.

Weder in 10 g noch in 25 g Probenmaterial konnten *Campylobacter* spp. in 62 untersuchten Proben nachgewiesen werden. Sieben verdächtige Kolonien wurden einer Gramfärbung unterzogen. Da sich diese Stämme unter dem Mikroskop jedoch nicht als spiralförmige Stäbchen herausstellten, blieb eine anschließende Bestätigung mittels API Campy aus.

In keiner der untersuchten Proben konnte eine Kontamination mit dem Pathogen *L. monocytogenes* in jeweils 25 g Probenmaterial aus 68 untersuchten Proben nachgewiesen werden. Verdächtige Kolonien aus 21 Proben wiesen in sechs Fällen eine Hämolysetätigkeit auf. Im Zuge der Gramfärbung dieser Kolonien erwiesen sich sieben Stämme eindeutig als charakteristische grampositive Stäbchen. Mittels API Listeria konnte jedoch keine dieser Kolonien als *L. monocytogenes* identifiziert werden. Als gesichert gilt das Vorkommen von *L. ivanovii* in einer Probe Geflügelleberwurst und *L. welshimeri* in einem Erzeugnis aus Teff. **Abbildung 26** zeigt eine Mikroskopaufnahme von verdächtigen Listerien nach erfolgter Gramfärbung.

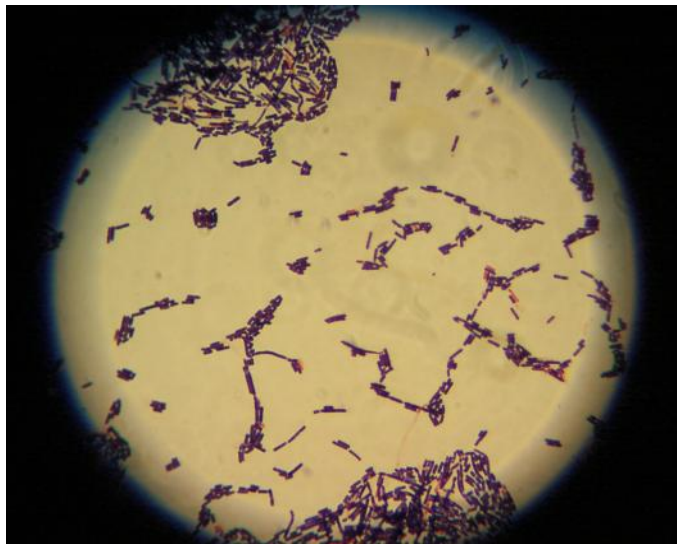


Abbildung 26: Mikroskopaufnahme verdächtiger Listerien nach Gramfärbung [Eigene Aufnahme, 28.02.2014]

4.3 Prävalenz von Antibiotikaresistenzen

Sechs bestätigte Kolonien von *S. aureus* wurden auf eine Methicillin-Resistenz getestet. In 50 % der Proben konnten MRSA nachgewiesen werden. Bei diesen Proben handelte es sich um eine Probe Rohmilch von der Kuh sowie zwei Proben Ziegenrohmilch. Zwei weitere Proben Ziegenrohmilch und eine Probe Schaftopfen aus Rohmilch, die den Keim *S. aureus* enthielten, wiesen keine Resistenz gegenüber dem Antibiotikum Methicillin auf. **Abbildung 27** zeigt die charakteristische Grünfärbung des Selektivmediums.



Abbildung 27: Methicillin-resistente *S. aureus* auf chromID MRSA [Eigene Aufnahme, 09.05.2014]

Extended-spectrum- β -Laktamase-bildende Enterobakterien konnten aus sieben von acht untersuchten Proben isoliert werden. Die positiv getesteten Proben waren je zwei Proben Frischfleisch (Geflügel) und fünf Rohmilchprodukte - davon zwei Proben Kuhrohmlch, je eine Probe Topfen aus Kuhrohmlch bzw. Schafrohmlch und eine Probe Schafjoghurt aus Rohmilch. Bei der negativ getesteten Probe handelte es sich um Geflügelfleisch. **Abbildung 28** gibt die für *E. coli* charakteristische Färbung wieder.

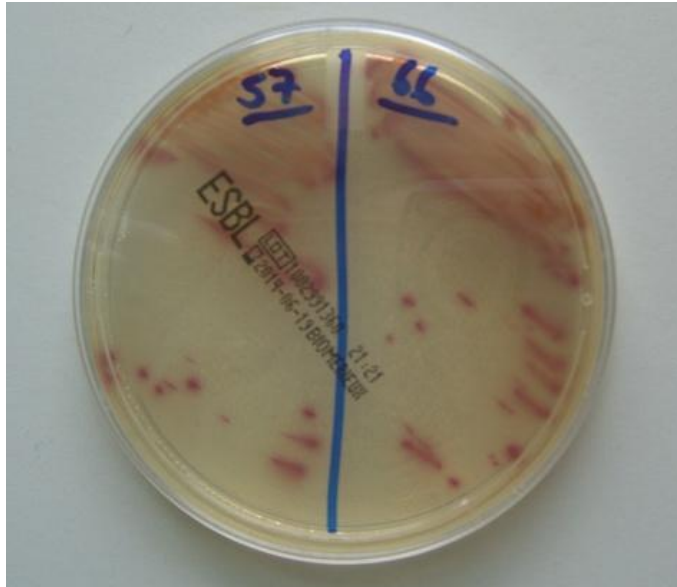


Abbildung 28: ESBL-bildende *E. coli* auf chromID ESBL [Eigene Aufnahme, 09.05.2014]

Enterokokken aus vier Rohmilchproben wurden auf eine mögliche Vancomycin-Resistenz getestet. Dabei zeigten alle untersuchten Kolonien eine blau-grüne Färbung (**Abbildung 29**). In zwei Proben Schafrohnmilch, sowie zwei Proben Rohmilchtopfen (Kuh und Schaf) konnte somit das Vorhandensein von Vancomycin-resistenten Stämmen von *E. faecalis* aufgezeigt werden.

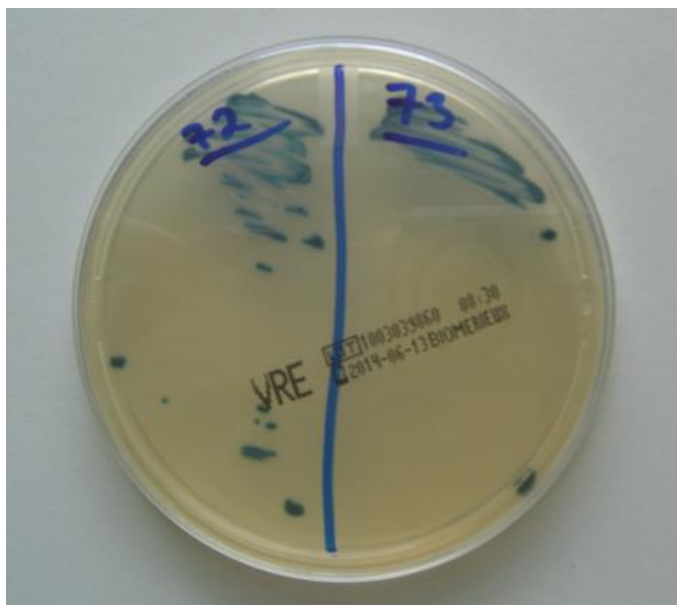


Abbildung 29: Vancomycin-resistente *E. faecalis* auf chromID VRE [Eigene Aufnahme, 09.05.2014]

Interessant ist in diesem Zusammenhang das gemeinsame Vorkommen von ESBL-bildenden *E. coli* und Vancomycin-resistenten Enterokokken in Rohmilchtopfen von der Kuh bzw. vom Schaf.

5 DISKUSSION

Die Gesamtkeimzahl eines Produkts dient als wichtiger Hygieneindikator [Losito et al., 2014]. Lediglich in der Kategorie Rohmilch kam es zu Warnwertüberschreitungen für die aerobe mesophile Koloniezahl. Eine vergleichbare Studie zur mikrobiologischen Qualität von Rohmilch wies ebenfalls auf eine Überschreitung der gesetzlichen Höchst- und Richtwerte hin und unterstützt damit die vorliegenden Ergebnisse [Heinelt, 2008]. Laut DGHM [2011] sind Proben mit einem Keimgehalt unter oder gleich dem Richtwert aus mikrobiologischen Gesichtspunkten „stets verkehrsfähig“. Überschreitungen eines Richtwerts weisen auf Schwachstellen im Herstellungsprozess hin, die einer Verbesserung bedürfen. Die Überschreitung eines Warnwerts deutet allerdings auf eine Verletzung der Prinzipien einer guten Hygiene- bzw. Herstellungspraxis hin und erfordert im Bedarfsfall lebensmittelrechtliche Maßnahmen. In einer weiteren Studie wiesen 86 % aller Rohmilchproben eine somatische Keimzahl von $<1 \times 10^4$ KBE/ml und 42 % einen Gehalt von $<1 \times 10^3$ KBE/ml auf [D'Amico und Donnelly, 2010]. Die entsprechenden Werte liegen in der vorliegenden Studie deutlich niedriger.

Coliforme Keime dienen als Markerorganismen als Maß für Rekontaminationen und ungenügende Betriebshygiene [Baumgart, 1993]. Die ermittelten Gehalte an coliformen Keimen in Rohmilch decken sich mit früheren Ergebnissen von Heinelt [2008], denen zufolge Rohmilch als hygienisch bedenklich eingestuft wird. Besonders kritisch ist dies in Hinblick auf § 8 Abs. 2 der Milchverordnung zu betrachten, der besagt, dass Ausnahmen vom Erhitzungsgebot für Familienangehörige, Angestellte und Wanderer gemacht werden dürfen [Heinelt, 2008].

E. coli ist ein idealer Markerorganismus für eine mögliche von Lebensmitteln ausgehende Gesundheitsgefährdung [Baumgart, 1993]. Die ermittelten Werte für *E. coli* liegen in der Kategorie Getreideprodukte vergleichsweise niedriger als jene von Berghofer et al. [2003]. Vergleichbare Werte für Fleisch- und Rohmilchprodukte fehlen. Die Anwesenheit von *H. alvei* sowie *Pantoea* spp. kann durch deren ubiquitäres Vorkommen erklärt werden. Das Genus *Hafnia* als auch die Gattung *Pantoea* gehören

zur Familie der Enterobacteriaceae und kommen natürlicherweise im Darmkanal, im Erdboden sowie im Wasser vor [Baumgart, 1993].

Enterokokken dienen aufgrund ihres Vorkommens im menschlichen und tierischen Darmkanal als Indikatorkeime für Fäkalverunreinigung [Baumgart, 1993]. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass Rohmilcherzeugnisse mit durchschnittlich $1,0 \times 10^5$ KBE/g den höchsten Gehalt an Enterokokken in allen untersuchten Lebensmittelkategorien aufwiesen. In einigen Lebensmitteln, insbesondere fermentierten wie Sauermilchkäse und Rohwürsten, stellen Enterokokken einen Teil der Normalflora dar und weisen daher nicht auf eine fäkale Verunreinigung hin [Baumgart, 1993]. Der Einsatz von Enterokokken als Starterkulturen in Milchprodukten relativiert weiters die gefundenen hohen Gehalte in Rohmilchkäse [BfR, 2002]. Dennoch deutet das Vorkommen von Enterokokken in zwei Geflügelproben, einer Probe Faschiertem vom Rind und einer Probe Buchweizen Vollmehl auf mangelnde Hygiene hin. Besonders das gemeinsame Auftreten von coliformen Bakterien und Enterokokken, zeigt einen Hygienemangel in der Herstellung dieses Mehls auf.

Die Ergebnisse für *S. aureus* decken sich mit den Ergebnissen einer früheren Studie, denen zufolge Koagulase-positive Staphylokokken nur aus wenigen Fleischproben isoliert werden konnten [Kröckel et al., 2004]. Da die betroffene Probe lose in einer Theke angeboten wurde und *S. aureus* natürlicherweise den Menschen besiedelt, lässt sich eine Kontamination mit diesem Keim leicht durch mangelnde Personalhygiene erklären. Eine vergleichbare Studie an Bio-Rohmilch wies in nur einer Probe eine Überschreitung des Richtwerts von 1×10^3 KBE/ml [GfL, 2013] nach [Heinelt, 2008] und unterstützt daher die vorliegenden Ergebnisse. Weiters decken sich die Ergebnisse mit einer aktuellen Studie, die *S. aureus* in 62 % der Bio-Rohmilchproben nachweisen konnte. Begründet wurde die Kontamination mitunter mit der fehlenden Behandlung von Mastitis und einem hohen Alter der Kuhställe [Cicconi-Hogan et al., 2013]. Bei den gefundenen anderen Spezies der Gattung *Staphylococcus* handelt es sich mit Ausnahme von *S. hyicus* um Vertreter der Gruppe der Koagulase-negativen

Staphylokokken. Als Bewohner der menschlichen Haut und Schleimhäute bilden sie einen Teil der normalen menschlichen Flora und können durch die Handhabung von Lebensmitteln auf diese übertragen werden [Bradley und Nizet, o.J.]. Unter all diesen Koagulase-negativen Staphylokokken, ist *S. epidermidis* der häufigste Auslöser von Infektionen [Otto, 2009]. *S. xylosus* ist ein ubiquitäres Bakterium, das natürlicherweise in Lebensmitteln vorkommt. Seine Anwesenheit in Rohmilchkäse kann mit seiner Eigenschaft als Starterkultur für die Käseherstellung erklärt werden. Unter Umständen können einige Stämme dieses nicht pathogenen Keims aber auch opportunistische Infektionen auslösen [Dordet-Frisoni et al., 2007]. *S. hyicus*, ein Koagulase-variabler Vertreter der Gattung *Staphylococcus*, ist Teil der symbiotischen Flora vieler Tiere und typischer Auslöser von Epidermitis in Schweinen [Casanova et al., 2011]. So muss all diesen Keimen auch Beachtung als potentielle Erreger von Lebensmittelinfektionen geschenkt werden.

Die Abwesenheit von *B. cereus* ist besonders im Hinblick auf die Ergebnisse anderer Studien von Bedeutung, die *B. cereus* sowohl aus Rohmilch- als auch aus Getreideprodukten isolieren konnten. So weist biologische Milch laut Coorevits et al. [2008] ein höheres Vorkommen von *B. cereus* auf als konventionelle Milch, was mit der Unterbringung der Kühe erklärt wird. Eglezos [2010] konnte *B. cereus* in 4 % der Weizenkörnerproben und <0,3 % der Weizenmehlproben nachweisen. Fangio, Roura und Fritz [2010] fanden *B. cereus* in Reis. Ebenso konnten Forscher das Vorkommen von *B. cereus* in Mehl aus Burkina Faso nachweisen und mit $<10^{-1}$ KBE/g quantifizieren [Humblot et al., 2012]. Das fehlende Vorkommen dieses Sporenbildners in den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Proben deutet auf eine gute mikrobiologische Qualität hin.

Jackson et al. [2011] wiesen auf ein höheres Wachstumspotenzial von *C. perfringens* in biologischen Wurstprodukten als in konventionellen Vergleichsprodukten hin. Dies konnte im Zuge der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden. Die Abwesenheit von pathogenen Stämmen der Gattung *Clostridium* ist jedenfalls positiv zu beurteilen, da

von diesen gesundheitsschädliche Effekte auf den Menschen zu erwarten sind [Aureli, Franciosa und Scalfaro, 2011].

Ein hohes Vorkommen von Hefen in Bio-Rohmilchprodukten konnte bereits Heinelt [2008] nachweisen. Die Prävalenz von Hefen in Getreide(mahlerzeugnissen) weicht allerdings von den deutlich höheren Ergebnissen von Eglezos [2010] ab. Neben ihrer Rolle als Verderbsorganismen, werden Hefen in der Herstellung einiger Milchprodukte, wie Käse, eingesetzt [Büchl und Seiler, 2011]. Aus diesem Grund und aufgrund der Tatsache, dass weder Richt- noch Warnwerte für tierische Produkte vorliegen, kann davon ausgegangen werden, dass die gefundenen Gehalte als harmlos einzustufen sind.

Eglezos [2010] ermittelte eine Prävalenz für Schimmelpilze von 40 % in Weizenkörnern und 17 % für Weizenmehl. Diese Werte lagen in der vorliegenden Studie für Getreide(mahlerzeugnisse) bei 62,5 %. Grundsätzlich kann eine Schimmelpilzbelastung bei rohen Getreideprodukten niemals vollständig ausgeschlossen werden, allerdings bedarf das Wachstum von Mykotoxinen einer effizienten Prävention um eine Gesundheitsgefährdung auszuschließen [Beverly, 2014].

Die Abwesenheit von *Salmonella* spp. in den untersuchten Proben steht im Gegensatz zu früheren Studien, in denen Salmonellen in Bio-Hühnerfleisch nachgewiesen werden konnten [Bailey und Cosby, 2005]. Cui et al. [2005] quantifizierten das Vorkommen von *Salmonella* spp. in Bio-Hühnern mit 61 %. Eine Kontamination mit Salmonellen in Geflügelfleisch konnten weiters Lestari et al. [2009] und Hardy et al. [2013] nachweisen. Die Abwesenheit von *Salmonella* spp. in Rohmilchprodukten deckt sich mit den Ergebnissen von D'Amico und Donnelly [2010]. Müsli war auch in einer früheren Studie frei von Salmonellen [Wójcik-Stopczyńska, 2003]. Mittels API untersuchte verdächtige Kolonien von Salmonellen auf SM2-Agar, konnten in vier Fällen eindeutig zugewiesen werden: *H. alvei* in einer Probe Geflügelfleisch, *E. sakazakii* in einer Probe Rindfleisch und Kichererbsenmehl sowie *S. odorifera* in

einer Probe Buchweizen Vollmehl. *E. sakazakii*, ein opportunistisches Pathogen, das seltene aber schwerwiegende Fälle von systemischen Infektionen in Säuglingen hervorrufen kann, wurde bereits in einer früheren Studie aus Getreideprodukten isoliert [Lou et al., 2014]. *Serratia* kommt natürlicherweise im Erdboden und Wasser, sowie auf Pflanzen und in Tieren vor und ist typischerweise am Lebensmittelverderb beteiligt. Allerdings handelt es sich hierbei auch um ein potentielles Pathogen, das zu schweren Erkrankungen im Menschen führen kann [Rafii, 2014].

Cui et al. [2005] fanden in 76 % der untersuchten Bio-Hühner *Campylobacter* spp. In Dänemark waren im Jahresmittel 54,2 % der biologischen Hühnerfleischproben mit thermotoleranten *Campylobacter* kontaminiert, wobei *C. jejuni* der häufigste Vertreter war. Die Belastung mit *Campylobacter* spp. war dabei in den Sommermonaten nachgewiesenermaßen höher als während der anderen Monate [Rosenquist et al., 2013]. Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit gefundenen durchwegs negativen Ergebnisse für *Campylobacter* spp. decken sich daher nicht mit diesen Werten.

Das Pathogen *L. monocytogenes* konnte in früheren Studien aus Fleischprodukten [Kröckel et al., 2004] isoliert werden, nicht aber im Rahmen der vorliegenden Studie. Die Abwesenheit von *L. monocytogenes* in Rohmilch deckt sich mit den Ergebnissen von D'Amico und Donnelly [2010] und Konosonoka et al. [2012]. *L. ivanovii*, das aus einer Probe Geflügelleberwurst isoliert wurde, ist neben *L. monocytogenes* das einzige andere Pathogen der Gattung *Listeria*. Dieser Keim ist typischerweise für Infektionen in Wiederkäuern verantwortlich, löst aber sehr selten auch Infektionen im Menschen aus [Melamed-Snapir, Vaisbein und Nassar, 2006]. *L. welshimeri*, das in einem Erzeugnis aus Teff gefunden wurde, gilt als apathogen [Robert Koch-Institut, 2012].

Die Ergebnisse der Untersuchung auf Antibiotikaresistenzen decken sich mit den Resultaten früherer Studien, die das Vorkommen von MRSA in Milchprodukten bestätigen [Normanno et al., 2007]. Im Sinne des Konsumentenschutzes ist Rohmilch daher gekühlt zu halten und innerhalb von 96 Stunden zu verbrauchen. Dennoch ist

das Risiko einer Infektion nicht gänzlich auszuschließen [Braun, 2012]. Seiffert et al. [2013] bestätigen das Auftreten von ESBL-bildenden Enterobakterien in Hühnerfleisch. Die grundsätzlich hohe Prävalenz von ESBL-bildenden *E. coli* wird mit dem vermehrten Einsatz von Cephalosporinen in dieser Tiergruppe erklärt. In Bio-Hühnerfleisch konnte allerdings eine niedrigere Prävalenz als in konventionellen Hühnern festgestellt werden [Aidara-Kane, Andremont und Collignon, 2013]. Weiters wurde die Anwesenheit von ESBL-bildenden Enterobakterien in Milchprodukten bereits bestätigt [Saini et al., 2012]. Obgleich die Verbreitung von Vancomycin-resistenten Enterokokken in Österreich noch als relativ gering gilt, konnten diese aus Milchprodukten isoliert werden [Schatz, Klein und Hilbert, 2011]. Von besonderem Interesse ist das gemeinsame Vorkommen von ESBL-bildenden *E. coli* und Vancomycin-resistenten Enterokokken in Rohmilchtopfen von der Kuh bzw. vom Schaf, auf das in früheren Studien bereits verwiesen wurde [Saini et al., 2012].

5.1 Limitationen

Die Aussagekraft der gefundenen Ergebnisse wird durch die begrenzte Anzahl an untersuchten Stichproben eingeschränkt. Vor allem die Lebensmittelunterkategorie Müsli umfasste lediglich vier Stichproben und lässt daher keine abschließende Bewertung dieser Getreideerzeugnisse zu. Die Auswahl der Stichproben erfolgte anhand der Zugehörigkeit zu den untersuchten Lebensmittelkategorien und richtete sich zwangsläufig nach dem Angebot des jeweiligen Biofachhandels am Tag der Stichprobenziehung. Die Relevanz der statistischen Auswertung wird durch die Heterogenität des Probenumfangs eingeschränkt. So sind Vergleiche zwischen den drei gebildeten Lebensmittelkategorien Fleisch-, Rohmilch- und Getreideprodukte aufgrund der unterschiedlichen Produktionsbedingungen und Beschaffenheit der Lebensmittel nur bedingt aussagekräftig. Der Vorgang der Probenziehung beschränkte sich auf die Monate Februar bis April 2014. Aus diesem Grund können keine Aussagen über saisonale Schwankungen der mikrobiologischen Qualität gemacht werden. Insbesondere Fleisch- und Rohmilchprodukte unterliegen nachgewiesenermaßen saisonalen Schwankungen, mit einer zu beobachtenden Verschlechterung der

mikrobiologischen Qualität während der Sommermonate [Rosenquist et al., 2013] [Omer et al., 2013] [Elango et al., 2010]. Proben wurden grundsätzlich innerhalb der Mindesthaltbarkeitsfrist untersucht. Bei vier Stichproben (5,5 %) erfolgte die Untersuchung allerdings nach dem Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatums. Im Rahmen des Nachweises von antibiotikaresistenten Keimen wurden nur wenige bestätigte Kolonien von *S. aureus*, Enterobakterien und Enterokokken untersucht. Eine Aussage über das Auftreten von Antibiotikaresistenzen im gesamten Stichprobenumfang ist daher nicht möglich.

6 SCHLUSSBETRACHTUNG

Das vorliegende Studienmaterial zur mikrobiologischen Beschaffenheit von Bioprodukten lieferte oftmals kontroverse Ergebnisse. Insbesondere zur mikrobiologischen Qualität von am österreichischen Markt erhältlichen Bioprodukten fehlt es an aktuellen Forschungsergebnissen. Konsumenten stufen biologische Lebensmittel jedoch oftmals als „sicher“ ein und nennen den Glauben an eine bessere Qualität von Bioprodukten als einen der Hauptkaufgründe.

Für Lebensmittel aus ökologischer Erzeugung wie auch für herkömmliche Produkte gilt, dass es entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu Qualitätsbeeinflussungen kommen kann. Inputs, Landwirtschaft, Handel, Erstverarbeitung, Endproduktion, Handel, Großverbraucher und Konsum haben entscheidenden Einfluss auf die mikrobiologische Qualität von Lebensmitteln. Bei Pflanzen haben vorwiegend Boden, Bewässerung, Düngung und Ernte einen entscheidenden Einfluss auf die Verunreinigung. Qualitätsbeeinflussungen bei tierischen Lebensmitteln werden typischerweise haltungsbedingt durch den Stallbau, die Fütterung, die Tiergesundheit sowie -zucht hervorgerufen. Produktionsbedingt kann es sowohl bei pflanzlichen als auch tierischen Produkten durch die Herstellungsprozesse, Verpackung, Lagerung und Transport zu einer mikrobiologischen Kontamination kommen. Die Handhabung durch den Endkonsumenten stellt weiters eine mögliche Kontaminationsquelle dar. Besonders häufig kommt es durch eine Kreuzkontamination zur Übertragung von Mikroorganismen. Grundsätzlich gilt, dass mit der Häufigkeit der Handhabung das Risiko einer mikrobiologischen Kontamination zunimmt.

Um die Forschungsfrage nach der mikrobiologischen Qualität von Bioprodukten aus dem österreichischen Biofachhandel zu beantworten, müssen sowohl die quantitativen als auch die qualitativen Ergebnisse herangezogen werden. Die von der Europäischen Kommission definierten Lebensmittelsicherheitskriterien sowie die Richt- und Warnwerte der DGHM erlauben eine Interpretation derselben. So wurden Grenzwertüberschreitungen in elf Proben nachgewiesen. Der Warnwert für die aerobe

mesophile Koloniezahl in Rohmilch wurde von fünf Proben überschritten, der Richtwert für Koagulase-positive Staphylokokken in Geflügelfleisch wurde von einer Probe überschritten und die Coliformengehalte lagen in zwei Proben Geflügelfleisch über dem definierten Warnwert bzw. in drei Proben Rohmilch über dem jeweiligen Richtwert für Enterobacteriaceae. Überschreitungen der für *Salmonella* spp. und *L. monocytogenes* definierten Lebensmittelsicherheitskriterien wurden in keiner Probe nachgewiesen. Besonders die Abwesenheit von *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. und *L. monocytogenes* ist in Anbetracht der Tatsache, dass die Mehrzahl der lebensmittelbedingten Ausbrüche im Jahr 2012 durch diese Pathogene ausgelöst wurde, positiv zu bewerten.

Allerdings konnten mittels API Kontaminationen mit diversen weiteren unerwünschten Keimen festgestellt werden. Während bei den meisten dieser potentiell pathogenen Bakterien aufgrund einer fehlenden Quantifizierung nicht von einer Gefahr durch den Verzehr der betroffenen Lebensmittel auszugehen ist, sind diese Ergebnisse dennoch kritisch zu betrachten und deuten auf Herstellungs- bzw. Hygienemängel hin.

Grundsätzlich weisen die Ergebnisse auf eine zufrieden stellende mikrobiologische Qualität der untersuchten Bio-Lebensmittel hin. Die in den tierischen Produkten gefundenen Grenzwertüberschreitungen sowie die Anwesenheit von mittels API identifizierten potentiell pathogenen Keimen unterstreichen jedoch die Notwendigkeit einer Verbesserung der Hygienepraktiken entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Da die betroffenen tierischen Produkte einer Kühlung bedürfen, um eine gute mikrobiologische Qualität zu gewährleisten, ist besonderes Augenmerk auf eine durchgehende Einhaltung dieser zu richten.

Die hohe Prävalenz von Antibiotikaresistenzen weist die Rolle von Bioprodukten als Reservoir für diese Keime nach und zeigt weiteren Forschungsbedarf auf.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Bei Bio-Lebensmitteln handelt es sich um Lebensmittel, die nach den Prinzipien und Praktiken des ökologischen bzw. biologischen Landbaus hergestellt werden. Grundsätzlich gilt für Lebensmittel aus biologischem Landbau genauso wie für konventionelle Lebensmittel, dass eine mikrobiologische Kontamination entlang der gesamten Wertschöpfungskette stattfinden kann. Dennoch weisen Bioprodukte im Vergleich zu konventionellen Vergleichsprodukten aufgrund der Herstellungsbedingungen einige Abweichungen in der Anfälligkeit für eine solche Verunreinigung auf. Studien zur mikrobiologischen Qualität von Erzeugnissen der biologischen Landwirtschaft liefern jedoch oftmals kontroverse Ergebnisse. Vor allem was die Qualität der Lebensmittelkategorien Fleisch-, Rohmilch- und Getreideprodukte betrifft, mangelt es an Forschungsergebnissen aus dem österreichischen Raum.

Ziel dieser Arbeit war ein umfangreiches mikrobiologisches Screening von Erzeugnissen aus Fleisch, Rohmilch und Getreide aus dem Wiener Biofachhandel. Die Untersuchung wurde an 73 Proben im Zeitraum von Februar bis April 2014 durchgeführt. Dabei handelte es sich um 19 Proben Fleisch und Fleischerzeugnisse, 34 Proben Rohmilch und Rohmilcherzeugnisse sowie 20 Proben Getreide, Getreidemahlerzeugnisse und Müsli. Die Vorgehensweise bestand aus der Kultivierung von ausgewählten Mikroorganismen anhand anerkannter Methoden sowie einer biochemischen Bestätigung von verdächtigen Kolonien mittels API. Weiters wurden 18 bestätigte Bakteriengattungen auf das Vorliegen von Antibiotikaresistenzen getestet.

Die ermittelte Gesamtkeimzahl lag in Rohmilcherzeugnissen zwischen 0,0 und $2,1 \times 10^9$ KBE/g, in Rohmilch zwischen $8,0 \times 10^2$ und $1,0 \times 10^7$ KBE/ml, in Frischfleisch und Fleischerzeugnissen zwischen $1,1 \times 10^4$ und $4,9 \times 10^6$ KBE/g bzw. $3,0 \times 10^1$ und $2,0 \times 10^5$ KBE/g sowie in Getreide(mahlerzeugnissen) und Müsli zwischen $1,0 \times 10^1$ und $2,7 \times 10^4$ KBE/g bzw. 0,0 und $1,2 \times 10^3$ KBE/g. Der Warnwert für die aerobe mesophile Koloniezahl in Rohmilch wurde dabei von fünf Proben überschritten. Für diese Unterkategorien konnten mittlere Coliformengehalte von $7,8 \times 10^6$ KBE/g,

4,4x10⁶ KBE/ml, 2,9x10⁵ KBE/g, 1,3x10¹ KBE/g, 1,5x10³ KBE/g und 1,5x10¹ KBE/g ermittelt werden. In zwei Proben Geflügelfleisch lag der Gehalt damit über dem definierten Warnwert bzw. in drei Proben Rohmilch über dem jeweiligen Richtwert für Enterobacteriaceae. In 8,2 % der Proben konnte *E. coli* in einem Bereich zwischen 1,0x10¹ und 1,7x10³ KBE/g bzw. KBE/ml nachgewiesen werden. Dabei handelte es sich um Geflügelfleisch, Rohmilch und Rohmilcherzeugnisse. Der Nachweis von Enterokokken gelang in 38,4 % aller Proben in einem Bereich von 1,0x10¹ und 1,2x10⁶ KBE/g bzw. KBE/ml. *S. aureus* konnte aus fünf Rohmilchproben, einer Probe Schaftopfen aus Rohmilch und einer Probe Geflügelfleisch isoliert werden. Der Richtwert für Koagulase-positive Staphylokokken in rohem Geflügelfleisch wurde dabei überschritten. *B. cereus* und *C. perfringens* konnten in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen werden. Hefen konnten in 24,3 % der Proben aus allen Kategorien mit Ausnahme der Unterkategorie Müsli in einem Bereich von 1,0x10¹ und 3,1x10⁴ KBE/g bzw. KBE/ml gefunden werden. Schimmelpilze wurden in 17,8 % der Proben aus allen Kategorien mit Ausnahme von Frischfleisch und Müsli in einem Bereich von 1,0x10¹ und 7,6x10² KBE/g bzw. KBE/ml gefunden. *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. und *L. monocytogenes* konnten mithilfe qualitativer Nachweisverfahren in keiner Probe nachgewiesen werden. Die Anwesenheit von MRSA konnte in drei Proben Rohmilch, das Vorliegen von ESBL-bildenden Enterobakterien in zwei Proben Geflügelfleisch und fünf Proben Rohmilchprodukten und das Vorkommen von Vancomycin-resistenten *E. faecalis* in allen vier untersuchten Rohmilchprodukten bestätigt werden.

Grundsätzlich weisen die Ergebnisse auf eine zufrieden stellende mikrobiologische Qualität von österreichischen Bioprodukten hin. Grenzwertüberschreitungen in tierischen Produkten sowie die Anwesenheit von mittels API identifizierten potentiell pathogenen Keimen zeigen die Notwendigkeit einer Verbesserung der Herstellungs- und Hygienepraktiken entlang der gesamten Wertschöpfungskette auf. Die hohe Prävalenz von Antibiotikaresistenzen in den untersuchten Bioprodukten zeigt weiteren Forschungsbedarf auf.

8 SUMMARY

Organic food is produced according to the principles and practices of organic farming. Generally, microbiological contamination of organic, as well as conventional food, can occur during the entire production cycle. Nevertheless, the susceptibility of organic food to such a contamination varies from the one in conventional food due to the underlying manufacturing procedures. However, the microbiological quality of organic food has been evaluated controversially. Particularly, there is a lack of current assessment of the quality of meat, raw milk, and cereal products in Austria.

The main aim of this study was an extensive microbiological screening of organic meat, raw milk, and cereal products sampled from Viennese organic supermarkets. 73 samples were analysed between February and April 2014. The sample size consisted of 19 meat products, 34 raw milk products, and 20 cereal products. The methodology was comprised of the cultivation of elected microorganisms according to established methods and the identification of suspicious colonies using API identification products. Moreover, 18 genera were tested for antibiotic resistance.

Total plate count ranged between 0.0 and 2.1×10^9 CFU/g in raw milk products, between 8.0×10^2 and 1.0×10^7 CFU/ml in raw milk, between 1.1×10^4 and 4.9×10^6 CFU/g and 3.0×10^1 and 2.0×10^5 CFU/g in meat and meat products, respectively, and between 1.0×10^1 and 2.7×10^4 CFU/g and 0.0 and 1.2×10^3 CFU/g in cereals and muesli, respectively. The aerobic mesophilic count warning level was exceeded in five samples of raw milk. The mean concentration of coliform bacteria in these food categories was 7.8×10^6 CFU/g, 4.4×10^6 CFU/ml, 2.9×10^5 CFU/g, 1.3×10^1 CFU/g, 1.5×10^3 CFU/g, and 1.5×10^1 CFU/g, respectively. Two samples of poultry exceeded the warning level and three raw milk samples exceeded the guidance level for enterobacteriaceae. *E. coli* was detected in 8.2 % of all samples and ranged between 1.0×10^1 and 1.7×10^3 CFU/g (CFU/ml). The affected products were poultry, raw milk, and raw milk products. Enterococci were detected in 38.4 % of all samples and concentrations ranged between 1.0×10^1 and 1.2×10^6 CFU/g (CFU/ml). *S. aureus* was isolated from five raw

milk samples, one sample of curd made of raw sheep's milk, and one poultry sample. The guidance level for coagulase positive staphylococci in raw poultry was exceeded. *B. cereus* and *C. perfringens* could not be detected in any of the samples. Yeasts were present in 24.3 % of samples except for muesli, and ranged between 1.0×10^1 and 3.1×10^4 CFU/g (CFU/ml). Moulds were detected in 17.8 % of all samples, excluding fresh meat and muesli, in the range of 1.0×10^1 and 7.6×10^2 CFU/g (CFU/ml). The presence of *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. and *L. monocytogenes* could not be demonstrated using qualitative verification procedures. MRSA were confirmed in three raw milk samples, ESBL-producing enterobacteriaceae in two poultry samples and five raw milk products, and vancomycin-resistant *E. faecalis* were isolated from four raw milk products.

To summarise, these results suggest that the microbiological quality of Austrian organic food is satisfactory. Exceedance of limits in animal products and the presence of potential pathogens confirmed via API, emphasise the importance of improved manufacturing and hygiene practices along the entire value chain. The high prevalence of antibiotic resistance in the analysed organic food samples points out the need for further research.

9 LITERATURVERZEICHNIS

Agrarmarkt Austria (AMA 2011): Daten und Fakten. Internet: <http://www.ama-marketing.at/ama-marketing/daten-und-fakten/> (Stand: 12.11.2013).

Aidara-Kane, A., Andremont, A., Collignon, P. (2013): Antimicrobial resistance in the food chain and the AGISAR initiative. *Journal of Infection and Public Health*. 6(3): 162-165.

Allen, K.J., Kovacevic, J., Cancarevic, A., Wood, J., Xu, J., Gill, B., Allen, J.K., Mesak, L.R. (2013): Microbiological survey of imported produce available at retail across Canada. *International Journal of Food Microbiology*. 162(2): 135-142.

Ariño, A., Juan, T., Estopañan, G., González-Cabo, J.F. (2007): Natural occurrence of *Fusarium* species, fumonisin production by toxigenic strains, and concentrations of fumonisins B1, and B2 in conventional and organic maize grown in Spain. *Journal of Food Protection*. 70(1): 151-156.

Arthur, L., Jones, S., Fabri, M., Odumeru, J. (2007): Microbial survey of selected Ontario-grown fresh fruits and vegetables. *Journal of Food Protection*. 70(12): 2864-2867.

Aureli, P., Franciosa, G., Scalfaro, C. (2011): Pathogens in Milk - *Clostridium* spp. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Edition). 47-53.

Bailey, J.S., Cosby, D.E. (2005): Salmonella prevalence in free-range and certified organic chickens. *Journal of Food Protection*. 68(11): 2451-2453.

Baker, B.P., Benbrook, C.M., Groth, E., Benbrook, K.L. (2002): Pesticide residues in conventional, IPM-grown and organic foods: insights from three U.S. data sets. *Food Additives and Contaminants*. 19: 427-446.

Baumgart, J. (1993): *Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln*. 3. Auflage. Behr's Verlag, Hamburg, Deutschland.

Berghofer, L.K., Hocking, A.D., Miskelly, D., Jansson, E. (2003): Microbiology of wheat and flour milling in Australia. *International Journal of Food Microbiology*. 85(1-2): 137-149.

- Beuth Verlag (2013): Einleitung. Internet: http://www.dghm-richtwarnwerte.de/Einleitung/cn/cmR0bGV2ZWw9cmR0LWVpbmXlaXR1bmcmYmNydW1ibGV2ZWw9MQ**.html (Stand: 03.12.2013).
- Beverly, R.L. (2014): Safety of Food and Beverages: Cereals and Derived Products. Encyclopedia of Food Safety. 3: 309-314.
- BIO AUSTRIA (2006a): Gesetze und Richtlinien für Bio-Betriebe. Internet: <http://www.bio-austria.at/biobauern/richtlinien> (Stand: 13.11.2013).
- BIO AUSTRIA (2006b): Marktdaten von BIO AUSTRIA. Internet: http://www.bio-austria.at/partner/markt__1/marktdaten_von_bio_austria/%28n%29/22809 (Stand: 02.12.2013).
- BIO AUSTRIA (2006c): Der Biologische Landbau in Österreich. Internet: http://www.bio-austria.at/biobauern/beratung/grundlagen__1/geschichte_bio_landbau/der_biologische_landbau_in_oesterreich (Stand: 18.12.2013).
- Bloksma, J., Adriaansen-Tennekes, R., Huber, M., Van de Vijver L.P.L., Baars, T., De Wit, J. (2008): Comparison of organic and conventional raw milk quality in the Netherlands. Biological Agriculture and Horticulture. 26: 69-83.
- Bourn, D., Prescott, J. (2002): A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 42(1): 1-34.
- Bradley, J.S., Nizet, V. (o.J.): Staphylococcal infections. Internet: <http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0CEsQFjAG&url=http%3A%2F%2Fnizetlab.ucsd.edu%2Fpublications%2FStaphR%26K2011.pdf&ei=hIGpU729C4iMO9qXgOgM&usg=AFQjCNHDS5oLXNvomHz3IfTvJngVX0UDfw&sig2=8cGsC49xJvMxq269xTxHhw> (Stand: 26.06.2014).
- Braun, P. (2012): Pressemitteilung 012/2012 vom 13.01.2012. Institut für Lebensmittelhygiene der Veterinärmedizinischen Fakultät. Universität Leipzig. Internet: http://www.zv.uni-leipzig.de/service/presse/nachrichten.html?ifab_modus=detail&ifab_id=4381 (Stand: 25.06.2014).
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE 2012): Ist das auch wirklich Bio? Informationen zur Bio-Kontrolle. Internet:

http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CEcQFjAE&url=http%3A%2F%2Fmahlzeit-freiburg.de%2Findex_htm_files%2FBroschuere_Biokontrolle.pdf&ei=Nl-xUtyrO4ei4gSTtoGYDQ&usg=AFQjCNFIKQIW0l0D2qCWGcbOSgON65OK7g&bvm=bv.58187178,d.bGE
(Stand: 06.01.2014).

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR 2002): Enterokokken. Mikroorganismen mit positiven und negativen Eigenschaften. B/2002, 31.05.2002. Internet:
http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2002/B/enterokokken___mikroorganismen_mit_positiven_und_negativen_eigenschaften-1456.html (Stand: 30.06.2014).

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR 2014): Lebensmittelsicherheit. Internet:
<http://www.bfr.bund.de/de/lebensmittelsicherheit-3982.html> (Stand: 15.01.2014).

Bundesministerium für Gesundheit (BMG 2013a): Lebensmittelsicherheitsbericht 2012 - Zahlen, Daten, Fakten aus Österreich. Wien, 2013. Internet:
https://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=https%3A%2F%2Fwww.verbrauchergesundheit.gv.at%2Flebensmittel%2Flebensmittelkontrolle%2FLebensmittelsicherheitsbericht_2012.pdf%3F4aa1u2&ei=Cd_kU9jvA4nF7AbCh4HwBQ&usg=AFQjCNFH0jOAcvcgfAJ89Th2cbiOiPtoFQ&sig2=9cZOAZosPnYkc_scYIJmQA&bvm=bv.72676100,d.ZGU&cad=rja
(Stand: 18.12.2013).

Bundesministerium für Gesundheit (BMG 2013b): Resistenzbericht Österreich AURES 2012 - Antibiotikaresistenz und Verbrauch antimikrobieller Substanzen in Österreich. Internet:
<http://www.bmg.gv.at/home/Schwerpunkte/Krankheiten/Antibiotikaresistenz/> (Stand: 02.06.2014).

Bundesministerium für Gesundheit und Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (BMG & AGES 2013): Bericht über Zoonosen und ihre Erreger in Österreich im Jahr 2012. Internet:
http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CGAQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.ages.at%2Fuploads%2Fmedia%2FZoonosenbericht-2012_2b.pdf&ei=4UDuUuaCLZGqhAer4ICYDw&usg=AFQjCNEV_Mw6on-pizDd46hxuhV-u7EUlg&sig2=xc_yDAFhmon2QE4UHSyc5A&bvm=bv.60444564,d.ZG4&cad=rja (Stand: 02.02.2014).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW 2010): Lebensmittelbericht Österreich 2010. Wien, 2010. Internet:
http://www.futurefoodstudio.at/publikationen/lmb2010_web.pdf (Stand: 12.11.2013).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW 2012a):

Anbau auf dem Bio-Ackerland im Zeitvergleich. Wien, 2012. Internet:

<http://duz.lebensministerium.at/duz/duz/download/obj.1477541/obj.1477541.pdf> (Stand: 12.11.2013).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW 2012b):

Biobetriebe und Bioflächen in Österreich 2000-2012. Wien, 2012. Internet:

<http://duz.lebensministerium.at/duz/duz/download/obj.1581710/obj.1581710.pdf> (Stand: 12.11.2013).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW 2012c): Bio

Markt. Internet: http://www.lebensministerium.at/lebensmittel/biolebensmittel/Bio_Markt.html (Stand: 12.11.2013).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW 2013):

Grüner Bericht 2013. Wien, 2013. Internet:

http://www.bmlfuw.gv.at/dms/lmat/publikationen/land/gruener_bericht/gruenerbericht13/Gr-ner-Bericht-2013/Gr%C3%BCner%20Bericht%202013.pdf?1=1 (Stand: 08.08.2014).

Büchl, N.R., Seiler, H. (2011): Yeasts and Molds - Yeasts in Milk and Dairy Products. Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition). 744-753.

Caris-Veyrat, C., Amiot, M.-J., Tyssandier, V., Grasselly, V., Buret, M., Mikolajczak, M., Guillard, J.-C., Bouteloup-Demange, C., Borel, P. (2004): Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52: 6503-6509.

Casanova, C., Iselin, L., von Steiger, N., Droz, S., Sendi, P. (2011): Staphylococcus hyicus Bacteremia in a Farmer. Journal of Clinical Microbiology. 49(12): 4377-4378.

Cicconi-Hogan, K.M., Gamroth, M., Richert, R., Ruegg, P.L., Stiglbauer, K.E., Schukken, Y.H. (2013): Risk factors associated with bulk tanks standard plate count, bulk tank coliform count, and the presence of Staphylococcus aureus on organic and conventional dairy farms in the United States. Journal of Dairy Science. 96(12): 7578-7590.

Coorevits, A., De Jonghe, V., Vandroemme, J., Reekmans, R., Heyrman, J., Messens, W., De Vos, P., Heyndrickx, M. (2008): Comparative analysis of the diversity of aerobic spore-forming bacteria in raw

- milk from organic and conventional dairy farms. *Systematic and Applied Microbiology*. 31(2): 126-140.
- Cui, S., Ge, B., Zheng, J., Meng, J. (2005): Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* serovars in organic chickens from Maryland retail stores. *Applied and Environmental Microbiology*. 71(7): 4108-4111.
- D'Amico, D.J., Donnelly, C.W. (2010): Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: effect of farm characteristics and practices. *Journal of Dairy Science*. 93(1): 134-147.
- Dangour, A.D., Dodhia, S.K., Hayter, A., Allen, E., Lock, K., Uauy, R. (2009): Nutritional quality of organic foods: a systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition*. 90: 680–685.
- Danish Institute of Agricultural Science, INFO Research Group (o.J.): Organic HACCP. Internet: <http://www.organichaccp.org/OrganicHACCP.asp> (Stand: 13.12.2013).
- Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM 2011): Veröffentlichte mikrobiologische Richt- und Warnwerte zur Beurteilung von Lebensmitteln. Internet: http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDcQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.dghm.org%2Fm_275&ei=zR-eUuL9LKXT7AbH4YHwCg&usg=AFQjCNEseoBFNXJz6wVEWRDKILpavlqHYA&bvm=bv.57155469,d.ZGU&cad=rja (Stand: 03.12.2013).
- Dordet-Frisoni, E., Dorchies, G., De Araujo, C., Talon, R., Leroy, S. (2007): Genomic Diversity in *Staphylococcus xylosus*. *Applied and Environmental Microbiology*. 73(22): 7199-7209.
- Eglezos, S. (2010): Microbiological quality of wheat grain and flour from two mills in Queensland, Australia. *Journal of Food Protection*. 73(8): 1533-1536.
- Elango, A., Dhanalakshmi, B., Pugazhenth, T.R., Jayalalitha, V., Kumar, C.N., Doraisamy, K.A. (2010): Seasonal prevalence of *Campylobacter jejuni* isolated from raw milk samples in Chennai. *Egyptian Journal of Dairy Science*. 38(1): 19-24.
- Estevinho, L.M., Feás, X., Seijas, J.A., Pilar Vázquez-Tato, M. (2012): Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food and Chemical Toxicology*. 50(2): 258-264.

EU Parlament und Rat der EU (2004): Verordnung (EG) Nr. 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene. Amtsblatt der Europäischen Union, L 139/1. Internet:

http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC8QFjAA&url=http%3A%2F%2Feur-lex.europa.eu%2FLEXUriServ%2FLEXUriServ.do%3Furi%3DOJ%3AL%3A2004%3A139%3A0001%3A0054%3Ade%3APDF&ei=QH_JUq21A8aPtQai04DQAw&usg=AFQjCNG_H8xbAISvCY_FsVUjbDCT6wWiKQ&bvm=bv.58187178,d.Yms&cad=rja (Stand: 05.01.2014).

Europäische Kommission (o.J. a): Gesetzgebung. Internet: http://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy/legislation_de (Stand: 13.11.2013).

Europäische Kommission (o.J. b): Importierte ökologische / biologische Nahrungsmittel. Internet: http://ec.europa.eu/agriculture/organic/organic-farming/what-organic/imported-food_de (Stand: 13.11.2013).

Europäische Kommission (o.J. c): Was ist biologische Landwirtschaft? Internet: http://ec.europa.eu/agriculture/organic/organic-farming/what-organic_de (Stand: 13.11.2013).

Europäische Kommission (2005): Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel. Internet: http://www.bmg.gv.at/home/Schwerpunkte/VerbraucherInnengesundheit/Lebensmittel/Lebensmittelrecht/Rechtsvorschriften_in_der_EU/Mikrobiologische_Kriterien (Stand: 06.12.2013).

European Food Safety Authority (EFSA 2008): Foodborne antimicrobial resistance as a biological hazard. Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards. Internet: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/765.pdf> (Stand: 02.06.2014).

Fangio, M.F., Roura, S.I., Fritz, R. (2010): Isolation and identification of *Bacillus* spp. and related genera from different starchy foods. *Journal of Food Science*. 75(4): M218-221.

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL 2013): Studien stellen unter Beweis: Bioprodukte sind ernährungsphysiologisch besser - Kurzinfo. Internet: <http://www.fibl.org/de/themen/lebensmittelqualitaet-sicherheit/fsa-studie-fibl-informationen/studienstellenunterbeweisbioproduktesindernaehrungsphy.html> (Stand: 05.12.2013).

Gesellschaft für Lebensmittel-Forschung mbH (GfL 2013): Mikrobiologische Richt- und Warnwerte.

Internet: <http://www.gfl-berlin.com/richtundwarnwerte> (Stand: 03.12.2013).

Gomes Neto, N.J., Maynard Lucena Pessoa, R., Barbosa Nunes Queiroga, I.M., Magnani, M., de Sousa Freitas, F.I., de Souza, E.L., Ferreira Maciel, J. (2012): Bacterial counts and the occurrence of parasites in lettuce (*Lactuca sativa*) from different cropping systems in Brazil. *Food Control*. 28(1): 47-51.

Hardy, B., Crilly, N., Pendleton, S., Andino, A., Wallis, A., Zhang, N., Hanning, I. (2013): Impact of rearing conditions on the microbiological quality of raw retail poultry meat. *Journal of Food Science*. 78(8): 1232-1235.

Heinelt, A. (2008): Untersuchungen zur mikrobiologischen Beschaffenheit von ökologisch und konventionell erzeugter Milch und Milchprodukte. Dissertation, Institut für Lebensmittelhygiene der Universität Leipzig.

Humblot, C., Perez-Pulido, R., Akaki, D., Loiseau, G., Guyot, J.P. (2012): Prevalence and fate of *Bacillus cereus* in African traditional cereal-based foods used as infant foods. *Journal of Food Protection*. 75(9): 1642-1645.

Jackson, A.L., Sullivan, G.A., Kulchaiyawat, C., Sebranek, J.G., Dickson, J.S. (2011): Survival and growth of *Clostridium perfringens* in commercial no-nitrate-or-nitrite-added (natural and organic) frankfurters, hams, and bacon. *Journal of Food Protection*. 74(3): 410-416.

Jevšnik, M., Hlebec, V., Raspor, P. (2008): Consumers' awareness of food safety from shopping to eating. *Food Control*. 19(8): 737-745.

Karavoltsos, S., Sakellari, A., Dassenakis, M., Scoullou, M. (2008): Cadmium and lead in organically produced foodstuffs from the Greek market. *Food Chemistry*. 106: 843-851.

Koerber, K., Männle, T., Leitzmann, C. (2004): Vollwert-Ernährung. Konzeption einer zeitgemäßen Ernährungsweise. Haug Verlag, Stuttgart, 10. Auflage.

Konosonoka, I.H., Jemeljanovs, A., Osmane, B., Ikauniece, D., Gulbe, G. (2012): Incidence of *Listeria* spp. in Dairy Cows Feed and Raw Milk in Latvia. *ISRN Veterinary Science*. 26. Januar 2012.

- Kröckel, L., Albert, T., DÜthorn, T., Gareis, M. (2004): Mikrobiologische Qualität von Fleischerzeugnissen aus ökologischer Produktion. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Internet: <http://orgprints.org/3810/1/3810-02OE070-ble-baff-2003-fleischqualitaet.pdf> (Stand: 11.01.2014).
- Lach, G. (2007): Der „kleine“ Unterschied. Obst und Gemüse aus ökologischem und konventionellem Anbau im Pestizidvergleich. Vergleichende Auswertung von Rückstandsdaten. Lach und Bruns Partnerschaft, Hamburg. Internet: http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/umweltgifte/Der_kleine_Unterschied_070207.pdf (Stand: 05.12.2013).
- Lestari, S.I., Han, F., Wang, F., Ge, B. (2009): Prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella serovars in conventional and organic chickens from Louisiana retail stores. *Journal of Food Protection*. 72(6): 1165-1172.
- Lester, G.E., Manthey, J.A., Buslig, B.S. (2007): Organic vs conventionally grown Rio Red whole grapefruit and juice: comparison of production inputs, market quality, consumer acceptance, and human health-bioactive compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 4474-4480.
- Loncarevic, S., Johannessen, G.S., Rørvik, L.M. (2005): Bacteriological quality of organically grown leaf lettuce in Norway. *Letters in Applied Microbiology*. 41(2): 186-189.
- Losito, F., Arienzo, A., Bottini, G., Priolisi, F.R., Mari, A., Antonini, G. (2014): Microbiological safety and quality of Mozzarella cheese assessed by the microbiological survey method. *Journal of Dairy Science*. 97(1): 46-55.
- Lou, X., Si, G., Yu, H., Qi, J., Liu, T., Fang, Z. (2014): Possible reservoir and routes of transmission of Cronobacter (*Enterobacter sakazakii*) via wheat flour. *Food Control*. 43: 258-262.
- Maffei, D.F., Ferraz de Arruda Silveira, N., da Penha Longo Mortatti Catanozi, M. (2013): Microbiological quality of organic and conventional vegetables sold in Brazil. *Food Control*. 29(1): 226-230.
- Magkos, F., Arvaniti, F., Zampelas, A. (2006): Organic food: buying more safety or just peace of mind? A critical review of the literature. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 46(1): 23-56.
- Maid-Kohnert, U. (Red.) (2002): Lexikon der Ernährung (2) Zweiter Band, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.

- Manafi, M. (1985): Nitratgehalte und mikrobiologischer Status von Reformhaus- und Bioprodukten unter besonderer Berücksichtigung von *Yersinia enterocolitica*. Dissertation, Hygiene-Institut der Universität Wien.
- Manafi, M. (1990): Die mikrobiologische Beschaffenheit von Reformhaus- und Bioprodukten im Raum Wien. Ernährung. 14: 130-134.
- Manafi, M. (2013): Einführung in die Mikrobiologie und Hygiene & Übungen aus Hygiene und Mikrobiologie. Skriptum, Hygiene Institut, Wien.
- Marriott, N.G. (1992): Grundlagen der Lebensmittelhygiene. Behr's Verlag, Hamburg, Deutschland.
- McMahon, M.A., Wilson, I.G. (2001): The occurrence of enteric pathogens and *Aeromonas* species in organic vegetables. International Journal of Food Microbiology. 70(1-2): 155-162.
- Melamed-Snapir, Y., Vaisbein, E., Nassar, F. (2006): Low virulence but potentially fatal outcome - *Listeria ivanovii*. European Journal of Internal Medicine. 17(4): 286-287.
- Monge, C., Chaves, C., Arias, M.L. (2011): Bacteriological quality of traditional, organic and hydroponic cultured lettuce in Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 61(1): 69-73.
- Mukherjee, A., Speh, D., Dyck, E., Diez-Gonzalez, F. (2004): Preharvest evaluation of coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Escherichia coli* O157:H7 in organic and conventional produce grown by Minnesota farmers. Journal of Food Protection. 67(5): 894-900.
- Müller, G., Holzapfel, W., Weber, H. (1997): Mikrobiologie der Lebensmittel - Lebensmittel pflanzlicher Herkunft. Behr's Verlag, Hamburg, 1. Auflage.
- Müller, G., Weber, H. (1996): Mikrobiologie der Lebensmittel - Grundlagen. Behr's Verlag, Hamburg, 8. Auflage.
- Nguz, K., Shindano, J., Samapundoa, S., Huyghebaert, A. (2005): Microbiological evaluation of fresh-cut organic vegetables produced in Zambia. Food Control. 16(7): 623-628.
- Normanno, G., Corrente, M., La Salandra, G., Dambrosio, A., Quaglia, N.C., Parisi, A., Greco, G., Bellacicco, A.L., Virgilio, S., Celano, G.V. (2007): Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)

in foods of animal origin product in Italy. *International Journal of Food Microbiology*. 117(2): 219-222.

Oliveira, M., Usall, J., Viñas, I., Anguera, M., Gatus, F., Abadias, M. (2010): Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production. *Food Microbiology*. 27(5): 679-684.

Omer, E.O.M., Al-Ghamd, M.O., Alsubaie, A.S.R., Fadlemula, A. (2013): The Effect of Seasonal Variation on the Hygienic Standard of Beef Carcasses in Al Baha Region, Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Medicine and Medical Sciences*. 4(6): 230-236.

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES 2012a): Extended-Spectrum Beta-Lactamase - ESBL. Internet:
<http://www.ages.at/ages/gesundheit/mensch/antibiotikaresistenzen/faq-esbl/> (Stand: 02.06.2014).

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES 2012b): Methicillin resistenter *Staphylococcus aureus* - MRSA. Internet:
<http://www.ages.at/ages/gesundheit/mensch/antibiotikaresistenzen/faq-mrsa/> (Stand: 02.06.2014).

Otto, M. (2009): *Staphylococcus epidermidis* - the „accidental“ pathogen. *Nature Reviews Microbiology*. 7(8): 555-567.

Pérez-López, A.J., López-Nicolás, J.M., Carbonell-Barrachina, A.A. (2007): Effects of organic farming on minerals contents and aroma composition of *Clemenules* mandarin juice. *European Food Research and Technology*. 225: 255-260.

Phillips, C.A., Harrison, M.A. (2005): Comparison of the microflora on organically and conventionally grown spring mix from a California processor. *Journal of Food Protection*. 68(6): 1143-1146.

Pieper, J.R., Barrett, D.M. (2009): Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89: 177-194.

Piqué, E., Vargas-Murga, L., Gómez-Catalán, J., de Lapuente, J., Llobet, J.M. (2013): Occurrence of patulin in organic and conventional apple-based food marketed in Catalonia and exposure assessment. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*. 60: 199-204.

Pöchtrager, S. (2011): Qualitätsmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Institutionen, Strukturen und entscheidungsrelevante Faktoren. Springer Verlag, Wien.

Rafii, F. (2014): *Serratia*. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition). 371-375.

Robert Koch-Institut (2012): Listeriose. RKI-Ratgeber für Ärzte. Aktualisierte Fassung vom August 2012. Erstveröffentlichung im Epidemiologischen Bulletin 16/2000. Internet:
http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0CEMQFjAF&url=http%3A%2F%2Fedoc.rki.de%2Fseries%2Frki-ratgeber-fuer-arzte%2F2010%2FPDF%2Flisteriose.pdf&ei=BLupU6ygmWxO4z0glgJ&usg=AFQjCNE1vp6z4evK76kHV6xN-aulA69dtQ&sig2=qUPpSiN42leg4LVJiO_1nw (Stand: 24.06.2014).

RollAMA/AMA Marketing (2010a): „Bio Boom im LEH – Push oder Pull?“ Marktdaten 1. Trimester 2010, Präsentation Mag. Johannes Mayr.

RollAMA/AMA Marketing (2010b): Motivanalyse Bioprodukte Mai 2010. Wien, 2010. Internet:
http://www.ama-marketing.at/home/groups/7/Konsumverhalten_Bio.pdf (Stand: 12.11.2013).

RollAMA/AMA Marketing (2012): Top 15 RollAMA Bioprodukte. Wien, 2012. Internet:
http://www.lebensministerium.at/dms/lmat/lebensmittel/biolebensmittel/Bio_Markt/Top_Bioprodukte_2011.pdf (Stand: 12.11.2013).

Rosenquist, H., Boysen, L., Krogh, A.L., Jensen, A.N., Nauta, M. (2013): *Campylobacter* contamination and the relative risk of illness from organic broiler meat in comparison with conventional broiler meat. *International Journal of Food Microbiology*. 162(3): 226-230.

Rossi, F., Godani, F., Bertuzzi, T., Trevisan, M., Ferrari, F., Gatti, S. (2008): Health-promoting substances and heavy metal content in tomatoes grown with different farming techniques. *European Journal of Nutrition*. 47: 266-272.

Sagoo, S.K., Little, C.L., Mitchell, R.T. (2001): The microbiological examination of ready-to-eat organic vegetables from retail establishments in the United Kingdom. *Letters in Applied Microbiology*. 33(6): 434-439.

Saini, V., McClure, J.T., Léger, D., Keefe, G.P., Scholl, D.T., Morck, D.W., Barkema, H.W. (2012): Antimicrobial resistance profiles of common mastitis pathogens on Canadian dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 95(8): 4319-4332.

Schatz, L., Klein, D., Hilbert, F. (2011): Nachweis von vancomycinresistenten Enterokokken in Milchfiltern von österreichischen Milchviehherden. Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin. Veterinärmedizinische Universität Wien. Internet: http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CFgQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww.uni-giessen.de%2Fcms%2Ffbz%2Ffb10%2Finstitute_klinikum%2Finstitute%2Fnahrungsmittelkunde%2Finstitut%2Fdvg%2Farchivierung%2F2011%2Fpro2011%2Fpromilch2011&ei=YJqqU-yCOYKH4gSq6oGwBw&usg=AFQjCNF-kkz-1dZ8oKxt0ljtjilGkRPnmQ&sig2=Guo3DOXqebxpbz4n4WXbPw (Stand: 25.06.2014).

Seiffert, S.N., Hilty, M., Perreten, V., Endimiani, A. (2013): Extended-spectrum cephalosporin-resistant gram-negative organisms in livestock: An emerging problem for human health. *Drug Resistance Updates*. 16(1-2): 22-45.

Smith-Spangler, C., Brandeau, M.L., Hunter, G.E., Bavinger, J.C., Pearson, M., Eschbach, P.J., Sundaram, V., Liu, H., Schirmer, P., Stave, C., Olkin, I., Bravata, D.M. (2012): Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives?: a systematic review. *Annals of Internal Medicine*. 157(5): 348-366.

Umweltbundesamt (2013): Biolandbau. Internet: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/landwirtschaft/biolandbau/> (Stand: 13.11.2013).

Van Loo, E.J., Alali, W., Ricke, S.C. (2012): Food safety and organic meats. *Annual Review of Food Science and Technology*. 3: 203-225.

Van Overbeke, I., Duchateau, L., De Zutter, L., Albers, G., Ducatelle, R. (2006): A comparison survey of organic and conventional broiler chickens for infectious agents affecting health and food safety. *Avian Diseases*. 50(2): 196-200.

Velimirov, A. (2003): Nahrungsmittelqualität von Produkten aus biologischer und konventioneller Landwirtschaft im Vergleich. Internet: <http://orgprints.org/9124/> (Stand: 10.01.2014).

Velimirov, A., Müller, W. (2003): Die Qualität biologisch erzeugter Lebensmittel. Internet: <http://orgprints.org/2246/1/velimirov-2003-qualitaet.pdf> (Stand: 10.01.2014).

Wetzel, K., Lee, J., Lee, C.S., Binkley, M. (2010): Comparison of microbial diversity of edible flowers and basil grown with organic versus conventional methods. *Canadian Journal of Microbiology*. 56(11): 943-951.

Wójcik-Stopczyńska, B. (2003): Microbiological quality of muesli samples purchased in retail network. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*. 54(3): 269-274.

Young, I., Rajić, A., Wilhelm, B.J., Waddell, L., Parker, S., McEwen, S.A. (2009): Comparison of the prevalence of bacterial enteropathogens, potentially zoonotic bacteria and bacterial resistance to antimicrobials in organic and conventional poultry, swine and beef production: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology and Infection*. 137(9): 1217-1232.

ANHANG

ANHANG 1

Tabelle 16: Detaillierte Untersuchungsergebnisse - Kategorie Fleischprodukte

Kategorie	Bezeichnung	Herkunfts- land	Öko- kontroll- stellen- nummer	MHD	Unter- suchungs- datum	Gesamt- keimzahl	Coliforme Keime	<i>E.coli</i>	Entero- kokken	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>	<i>C. perfringens</i>	Hefen	Schimmel- pilze	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Campylo- bacter</i> spp.	<i>L. monocyto- genes</i>
FLEISCH- PRODUKTE (19)	Rinder Faschiertes	Österreich	AT-BIO-301	12.02.2014	10.02.2014	1,5 x 10 ²	0	0	0	0	0	n.d.	3,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ¹	n.d.	n.d.	n.d.
	Faschiertes gemischt	Österreich	AT-BIO-301	-	17.02.2014	2,0 x 10 ⁵	2,0 x 10 ¹	0	0	0	0	n.d.	1,0 x 10 ¹	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Hendlkeule	Österreich	AT-BIO-301	-	17.02.2014	3,0 x 10 ⁴	8,3 x 10 ¹	0	7,0 x 10 ¹	5,3 x 10 ¹	0	n.d.	1,2 x 10 ¹	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Rinderschale	Österreich	AT-BIO-301	-	17.02.2014	2,0 x 10 ⁵	2,0 x 10 ¹	0	0	0	0	n.d.	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Wildhendl Flügel	Österreich	AT-BIO-301	23.02.2014	24.02.2014	4,9 x 10 ⁶	2,7 x 10 ⁶	0	1,0 x 10 ¹	0	0	0	7,0 x 10 ¹	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Schweine Schnitzel geschnitten	Österreich	AT-BIO-301	01.03.2014	24.02.2014	1,9 x 10 ⁵	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Rinder Rostbraten	Österreich	AT-BIO-301	20.03.2014	10.03.2014	6,9 x 10 ⁴	7,1 x 10 ²	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Kalb Schnitzel	Österreich	AT-BIO-301	-	10.03.2014	1,2 x 10 ⁵	3,7 x 10 ²	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Faschiertes gemischt	Österreich	AT-BIO-301	12.03.2014	10.03.2014	2,0 x 10 ²	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Wildhendl Keule	Österreich	AT-BIO-301	19.03.2014	17.03.2014	1,1 x 10 ⁴	8,5 x 10 ¹	8,0 x 10 ¹	0	0	0	0	3,0 x 10 ¹	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Rinder Faschiertes	Österreich	AT-BIO-301	17.03.2014	17.03.2014	5,0 x 10 ³	2,0 x 10 ¹	0	0	0	0	0	1,0 x 10 ¹	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Knacker	Österreich	AT-BIO-301	04.04.2014	07.04.2014	1,5 x 10 ²	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Geflügel-leberwurst fein	Deutschland	DE-ÖKO-003	08.04.2014	07.04.2014	3,0 x 10 ¹	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Faschiertes gemischt	Österreich	AT-BIO-301	07.04.2014	07.04.2014	7,2 x 10 ²	8,0 x 10 ¹	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Rinder Faschiertes	Österreich	AT-BIO-301	07.04.2014	07.04.2014	6,2 x 10 ²	0	0	1,0 x 10 ¹	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Wildhendl	Österreich	AT-BIO-301	06.04.2014	07.04.2014	2,7 x 10 ⁵	2,1 x 10 ¹	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Puten Steak	Österreich	AT-BIO-301	19.04.2014	14.04.2014	1,2 x 10 ⁵	3,0 x 10 ²	1,2 x 10 ¹	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Hendlkeule	Österreich	AT-BIO-301	-	14.04.2014	7,7 x 10 ⁵	7,6 x 10 ²	2,0 x 10 ¹	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Weißwürstl	Österreich	AT-BIO-301	21.04.2014	14.04.2014	1,3 x 10 ⁴	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g

Angaben in KBE/g

ANHANG 2

Tabelle 17: Detaillierte Untersuchungsergebnisse - Kategorie Rohmilchprodukte

Kategorie	Bezeichnung	Herkunftsland	Öko-kontrollstellennummer	MHD	Untersuchungsdatum	Gesamtkeimzahl	Coliforme Keime	<i>E.coli</i>	Enterokokken	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>	<i>C. perfringens</i>	Hefen	Schimmelpilze	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Campylobacter</i> spp.	<i>L. monocytogenes</i>
ROHMILCH-PRODUKTE (34)	Salzburger Fastenkäse	Österreich	AT-BIO-301	17.02.2014	10.02.2014	n.d.	2,8 x 10 ⁴	0	1,1 x 10 ²	0	0	n.d.	3,1 x 10 ⁴	2,5 x 10 ²	n.d.	n.d.	n.d.
	Rohmilch	Österreich	AT-BIO-401	10.02.2014	10.02.2014	5,7 x 10 ³	5,0 x 10 ³	0	0	0	0	n.d.	0	1,0 x 10 ²	n.d.	n.d.	n.d.
	Räskäse	Österreich	AT-BIO-301	-	17.02.2014	7,3 x 10 ³	5,9 x 10 ²	0	2,4 x 10 ²	0	0	n.d.	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Alpenperle	Österreich	AT-BIO-301	-	17.02.2014	1,2 x 10 ⁶	1,3 x 10 ⁶	0	2,1 x 10 ²	0	0	n.d.	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Rohmilch	Österreich	AT-BIO-401	24.02.2014	24.02.2014	2,9 x 10 ³	1,0 x 10 ³	0	1,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ²	0	0	0	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Rohmilch	Österreich	AT-BIO-301	24.02.2014	24.02.2014	2,2 x 10 ³	6,5 x 10 ²	0	2,0 x 10 ¹	0	0	0	3,4 x 10 ³	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Rauchkuchikas	Österreich	AT-BIO-301	11.03.2014	24.02.2014	1,8 x 10 ⁵	4,5 x 10 ²	0	3,7 x 10 ⁴	0	0	0	5,5 x 10 ³	0	n.n. in 25 g	n.d.	n.n. in 25 g
	Tiroler Bergkäse	Österreich	AT-BIO-301	03.03.2014	24.02.2014	2,8 x 10 ⁶	0	0	4,7 x 10 ⁴	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.d.	n.n. in 25 g
	Appenzeller	Schweiz	AT-BIO-301	03.03.2014	24.02.2014	2,5 x 10 ²	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.d.	n.n. in 25 g
	Sechsender	Deutschland	AT-BIO-301	13.03.2014	10.03.2014	3,0 x 10 ³	0	0	4,4 x 10 ³	0	0	0	2,0 x 10 ³	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Emmentaler	Österreich	AT-BIO-301	21.03.2014	10.03.2014	1,1 x 10 ³	0	0	2,6 x 10 ³	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Rohmilch	Österreich	AT-BIO-301	14.03.2014	11.03.2014	1,8 x 10 ³	1,0 x 10 ²	1,0 x 10 ¹	0	0	0	0	1,1 x 10 ³	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Schafrohmilch	Österreich	AT-BIO-301	15.03.2014	11.03.2014	1,0 x 10 ³	7,0 x 10 ³	0	2,0 x 10 ¹	0	0	0	1,0 x 10 ³	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Le Gruyere	Schweiz	DE-ÖKO-001	23.03.2014	17.03.2014	7,0 x 10 ⁴	0	0	3,0 x 10 ³	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Walserstolz	Österreich	AT-BIO-301	25.03.2014	17.03.2014	1,3 x 10 ⁴	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Rohmilch	Österreich	AT-BIO-401	21.03.2014	18.03.2014	8,0 x 10 ²	0	0	0	9,0 x 10 ¹	0	0	0	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Rohmilch	Österreich	AT-BIO-301	21.03.2014	18.03.2014	5,5 x 10 ³	2,6 x 10 ²	0	0	0	0	0	7,5 x 10 ²	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Ziegen-rohmilch	Österreich	AT-BIO-401	21.03.2014	18.03.2014	1,5 x 10 ³	0	0	1,7 x 10 ²	9,0 x 10 ¹	0	0	0	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Ziegen-rohmilch	Österreich	AT-BIO-401	21.03.2014	18.03.2014	1,2 x 10 ³	0	0	1,6 x 10 ²	1,7 x 10 ²	0	0	0	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Rohmilch	Österreich	AT-BIO-301	07.04.2014	07.04.2014	6,9 x 10 ³	4,9 x 10 ³	0	0	0	0	0	9,1 x 10 ⁴	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Ziegen-rohmilch	Österreich	AT-BIO-401	07.04.2014	07.04.2014	5,9 x 10 ⁴	3,4 x 10 ³	0	2,4 x 10 ⁴	4,0 x 10 ¹	0	0	9,0 x 10 ³	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Schafrohmilch	Österreich	AT-BIO-301	05.04.2014	07.04.2014	1,0 x 10 ²	n.d.	0	3,8 x 10 ²	0	0	0	1,8 x 10 ²	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Schafkäse geräuchert	Österreich	AT-BIO-301	16.04.2014	14.04.2014	5,0 x 10 ³	0	0	9,4 x 10 ³	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Brie petit Normandie	Frankreich	AT-BIO-301	21.04.2014	14.04.2014	2,1 x 10 ⁹	1,4 x 10 ⁶	0	1,2 x 10 ⁶	0	0	0	n.d.	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Ziegentilsiter	Österreich	AT-BIO-301	18.04.2014	14.04.2014	1,0 x 10 ³	4,1 x 10 ³	0	9,6 x 10 ⁴	0	0	0	1,2 x 10 ³	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Rohmilch	Österreich	AT-BIO-401	14.04.2014	14.04.2014	4,5 x 10 ³	4,7 x 10 ³	0	3,0 x 10 ¹	0	0	0	1,0 x 10 ³	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Ziegen-rohmilch	Österreich	AT-BIO-401	14.04.2014	14.04.2014	2,0 x 10 ⁴	8,1 x 10 ²	0	1,3 x 10 ²	0	0	0	0	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml	n.n. in 25 ml
	Landtopfen	Österreich	AT-BIO-301	25.04.2014	22.04.2014	6,0 x 10 ³	2,5 x 10 ²	1,7 x 10 ⁴	2,4 x 10 ¹	0	0	0	n.d.	0	n.n. in 25 g	n.n. in 10 g	n.n. in 25 g
	Schafopfen	Österreich	AT-BIO-301	24.04.2014	22.04.2014	4,2 x 10 ³	2,0 x 10 ²	0	2,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ¹	0	0	n.d.	0	n.n. in 25 g	n.n. in 10 g	n.n. in 25 g
	Probiotisches Schafjoghurt	Österreich	AT-BIO-301	20.04.2014	22.04.2014	2,5 x 10 ²	0	2,0 x 10 ¹	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 10 g	n.n. in 25 g
	Le Gruyere	Schweiz	AT-BIO-301	01.05.2014	22.04.2014	9,0 x 10 ⁴	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 10 g	n.n. in 25 g
	Parmigiano Reggiano D.O.P.	Italien	AT-BIO-301	28.04.2014	22.04.2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 10 g	n.n. in 25 g
	Schafrohmilch	Österreich	AT-BIO-301	27.04.2014	22.04.2014	8,0 x 10 ²	0	0	3,5 x 10 ⁴	0	0	0	0	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 10 ml	n.n. in 25 ml
	Schafrohmilch	Österreich	AT-BIO-301	27.04.2014	22.04.2014	1,4 x 10 ³	0	0	1,4 x 10 ⁴	0	0	0	9,0 x 10 ³	0	n.n. in 25 ml	n.n. in 10 ml	n.n. in 25 ml

Angaben in KBE/g bzw. KBE/ml

ANHANG 3

Tabelle 18: Detaillierte Untersuchungsergebnisse - Kategorie Getreideprodukte

Kategorie	Bezeichnung	Herkunfts- land	Öko- kontroll- stellen- nummer	MHD	Unter- suchungs- datum	Gesamt- keimzahl	Coliforme Keime	<i>E.coli</i>	Entero- kokken	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>	<i>C. perfringens</i>	Hefen	Schimmel- pilze	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Campylo- bacter</i> spp.	<i>L. mono- cytogenes</i>	
GETREIDE- PRODUKTE (20)	Polenta fein	EU	AT-BIO-402	31.12.2014	10.02.2014	1,8 x 10 ⁴	3,0 x 10 ⁴	0	0	0	0	n.d.	1,0 x 10 ³	7,6 x 10 ²	n.d.	n.d.	n.d.	
	Dinkel gepufft	Deutschland	DE-ÖKO-006	12.02.2015	10.02.2014	0	0	0	0	0	0	n.d.	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	
	Weizenmehl Typ 405	Deutschland	DE-ÖKO-007	03.01.2015	17.02.2014	2,1 x 10 ³	9,4 x 10 ²	0	0	0	0	n.d.	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
	Dinkel Feinmehl	EU	AT-BIO-402	31.12.2014	17.02.2014	2,3 x 10 ³	7,0 x 10 ²	0	0	0	0	n.d.	7,0 x 10 ²	1,4 x 10 ²	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
	Haferflocken fein	Deutschland	AT-BIO-301	30.09.2014	17.02.2014	8,0 x 10 ³	0	0	0	0	0	n.d.	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
	Maisgrieß	Österreich	AT-BIO-301	30.09.2014	17.02.2014	1,0 x 10 ²	2,0 x 10 ³	0	0	0	0	n.d.	0	1,0 x 10 ³	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
	Cornflakes ungesüßt	EU	DE-ÖKO-001	26.11.2014	17.02.2014	1,1 x 10 ²	0	0	0	0	0	n.d.	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
	Dinkelvoll- grieß hell	Österreich	AT-BIO-301	31.07.2014	24.02.2014	8,0 x 10 ³	1,0 x 10 ³	0	0	0	0	0	1,0 x 10 ²	6,0 x 10 ²	n.n. in 25 g	n.d.	n.n. in 25 g	
	Reismehl	Thailand	AT-BIO-301	28.11.2014	24.02.2014	2,9 x 10 ⁴	0	0	0	0	0	0	0	4,0 x 10 ³	n.n. in 25 g	n.d.	n.n. in 25 g	
	Maismehl	Österreich	AT-BIO-301	28.06.2015	24.02.2014	3,4 x 10 ³	1,7 x 10 ³	0	0	0	0	0	1,0 x 10 ³	3,0 x 10 ³	n.n. in 25 g	n.d.	n.n. in 25 g	
	Couscous Vollkorn	Spanien	DE-ÖKO-001	08.11.2014	10.03.2014	5,0 x 10 ²	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
	Buchweizen Vollmehl	EU	AT-BIO-402	31.12.2014	10.03.2014	4,4 x 10 ³	2,4 x 10 ³	0	9,0 x 10 ⁻¹	0	0	0	1,0 x 10 ²	3,9 x 10 ²	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
	Vollkorn Brösel	Österreich	AT-BIO-901	25.05.2014	10.03.2014	1,9 x 10 ³	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
	Braunhirse gemahlen	Österreich	AT-BIO-402	31.12.2014	17.03.2014	6,5 x 10 ³	3,5 x 10 ²	0	0	0	0	0	0	4,0 x 10 ³	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
	Sojamehl	Deutschland	DE-ÖKO-007	12.08.2015	17.03.2014	2,7 x 10 ⁴	6,1 x 10 ²	0	0	0	0	0	0	0	5,0 x 10 ²	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Kicher- erbsenmehl	Österreich	AT-BIO-301	30.10.2014	07.04.2014	2,1 x 10 ³	2,1 x 10 ³	0	0	0	0	0	0	1,0 x 10 ¹	1,2 x 10 ²	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Buchweizen Vollmehl	Österreich	AT-BIO-402	31.12.2014	07.04.2014	2,0 x 10 ⁴	1,0 x 10 ⁴	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
	Teff Flocken	Äthiopien	DE-ÖKO-001	31.01.2015	14.04.2014	8,0 x 10 ⁴	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g
Alpen Amaranth gepufft	Österreich	DE-ÖKO-006	19.03.2015	14.04.2014	1,2 x 10 ³	6,0 x 10 ³	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
Hirse	EU	AT-BIO-402	31.12.2014	22.04.2014	4,1 x 10 ³	2,3 x 10 ⁴	0	0	0	0	0	0	0	0	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	n.n. in 25 g	
Angaben in KBE/g																		

ANHANG 4

Tabelle 19: Ergebnisse der biochemischen Bestätigungen nach API

Probe	API	vermutetes Bakterium	Status	Ergebnis - Signifikante Taxa
6	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus hominis</i> (48,4 %) <i>Staphylococcus warneri</i> (41,0 %) <i>Staphylococcus saprophyticus</i> (7,7 %)
7	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung	<i>Staphylococcus aureus</i> (97,8 %)
8	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung	<i>Staphylococcus epidermidis</i> (97,9 %)
18	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung	<i>Staphylococcus aureus</i> (97,7 %)
26	API Staph	<i>S. aureus</i>	Sehr gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus warneri</i> (74,6 %) <i>Staphylococcus hominis</i> (20,3 %) <i>Staphylococcus aureus</i> (2,6 %) <i>Staphylococcus saprophyticus</i> (1,8 %)
27	API Staph	<i>S. aureus</i>	Akzeptierbare Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus hominis</i> (52,2 %) <i>Staphylococcus lugdunensis</i> (29,2 %)
29	API Staph	<i>S. aureus</i>	Sehr gute Identifizierung	<i>Staphylococcus xylosus</i> (99,8 %)
33	API Staph	<i>S. aureus</i>	Sehr gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus warneri</i> (60,7 %) <i>Staphylococcus saprophyticus</i> (29,7 %) <i>Staphylococcus hominis</i> (4,7 %) <i>Staphylococcus aureus</i> (4,0 %)
34	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus auricularis</i> (67,0 %) <i>Staphylococcus haemolyticus</i> (27,0 %)
35	API Staph	<i>S. aureus</i>	Identifizierung unakzeptierbar	<i>Staphylococcus simulans</i> (77,0 %) <i>Staphylococcus carnosus</i> (9,0 %) <i>Staphylococcus aureus</i> (7,9 %) <i>Staphylococcus chromogenes</i> (4,3 %) <i>Staphylococcus xylosus</i> (0,8 %)
42	API Staph	<i>S. aureus</i>	Sehr gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus aureus</i> (77,7 %) <i>Staphylococcus xylosus</i> (19,3 %) <i>Staphylococcus hominis</i> (2,2 %)
43	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus warneri</i> (53,9 %) <i>Staphylococcus hominis</i> (44,7 %)
44	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus aureus</i> (66,8 %) <i>Staphylococcus chromogenes</i> (27,9 %) <i>Staphylococcus simulans</i> (4,1 %)
45	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus aureus</i> (66,8 %) <i>Staphylococcus chromogenes</i> (27,9 %) <i>Staphylococcus simulans</i> (4,1 %)
47	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus aureus</i> (66,8 %) <i>Staphylococcus chromogenes</i> (27,9 %) <i>Staphylococcus simulans</i> (4,1 %)
56	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus hominis</i> (58,3 %) <i>Staphylococcus warneri</i> (36,3 %)
57	API Staph	<i>S. aureus</i>	Sehr gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus warneri</i> (74,6 %) <i>Staphylococcus hominis</i> (20,3 %) <i>Staphylococcus aureus</i> (2,6 %) <i>Staphylococcus saprophyticus</i> (1,8 %)
58	API Staph	<i>S. aureus</i>	Sehr gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus warneri</i> (54,4 %) <i>Staphylococcus hominis</i> (33,2 %) <i>Staphylococcus saprophyticus</i> (12,0 %)

64	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus saprophyticus</i> (33,6 %) <i>Staphylococcus haemolyticus</i> (25,7 %) <i>Staphylococcus aureus</i> (19,0 %) <i>Staphylococcus hominis</i> (16,1 %)
65	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Staphylococcus aureus</i> (37,6 %) <i>Staphylococcus chromogenes</i> (24,0 %) <i>Staphylococcus hominis</i> (17,7 %) <i>Staphylococcus epidermidis</i> (15,4 %)
67	API Staph	<i>S. aureus</i>	Gute Identifizierung	<i>Staphylococcus aureus</i> (97,8 %)
72	API Staph	<i>S. aureus</i>	Akzeptierbare Identifizierung	<i>Staphylococcus hyicus</i> (86,2 %)
26	API 20E	<i>E. coli</i>	Geringe Selektivität	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i> (50,5 %) <i>Pantoea</i> spp. (36,7 %)
34	API 20E	<i>E. coli</i>	Sehr gute Identifizierung	<i>Escherichia coli</i> (99,8 %)
35	API 20E	<i>E. coli</i>	Sehr gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Hafnia alvei</i> 1 (82,5 %) <i>Hafnia alvei</i> 2 (17,3 %)
46	API 20E	<i>E. coli</i>	Zweifelhaftes Profil	<i>Enterobacter cloacae</i> (38,4 %) <i>Enterobacter sakazakii</i> (36,9 %) <i>Raoultella ornithinolytica</i> (22,3 %)
47	API 20E	<i>E. coli</i>	Unzulässiges Profil	-
53	API 20E	<i>E. coli</i>	Identifizierung unakzeptierbar	<i>Pantoea</i> spp 3 (74,7 %) <i>Pantoea</i> spp 4 (7,5 %) <i>Escherichia vulneris</i> (5,1 %) <i>Klebsiella pneumoniae</i> ssp. <i>ozaenae</i> (4,1 %) <i>Rahnella aquatilis</i> (2,5 %)
56	API 20E	<i>E. coli</i>	Gute Identifizierung	<i>Escherichia coli</i> (96,3 %)
57	API 20E	<i>E. coli</i>	Sehr gute Identifizierung	<i>Escherichia coli</i> (99,8 %)
66	API 20E	<i>E. coli</i>	Zweifelhaftes Profil	<i>Escherichia coli</i> 1 (67,8 %) <i>Citrobacter koseri/farmeri</i> (27,7 %)
67	API 20E	<i>E. coli</i>	Zweifelhaftes Profil	<i>Enterobacter cloacae</i> (38,4 %) <i>Enterobacter sakazakii</i> (36,9 %) <i>Raoultella ornithinolytica</i> (22,3 %)
68	API 20E	<i>E. coli</i>	Zweifelhaftes Profil	<i>Escherichia coli</i> 1 (67,8 %) <i>Citrobacter koseri/farmeri</i> (27,7 %)
72	API 20E	<i>E. coli</i>	Unzulässiges Profil	-
73	API 20E	<i>E. coli</i>	Unzulässiges Profil	-
7	API 20E	<i>Salmonella</i> spp.	Ausgezeichnete Identifizierung	<i>Hafnia alvei</i> 1 (99,9 %)
37	API 20E	<i>Salmonella</i> spp.	Gute Identifizierung	<i>Enterobacter sakazakii</i> (98,4 %)
40	API 20E	<i>Salmonella</i> spp.	Ausgezeichnete Identifizierung auf Genusebene	<i>Enterobacter cloacae</i> (59,4 %) <i>Enterobacter sakazakii</i> (40,4 %)
41	API 20E	<i>Salmonella</i> spp.	Ausgezeichnete Identifizierung auf Genusebene	<i>Enterobacter cloacae</i> (59,4 %) <i>Enterobacter sakazakii</i> (40,4 %)
54	API 20E	<i>Salmonella</i> spp.	Gute Identifizierung	<i>Enterobacter sakazakii</i> (98,4 %)
26	API 10S	<i>Salmonella</i> spp.	Geringe Selektivität	<i>Enterobacter aerogenes</i> (48,0 %) <i>Serratia liquefaciens</i> (32,0 %) <i>Hafnia alvei</i> (10,3 %) <i>Serratia marcescens</i> (6,8 %)
28	API 10S	<i>Salmonella</i> spp.	Geringe Selektivität	<i>Enterobacter aerogenes</i> (48,0 %) <i>Serratia liquefaciens</i> (32,0 %) <i>Hafnia alvei</i> (10,3 %) <i>Serratia marcescens</i> (6,8 %)
29	API 10S	<i>Salmonella</i> spp.	Unzulässiges Profil	-
32	API 10S	<i>Salmonella</i> spp.	Gute Identifizierung	<i>Serratia odorifera</i> (95,6 %)
36	API 10S	<i>E. coli</i>	Geringe Selektivität	<i>Escherichia coli</i> 1 (79,1 %) <i>Serratia odorifera</i> (19,6 %)
9	API Listeria	<i>L. monocytogenes</i>	Unzulässiges Profil	-

20	API Listeria	<i>L. monocytogenes</i>	Unzulässiges Profil	-
39	API Listeria	<i>L. monocytogenes</i>	Sehr gute Identifizierung auf Genusebene	<i>Listeria welshimeri</i> (65,7 %) <i>Listeria innocua</i> (34,1 %)
41	API Listeria	<i>L. monocytogenes</i>	Unzulässiges Profil	-
50	API Listeria	<i>L. monocytogenes</i>	Zweifelhaftes Profil	<i>Listeria ivanovii</i> (88,6 %) <i>Listeria seeligeri</i> (8,6 %) <i>Listeria welshimeri</i> (1,4 %) <i>Listeria innocua</i> (1,2 %)
62	API Listeria	<i>L. monocytogenes</i>	Zweifelhaftes Profil	<i>Listeria welshimeri</i> (98,4 %)
63	API Listeria	<i>L. monocytogenes</i>	Unzulässiges Profil	-

ANHANG 5



Abbildung 30: Positiver Nachweis von *E. coli* mit API 20E [Eigene Aufnahme, 06.05.2014]

ANHANG 6



Abbildung 31: Positiver Nachweis von *S. aureus* mit API Staph [Eigene Aufnahme, 06.05.2014]

LEBENS LAUF

STEPHANIE MÜLLER

PRAKTIKA

19.08.-13.09.2013

Praktikum Resch&Frisch, Wels

Marketing und Qualitätsmanagement

01.08.-14.09.2012

Praktikum Toni's Freilandeier, Knittelfeld

Marketing und Qualitätsmanagement

16.08.-15.09.2011

Praktikum NÖM, Baden

Qualitätsmanagement/Labor

AUSBILDUNG

Februar 2013 - Juni 2013

University of Southampton, UK

Auslandsemester im Rahmen des BWL-Studiums

seit Oktober 2011

Universität Wien

Masterstudium Ernährungswissenschaften mit dem Schwerpunkt Lebensmittelqualität und -sicherheit

Oktober 2009 - Februar 2014

Wirtschaftsuniversität Wien

Bachelorstudium Betriebswirtschaft

1. Spezialisierung: Entrepreneurship & Innovation

2. Spezialisierung: Internationales Marketing Management

März 2008 - September 2011

Universität Wien

Bakkalaureatsstudium

Ernährungswissenschaften

Oktober 2006 - Februar 2008

Medizinische Universität Wien

Humanmedizin