



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Evaluierung der mikrobiologischen Qualität
verzehrfertiger Obst- und Gemüseprodukte
auf dem Wiener Markt“

verfasst von

Sigrid Gruber, Bakk. rer. nat.

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt: Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreuer: Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. rer. nat. techn. Mohammad Manafi

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei Herrn Univ. Prof. Dr. Mohammad Manafi für die Ermöglichung dieser Masterarbeit, die kompetente Unterstützung im Labor und die freundliche und zuverlässige Betreuung bedanken.

Lisa und Martina möchte ich für das Korrekturlesen dieser Arbeit danken, Stephanie für den fachlichen Input und die gute Zusammenarbeit im Labor. Besonderer Dank gilt auch Martina, Christine und Andreas für ihre Hilfe und Ratschläge.

Meinem Freund Daniel möchte ich danken, dass er mich während meiner gesamten Studienzeit unterstützt und ermutigt hat.

Besonderer Dank gilt zu guter Letzt auch meinen Eltern, die mir durch ihre moralische und finanzielle Unterstützung mein Studium ermöglicht haben.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
2 LITERATURÜBERSICHT	6
2.1 Begriffsdefinitionen	6
2.1.1 Verzehrfertige Lebensmittel	6
2.1.2 Verzehrfertige Salat-, Obst- und Gemüseprodukte	6
2.1.3 Frucht- und Gemüsesäfte	8
2.1.3.1 Smoothies	8
2.2 Industrielle Herstellung und Verarbeitung	9
2.2.1 Herstellungsprozess	9
2.2.2 Einfluss der Verarbeitung auf Qualitätsparameter der Endprodukte	10
2.2.2.1 Rohstoffauswahl	10
2.2.2.2 Waschen der Naturalien	11
2.2.2.3 Schneiden und Zerkleinern	11
2.2.2.4 Waschen der zerkleinerten Naturalien	12
2.2.2.5 Verpackung und Modified Atmosphere Packaging	13
2.2.2.6 Temperaturbedingungen in der Produktkette	14
2.3 Sensorische Produktqualität und Kaufmotive	16
2.3.1 Sensorische Produkteigenschaften	16
2.3.1.1 Veränderungen während der Lagerung	16
2.3.2 Kaufmotive und Wahrnehmung des Konsumenten	17
2.4 Lebensmittelrecht und nicht bindende Standards	17
2.4.1 Rahmenbedingungen der Herstellung	17
2.4.1.1 Prinzipien der Lebensmittelhygiene	18
2.4.1.2 Nicht bindende Standards und Empfehlungen	18
2.4.2 Produktbezogene Bestimmungen und Richtlinien	19
2.4.2.1 Zusatzstoff-Verordnung	19
2.4.2.2 Kennzeichnungsverordnung	20

2.4.2.3	Fruchtsaftverordnung	20
2.5	Mikrobiologische Kriterien, Richt- und Grenzwerte	20
2.5.1	Mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel	20
2.5.1.1	Lebensmittelsicherheitskriterien	21
2.5.1.2	Prozesshygienekriterien	22
2.5.2	Unverbindliche Richt- und Warnwerte der DGHM	23
2.6	Verderb, mikrobiologische Beschaffenheit und Verunreinigungen	24
2.6.1	Verderb von pflanzlichen Lebensmitteln	25
2.6.2	Mögliche Kontaminationsquellen und -wege	26
2.6.3	Interaktion zwischen Pflanze und enteralen Pathogenen	28
2.6.4	Übertragung von antibiotikaresistenten Bakterien	29
2.6.5	Lebensmittelsicherheit von frischem Obst und Gemüse	29
2.6.6	Bakterielle Kolonisation von Obst und Gemüse	30
2.7	Untersuchungsergebnisse zur mikrobiellen Belastung	31
2.7.1	Salat, Gemüse und Obst naturbelassen	31
2.7.1.1	Antibiotika-resistente Bakterien	33
2.7.2	Vorgeschnittene, abgepackte Salate	33
2.7.3	Vorgeschnittenes Obst und Fruchtsalate	37
2.7.4	Frucht- und Gemüsesäfte, Smoothies	38
2.7.5	Aktuelle Untersuchungsberichte aus Österreich und Europa	39
2.7.5.1	Österreichischer Lebensmittelsicherheitsbericht	39
2.7.5.2	Europäischer Zoonosenbericht der EFSA und ECDC	40
2.8	Lebensmittelbedingte Erkrankungen	41
2.8.1	Österreichischer Jahresbericht für Lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche	43
2.8.2	Europäischer Zoonosenbericht der EFSA und ECDC	44
3	MATERIAL UND METHODEN	45
3.1	Charakteristika der ausgewählten Mikroorganismen	45
3.1.1	Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl	45
3.1.2	Coliforme Bakterien	45
3.1.3	<i>E. coli</i>	46
3.1.4	<i>S. aureus</i>	46
3.1.5	<i>B. cereus</i>	47
3.1.6	<i>Enterococcus</i> spp.	47
3.1.7	<i>C. perfringens</i>	47

3.1.8	<i>Campylobacter</i> spp.	48
3.1.9	<i>L. monocytogenes</i>	48
3.1.10	<i>Salmonella</i> spp.	49
3.1.11	Schimmelpilze und Hefen	49
3.2	Proben	50
3.3	Verwendete Laborausstattung und Hilfsmittel	50
3.4	Probenvorbereitung	51
3.5	Quantitative Nachweismethoden	52
3.5.1	Gesamtkeimzahl	52
3.5.2	Coliforme Bakterien und <i>E. coli</i>	53
3.5.3	<i>S. aureus</i>	53
3.5.4	<i>B. cereus</i>	54
3.5.5	Enterokokken	54
3.5.6	<i>C. perfringens</i>	55
3.5.7	Schimmelpilze und Hefen	55
3.6	Qualitative Nachweismethoden	55
3.6.1	<i>Campylobacter</i> spp.	56
3.6.2	<i>L. monocytogenes</i>	56
3.6.3	<i>Salmonella</i> spp.	57
3.7	Nachweis von Antibiotikaresistenzen	57
4	ERGEBNISSE UND DISKUSSION	58
4.1	Quantitative Ergebnisse	59
4.2	Qualitative Ergebnisse	64
4.3	Nachweis von Antibiotikaresistenzen	65
4.4	Diskussion	66
4.4.1	Einschränkungen	74
5	SCHLUSSBETRACHTUNG	76
6	ZUSAMMENFASSUNG	78

7 SUMMARY	80
8 LITERATURVERZEICHNIS	82
Anhang 1: Auflistung der analysierten Salat-, Gemüseprodukte sowie Kräuter (Nr. 6 - 78); Obstprodukte (Nr. 8 - 85) sowie Säfte und Smoothies (Nr. 9 - 83)	104
Anhang 2: Mittelwerte der ausgewerteten Nährböden in KBE/g	111
Anhang 3: Einzelergebnisse der biochemischen Bestätigung mit API-Systemen	115
Lebenslauf	117

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Maximal empfohlene Temperaturbereiche in der Produktkette, [Artés und Allende, 2005a].	14
Tabelle 2: Lagerbedingungen für Wachstum bzw. Fortbestand relevanter Pathogene auf diversen Obst- und Gemüseprodukten, modifiziert nach [De Roever, 1998].	15
Tabelle 3: Lebensmittelsicherheitskriterien für „Andere als für Säuglinge oder für besondere medizinische Zwecke bestimmte, verzehrfertige Lebensmittel, die die Vermehrung von <i>L. monocytogenes</i> begünstigen können“ [Anhang I Kap 1 VO (EG) Nr. 2073/2005].	21
Tabelle 4: Lebensmittelsicherheitskriterien hinsichtlich <i>Salmonella</i> spp. für „vorzerkleinertes Obst und Gemüse (verzehrfertig)“ und „nicht pasteurisierte Obst- und Gemüsesäfte (verzehrfertig)“ [Kap 1 VO (EG) Nr. 2073/2005].	22
Tabelle 5: Richt- und Warnwerte für Mischsalate, Mittelwerte für abgepackte Ware bei Abgabe an den Verbraucher, 2007 [DGHM, 2011].	23
Tabelle 6: Richt- und Warnwerte für geschnittenes und abgepacktes Obst [DGHM, 2011].	24
Tabelle 7: mögliche Quellen pathogener Mikroorganismen, modifiziert nach [Harris et al., 2003] [Beuchat, 1996b].	26
Tabelle 8: Beispiele für frische Obst- und Gemüsewaren, aus denen pathogene Bakterien isoliert werden konnten, modifiziert nach [Buck et al., 2003].	28
Tabelle 9: Prävalenz pathogener Bakterien auf unverarbeiteten Salatköpfen, Gemüse und Obst als relativer Anteil des Gesamtprobenumfangs.	32
Tabelle 10: Prävalenz von <i>Salmonella</i> spp. (SAL), <i>L. monocytogenes</i> (LIS) sowie <i>E. coli</i> (E.CO) in verzehrfertigen Gemüse- und Salatprodukten als relativer Anteil des Gesamtprobenumfangs.	35
Tabelle 11: Ergebnisse aus dem Zoonosenbericht 2011 hinsichtlich des Lebensmittelsicherheitskriteriums <i>Salmonella</i> spp. in verzehrfertigen Obst- und Gemüseprodukten [EFSA und ECDC, 2013].	40
Tabelle 12: Lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche, modifiziert nach [Olaimat und Holley, 2012] [Taban und Halkman, 2011] [Little und Gillespie, 2008] [Doyle und Erickson, 2008] [FAO/WHO, 2008] [BfR, 2011a] [Watanabe et al., 1999].	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fließdiagramm der Herstellung geringfügig verarbeiteter Gemüse- und Salatprodukte, modifiziert nach [Francis et al., 1999].	9
Abbildung 2: Einflussfaktoren auf Verderb und Haltbarkeit geringfügig verarbeiteter, frischer Gemüseprodukte, modifiziert nach [Artés und Allende, 2005b].	25
Abbildung 4: Faktoren für die Kolonisation von frischem Obst und Gemüse mit enteralen Pathogenen [Critzter und Doyle, 2010].	29
Abbildung 5: Artenvielfalt der Taxa (Operational taxonomic units, OTU) von konventionell (C) sowie biologisch (O) produzierten Obst- und Gemüsesorten [Leff und Fierer, 2013].	30
Abbildung 6: Fließdiagramm zur Vorbereitung der Proben.	51
Abbildung 7: Fließdiagramm zur Ermittlung der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl.	52
Abbildung 8: Fließdiagramm zur Kultivierung von Coliformen Bakterien sowie <i>E. coli</i> .	53
Abbildung 9: Fließdiagramm zur Kultivierung von <i>S. aureus</i> .	53
Abbildung 10: Fließdiagramm zur Kultivierung von <i>B. cereus</i> .	54
Abbildung 11: Fließdiagramm zur Kultivierung von <i>Enterococcus</i> spp.	54
Abbildung 12: Fließdiagramm zur Kultivierung von <i>C. perfringens</i> .	55
Abbildung 13: Fließdiagramm zur Kultivierung von Schimmelpilzen und Hefen.	55
Abbildung 14: Fließdiagramm zur Anreicherung und Kultivierung von <i>Campylobacter</i> spp.	56
Abbildung 15: Fließdiagramm zur Anreicherung und Kultivierung von <i>L. monocytogenes</i> .	56
Abbildung 16: Fließdiagramm zur Anreicherung und Kultivierung von <i>Salmonella</i> spp.	57
Abbildung 17: Fließdiagramm zum Nachweis von Antibiotika-resistenten <i>S. aureus</i> -, <i>Enterobacteriaceae</i> -, und Enterokokken-Stämmen.	57
Abbildung 18: Zusammensetzung des Probenumfangs.	58
Abbildung 19: Formel zur Berechnung der tatsächlichen Keimzahl ausgehend von der Anzahl sichtbarer Kolonien.	58
Abbildung 20: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gesamtkeimzahl in KBE/g, differenziert nach Produktgruppen.	59
Abbildung 21: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gehalte an Coliformen Bakterien in KBE/g; differenziert nach Produktgruppen.	60

Abkürzungsverzeichnis

AMA	Agrar Markt Austria
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DGHM	Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
EFSA	European Food Safety Authority
ESBL	Extended-Spectrum Beta-Lactamase
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	U.S. Food and Drug Administration
GKZ	Gesamtkeimzahl
k. K.	keine Kennzeichnung
KBE	Koloniebildende Einheit
LAVES	Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
MAP	Modified Atmosphere Packaging
Md	Median
MRSA	Methicillin-resistenter <i>Staphylococcus aureus</i>
n. a.	nicht auswertbar
n. b.	nicht bekannt
n. d.	nicht durchgeführt
o. v.	offen verkauft
SCVPH	Sub-Committee on Veterinary Public Health
VD	Verbrauchsdatum
v. K.	verdächtige Kolonien
VO	Verordnung
VRE	Vancomycin-resistente Enterokokken
WCRF	World Cancer Research Fund
WHO	World Health Organization

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Obst und Gemüse bilden wohlverdient die Basis einer gesunden und ausgewogenen Ernährungsweise. Sie zeichnen sich durch ihre hohe Nährstoffdichte aus – sind demnach energiearm und weisen gleichzeitig hohe Nährstoffgehalte auf. Darüber hinaus liefern sie zahlreiche Vitamine, Mengen- und Spurenelemente sowie sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe und sind gute Ballaststoffquellen. Weitere ernährungsphysiologische Vorteile sind die, in der Regel, niedrigen Fettgehalte und das Fehlen von Cholesterin [DGE, 2011]. Pflanzlichen Lebensmitteln werden in der Prävention verschiedener chronischer Erkrankungen positive Wirkungen zugesprochen. Bezüglich Hypertonie, Koronaren Herzerkrankungen sowie Schlaganfall ist die Evidenz überzeugend, dass ein erhöhter Obst- und Gemüsekonsum das Erkrankungsrisiko reduziert; mögliche Evidenz besteht hinsichtlich Demenz. Die Körpergewichtszunahme kann ebenfalls mit möglicher Evidenz durch den erhöhten Verzehr von Obst und Gemüse unterbunden werden, wodurch in weiterer Folge auch indirekt die Inzidenz für Diabetes mellitus Typ 2 reduziert werden kann. Darüber hinaus weisen Studien mit möglicher Evidenz darauf hin, dass ein vermehrter Obst- und Gemüsekonsum bei bestimmten Augenkrankheiten, Osteoporose sowie diversen Lungenkrankheiten präventiv wirken kann [DGE, 2012]. Der WCRF empfiehlt, pflanzliche Lebensmittel in der eigenen Ernährungsweise in den Vordergrund zu stellen. Nicht stärkehaltiges Gemüse sowie Obst kann vor der Entstehung bestimmter Krebsarten schützen. Eine Reduktion des Erkrankungsrisikos ist bei Mund-, Rachen-, Kehlkopf-, Speiseröhren- und Magenkrebs wahrscheinlich [WCRF, 2007].

Obst und Gemüse sollte den zentralen Bestandteil des täglichen Speiseplans in jeder Altersgruppe darstellen. Seit dem Jahr 2000 wird dies der österreichischen Bevölkerung mit dem Slogan „5 am Tag – Obst und Gemüse“ vermittelt [Elmadfa et al., 2009]. Darüber hinaus wird mit der österreichischen Ernährungspyramide, einer Initiative des Bundesministeriums für Gesundheit, eine bildliche Darstellung der Empfehlungen bereitgestellt, die die Umsetzung

im Alltag erleichtern soll. Drei Portionen Gemüse sowie zwei Portionen Obst sollten somit täglich verzehrt werden, als Orientierungshilfe für eine Portion gilt eine geballte Faust, dies entspricht mengenmäßig rund 375 bis 600 g Gemüse und 250 bis 300 g Obst pro Tag [BMG, n.b.].

Inwieweit die Österreicherinnen und Österreicher diesen Empfehlungen nachkommen, kann einerseits aus den Versorgungsbilanzen der Statistik Austria abgelesen werden, andererseits werden im Rahmen des Ernährungsberichts Verzehrerhebungen in verschiedenen Bevölkerungsgruppen durchgeführt, die den individuellen Lebensmittelkonsum erfassen. Der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch betrug in Österreich im Zeitraum 2011/12 im Durchschnitt 76,5 kg Obst und 111,2 kg Gemüse, wobei der Gemüseverzehr einen steigenden Trend im Vergleich zu den Vorjahren aufweist; der Obstkonsum unterliegt hingegen jährlichen Schwankungen [Statistik Austria, 2013a; 2013b]. Betrachtet man die Verzehrgeohnheiten in den verschiedenen Altersgruppen, zeigt sich im Ernährungsbericht 2012 ein einheitliches Bild; bei den Schulkindern im Alter von 7 bis 14 Jahren liegen die Konsummengen weit unter den Empfehlungen, sie decken diese zu weniger als 50 %. Auch erwachsene Männer und Frauen erreichen die wünschenswerten Menge bei Obst lediglich zu zwei Dritteln, bei Gemüse zu einem Drittel. Der geringste Obst- und Gemüsekonsum ist bei österreichischen Seniorinnen und Senioren zu verzeichnen; vor allem Obst wird nur in Maßen gegessen [Elmadfa et al., 2012]. Im Rahmen der Erhebungen für den Ernährungsbericht 2008 wurde eine Studie zum Stellenwert von Obst und Gemüse in der täglichen Ernährung erwachsener Österreicherinnen und Österreicher durchgeführt. Salat wurde als die beliebteste Gemüse Mahlzeit hierzulande ermittelt, gefolgt von Tomaten, Gurken, Karotten, Zwiebeln und Paprika. Äpfel sind die bevorzugten Früchte der österreichischen Bevölkerung, darüber hinaus werden saisonabhängig gerne Bananen, Birnen, Erdbeeren, Trauben, Nektarinen und Orangen gegessen. Generell wird Obst häufig als Zwischenmahlzeit konsumiert [Schätzer, 2007].

Die empfohlenen fünf Portionen Obst und Gemüse werden im Alltag einfacher durch verschiedene, abwechslungsreiche Zubereitungsformen sowie gezielter Auswahl erreicht. Neben frischer, möglichst saisonaler und regionaler Rohkost können einzelne Portionen auch durch tiefgekühlte Produkte oder frisch gepresste Säfte ausgetauscht werden [AMA, 2007]. Als weitere Alternative können Convenience-Produkte aus dem Obst- und Gemüsesektor dienen, deren Angebot in den letzten Jahren stetig gestiegen ist. Hierbei handelt es sich um rohes frisches, gewaschenes und geschnittenes Obst und Gemüse oder Salatzubereitungen, die in Beuteln oder Kunststoffbehältnissen verkauft werden und gekühlt gelagert werden müssen [DGHM, 2011] [Francis et al., 2012]. Vor allem abgepackte Mischsalate können zu kompletten Fertiggerichten avancieren, wenn sie mit weiteren Zutaten wie Schinken, Käse oder Dressings bereichert und in Schalen mit Kunststoffgabeln angeboten werden [BfR, 2011b]. Einen weiteren Trend in diesem Bereich stellen Obst- und Gemüsesäfte oder Smoothies, neuerdings häufig auch mit Kräutern oder grünem Blattgemüse kombiniert, dar, die entweder unmittelbar vor dem Verkauf gepresst bzw. gemixt und in sogenannten „Saftbars“ offeriert werden oder auch in großer Auswahl gekühlt im Supermarkt zu finden sind.

Ready-to-eat Produkte erfreuen sich immer größerer Beliebtheit, da sie den Verbraucherinnen und Verbrauchern bequeme Handhabung und somit Zeitersparnis bieten und sie erleichtern die Zubereitung gesunder und abwechslungsreicher Mahlzeiten. Darüber hinaus kauft der Konsument nur die essbaren Teile der Ware, wodurch sich der entstehende Küchenabfall im privaten Haushalt verringert [Santos et al., 2012]. Innovationen in landwirtschaftlichen Praktiken, Herstellungsprozessen, Konservierungsmethoden, Verpackungstechniken, Transport- und Vertriebsmöglichkeiten auf globaler Ebene ermöglichen es der Lebensmittelindustrie, den Kundinnen und Kunden saisonunabhängig derartige Obst- und Gemüseprodukte anzubieten [Beuchat und Ryu, 1997], wobei eine hohe Nachfrage häufig auch durch importierte Ware gedeckt werden muss [Johannessen et al., 2002].

Verzehrfertige Obst- und Gemüseprodukte zählen zu den leicht verderblichen Lebensmitteln; geschnittene Pflanzenteile besitzen eine hohe primäre Keimbelastung und können daher naturgemäß auch nicht keimfrei hergestellt werden. Somit werden hohe Ansprüche an die Rohstoffe sowie Verarbeitungsprozesse gestellt, die bei Nichterfüllung mikrobiellen Verderb oder Kontaminationen mit Pathogenen nach sich ziehen können [BfR, 2011b]. Auf diese Problematik sind bereits zahlreiche Konsumentenschutz-Portale aufmerksam geworden, betitelten v.a. verzehrfertige Salatmischungen als „Keim- oder Bakterienverschleudern“ und warnen zum Teil sogar vor deren Verzehr. Vorgeschnittene Obststücke oder Smoothies stehen nicht weniger häufig im Kreuzfeuer der Kritik, die oftmals zusätzlich mit überhöhten Preisen für Unmut in den Verbraucherorganisationen sorgen. Die wissenschaftliche Aussagekraft derartiger Schlagzeilen ist freilich begrenzt.

In den wissenschaftlichen Fokus rückte die mikrobiologische Qualität derartiger Produkte, als lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche mit dem Verzehr geringfügig verarbeiteter Obst- und Gemüseprodukte assoziiert wurden. [Little und Gillespie, 2008] [Doyle und Erickson, 2008] [FAO/WHO, 2008] [Watanabe et al., 1999] Infolge wurden Pathogene, wie *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. oder *Escherichia coli*, aus derartigen Produkten isoliert [Abadias et al., 2008] [Althaus et al., 2012] [Campos et al., 2013]. Pflanzliche Lebensmittel sind potentiellen Kontaminationsquellen im gesamten Produktzyklus unterlegen; so wurden beispielsweise Verunreinigungen mit *Bacillus cereus* [Santos et al., 2012], *Staphylococcus aureus* [Vantarakis et al., 2011], *Campylobacter jejuni* oder *Shigella* spp. [Buck et al., 2003] wiederholt dokumentiert. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen darüber hinaus auf, dass Obst, Gemüse und verarbeitete Produkte auch als Vehikel für antibiotikaresistente Bakterien fungieren können [Schwaiger et al., 2011] [Campos et al., 2013] [Walia et al., 2013].

Anhand ausgewählter Literatur soll im ersten Teil dieser Arbeit folgenden Fragen nachgegangen werden:

- Was wird unter verzehrfertigen Obst- und Gemüseprodukten sowie Smoothies verstanden und wie werden sie industriell hergestellt?
- Welchen Einfluss nimmt die Verarbeitung auf die Qualität der Endprodukte?
- Welche gesetzlichen Bestimmungen und mikrobiologische Grenzwerte liegen vor?
- Welche Mikroorganismen wurden bislang aus Obst, Gemüse und deren Folgeprodukten isoliert und konnten lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche damit assoziiert werden?

Verzehrfertige Produkte, frisch gepresste Säfte und Smoothies erobern auch den österreichischen Obst- und Gemüsemarkt, dennoch ist bisher wenig über deren mikrobiologische Qualität hierzulande bekannt; auch Ergebnisse aus anderen Studien lassen sich nur bedingt übertragen. Ziel des praktischen Teils ist es daher, ein umfangreiches mikrobiologisches Screening diverser verzehrfertiger Obst- und Gemüseprodukte, die im Raum Wien verkauft werden, durchzuführen. Drei unterschiedliche Warengruppen, Salat- und Gemüsezubereitungen, Obstprodukte und frisch gepresste, nicht pasteurisierte Säfte und Smoothies, sollen auf das Vorkommen ausgewählter Mikroorganismen sowie relevanter Pathogene untersucht werden. Die Analysen erfolgen mittels gebräuchlicher kultureller Methoden und Systeme zur biochemischen Bestätigung. Zusätzlich soll die Prävalenz antibiotikaresistenter *S. aureus*-, Enterobakterien- sowie Enterokokken-Stämme in den Produkten ermittelt werden. Durch den Vergleich der Ergebnisse mit bereits vorhandener Literatur und produktspezifischen Grenzwerten soll die Qualität der Waren in Anbetracht der Mikrobiologie beurteilt werden.

2 LITERATURÜBERSICHT

Die Literaturübersicht soll als Einführung in die Thematik dienen und breitgefächerte Hintergrundinformationen zum praktischen Teil dieser Arbeit erläutern. Neben Begriffsdefinitionen wird auf die industrielle Herstellung und Verarbeitung verzehrfertiger Obst- und Gemüseprodukte, Qualitätsparameter sowie den Verderb pflanzlicher Lebensmittel eingegangen. Im Anschluss werden rechtlich relevante Bestimmungen und mikrobiologische Grenz- sowie Richtwerte erörtert, mit deren Hilfe die späteren Untersuchungsergebnisse interpretiert werden können. Abschließend wird die aktuelle Studienlage zur mikrobiologischen Qualität derartiger Waren dargestellt und diskutiert.

2.1 Begriffsdefinitionen

Nachfolgend werden jene Lebensmittel sowie Produktgruppen definiert, die in dieser Studie diskutiert und schließlich analysiert werden.

2.1.1 Verzehrfertige Lebensmittel

Die Europäische Kommission definiert verzehrfertige Lebensmittel als „Lebensmittel, die vom Erzeuger oder Hersteller zum unmittelbaren menschlichen Verzehr bestimmt sind, ohne dass eine weitere Erhitzung oder eine sonstige Verarbeitung zur Abtötung der entsprechenden Mikroorganismen oder zu deren Reduzierung auf ein akzeptables Niveau erforderlich ist“ [Art 2 lit g VO (EG) 2073/ 2005].

2.1.2 Verzehrfertige Salat-, Obst- und Gemüseprodukte

Als verzehrfertige Salate, Misch-, Schnitt-, Fertig-, Rohkost- oder Frischkostsalate „werden solche Zubereitungen bezeichnet, die roh, frisch und fertig zur Verwendung, also bereits geputzt, geschnitten, gewaschen oder anderweitig vorbereitet, aber ohne würzende/bindende Soße angeboten werden“ [DGHM, 2011]. Im Österreichischen Lebensmittelbuch werden darunter

Halbfertigerzeugnisse verstanden, die aus einer oder mehrerer Gemüsearten, Salaten und salatähnlichen Pflanzen bestehen. Zusätzlich können frische Kräuter, Gewürze, Keimlinge und Sprossen beigegeben werden [BMG, 2013b]. Zur Gruppe der sogenannte Fresh-cut Produkte zählen geschältes und zerkleinertes, frisches Obst und Gemüse [Francis et al., 2012], welches geringfügiger Verarbeitung unterlegen ist; im Englischen wird häufig die Bezeichnung „minimally processed“ verwendet [Legnani und Leoni, 2004]. In der Regel werden sie weder mit Hitze behandelt, noch enthalten sie Konservierungsstoffe [Tournas et al., 2006]. Derartige Erzeugnisse vereinen die Qualität von Frischwaren mit den Annehmlichkeiten von Convenience-Produkten. Sie werden meist in versiegelten Beuteln oder Kunststoffbehältnissen, die mit Folie verschlossen sind, angeboten [Legnani und Leoni, 2004] und müssen gekühlt gelagert werden [Francis et al., 1999]. Verzehrferfertige Salate sollten bei Temperaturen bis maximal 6 °C gehalten werden, sobald sie den Herstellerbetrieb verlassen haben; in Folge sollte das Mindesthaltbarkeitsdatum sechs Tage nicht überschreiten [DGHM, 2011]. Eine strikt eingehaltene Kühlkette kann das Wachstum von Pathogenen und den Verderb durch abträgliche Mikroorganismen verhindern [Francis et al., 1999]. Die Haltbarkeit der Produkte hängt u.a. von Sorte, initialer Keimzahl, Verpackungstechnologie, allgemeiner Betriebshygiene und nicht zuletzt den Lagerbedingungen ab [BMG, 2013b]. Grundvoraussetzung für die verlängerte Lagerfähigkeit derartiger Waren ist die Verlangsamung des pflanzlichen Metabolismus; dies wird durch erhöhte Luftfeuchtigkeit und modifizierte Atmosphäre, in Kombination mit permeablen Verpackungsmaterialien sowie niedrigen Lagertemperaturen, erreicht [Caponigro et al., 2010]. Konsumentinnen und Konsumenten kaufen derartige Erzeugnisse, um sie unmittelbar nach dem Öffnen verzehren zu können. Daher müssen alle Zutaten in der Verpackungseinheit, ohne dass sie weiterer Zubereitung bedürfen, genussfertig sein [Barrett et al., 2010]. Heutzutage geht der Trend bei Fresh-cut Produkten in Richtung Salatmahlzeiten; durch die Beigabe von ergänzenden Zutaten wie Käse, Schinken, Fisch oder Nudeln [Little und Gillespie, 2008] avancieren vorgeschnittene Salate zu Fertiggerichten

mit zahlreichen Variationsmöglichkeiten, die durch die Darreichungsform in Kunststoffschalen mit Kunststoffgabeln einen hohen Convenience-Faktor für die Verbraucherinnen und Verbraucher bieten [BfR, 2011b].

2.1.3 Frucht- und Gemüsesäfte

Die österreichische Fruchtsaftverordnung definiert Fruchtsäfte als „das gärfähige, jedoch nicht gegorene, aus dem genießbaren Teil gesunder und reifer Früchte (frisch oder durch Kälte haltbar gemacht) einer oder mehrerer Fruchtarten gewonnene Erzeugnis“ mit den, für die Frucht charakteristischen, sensorischen Eigenschaften [§ 1 Abs 8 lit a Fruchtsaft VO BGBl II Nr. 83/2004]. Der Saft darf mit Fruchtmark, einem „Erzeugnis, das durch geeignete physikalische Verfahren, wie Passieren, Zerkleinern oder Mahlen des genießbaren Teils der ganzen oder geschälten Frucht ohne Abtrennen des Saftes gewonnen wird“ [§ 1 Abs 2 Fruchtsaft VO BGBl II Nr. 83/2004], gemischt werden. Eine äquivalente Definition für Gemüsesäfte findet sich im Österreichischen Lebensmittelbuch: „Gemüsesaft ist das unverdünnte, zum unmittelbaren Verzehr bestimmte, gärfähige und unvergorene oder milchsauer vergorene, flüssige Erzeugnis aus Gemüse“, wobei es ebenfalls als handelsüblich gilt, Gemüsemark mitzuverwenden [BMG, 2010].

2.1.3.1 Smoothies

Smoothies stellen eine relativ neue Produktgruppe dar, für die aktuell keine lebensmittelrechtliche Definition vorliegt [LAVES, 2010]. Es handelt sich dabei um Ganzfruchtgetränke bzw. Fruchtshakes, wofür ganze Früchte ohne Schale und Kerne fein püriert werden [Horlemann, 2012]. Dadurch wird die dickflüssig-cremige und sämige Konsistenz der Erzeugnisse erreicht – sie können somit als Getränk oder Speise angesehen werden [LAVES, 2010]. Während sich Smoothies auf Obst- und/oder Gemüsebasis am Markt bereits etabliert haben, entwickelte sich mit den sogenannten „Grünen Smoothies“ erst in den letzten Jahren ein neuer Trend. Diese Shakes bestehen zu einem großen Anteil aus frischen grünen Blattgemüsen oder Kräutern, wie beispielsweise Spinat, Löwenzahnblätter oder Petersilie [Horlemann, 2012].

2.2 Industrielle Herstellung und Verarbeitung

Im diesem Kapitel werden die einzelnen Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse verzehrfertiger Salat-, Obst- sowie Gemüseprodukte erläutert und deren Einfluss auf Qualitätsparameter der Endprodukte diskutiert.

2.2.1 Herstellungsprozess

Verarbeitungstechniken in der Vergangenheit ermöglichten die Produktion mikrobiologisch sicherer Lebensmittel, deren Qualitätsmerkmale jedoch lediglich als akzeptabel angesehen werden konnten. Heutzutage gehen die Entwicklungen in Richtung sanfter, aber zuverlässiger Technologien zur Herstellung qualitativ hochwertiger Produkte mit hohem Nährwert und Frischegrad [Soliva-Fortuny und Martín-Belloso, 2003].

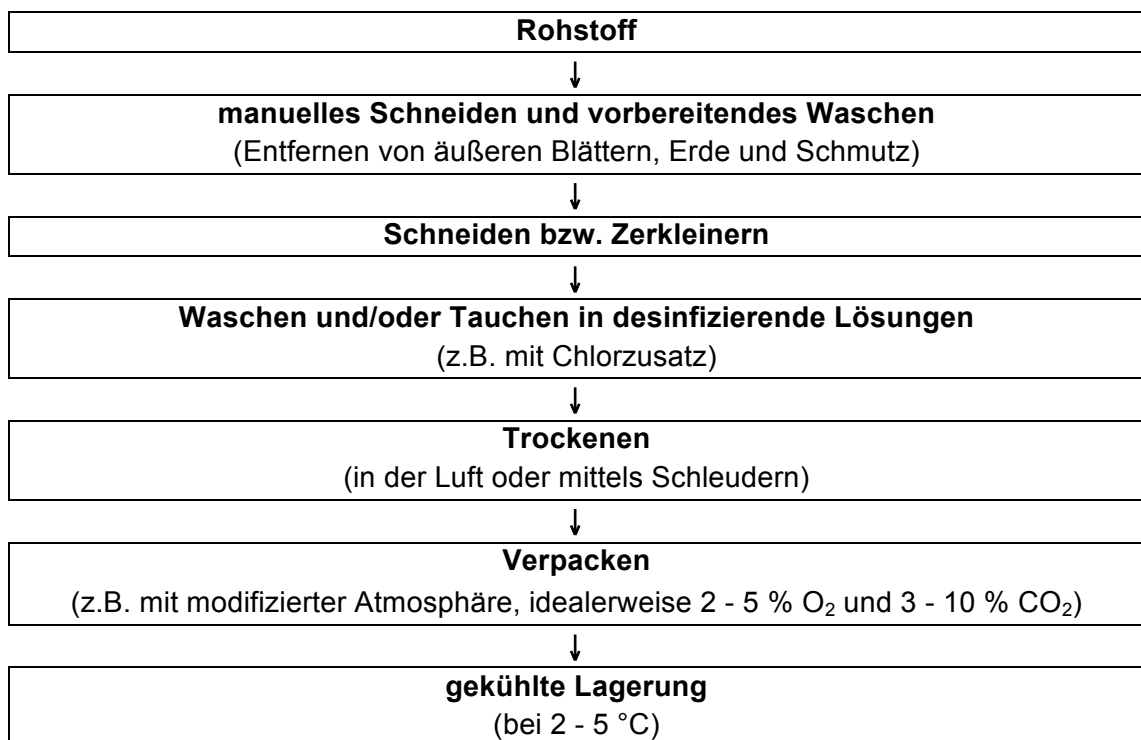


Abbildung 1: Fließdiagramm der Herstellung geringfügig verarbeiteter Gemüse- und Salatprodukte, modifiziert nach [Francis et al., 1999].

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, unterliegen die Rohstoffe während der Verarbeitung keinem Prozessschritt, der letal auf sämtliche Pathogene wirkt.

Verunreinigungen, die im Zuge des Herstellungsprozesses entstehen, können somit bis zum Zeitpunkt des Konsums bestehen bleiben [Abadias et al., 2006].

2.2.2 Einfluss der Verarbeitung auf Qualitätsparameter der Endprodukte

Die Lebensmittelindustrie nutzte derartige Herstellungsverfahren ursprünglich zur Verwertung von Obst und Gemüse minderer Qualität oder aus zweiter Ernte. Die erhöhte Verderblichkeit der Endprodukte erforderte jedoch rasch ein Umdenken und den Einsatz von hochwertigen Naturalien, die Homogenität sowie gleichbleibende Charakteristika aufweisen [Artés und Allende, 2005a]. Für die Qualitätsbeurteilung der Rohstoffe können diverse Merkmale, wie äußere Erscheinung, Geruch, Geschmack, Gehalt wertgebender bzw. -mindernder Inhaltsstoffe oder auch der lebensmitteltechnologische Gebrauchswert herangezogen werden [Rimbach et al., 2010]. Grundsätzlich sollten für die Weiterverarbeitung ausschließlich jene Frischwaren ausgewählt werden, die mikrobiologisch möglichst wenig belastet sind [BMG, 2013b].

2.2.2.1 Rohstoffauswahl

Bereits die Auswahl der Kulturpflanze beeinflusst die Haltbarkeitsdauer sowie die allgemeine Qualität des Endproduktes. Die Bräunungsanfälligkeit differiert beispielsweise sehr stark innerhalb verschiedener Kultivare und könnte möglicherweise von den Unterschieden im Phenol- und Antioxidantiengehalt sowie der Enzymaktivität in der Pflanze abhängen [Degl'Innocenti et al., 2007] [Martinez und Whitaker, 1995] [Francis et al., 2012]. Metabolische Charakteristika der Pflanze, die auf Herstellungsprozesse und Lagerfähigkeit des Endproduktes Einfluss nehmen, werden als intrinsische Faktoren bezeichnet. Dazu zählen beispielsweise morphologische, physiologische und biochemische Abwehrsysteme, Genotyp, stressinduzierte Seneszenz oder Reifung. Extrinsische Faktoren stellen jene Umweltbedingungen dar, die die Manifestation der intrinsischen Einflussgrößen hemmen oder fördern, wie Lagertemperatur, Luftfeuchtigkeit, chemische Behandlungen oder die Schärfe der Schneidewerkzeuge [Hodges und Toivonen, 2008].

2.2.2.2 Waschen der Naturalien

Im ersten Schritt des Herstellungsprozesses werden sämtliche ungenießbare Teile der Pflanze entfernt, wodurch einerseits die Gesamtkontamination verringert [Francis et al., 1999], andererseits jedoch die Haltbarkeit des Endproduktes im Vergleich zum unbehandeltem Rohstoff deutlich (auf 1 bis 3 Tage) gesenkt wird [Ahvenainen, 1996]. Das Waschen der unzerkleinerten Naturalien mit Leitungswasser dient der groben Reinigung und Entfernung von Schmutz, Pestizidrückständen, Fremdkörpern, Erde oder Insekten und verlangsamt enzymatische Verfärbungen [Soliva-Fortuny und Martín-Belloso, 2003] [Artés und Allende, 2005a].

2.2.2.3 Schneiden und Zerkleinern

Durch die Verletzung des Gewebes während des Zerkleinerns bzw. Schneidens wird die Pflanze sogenanntem „abiotischen Stress“ ausgesetzt. Zu den in der weiteren Folge auftretenden Reaktion zählen u.a. Verfärbung bzw. Bräunung der Oberfläche, vermehrte Respiration und Produktion von Ethylen, Verlust von Geschmack und Textur, Gewichtseinbußen, Abnahme des Vitamin C-Gehaltes, Entwicklung von Off-Flavours, Zerstörung der Membrane oder Erweichung des Gewebes [Hodges und Toivonen, 2008]. Das Ausmaß dieser Veränderungen wird durch intrinsische und extrinsische Faktoren, wie Pflanzenspezies und -kultivar, Reifegrad, Lagertemperatur, CO₂- und O₂-Level oder Wasserdampfdruck beeinflusst [Brecht, 1995]. Die eingesetzten Schneidewerkzeuge sollten aus rostfreiem Edelstahl gefertigt sein [Ahvenainen, 1996] – sie stellen einen kritischen Punkt im Produktionsprozess dar und müssen in regelmäßigen Intervallen gereinigt und desinfiziert werden, um organische Rückstände zu vermeiden [Heard, 2000].

Das Pflanzengewebe wird durch das Schneiden verletzt, schützende epidermale Schichten werden zerstört und nährstoffreiche, vaskuläre sowie zelluläre Flüssigkeiten treten aus und führen letztendlich zu physiologischen Funktionsstörungen [Soliva-Fortuny und Martín-Belloso, 2003]. Deren Ausmaß ist von der Schnittanzahl sowie der Schärfe der Messer abhängig; Portela und Cantwell belegten dies anhand von Melonenstücken. Mit stumpfen Klingen

zerkleinerte Früchte wiesen höhere Ethanolkonzentrationen und Elektrolytverluste sowie vermehrtes Auftreten von Off-Flavours auf als jene, die mit geschärften Messern geschnitten wurden. Darüber hinaus war deren Haltbarkeitsdauer bei einer Lagertemperatur von 5 °C verkürzt und die Stücke entwickelten einen dunkleren Farbton [Portela und Cantwell, 2001]. Der Einfluss der Klingenschärfe auf diverse Qualitätsparameter wurde bei Karotten bereits sehr früh beschrieben. Weißes Anlaufen der Karottenoberfläche, im Englischen als „white blush“ bezeichnet, dürfte infolge der Zusammenlagerung von Lignin entstehen [Boun und Huxsoll, 1991]. Dieser Effekt ist beim Verwenden stumpfer Klingen oder Messer ebenso stärker ausgeprägt, wie die mikrobielle Belastung und der Verlust des typischen Aromas [Barry-Ryan und O`Beirne, 1998].

2.2.2.4 Waschen der zerkleinerten Naturalien

In weiterer Folge werden die geschälten und zerkleinerten Naturalien gründlich gewaschen und häufig zusätzlich in antimikrobielle Lösungen getaucht, dieser Verarbeitungsschritt reduziert die initiale mikrobiologische Belastung. Dazu kann Trinkwasser ohne Zusätze verwendet werden; effizienter sind jedoch Chlorklösungen mit einer durchschnittlichen Konzentration von 100 ppm oder die Zugabe von 1%iger Zitronen- oder Ascorbinsäure [Francis et al., 1999]. Die Anwendung von Chlor ist jedoch nicht unumstritten. Aktuell wird dessen Wirksamkeit in Frage gestellt, da beispielsweise internalisierte Mikroorganismen nicht eliminiert werden können [Gomes et al., 2011]. Darüber hinaus werden nachteilige Effekte auf die Umwelt sowie gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Rückstände, die nach dem Waschvorgang auf dem Produkt verbleiben, diskutiert [Goodburn und Wallace, 2013] [Hrudey, 2009]. Generell sollte etwaig anhaftendes Waschwasser vor dem Verpacken weitgehend entfernt werden [BMG, 2013b]. Gesetzliche Einschränkungen werden wahrscheinlicher [Rico et al., 2007]; in zahlreichen Staaten der Europäischen Union, darunter auch Österreich, ist das Waschen von vorgeschnittenen Obst- und Gemüseprodukten mit Chlorklösungen laut Verordnung (EG) Nr. 852/2004 nicht erlaubt [Kap VII VO (EG) 852/2004]. Alternativen zum Chlorzusatz sind entwickelt und teilweise bereits im Einsatz, als Beispiele lassen sich Chlordioxid, organische Säuren, Hydrogenperoxid, Behandlungen mit Calcium,

Ozon oder „Electrolysed Water“ nennen. Moderne physikalische Konservierungsmethoden wie Bestrahlung, UV-Licht oder Hochdruck sind ebenfalls verfügbar, finden jedoch in der Industrie bislang geringe Akzeptanz [Rico et al., 2007].

2.2.2.5 Verpackung und Modified Atmosphere Packaging

Während die Verpackung Obst und Gemüse im Stück primär vor mechanischen Einflüssen schützt, übernimmt sie bei Fresh-cut Produkten mehrere Funktionen: die Respiration soll verlangsamt, Feuchtigkeitsverlust und Verderb verzögert und die Haltbarkeit der Ware verlängert werden [Sandhya, 2010]. Abhängig von Sorte und Verarbeitung werden die Erzeugnisse in Folien, Beutel oder Schalen aus unterschiedlichen Materialien verpackt. Häufig bestehen diese aus Polyethylen oder Polypropylen; beide Kunststoffe besitzen gute Verarbeitungseigenschaften, sind wasserfest und permeabel für Wasserdampf [Pabel, 2008].

Modified Atmosphere Packaging, kurz MAP, ist im Prinzip eine Konservierungsmethode, bei der die Luft in der Verpackung durch eine andere Gaszusammensetzung ausgetauscht wird [Sandhya, 2010]; entsprechend verpackte Produkte tragen die Bezeichnung „unter Schutzatmosphäre verpackt“ [Pabel, 2008]. Meist werden CO_2 , O_2 und N_2 verwendet, wobei das Mischungsverhältnis von Produkttyp, Verpackungsmaterial sowie Lagertemperatur abhängig ist. Diese Gase sollen die Balance zwischen der sicheren Haltbarkeitsverlängerung und optimalen sensorischen Eigenschaften schaffen; CO_2 wirkt zusätzlich antimikrobiell [Sandhya, 2010]. Die modifizierte Atmosphäre kann passiv, durch das Versiegeln der Verpackung unter normalen Luftbedingungen, oder aktiv, durch das Einleiten der Gasmischung, erreicht werden [Rico et al., 2007]. Der empfohlene Anteil an O_2 in der veränderten Gaszusammensetzung liegt zwischen 1 und 5 %, um Produktsicherheit und -qualität zu gewährleisten [Sandhya, 2010]. Der O_2 -Gehalt in der Verpackung kann beispielsweise auch Einfluss auf die Produktqualität in sensorischer Hinsicht nehmen indem enzymatische Reaktionen unterbunden werden. Polyphenoloxidase benötigt O_2 , um die Verfärbung der Schnittflächen zu

induzieren – durch den Einsatz von MAP oder auch eines Vakuums kann dieser Vorgang reduziert werden [Rico et al., 2007]. Darüber hinaus wird durch eine modifizierte Atmosphäre auch der pH-Wert gesenkt, dies kann in Verbindung mit niedrigen Lagerungstemperaturen das Wachstum aerober Verderbnis-Organismen inhibieren. Diese würden jedoch in weiterer Folge hemmend auf das Wachstum von *L. monocytogenes* wirken [Hanning et al., 2008], somit kann eine modifizierte Atmosphäre indirekt die Entwicklung dieses fakultativ anaeroben Bakteriums fördern [Francis et al., 2007].

2.2.2.6 Temperaturbedingungen in der Produktkette

Vom Erntezeitpunkt der Rohstoffe bis zum Genuss der Ware müssen die Zeit-Temperaturbedingungen einem kontinuierlichen Monitoring unterliegen, um die Auswirkungen der Gewebeverletzung sowie das mikrobielle Wachstum zu verringern [Brecht, 1995], siehe Tabelle 1.

Tabelle 1: Maximal empfohlene Temperaturbereiche in der Produktkette, [Artés und Allende, 2005a].

	Prozessschritt	°C max.
	Ernte	25 - 30 °C
	Transport	10 °C
unreiner Bereich	Vorkühlung und gekühlte Lagerung	5 °C
	manuelle Auswahl und Sortierung	10 °C
	Waschen der Rohstoffe	10 °C
	Kühlung	5 °C
	Zerkleinerung	10 °C
reiner Bereich	Waschen und Desinfektion	5 °C
	Spülen	5 °C
	Trocknen	7 °C
	Wiegen, evt. Mischen	7 °C
	Verpacken (MAP)	5 °C
	Lagerung und Qualitätskontrolle	0 - 1 °C
	Transport und Vertrieb	5 °C
	Verkauf	5 °C
	Lagerung beim Konsumenten	5 °C

Die Lagertemperatur ist einer der wichtigsten Faktoren, der Wachstum und Fortbestand von Bakterien auf Fresh-cut Produkten beeinflusst [Francis et al., 2012], vor allem bei jenen Lebensmitteln, deren pH-Wert >5 liegt, d.h. in der Regel bei Gemüse [De Roever, 1998]. Tabelle 2 zeigt auf, unter welchen Lagerbedingungen Pathogene in verschiedenen Obst- und Gemüseprodukten wachsen und fortbestehen können.

Tabelle 2: Lagerbedingungen für Wachstum bzw. Fortbestand relevanter Pathogene auf diversen Obst- und Gemüseprodukten, modifiziert nach [De Roever, 1998].

	Pathogen	Produkt	Lagerbedingungen
Fortbestand	<i>E. coli</i> O157:H7	Apfelsider	8 °C
	<i>Shigella</i> spp.	Kopfsalat	5 °C, 72 h
	<i>Salmonella</i> spp.	Melonen	22 - 27 °C, 6 h
		Sprossen	5 °C, 24 h
	<i>C. jejuni</i>	Melonenstücke	25 - 29 °C, 6 h
Wachstum	<i>Shigella</i> spp.	Kopfsalat	22 °C
		Melonen	22 - 26 °C
		Weißkohl	22 °C
	<i>Salmonella</i> spp.	Tomaten	20 °C
		Melonen	23 °C
		Sprossen	21 °C
	<i>E. coli</i> O157:H7	Melonen	23 °C
		Kopfsalat, geschnitten	12 °C
		Gurke, geschnitten	21 °C
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	Frischwaren	4 °C
	<i>L. monocytogenes</i>	Frischwaren	4 °C

Alegre et al. zeigten anhand von Apfelstücken und aufgeschnittenen Pfirsichen auf, dass *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp. sowie *L. innocua* bei Raumtemperatur wachsen können, selbst wenn die Produkte unter modifizierter Atmosphäre verpackt oder Antioxidantien zugesetzt wurden. Dies konnte bereits bei Temperaturen >10 °C beobachtet werden [Alegre et al., 2010a; 2010b].

2.3 Sensorische Produktqualität und Kaufmotive

Dieses Kapitel befasst sich mit sensorischen Attributen verzehrfertiger Obst- und Gemüseprodukten sowie den Kaufmotiven der Konsumentinnen und Konsumenten.

2.3.1 Sensorische Produkteigenschaften

Verzehrfertige Obst- und Gemüseprodukte reizen den Verbraucher zum Kauf, da sie den Anschein erwecken, unverarbeitet und naturbelassen zu sein [Rico et al., 2007]. Die Produktqualität wird mit diversen Attributen wie Aussehen, Textur oder Flavour, aber auch mit der ernährungsphysiologischen Wertigkeit und mikrobiologischen Sicherheit assoziiert. Konsumentinnen und Konsumenten nehmen in ihrer Kaufentscheidung das optische Erscheinungsbild der Ware zuerst wahr [Barrett et al., 2010], aus diesem Grund sollte sie frisch geschnitten erscheinen, eine kräftige und glänzende Farbe besitzen, äußerlich unversehrt sowie frei von Fäulnismerkmalen sein [Francis et al., 2012]. Des Weiteren wird eine feste und knackige Textur erwartet [Fillion und Kilcast, 2002], die sowohl beim Anfassen des Produktes als auch beim Abbeißen und Kauen wahrnehmbar sein sollte. Süße und die Abwesenheit von Off-Flavours stellen die wichtigsten gewünschten Attribute hinsichtlich des Geschmacks von Obstprodukten dar [Barrett et al., 2010]. Jeglicher Bittergeschmack bei Gemüse, insbesondere bei Blattsalaten, darf nicht ausgeprägt sein; er gilt als bedeutsamer Faktor für die Akzeptanz der Ware [Dinehart et al., 2006].

2.3.1.1 Veränderungen während der Lagerung

Während der Lagerung von Fresh-Cut Produkten verändern sich deren sensorische Eigenschaften, wobei sich Qualitätseinbußen im Geschmack früher äußern als in der Textur. Dies ist ebenfalls auf abiotischen Stress zurückzuführen, dem die Frucht während des Zerkleinerns im Herstellungsprozess unterliegt. Dadurch kommt es zur Vermischung von Enzymen mit den entsprechenden Substraten, was entweder zum Verlust

flüchtiger, geschmacksassoziierter Substanzen oder zur Synthese von flüchtigen Off-Flavours führt [Beaulieu et al., 2004].

2.3.2 Kaufmotive und Wahrnehmung des Konsumenten

Ragaert et al. haben in einer Studie Wahrnehmung und Auswahl von Ready-to-eat Obst- und Gemüseprodukten während Kauf und Genuss aus Konsumentensicht untersucht. Im Zuge der Kaufentscheidung im Supermarkt spielen sogenannte „search attributes“, dazu gehören Erscheinungsbild, Verpackung und Transparenz, eine wichtige Rolle. Später beim Verzehr der Ware rücken „experience attributes“, wie Geschmack, Geruch, Textur und Mundgefühl in den Vordergrund. Auf Frische, Form, Farbe sowie Gesundheits- und Nährwert achten die Verbraucherinnen und Verbraucher zu beiden Zeitpunkten. Des Weiteren assoziieren die Befragten das Mindesthaltbarkeitsdatum eines Produktes mit Attributen wie Gesundheit, Nährwert und Frische. Die vorrangigen Kaufmotive für Fresh-cut Gemüse sind deren Convenience-Faktor, Schnelligkeit und die geeignete Menge für kleine Haushalte. Vorgeschnittenes Obst wird hauptsächlich dann erworben, wenn die gewünschte Sorte nur verpackt angeboten wird und der Geschmack überzeugen kann [Ragaert et al., 2004].

2.4 Lebensmittelrecht und nicht bindende Standards

Lebensmittelrechtliche Grundsätze, Herstellungsempfehlungen sowie produktbezogene Bestimmungen und Richtlinien werden in nachfolgendem Kapitel auszugsweise erläutert.

2.4.1 Rahmenbedingungen der Herstellung

In der Europäischen Union gibt die EU-Basisverordnung Nr. 178/2002 die allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit, vor

[§ 2 Abs 1 LMSVG BGBl. I Nr. 13/2006]. An diese Gesetzgebung wurde das nationale Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz angepasst, das u.a. konkret die Anforderungen an Lebensmittel auf allen Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen regelt [§ 1 Abs 1 LMSVG BGBl. I Nr. 13/2006].

2.4.1.1 Prinzipien der Lebensmittelhygiene

Verantwortungsvolles Handeln im gesamten Herstellungsprozess stellt einwandfreie Endprodukte sicher – gesetzlich festgehalten ist dies in drei Regelwerken:

- Gute landwirtschaftliche Praxis (Good Agricultural Practices, GAP)
- Gute Herstellungspraxis (Good Manufacturing Practices, GMP)
- Gefahrenanalyse und Kritische Kontrollpunkte (Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP) [Garrett et al., 2003] [Little und Gillespie, 2008]

Gesetzlich verankert werden diese auch in der Verordnung (EG) Nr. 852/2004 über Lebensmittelhygiene, deren Hauptziel die Gewährleistung eines hohen Verbraucherschutzniveaus hinsichtlich der Lebensmittelsicherheit darstellt. Darin enthalten sind darüber hinaus spezifische Hygienevorschriften für Erzeuger pflanzlicher Lebensmittel [Anhang II VO (EG) Nr. 852/2004].

2.4.1.2 Nicht bindende Standards und Empfehlungen

Neben den gesetzlichen Bestimmungen sind diverse nicht bindende Standards, Empfehlungen und Richtlinien für die Verarbeitung derartiger Waren veröffentlicht worden. Der Codex Alimentarius der FAO/WHO definiert in einem Kapitel Standards für gute Hygienepraktiken bei der Herstellung von Obst- und Gemüseprodukten. Darin werden entsprechende GAPs sowie GMPs erläutert, um mikrobielle, chemische und physikalische Gefahren in der Produktion auf allen Verfahrensstufen, von der Primärproduktion bis zur Verpackung, zu minimieren. Diese decken sich im Wesentlichen mit den allgemeinen Grundsätzen der Lebensmittelhygiene, weisen darüber hinaus aber auf Kernaspekte, die im Umgang mit geringfügig verarbeitetem Obst und Gemüse beachtet werden müssen, hin [FAO/WHO, 2010]. Einen äquivalenten

umfangreichen Richtlinien-Katalog stellt die FDA mit dem „Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards for Fresh Fruits and Vegetables“ zur Verfügung. Darin werden die Prinzipien der Lebensmittelsicherheit bezüglich frischem Obst und Gemüse zusammengefasst; erläutert werden potentielle Gefahrenquellen wie Wasser- und Düngerqualität oder Personalhygiene [FDA, 2008].

2.4.2 Produktbezogene Bestimmungen und Richtlinien

Ausgehend vom LMSVG, dessen Zielbestimmung „der Gesundheitsschutz des Verbrauchers sowie der Schutz des Verbrauchers vor Täuschung“ ist [§ 2 Abs 1 LMSVG BGBl. I Nr. 13/2006], müssen sämtliche daraus resultierende Verordnungen umgesetzt werden [BMG, 2013c]. Nachfolgend werden auf diese Warengruppe zutreffende produktbezogene Bestimmungen auszugsweise erläutert.

2.4.2.1 Zusatzstoff-Verordnung

Laut Zusatzstoff-Verordnung dürfen für die definierte Produktgruppe „Nicht verarbeitetes Obst und Gemüse, gefroren oder tiefgefroren; nicht verarbeitetes verzehrfertiges Obst und Gemüse, vorverpackt und gekühlt“ folgende Zusatzstoffe in der Herstellung verwendet werden:

- E 300 Ascorbinsäure
- E 301 Natriumascorbat
- E 302 Calciumascorbat
- E 330 Citronensäure
- E 331 Natriumcitrate
- E 332 Kaliumcitrate
- E 333 Calciumcitrate [Anhang II ZuV BGBl. II Nr. 383/1998]

Diese dürfen laut dem Grundsatz „quantum satis“ zugesetzt werden [§ 3 Abs 3 ZuV BGBl. II Nr. 383/1998]. Dies bedeutet, dass keine Höchstmengen definiert wurden, somit darf der Zusatzstoff „gemäß der guten Herstellpraxis und, sofern der Verbraucher dadurch nicht irregeführt wird, nur in der Menge zugesetzt werden, die erforderlich ist, um die gewünscht Wirkung zu erzielen“ [§ 4 Abs 3 ZuV BGBl. II Nr. 383/1998]. Fruchtsäften gemäß der

Fruchtsaftverordnung dürfen E 300 Ascorbinsäure (quantum satis) sowie E 330 Citronensäure (3 g/L) zugesetzt werden, wobei für Ananas-, Passionsfrucht- und Traubensäfte sowie diverse Nektare zusätzlich gesonderte Bestimmungen vorliegen [Anhang II ZuV BGI. II Nr. 383/1998].

2.4.2.2 Kennzeichnungsverordnung

Für verzehrfertige Obst- und Gemüseprodukte sowie Säfte sind die Regelungen für Frischobst oder -gemüse nicht mehr gültig, da sie „geschält, geschnitten und anders behandelt“ worden sind, somit sind alle Bestimmungen der Lebensmittelkennzeichnungsverordnung einzuhalten [§ 7 (1) LMKV BGI Nr. 72/1993]. Die Verordnung gilt jedoch „nicht für Waren, die in Gegenwart des Käufers verpackt werden“ [§ 2 LMKV BGI Nr. 72/1993].

2.4.2.3 Fruchtsaftverordnung

Für Fruchtsäfte und einige gleichartige Erzeugnisse gilt die Fruchtsaftverordnung, die Begriffsdefinitionen (siehe Kapitel 2.1.3), zugelassene Zutaten und Behandlungen, Zusammensetzung sowie die Kennzeichnung regelt [FruchtsaftVO BGI. II Nr. 83/2004].

2.5 Mikrobiologische Kriterien, Richt- und Grenzwerte

Für verzehrfertige Obst- und Gemüseprodukte liegen rechtlich bindende mikrobiologische Kriterien sowie empfohlene Richt- und Grenzwerte vor, die nachfolgend dargestellt werden.

2.5.1 Mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel

Die Europäische Kommission hat in der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel Grenzwerte für bestimmte Mikroorganismen sowie Durchführungsbestimmungen festgelegt, „die von Lebensmittelunternehmern bei der Durchführung allgemeiner und spezifischer Hygienemaßnahmen gemäß Artikel 4 der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 einzuhalten sind“ [Abs 1 VO (EG) Nr. 2073/2007]. „Der Erzeuger oder Hersteller

eines Lebensmittels muss entscheiden, ob das Erzeugnis als solches verzehrfertig ist, ohne gekocht oder anderweitig verarbeitet zu werden, damit sichergestellt ist, dass es unbedenklich ist und die mikrobiologischen Kriterien einhält“ [Abs 21 VO (EG) Nr. 2073/2005].

2.5.1.1 Lebensmittelsicherheitskriterien

Das Vorkommen von *L. monocytogenes* sowie *Salmonella* spp. gilt als Kriterium für die Lebensmittelsicherheit, „mit dem die Akzeptabilität eines Erzeugnisses oder einer Partie Lebensmittel festgelegt wird und das für im Handel befindliche Erzeugnisse gilt“ [Art 2 lit c VO (EG) Nr. 2073/2005]. Bei frischen, nicht zerkleinerten oder verarbeiteten pflanzlichen Lebensmitteln (ausgenommen Keimlinge) ist die regelmäßige Untersuchung auf *L. monocytogenes* unter normalen Umständen nicht sinnvoll. Verzehrfertige, vorgeschnittene Obst- und Gemüseprodukte sowie nicht pasteurisierte Säfte sind jedoch der Kategorie „Andere als für Säuglinge oder für besondere medizinische Zwecke bestimmte, verzehrfertige Lebensmittel, die die Vermehrung von *L. monocytogenes* begünstigen können“ zuzuordnen [Anhang I Kap 1 VO (EG) Nr. 2073/2005]. Sie unterliegen somit den Bestimmungen, die aus Tabelle 3 ersichtlich sind.

Tabelle 3: Lebensmittelsicherheitskriterien für „Andere als für Säuglinge oder für besondere medizinische Zwecke bestimmte, verzehrfertige Lebensmittel, die die Vermehrung von *L. monocytogenes* begünstigen können“ [Anhang I Kap 1 VO (EG) Nr. 2073/2005].

Probenahmen-plan ¹		Grenzwerte ²		Analytische Referenz-methode ³	Stufe, für die das Kriterium gilt
n	c	m	M		
5	0	1,0x10 ² KBE/g		EN/ISO 11290-2	In Verkehr gebrachte Erzeugnisse während der Haltbarkeitsdauer
5	0	in 25 g nicht nachweisbar		EN/ISO 11290-1	Bevor das Lebensmittel die unmittelbare Kontrolle des Lebensmittelunternehmers, der es hergestellt hat, verlassen hat

¹ Anzahl der Probeneinheiten der Stichprobe: c= Anzahl der Probeneinheiten, deren Werte zwischen m und M liegen

² m= M

³ Es ist die neueste Fassung der Norm zu verwenden

Für die beiden Lebensmittelkategorien „Vorzerkleinertes Obst und Gemüse (verzehrfertig)“ sowie „Nicht pasteurisierte Obst- und Gemüsesäfte (verzehrfertig)“ gelten bezüglich des Vorkommens von *Salmonella* spp. eigene Bestimmungen, die in Tabelle 4 ersichtlich sind [Anhang I Kap 1 VO (EG) Nr. 2073/2005].

Tabelle 4: Lebensmittelsicherheitskriterien hinsichtlich *Salmonella* spp. für „vorzerkleinertes Obst und Gemüse (verzehrfertig)“ und „nicht pasteurisierte Obst- und Gemüsesäfte (verzehrfertig)“ [Kap 1 VO (EG) Nr. 2073/2005].

Probenahmenplan ¹		Grenzwerte ²		Analytische Referenzmethode ³	Stufe, für die das Kriterium gilt
n	c	m	M		
5	0	in 25 g nicht nachweisbar		EN/ISO 6579	In Verkehr gebrachte Erzeugnisse während der Haltbarkeitsdauer

¹ Anzahl der Probeneinheiten der Stichprobe: c= Anzahl der Probeeinheiten, deren Werte zwischen m und M liegen

² m= M

³ Es ist die neueste Fassung der Norm zu verwenden

Bezugnehmend auf diese zwei relevanten Lebensmittelsicherheitskriterien können die Untersuchungsergebnisse in Folge interpretiert werden. Die mikrobiologische Qualität kann als befriedigend gesehen werden, „wenn alle gemessenen Werte auf Nichtvorhandensein des Bakteriums hinweisen“ bzw. als unbefriedigend, „wenn das Bakterium in einer Probeneinheit nachgewiesen wird“ [Anhang I Kap 1 VO (EG) Nr. 2073/2005].

2.5.1.2 Prozesshygienekriterien

Das Vorkommen von *E. coli* in verzehrfertigen Obst- und Gemüseprodukten sowie nicht pasteurisierten Säften stellt ein Prozesshygienekriterium dar – gibt somit die akzeptable Funktionsweise des Verarbeitungsprozesses an, gilt aber nicht für im Handel befindliche Erzeugnisse [Anhang II Kap 2 VO (EG) Nr. 2073/2005]. § 14 der Verordnung besagt, dass die SCVPH in einer Stellungnahme zu Verotoxin bildenden *E. coli* zu dem Schluss gekommen ist, dass „die Anwendung eines mikrobiologischen Standards für VTEC O157 auf das Endprodukt wahrscheinlich nicht zu einer bedeutenden Verringerung des damit verbundenen Risikos für die Verbraucher

führt“. Jedoch könnten entsprechende Leitlinien zur Reduzierung der Fäkalkontamination in der gesamten Lebensmittelkette das Risiko für die öffentliche Gesundheit verringern. Konkret werden in diesem Paragraph u.a. Frischerzeugnisse bzw. Rohkost sowie nicht pasteurisierte Obst- und Gemüsesäfte als jene Lebensmittel genannt, in denen Kontaminationen mit VTEC eine Gefahr für Konsumentinnen und Konsumenten darstellen könnte [§14 VO (EG) Nr. 2073/2005].

2.5.2 Unverbindliche Richt- und Warnwerte der DGHM

Die DGHM hat rechtlich nicht bindende Richt- und Warnwerte für Mischsalate sowie geschnittenes und abgepacktes Obst erstellt. Richtwerte dienen als Orientierungshilfe „welche produktspezifischen Mikroorganismenspektren zu erwarten und welche Mikroorganismengehalte in den jeweiligen Lebensmitteln bei Einhaltung einer guten Hygienepraxis akzeptabel sind“. Zusätzlich werden Warnwerte angegeben, „deren Überschreitung einen Hinweis darauf gibt, dass die Prinzipien einer guten Hygiene- und/oder Herstellungspraxis verletzt wurden.“ Bei der Überschreitung letzterer kann eine Gesundheitsgefährdung des Verbrauchers nicht ausgeschlossen werden [DGHM, 2011]. Tabelle 5 zeigt Richt- und Warnwerte relevanter Mikroorganismen für Mischsalate, die bis zum Ende des MHD eingehalten werden müssen.

Tabelle 5: Richt- und Warnwerte für Mischsalate, Mittelwerte für abgepackte Ware bei Abgabe an den Verbraucher, 2007 [DGHM, 2011].

Mikroorganismus	Richtwert (KBE/g)	Warnwert (KBE/g)
Aerobe mesophile Koloniezahl	$5,0 \times 10^7$	-
<i>E. coli</i>	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$
Hefen	$1,0 \times 10^5$	-
Schimmelpilze	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$
<i>Salmonella</i> spp.	-	nicht nachweisbar in 25 g
<i>L. monocytogenes</i>	-	$1,0 \times 10^2$

In der Handhabung dieser Werte ist zu berücksichtigen, dass beim positiven Nachweis von *E. coli* der Kontaminationsquelle nachzugehen ist [DGHM, 2011].

Äquivalente Empfehlungen sind für vorgeschnittene Obstprodukte verfasst worden, diese sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6: Richt- und Warnwerte für geschnittenes und abgepacktes Obst [DGHM, 2011].

Mikroorganismus	Richtwert (KBE/g)	Warnwert (KBE/g)
Aerobe mesophile Koloniezahl	$1,0 \times 10^7$	-
<i>Enterobacteriaceae</i>	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$
<i>E. coli</i>	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$
Hefen	$1,0 \times 10^5$	-
Koagulase-positive Staphylokokken	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$
Schimmelpilze	$1,0 \times 10^3$	-
<i>Salmonella</i> spp.	-	nicht nachweisbar in 25 g
<i>L. monocytogenes</i>	-	$1,0 \times 10^2$

Für verzehrfertige Obstprodukte gilt es zu beachten, dass die sensorischen Eigenschaften des Produktes in die Qualitätsbeurteilung mit einbezogen werden müssen, wenn der Richtwert von $1,0 \times 10^5$ KBE/g bei Hefen überschritten wird. Hinsichtlich der Untersuchung und Bewertung von *L. monocytogenes* gelten für beide Produktgruppen die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel in der jeweils gültigen Fassung [DGHM, 2011].

2.6 Verderb, mikrobiologische Beschaffenheit und Verunreinigungen

Dieses Kapitel beschreibt jene Faktoren, die für Verderb und mikrobielle Verunreinigungen von pflanzlichen Lebensmitteln verantwortlich sind. Im Anschluss werden die bakterielle Kolonisation von Obst und Gemüse sowie mögliche Sicherheitsbedenken diskutiert.

2.6.1 Verderb von pflanzlichen Lebensmitteln

Der Verderb von Obst, Gemüse und deren Folgeprodukten kann im Allgemeinen mikrobiellen und nicht mikrobiellen Ursachen zu Grunde liegen [Krämer, 1987]; dies kann sich in der Folge in unterschiedlichen Verderbnismerkmalen äußern, wie in Abbildung 2 dargestellt.

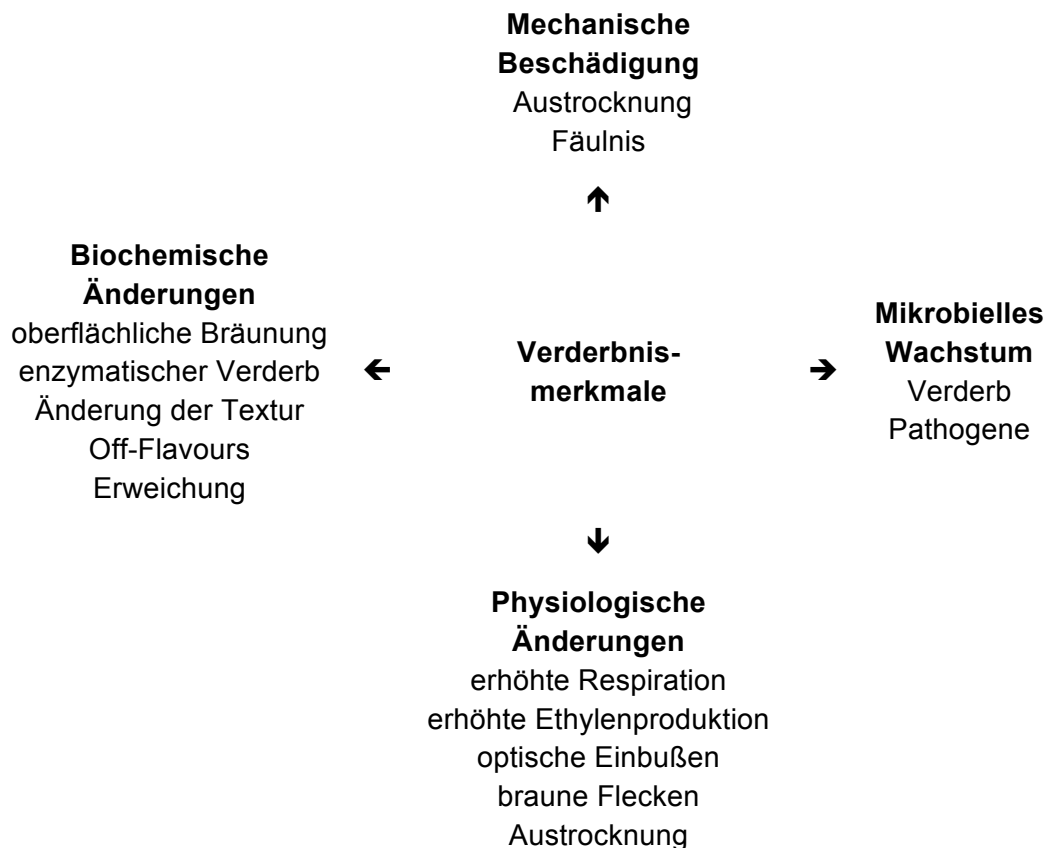


Abbildung 2: Einflussfaktoren auf Verderb und Haltbarkeit geringfügig verarbeiteter, frischer Gemüseprodukte, modifiziert nach [Artés und Allende, 2005b].

Qualitätsverlust durch Atmung, Wasserabgabe und Abbau von Reservestoffen zählen zu den nicht mikrobiellen Verderbnisfaktoren. In weiterer Folge führen diese Vorgänge zum Schrumpfen, Welken, Verlust von Gewicht und Vitamin C sowie Geschmacks- und Farbveränderungen des Lagerguts. Durch die Atmung der Produkte können sich diese erwärmen, wodurch die Reifung beschleunigt wird. Bei erhöhtem O₂-Verbrauch kommt es vermehrt zu anaeroben Stoffwechselprozessen, die die Entwicklung von Fremdgeschmack fördern; anfällig hierfür sind großflächige Blattgemüse wie Spinat oder Kopfsalat, die

Reservestoffe aufgrund ihrer hohen Atmungsintensität rasch verbrauchen. Natürliche Schutzmechanismen der Pflanze können diese für eine bestimmte Zeit vor mikrobiellem Verderb bewahren. Dazu zählen die Bildung von Abschlussgeweben, antimikrobiellen Substanzen (z.B. Benzoesäure, Gerbstoffe oder Senföle) und pH-Wert senkender Fruchtsäuren, wie Apfel- oder Citronensäure [Krämer, 1987]. Jede Obst- bzw. Gemüsesorte unterliegt dem mikrobiellen Verderb in unterschiedlichem Ausmaß – dies ist von intrinsischen Faktoren der Pflanze (Nährstoffgehalt, Zellstruktur, Selbstverteidigungssysteme, Wund-Response oder antimikrobielle Eigenschaften) abhängig. Den größten Einfluss dürfte jedoch der pH-Wert haben; während Gemüse zumeist einen pH-Wert >5 aufweist und somit im Wachstumsoptimum für zahlreiche abträgliche Bakterien liegt, hemmt der saurere pH-Wert von Obst tendenziell deren Wachstum [Francis et al., 2012] [Barth et al., 2009].

2.6.2 Mögliche Kontaminationsquellen und -wege

Pflanzliche Lebensmittel können vor oder nach der Ernte verunreinigt werden; mögliche Kontaminationsquellen sind in Tabelle 7 aufgelistet.

Tabelle 7: mögliche Quellen pathogener Mikroorganismen, modifiziert nach [Harris et al., 2003] [Beuchat, 1996b].

vor der Ernte „preharvest“	nach der Ernte „postharvest“
• Erdreich • Fäces • Bewässerung • unzureichend kompostierter Dünger • Schädlinge • Gebrauchswasser • Luft, Staubwolken • Bearbeitung durch den Menschen	• Fäces • Erntewerkzeuge • Bearbeitung durch den Menschen • Luft, Staubwolken • Transport • Schädlinge • verunreinigte Produktionsanlagen • Wasser zum Waschen/Spülen • Verpackung unzureichend • Unterbrechung der Kühlkette • Kreuzkontamination • unsachgemäßer Umgang mit den Waren während Lagerung und Verkauf

Die bakterielle Flora der Umwelt, in der die Feldfrucht kultiviert wurde, spiegelt sich in der oberflächlichen Besiedelung des Produktes wider [Johannessen et al., 2002]. So sind beispielsweise Sporen der Sporenbildner *Clostridium perfringens* oder enterotoxischer *B. cereus* im Erdreich weit verbreitet, deren gelegentliches Vorkommen auf Obst und Gemüse ist aus diesem Grund durchaus zu erwarten [Beuchat und Ryu, 1997]. Die Präsenz von *L. monocytogenes* in der Vegetation ist ebenfalls charakteristisch. Das Bakterium kann bis zu zwölf Jahren auf bzw. in pflanzlichem Material überleben. Weitere Übertragungswege können sich aus Abwässern, Fäces oder Insekten ergeben [Beuchat, 1996a]. *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7, *Campylobacter* spp., Parasiten und Viren können Feldfrüchte über Vehikel wie unzureichend kompostierten Dünger, Abwasser oder schmutziges Waschwasser kontaminieren [Beuchat und Ryu, 1997]. Abbildung 3 zeigt die möglichen Faktoren, über die Feldfrüchte mit enteralen Pathogenen verunreinigt werden können.

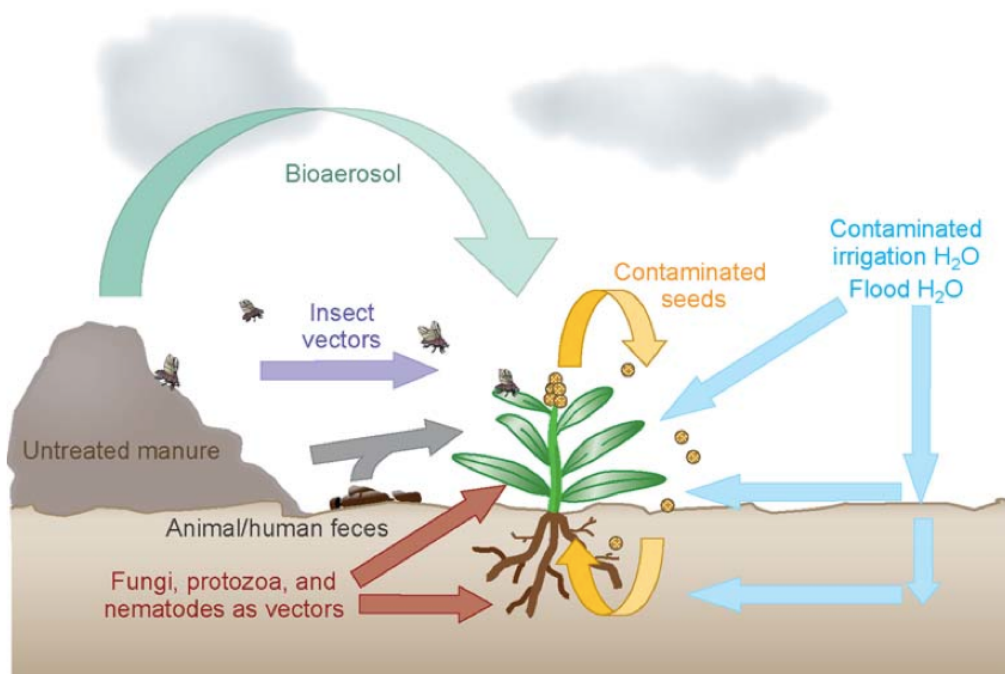


Abbildung 3: Schematische Darstellung unterschiedlicher Faktoren, die zur Kontamination von Feldfrüchten mit Enteropathogenen führen können [Brandl, 2006].

Zusätzlich erfolgt die Übertragung von Pathogenen „postharvest“ über den fäkal-oralen Weg durch den Menschen – bei der Ernte, während des gesamten weiteren Verarbeitungsprozesses bis hin zum Verkauf und Konsum des Produktes [Beuchat und Ryu, 1997]. Tabelle 8 listet unterschiedliche Obst- und Gemüsesorten auf, aus denen bereits pathogene Bakterien isoliert wurden.

Tabelle 8: Beispiele für frische Obst- und Gemüsewaren, aus denen pathogene Bakterien isoliert werden konnten, modifiziert nach [Buck et al., 2003].

Pathogen	Produkte
<i>Aeromonas</i> spp.	Alfalfa-Sprossen, Spargel, Brokkoli, Blumenkohl, Sellerie, Kopfsalat, Paprika, Spinat
<i>B. cereus</i>	Alfalfa-Sprossen, Kresse-Sprossen, Gurken, Sojabohnen-Sprossen
<i>C. jejuni</i>	Frühlingszwiebeln, Kopfsalat, Pilze, Kartoffeln, Petersilie, Paprika, Spinat
<i>C. botulinum</i>	Weißkohl, Pilze, Paprika
<i>E. coli</i> O157:H7	Alfalfa-Sprossen, Apfelsaft, Weißkohl, Sellerie, Koriander, Kresse-Sprossen, Kopfsalat
<i>L. monocytogenes</i>	Bohnen-Sprossen, Weißkohl, Chicorée, Gurken, Auberginen, Kopfsalat, Pilze, Kartoffeln, Rettich, Tomaten, Blattsalate
<i>Salmonella</i> spp.	Alfalfa-Sprossen, Artischocken, Mangold, Sellerie, Weißkohl, Cantaloup-Melonen, Blumenkohl, Chili, Koriander, Auberginen, Endivie, Fenchel, Frühlingszwiebeln, Kopfsalat, Mungobohnen-Sprossen, Orangensaft, Petersilie, Paprika, Blattsalate, Spinat, Erdbeeren, Tomaten, Wassermelonen
<i>Shigella</i> spp.	Sellerie, Cantaloup-Melonen, Kopfsalat, Petersilie, Frühlingszwiebeln
<i>Staphylococcus</i> spp.	Alfalfa-Sprossen, Karotten, Kopfsalat, Petersilie, Rettich
<i>Vibrio cholerae</i>	Weißkohl, Kokosnuss-Milch, Kopfsalat

2.6.3 Interaktion zwischen Pflanze und enteralen Pathogenen

Humane Pathogene werden üblicherweise nicht als Teil der mikrobiellen Population der Phyllosphäre, der gesamten oberirdischen Oberfläche der Pflanze, angesehen [Berger et al., 2010]. Abbildung 4 zeigt die bisher geklärten Interaktionen zwischen Pflanzen und enteralen Bakterien unterschiedlichen Ursprungs auf.

Kontaminationsquelle	• Wasser • Fäces • Dünger/Kompost • Erdreich • Insekten • Saatgut
Adhäsion	• Biofilme • Fimbrien • Flagellen
Endophytische Kolonisation	• natürliche Öffnungen (Stomata) • verletztes Pflanzengewebe • Chemotaxis

Abbildung 4: Faktoren für die Kolonisation von frischem Obst und Gemüse mit enteralen Pathogenen [Critzler und Doyle, 2010].

2.6.4 Übertragung von antibiotikaresistenten Bakterien

Die missbräuchliche Anwendung von Antibiotika in der Viehzucht kann die Ausbildung resistenter Bakterien und die Übertragung der Resistenz-Genen auf den Menschen zur Folge haben. Pflanzliche Lebensmittel können in weiterer Folge über tierische Ausscheidungen oder Wasser mit den Bakterien kontaminiert werden [WHO, 2011]. Erfolgt keine Verarbeitung der Waren, so können die bakteriellen Zellen intakt bleiben und beim Verzehr in den menschlichen Verdauungstrakt gelangen. Dort können sie schließlich ihre Resistenzgene mit anderen Bakterien austauschen [Verraes et al., 2013].

2.6.5 Lebensmittelsicherheit von frischem Obst und Gemüse

Die FAO/WHO hat hinsichtlich der Lebensmittelsicherheit von frischem Obst und Gemüse Prioritäten vergeben und diese anhand von sechs Kategorien begründet: Häufigkeit und Schweregrad der Erkrankungen, Produktionsumfang, Diversität und Komplexität in der Produktionskette, Verbreitungspotential von Pathogenen in der Nahrungskette, Kontrollmöglichkeiten sowie internationaler Markt. Grünem Blattgemüse wurde die höchste Priorität zugesprochen, die Bedenken bezüglich mikrobiologischer Gefahren sind am größten. Sie werden

in großem Umfang produziert und exportiert, wurden als Quelle zahlreicher lebensmittelbedingter Krankheitsausbrüche identifiziert und die Herstellungsprozesse reichen von der Verpackung direkt am Feld bis zur Produktion von verpackten, vorgeschnittenen Salaten. Priorität 2 erhielten Beeren, Frühlingszwiebeln, Melonen, Sprossen sowie Tomaten; die größte Gruppe besitzt Priorität dritten Grades, wozu u.a. Karotten, Gurken oder Mangos zählen [FAO/WHO, 2008].

2.6.6 Bakterielle Kolonisation von Obst und Gemüse

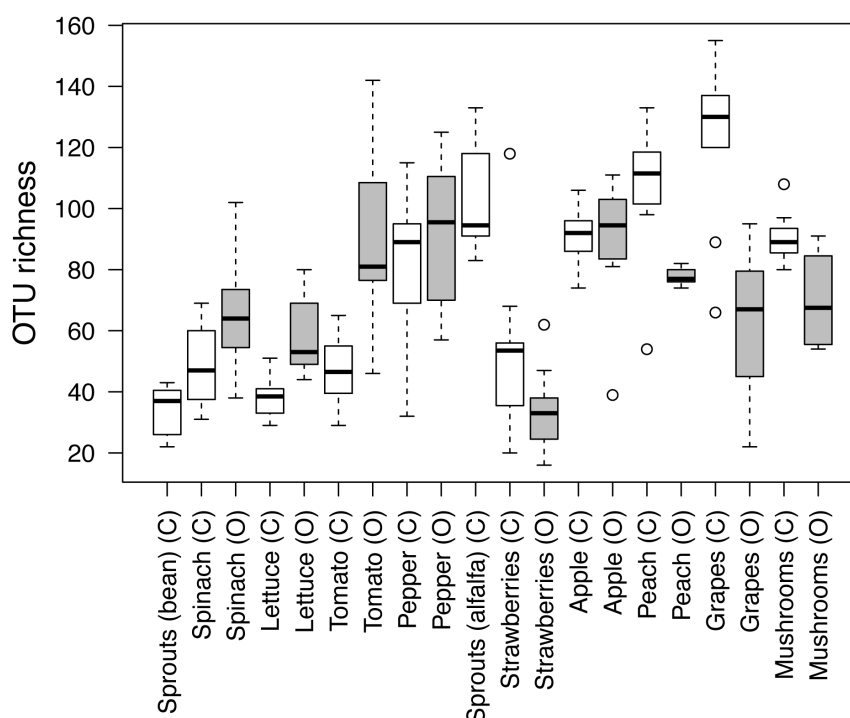


Abbildung 5: Artenvielfalt der Taxa (Operational taxonomic units, OTU) von konventionell (C) sowie biologisch (O) produzierten Obst- und Gemüsesorten [Leff und Fierer, 2013].

Obst und Gemüse besitzt eine natürliche, nicht pathogene mikrobielle Flora auf der Oberfläche [Europäische Kommission, 2002]. Diversität sowie Zusammensetzung dieser Bakterienpopulation ist sortenabhängig, wie in Abbildung 5 ersichtlich. Die dominierende Familie ist jene der Enterobakterien, Unterschiede ergeben sich auch durch die Kultivierungsmethode, wie der Vergleich konventionell und biologisch produzierter Ware zeigt [Leff und Fierer, 2013]. Wachstum und Fortbestand werden darüber hinaus von

intrinsischen und extrinsischen Faktoren, das sind u.a. Nährstoffgehalt, pH-Wert, Redoxpotential, Temperatur und Gasatmosphäre sowie in weiterer Folge von Herstellungsprozessen, beeinflusst [Europäische Union, 2002].

2.7 Untersuchungsergebnisse zur mikrobiellen Belastung

In diesem Kapitel wird die Studienlage zur mikrobiologischen Qualität von pflanzlichen Lebensmitteln zusammengefasst und diskutiert. Zu Beginn wird die mikrobielle Belastung von unverarbeitetem Obst und Gemüse erläutert, im Anschluss werden Ergebnisse verzehrfertiger Produkte und aktuelle österreichische sowie europäische Untersuchungsberichte vorgestellt.

2.7.1 Salat, Gemüse und Obst naturbelassen

Die mikrobiologische Qualität von unverarbeitetem Gemüse kann durchaus als zufriedenstellend beurteilt werden; in 3.200 biologisch produzierten, unverarbeiteten Gemüseproben, darunter typische Salatzutaten wie Karotten, Kopfsalat, Gurken, Paprika und Tomaten, wiesen Sagoo et al. keine Kontamination mit *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. oder *E. coli* O157:H7 nach [Sagoo et al., 2001]. Diese Beurteilung kann durch mehrere Studienergebnisse anderer Autoren bekräftigt werden. Die Prävalenz pathogener Bakterienspezies liegt meist in geringen Prozentbereichen, wie aus Tabelle 9 ersichtlich.

Tabelle 9: Prävalenz pathogener Bakterien auf unverarbeiteten Salatköpfen, Gemüse und Obst als relativer Anteil des Gesamtprobenumfanges.

Quellennachweis	Probenumfang	Anteil belasteter Proben
Johannessen et al., 2002	690 (Kopfsalat, Kräuter, Pilze, Erdbeeren)	<i>Salmonella</i> spp. 0,0 % <i>L. monocytogenes</i> 0,4 % <i>E. coli</i> O157:H7 0,0 %
Badosa et al., 2008	286 (Obst, Gemüse)	<i>Salmonella</i> spp. 0,7 % <i>L. monocytogenes</i> 0,7 %
Abadias et al., 2008	28 (diverse Blattsalate)	<i>Salmonella</i> spp. 0,0 % <i>L. monocytogenes</i> 0,0 %
De Giusti et al., 2010	265 (diverse Blattsalate)	<i>Salmonella</i> spp. 0,8 % <i>L. monocytogenes</i> 1,6 % <i>E. coli</i> O157:H7 0,0 %
Oliveira et al., 2010	72 (Kopfsalat)	<i>Salmonella</i> spp. 0,0 % <i>L. monocytogenes</i> 0,0 % <i>E. coli</i> O157:H7 0,0 %
Metcalf et al., 2010	111 (Gemüse, Salate)	<i>C. difficile</i> 4,5 %
Seow et al., 2012	112 (Obst, Gemüse, Kopfsalat)	<i>Salmonella</i> spp. 0,0 % <i>E. coli</i> O157:H7 0,0 %
Eckert et al., 2013	44 (Gemüse, Sprossen)	<i>C. difficile</i> 2,3 %

Bedingt durch die große Oberfläche sind jedoch Blattsalate, aber auch Kräuter, generell anfällig für etwaige mikrobielle Kontaminationen. Aycicek et al. stellten eine höhere mikrobielle Belastung (u.a. mit Coliformen Bakterien und *E. coli*) auf den äußeren Blättern im Vergleich zu den Inneren bei diversen Salatköpfen fest [Aycicek et al., 2006]. Widersprüchliche Studienergebnisse publizierten Brandl und Amundson. Sie kultivierten Kopfsalat unter kontrollierten Bedingungen und konnten beobachten, dass die inneren, jungen Blätter größere *Salmonella*- sowie *E. coli* O157:H7-Populationen aufwiesen als die Blätter in der Mitte der Pflanze. Chemische Analysen des Blattexudates ergaben schließlich höhere Stickstoffkonzentrationen in den inneren Blättern, dies könnte den limitierenden Wachstumsfaktor darstellen [Brandl und Amundson, 2008]. Mikrobiologische Analysen von ganzen Früchten zeigen durchschnittlich geringere Werte hinsichtlich der Gesamtkeimzahl und Besiedelung mit Coliformen Bakterien sowie Schimmel und Hefen im Vergleich zu Salat und Gemüse. Obwohl der Nachweis von Pathogenen, wie *Salmonella* spp., *Listeria* spp. oder *E. coli* in bisher durchgeführten Untersuchungen lediglich vereinzelt positive Ergebnisse hervor brachte [Badosa et al., 2008]

[Seow et al., 2012] [Johannessen et al., 2002], unterstreichen sie dennoch die Notwendigkeit von guten Hygienepraktiken in der gesamten Produktionskette [Badosa et al., 2008].

2.7.1.1 Antibiotika-resistente Bakterien

Schwaiger et al. untersuchten 1.001 Gemüsesorten, darunter Knollen- und Wurzelgemüse, Salate sowie Cerealien, von deutschen Bauernhöfen und in Supermärkten auf das Vorhandensein resistenter Bakterien. Insgesamt wurden bei 861 Isolaten (*Enterobacter cloacae*, *Enterobacter gergoviae*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas putida*, *Enterococcus faecalis*) phänotypische Resistenzen festgestellt, deren Empfindlichkeit gegenüber 30 Antibiotika getestet wurde. Hohe Resistenzraten gegen β -Lactame wiesen 41,0 % der *P. agglomerans*- und 29,0 % der *E. gergoviae*-Isolate auf. Die Spezies *E. faecalis* zeigte Resistenzen gegenüber Rifampicin, Doxycyclin sowie Erythromycin, *E. cloacae* gegenüber Spectinomycin und Mezlocillin, *Pseudomonas putida* gegenüber Streptomycin. *P. aeruginosa* wies geringe Resistenzraten gegen Aminoglycoside auf. Glycopeptid-resistente Enterokokken wurden nicht beobachtet. Generell zeigten die Proben, die direkt auf Bauernhöfen erworben wurden, höhere Resistenzraten als jene aus Supermärkten [Schwaiger et al., 2011].

2.7.2 Vorgeschnittene, abgepackte Salate

Im Gegensatz zu unverarbeiteten Pflanzen finden Mikroorganismen auf zerkleinerten Obst- und Gemüseprodukten gute Wachstumsbedingungen vor, da durch das Schneiden die Oberfläche vergrößert und die Nährstoffverfügbarkeit erhöht wird [Badosa et al., 2008]. Das Ausmaß der Gesamtkeimzahl stellt einen ersten Parameter für die mikrobiologische Qualität eines Produktes dar, beeinflusst jedoch nicht dessen gesundheitliche Unbedenklichkeit; sie ist vielmehr ein Indikator für eine gute Hygienepaxis auf allen Herstellungs- und Vertriebsstufen [Abadias et al., 2008] [De Giusti et al., 2010]. Hinsichtlich der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl lässt sich ein Durchschnittswert von rund $1,0 \times 10^6$ bis $1,0 \times 10^7$ KBE/g

bei diversen Ready-to-eat Salaten erkennen [Abadias et al., 2008] [Althaus et al., 2012] [Seow et al., 2012]. 86,0 % der untersuchten Salatproben einer aktuellen Untersuchung von Campos et al. haben den Gehalt von $1,0 \times 10^6$ KBE/g an aeroben mesophilen Mikroorganismen überschritten und wurden somit hinsichtlich ihrer mikrobiologischen Qualität als nicht zufriedenstellend beurteilt. Ein Vergleich der Salatzutaten zeigte, dass Salate mit Karotten deutlich höhere Werte der Gesamtkeimzahl aufwiesen; von diesen Produkten überstiegen 95,0 % die Richtwerte. Die vermehrte Keimbelastung von Karotten könnte sich durch den direkten Kontakt mit Erdreich und Bewässerung bei der Kultivierung ergeben [Campos et al., 2013]. Diese These wird von Abadias et al. untermauert, die bei diversen von ihnen untersuchten Bakterienspezies die höchsten Werte bei vorgeschnittenen Karotten nachgewiesen haben [Abadias et al., 2008]. Mit der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl vergleichbare Ergebnisse zeigt das Vorkommen von psychrophilen Mikroorganismen in derartigen Produkten, im Mittel werden zwischen $1,0 \times 10^4$ [Abadias et al., 2008] bzw. $1,0 \times 10^5$ [Seow et al., 2012] und $1,0 \times 10^8$ KBE/g [Santos et al., 2012] nachgewiesen. Hohe Gesamtkeimbelastungen gehen nicht zwangsläufig mit äußerlich sichtbaren Verderbnismerkmalen einher; auch optisch einwandfreie Produkte können auffällig hohe Keimzahlen aufweisen [Seow et al., 2012].

Coliforme Bakterien zählen zur Familie Enterobakterien und umfassen mehrere Gattungen mit äquivalenten Charakteristika (siehe Kapitel 3.1.2). Als typische Genera können *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* oder *Klebsiella* genannt werden, die allesamt natürlich in Wasser, Boden und in der Vegetation vorkommen. Somit stellen sie keinen spezifischen Indikator für fäkale Verunreinigungen dar [Environment Agency, 2002] und deren Vorkommen auf Gemüseprodukten ist durchaus zu erwarten [Johannessen et al., 2002]. Die nachgewiesenen Gehalte differieren in Abhängigkeit der untersuchten Salat- und Gemüsesorten; die Ergebnisse liegen im Bereich von rund $1,0 \times 10^3$ und $1,0 \times 10^8$ KBE/g [Badosa et al., 2008], wobei Durchschnittswerte von $>1,0 \times 10^4$ KBE/g in der Literatur häufiger genannt werden [Seow et al., 2012]

[Campos et al., 2013] [Sant`Ana et al., 2011]. Määttä et al. verglichen Karotten in unterschiedlichen Zubereitungsstadien (im Ganzen, geschält, geschält und geschnitten, geschält und gerieben) und zeigten auf, dass die mittleren Gehalte mit steigendem Verarbeitungsgrad zunehmen [Määttä et al., 2013].

Frische und geringfügig verarbeitete Gemüse- und Salatprodukte können auch als Vehikel für jene Pathogene dienen, die traditionell mit tierischen Lebensmitteln assoziiert werden [Berger et al., 2010]. Tabelle 10 zeigt das Vorkommen von *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* sowie *E. coli* als relativen Anteil des Gesamtprobenumfanges.

Tabelle 10: Prävalenz von *Salmonella* spp. (SAL), *L. monocytogenes* (LIS) sowie *E. coli* (E.CO) in verzehrfertigen Gemüse- und Salatprodukten als relativer Anteil des Gesamtprobenumfanges.

Quellennachweis	Probenumfang	SAL	LIS	E.CO
Johannessen et al., 2002	100 (diverse Blattsalate)	0,0	0,0	0,0
Abadias et al., 2008	236 (Blatt-, Gemüsesalate)	1,7	0,8	11,4
Valentin-Bon et al., 2008	100 (Spinat, Kopfsalat)	n. d.	n. d.	16,0
Badosa et al., 2008	159 (Blatt-, Gemüsesalate)	0,6	1,3	n. d.
De Giusti et al., 2010	699 (diverse Blattsalate)	0,0	0,3	0,0
Caponigro et al., 2010	579 (diverse Blattsalate)	0,0	0,0	27,0
Sant`Ana et al., 2011	512 (Blatt-, Mischsalate)	0,8	n. d.	2,7
Althaus et al., 2012	142 (diverse Blattsalate)	0,0	3,5	12,0
Santos et al., 2012	151 (diverse Blattsalate)	0,0	0,7	2,6
Kovačević et al., 2013	77 (Blatt-, Gemüsesalate)	n. d.	1,3	n. d.
Campos et al., 2013	50 (Blatt-, Mischsalate)	0,0	0,0	26,0

Salmonella spp. gilt als jene pathogene Familie, die vorrangig mit fäkalen Verunreinigungen von Gemüse assoziiert wird [Europäische Union, 2002]. Die vorliegenden Studienergebnisse zeigen auf, dass eine Kontamination von Ready-to-eat Salatprodukten mit *Salmonella* spp. möglich, die Prävalenz generell jedoch niedrig ist [Abadias et al., 2008] [Sant`Ana et al., 2011] [Badosa et al., 2008]. Im Vergleich dazu ist das Vorkommen von *L. monocytogenes* in verzehrfertigen Salatzubereitungen häufiger, da derartige Produkte ein relativ hohes Kontaminationspotential mit sich bringen – Verunreinigungen sind während der Kultivierung der Pflanzen durch die Umwelt oder im späteren Produktionsprozess möglich. Darüber hinaus wird in

der Regel keine Hitzebehandlung der Waren vorgenommen und das grampositive Bakterium kann auch bei Kühlschranktemperaturen wachsen [Little et al., 2007]. Quantitative Analysen von *L. monocytogenes* ergaben mehrheitlich Keimzahlen von $<1,0 \times 10^2$ KBE/g [Kovačević et al., 2013] [Santos et al., 2012] [Moreno et al., 2012], die Lebensmittelsicherheitskriterien der Europäischen Kommission sind somit dennoch eingehalten [Anhang I Kap 1 VO (EG) Nr. 2073/2005]. *E. coli* dient als Indikatorbakterium für fäkale Verunreinigungen von Wasser und Lebensmitteln [Manafi, n.b.]. In einigen Arbeiten wurde die Spezies zusätzlich auf das Vorhandensein des seltenen Serotypes *E. coli* O157:H7 untersucht, dieser wurde jedoch in keiner Probe positiv nachgewiesen [Abadias et al., 2008] [Johannessen et al., 2002] [Santos et al., 2012] [De Giusti et al., 2010].

Campylobacter spp. wird ebenfalls als einer der möglichen Pathogene genannt, mit denen eine Kontamination pflanzlicher Lebensmittels vor der Ernte möglich ist, da sie im Erdreich oder Wasser vorkommen können [Taban und Halkman, 2011]. Abadias et al. untersuchten 236 vorgeschnittene Salate auf das Vorkommen thermotoleranter *Campylobacter*, wobei diese Gattung in keiner Probe detektiert wurde [Abadias et al., 2008]. Die Studie von Verhoeff-Bakkenes et al. brachte in fünf von 2.549 gemischten Salat- bzw. Gemüseprodukten positive Ergebnisse bezüglich einer Besiedelung hervor, außerdem konnte eine höhere Prävalenz in verpackten Produkten im Vergleich zu unverpackten festgestellt werden [Verhoeff-Bakkenes et al., 2011].

Ebenfalls vereinzelt positive Ergebnisse brachte der Nachweis von *C. difficile* [Bakri et al., 2009] [Eckert et al., 2013] oder *Cronobacter sakazakii* [Althaus et al., 2012] [Baumgartner et al., 2009] in verzehrfertigen Salat- und Gemüseprodukten hervor, bei letzterem kann dadurch die Hypothese untermauert werden, dass Pflanzen naturgemäß *Cronobacter* spp. beheimaten [Althaus et al., 2012]. Santos et al. isolierten in einer Studie *Aeromonas hydrophila* sowie geringe Koloniezahlen an *B. cereus* aus vorgeschnittenen und verpackten Blattsalaten [Santos et al., 2012].

Bislang konnte keine Kontamination derartiger Produkte mit *C. perfringens* [Santos et al., 2012] oder *Y. enterocolitica* festgestellt werden [Johannessen et al., 2002] [Abadias et al., 2008].

Die Determination von Schimmelpilzen und Hefen ist ebenfalls Bestandteil einer umfassenden mikrobiologischen Untersuchung. Generell weisen vorgeschnittene Produkte höhere Gehalte im Vergleich zu unverarbeitetem Gemüse auf [Seow et al., 2012] [Abadias et al., 2008] [Tournas, 2005]. *Alternaria*, *Cladosporium* sowie *Penicillium* wurden als die am häufigsten vorkommenden Spezies in Salaten identifiziert [Tournas, 2005].

Bezanson et al. isolierten Cytochrom-Oxidase-positive, gramnegative Bakterien aus Kopfsalat, Spinat sowie Alfalfa-Sprossen. Bei 83,7 % wurden Antibiotikaresistenzen nachgewiesen – rund ein Drittel der Stämme war resistent gegenüber Chloramphenicol. Multiple Antibiotikaresistenzen wurden bei 23,0 % der isolierten Stämme festgestellt [Bezanson et al., 2008]. Vergleichbare Ergebnisse brachte eine Studie von Walia et al. hervor; der Großteil gramnegativer Bakterien auf Ready-to-eat Babyspinat zeigte Resistenzen gegenüber Cefoxitin, Ampicillin oder Chloramphenicol [Walia et al., 2013]. Campos et al. bezeichneten Ready-to-eat Salate (in ihrem Fall Blattsalate, Karotten sowie Mais) als unterschätzte Vehikel für klinisch relevante Antibiotikaresistenz-Gene. In ihrer Studie stellten sie diverse Resistenzen in *E. coli*, Coliformen Bakterien und Enterokokken fest [Campos et al., 2013].

2.7.3 Vorgeschnittenes Obst und Fruchtsalate

Aus der bislang spärlichen Studienlage für vorgeschnittene Obstprodukte lässt sich resümieren, dass diese Warengruppe eine bessere mikrobiologische Qualität als Salat und Gemüse aufweist. In bisherigen Untersuchungen wurden in Obststücken deutlich geringere Durchschnittswerte in der Gesamtkeimzahl ermittelt, ebenso liegen die Gehalte an Psychrotrophen Mikroorganismen, *Lactobacillen* sowie Enterobakterien in Obstproben unter jenen von Salat- und

Gemüseprodukten [Abadias et al., 2008] [Althaus et al., 2012]. Der im Allgemeinen niedrige pH-Wert von Obst in Verbindung mit optimalen Lagerungsbedingungen bei Kühlschranktemperaturen, inhibiert tendenziell das Wachstum von Mikroorganismen, des Weiteren bildet die Schale von Früchten eine natürliche Barriere gegenüber mikrobiellen Kontaminationen und verhindert den direkten Kontakt mit dem Erdreich und Wasser während des Wachstums [Abadias et al., 2008].

E. coli bzw. *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp. sowie *L. monocytogenes* wurden bisher aus vorgeschnittenen und verzehrfertigen Obstprodukten nicht isoliert [Abadias et al., 2008] [Althaus et al., 2012]. Tournas et al. stellten die Belastung mit Schimmel und Hefen in 97,0 % der untersuchten Fruchtsalate fest; die Werte liegen je nach Obstsorte zwischen $<1,0 \times 10^2$ und $1,0 \times 10^{10}$ KBE/g. Eine Analyse der Hefen ergab ein gehäuftes Auftreten der Spezies *Pichia* spp., *Rhodotorula* spp., *Candida pulcherrima*, *C. lambica*, *C. sake* sowie *Debaryomyces polymorphus*. *Penicillium* spp. und *Cladosporium* spp. konnten als Vertreter filamentöser Pilze identifiziert werden. Manche Schimmelpilze sind in der Lage, bei Kühlschranktemperaturen zu gedeihen, wodurch generell höhere Koloniezahlen bei jenen Produkten zu erwarten sind, die länger gelagert wurden [Tournas et al., 2006].

2.7.4 Frucht- und Gemüsesäfte, Smoothies

Fruchtsäfte verderben, wie die meisten sauren Lebensmittel, in der Regel aufgrund einer Kontamination mit aeroben säuretoleranten Bakterien oder Schimmelpilzen und Hefen. Vantarakis et al. haben das Vorkommen unterschiedlicher Mikroorganismen in 120 pasteurisierten Fruchtsäften auf dem griechischen Markt untersucht. *L. monocytogenes*, *Lactobacillen*, *Salmonella* spp., *B. cereus*, *C. perfringens*, Coliforme Bakterien sowie *E. coli* wurden in keiner Probe nachgewiesen, jedoch wurden *E. coli* O157:H7 sowie *S. aureus* aus jeweils vier Säften isoliert. 65,0 % des gesamten Probenumfangs in dieser Studie waren mit Schimmelpilzen belastet [Vantarakis et al., 2011]. Hefen dürften dominante Mikroorganismen in

pasteurisierten Fruchtsäften darstellen, da sie bei Temperaturen um 4 °C wachsen können. Somit wird der Verderb auch bei Kühlung der Produkte nicht verzögert und manifestiert sich in Erscheinungen wie Fermentation, Gasproduktion, vermehrte Trübung oder Aufblähen der Verpackungseinheit [Tournas et al., 2006].

Sospedra et al. haben die mikrobiologische Qualität von frisch gepressten Orangensäften, die aus Entsaftern zur Selbstbedienung in spanischen Gastronomiebetrieben stammten, erhoben. Der Nachweis von *E. coli* sowie *L. monocytogenes* fiel in allen 190 Proben negativ aus, jedoch überstiegen mehrere Proben die nationalen spanischen bzw. europäischen Grenzwerte für die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl, Enterobakterien und *S. aureus* – die Qualität wurde daher als inakzeptabel bewertet. Jene Säfte, die im Laufe eines Tages in einer Metallkanne gesammelt wurden, wiesen deutlich höhere Bakteriengehalte auf, als jene, die direkt in ein Trinkglas gepresst wurden. *Salmonella* spp. wurde aus einer Probe (Metallkanne) isoliert [Sospedra et al., 2012].

2.7.5 Aktuelle Untersuchungsberichte aus Österreich und Europa

2.7.5.1 Österreichischer Lebensmittelsicherheitsbericht

Im österreichischen Lebensmittelsicherheitsbericht des Bundesministeriums für Gesundheit werden die Ergebnisse des Vollzugs des Proben- und Revisionsplans gemäß § 31 Abs. 1 LMSVG dargestellt. Im Jahr 2012 wurden in der Warengruppe Obst und Gemüse von 1.469 Routineproben 164 (11,2 %) beanstandet. Mikrobielle Kontaminationen und/oder sensorische Abweichungen stellen die häufigsten Beanstandungsgründe dar. Hygienemängel sowie inadäquate Lagerbedingungen dürften ursächlich für den Verderb der Produkte sein. 51 (3,5 %) der untersuchten Proben wurden als für den menschlichen Verzehr ungeeignet eingestuft. Eine Schwerpunktkontrolle bezog sich auf die mikrobielle Verunreinigung von rohen, bodennahe wachsenden pflanzlichen Lebensmitteln, wobei von 40 Proben zwei beanstandet und gleichzeitig als für

den menschlichen Verzehr ungeeignet beurteilt wurden; eine andere auf das Vorkommen von Salmonellen und STEC in Sprossen, Erdbeeren und Salaten. In diesem Fall wurde keine der 99 Proben beanstandet [BMG, 2013a].

2.7.5.2 Europäischer Zoonosenbericht der EFSA und ECDC

Die EFSA publiziert gemeinsam mit der ECDC jährlich einen umfangreichen Bericht zu Zoonosen und lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen in Europa. Die Daten werden von teilnehmenden Staaten zur Verfügung gestellt; im Jahr 2011 konnten Informationen aus 27 Ländern zusammengefasst werden. Ready-to-eat Produkte wurden schwerpunktmäßig untersucht, darunter auch vorgeschnittenes Obst sowie Gemüse und verzehrfertige Salate. Bezugnehmend auf die Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 erfüllen die, in unterschiedlichen Staaten untersuchten, vorgeschnittenen Obst- und Gemüseprodukte sowie nicht pasteurisierte Säfte die Grenzwerte bezüglich des Lebensmittelsicherheitskriteriums *Salmonella* spp. [EFSA und ECDC, 2013]. Die Ergebnisse aus dem Zoonosenbericht 2011 sind in Tabelle 11 aufgelistet.

Tabelle 11: Ergebnisse aus dem Zoonosenbericht 2011 hinsichtlich des Lebensmittelsicherheitskriteriums *Salmonella* spp. in verzehrfertigen Obst- und Gemüseprodukten [EFSA und ECDC, 2013].

vorgeschnittenes Obst und Gemüse	1.606 Einzelproben	nicht nachweisbar in 25 g
	548 Chargen	nicht nachweisbar in 25 g
nicht pasteurisierte Obst- und Gemüsesäfte	123 Einzelproben	nicht nachweisbar
	255 Chargen	nicht nachweisbar

Das zweite Kriterium für Lebensmittelsicherheit, *L. monocytogenes*, wurde in diesem Jahresbericht nicht gesondert ermittelt, in der Gruppe „Other RTE products“ erfüllten 1,6 % der Einzelproben bzw. 0,8 % der untersuchten Chargen auf Produktionsebene die Kriterien nicht, im Verkauf 0,1 bzw. 0,0 %. In sieben Mitgliedsstaaten wurden Untersuchungen hinsichtlich VTEC in diversen Gemüsesorten, vorrangig Fresh-cut sowie Ready-to-eat Produkte, mit einem Probenumfang n= >25 durchgeführt. Das Bakterium wurde in keiner Probe positiv nachgewiesen. In einer spanischen Studie mit geringerer Probenanzahl wurde VTEC in vier von 24 Proben detektiert. Eine epidemiologische Studie in Norwegen assoziierte einen lebensmittelbedingten Ausbruch, verursacht durch

Y. enterocolitica O:9, mit dem Verzehr von Ready-to-eat Salatprodukten [EFSA und ECDC, 2013].

2.8 Lebensmittelbedingte Erkrankungen

Ready-to-eat Obst- und Gemüseprodukte werden roh konsumiert oder vor dem Verzehr lediglich geringfügig zubereitet bzw. erhitzt – aus diesem Grund können sie als mögliches Vehikel für pathogene Mikroorganismen dienen. Obwohl lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche nach dem Genuss derartiger Produkte im Vergleich zu Lebensmitteln tierischen Ursprungs seltener sind, nahm die Anzahl dokumentierter Fälle in den letzten Jahren dennoch stetig zu [Europäische Kommission, 2002], wobei folgende Faktoren wesentlich dazu beitragen:

- Marktsteigerung in dieser Produktgruppe
- zentralisierte Produktion
- steigender Automatisierungsgrad im Herstellungsprozess
- weitläufiger Vertriebsradius der Waren und dadurch längere Lagerzeiten
- steigende Popularität von Salatkonsum
- Wachstum empfindlicher Bevölkerungsgruppen (z.B. ältere oder immunsupprimierte Personen)
- Zunahme des Außer-Haus Verzehrs
- Aufkommen von hochinfektiösen Pathogenen
- verbesserte Nachweisverfahren [Brandl, 2006]

Grüner Salat, Kopfsalat, Sprossen, Tomaten sowie Cantaloup-Melonen sind jene Gemüse- bzw. Obstsorten, mit deren Verzehr am häufigsten lebensmittelbedingte Erkrankungsfälle assoziiert werden [Olaimat und Holley, 2012]. Liegt den Ausbrüchen eine Verunreinigung mit Mikroorganismen zu Grunde, handelt es sich dabei in der Regel um Bakterien, Viren oder Parasiten, wobei eine bakterielle Kontamination mit Spezies der Enterobakterien als häufigste Ursache genannt werden kann [Europäische Kommission, 2002]; sie spielen in der Lebensmittelmikrobiologie

generell eine bedeutendere Rolle als Index- und Indikatororganismen [Müller, 1996a].

Tabelle 12: Lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche, modifiziert nach [Olaimat und Holley, 2012] [Taban und Halkman, 2011] [Little und Gillespie, 2008] [Doyle und Erickson, 2008] [FAO/WHO, 2008] [BfR, 2011a] [Watanabe et al., 1999].

betroffene Staaten	Jahr	Pathogen	Produkt
USA	1986	<i>Shigella sonnei</i>	Fresh-cut Kopfsalat
USA	1990	<i>C. botulinum</i>	Weißkohl
USA, Mexiko	1993	<i>E. coli</i> O6:NM	gemischer Salat
Norwegen, Großbritannien, Schweden	1994	<i>S. sonnei</i>	Eisbergsalat
Dänemark	1998	<i>S. sonnei</i>	Babymais
Japan	1996	<i>E. coli</i> O157:H7	Radieschen-Sprossen
Dänemark, Deutschland, Island, Großbritannien, Niederlande	2000	<i>Salmonella typhimurium</i> DT104	Kopfsalat
Großbritannien	2000	<i>S. typhimurium</i> DT104	Kopfsalat
Großbritannien	2001	<i>Salmonella newport</i> PT33	Eisbergsalat
Schweden	2001	Hepatitis A	Rucola
Großbritannien, Frankreich	2002	<i>E. coli</i> O157 PT34 VT2	Gurkensalat
Großbritannien	2003	<i>Salmonella Braenderup</i>	Kopfsalat
Großbritannien	2004	<i>S. Newport</i>	Kopfsalat
Dänemark, Norwegen, Schweden	2004	<i>Salmonella Thompson</i>	Rucola
Finnland, Schweden	2005	<i>S. Typhimurium</i> DT104b	Eisbergsalat
Großbritannien	2005	<i>S. Typhimurium</i> DT104	Kopfsalat
Norwegen, Schweden	2005	<i>E. coli</i> O157 VT2	Eisbergsalat
USA	2006	<i>E. coli</i> O157:H7	Fresh-cut Kopfsalat
USA, Kanada	2006	<i>Salmonella</i> spp.	Obstsalat
Israel	2007	<i>Salmonella Senftenberg</i>	Basilikum
Dänemark	2007	<i>S. sonnei</i>	Babymais
USA	2010	<i>L. monocytogenes</i>	Fresh-cut Sellerie
Deutschland	2011	<i>EHEC</i> O104:H4	Bockshornklee-Sprossen

Die Aussagekraft epidemiologischer Daten, wie sie in Tabelle 12 dargestellt sind, ist jedoch limitiert. In Berichten über lebensmittelbedingte

Krankheitsausbrüche werden die, den Fällen zugeordneten Lebensmittel, häufig kategorisiert und mit Überbegriffen wie „Salat“ oder „grüner Salat“ bezeichnet. Weiters setzen sich Salatgerichte oftmals aus mehreren Zutaten zusammen, von denen einzelne als mögliches Vehikel für Pathogene dienen können – die genaue Identifizierung der Infektionsquelle ist somit äußerst schwierig [FAO/WHO, 2008]. Darüber hinaus erreichen verunreinigte Lebensmittel aus industrieller Produktion durch weitläufige Vertriebsmöglichkeiten eine große Anzahl von Konsumentinnen und Konsumenten; dokumentiert werden jedoch meist lediglich Krankheitsausbrüche mit mehreren betroffenen Personen und keine sporadischen Einzelfälle [Heaton und Jones, 2008]. Besonders gefährdete Bevölkerungsgruppen, deren Risiko an Lebensmittelinfektionen zu erkranken erhöht ist, sind ältere Personen, immunsupprimierte Patientinnen und Patienten sowie Schwangere [Europäische Kommission, 2002]. Die DGE hat in einer Meldung vom Oktober 2013 schwangeren Frauen geraten, auf den Verzehr von abgepackten, geschnittenen Mischsalaten und Salatzubereitungen aus offenen Vitrinen zu verzichten, um das Risiko einer Listeriose zu verringern [DGE, 2013].

2.8.1 Österreichischer Jahresbericht für Lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche

Der Bericht dokumentierte im Jahr 2012 122 Fälle mit 561 Erkrankten, davon 97 hospitalisierte Patienten. 118 Ausbrüche waren bakteriell bedingt, wovon 50,0 % durch *Campylobacter* spp. und 43,0 % durch *Salmonella* spp. verursacht wurden. Den weiteren Fällen liegen Infektionen mit Verotoxin-bildende *E. coli* und *L. monocytogenes* zugrunde. 2012 wurden erneut mehr lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche durch *Campylobacter* spp. als durch *Salmonella* spp. verursacht, wobei sich diese Entwicklung bereits seit mehreren Jahren abzeichnet. Die Infektion erfolgte bei insgesamt 105 Ausbrüchen in Österreich bzw. durch Lebensmittel, die im Inland erworben wurden. Von diesen war die Infektionsquelle lediglich bei 40,0 % bekannt; auf Obst, Gemüse

oder deren Folgeprodukt war kein Krankheitsausbruch im Jahr 2012 direkt zurückzuführen [Much, n.b.].

2.8.2 Europäischer Zoonosenbericht der EFSA und ECDC

In Europa wurden im Jahr 2011 insgesamt 5.648 lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche registriert, die 69.553 Krankheitsfälle, 7.125 Krankenhausaufenthalte und 93 Todesfälle zur Folge hatten. Eine starke Evidenz für die Verbindung zwischen einem Krankheitsfall und ein bestimmtes Lebensmittel als Vehikel lag in 701 Fällen vor. *Salmonella* spp., bakterielle Toxine, *Campylobacter* spp. sowie Viren wurden als hauptsächliche Erreger eruiert. In den Fällen mit starker Evidenz konnten in 5,3 % der Fälle Gemüse, Säfte und deren Folgeprodukte als Quelle identifiziert werden [EFSA und ECDC, 2013].

3 MATERIAL UND METHODEN

Nachfolgend werden die nachgewiesenen Mikroorganismen charakterisiert, die untersuchten Produkte in Gruppen eingeteilt und die verwendete Laborausstattung aufgelistet. Im Anschluss erfolgt die Darstellung der Probenaufbereitung sowie der qualitativen und quantitativen Nachweismethoden.

3.1 Charakteristika der ausgewählten Mikroorganismen

Der Probenumfang wurde auf das Vorkommen von insgesamt elf Mikroorganismen bzw. -gruppen untersucht. Ausgewählt wurden diese nach deren Bedeutung als Erreger mikrobieller Lebensmittelvergiftungen bzw. -infektionen und Relevanz in der analysierten Produktgruppe.

3.1.1 Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl

Die Gesamtheit der lebendigen Mikroorganismen in einer Lebensmittelprobe wird üblicherweise mit der aeroben Gesamtkeimzahl ausgedrückt. Je nach Inkubationsbedingungen und gewähltem Kultivierungsmedium werden Gruppen mit unterschiedlichen Charakteristika, beispielsweise meso-, psychro- oder thermophile Mikroorganismen, erfasst. Die Gesamtkeimzahl kann eine Größe von mikrobiologischen Kriterien für ein bestimmtes Lebensmittel darstellen oder in der Überwachung von GMPs herangezogen werden. V.a. bei gekühlten Produkten können durch deren Höhe auch Rückschlüsse über die Sauberkeit der Produktionsanlagen und die Einhaltung der Kühlkette gezogen werden; geringe Aussagekraft besitzt die Gesamtkeimzahl jedoch bezüglich der sensorischen Qualität eines Lebensmittels [Montville und Matthews, 2008a].

3.1.2 Coliforme Bakterien

Coliforme Bakterien stellen eine heterogene Gruppe innerhalb der Enterobakterien dar, die unterschiedliche Genera, wie *Escherichia*, *Citrobacter*,

Enterobacter oder *Klebsiella*, einschließt [Manafi, n.b.]. Sie werden als gramnegative, fakultativ anaerobe Stäbchen beschrieben, die keine Sporen bilden, Lactose innerhalb von 48 h bei 37 °C fermentieren und dabei Säure und Gas bilden [FDA, 2002]. Das Vorhandensein des β -Galactosidase-Gens bildet ein neueres Kriterium für die Einordnung in diese Gruppe [Manafi, n.b.]. In der Lebensmittelindustrie gelten sie bis heute als routinemäßig erhobene Hygieneindikatoren bezüglich Produktqualität und Herstellungsprozesse [Halkman und Halkman, 2014].

3.1.3 *E. coli*

Das Bakterium gehört zur Gattung *Escherichia*, die gramnegative, 2,0 bis 6,0 μm lange, fakultativ anaerobe, gerade, unbewegliche oder peritrich begeißelte Stäbchen umfasst. Sie vergären Glucose und andere Kohlenhydrate zu Milch-, Essig-, und Ameisensäure, fermentieren meist Lactose und bilden Indol. Allgemein gilt es als harmloser Darmbewohner, fakultativ pathogene Stämme können jedoch durch Lebensmittel übertragene Durchfallerkrankungen auslösen – es gilt somit auch als wichtiger Indikator für fäkale Verunreinigungen von Nahrungsmitteln und Trinkwasser [Müller, 1996a]. Eingeteilt werden darmpathogene *E. coli* nach serologischen Eigenschaften in vier Pathovaren: Enteropathogene *E. coli* (EPEC), die eine Säuglingsdiarrhée verursachen; Enterotoxische *E. coli* (ETEC), denen die meisten Fälle von Reisediarrhée zu Grunde liegen; Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) als Auslöser ruhrartiger Durchfälle sowie Enterohämorrhagische *E. coli* (EHEC), die schwere Lebensmittelinfektionen mit hämorrhagischer Kolitis bis hin zu Nierenerkrankungen und -versagen verursachen können [Müller, 1996b].

3.1.4 *S. aureus*

Die Gattung *Staphylococcus* spp. umfasst grampositive, 0,5 bis 1,0 μm große, fakultativ anaerobe, einzelne, paarig oder haufen- bzw. traubenförmig angeordnete Kokken. Sie bilden Säure, jedoch kein Gas aus Kohlenhydraten und sind Katalase positiv [Müller, 1996a]. *S. aureus* besitzt zahlreiche Antibiotikaresistenzen und bildet mehrere extrazelluläre Enzyme sowie Toxine,

wie Koagulase oder Alphahämolysin. Lebensmittel werden direkt durch den Kontakt mit eitrigen Wunden, durch Schnupfen und Niesen oder indirekt über den Kontakt mit kontaminierten Gegenständen verunreinigt. Werden enterotoxinhaltige Speisen verzehrt, so kommt es wenige Stunden später zu Übelkeit, Erbrechen, teilweise blutigem Durchfall und Leibschmerzen, aber keinem Fieber. Spätestens nach einem Tag sind die Beschwerden meist abgeklungen [Müller, 1996b].

3.1.5 *B. cereus*

B. cereus ist grampositiv, aerob, 2,0 bis 6,0 µm groß, stäbchenförmig, peritrich begeißelt, vermehrt sich in einem Temperaturoptimum von 28 bis 35 °C und bildet hitzeresistente Sporen. Das Bakterium bildet Säure, aber kein Gas aus diversen Kohlenhydraten, reduziert Nitrat zu Nitrit und bildet ein Toxin. Lebensmittelvergiftungen, die durch *B. cereus* verursacht werden, sind leichter Art. Wenige Stunden nach dem Verzehr kontaminierter Speisen treten Übelkeit (ohne Fieber), Erbrechen sowie Durchfall auf und klingen nach 24 bis 36 Stunden wieder ab [Müller, 1996b].

3.1.6 *Enterococcus* spp.

Aus dem Namen dieser grampositiven, kokkenförmigen Gattung lässt sich ableiten, dass es sich um Darmbewohner handelt. Enterokokken sind thermo- und salztolerant sowie unempfindlich gegenüber hohen pH-Werten. Zwei der häufigsten Arten, *E. faecalis* und *E. faecium*, zählen zu den Index- und Indikatorkeimen in der Lebensmittelhygiene und können in weiterer Folge als Fäulnisorganismen unspezifische Lebensmittelvergiftungen verursachen [Müller, 1996a].

3.1.7 *C. perfringens*

Das grampositive, anaerobe, 4,0 bis 8,0 µm lange, sporenbildende Stäbchen ist unbeweglich, wächst optimal zwischen 37 bis 45 °C, bildet Säure sowie Gas und reduziert Nitrat. Das Bakterium bildet im Dünndarm des Menschen

Enterotoxine. *C. perfringens* ist ubiquitär verbreitet. Lebensmittel, die mit kontaminierten Erdreich, Wasser, Staub oder Fäces in Berührung kommen, können in weiterer Folge leichte Formen von Lebensmittelvergiftungen verursachen. Abdominale Krämpfe, wässriger Durchfall, Übelkeit und Erbrechen zählen zu den häufigen Symptomen; Kopfschmerzen, Fieber und Schüttelfrost sind seltener. Im Allgemeinen klingen die Beschwerden rasch wieder ab [Müller, 1996b].

3.1.8 *Campylobacter* spp.

Bei *Campylobacter* spp. handelt es sich um mikroaerophile, schlanke, spiralförmige Stäbchen mit einer Länge von 0,5 bis 5,0 µm und einer Geißel an einem oder beiden Polen [Kayser, 1997]. Das Bakterium bildet ein Endotoxin sowie ein hitzelabiles Enterotoxin. Erkrankungen, die durch *C. jejuni* verursacht werden, treten vermehrt in den Sommermonaten zwischen Juni und September auf. Durchfälle, die bei Kindern auch blutig sein können, Fieber, Bauch-, Muskel- und Kopfschmerzen treten nach einer Inkubationszeit von zwei bis fünf Tagen auf und dauern mehrere Tage an [Müller, 1996b].

3.1.9 *L. monocytogenes*

Die Gattung *Listeria* spp. umfasst grampositive, peritrich begeißelte und meist kettenbildende Stäbchen. Sie sind Katalase-positiv, bilden Säure aus Kohlenhydraten, aber kein Gas [Müller, 1996a]. *L. monocytogenes* ist beweglich, psychrotroph – kann also auf kühl gelagerten Lebensmitteln wachsen – und ist resistent gegenüber Kochsalz und Nitrit. Die durch das Bakterium verursachte Listeriose betrifft in erster Linie Schwangere, Säuglinge und Personen mit geschwächtem Immunsystem. Bei schwangeren Frauen ist häufig die Plazenta vom Erreger betroffen, in weiterer Folge kann dies zu Fehl- und Frühgeburten führen [Müller, 1996b].

3.1.10 *Salmonella* spp.

Gramnegative, 2,0 bis 5,0 µm lange, fakultativ anaerobe, üblicherweise peritrich begeißelte Stäbchen werden der Gattung *Salmonella* spp. zugeordnet. Abwesenheit von Indol, Säure- und Gasbildung aus Glucose, Maltose, Mannit und Glucitol sowie Nitrat- und H₂S-Bildung können als wichtige biochemische Merkmale genannt werden [Müller, 1996a]. Die Spezies werden anhand serologischer Eigenschaften, ihrer Antigene, unterschieden. Primär kommen Salmonellen im menschlichen und tierischen Darm vor und werden mit dem Fäces ausgeschieden. Sie können die als Salmonellosen bezeichneten Erkrankungen verursachen, wobei *S. enteritidis* und *S. typhimurium* die wichtigsten Erreger für eine Gastroenteritis oder Enteritis darstellen. Das durch Enteritisbakterien hervorgerufene Krankheitsbild bleibt auf den Dünndarm beschränkt und äußert sich sehr unterschiedlich, meist kommt es zu Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, wässrigen Durchfällen und Leibschmerzen [Müller, 1996b].

3.1.11 Schimmelpilze und Hefen

Wenn die Wachstumsbedingungen für Bakterien nicht optimal sind, vermehren sich tendenziell Schimmelpilze und Hefen [Montville und Matthews, 2008a] – sie sind in der Lage, auch jene Lebensmittelinhaltsstoffe, die auf andere Mikroorganismen eine hemmende Wirkung besitzen, zu verwerten. Darüber hinaus tolerieren Schimmelpilze und Hefen niedrige pH- sowie a_w-Werte, Kälte und die Anwesenheit von Konservierungsmitteln [Huis in't Veld, 1996]. Die Genera *Aspergillus*, *Penicillium* sowie *Fusarium* werden am häufigsten mit dem Verderb von Lebensmitteln assoziiert; toxinogene Schimmelpilze kontaminieren vor allem pflanzliche Lebensmittel [Montville und Matthews, 2008b]. Diese können in weiterer Folge gesundheitsschädliche Mykotoxine produzieren. Im Allgemeinen äußert sich der Verderb durch sensorische Veränderungen des Produktes [Huis in't Veld, 1996].

3.2 Proben

Analysiert wurden insgesamt 80 verzehrfertige Obst- und Gemüseprodukte, die im Zeitraum von Februar bis April 2014 in Wiener Supermärkten, Saft- und Salatbars sowie Take-away Restaurants gesammelt wurden. Der Probenumfang umfasste drei Produktgruppen:

- 25 sortenreine und gemischte Blatt- und Gemüsesalate; Gemüsezubereitungen, die üblicherweise roh verzehrt werden; Kräuter
- 19 sortenreine und gemischte Obststücke und -salate
- 36 nicht pasteurisierte, frisch gepresste Obst- und Gemüsesäfte sowie Smoothies

Ausgewählt wurden ausschließlich rohe und nicht erhitzte oder pasteurisierte Obst- und Gemüseprodukte, die zum sofortigen Verzehr geeignet waren, d.h. bereits gewaschen sowie geschnitten bzw. zerkleinert angeboten wurden und vor dem Genuss keiner weiteren Zubereitung bedurften. Bei verpackten Waren wurde dies meist mit Bezeichnungen wie „essfertig“ oder „geschnitten und gewaschen“ gekennzeichnet. Weiters enthielten die Produkte weder zusätzliche Zutaten (wie Käse, Nudeln, Milchprodukte, Fisch oder Fleisch), noch würzende Soßen, Dressings oder Gewürze. In die Untersuchung miteinbezogen wurden sowohl verpackte, als auch offen angebotene Speisen und Getränke. Säfte und Smoothies wurden entweder frisch in den Lokalen hergestellt, selbst an Zitruspressen in Supermärkten abgefüllt oder stammten aus dem Kühlregal.

3.3 Verwendete Laborausstattung und Hilfsmittel

- Kühlschrank
- Brutschränke mit 37 °C und 44 °C (Heareus, Kendor Laboratory Products)
- Laborwaage (sartorius laboratory)
- Stomacher (BagMixer®, interscience)
- Vortexer (Velp Scientifica)

- Stomacherbeutel (BagFilter, interscience)
- Pipetten mit Pipettierhilfen
- Impfgeräte: Kunststoffösen, Pasteurpipetten, Wattetupfer
- Drigalskispatel
- Glasgefäße: Flaschen, Epprouvetten, Bechergläser, Messzylinder
- Epprouvetten mit je 9 ml BPW
- steriles Besteck
- Utensilien und Reagenzien zur Gramfärbung (bioMérieux)
- Bunsenbrenner (Integra Biosciences, Fireboy plus)
- Kolonienzähler (BZG 30 Colony Counter, WTW)
- Lichtmikroskop (Eclipse E200, Nikon)
- Anerobiertopf (Merck)

3.4 Probenvorbereitung

Die Proben wurden in Kühltaschen ins Labor transportiert und bis zur Analyse bei 6 °C im Kühlschrank gelagert. Sämtliche mikrobiologische Untersuchungen erfolgten innerhalb von 24 Stunden nach Kaufzeitpunkt und vor Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatums. Die Vorgehensweise für die Probenvorbereitung ist in Abbildung 6 ersichtlich.

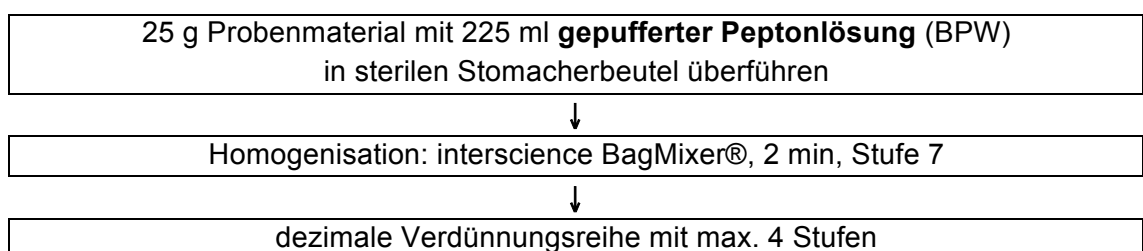


Abbildung 6: Fließdiagramm zur Vorbereitung der Proben.

In mehreren Vorversuchen wurde die zweckmäßige Anzahl der notwendigen Verdünnungsstufen und später auszustreichenden Nährböden ermittelt. Um auszählbare Platten zu erhalten, mussten von Salat- und Gemüseproben in der Regel höhere Verdünnungsstufen angelegt werden als von den Obst- und

Saftproben. Die verwendeten Nährboden und Verdünnungs- bzw. Anreicherungsmedien wurden entweder in der hauseigenen Nährbodenküche hergestellt oder gebrauchsfertig bezogen. Für sämtliche Kultivierungsmethoden wurde das Oberflächenspatelverfahren angewandt; jeweils 0,1 ml der entsprechenden Verdünnungsstufe wurden mit einer sterilen Pipette aufgebracht und mittels Drigalskispatel gleichmäßig auf dem Nährboden verteilt. Die anschließende Inkubation der getrockneten Agarplatten erfolgte mit dem Deckel nach unten bei entsprechenden Temperatur- und Zeitverhältnissen.

Die spätere Gramfärbung erfolgte nach der standardisierten Methode mit Färbemitteln von bioMérieux; für die biochemische Bestätigung der einzelnen Stämme wurden die Anweisungen für die entsprechenden API-Systeme (bioMérieux) befolgt.

3.5 Quantitative Nachweismethoden

3.5.1 Gesamtkeimzahl

Die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl wurde durch den Ausstrich der Verdünnungsstufen auf Müller-Hinton-Agar ermittelt, siehe Abbildung 7.

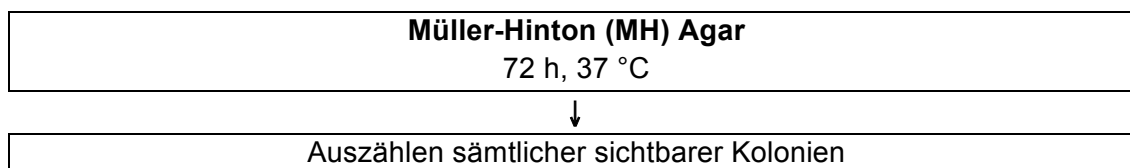


Abbildung 7: Fließdiagramm zur Ermittlung der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl.

3.5.2 Coliforme Bakterien und *E. coli*

Abbildung 8 zeigt die Vorgehensweise zur Kultivierung Coliformer Bakterien sowie *E. coli*.

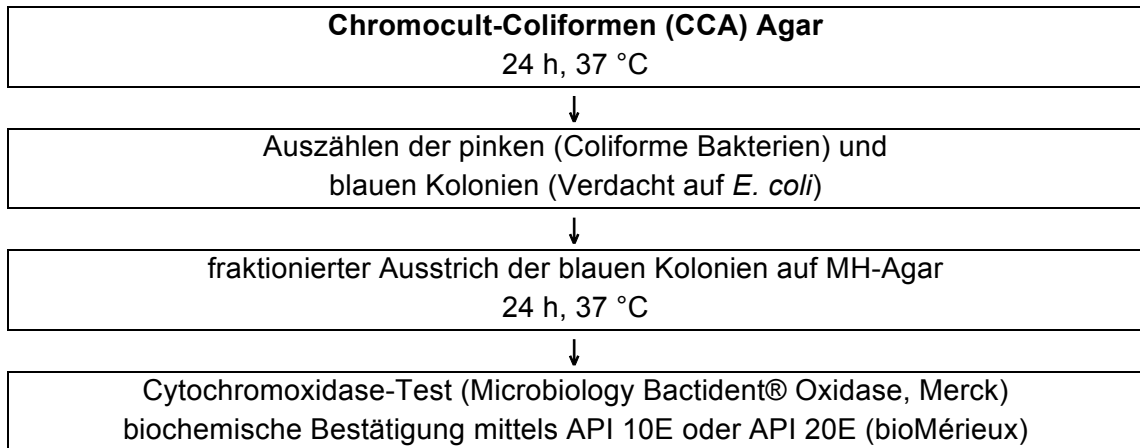


Abbildung 8: Fließdiagramm zur Kultivierung von Coliformen Bakterien sowie *E. coli*.

3.5.3 *S. aureus*

In Abbildung 9 wird die Vorgehensweise zur Kultivierung und biochemischen Bestätigung von *S. aureus* erläutert.

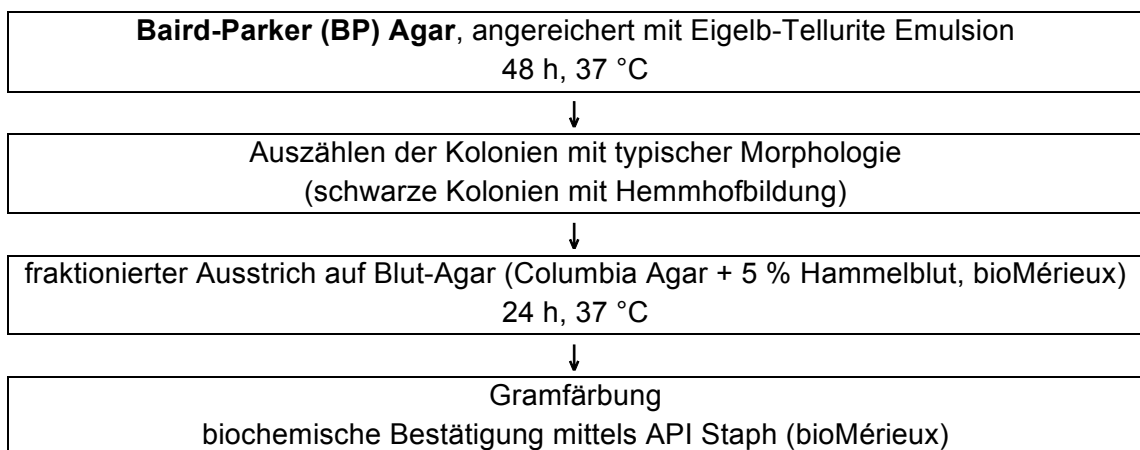


Abbildung 9: Fließdiagramm zur Kultivierung von *S. aureus*.

3.5.4 *B. cereus*

Zur Kultivierung von *B. cereus* wurde Bacillus cereus-Agar verwendet, siehe Abbildung 10.

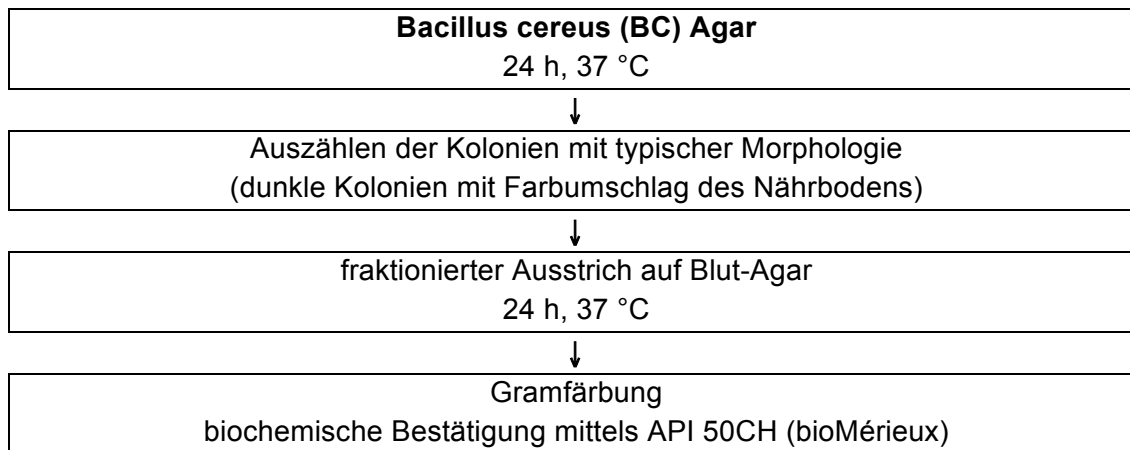


Abbildung 10: Fließdiagramm zur Kultivierung von *B. cereus*.

3.5.5 Enterokokken

Enterokokken wurden auf Kanamycin-Äsculin-Azid-Agar kultiviert, siehe Abbildung 11.

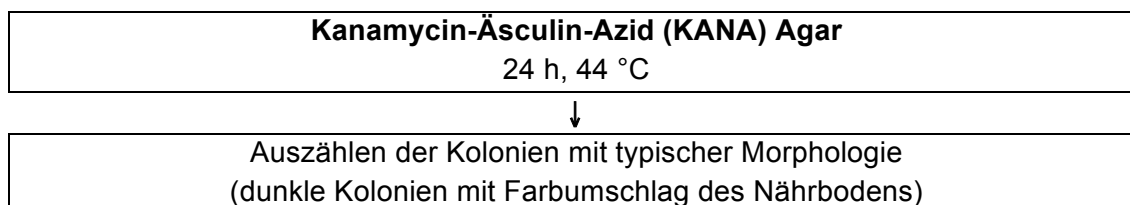


Abbildung 11: Fließdiagramm zur Kultivierung von *Enterococcus* spp.

3.5.6 *C. perfringens*

Für die Kultivierung von *C. perfringens* wurden Nährböden mit kleinerem Durchmesser gewählt und ausschließlich Verdünnungsstufe 0 ausgestrichen, die weitere Vorgehensweise ist in Abbildung 12 dargestellt.

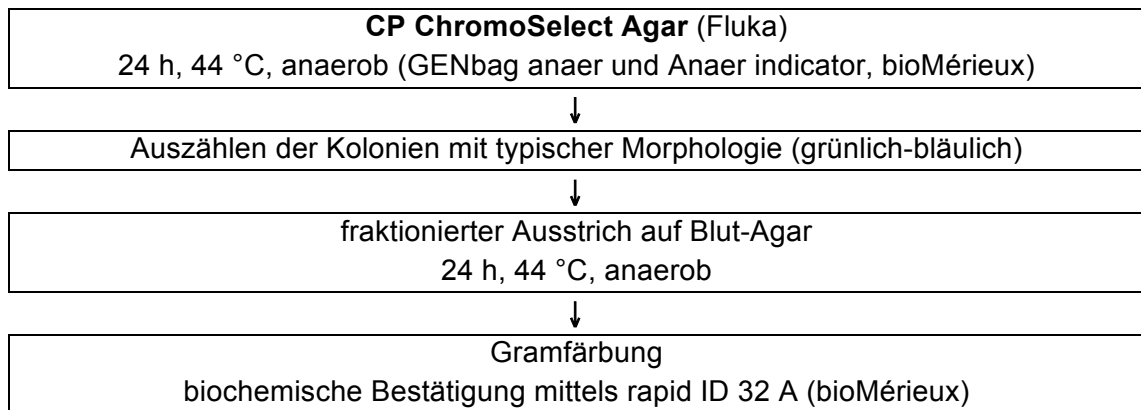


Abbildung 12: Fließdiagramm zur Kultivierung von *C. perfringens*.

3.5.7 Schimmelpilze und Hefen

Schimmelpilze und Hefen konnten auf einem gemeinsamen Nährboden kultiviert werden, siehe Abbildung 13.

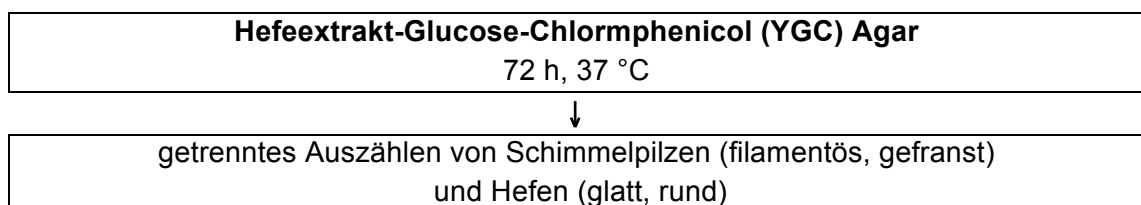


Abbildung 13: Fließdiagramm zur Kultivierung von Schimmelpilzen und Hefen.

3.6 Qualitative Nachweismethoden

Untersuchungen auf das Vorkommen von *Campylobacter* spp., *L. monocytogenes* sowie *Salmonella* spp. erfolgten in mehreren Schritten. Die Homogenisierung des Probenmaterials erfolgte nicht mit gepufferter

Peptonlösung, sondern mit entsprechenden Anreicherungsmedien, siehe Abbildungen 14, 15 und 16.

3.6.1 *Campylobacter* spp.

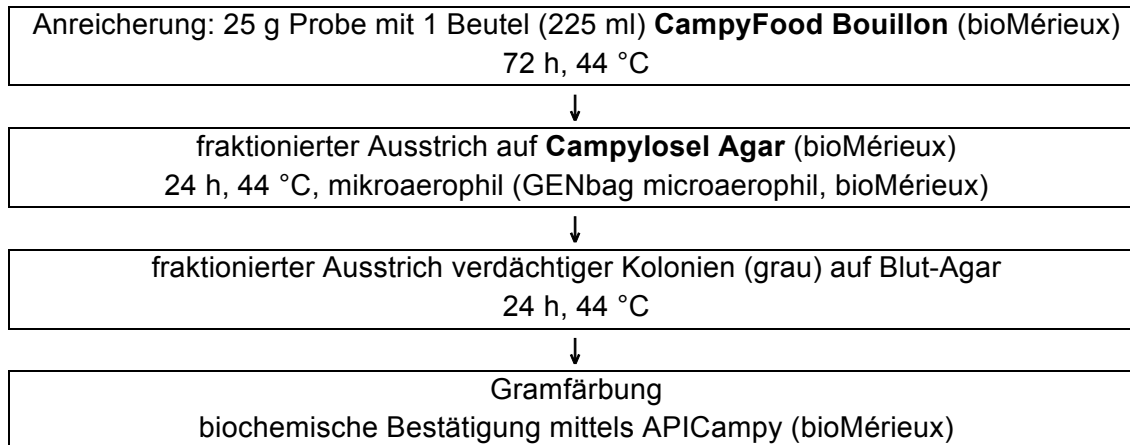


Abbildung 14: Fließdiagramm zur Anreicherung und Kultivierung von *Campylobacter* spp.

3.6.2 *L. monocytogenes*

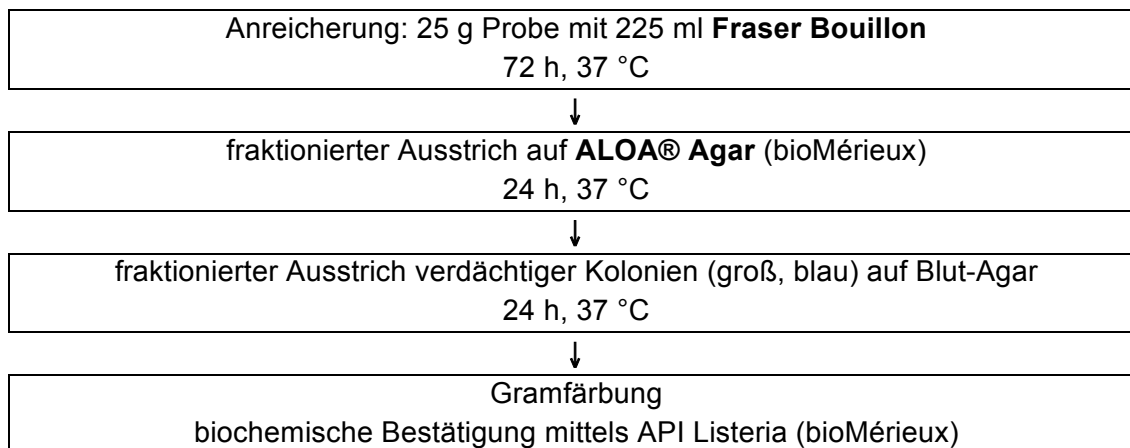


Abbildung 15: Fließdiagramm zur Anreicherung und Kultivierung von *L. monocytogenes*.

3.6.3 *Salmonella* spp.

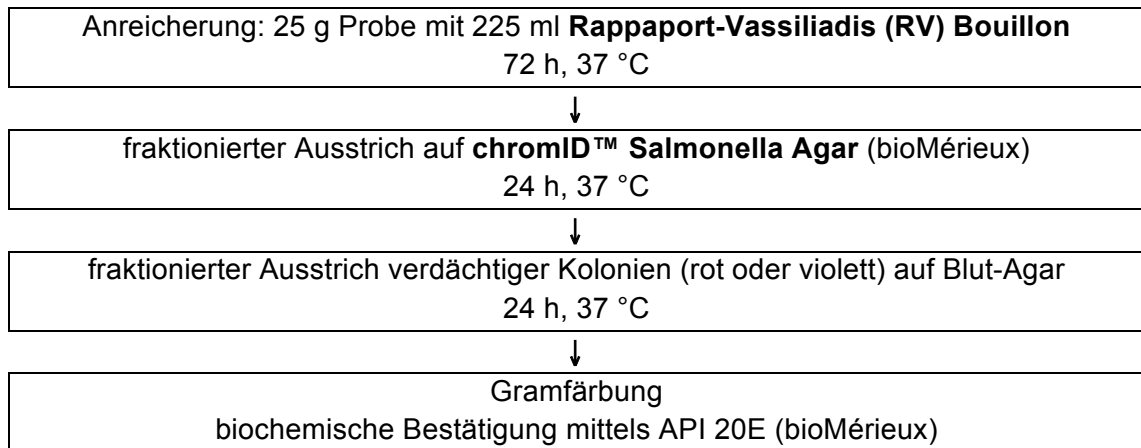


Abbildung 16: Fließdiagramm zur Anreicherung und Kultivierung von *Salmonella* spp.

3.7 Nachweis von Antibiotikaresistenzen

Im Anschluss an die Kultivierung sowie biochemische Bestätigung relevanter Stämme wurden diese erneut auf Blut-Agar ausgestrichen (24 h, 37 °C).

Die jungen Kolonien wurden schließlich auf die entsprechenden chromogenen Medien (von bioMérieux) zum Nachweis möglicher antibiotikaresistenter Stämme aufgetragen, siehe Abbildung 17.

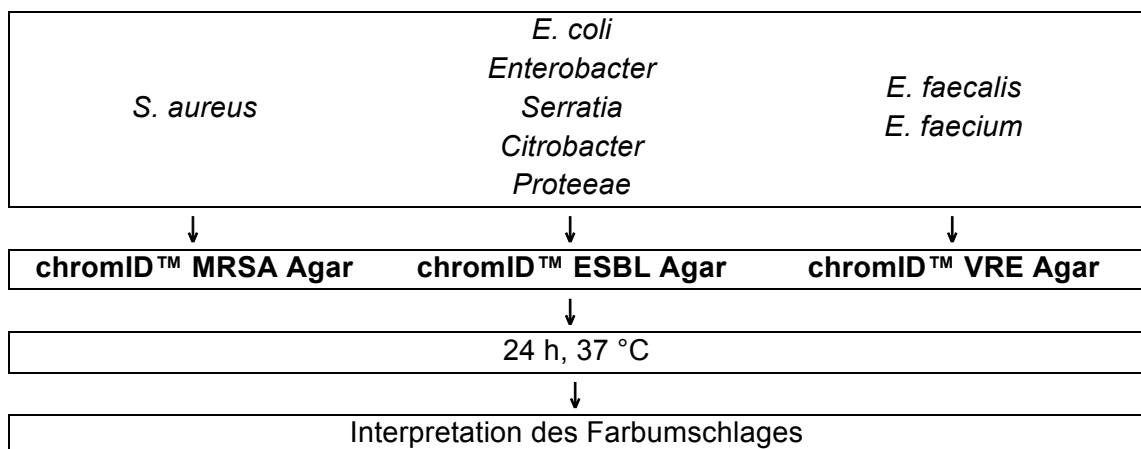


Abbildung 17: Fließdiagramm zum Nachweis von Antibiotika-resistenten *S. aureus*-, *Enterobacteriaceae*-, und Enterokokken-Stämmen.

4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Insgesamt wurden 80 verzehrfertige Obst- und Gemüseprodukte sowie Säfte und Smoothies analysiert. Der Probenumfang setzte sich aus drei Produktgruppen zusammen, wie aus Abbildung 18 ersichtlich.

Salat- und Gemüseprodukte (n= 25)

- 6 gemischte Salate (häufig mit Karotten, Mais, Tomaten, Blattsalaten)
- 7 Blattsalate (v.a. Rucola, Frisée, Endivie, Radicchio)
- 8 Gemüseprodukte (häufig mit Karotten, Tomaten, Gurken)
- 4 Kräuter (Schnittlauch, Petersilie)

Obst (n= 19)

- 8 sortenreine Obststücke (Melonen, Ananas, Mango)
- 11 gemischte Fruchtsalate (häufig mit Äpfeln, Trauben, Erdbeeren, Kiwi, Melonen)

Säfte und Smoothies (n= 36)

- 5 sortenreine Fruchtsäfte (Orange, Grapefruit)
- 4 sortenreine Gemüsesäfte (Karotte, Rote Rüben)
- 5 gemischte Fruchtsäfte (häufig mit Ananas, Orange, Banane)
- 12 gemischte Smoothies (häufig mit Karotten, Ingwer, Äpfeln, Trauben)
- 10 Smoothies mit Kräutern/Blattgemüse (v.a. mit Äpfeln, Minze, Spinat, Bananen)

Abbildung 18: Zusammensetzung des Probenumfangs.

31 (38,8 %) Produkte wurden offen zum Verkauf angeboten, 49 (61,2 %) waren bereits verpackt.

Von den ausgezählten Kolonien auf den einzelnen Nährböden wurde mittels Berechnung auf die tatsächliche Keimzahl geschlossen; siehe Abbildung 19. Im Anschluss wurden die Mittelwerte der ausgewerteten Platten berechnet. Der Faktor 10 ist bei jenen Nachweismethoden zu berücksichtigen, bei denen 0,1 ml der Keimsuspension auf die Agarplatte aufgetragen wurde.

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

Abbildung 19: Formel zur Berechnung der tatsächlichen Keimzahl ausgehend von der Anzahl sichtbarer Kolonien.

Sämtliche Berechnungen wurden in Microsoft Excel 2011 durchgeführt; die statistischen Auswertungen mittels SPSS 22 für Mac OS X 10.9. Ein p-value <0,05 gilt als signifikant. Da keine Normalverteilung der Daten vorlag, wurde ein Nicht parametrischer Test (Mann-Whitney-U-Test) herangezogen.

4.1 Quantitative Ergebnisse

Die höchste durchschnittliche Gesamtkeimzahl wies die Gruppe der Salat- und Gemüseprodukte mit $4,1 \times 10^6$ KBE/g (min= $1,0 \times 10^3$ KBE/g; Md= $1,1 \times 10^6$ KBE/g; max= $4,3 \times 10^7$ KBE/g) auf; bei den Obstprodukten lag der Mittelwert bei $2,9 \times 10^5$ KBE/g (min= $0,0 \times 10^1$ KBE/g; Md= $1,6 \times 10^3$; KBE/g; max= $4,0 \times 10^6$ KBE/g) und bei den Säften sowie Smoothies bei $1,1 \times 10^5$ KBE/g (min= $0,0 \times 10^1$ KBE/g; Md= $9,7 \times 10^3$ KBE/g; max= $2,3 \times 10^6$ KBE/g). Während sich die Werte der Salat- und Gemüseprodukte bei 52,0 % der Proben im Bereich $>1,0 \times 10^6$ KBE/g bewegten, zeigten 89,5 % der untersuchten Obstprodukte bzw. 80,6 % der Säfte und Smoothies Gesamtkeimzahlen $<1,0 \times 10^5$ KBE/g; ersichtlich ist die Verteilung der Proben in Abbildung 20.

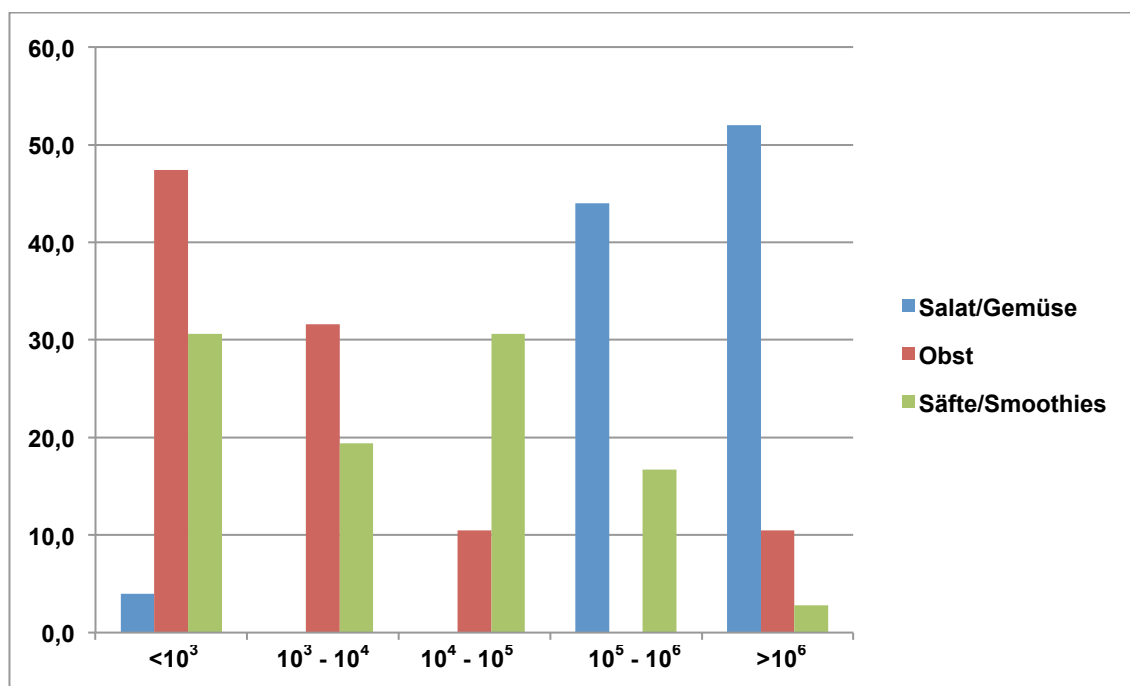


Abbildung 20: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gesamtkeimzahl in KBE/g, differenziert nach Produktgruppen.

Die durchschnittlichen Gehalte an Coliformen Bakterien betrugen bei den Salat- und Gemüseprodukten $7,6 \times 10^5$ KBE/g (min= $0,0 \times 10^1$ KBE/g; Md= $5,9 \times 10^4$ KBE/g; max= $6,1 \times 10^6$ KBE/g), wobei die Werte bei 60 % der Proben $<1,0 \times 10^5$ KBE/g lagen. Bei den Obststücken ließ sich ein Mittelwert von $1,8 \times 10^5$ KBE/g (min= $0,0 \times 10^1$ KBE/g; Md= $1,0 \times 10^1$ KBE/g; max= $3,5 \times 10^6$ KBE) und bei den Säften sowie Smoothies von $1,9 \times 10^4$ KBE/g (min= $0,0 \times 10^1$ KBE/g; Md= $6,0 \times 10^2$ KBE/g; max= $3,5 \times 10^6$ KBE/g) erkennen; 94,7 % bzw. 55,6 % der Produkte wiesen Werte von $<1,0 \times 10^3$ KBE/g auf. Die entsprechenden relativen Häufigkeiten sind in Abbildung 21 dargestellt.

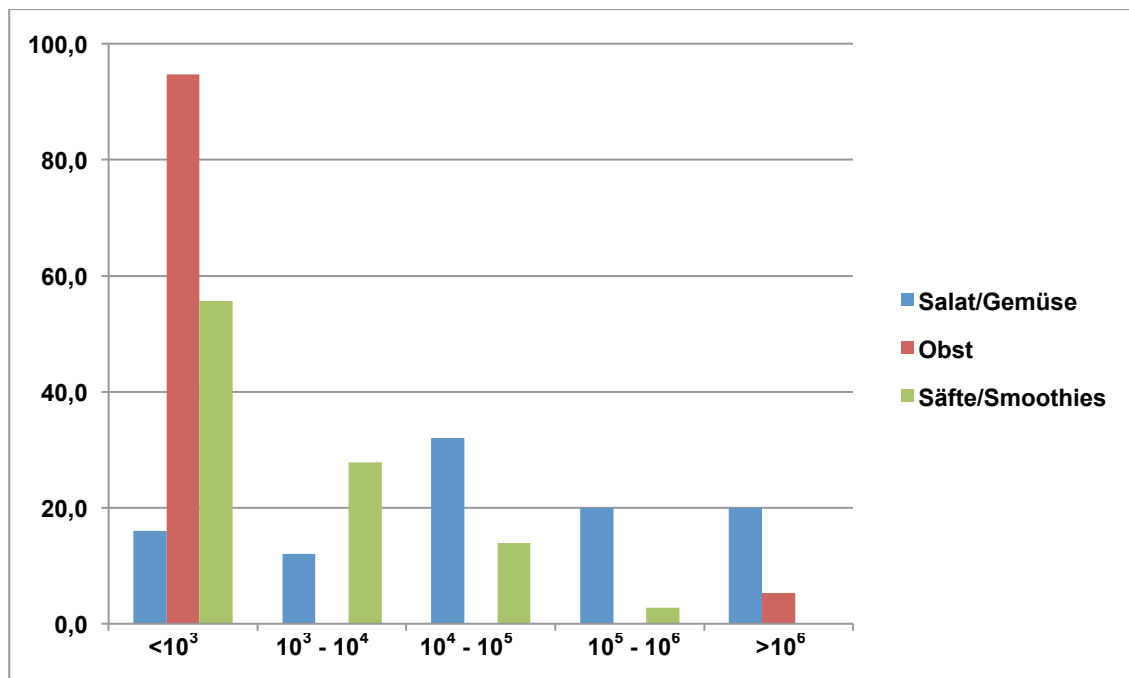


Abbildung 21: Relative Häufigkeiten der durchschnittlichen Gehalte an Coliformen Bakterien in KBE/g; differenziert nach Produktgruppen.

In dieser Studie wurde keine weitere Differenzierung in Genera vorgenommen. Verdächtige blaue Kolonien auf CCA-Agar (siehe Abbildung 22), die auf *E. coli* hindeuten, wurden mittels API 20E identifiziert. Die biochemische Bestätigung ergab in drei Proben das Vorkommen von *Pseudomonas luteola* sowie in einer Probe *Pantoea* spp. 3.

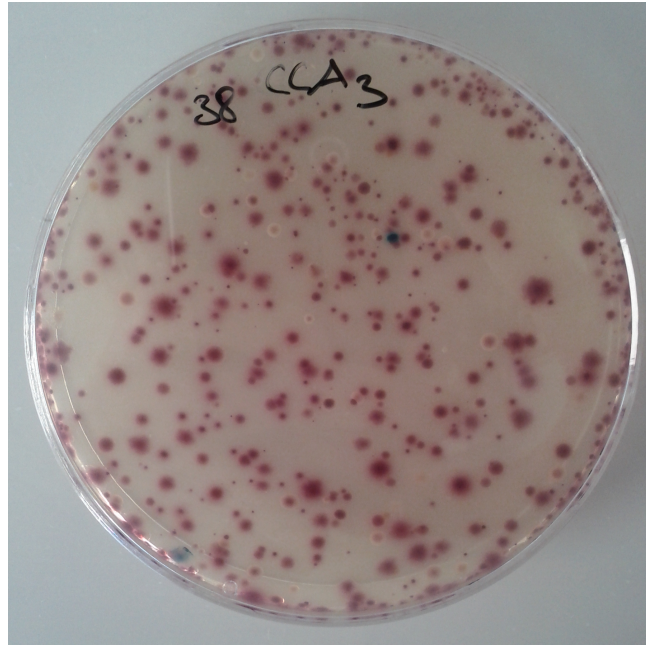


Abbildung 22: pinke und blaue Kolonien auf CCA-Agar [Eigene Aufnahme].

Kulturen (ohne weiterführender Differenzierung) von Schimmelpilzen und Hefen wurde bei insgesamt 70 Proben angelegt (siehe Abbildung 23); es konnte ein Durchschnittswert von $2,3 \times 10^3$ KBE/g (min= $0,0 \times 10^1$ KBE/g; Md= $1,1 \times 10^3$ KBE/g; max= $1,5 \times 10^4$ KBE/g) bei Salat- und Gemüseprodukten, $9,5 \times 10^2$ KBE/g (min= $0,0 \times 10^1$ KBE/g; Md= $7,7 \times 10^1$ KBE/g; max= $6,9 \times 10^3$ KBE/g) bei Obstprodukten sowie $6,5 \times 10^2$ KBE/g (min= $0,0 \times 10^1$ KBE/g; Md= $6,0 \times 10^1$ KBE/g; max= $7,9 \times 10^3$ KBE/g) bei Säften und Smoothies ermittelt werden. Differenziert betrachtet wurden in allen drei Lebensmittelgruppen höhere Gehalte bei Hefen als bei Schimmelpilzen festgestellt, wobei der gesamte Probenumfang, mit Ausnahme einer Schnittlauch-Probe, Werte im Bereich $< 1,0 \times 10^4$ KBE/g aufwies.

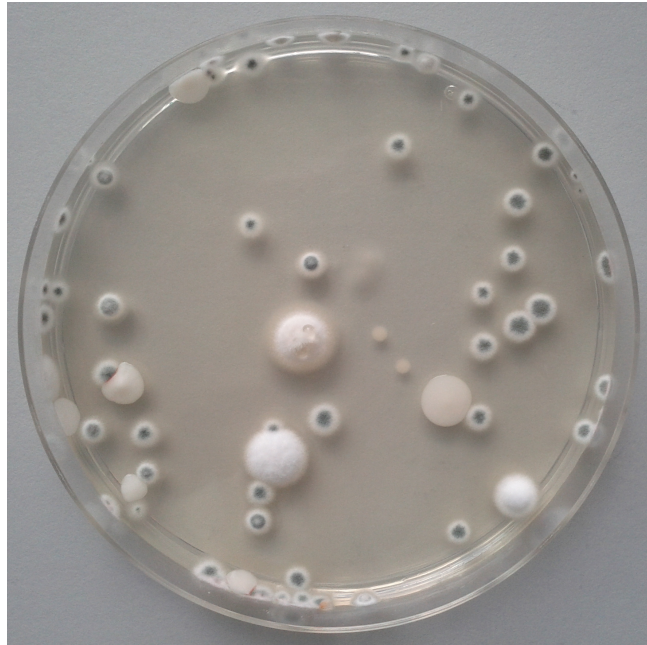


Abbildung 23: Schimmelpilze und Hefen auf YGC-Agar [Eigene Aufnahme].

B. cereus konnte aus dem Probenumfang nicht isoliert werden; keine Kultur zeigte die charakteristischen Kolonien mit Farbumschlag des Nährbodens. Der Nachweis von *C. perfringens* (n= 70) brachte ebenfalls keine positiven Ergebnisse hervor.

Enterokokken wurden in fünf Proben (6,3 %) im Umfang von $1,0 \times 10^1$ bis $6,7 \times 10^3$ KBE/g nachgewiesen, wobei es sich dabei um buntes Gemüse auf Blattsalat, Karottensaft, Jungzwiebelscheiben, gehackte Petersilie sowie Schnittlauch handelte. Eine nähere Identifizierung der Stämme wurde nicht vorgenommen.

Schwarze Kolonien mit deutlich erhelltem Hemmhof auf BP-Agar (siehe Abbildung 24) weisen auf *S. aureus* hin; dies konnte bei 14 Proben festgestellt werden, wobei die ermittelten Werte im Bereich von $1,0 \times 10^1$ bis $2,3 \times 10^3$ KBE/g lagen.

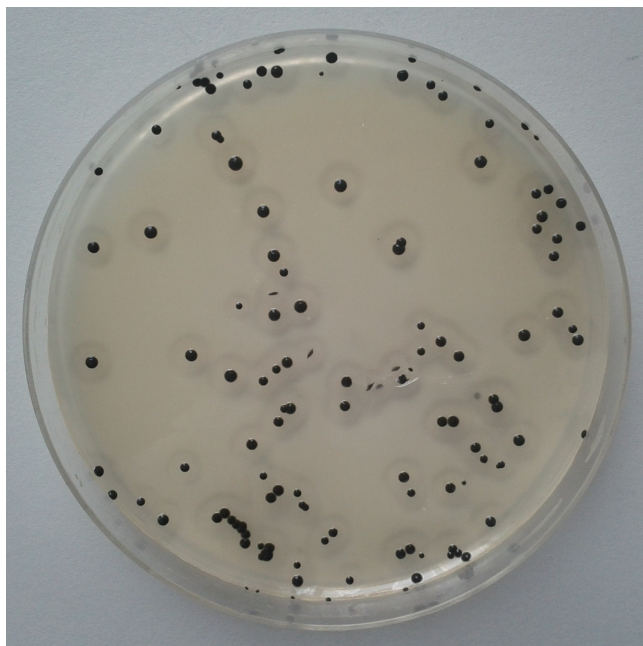


Abbildung 24: *S.aureus*-Kolonien mit Hemmhof auf BP-Agar [Eigene Aufnahme].

Die Gramfärbung zeigte bei allen verdächtigen Kolonien unverkennbare Staphylokokken; Hämolysetätigkeit auf Blut-Agar wurde bei fünf deutlich. Mittels API Staph (siehe Abbildung 25) wurde der Verdacht auf *S. aureus* letztlich bei zwei Stämmen (2,5 % des Probenumfangs) aus einer Mango- sowie Schnittlauch-Probe bestätigt; in Anhang 3 werden die weiteren Identifizierungen aufgelistet.



Abbildung 25: API Staph-Teststreifen eines *S. aureus*-Stammes nach Zugabe der Reagenzien [Eigene Aufnahme].

4.2 Qualitative Ergebnisse

Der Nachweis von *Campylobacter* spp. in jeweils 10 bzw. 25 g Probenmaterial (n= 65) brachte ausschließlich negative Ergebnisse hervor. Auffällige Kolonien auf Campylosel Agar konnten unter dem Mikroskop nicht als charakteristisch spiralförmige Stäbchen identifiziert werden; somit wurde keine weitere Bestätigung mittels API Campy vorgenommen.

Salmonella spp. konnte in den untersuchten Produkten dieser Studie ebenfalls nicht nachgewiesen werden. Die Kulturen zweier Proben zeigten verdächtige violette Kolonien auf chromID™ Salmonella Agar; mittels API 20E wurden diese als *Pantoea* spp.1 bzw. spp. 3 identifiziert.

Verdächtige blaue Kolonien auf ALOA-Agar wurden nach Gram gefärbt (siehe Abbildung 26) und zeigten in zwölf Fällen die typischen morphologischen Merkmale von *Listeria* spp.; Hämolysetätigkeit auf Blut-Agar wurde bei sechs Stämmen deutlich sichtbar (siehe Abbildung 27).

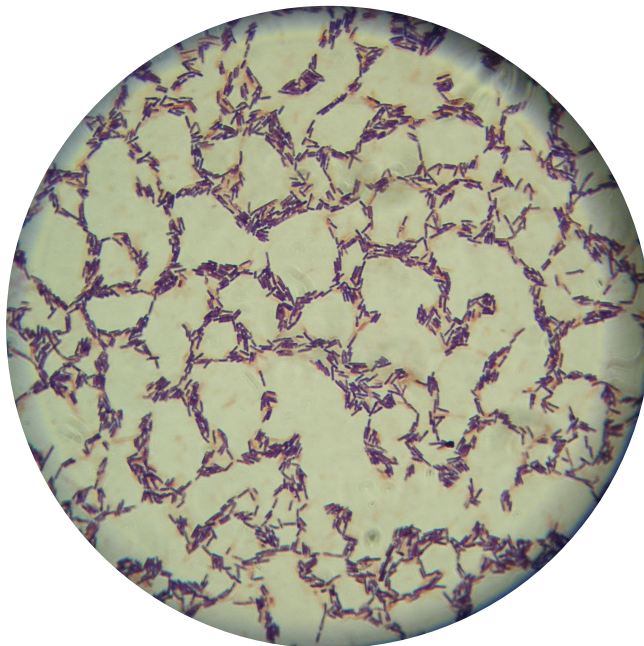


Abbildung 26: Listerien nach Gram gefärbt; Aufnahme unter dem Mikroskop [Eigene Aufnahme].

Das Vorkommen von *L. monocytogenes* konnte mit Hilfe von API Listeria letztlich nicht bestätigt werden, jedoch deuteten die Ergebnisse dreimal auf *L. ivanovii* hin; dabei handelte es sich um die isolierten Stämme aus zwei Smoothies mit Blattgemüsen sowie einmal gemischten Blattsalaten.



Abbildung 27: Hämolysetätigkeit von Listerien auf Blut-Agar [Eigene Aufnahme].

4.3 Nachweis von Antibiotikaresistenzen

Die biochemisch bestätigten *S. aureus*-Stämme sowie Enterokokken-Kolonien wurden auf die entsprechenden chromogenen Nährmedien aufgetragen, um etwaige Antibiotikaresistenzen zu ermitteln. Während bei den zwei *S. aureus*-Stämmen kein Farbumschlag auf chromID™ MRSA Agar-Platten zu beobachten war, brachte die Kultivierung der Enterokokken auf chromID™ VRE-Agar ein positives Ergebnis hervor. Die violette Färbung des fraktionierten Ausstrichs aus einer Schnittlauch-Probe deutete auf *E. faecalis* mit erworbener Vancomycin-Resistenz hin, siehe Abbildung 28.



Abbildung 28: fraktionierter Ausstrich von Enterokokken auf chromID™ VRE-Agar [Eigene Aufnahme].

4.4 Diskussion

Die Salat- und Gemüsezubereitungen wiesen im Vergleich zu den Obstprodukten signifikant höhere Durchschnittswerte hinsichtlich der Gesamtkeimzahl ($p=0,000$) sowie dem Gehalt an Coliformen Bakterien ($p=0,000$) auf. Diese Differenzen könnten auf mehrere Faktoren zurückgeführt werden; die Acidität von Früchten – ihr pH-Wert liegt in der Regel <5 – inhibiert in Kombination mit Kühlschranktemperaturen tendenziell mikrobielles Wachstum. Darüber hinaus kann die Schale vieler Obstsorten eine wirkungsvolle Barriere gegen das Eindringen von Mikroorganismen darstellen. Salatpflanzen, Wurzelgemüse oder bodennah gedeihende Gemüsesorten hingegen kommen mit Erde, Gießwasser und Dünger in direkten Kontakt, wodurch sich weitere Verunreinigungen ergeben können [Abadias et al., 2008]. Zusätzlich bieten Salatblätter und Kräuter besonders große Angriffsflächen für Mikroorganismen [Aycicek et al., 2006]. In diesem Zusammenhang ermittelten Abadias et al. die höchsten Keimzahlen bei Salatzubereitungen mit Karotten als Zutat [Abadias et al., 2008]; in dieser Studie konnten keine signifikant höheren

Werte hinsichtlich Gesamtkeimzahl ($p = 0,611$) oder Coliformen Bakterien ($p = 0,111$) festgestellt werden.

Die analysierten Säfte und Smoothies wiesen im Vergleich zu den anderen beiden Produktgruppen die geringsten durchschnittlichen Gehalte hinsichtlich Gesamtkeimzahl, Coliformen Bakterien sowie Schimmelpilzen und Hefen auf. Zwischen den Darreichungsformen (unmittelbar vor dem Kauf zubereitet bzw. vorverpackt) der Waren konnte kein signifikanter Unterschied der Keimzahlen festgestellt werden ($p = 0,144$; $p = 0,340$; $p = 0,093$).

Die Gesamtkeimzahl stellt einen ersten Parameter für die mikrobiologische Beschaffenheit eines Produktes dar und kann als Indikator für die Umsetzung der guten Hygienepaxis auf allen Herstellungs- und Vertriebsstufen gesehen werden [Abadias et al., 2008] [De Giusti et al., 2010]. Die durchschnittlich erhobene Gesamtkeimzahl von vorgeschnittenen Salat- und Gemüseprodukten lag in dieser Studie im Bereich von $1,0 \times 10^6$ KBE/g und spiegelt somit die Ergebnisse vergleichbarer Studien wider [Abadias et al., 2008] [Althaus et al., 2012] [Seow et al., 2012] [Valentin-Bon et al., 2008]. Konkret wiesen 52,0 % der analysierten Produkte Werte $>1,0 \times 10^6$ KBE/g auf, jedoch wurde der von der DGHM definierte Richtwert von $5,0 \times 10^7$ KBE/g für diese Produktgruppe [DGHM, 2011] von keiner Probe überschritten. Ein äquivalenter Richtwert liegt für geschnittenes und abgepacktes Obst vor; dieser beträgt $1,0 \times 10^7$ KBE/g [DGHM, 2011]. Die Gesamtheit der hier untersuchten Obstwaren lag unter diesem Wert; in 47,4 % der Proben wurde eine Gesamtkeimzahl von $<1,0 \times 10^3$ KBE/g ermittelt. Andere Autoren konnten die im Vergleich zu Salat- und Gemüseprodukten geringeren Keimgehalte ebenfalls beobachten [Abadias et al., 2008] [Althaus et al., 2012]. Für die dritte analysierte Warengruppe dieser Arbeit – nicht pasteurisierte Frucht- und Gemüsesäfte sowie Smoothies – wurden bis dato keine Richt- oder Warnwerte empfohlen. Die Resultate bewegten sich in dieser Studie in 80,6 % der Fälle im Bereich $<1,0 \times 10^5$ KBE/g, davon lag rund ein Drittel $<1,0 \times 10^3$ KBE/g. Die hier ermittelten Keimzahlen streuen auch innerhalb der drei Produktgruppen stark;

rein optisch konnten diese Unterschiede nicht ausgemacht werden. Die Gesamtkeimzahl besitzt generell geringe Aussagekraft hinsichtlich der sensorischen Produktqualität [Montville und Matthews, 2008a]; Ragaert et al. kamen in einem Review zu dem Schluss, dass sich Qualitätseinbußen bei mikrobieller Kolonisation im Ausmaß $>1,0 \times 10^7$ bis $1,0 \times 10^8$ KBE/g allmählich manifestieren [Ragaert et al., 2007]. Abgesehen vom äußeren Erscheinungsbild wurden weitere Parameter der Sensorik in dieser Arbeit nicht beurteilt.

Die Gruppe der Coliformen Bakterien umfasst diverse Genera innerhalb der Enterobakterien, die allesamt in Wasser, Boden und der Vegetation vorkommen [Environment Agency, 2002]. Deren Präsenz, v.a. *Enterobacter* spp. sowie *Klebsiella* spp., auf bzw. in Salat- und Gemüseprodukten war daher durchaus zu erwarten [Johannessen et al., 2002]. In dieser Arbeit wurde keine weitere Differenzierung in Genera vorgenommen, die Kolonien auf CCA-Agar wurden lediglich anhand deren Färbung unterschieden; pinke Kolonien wurden als Coliforme Bakterien erfasst, blaue als mutmaßliche *E. coli*-Stämme. 72,0 % der Salat- bzw. Gemüseproben wiesen einen Gehalt an Coliformen Bakterien von $>1,0 \times 10^4$ KBE/g auf; somit korrespondieren die Ergebnisse mit gleichartigen Studien [Seow et al., 2012] [Campos et al., 2013] [Sant'Ana et al., 2011]. Wie bereits durch die Gesamtkeimzahl angedeutet, bewegten sich die Werte der Obstwaren sowie Säfte und Smoothies im Vergleich mit den Salat- und Gemüseprodukten in geringeren Bereichen; die Gehalte liegen bei 94,7 bzw. 55,6 % der Proben $<1,0 \times 10^3$ KBE/g, andere Autoren konnten dies ebenso dokumentieren [Abadias et al., 2008] [Badosa et al., 2008].

Im Gegensatz zu nicht-fäkalen Coliformen Keimen wird das Vorkommen von *E. coli* als geeigneter Indikator für fäkale Verunreinigungen von Frischwaren gesehen [De Roever, 1998]. Vorgeschnittene Blattsalate und Kräuter sind aufgrund ihrer großen Oberfläche besonders anfällig für mikrobielle Kontaminationen [Aycicek et al., 2006], *E. coli* wurde aus derartigen Produkten wiederholt isoliert [Abadias et al., 2008] [Valentin-Bon et al., 2008] [Caponigro et al., 2010] [Althaus et al., 2012]. *E. coli* kann neben *S. enterica* am

häufigsten mit lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen nach dem Verzehr von Ready-to-eat Obst- und Gemüseprodukten assoziiert werden [Brandl, 2006]. Zwei Epidemien sorgten in den letzten 20 Jahren für besonderes Aufsehen. 1996 wurden mit *E. coli* O157:H7 verunreinigte Radieschen-Sprossen als kausales Agens für mehr als 6.000 Erkrankungsfällen in Japan identifiziert [Watanabe et al., 1999]; dem EHEC-Ausbruch 2011 in Deutschland (mit 3.842 Erkrankungsfällen und 53 Todesopfern) lagen Bockshornklee-Sprossen zugrunde, deren Samen mit *EHEC* O104:H4 kontaminiert waren [BfR, 2011a]. In dieser Arbeit konnten verdächtige blaue Kolonien auf CCA-Agar nicht als *E. coli* bestätigt werden. Die API-Systeme identifizierten diese als *Pseudomonas luteola* und *Pantoea* spp. 3. Beide besiedeln naturgemäß die pflanzliche Phyllosphäre [Lindow und Brandl, 2003].

Die DGHM sieht bei Mischsalaten sowie geschnittenen und abgepackten Obstwaren Richtwerte von $1,0 \times 10^5$ KBE/g für Hefen und $1,0 \times 10^3$ KBE/g für Schimmelpilze vor [DGHM, 2011]; für Frucht- und Gemüsesäfte oder Smoothies sind keine äquivalenten Empfehlungen vorhanden – bei den untersuchten Produkten kam es zu keiner Überschreitung der entsprechenden Werte. Es konnte dominierendes Wachstum der Hefekolonien gegenüber den Schimmelpilzen beobachtet werden. Produkt- und sortenspezifisch unterlagen die Resultate vergleichbarer Studien großen Schwankungen, mehrheitlich wurden – wie auch in dieser Studie – höhere Gehalte bei Salat- und Gemüseproben als bei Obstwaren ermittelt [Abadias et al., 2008] [Seow et al., 2012] [Tournas, 2005] [Tournas et al., 2006]. Exzessives Wachstum in Frischwaren kann in Folge vernachlässigter Hygienepraktiken oder Kühlketten auftreten. Während Hefen in der Regel zu sensorischen Qualitätsverlusten der Ware führen, können mit dem Verzehr mykotoxin-belasteter Produkte durchaus gesundheitliche Risiken, beispielsweise das Auftreten von Allergien, verbunden sein [Tournas, 2005] [Tournas et al., 2006].

Die Endosporen von *B. cereus* oder *C. perfringens* sind weitverbreitete Lebensmittel-Kontaminanten; Verunreinigungen pflanzlicher Lebensmittel

können sich bei der Kultivierung (siehe Kapitel 2.6.2) oder während des Herstellungsprozesses ergeben. Vegetative Zellen sind in der Lage, unter vielfältigen Temperatur-, pH- sowie Wasseraktivitätsbedingungen auszukeimen [Carlin, 2011]. In dieser Arbeit konnten die beiden Sporenbildner nicht nachgewiesen werden; vereinzelt wurden sie bereits in geringem Ausmaß aus pflanzlichen Lebensmitteln isoliert [Valero et al., 2002] [Santos et al., 2012] [Nguyen-The, 2012]. Um spezifische Erkrankungen (siehe Kapitel 3.1.5 sowie 3.1.7) auszulösen, müssen sich beide im Lebensmittel erst auf $1,0 \times 10^6$ bis $1,0 \times 10^8$ KBE/g vermehren [EFSA, 2005a] [EFSA, 2005b]. Nach dem Verzehr von verunreinigtem Obst oder Gemüse wird bei *B. cereus* in Folge von Beschwerden des Diarrhoe-Typs ausgegangen [Valero et al., 2002], bei *C. perfringens* vom Typ A mit der Fähigkeit zur Enterotoxin-Bildung [Messelhäußer und Busch, 2011].

Die biochemische Bestätigung verdächtiger Kolonien auf BP-Agar identifizierte zwei Stämme als *S. aureus*, die im Ausmaß von $7,0 \times 10^1$ KBE/g in Mangostücken bzw. $9,0 \times 10^1$ KBE/g in geschnittenem Schnittlauch nachgewiesen wurden. Voraussetzungen für sogenannte Staphylokokken-Enterotoxikosen sind die starke Vermehrung des Bakteriums im Lebensmittel auf Keimzahlen $>1,0 \times 10^5$ KBE/g und die Bildung von Enterotoxinen [Bryan et al., 1997]. Für die Sicherheitsbeurteilung eines verunreinigten Lebensmittels gilt es in Folge zu beachten, dass der alleinige kulturelle Nachweis hoher Keimzahlen keine Aussagen über die Anwesenheit der Enterotoxine zulässt – erst durch deren direkten Nachweis kann die Gesundheitsschädlichkeit des Produktes bestätigt werden [Bülte, 2004]. Die DGHM empfiehlt für geschnittenes und abgepacktes Obst den Richtwert von $1,0 \times 10^2$ KBE/g für Koagulase-positive Staphylokokken; dieser ist vom verunreinigten Mango-Produkt nicht überschritten worden. In den Empfehlungen für Mischsalate wird dieses Bakterium hingegen nicht berücksichtigt [DGHM, 2011]. *S. aureus* besiedelt als Kommensale die Haut sowie Schleimhäute der oberen Atemwege bei 30 bis 50 % der Bevölkerung, Lebensmittel werden daher in erster Linie bei mangelnder Personalhygiene,

konkret durch den direkten Kontakt mit Wunden oder Husten bzw. Niesen auf das Produkt, kontaminiert. Inadäquate Lagertemperaturen oder das Unterbrechen der Kühlkette können das Wachstum des Bakteriums in weiterer Folge begünstigen [Le Loir et al., 2003]. Beide *S. aureus*-Stämme zeigten bei der Kultivierung auf chromID™ MRSA Agar keinen grünen Farbumschlag des Nährbodens und gaben somit keinen Hinweis auf Methicillin-Resistenz. MRSA wurden zwar bereits in Lebensmitteln tierischen Ursprungs nachgewiesen, nach aktuellem wissenschaftlichen Stand gelten sie jedoch primär nicht als lebensmittelassoziierte Pathogene [Wendlandt et al., 2013]. *S. lentus*, *S. hominis*, *S. xylosus* sowie *S. warneri* wurden ebenfalls aus dem Probenumfang isoliert; sie sind allesamt Koagulase-negativ – können aber mit Ausnahme von *S. hominis* Enterotoxine bilden. Aus diesem Grund muss auch ihnen Beachtung als Lebensmittel-Kontaminanten geschenkt werden [Jay et al., 2005].

Das Vorkommen von Enterokokken ist ubiquitär; vorwiegend besiedeln sie allerdings den Gastrointestinaltrakt von Mensch und Tier. Gelangen sie über Ausscheidungen in die Umwelt, können sie selbst unter widrigen Bedingungen fortbestehen bzw. wachsen und in weiterer Folge sowohl aus Lebensmitteln tierischen Ursprungs, als auch aus Böden, Oberflächengewässern, Pflanzen oder Feldfrüchten isoliert werden und dienen daher als Hygieneindikatoren. Die Pathogenität von Enterokokken wird üblicherweise als gering eingestuft; gegenwärtige Bedenken richten sich gegen deren mögliche Antibiotikaresistenzen und Virulenzfaktoren [Giraffa, 2002]. In dieser Arbeit wurden Enterokokken aus 6,3 % der Proben, konkret vier Salat- und Gemüseprodukten sowie einem Gemüsesaft isoliert; die höchsten Werte wurden in geschnittenem Schnittlauch bzw. gehackter Petersilie ermittelt. Das Vorkommen von Enterokokken in diversen pflanzlichen Lebensmitteln wurde von anderen Autoren ebenfalls dokumentiert [Mc Gowan et al., 2006] [Allen et al., 2013] [Johnston et al., 2006] [Gomes et al., 2008]. Die Kolonien aus der Schnittlauch-Probe zeigten darüber hinaus violette Färbung auf chromID™ VRE Agar, wodurch diese als *E. faecalis* mit erworbener

Vancomycin-Resistenz erfasst wurden. Die Aussagekraft dieses Einzelergebnisses ist freilich begrenzt, zumal die Resultate anderer Arbeiten auf die Dominanz von *E. faecium* in pflanzlichen Lebensmitteln hindeuten und die darin vorgefundenen Enterokokken keine Resistenzen gegenüber Glykopeptiden aufwiesen [Allen et al., 2013] [Abriouel et al., 2008] [Schwaiger et al., 2011] [Johnston und Jaykus, 2004].

Campylobacter spp. konnte in den untersuchten Produkten (n= 65) nicht nachgewiesen werden. Die Abwesenheit dieses Bakteriums wurde von Sagoo et al. bei biologisch erzeugten Gemüsesorten zum Rohverzehr [Sagoo et al., 2001], Whyte et al. bei verzehrfertigen Salaten [Whyte et al., 2004] und Abadias et al. bei diversen Ready-to-eat Obst- und Gemüseprodukten [Abadias et al., 2008] dokumentiert. Generell werden tierische Lebensmittel, allen voran Geflügelfleisch und Rohmilch sowie Trinkwasser als primäre Quellen für *Campylobacter* spp. gesehen [Kapperud et al., 2003] [Studahl und Andersson, 2000]. Obst und Gemüse wird nach vorherrschender Meinung erst bei der Zubereitung über Kreuzkontamination, beispielsweise mit rohem Hühnerfleisch, verunreinigt [Verhoeff-Bakkenes et al., 2011]. Kärenlampi und Hänninen beimpften Eisbergsalat, Gurkenscheiben, geriebene Karotten, Melonenstücke sowie Erdbeeren mit *C. jejuni*-Stämmen, die sie aus Hühnern sowie infizierten Personen isolierten und beobachteten deren Überlebensraten bei unterschiedlichen Lagerbedingungen. Auf allen Lebensmitteln überlebten die Bakterien in einem potentiell gesundheitsschädlichem Ausmaß [Kärenlampi und Hänninen, 2004]. Das Vorkommen des Bakteriums auf unverarbeiteten pflanzlichen Lebensmitteln wurde ebenso mehrfach aufgezeigt [Chai et al., 2007] [Kumar et al., 2001] [Warriner, 2005]; mögliche Kontaminationswege und -quellen wurden in Kapitel 2.6.2 diskutiert. Niederländische Autoren kamen dennoch zu dem Schluss, dass das statistische Risiko an einer Campylobacteriose zu erkranken, nach dem Verzehr abgepackter und vorgeschnittener Gemüseprodukte höher liegt, als bei unverarbeiteter Ware [Verhoeff-Bakkenes et al., 2011].

Die qualitativen Nachweisverfahren von *L. monocytogenes* sowie *Salmonella* spp. brachten in dieser Arbeit keine positiven Ergebnisse hervor. Sämtliche Proben erfüllten somit die Lebensmittelsicherheitskriterien laut VO (EG) Nr. 2073/2005, wonach die Qualität von verzehrfertigen Lebensmitteln bei Nichtvorhandensein dieser beiden Pathogene mit befriedigend beurteilt werden kann [VO (EG) Nr. 2073/2005]. Die veröffentlichten Richt- und Warnwerte der DGHM beziehen sich bei Mischsalaten sowie geschnittenem und abgepacktem Obst bei Abgabe an den Verbraucher ebenfalls auf diese Verordnung [DGHM, 2011]. In den vergangenen Jahren wurden sowohl *L. monocytogenes*, als auch *Salmonella* spp. wiederholt aus vorgeschnittenen Salatzubereitungen isoliert; die Prävalenz lag mehrheitlich in geringen Prozentbereichen; siehe Tabelle 11. Kontaminationen von Fresh-cut Obstprodukten per se wurden auch in früheren Studien nicht festgestellt [Abadias et al., 2005] [Althaus et al., 2012]. Versuchsreihen, in denen unterschiedliche Früchte mit *L. monocytogenes*-Stämmen beimpft wurden, zeigten dennoch auf, dass das Bakterium im sauren Milieu fortbestehen kann [Ukuku und Fett, 2002] [Penteado und Leitão, 2004] [Flessa et al., 2005] [Caggia et al., 2009]. Das Wachstum von *Salmonella* spp. wird beispielsweise ebenso wenig durch die Acidität von Orangen inhibiert; nicht pasteurisierter Orangensaft wurde bereits mehrfach mit Krankheitsausbrüchen assoziiert [Khan et al., 2007] [Sospedra et al., 2012] [Jain et al., 2009]. Die biochemische Bestätigung mittels API Listeria deutete bei drei verdächtigen Kolonien auf *L. ivanovii* hin. Innerhalb der Gattung *Listeria* spp. wird diese Spezies neben *L. monocytogenes* als pathogen angesehen, wobei sie vorrangig mit Fehlgeburten bei Wiederkäuern assoziiert wird [Low und Donachie, 1997]; Infektionen bei Menschen wurden bislang ausgesprochen selten dokumentiert [Snapir et al., 2006]. Nach derzeitigem Standpunkt wird *L. ivanovii* tendenziell geringe Bedeutung als Lebensmittelpathogen zugesprochen. Es wurde zwar bereits aus verzehrfertigen Speisen isoliert [Soriano et al., 2001] [Bouayad und Hamdi, 2012], in Gegensatz zu *L. monocytogenes* fehlt jedoch der cytotoxische Faktor, wodurch es vermutlich geringere Virulenz aufweist [Snapir et al., 2006].

Es gilt noch zu erwähnen, dass sich frühere Studien hinsichtlich der Methodik, v.a. bei den verwendeten Nährmedien und analysierten Produkten, zum Teil wesentlich von dieser Arbeit unterschieden haben. Ein Vergleich der Ergebnisse konnte daher in vielen Fällen lediglich indikativ gezogen werden. Verschiedenartige Kultivierungs-, Ernte- oder Produktionsbedingungen der Lebensmittel können sich ebenfalls in stark differierenden Resultaten widerspiegeln.

Werden die vorliegenden Ergebnisse resümiert, so lässt sich die mikrobiologische Qualität der untersuchten Produkte als zufriedenstellend beurteilen. Sowohl die verbindlichen Lebensmittelsicherheitskriterien der Europäischen Kommission, als auch empfohlene Richt- und Grenzwerte der DGHM wurden von sämtlichen Proben eingehalten. Obwohl in dieser Studie keine pathogenen *E. coli*, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* oder *Campylobacter* spp. nachgewiesen wurden, unterstreichen einzelne Resultate einmal mehr die Notwendigkeit der Implementierung guter Hygienepraktiken sowie einwandfreier Personalhygiene auf allen Verarbeitungs- und Vertriebsstufen. Um den Konsumentinnen und Konsumenten mikrobiologisch einwandfreie Produkte anbieten zu können, ist die Gewährleistung einer durchgängigen Kühlkette wohl ein entscheidender Faktor.

4.4.1 Einschränkungen

Der Untersuchungszeitraum in dieser Studie erstreckte sich lediglich von Februar bis Ende April, somit konnten mögliche saisonale Unterschiede der mikrobiologischen Produktqualität nicht evaluiert werden. Das BfR stellte bei der Untersuchung von Mischsalaten fest, dass diese in den Wintermonaten deutlich weniger häufig mit apathogenen *Listeria* spp. belastet waren als im Frühjahr. Zurückgeführt wurde dies auf unterschiedliche Kultivierungsbedingungen und Düngeverhalten. Salat und Gemüse wird im Winter vorrangig in Gewächshäusern gezüchtet und ist nur bedingt äußeren Umwelteinflüssen ausgesetzt. Freilandgemüse hingegen kann durch den Kontakt mit Erde, Regen, Tieren oder Fäces verunreinigt werden [BfR, 2011b].

Die mikrobiologischen Analysen dieser Studie beschränkten sich auf kulturelle Methoden sowie API-Systeme. Anspruchsvolle Sporenbildner werden jedoch bei Koloniezählverfahren häufig nicht erfasst [Postollec et al., 2010]. Darüber hinaus befinden sich bakterielle Zellen zuweilen in stressinduzierten Ruhestadien, in denen sie zwar lebendig, mit Routinemethoden der Mikrobiologie jedoch nicht zu detektieren sind (im Englischen als „VBNC“, viable but nonculturable, bezeichnet). Beschrieben wurde dieses Phänomen beispielsweise bei *Campylobacter* spp., *Enterococcus* spp., *E. coli*, *Listeria* spp. oder *Salmonella* spp. in Lebensmitteln [Oliver, 2005]. Somit ist auch in dieser Studie die Unterschätzung tatsächlich belasteter Proben möglich.

Die Auswahl verzehrfertiger Obst- und Gemüseprodukte, nicht pasteurisierter Säfte sowie Smoothies auf dem Wiener Markt ist umfangreich; aus diesem Grund sollte mit dieser Studie ein Überblick über deren mikrobiologische Qualität ermöglicht werden. Der daraus resultierende heterogene Probenumfang schränkte jedoch auch die Aussagekraft produktspezifischer Ergebnisse und statistischer Auswertungen ein.

5 SCHLUSSBETRACHTUNG

Unter verzehrfertigen Obst- und Gemüseprodukten können rohe, gewaschene, zerkleinerte und geringfügig verarbeitete Waren verstanden werden, die unmittelbar und ohne weitere Zubereitung genießbar sind. Die Produktpalette auf dem österreichischen Markt ist vielfältig: vorgeschnittene Blattsalate in Beuteln, Salatmahlzeiten in Kunststoffschalen, gehackte Kräuter, küchenfertiges Gemüse oder aufgeschnittene Fruchtstücke und -salate sind in unzähligen Varianten erhältlich. Frisch gepresste Säfte und Smoothies zählen ebenfalls zu dieser Produktgruppe; hierbei sind Kombinationen mit Kräutern oder Blattgemüse derzeit sehr populär. Die Herstellung von Salatprodukten erfolgt in der Regel industriell. Die Rohstoffe werden zu Beginn grob gereinigt, anschließend geschnitten, gewaschen und (häufig) unter modifizierter Atmosphäre verpackt. Größere Supermärkte bereiten vorgeschnittene Obst- und Gemüsewaren oder Säfte zum Teil hauseigen zu; sie bieten auch große Zitruspressen oder offene Salattheken, an denen sich der Kunde selbst bedienen kann. Eigene Saft- oder Smoothie-Bars haben sich in den vergangenen Jahren ebenfalls etabliert; dort werden die Getränke meist unmittelbar vor dem Kauf gepresst und gemixt.

Bereits gereinigte und zerkleinerte pflanzliche Lebensmittel bieten viele Annehmlichkeiten für die Konsumentinnen und Konsumenten, andererseits erhöhen diese Verarbeitungsschritte die Verderblichkeit der Produkte um ein Vielfaches. In weiterer Folge können sich nicht nur sensorische Qualitätseinbußen manifestieren; abträgliche Mikroorganismen oder Pathogene finden auf den Schnittflächen ebenso gute Wachstumsbedingungen vor. Mikrobielle Verunreinigungen können sich bereits vor der Ernte, wie auch später im Herstellungsprozess und Vertrieb – durch Kreuzkontaminationen, missachtete Hygienepraktiken oder mangelnde Personalhygiene – ergeben. Werden die Produkte schließlich bis zum Verzehr nicht ordnungsgemäß gelagert bzw. gekühlt, können sich die Mikroorganismen im Produkt vermehren und gegebenenfalls Toxine bilden. Pathogene wie *E. coli*, *L. monocytogenes*,

Salmonella spp. oder *Shigella* spp. wurden bereits aus den unterschiedlichsten Produktvariationen isoliert und zum Teil mit lebensmittelbedingten Erkrankungsfällen assoziiert.

Die Europäische Kommission hat verbindliche Lebensmittelsicherheits- sowie Prozesshygienekriterien erstellt, gemeinsam mit mikrobiologischen Richt- und Grenzwerten können nachgewiesene Keimgehalte richtig interpretiert werden. Mit Hilfe der vorliegenden Ergebnisse kann die mikrobiologische Qualität der analysierten verzehrfertigen Obst- und Gemüseprodukte auf dem Wiener Markt als zufriedenstellend beurteilt werden. Einzelne Resultate unterstreichen dennoch die Notwendigkeit guter Hygienepraktiken in der gesamten Produktkette.

Konsumentinnen und Konsumenten sollten dahingehend sensibilisiert werden, dass derartige Produkte empfindliche Lebensmittel darstellen, deren Kühlkette nicht unterbrochen werden darf und die nach dem Kauf möglichst rasch verzehrt werden sollten. Als weitere Maßnahme zur Verringerung der Keimbelastung von abgepackten Salaten kann das erneute gründliche Waschen mit Trinkwasser vor dem Verzehr empfohlen werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Frisches Obst und Gemüse bildet die Basis einer gesunden Ernährungsweise, fünf Portionen sollen davon pro Tag verzehrt werden. Bereits verzehrfertige Obst- und Gemüsezubereitungen können dazu beitragen, diese Empfehlung im Alltag einfacher umzusetzen. Die Produktpalette umfasst mittlerweile eine großzügige Auswahl gewaschener und geschnittener Salate, küchenfertiger Kräuter und Gemüse sowie zerkleinerter Obststücke, die ohne weitere Zubereitung konsumiert werden können; nicht pasteurisierte Frucht- und Gemüsesäfte sowie Smoothies versprechen darüber hinaus natürlich frischen Trinkgenuss. Zweifelsohne bieten derartige Waren viele Annehmlichkeiten für Konsumentinnen und Konsumenten, dennoch handelt es sich um rohe, empfindliche Lebensmittel, die in der Regel nicht erhitzt wurden. Aus diesem Grund können sie als potentielle Vehikel für pathogene Mikroorganismen dienen. Verunreinigungen sind im gesamten Produktzyklus möglich und sind häufig Folge missachteter Hygienepraktiken in der Herstellung oder mangelnder Personalhygiene.

Ziel dieser Arbeit war ein umfangreiches mikrobiologisches Screening verschiedenster verzehrfertiger Obst- und Gemüseprodukte, die im Raum Wien verkauft wurden. Analysiert wurden insgesamt 80 Proben, davon 25 Salat- und Gemüsezubereitungen, 19 vorgeschnittene Obststücke und Fruchtsalate sowie 36 nicht pasteurisierte Säfte und Smoothies. Die Methodik umfasste etablierte Verfahren zur Kultivierung ausgewählter Mikroorganismen und deren biochemische Bestätigung mit entsprechenden API-Systemen. Zusätzlich wurden drei Bakteriengenera auf das Vorhandensein von Antibiotika-Resistenzen untersucht.

Die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl lag bei Salat- und Gemüseprodukten zwischen nicht nachweisbaren Gehalten und $4,3 \times 10^7$ KBE/g, bei den Obstprodukten bis $4,0 \times 10^6$ KBE/g und bei den Säften bis zum Bereich von $2,3 \times 10^6$ KBE/g. 52,0 % der Salat- und Gemüseprodukte wiesen Gehalte

>1,0x10⁶ KBE/g auf, die Werte der beiden anderen Warengruppen bewegten sich in 89,5 bzw. 80,6 % der Fälle <1,0x10⁵ KBE/g. Das Ausmaß an Coliformen Bakterien lag bei den Salat- und Gemüseprodukten im Mittel bei 5,9x10⁴ KBE/g, respektive 1,0x10¹ KBE/g bei den Obstprodukten und 6,0x10² KBE/g bei den Säften und Smoothies. In 6,3 % der Proben wurden Enterokokken im Bereich von 1,0x10¹ bis 6,7x10³ KBE/g nachgewiesen, wobei ausschließlich Salate, Gemüseprodukte sowie Kräuter belastet waren. Die Kultur aus einer Schnittlauch-Probe deutete auf *E. faecalis* mit erworbener Vancomycin-Resistenz hin. *S. aureus* wurde aus 2,5 % der untersuchten Waren isoliert, es handelte sich dabei um Mango mit einem Gehalt von 7,0x10¹ KBE/g sowie Schnittlauch mit 9,0x10¹ KBE/g; bei beiden Stämmen konnten keine Resistenzen gegenüber dem Antibiotika Methilicin festgestellt werden. Die Durchschnittswerte bei Schimmelpilzen und Hefen lagen bei 98,6 % der untersuchten Produkte im Bereich <1,0x10⁴ KBE/g. Die Untersuchungen auf *E. coli*, *B. cereus* und *C. perfringens* brachten keine positiven Ergebnisse hervor. *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. sowie *L. monocytogenes* konnten in den analysierten Produkten qualitativ nicht nachgewiesen werden.

Durch die vorliegenden Ergebnisse lässt sich die Qualität der analysierten verzehrfertigen Obst- und Gemüseprodukte, die im Raum Wien verkauft wurden, als zufriedenstellend beurteilen – sämtliche Lebensmittelsicherheitskriterien sowie Richt- und Grenzwerte wurden eingehalten. Dennoch wurden unspezifische Indikatorkeime und Bakterien fäkal-oralen Ursprungs isoliert, wodurch einmal mehr die Notwendigkeit guter Hygienepraktiken in der gesamten Produktkette unterstrichen wird. Darüber hinaus wies ein Einzelresultat auf das Vorkommen Vancomycin-resistenter Enterokokken hin; die Bedeutung verzehrfertiger Obst- und Gemüseprodukte als Reservoir für antibiotikaresistente Bakterien sollte in weiteren Studien geklärt werden.

7 SUMMARY

Fresh fruits and vegetables are the base of a healthy diet, five portions a day should be eaten. Ready-to-eat foods contribute to implement this recommendation. The array of products covers different pre-cut and already washed salads, ready-to-use herbs as well as vegetables and fruit chunks. None of them needs further preparation and can be consumed immediately. Furthermore, unpasteurised fruit and vegetable juices or smoothies promise “fresh and native drinking pleasure”. These products offer consumers convenience, however they are eaten raw and have never been heated. Hence they may act as vehicles for foodborne pathogens and pose a risk for public health. Contaminants can be introduced onto fresh produce at any point of the product cycle, when good hygiene practices are not implemented.

The aim of this study was a wide microbiological survey of different ready-to-eat fruits and vegetables sold in Vienna. 80 samples were analysed, consisting of 25 salads and vegetables, 19 pre-cut fruits and 36 unpasteurised juices and smoothies. Examinations of microorganisms were done with established plate count methods, biochemical confirmations using API systems. In addition, three Genera were tested for antibiotic-resistance.

The aerobic mesophilic count ranged from $1,0 \times 10^3$ to $4,3 \times 10^7$ CFU/g in salads and vegetables, from detection limit to $4,0 \times 10^6$ CFU/g in fruits and up to $2,3 \times 10^6$ CFU/g in juices and smoothies. 52,0 % of salads and vegetables had counts of $>1,0 \times 10^6$ CFU/g. On the contrary, the number of aerobic mesophilic microorganisms in fruits, juices and smoothies was $<1,0 \times 10^5$ CFU/g in 89,5 and 80,6 % of cases, respectively. The median of Coliforms was $5,9 \times 10^4$ CFU/g in salads and vegetables, $1,0 \times 10^1$ CFU/g in fruits and $6,0 \times 10^2$ CFU/g in juices and smoothies. *Enterococci* were found in 6,3 % of the samples (exclusive salads, vegetables and herbs) and ranged from $1,0 \times 10^1$ to $6,7 \times 10^3$ CFU/g. One culture isolated from chives indicated *E. faecalis* with acquired resistance to Vancomycin. 2,5 % of the samples harboured *S. aureus*, it was found in mango

($7,0 \times 10^1$ CFU/g) and chives ($9,0 \times 10^1$ CFU/g); they were not resistant to Methillicin. Counts of moulds and yeasts were $< 1,0 \times 10^4$ CFU/g in 98,6 % of the samples. None of the samples was positive for *E. coli*, *B. cereus*, *C. perfringens*, *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. or *L. monocytogenes*.

The microbiological quality of ready-to-eat salads, vegetables, fruits, juices and smoothies sold in Vienna was satisfactory; all samples accomplished food safety criteria and critical values. However some results emphasize the importance of good hygienic practices throughout the food chain. Furthermore one individual result indicated the presence of Vancomycin-resistant *Enterococci*, further research is needed to estimate the relevance of antibiotic-resistant bacteria in ready-to-eat fruits and vegetables.

8 LITERATURVERZEICHNIS

ABADIAS M, CAÑAMÁS TP, ASENSIO A, ANGUERA M, VIÑAS I. Microbial quality of commercial „Golden Delicious“ apples throughout production and shelf-life in Lleida (Catalonia, Spain). *International Journal of Food Microbiology* 2006; 108: 404-409.

ABADIAS M, USALL J, ANGUERA M, SOLSONA C, VINAS I. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology* 2008; 123: 121-129.

ABRIOUEL H, OMAR NB, MOLINOS AC, LÓPEZ RL, GRANDE J, MARTÍNEZ-VIEDMA P, ORTEGA E, MARTÍNEZ CAÑAMERO M, GALVEZ A. Comparative analysis of genetic diversity and incidence of virulence factors and antibiotic resistance among enterococcal populations from raw fruit and vegetable foods, water and soil, and clinical samples. *International Journal of Food Microbiology* 2008; 123: 38-49.

AHVENAINEN R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology* 1996; 7: 179-187.

ALEGRE I, ABADIAS M, ANGUERA M, OLIVEIRA M, VINAS I. Factors affecting growth of foodborne pathogens on minimally processed apples. *Food Microbiology* 2010a; 27: 70-76.

ALEGRE I, ABADIAS M, ANGUERA M, USALL J, VIÑAS I. Fate of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and *Listeria innocua* on minimally-processed peaches under different storage conditions. *Food Microbiology* 2010b; 27: 862-868.

ALLEN KJ, KOVACEVIC J, CANCAREVIC A, WOOD J, XU J, GILL B, ALLEN JK, MESAK LR. Microbiological survey of imported produce available at retail across Canada. *International Journal of Food Microbiology* 2013; 162: 135-142.

ALTHAUS D, HOFER E, CORTI S, JULMI A, STEPHAN R. Bacteriological Survey of Ready-to-Eat Lettuce, Fresh-Cut Fruit, and Sprouts Collected from the Swiss Market. *Journal of Food Protection* 2012; 75(7): 1338-1341.

AMA: 5 gute Gründe für Obst und Gemüse. Wien, 2007. Internet: <http://www.5xamtag.at> (Stand: 25.11.2013).

ARTÉS F, ALLENDE A. 26 - Minimal Fresh Processing of Vegetables, Fruits and Juices. *Emerging Technologies for Food Processing* 2005a; 677-716.

ARTÉS F, ALLENDE A. Processing Lines and Alternative Preservation Techniques to Prolong the Shelf-life of Minimally Processed Leafy Vegetables. *European Journal of Horticultural Science* 2005b; 70(5): 231-245.

AYCICEK H, OGUZ U, KARCI K. Determination of total aerobic and indicator bacteria on some raw eaten vegetables from wholesalers in Ankara, Turkey. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 2006; 209: 197-201.

BADOSA E, TRIAS R, PARÉS D, PLA M, MONTESINOS E. Microbiological quality of fresh fruit and vegetable products in Catalonia (Spain) using normalized plate-counting methods and real time polymerase chain reaction (QPCR). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2008; 88: 605-611.

BAKRI MM, BROWN DJ, BUTCHER JP, SUTHERLAND AD. *Clostridium difficile* in Ready-to-Eat Salads, Scotland. *Emerging Infectious Diseases* 2009; 15(5): 817-818.

BARRETT DM, BEAULIEU JC, SHEWFELT R. Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2010; 50: 369-389.

BARRY-RYAN C, O'BEIRNE D. Quality and shelf-life of fresh cut carrot slices as affected by slicing method. *Journal of Food Science* 1998; 63: 851-856.

BARTH M, HANKINSON TR, ZHUANG H, BREIDT F: Microbiological Spoilage of Fruits and Vegetables. 2009. Internet: <http://www.ncsu.edu/foodscience/USDAARS/Acrobatpubs/P351-375/p363.pdf> (Stand: 30.10.2013).

BAUMGARTNER A, GRAND M, LININGER M, IVERSEN C. Detection and frequency of *Cronobacter* spp. (*Enterobacter sakazakii*) in different categories of ready-to-eat foods other than infant formula. *International Journal of Food Microbiology* 2009; 136: 189-192.

BEAULIEU JC, INGRAM DA, LEE JM, BETT-GARDER KL. Effect of harvest maturity on the sensory characteristics of fresh-cut cantaloupe. *Journal of Food Science* 2004; 69: 250-258.

BERGER CN, SODHA SV, SHAW RK, GRIFFIN PM, PINK D, HAND P, FRANKEL G. Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environmental Microbiology* 2010; 12(9): 2385-2397.

BEUCHAT LR. *Listeria monocytogenes*: incidence on vegetables. *Food Control* 1996a; (7)4/5: 223-228.

BEUCHAT LR. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *Journal of Food Protection* 1996b; 59: 204-206.

BEUCHAT LR, RYU JH. Produce Handling and Processing Practices. Emerging Infectious Diseases 1997; 3(4): 459-465.

BEZANSON GS, MACINNES R, POTTER G, HUGHES T. Presence and potential for horizontal transfer of antibiotic resistance in oxidase-positive bacteria populating raw salad vegetables. International Journal of Food Microbiology 2008; 127: 37-42.

BFR: EHEC-Ausbruch 2011. Aufklärung des Ausbruchs entlang der Lebensmittelkette. Berlin, 2011a. Internet: <http://www.bfr.bund.de/cm/350/ehec-ausbruch-2011-aufklaerung-des-ausbruchs-entlang-der-lebensmittelkette.pdf> (Stand: 27.04.2014).

BFR: Hohe Keimbelastung in Sprossen und küchenfertigen Salatmischungen. 2011b. Internet: http://www.bfr.bund.de/cm/343/hohe_keimbelastung_in_sprossen_und_kueche_nfertigen_salatmischungen.pdf (Stand: 25.11.2013).

BMG: Die Ernährungspyramide im Detail – 7 Stufen zur Gesundheit. Internet: http://bmg.gv.at/home/Schwerpunkte/Ernaehrung/Empfehlungen/Die_Ernaehrungspyramide_im_Detail_-_7_Stufen_zur_Gesundheit (Stand: 25.11.2013).

BMG: Die Österreichische Ernährungspyramide. Internet: http://bmg.gv.at/home/Schwerpunkte/Ernaehrung/Empfehlungen/DIE_OeSTERREICHISCHE_ERNAEHRUNGSPYRAMIDE (Stand: 25.11.2013).

BMG: Lebensmittelsicherheitsbericht 2012. Wien, 2013a. Internet: <http://www.bmg.gv.at/home/Schwerpunkte/VerbraucherInnenengesundheit/Lebensmittel/Lebensmittelkontrolle/Lebensmittelsicherheitsbericht/> (Stand: 06.11.2013).

BMG: Österreichisches Lebensmittelbuch. IV. Auflage. Codexkapitel/B7/Fruchtsäfte, Gemüsesäfte. Wien, 2010. Internet: https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/buch/codex/b_7_fruchtsaefte.pdf?4755y1/6/CH1252/CMS1167207128242/b_7_fruchtsaefte.pdf (Stand: 11.04.2014).

BMG: Österreichisches Lebensmittelbuch. IV. Auflage. Codexkapitel/B24/Gemüse und Gemüsedauerwaren. Wien, 2013b. Internet: https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/buch/codex/b_24_gemuese.pdf?4755y1 (Stand: 15.04.2014).

BMG: Verordnungen auf Grund des LMSVG – Stand: 6. Dezember 2013. Wien, 2013c. Internet: https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/rechtsvorschriften/oesterr/eich/LM_Recht_OE_auflistung_vo_gem._lmsvg_6_12_2013.pdf?4aa1u2 (Stand 11.04.2014c).

BOUAYAD L, HAMDY TM. Prevalence of *Listeria* spp. in ready to eat foods (RTE) for Algiers (Algeria). Food Control 2012; 23: 397-399.

BOUN HR, HUXSOLL CC. Control of Minimally Processed Carrot (*Daucus carota*) Surface Discoloration Caused by Abrasion peeling. Journal of Food Science 1991; 56(2): 416-418.

BRANDL MT, AMUNDSON R. Leaf Age as a Risk Factor in Contamination of Lettuce with *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica*. Applied and Environmental Microbiology 2008; 74(8): 2298-2306.

BRANDL MT. Fitness of human enteric pathogens on plants and implications for food safety. Annual Review of Phytopathology 2006; 44: 367-392.

BRECHT JK. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. HortScience 1995; 30(1): 18-22.

BRYAN FL, GUZEWICH JJ, TODD ECD. Surveillance of foodborne disease II. Summary and presentation of descriptive data and epidemiologic patterns; their value and limitations. Journal of Food Protection 1997; 60: 567-578.

BUCK JW, WALCOTT RR, BEUCHAT LR: Recent Trends in Microbiological Safety of Fruits and Vegetables. Plant Health Progress, St.Paul 2003. Internet: <http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/microsafety.aspx> (Stand: 28.05.2014).

BÜLTE M. *Staphylococcus aureus*-Intoxikationen. In: Einführung in die Lebensmittelhygiene, Parey Verlag, Stuttgart; 2004: 68-71.

BUNDESGESETZ über Sicherheitsanforderungen und weitere Anforderungen an Lebensmittel, Gebrauchsgegenstände und kosmetische Mittel zum Schutz der Verbraucherinnen und Verbraucher (Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz – LMSVG) BGBl I Nr. 13/2006.

CAGGIA C, SCIFÒ GO, RESTUCCIA C, RANDAZZO CL. Growth of acid-adapted *Listeria monocytogenes* in orange juice and in minimally processed orange slices. Food Control 2009; 20: 59-66.

CAMPOS J, MOURÃO J, PESTANA N, PEIXE L, NOVAIS C, ANTUNES P. Microbiological Quality of ready-to-eat salads: An underestimated vehicle of bacteria and clinically relevant antibiotic resistance genes. International Journal of Food Microbiology 2013; 166: 464-470.

CAPONIGRO V, VENTURA M, CHIANCONE I, AMATO L, PARENTE E, PIRO F. Variation of microbial load and visual quality of ready-to-eat salads by vegetable type, season, processor and retailer. Food Microbiology 2010; 27: 1071-1072.

CARLIN F. Origin of bacterial spores contaminating foods. Food Microbiology 2011; 177-182.

CHAI LC, ROBIN T, RAGAVAN UM, GUNSALAM JW, BAKAR FA, GHAZALI FM, RADU S, KUMAR MP. Thermophilic *Campylobacter* spp. in salad vegetables in Malaysia. International Journal of Food Microbiology 2007; 117: 106-111.

CRITZER FJ, DOYLE MP. Microbial ecology of foodborne pathogens associated with produce. Current Opinion in Biotechnology 2010; 21: 125-130.

DE GIUSTI M, AURIGEMMA C, MARINELLI L, TUFI D, DI PASQUALE S, DE VITO C, BOCCIA A. The evaluation of the microbial safety of fresh ready-to-eat vegetables produced by different technologies in Italy. Journal of Applied Microbiology 2010; 109: 996-1006.

DE ROEVER C. Microbiological safety evaluations and recommendations on fresh produce. Food Control 1998; 9(6): 321-347.

DEGL'INNOCENTI E, PARADOSSI A, ROGNONI F, GUIDI L. Physiological basis of sensitivity to enzymatic browning in lettuce, escarole, and rocket salad when stored as fresh-cut products. Food Chemistry 2007; 104: 209-215.

DGE: Bedeutung von Obst und Gemüse in der Ernährung des Menschen. Bonn, 2011. Internet: <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=1157> (Stand: 25.11.2013).

DGE: Gemüse und Obst in der Prävention ausgewählter chronischer Krankheiten. Bonn, 2012. Internet: <http://www.dge.de/pdf/ws/DGE-Stellungnahme-Gemuese-Obst-2012.pdf> (Stand: 25.11.2013).

DGE: Was Schwangere nicht essen sollten. Bonn, 2013. Internet: <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=print&sid=1327> (Stand: 27.11.2013).

DGHM: Veröffentlichte Richt- und Warnwerte zur Beurteilung von Lebensmitteln (Stand: November 2011) Hannover, 2011. Internet: http://www.dghm.org/wissenschaftlichethemenforschung/fachgruppen/lebensmittelmikrobiologie/563.Richt-_und_Warnwerte_der_DGHM.html (Stand: 11.06.2013).

DINEHART M, HAYES JE, BARTOSHUK LM, LANIER SL. Bitter taste markers explain variability in vegetable sweetness, bitterness and intake. *Physiology & Behavior* 2006; 87: 304-313.

DOYLE MP, ERICKSON MC. Summer meeting 2007 – the problems with fresh produce: an overview. *Journal of Applied Microbiology* 2008; 105: 317-330.

ECKERT C, BURGHOFFER B, BARBUT F. Contamination of ready-to-eat raw vegetables with *Clostridium difficile* in France. *Journal of Medical Microbiology* 2013; 62: 1435-1438.

EFSA, ECDC. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011. *EFSA Journal* 2013; 11(4): 3129-3379.

EFSA. Opinion of the scientific panel on biological hazards on *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp in foodstuffs. *The EFSA Journal* 2005a; 175: 1-48.

EFSA. Opinion of the scientific panel on biological hazards on the request from the commission related to *Clostridium* spp in foodstuffs. The EFSA Journal 2005b; 199: 1-65.

ELMADFA I, FREISLING H, NOWAK V, HOFSTÄDTER D, FERGE M, FRÖHLER M, FRITZ K, MEYER A.L, PUTZ P, RUST P, GROSSGUT R, MISCHKEK D, KIEFER I, SCHÄTZER M, SPANBLÖCHEL J, STRUTZEL B, WAGNER K.H, ZILBERSZAC A, VOJIR F, PLSEK K. Österreichischer Ernährungsbericht 2008. 1. Auflage, Wien, 2009.

ELMADFA I, HASENEGGER V, WAGNER K, PUTZ P, WEIDL N-M, WOTTAWA D, KUEN T, SEIRINGER G, MEYER AL, STURTZEL B, KIEFER I, ZILBERSZAC A, SGARABOTTOLO V, MEIDLINGER B, RIEDER A. Österreichischer Ernährungsbericht 2012. 1.Auflage, Wien, 2012.

ENVIRONMENT AGENCY: The Microbiology of Drinking Water (2002) – Part 1 – Water Quality and Public Health. 2002. Internet: <http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/mdwpart1.pdf> (Stand: 06.02.2014).

EUROPÄISCHE KOMMISSION: Risk Profile on the Microbiological Contamination of Fruits and Vegetables Eaten Raw. Brüssel, 2002. Internet: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out125_en.pdf (Stand: 23.11.2013).

FAO/WHO: Code of hygienic practice for fresh fruits and vegetables. 2010. Internet: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CAC/RCP> (Stand 03.10.2013).

FAO/WHO. Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs: Meeting report. Microbiological Risk Assessment Series 2008; 14: 151pp.

FDA: BAM: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. Silver Spring, 2002. Internet: <http://www.fda.gov/food/foodscienceresearch/laboratorymethods/ucm064948.htm> (Stand: 17.04.2014).

FDA: Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards of Fresh-cut Fruits and vegetables. 2008. Internet: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ProducePlantProducts/ucm064458.htm> (Stand: 03.10.2013).

FILLION L, KILCAST D. Consumer perception of crispiness and crunchiness in fruits and vegetables. Food Quality and Preference 2002; 13: 23-29.

FLESSA S, LUSK DM, HARRIS LJ. Survival of *Listeria monocytogenes* on fresh and frozen strawberries. International Journal of Food Microbiology 2005; 101(3): 255-262.

FRANCIS GA, GALLONE A, NYCHAS GJ, SOFOS NJ, COLELLI G, AMODIO ML, SPANO G. Factors Affecting Quality and Safety of Fresh-Cut Produce. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 2012; 52(7): 595-610.

FRANCIS GA, SCOLLARD J, MEALLY A, BOLTON D, GAHAN CGM, COTTER PD, HILL C, O'BEIRNE D. The glutamate decarboxylase acid resistance mechanism affects survival of *Listeria monocytogenes* LO28 in modified atmosphere-packaged foods. Journal of Applied Microbiology 2007; 103: 2316-2324.

FRANCIS GA, THOMAS C, O'BEIRNE D. The microbiological safety of minimally processed vegetables. International Journal of Food Science and Technology 1999; 34: 1-22.

GARRETT EH, GORNY JR, BEUCHAT LR, FARBER JN, HARRIS LJ, PARISH ME, SUSLOW TV, BUSTA FF. Microbiological Safety of Fresh-Cut Produce: Description of the Situation and Economic Impact. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2003; 2: 13-37.

GIRAFFA G. *Enterococci* from foods. *FEMS Microbiology Reviews* 2002; 26: 163-171.

GOMES BC, ESTEVES CT, PALAZZO ICV, DARINI ALC, FELIS GE, SECHI LA, FRANCO BDGM, DE MARTINIS ECP. Prevalence and characterization of *Enterococcus* spp. isolated from Brazilian foods. *Food Microbiology* 2008; 25: 668-675.

GOMES C, MOREIRA RG, CASTELL-PEREZ E. Radiosensitization of *Salmonella* ssp. and *Listeria* ssp. in ready-to-eat baby spinach leaves. *Journal of Food Science* 2011; 76(1): 141-148.

GOODBURN C, WALLACE CA. The microbiological efficacy of decontamination methodologies for fresh produce: A review. *Food Control* 2013; 32: 418-427.

HALKMAN HBD, HALKMAN AK. Indicator Organisms. In: *Encyclopedia of Food Microbiology*; Academic Press; San Diego, Californien, 2014; 358-363.

HANNING IB, JOHNSON MG, RICKE SC. Precut Prepackaged Lettuce: A Risk for Listeriosis? *Foodborne Pathogens and Disease* 2008; 5(6): 731-746.

HARRIS LJ, FARBER JN, BEUCHAT LR, PARISH ME, SUSLOW TV, GARRETT EH, BUSTA FF. Outbreaks Associated with Fresh Produce: Incidence, Growth, and Survival of Pathogens in Fresh and Fresh-cut Produce. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2003; 2: 78-141.

HEARD G: Microbial safety of ready-to-eat salads and minimally processed vegetables and fruits. 2000. Internet: <http://www.aseanfood.info/Articles/11007847.pdf> (Stand 05.11.2013).

HEATON JC, JONES K. Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: a review. *Journal of Applied Microbiology* 2008; 104: 613-626.

HODGES DM, TOIVONEN PMA. Quality of fresh-cut fruits and vegetables as affected by exposure to abiotic stress. *Postharvest Biology and Technology* 2008; 48: 155-162.

HORLEMANN G: Smoothies - kalorienreiche Obst- und Gemüsesnacks. München, 2012. Internet: <http://www.vis.bayern.de/ernaehrung/lebensmittel/gruppen/smoothies.htm> (Stand: 26.03.2014).

HRUDEY SE. Chlorination disinfection by-products, public health risk tradeoffs and me. *Water Research* 2009; 43(8): 2075-2092.

HUIS IN'T VELD JHJ. Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *International Journal of Food Microbiology* 1996; 33: 1-18.

JAIN S, BIDOL SA, AUSTIN JL, BERL E, ELSON F, LEMAILE-WILLIAMS M, ILL MD, MOLL ME, REA V, VOJDANI JD, YU PA, HOECKSTRA RM, BRADEN CR, LYNCH MF. Multistate Outbreak of *Salmonella Typhimurium* and *Saintpaul* Infections Associated with Unpasteurized Orange Juice – United States, 2005. *Clinical Infectious Diseases* 2009; 48: 1065-71.

JAY JM, LOESSNER MJ, GOLDEN D. Staphylococcal Gastroenteritis. In: *Modern Food Microbiology*. Springer Science + Business Media Inc., USA, 7. Auflage 2005; 545-560.

JOHANNESSEN GS, LONCAREVIC S, KRUSE H. Bacteriological analysis of fresh produce in Norway. *International Journal of Food Microbiology* 2002; 77: 199-204.

JOHNSTON LM, JAYKUS LA, MOLL D, ANCISO J, MORA B, MOE CL. A field study of the microbiological quality of fresh produce of domestic and Mexican origin. *International Journal of Food Microbiology* 2006; 112: 83-95.

JOHNSTON LM, JAYKUS LA. Antimicrobial Resistance of *Enterococcus* Species Isolated from Produce. *Applied and Environmental Microbiology* 2004; 70(5): 3133-3137.

KAPPERUD G, ESPELAND G, WAHL E, WALDE A, HERIKSTAD H, GUSTAVSEN W, TVEIT I, NATÅS O, BEVANGER L, DIGRANES A. Factors Associated with Increased and Decreased Risk of *Campylobacter* Infection: A Prospective Case-Control Study in Norway. *American Journal of Epidemiology* 2003; 158(3): 234-242.

KÄRENLAMPI R, HÄNNINEN ML. Survival of *Campylobacter jejuni* on various fresh produce. *International Journal of Food Microbiology* 2004; 97: 187-195.

KAYSER FH. Bakterien als Krankheitserreger. In: *Medizinische Mikrobiologie*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart; 9. Auflage 1997; 221-350.

KHAN AA, MELVIN CD, DAGDAG EB. Identification and molecular characterization of *Salmonella* spp. from unpasteurized orange juices and identification of new serotype *Salmonella* strain *S. enterica* serovar Tempe. *Food Microbiology* 2007; 24: 539-543.

KOVAČEVIĆ M, BURAZIN J, PAVLOVIĆ H, KOPJAR M, PILIŽOTA V. Prevalence and level of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* sp. in ready-to-eat minimally processed and refrigerated vegetables. World Journal of Microbiology and Biotechnology 2013; 29: 707-712.

KRÄMER J. Lebensmittel-Mikrobiologie. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart; 1987; 166.

KUMAR A, AGARWAL RK, BHILEGAONKAR KN, SHOME BR, BACHHIL VN. Occurrence of *Campylobacter jejuni* in vegetables. International Journal of Food Microbiology 2001; 76: 153-155.

LAVES: Smoothies. Oldenburg, 2010. Internet: http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20114&article_id=73629&psmand=23 (Stand: 26.03.2014).

LE LOIR Y, BARON F, GAUTIER M. *Staphylococcus aureus* and food poisoning. Genetics and Molecular Research 2003; 2(1): 63-76.

LEFF JW, FIERER N. Bacterial Communities Associated with the Surface of Fresh Fruits and Vegetables. PLoS ONE 2013; 8(3): 1-9.

LEGNANI PP, LEONI E. Effect of processing and storage conditions on the microbiological quality of minimally processed vegetables. International Journal of Food Science and Technology 2004; 39: 1061-1068.

LINDOW SE, BRANDL MT. Microbiology of the Phyllosphere. Applied and Environmental Microbiology 2003; 1875-1883.

LITTLE CL, GILLESPIE IA. Prepared salads and public health. Journal of Applied Microbiology 2008; 105: 1729-1743.

LITTLE CL, TAYLOR FC, SAGOO SK, GILLESPIE IA, GRANT K, MCLAUCHLIN J. Prevalence and level of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* species in retail pre-packaged mixed vegetable salads in the UK. Food Microbiology 2007; 24: 711-717.

LOW JC, DONACHIE W. A Review of *Listeria monocytogenes* and Listeriosis. The Veterinary Journal 1997; 153: 9-29.

MÄÄTTÄ J, LEHTO M, KUISMA R, KYMÄLÄINEN HR, MÄKI M. Microbiological Quality of Fresh-Cut Carrots and Process Waters. Journal of Food Protection 2013; 76(7): 1240-1244.

MANAFI M: Enterobakterien, Coliforme und *Escherichia coli* (Indikator- und Index-Keime: (K)ein zeitgemäßes Konzept) Internet: <http://www.univie.ac.at/hygiene-aktuell/coliformenvortrag.pdf> (Stand: 06.02.2014).

MARTINEZ MV, WHITAKER JR. The biochemistry and control of enzymatic browning. Trends in Food Science & Technology 1995; 6: 195-200.

MC GOWAN LL, JACKSON CR, BARRETT JB, HIOTT LM, FEDORKA-CRAY PJ. Prevalence and antimicrobial resistance of *enterococci* isolated from retail fruits, vegetables, and meats. Journal of Food Protection 2006; 69(12): 2976-82.

MESSELHÄÜßER U, BUSCH U. Molekulare Diagnostik in der Lebensmittelüberwachung. Erwerbs-Obstbau 2011; 52: 129-133.

METCALF DS, COSTA MC, DEW WMV, WEESE JS. *Clostridium difficile* in vegetables, Canada. Letters in Applied Microbiology 2010; 51: 600-602.

MONTVILLE TJ, MATTHEWS KR. Detection and Enumeration of Microbes in Food. In: Food Microbiology. An Introduction. ASM Press, Washington, DC; 2008a. 57-63.

MONTVILLE TJ, MATTHEWS KR. Molds. In: Food Microbiology. An Introduction. ASM Press, Washington, DC; 2008b. 301-320.

MORENO Y, SANCHEZ-CONTRERAS, MONTES RM, GARCÍA-HERNÁNDEZ J, BALLESTEROS L, FERRUS MA. Detection and enumeration of viable *Listeria monocytogenes* cells from ready-to-eat and processed vegetable foods by culture and DVC-FISH. Food Control 2012; 27: 374-379.

MUCH P. Lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche, Österreich 2012. Internet: http://www.ages.at/uploads/media/jb_lmbka_2012_final_revm.pdf (Stand: 26.04.2014).

MÜLLER G. Allgemeine Mikrobiologie. In: Mikrobiologie der Lebensmittel, Behr's Verlag, Hamburg; 8. Auflage 1996a; 3-209.

MÜLLER G. Mikrobielle Lebensmittelvergiftungen. In: Mikrobiologie der Lebensmittel, Behr's Verlag, Hamburg; 8. Auflage 1996b; 213-285.

NGUYEN-THE C. Biological hazards in processed fruits and vegetables – Risk factors and impact of processing techniques. LWT – Food Science and Technology 2012; 49: 172-177.

OLAIMAT AN, HOLLEY RA. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. Food Microbiology 2012; 32: 1-19.

OLIVEIRA M, USALL J, VINÃS I, ANUERA M, GATIUS F, ABADIAS M. Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production. Food Microbiology 2010; 27: 679-684.

OLIVER JD. Viable but nonculturable bacteria in food environments. In: Foodborne Pathogens: Microbiology and Molecular Biology, Caister Academic Press, Norfolk, UK; 2005; 99-112.

PABEL B: Salat frisch geerntet und frisch verpackt. Bonn, 2008. Internet: http://www.was-wir-essen.de/abisz/salate_verarbeitung_verpackung.php (Stand: 15.01.2014).

PENTEADO AL, LEITÃO MF. Growth of *Listeria monocytogenes* in melon, watermelon and papaya pulps. International Journal of Food Microbiology 2004; 92(1): 89-94.

PORTELA SI, CANTWELL MI. Cutting blade sharpness affects appearance and other quality attributes of fresh-cut cantaloupe melon. Journal of Food Science 2001; 66(9): 1265-1270.

POSTOLLEC F, BONILLA S, BARON F, JAN S, GAUTIER M, MATHOT AG, HALLIER-SOULIER S, PAVAN S, SOHIER D. A multiparametric PCR-based tool for fast detection and identification of spore-forming bacteria in food. International Journal of Food Microbiology 2010; 142: 78-88.

RAGAERT P, DEVLIEGHERE F, DEBEVERE J. Role of microbiological and physiological spoilage mechanisms during storage of minimally processed vegetables. Postharvest Biology and Technology 2007; 44: 185-194.

RAGAERT P, VERBEKE W, DEVLIEGHERE F, DEBEVERE J. Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. Food Quality and Preference 2004; 15: 259-270.

RICO D, MARTÍN-DIANA AB, BARAT JM, BARRY-RYAN C. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. Trends in Food Science & Technology 2007; 18: 373-386.

RIMBACH G, MÖHRING J, ERBERSDOBLER HF. Obst und Gemüse. In: Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg; 2010; 192-232.

SAGOO SK, LITTLE CL, MITCHELL RT. The microbiological examination of ready-to-eat organic vegetables from retail establishments in the United Kingdom. Letters in Applied Microbiology 2001; 33: 434-439.

SANDHYA. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. LWT – Food Science and Technology 2010; 43: 381-392.

SANT`ANA AS, LANDGRAF M, DESTRO MT, FRANCO B. Prevalence and counts of *Salmonella* spp. in minimally processed vegetables in São Paulo, Brazil. Food Microbiology 2011; 28: 1235-1237.

SANTOS MI, CAVACO A, GOUVEIA A, NOVAIS MR, NOGUEIRA PJ, PEDROSO L, FERREIRA MASS. Evaluation of minimally processed salads commercialized in Portugal. Food Control 2012; 23: 275-281.

SCHÄTZER M. Stellenwert von Obst und Gemüse in der Ernährung der erwachsenen Österreicher. Dissertation am Institut für Ernährungswissenschaften Wien, Wien 2008.

SCHWAIGER K, HELMKE K, HÖLZEL CS, BAUER J. Antibiotic resistance in bacteria isolated from vegetables with regards to the marketing stage (farm vs. supermarket). International Journal of Food Microbiology 2011; 148: 191-196.

SEOW J, AGOSTON R, PHUA L, HYUN-GYUN Y. Microbiological Quality of fresh vegetables and fruits sold in Singapore. Food Control 2012; 25: 39-44.

SNAPIR JM, VAISBEIN E, NASSAR F. Low virulence but potentially fatal outcome – *Listeria ivanovii*. European Journal of Internal Medicine 2006; 17: 286-287.

SOLIVA-FORTUNY RC, MARTÍN-BELLOSO. New advantages in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. Trends in Food Science & Technology 2003; 14: 341-353.

SORIANO JM, RICO H, MOLTÓ JC, MAÑES J. *Listeria* species in raw and ready-to-eat foods from restaurants. Journal of Food Protection 2001; 64(4): 551-553.

SOSPEDRA I, RUBERT J, SORIANO JM, MANES J. Incidence of microorganisms from fresh orange juice processed by squeezing machines. Food Control 2012; 23: 282-285.

STATISTIK AUSTRIA: Versorgungsbilanz für Gemüse 2011/12. Wien, 2013b. Internet:
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html (Stand: 25.11.2013).

STATISTIK AUSTRIA: Versorgungsbilanz für Obst 2011/12. Wien, 2013a. Internet:
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html (Stand: 25.11.2013).

STUDAHL A, ANDERSSON Y. Risk factors for indigenous campylobacter infection: a Swedish case-control study. Epidemiology and Infection 2000; 125(2): 269-275.

TABAN BM, HALKMAN AK. Do leafy green vegetables and their ready-to-eat [RTE] salads carry a risk of foodborne pathogens? *Anaerobe* 2011; 17: 286-287.

TOURNAS VH, HEERES J, BURGESS L. Moulds and yeasts in fruit salads and fruit juices. *Food Microbiology* 2006; 23: 684-688.

TOURNAS VH. Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables, and sprouts. *International Journal of Food Microbiology* 2005; 99: 71-77.

UKUKU DO, FETT W. Behavior of *Listeria monocytogenes* inoculated on cantaloup surfaces and efficacy of washing treatments to reduce transfer from rond to fresh-cut pieces. *Journal of Food Protection* 2002; 65(6): 924-930.

VALENTIN-BON I, JACOBSON A, MONDAY SR, FENG PCH. Microbiological Quality of Bagged Cut Spinach and Lettuce Mixes. *Applied and Environmental Microbiology* 2008; 74(4): 1240-1242.

VALERO M, HERNÁNDEZ-HERRERO LA, FERNÁNDEZ PS, SALMERÓN MC. Characterization of *Bacillus cereus* isolates from fresh vegetables and refrigerated minimally processed foods by biochemical and physiological tests. *Food Microbiology* 2002; 19: 491-499.

VANTARAKIS A, AFFIFI M, KOKKINOS P, TSIBOUXI M, PAPAPETROPOULOU M. Occurrence of microorganisms of public health and spoilage significance in fruit juices sold in retail markets in Greece. *Anaerobe* 2011; 17(6): 288-291.

VERHOEFF-BAKKENES I, JANSEN HAPM, IN 'T VELD PH, BEUMER RR, ZWIETERING MH, VAN LEUSDEN FM. Consumption of raw vegetables and fruits: A risk factor for *Campylobacter* infections. International Journal of Food Microbiology 2011; 144: 406-412.

VERORDNUNG (EG) Nr. 1441/2007 der Kommission vom 5.Dezember 2007 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15.November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel.

VERORDNUNG (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15.November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel.

VERORDNUNG (EG) Nr. 852/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 29.April 2004 über Lebensmittelhygiene.

VERORDNUNG der Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz über andere Zusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel (ZuV) BGBl II Nr. 383/1998.

VERORDNUNG der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über Fruchtsäfte und einige gleichartige Erzeugnisse (Fruchtsaftverordnung) BGBl II Nr. 83/2004.

VERORDNUNG des Bundesministers für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz über die Kennzeichnung von verpackten Lebensmitteln (Lebensmittelkennzeichnungsverordnung 1993 – LMVK) BGBl Nr. 72/1993.

VERRAES C, VAN BOXSTAELE S, VAN MEERVENNE E, VAN COILLIE E, BOUTAYE P, CATRY B, DE SCHAEZTEN MA, VAN HUFFEL X, IMBERECHTS H, DIERICK K, DAUBE G, SAEGERMAN C, DE BLOCK J, DEWULF J, HERMAN L. Antimicrobial Resistance in the Food Chain: A Review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2013; 10: 2643-2669.

WALIA S, RANA SW, MAUE D, RANA J, KUMAR A, WALIA SK. Prevalence of multiple antibiotic-resistant Gram-negative bacteria on bagged, ready-to-eat baby spinach. *International Journal of Environmental Health Research* 2013; (23)2: 108-118.

WARRINER K. Pathogens in vegetables. In: *Improving the Safety of Fresh Fruit and Vegetables*. CRC Press, Washington, DC, 2005; 3-43.

WATANABE Y, OZASA K, MERMIN JH, GRIFFIN PM, MASUDA K, IMASHUKU S, SAWADA T. Factory outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 Infection in Japan. *Emerging Infectious Diseases* 1999; 5(3): 424-428.

WCRF: Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington, 2007. Internet: http://www.dietandcancerreport.org/cancer_resource_center/er_full_report_english.php (Stand: 25.11.2013).

WENDLANDT S, SCHWARZ S, SILLEY P. Methillicin-resistant *Staphylococcus aureus*: a food-borne pathogen? *Annual Review of Food Science and Technology* 2013; 4: 117-139.

WHO: Tackling antibiotic resistance from a food safety perspective in Europe. Copenhagen, 2011. Internet: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/136454/e94889.pdf (Stand: 01.06.2014).

Anhang 1: Auflistung der analysierten Salat-, Gemüseprodukte sowie Kräuter (Nr. 6 - 78); Obstprodukte (Nr. 8 - 85); sowie Säfte und Smoothies (Nr. 9 - 83)

Nr.	Kaufdatum	Kaufort	Bezeichnung	Zutaten	MHD/VD	o. v.
6	17.02.14	Billa, Währingerstraße	Blattsalate mit Mais	Endivie, 25 % Mais, Zuckerhut, Frisée, Cocktailtomate, Radicchio	18.02.14	
7	17.02.14	Merkur, Lugner City	Chinakohl geschnitten	100 % Chinakohl	18.02.14	
11	17.02.14	Merkur, Lugner City	Jung-Spinat	Blattspinat	20.02.14	
16	24.02.14	Billa, Julius-Tandler-Platz	Buntes Gemüse auf Blattsalat	48 % Blattsalate (Endivien, Zuckerhut, Frisée, Radicchio), 15 % Karotten, 15 % Kohlrüben, 15 % Zucchini, 7 % Paprika	27.02.14	
18	24.02.14	Billa, Julius-Tandler-Platz	Eisbergsalat mit Kräutern	Eisbergsalat, 5% Kräuter (Petersilie, Schnittlauch)	27.02.14	
21	24.02.14	Merkur, Millennium City	Rucola & Karotte	50 % Karotten, 50 % Rucola	24.02.14	
22	24.02.14	Merkur, Millennium City	Gurke	Gurke (k.K.)	k. K.	✓
26	03.03.14	Interspar, Jörgerstraße	Weißkraut geschnitten	100 % Weißkraut	03.03.14	
27	03.03.14	Interspar, Jörgerstraße	Bio-Rucola	Bio-Rucola	08.03.14	
28	03.03.14	Billa, Kinderspitalgasse	bunte Blattsalate	Endivien, Frisée, Zuckerhut, Radicchio aus biologischem Anbau	05.03.14	
30	03.03.14	Nordsee, Westbahnhof	Beilagensalat	Paprika, Gurken, Tomaten, Blattsalate (k. K.)	k. K.	
32	03.03.14	McDonalds, Hernalser Gürtel	Gartensalat	Karotten, Cocktailtomaten, Blattsalate (k. K.)	03.03.14	
37	10.03.14	Merkur, Lugner City	Zwiebel rot	Zwiebel rot	11.03.14	

Nr.	Kaufdatum	Kaufort	Bezeichnung	Zutaten	MHD/VVD	o. v.
38	10.03.14	Merkur, Lugner City	Petersilie gehackt	Petersilie	12.03.14	
40	10.03.14	Merkur, Krottenbachstraße	Mix Rubichard Pflücksalat	Pflücksalat	12.03.14	
41	10.03.14	Merkur, Krottenbachstraße	Sellerie, Karotten und Zucchini-Streifen	34 % Karotten, 22 % Sellerie, 33 % Zucchini	11.03.12	
46	17.03.14	Billa, Mariahilfer Straße	Salat	Endivien, Zuckerhut, Frisée, Radicchio, Karotten, Cocktailltomate	18.03.14	
47	17.03.14	Merkur, Mariahilfer Straße	Tomaten	Tomaten (k. K.)	k. K.	✓
48	17.03.14	Merkur, Mariahilfer Straße	Blattsalat	k. K.	k. K.	✓
49	17.03.14	Gourmet Spar, Neubaugasse	Rucola	Rucola	17.03.14	
50	17.03.14	Merkur, Mariahilfer Straße	Baby-Karotten	Karotten	22.03.14	
51	17.03.14	Merkur, Mariahilfer Straße	Schnittlauch geschnitten	Schnittlauch	19.03.14	
76	22.04.14	Merkur, Mariahilfer Straße	Schnittlauch geschnitten	Schnittlauch	23.04.14	
77	22.04.14	Merkur, Mariahilfer Straße	Petersilie gehackt	Petersilie	23.04.14	
78	22.04.14	Merkur, Mariahilfer Straße	Jungzwiebel Scheiben	Jungzwiebel	25.04.14	

Nr.	Kaufdatum	Kaufort	Bezeichnung	Zutaten	MHD/VD	o. v.
8	17.02.14	Billa, Währingerstraße	Mango auf Tasse	Mango	17.02.14	
12	17.02.14	Merkur, Lugner City	Fruchtcocktail	Erdbeeren, Mandarinen, Heidelbeeren, Melonen, Ananas, Kiwi, Weintrauben, Mango (k. K.)	k. K.	✓
15	17.02.14	Fruchtbar, Westbahnhof	Fruchtmix	Kiwi, Erdbeere, Ananas, Weintraube, Melone, Mango (k. K.)	k. K.	
20	24.02.14	Billa, Julius-Tandler-Platz	Ananas geschnitten auf Tasse	Ananas	24.02.14	
25	24.02.14	McDonalds, Hernalser Gürtel	Obstsalat	Apfel, Melone, Traube, Ananas	26.02.14	
29	03.03.14	Spar, Schottengasse	Bunter Obstmix	37 % Ananaswürfel, 34 % Zuckermelonenwürfel, 20 % Apfelspalten, 9 % Weintrauben	03.03.14	
31	03.03.14	Merkur, Westbahnhof	Honig-, Cataloupmelonen Stücke	62 % Honigmelone, 38 % Cantaloupmelone	04.03.14	
36	10.03.14	Billa, Währingerstraße	Wassermelone auf Tasse	Wassermelone	10.03.14	
39	10.03.14	Merkur, Krottenbachstraße	Obstsalat	Erdbeeren, Weintrauben, Ananas, Melonen, Heidelbeeren (k. K.)	k. K.	✓

Nr.	Kaufdatum	Kaufort	Bezeichnung	Zutaten	MHD/Vd	o. v.
52	17.03.14	Starbucks, Neubaugasse	Fresh Fruits	Ananas, Trauben, Orangen, Melone, Mango	17.03.14	
63	07.04.14	Merkur, Millennium City	FrISChe Kerne vom Granatapfel	Granatapfelkerne	14.04.14	
64	07.04.14	Billa, Währingerstraße	Galia Melone auf Tasse	Galia Melone	07.04.14	
65	07.04.14	Interspar, Landstraße	Orangen-Grapefruit Tasse mit Kiwi	40 % Grapefruit, 36 % Orangen, 24 % Kiwi	08.04.14	
66	14.04.14	Merkur, Westbahnhof	Fruchtmix	Erdbeeren, Heidelbeeren, Weintrauben, Ananas, Kiwi, Melone (k. K.)	k. K.	✓
67	14.04.14	Merkur, Westbahnhof	Ananas-Stücke	100 % Ananas	15.04.14	
68	14.04.14	Billa, Schottengasse	Zuckermelonen, Kiwi, Erdbeeren Tasse	55 % Zuckermelonen, 25 % Kiwi, 20 % Erdbeeren	15.04.14	
69	14.04.14	Fruchtbar, Westbahnhof	Fruchtmix	Kiwi, Weintrauben, Melone, Ananas, Erdbeeren (k. K.)	k. K.	
84	22.04.14	Billa, Kinderspitalgasse	Wassermelone halbiert	Wassermelone	22.04.14	
85	22.04.14	Spar, Kinderspitalgasse	Papaya halbiert	Papaya	23.03.14	

Nr.	Kaufdatum	Kaufort	Bezeichnung	Zutaten	MHD/VD	o. v.
9	17.02.14	Merkur, Lugner City	Karotten/Apfelsaft frisch	65 % Karottensaft, 35 % Apfelsaft	18.02.14	
10	17.02.14	Merkur, Lugner City	Mehrfruchtsaft mit Karotten frisch	34 % Orangensaft, 25 % Karottensaft, 14% Apfelsaft, 14 % Bananenpüree, 13% Ananassaft	18.02.14	
13	17.02.14	Merkur, Westbahnhof	Orangensaft	100 % Orangensaft	18.02.14	
14	17.02.14	Fruchtbar, Westbahnhof	Karibik	Ananas, Mango, Maracuja, Limette, Orange (k. K.)	k. K.	✓
17	24.02.14	Bäckerei Ströck, Nussdorfer Straße	Orangen Erdbeersaft	80 % Orangensaft, 20 % Erdbeermark	26.02.14	
19	24.02.14	Billa, Julius-Tandler-Platz	Karottensaft	Karotten, Zitronen	24.02.14	
23	24.02.14	DM, Millennium City	Rote Rüben Saft	Rote Rüben (k. K.)	k. K.	✓
24	24.02.14	DM, Millennium City	Rote Rüben, Apfel, Ingwersaft	Rote Rüben, Apfel, Ingwer (k. K.)	k. K.	✓
33	03.03.14	Juice Factory, Schottengasse	Don Caprese	Bananen, Basilikum, Erdbeeren, Apfel, Eismwürfel (k. K.)	k. K.	✓
34	03.03.14	Juice Factory, Schottengasse	Mister Mint	Apfel, Ananas, Banane, Minze, Eismwürfel (k. K.)	k. K.	✓
35	03.03.14	Spar, Kinderspitalgasse	Frisch gepresster Orangensaft	Orangensaft frisch gepresst	48 h	✓
42	10.03.14	Lebenswert, Krottenbachstraße	Grüner Smoothie	Blattgrün, Obst, Wasser (k. K.)	k. K.	✓

Nr.	Kaufdatum	Kaufort	Bezeichnung	Zutaten	MHD/VD	O. v.
43	10.03.14	Saftbar, Lugner City	Gemüsedrink	Rote Rüben, Sellerie, Apfel, Ingwer, Karotte (k. K.)	k. K.	✓
44	10.03.14	Saftbar, Lugner City	frisch gepresster Karottensaft	Karotten (k. K.)	k. K.	✓
45	10.03.14	Saftbar, Lugner City	Tomaten-Karotten-Gurken Smoothie	Tomaten, Karotten, Gurken (k. K.)	k. K.	✓
53	17.03.14	Bäckerei Gradwohl, Mariahilfer Straße	Gemischter Saft	Apfel, Karotte, Orange (k. K.)	48 h	✓
54	17.03.14	Rauch Juice Bar, Mariahilfer Straße	Popeye	Traube, Birne, Chili, Ananas, Limette (k. K.)	k. K.	✓
55	17.03.14	Rauch Juice Bar, Mariahilfer Straße	Slim Fit	Apfel, Gurke, Minze (k. K.)	k. K.	✓
56	07.04.14	Rauch Juice Bar, Landstraße	Adonis	Karotte, Granatapfel, Orange, Koriander (k. K.)	k. K.	✓
57	07.04.14	Rauch Juice Bar, Landstraße	Beach Body	Heidelbeere, Apfel, Minze (k. K.)	k. K.	✓
58	07.04.14	Rauch Juice Bar, Landstraße	Greenwich	Banane, Apfel, Vogelsalat, Kohlsprossen (k. K.)	k. K.	✓
59	07.04.14	DM, Millennium City	Exotic	k. K.	k. K.	✓
60	07.04.14	Interspar, Landstraße	Grapefruitsaft	100 % Grapefruitsaft	09.04.14	
61	07.04.14	Interspar, Landstraße	Apfel-/Karotten-/Rübensaft	33,8 % Apfelsaft, 33,8 % Karottensaft, 25 % rote Rübensaft, 5,2 % Apfelpüree, 2,2 % Karottenmus	07.04.14	

Nr.	Kaufdatum	Kaufort	Bezeichnung	Zutaten	MHD/VD	o. v.
62	07.04.14	Merkur, Millennium City	Karottensaft	100 % Karottensaft	07.04.14	
70	14.04.14	Fruchtbar, Westbahnhof	Exotic	Karotten, Papaya, Grapefruit, Ananas (k. K.)	k. K.	✓
71	14.04.14	Fruchtbar, Westbahnhof	Green	Minze, Gurke, Spinat, Apfel (k. K.)	k. K.	✓
72	14.04.14	Merkur, Westbahnhof	Orangen-Ananassaft	60 % Orangensaft, 20 % Ananassaft, 20 % Kiwipüree	15.04.14	
73	14.04.14	Juice Factory, Schottengasse	Pink Princess	Apfel, Banane, Himbeere, Eiswürfel (k. K.)	k. K.	✓
74	14.04.14	Juice Factory, Schottengasse	Doc Hollywood	Apfel, Sellerie, Ingwer, Eiswürfel (k. K.)	k. K.	✓
75	14.04.14	Juice Factory, Schottengasse	Sergeant Pepper	Apfel, roter Paprika, Zitrone, Eiswürfel (k. K.)	k. K.	✓
79	22.04.14	Rauch Juice Bar, Mariahilfer Straße	Heartbeat	Apfel, Traube, Ingwer (k. K.)	k. K.	✓
80	22.04.14	Rauch Juice Bar, Mariahilfer Straße	Green #1	Apfel, Sellerie, Mangold (k. K.)	k. K.	✓
81	22.04.14	Interspar, Jörgerstraße	Apfel-/Karotten-/Rübensaft	33,8 % Apfelsaft, 33,8 % Karottensaft, 25 % rote Rübensaft, 5,2 % Apfelpüree, 2,2 % Karottenmus	23.04.14	
82	22.04.14	Interspar, Jörgerstraße	Orangensaft	100 % Orangensaft	23.04.14	
83	22.04.14	Spar, Kinderspitalgasse	Orangensaft	100 % Orangensaft	k. K.	✓

Anhang 2: Mittelwerte der ausgewerteten Nährböden in KBE/g

Nr.	MH	CCA p.	CCA b.	BP	BC	KANA	CPC	YGC	ALOA	SAL	CAMPY
6	2,2E+06	4,6E+04	0,0E+00	3,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	n. d.	n. d.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
7	1,1E+05	1,0E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. d.	n. d.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
8	1,4E+02	0,0E+00	0,0E+00	7,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	n. d.	n. d.	v. K.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
9	5,0E+04	8,9E+03	0,0E+00	2,3E+03	0,0E+00	0,0E+00	n. d.	n. d.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
10	1,3E+04	2,8E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. d.	n. d.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
11	1,1E+06	6,0E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. d.	n. d.	v. K.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
12	3,0E+03	9,5E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. d.	n. d.	v. K.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
13	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. d.	n. d.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
14	1,0E+03	1,0E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. d.	n. d.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
15	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. d.	n. d.	v. K.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
16	1,4E+07	3,1E+06	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+01	0,0E+00	3,0E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
17	2,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
18	9,7E+05	4,2E+04	2,0E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,9E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
19	2,3E+06	4,5E+05	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+01	0,0E+00	6,0E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
20	1,5E+06	5,5E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	6,9E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
21	1,5E+06	2,9E+05	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	5,2E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
22	2,4E+05	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	5,0E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
23	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
24	5,1E+02	2,2E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
25	5,3E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,0E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.

Nr.	MH	CCA p.	CCA b.	BP	BC	KANA	CPC	YGC	ALOA	SAL	CAMPY
26	3,1E+06	4,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,4E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
27	1,7E+05	6,6E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	3,4E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
28	5,4E+05	4,6E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	8,0E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
29	2,2E+03	1,6E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	7,5E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
30	1,8E+05	5,6E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,2E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
31	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	v. K.	n. d.
32	5,9E+05	7,5E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,5E+03	v. K.	n. n. in 25 g	n. d.
33	5,4E+02	1,2E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,0E+01	v. K.	n. n. in 25 g	n. d.
34	2,2E+04	3,6E+02	1,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,6E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. d.
35	2,0E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	7,9E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
36	4,0E+06	3,5E+06	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	5,9E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
37	4,0E+06	2,9E+06	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	3,7E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
38	7,5E+06	3,9E+06	9,5E+03	0,0E+00	0,0E+00	6,7E+03	0,0E+00	3,1E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	v. K.
39	1,6E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	7,9E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
40	2,1E+06	1,4E+05	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+02	v. K.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
41	2,5E+05	8,9E+03	0,0E+00	5,5E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,8E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
42	9,2E+03	3,5E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	3,0E+01	v. K.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
43	5,7E+04	1,2E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	6,3E+02	v. K.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
44	2,8E+04	9,0E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
45	1,8E+05	7,1E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g

Nr.	MH	CCA p.	CCA b.	BP	BC	KANA	CPC	YGC	ALOA	SAL	CAMPY
46	7,6E+06	1,5E+06	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,5E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
47	1,0E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
48	2,9E+06	2,9E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+01	v. K.	v. K.	n. n. in 25 g
49	2,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,0E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
50	4,8E+05	1,8E+05	1,2E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,0E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
51	4,6E+06	1,2E+05	0,0E+00	9,0E+01	0,0E+00	1,8E+03	0,0E+00	1,6E+03	v. K.	n. n. in 25 g	v. K.
52	7,0E+02	1,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	3,7E+02	v. K.	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
53	6,1E+04	1,2E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	4,8E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
54	1,3E+05	4,5E+04	0,0E+00	1,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
55	1,2E+05	7,0E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
56	3,1E+04	3,0E+04	0,0E+00	5,1E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,7E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
57	2,9E+03	1,3E+03	0,0E+00	6,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
58	1,8E+04	1,5E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
59	2,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,8E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
60	1,0E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
61	1,6E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
62	1,4E+05	7,5E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
63	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	3,0E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
64	9,1E+02	2,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	6,1E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
65	2,5E+02	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,8E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g

Nr.	MH	CCA p.	CCA b.	BP	BC	KANA	CPC	YGC	ALOA	SAL	CAMPY
66	9,0E+02	1,9E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	7,0E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g
67	2,2E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	6,3E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
68	2,2E+03	5,8E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	4,0E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
69	1,6E+03	4,5E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,0E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
70	4,0E+05	5,0E+03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,1E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	v. K.
71	6,6E+04	1,2E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,3E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	v. K.
72	5,5E+03	6,0E+02	0,0E+00	1,7E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	8,8E+02	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	v. K.
73	1,4E+03	2,1E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
74	5,6E+03	5,9E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+01	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
75	1,8E+05	2,9E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
76	5,8E+06	1,2E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,5E+04	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
77	4,3E+07	6,1E+06	1,0E+04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	8,0E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
78	6,4E+05	5,9E+04	0,0E+00	6,4E+02	0,0E+00	2,0E+01	0,0E+00	3,0E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
79	1,0E+04	9,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,3E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
80	4,3E+03	7,2E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,5E+03	v. K.	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
81	1,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
82	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
83	8,3E+03	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	4,3E+03	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
84	4,6E+02	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g
85	2,5E+03	1,1E+02	0,0E+00	1,0E+01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	n. n. in 25 g	n. n. in 25 g	n. n. in 10 g

Anhang 3: Einzelergebnisse der biochemischen Bestätigung mit API-Systemen

	Probe	Code	ID %	Ergebnis
API Staph	6	6737770	99,9	<i>Staphylococcus lentus</i> (ausgezeichnete Identifizierung)
	8	6736113	86,7	<i>Staphylococcus aureus</i> (akzeptierbare Identifizierung)
	9	6236123	78,0	<i>Staphylococcus hominis</i> (Identifizierung unakzeptierbar)
	31	6236110	-	<i>Staphylococcus</i> (Gute Identifizierung auf Genusebene)
	41	6736452	99,7	<i>Staphylococcus xylosus</i> (sehr gute Identifizierung)
	51	7736152	77,7	<i>Staphylococcus aureus</i> (zweifelhaftes Profil)
	54	7334113	95,0	<i>Staphylococcus warneri</i> (zweifelhaftes Profil)
	56	7236112	48,4	<i>Staphylococcus hominis</i> (zweifelhaftes Profil)
	57	7216112	81,0	<i>Staphylococcus hominis</i> (zweifelhaftes Profil)
	65	7214113	88,9	<i>Staphylococcus warneri</i> (zweifelhaftes Profil)
	72	7214113	88,9	<i>Staphylococcus warneri</i> (zweifelhaftes Profil)
	78	7236112	48,4	<i>Staphylococcus hominis</i> (zweifelhaftes Profil)
	83	7236112	48,4	<i>Staphylococcus hominis</i> (zweifelhaftes Profil)
	85	7736552	99,8	<i>Staphylococcus xylosus</i> (zweifelhaftes Profil)
API Listeria	8	7200	-	unzulässiges Profil
	11	7000	-	unzulässiges Profil
	12	3000	-	unzulässiges Profil
	15	7000	-	unzulässiges Profil
	33	3000	-	unzulässiges Profil
	40	3000	-	unzulässiges Profil
	42	7350	88,6	<i>Listeria ivanovii</i> (zweifelhaftes Profil)
	43	3000	-	unzulässiges Profil
	48	7350	88,6	<i>Listeria ivanovii</i> (zweifelhaftes Profil)
	51	7000	-	unzulässiges Profil
	52	3000	-	unzulässiges Profil

	Probe	Code	ID %	Ergebnis
	80	7350	88,6	<i>Listeria ivanovii</i> (zweifelhaftes Profil)
API 20E	18	3000000	93,8	<i>Pseudomonas luteola</i> (gute Identifizierung)
	34	3001000	98,1	<i>Pseudomonas luteola</i> (gute Identifizierung)
	38	3001000	98,1	<i>Pseudomonas luteola</i> (gute Identifizierung)
	48	1005373	94,9	<i>Pantoea</i> spp. 3 (gute Identifizierung)
	77	1005113	97,9	<i>Pantoea</i> spp. 3 (gute Identifizierung)
API 10S	31	7400	73,4	<i>Pantoea</i> spp. 1 (Identifizierung unakzeptierbar)

Lebenslauf

Sigrid Gruber, Bakk. rer. nat.

Ausbildung

- | | |
|---------------------|---|
| seit 03. 2012 | Universität Wien
Masterstudium der Ernährungswissenschaften
- Spezialisierung: Lebensmittelqualität und -sicherheit |
| 10. 2008 - 02. 2010 | Universität Wien
Bakkalauereat der Ernährungswissenschaften |
| 09. 2003 - 06. 2008 | HLW Perg, OÖ
- Matura mit Schwerpunkt Ernährungs- und Betriebswirtschaft |

Berufserfahrung und Praktika

- | | |
|---------------------|--|
| 03. 2013 - 06. 2014 | Universität Wien, Institut für Ernährungswissenschaften
- Tutorin UE Lebensstil-/ernährungsassoziierte Erkrankungen |
| 04. - 10. 2013 | Universität Wien, Institut für Ernährungswissenschaften
- Forschungsplattform „Active Ageing“ |
| 07. - 08. 2013 | Ströck Brot GmbH, Wien
- Abteilung Qualitätsmanagement |
| 10. 2011 | Hubert Krenn VerlagsgmbH, Wien |
| 07. - 08. 2011 | Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Wien |
| 08. 2010 | Berglandmilch eGen, Aschbach/NÖ
- Abteilung Produktentwicklung |
| 08. 2009 | Piepsman Kinderevent-Agentur, Haslach/OÖ
- Ferienlager für übergewichtige Kinder |