

**Überprüfung der Eignung einer neuen Schnelltestmethode
zur Kontrolle des Reinigungserfolges
auf Oberflächen in Lebensmittelbetrieben**

Sonja Schmidt

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Dr. med. vet.
beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek

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

1. Auflage 2017

© 2017 by Verlag: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft Service GmbH,
Gießen
Printed in Germany

ISBN 978-3-86345-381-7

Verlag: DVG Service GmbH
Friedrichstraße 17
35392 Gießen
0641/24466
info@dvg.de
www.dvg.de

Aus dem Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Betreuer: Prof. Dr. M. Bülte

**Überprüfung der Eignung einer neuen Schnelltestmethode
zur Kontrolle des Reinigungs Erfolges
auf Oberflächen in Lebensmittelbetrieben**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Dr. med. vet.
beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

SONJA SCHMIDT
Tierärztin aus Lich

Gießen 2017

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

Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. M. Kramer

Gutachter: Prof. Dr. M. Bülte

Prof. Dr. H. Willems

Tag der Disputation: 21. Juni 2017

Meinem Mann

Teile dieser Arbeit wurden bereits veröffentlicht:

SCHMIDT, S., M. BÜLTE, NGUYEN, K. (2013)

Kontrolle der ordnungsgemäßen und rückstandslosen Reinigung in Lebensmittelunternehmen mit der Orion Clean Card® PRO. Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung **65**, 1/2013, 225-227.

SCHMIDT, S., M. BÜLTE (2012)

Einsatz der Orion Clean Card® PRO zur Kontrolle der Reinigung in Lebensmittelbetrieben. 53. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Dtsch. Vet. med. Ges. (DVG), 25. September bis 28. September 2012, Garmisch-Partenkirchen (Poster)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Verzeichnis häufig verwendeter Abkürzungen und Einheiten	V
1 Einleitung	1
2 Literaturübersicht	2
2.1 Rechtliche Grundlagen zur Lebensmittelhygiene	2
2.1.1 Codex Alimentarius.....	3
2.1.2 HACCP-Konzept.....	4
2.1.3 EU-Recht.....	8
2.1.4 Nationale rechtliche Vorgaben.....	9
2.1.5 Normen, Leitlinien und Zertifizierungen für die Lebensmittelindustrie.....	12
2.2 Reinigung und Desinfektion	13
2.2.1 Grundlagen.....	14
2.2.2 Reinigungsmittel.....	16
2.2.3 Desinfektionsmittel.....	18
2.2.4 Desinfektionsreiniger.....	21
2.2.5 Praxis der Reinigung in Lebensmittelbetrieben.....	22
2.2.6 Fehlerquellen bei der Reinigung und Desinfektion.....	24
2.2.7 Bedeutung für die Lebensmittelsicherheit.....	25
2.3 Kontrolle des Reinigungs- und Desinfektionserfolges	26
2.3.1 Schnelltests.....	27
2.3.1.1 UV- Licht.....	27
2.3.1.2 Benetzungstest.....	27
2.3.1.3 Farbtests.....	27
2.3.1.4 Nachweis von NAD.....	28
2.3.1.5 Nachweis von ATP mittels Biolumineszenzmessung.....	28
2.3.1.6 Proteinnachweis.....	28
2.3.2 Mikrobiologische Kontrollverfahren.....	29
2.3.3 Vergleich verschiedener Kontrollverfahren.....	30
3 Eigene Untersuchungen	34
3.1 Material	34
3.1.1 Schnelltests.....	34
3.1.1.1 Proteinnachweis.....	34
3.1.1.2 ATP-Nachweis mittels Biolumineszenzmessung.....	34
3.1.2 Laboruntersuchungen.....	34
3.1.2.1 Oberflächen.....	34
3.1.2.2 Medien und Lösungen.....	34
3.1.2.3 Geräte und Labormaterialien.....	35
3.1.2.4 Reinigungsmittel.....	36
3.1.3 Feldversuche.....	37
3.1.3.1 Betriebe.....	37
3.2 Methoden	40
3.2.1 Probenahmetechnik.....	40
3.2.1.1 Proteinnachweis.....	40
3.2.1.2 ATP-Nachweis.....	41

3.2.2	Auswertung der Schnelltests	42
3.2.3	Laboruntersuchungen	44
3.2.3.1	Reinigung der Oberflächen	44
3.2.3.2	Funktionsüberprüfung der Schnelltests	45
3.2.3.3	Proteinmengenzuordnung	45
3.2.3.4	Voruntersuchungen	46
3.2.3.5	Überprüfung der Reaktionen auf Reinigungsmittel	48
3.2.4	Feldversuche	49
3.2.5	Statistische Auswertung	50
4	Ergebnisse	51
4.1	Laborversuche	51
4.1.1	Auswertung	51
4.1.2	Voruntersuchungen	51
4.1.2.1	Statistischer Vergleich der beiden Schnelltestmethoden	51
4.1.3	Proteinmengenzuordnung	53
4.1.4	Überprüfung der Reaktionen des Proteintests auf Reinigungsmittel	54
4.2	Feldversuche	56
5	Diskussion	62
5.1	Bewertung von Schnelltests als Hygienekontrollmaßnahmen	62
5.1.1	ATP-Nachweis mittels Biolumineszenz	62
5.1.2	Proteinachweis	63
5.2	Versuchsaufbau und Auswahl der Methoden	63
5.3	Ergebnisse der Laborversuche	64
5.4	Ergebnisse der Feldversuche	66
5.5	Stellenwert der Reinigung und Reinigungskontrolle im Rahmen der Betriebshygiene ..	67
5.6	Vergleich der beiden Testsysteme im Hinblick auf Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit	69
6	Schlussfolgerungen	72
7	Zusammenfassung	73
8	Summary	75
9	Anhang	77
9.1	Ergebnisse der Voruntersuchungen	77
9.2	Ergebnisse der Feldversuche	81
10	Literaturverzeichnis	96
	Danksagung	103
	Erklärung	105

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Definitionen der wichtigsten Begriffe des HACCP-Konzepts (nach UNTERMANN et al., 1996; HEESCHEN, 2007)	5
Tabelle 2: Eignung bestimmter Reintypen bzw. deren Inhaltsstoffen zur Entfernung verschiedener Schmutzarten (MEYER, 2007)	18
Tabelle 3: Wirkstoffklassen, häufigste Wirkstoffe und Wirkprinzipien gängiger Desinfektionsmittel	19
Tabelle 4: Vergleich der Reinigungsverfahren in der Fleischverarbeitung (nach REUTER, 1994).....	23
Tabelle 5: Überblick über Gefahren in Lebensmitteln	26
Tabelle 6: Überblick über vergleichende Untersuchungen verschiedener Schnelltestmethoden	30
Tabelle 7: Geräte und Labormaterialien.....	36
Tabelle 8: Übersicht zu verwendeten Reinigungsmitteln	37
Tabelle 9: Übersicht über teilnehmende Betriebe	39
Tabelle 10: Bewertung des Farbwechsels der Orion Clean Card® PRO	43
Tabelle 11: Inhaltsstoffe der im Versuch verwendeten Reiniger	48
Tabelle 12: Reinigungsmethoden im Versuch zu Reinigungsmittelrückständen.....	49
Tabelle 13: Ergebnisse der Untersuchungen zur Proteinnengenzuordnung.....	53
Tabelle 14: Erwartete Proteinmengen bei Auswertung der Clean Card®-Ergebnisse	54
Tabelle 15: Ergebnisse bei Einsatz eines sauren Reinigungsmittels	55
Tabelle 16: Ergebnisse bei Einsatz eines neutralen Reinigungsmittels	56
Tabelle 17: Ergebnisse bei Einsatz eines alkalischen Reinigungsmittels	56
Tabelle 18: Sensitivität und Spezifität des Proteinnachweises auf verschiedenen Oberflächen in Bezug auf Ergebnisse des Biolumineszenztests	59
Tabelle 19: Vergleich der beiden Methoden hinsichtlich ihrer praktischen Anwendung zur Hygienekontrolle auf Oberflächen	71

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht über das Lebensmittelrecht der EU	2
Abbildung 2: Flussdiagramm zur Erstellung und Anwendung des HACCP-Konzepts (in Anlehnung an: FAO/WHO Codex Alimentarius Kommission: Food Hygiene Basic Texts).....	7
Abbildung 3: Sinner'scher Kreis (n. LINDEMANN, 2008).....	15
Abbildung 4: Sinner'scher Kreis bei Variation einzelner Faktoren (nach LINDEMANN, 2008)	15
Abbildung 5: Prozentualer Anteil der Wirkstoffklassen an den Produkten der DVG-Liste (Lebensmittelbereich, Stand 2015).....	21
Abbildung 6: Schematische Darstellung der Probenahme mit der Orion Clean Card® PRO... 40	40
Abbildung 7: Schematische Darstellung der HY-LiTE® - Tupferführung	42
Abbildung 8: Referenzskala der Orion Clean Card® PRO.....	43
Abbildung 9: Fläche zur Probennahme für zwei Ansätze.....	47
Abbildung 10: Verteilung der Ergebnisse bei Probenreihe A (vorgereinigte Flächen)	52
Abbildung 11: Verteilung der Ergebnisse bei Probenreihe B, ohne Leerwert (kontaminierte Flächen)	52
Abbildung 12: Verteilung der Ergebnisse bei Probenreihe C (gereinigte Flächen).....	52
Abbildung 13: Übereinstimmung der Ergebnisse der beiden Schnelltestmethoden	57
Abbildung 14: Auswertung der positiven Ergebnisse des Proteinnachweises in Bezug auf positive Ergebnisse des Biolumineszenznachweises.....	58
Abbildung 15: Auswertung der negativen Ergebnisse des Proteinnachweises in Bezug auf negative Ergebnisse des Biolumineszenznachweises.....	58
Abbildung 16: Beziehungen zwischen den Ergebnissen des Proteinnachweises und der Biolumineszenzmessung mit Regressionsgerade	60
Abbildung 17: Box-and-Whisker-Plot der Ergebnisse des Proteinnachweises im Verhältnis zu den Werten der Biolumineszenzmessung.....	61

Verzeichnis häufig verwendeter Abkürzungen und Einheiten

%	Prozent
-	negativ, minus
§	Paragraph
°C	Grad Celsius
®	geschütztes Markenzeichen
+	positiv, plus
µg	<u>M</u> ikro <u>g</u> ramm
Abb.	<u>A</u> bbildung
Abs.	<u>A</u> bsatz
Abschn.	<u>A</u> bschnitt
AMP	<u>A</u> denosin <u>m</u> onophosphat
Anh.	<u>A</u> nhang
Aqua dest.	Aqua <u>d</u> estillata (lat.: destilliertes Wasser)
Art.	<u>A</u> rtikel
ATP	<u>A</u> denosin <u>t</u> riphosphat
BMELV	<u>B</u> undesministerium für <u>E</u> rnährung, <u>L</u> andwirtschaft und <u>V</u> erbraucherschutz
BSA	<u>B</u> ovines <u>S</u> erum <u>a</u> lbumin
ca.	<u>c</u> irca
CCP	<u>C</u> ritical <u>C</u> ontrol <u>P</u> oint (kritischer Lenkungspunkt)
CEN	<u>C</u> omité <u>E</u> uropéen de <u>N</u> ormalisation (Europäisches Komitee für Normung)
CIP	<u>C</u> leaning <u>i</u> n <u>P</u> lace
DGHM	<u>D</u> eutsche <u>G</u> esellschaft für <u>H</u> ygiene und <u>M</u> ikrobiologie
DIN	<u>D</u> eutsches <u>I</u> nstitut für <u>N</u> ormung
DLG	<u>D</u> eutsche <u>L</u> andwirtschafts- <u>G</u> esellschaft
DVG	<u>D</u> eutsche <u>V</u> eterinärmedizinische <u>G</u> esellschaft e.V.
EFSA	<u>E</u> uropean <u>F</u> ood <u>S</u> afety <u>A</u> uthority
EG	<u>E</u> uropäische <u>G</u> emeinschaft
EN	<u>E</u> uropäische <u>N</u> orm
et al.	<u>e</u> t <u>a</u> lii (lat.: und andere)
EU	<u>E</u> uropäische <u>U</u> nion
e.V.	<u>e</u> ingetragener <u>V</u> erein
EWG	<u>E</u> uropäische <u>W</u> irtschaftsgemeinschaft
Fa.	<u>F</u> irma

VI Verzeichnis häufig verwendeter Abkürzungen und Einheiten

FAO	<u>F</u> ood and <u>A</u> griculture <u>O</u> rganization of the United Nations (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen)
GMP	<u>G</u> ood <u>M</u> anufacturing <u>P</u> ractice (Gute Herstellungspraxis)
h	Stunde (lat.: hora)
HACCP	<u>H</u> azard <u>A</u> nalysis and <u>C</u> ritical <u>C</u> ontrol <u>P</u> oints
IFS	<u>I</u> nternational <u>F</u> eatured <u>S</u> tandard
ISO	<u>I</u> nternational <u>O</u> rganization for <u>S</u> tandardization (Internationale Organisation für Normung)
Kap.	<u>K</u> apitel
KbE	<u>K</u> olonie-bildende <u>E</u> inheiten
LFGB	<u>L</u> ebensmittel- und <u>F</u> uttermittelgesetz <u>b</u> uch
LMBG	<u>L</u> ebens <u>m</u> ittel- und <u>B</u> edarfsgegenstände- <u>G</u> esetz
LMHV	<u>L</u> ebens <u>m</u> ittel- <u>H</u> ygien <u>e</u> - <u>V</u> erordnung
min	<u>M</u> inuten
n	Anzahl
n.a.	<u>n</u> icht <u>a</u> ngegeben
NAD/NADH	<u>N</u> icotinamid- <u>A</u> denin- <u>D</u> inukleotid
NADP/NADPH	<u>N</u> icotinamid- <u>A</u> denin- <u>D</u> inukleotid- <u>P</u> hosphat
ng	<u>N</u> anogramm
nm	<u>N</u> anometer
Nr.	<u>N</u> ummer
NTT	<u>N</u> ass- <u>T</u> rocken- <u>T</u> upfer
p	probability (Signifikanzwert, Wahrscheinlichkeitswert)
pH	<u>p</u> H-Wert
QAV	<u>Q</u> uaternäre <u>A</u> mmonium <u>V</u> erbindung
RL	<u>R</u> icht <u>l</u> inie
RLU	<u>R</u> elative <u>L</u> ight <u>U</u> nit (relative Lichteinheit)
RODAC	<u>R</u> eplicate <u>O</u> rganism <u>D</u> etection and <u>C</u> ounting
r _s	<u>R</u> angkorrelationskoeffizient nach Spearman
RTE	<u>R</u> eady- <u>T</u> o- <u>E</u> at
Tab.	<u>T</u> abelle
Tit.	<u>T</u> itel
TÜV	<u>T</u> echnischer <u>Ü</u> berwachungs <u>v</u> erein
UV	<u>U</u> ltraviolett
VO	<u>V</u> erordnung
WHO	<u>W</u> orld <u>H</u> ealth <u>O</u> rganization (Weltgesundheitsorganisation)
WTO	<u>W</u> orld <u>T</u> rade <u>O</u> rganization (Welthandelsorganisation)

1 Einleitung

Laut EU-Gesetzgebung trägt jeder Lebensmittelunternehmer die Verantwortung für die Qualität seiner Produkte im Sinne des Verbraucherschutzes (VO (EG) Nr. 178/2002 Art. 17 (1) und VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. I Art. 1 (1)a). Dadurch ist die Bedeutung der betrieblichen Eigenkontrollen in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Hierbei spielt neben Endprodukt- und Prozesskontrollen auch die Kontrolle einer erfolgreichen Reinigung eine wesentliche Rolle. Die Reinigung stellt einen bedeutsamen Faktor im Bereich der Betriebshygiene dar, auf dem alle weiteren Hygiene- und Qualitätssicherungsmaßnahmen aufbauen (UNTERMANN und DURA, 1996).

Wichtig ist für diese Art der Kontrollen ein schnell verfügbares Ergebnis, um gezielt und zeitnah, möglichst vor erneuter Aufnahme der Produktion, Korrekturen vornehmen zu können. Zur Überprüfung der Sauberkeit der gereinigten Oberflächen eignen sich sogenannte Schnelltests, die sofort im Anschluss an die Beprobung ausgewertet werden können und somit der mikrobiologischen Untersuchung in dieser Hinsicht überlegen sind (REICHEL, 2007).

Diese Schnelltests liefern keinen direkten Nachweis von Mikroorganismen, sondern sie zeigen die Anwesenheit von Verschmutzungen in Form von Produktrückständen an, welche eine Nährstoffgrundlage für das Wachstum von Mikroorganismen darstellen und die hergestellten Produkte beeinträchtigen. Solche Rückstände können auch auf makroskopisch sauber erscheinenden Flächen vorhanden sein.

Die kommerziell verfügbaren Schnelltests basieren auf verschiedenen Nachweisprinzipien. Meist werden Zellbestandteile wie Adenosintriphosphat (ATP), oder das Coenzym Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid (-Phosphat) (NAD(P)/NAD(P)H) nachgewiesen, aber auch chemische Tests zum Nachweis von Proteinen sind erhältlich (GOLL et al., 2003; REICHEL, 2007). Bei dem Nachweis von ATP mithilfe der Biolumineszenzmessung handelt es sich mittlerweile um eine etablierte Methode, deren Anwendbarkeit als Hygienekontrollmaßnahme belegt wurde (KIRCHER et al., 1996). Der Proteinnachweis wurde hingegen bisher teilweise kritisch bewertet (WEBER et al., 1997; TRAUTSCH, 2003). Ziel der vorliegenden Untersuchungen war der Vergleich eines neuartigen Proteinnachweises (Orion Clean Card PRO[®], Amfora Health Care) mit dem HY-LiTE[®] 2 System (Merck), welches auf dem Prinzip der Biolumineszenzmessung beruht. Es sollten sowohl unter Laborbedingungen als auch in Feldversuchen die Vergleichbarkeit der beiden Testsysteme und die praktische Anwendbarkeit des neu entwickelten Proteintests zur Reinigungskontrolle überprüft werden.

2 Literaturübersicht

2.1 Rechtliche Grundlagen zur Lebensmittelhygiene

Lebensmittelunternehmer, das heißt Hersteller und Inverkehrbringer von Lebensmitteln aller Art, unterstehen einer Reihe von Gesetzen zum Thema Lebensmittelhygiene und Lebensmittelsicherheit. So gilt in allen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU) das 2006 in Kraft getretene EU-Lebensmittelrecht, welches grundsätzlich aus folgenden Verordnungen (VO) besteht: VO (EG) Nr. 178/2002, VO (EG) Nr. 852/2004, VO (EG) Nr. 853/2004, VO (EG) Nr. 854/2004 und VO (EG) Nr. 882/2004 (siehe Abb.1). Diese EU-Verordnungen gelten unmittelbar in allen Mitgliedsstaaten und haben Vorrang vor nationalem Recht (GALLHOF, 2006).

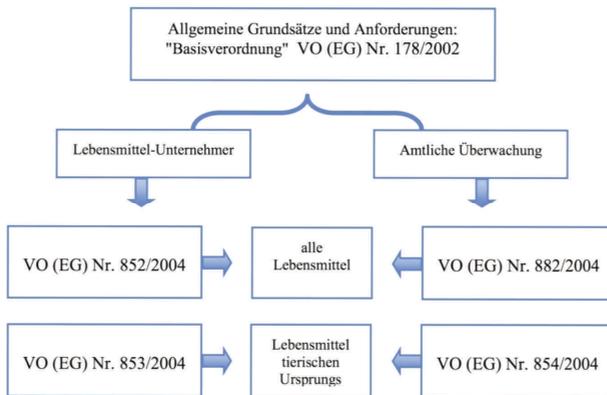


Abbildung 1: Übersicht über das Lebensmittelrecht der EU

Zusätzlich existieren nationale Gesetze und die Umsetzungen von EU-Richtlinien in den einzelnen Mitgliedsstaaten. In Deutschland ist vor allem das Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) zu nennen, welches die Umsetzung der VO (EG) 178/2002 in nationales Recht darstellt (BELLIN, 2007). Die sogenannte Lebensmittel-Hygieneverordnung (LMHV), welche Teil einer Durchführungsverordnung mehrerer EU-Richtlinien ist, enthält spezifische Vorschriften für die Lebensmittelunternehmer (Verordnung zur Durchführung von Vorschriften des gemeinschaftlichen Lebensmittelrechts, 2007, Art.1)).

Das EU-Recht überträgt dem Lebensmittelunternehmer die Hauptverantwortung für die Sicherheit des Lebensmittels (VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. I Art. 1 Abs. 1 a). Eine weitere zentrale Forderung besteht in der Umsetzung des Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP)-Konzeptes als Teil des Qualitätssicherungssystems durch die Lebensmittelunternehmer (VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. I Art. 1 Abs. 1 d)).

Um das Qualitätsmanagement und die Umsetzung des HACCP-Konzeptes für die Lebensmittelunternehmer zu verbessern, existieren verschiedene Dienstleister, die mithilfe von Standards und Normen bei der Erstellung eines Qualitätsmanagementsystems behilflich sind und dieses durch regelmäßige Kontrollen vor Ort, sogenannte Audits, überprüfen. Durch diese Zertifizierung wird eine objektive Beurteilung der Lebensmittelsicherheit gewährleistet. Da dies mit hohen Kosten verbunden ist, entfällt diese Option für die meisten kleinen und mittleren Betriebe im Lebensmittelsektor. Diese müssen auf die Hilfe der zuständigen Behörden vertrauen und mit eigenen Mitteln die Umsetzung der Rechtsforderungen bewältigen (BACH, 2000).

2.1.1 Codex Alimentarius

Der Codex Alimentarius umfasst zahlreiche Standards zur Lebensmittelsicherheit und Lebensmittelhygiene. Herausgegeben werden diese von der Codex Alimentarius Kommission, die im Jahr 1963 von der Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation, WHO) und der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) gegründet wurde. Obwohl die Normen des Codex Alimentarius keinen Gesetzescharakter besitzen, haben sie vor allem seit der Aufnahme in die Regelungen der Welt-Handelsorganisation (World Trade Organization, WTO) große internationale Bedeutung (LIVERMORE, 2006). Weiterhin bilden die Grundsätze des Codex Alimentarius auch in vielen Bereichen die Grundlage für die europäische Lebensmittelgesetzgebung (RIEDEL, 2011).

So befasst sich beispielsweise der umfangreiche Basis-Standard zur Lebensmittelhygiene mit allen wichtigen Bereichen, die auch in den Gesetzestexten der EU behandelt werden. Im Kapitel zu allgemeinen Prinzipien der Lebensmittelhygiene wird auf die Bereiche Primärproduktion, Betriebsstätten, Arbeitsweisen und Hygienekontrolle, Reinigung, Personalhygiene, Transport, Kennzeichnung und Personalschulungen eingegangen. Zusätzlich wird das HACCP-System und seine empfohlene Anwendung erläutert. Die weiteren Kapitel befassen sich mit mikrobiologischen Kriterien, Risikoerfassung und -management sowie mit

Empfehlungen für bestrahlte Lebensmittel und die Kontamination von Lebensmitteln mit *Listeria monocytogenes* (Codex Alimentarius Food Hygiene, 2009).

2.1.2 HACCP-Konzept

Das HACCP-Konzept, das ursprünglich für die Raumfahrt zur Gewährleistung der Sicherheit von Astronautennahrung entwickelt wurde, ist mittlerweile fester Bestandteil der Lebensmittelproduktion (UNTERMANN und DURA, 1996). Der Codex Alimentarius zur Lebensmittelhygiene gibt eine international verbindliche Version des Systems vor, das auf folgenden Grundprinzipien beruht:

1. Durchführung einer Gefahrenanalyse (Hazard Analysis)
2. Bestimmung der kritischen Lenkungspunkte (Critical Control Points, CCP)
3. Festlegung von Grenzwerten
4. Festlegung eines Überwachungssystems für die CCP
5. Festlegung von Korrekturmaßnahmen, falls bei der Überwachung eines bestimmten CCP Fehler erkannt werden
6. Festlegung von Verfahren zur Verifizierung des erfolgreichen Arbeitens des Systems
7. Dokumentation aller Vorgänge und Aufzeichnungen im Rahmen der Anwendung dieser Prinzipien (FAO/WHO Codex Alimentarius Kommission, 2009).

Einen Überblick über die wichtigsten Begriffe der Regelungen des Codex Alimentarius zum HACCP-Konzept und ihre Definition in deutscher Übersetzung gibt Tab. 1.

Tabelle 1: Die Definitionen der wichtigsten Begriffe des HACCP-Konzepts (nach UNTERMANN et al., 1996; HEESCHEN, 2007)

Englischer Originalbegriff	Deutsche Übersetzung	Definition laut FAO/WHO Codex Alimentarius (Deutsche Übersetzung)
to control (Verb)	unter Kontrolle bringen, beherrschen	Alle erforderlichen Handlungen durchführen, um die Einhaltung der im HACCP-Plan festgelegten Kriterien sicherzustellen und aufrechtzuerhalten.
Control	Beherrschung	Der Zustand, in dem Verfahren fehlerfrei ablaufen und Kriterien eingehalten werden.
Control Measures	Maßnahmen zur Beherrschung	Handlungen und Maßnahmen, um eine Gefahr durch Lebensmittel auszuschalten, zu vermeiden oder auf ein annehmbares Maß zu verringern.
Corrective Actions	Korrekturmaßnahmen	Die Maßnahmen, die durchzuführen sind, wenn die Ergebnisse der Überwachung eines CCPs anzeigen, dass dieser nicht mehr beherrscht wird.
Critical Control Point	kritischer Lenkungspunkt oder Beherrschungspunkt	Eine Stufe, auf der es möglich und von entscheidender Bedeutung ist, eine gesundheitliche Gefahr (für den Menschen) durch Lebensmittel zu vermeiden, zu beseitigen oder auf ein akzeptables Maß zu reduzieren.
Critical Limit	Grenzwert	Ein Wert, der zwischen Annahme und Ablehnung unterscheidet.
HACCP-Plan	HACCP-Plan	Ein gemäß den Prinzipien des HACCPs erstelltes Dokument, das die Beherrschung gesundheitlicher "Gefahren" durch Lebensmittel in den einzelnen Abschnitten der Lebensmittelkette sicherstellen soll.
Hazard	Gefahr	Ein Agens oder ein Faktor von biologischer, chemischer oder physikalischer Natur mit der Eigenschaft, eine Gesundheitsschädigung hervorrufen zu können.
Hazard Analysis	"Gefahren"-Analyse	Der Vorgang des Sammelns, Aus- und Bewertens von Informationen über Gefahren und Situationen, die diese hervorrufen können.
to monitor (Verb)	Überwachen	Durchführen einer geplanten Sequenz von Beobachtungen oder Messungen bestimmter Kenngrößen, um zu beurteilen, ob sich ein CCP im Bereich der vorgegebenen Grenzwerte bewegt.
Step	Stufe	Ein Punkt, Verfahren, Arbeitsgang oder Abschnitt in der Lebensmittelkette.
Verification	Verifizierung	Zusätzliche zu den bei der Überwachung angewandten Methoden, durch die ermittelt werden soll, ob der HACCP-Plan eingehalten wird und/oder ob dieser Plan geändert werden muss.

Dabei erfolgt die Anwendung des Systems sowohl produkt- als auch produktionsbezogen, das bedeutet, dass jeder Lebensmittelunternehmer für jedes seiner Produkte bzw. seiner Herstellungslinien ein eigenständiges HACCP-Konzept erarbeiten muss (UNTERMANN und DURA, 1996).

Für die Erstellung und Anwendung eines solchen Systems gibt der Codex Alimentarius eine logisch gegliederte Arbeitsweise vor. Zunächst soll ein HACCP-Team gegründet werden, welches entweder aus betriebseigenen Mitarbeitern, externen Dienstleistern oder Sachkundigen der verantwortlichen Behörde besteht. Als nächstes wird eine vollständige Beschreibung des Produktes inklusive physikalischer und chemischer Eigenschaften, Herstellungsprozess und Vertriebswegen empfohlen. Auch die vorgesehene Verbrauchergruppe soll bestimmt werden, z.B. im Hinblick auf Risikogruppen. Daraufhin wird ein Flussdiagramm des Herstellungsprozesses erstellt, das vor Ort für alle Produktionsstufen bestätigt werden muss. Alle auf den so ermittelten Herstellungsstufen möglicherweise auftretenden Gefahren müssen erfasst und bewertet werden. So werden schließlich die kritischen Lenkungspunkte (CCPs) mit eventuellen Grenzwerten bestimmt und Maßnahmen zu ihrer Überwachung und Beherrschung festgelegt. Ein weiterer grundlegender Schritt ist die Verifizierung des korrekten Arbeitens des Systems, vor allem im Hinblick auf die Überwachung der CCPs und eventuelle Korrekturmaßnahmen. Schließlich wird die Dokumentation aller Vorgänge als essentielles Werkzeug des HACCP-Konzeptes gefordert (FAO/WHO Codex Alimentarius Kommission, 2009). Eine Übersicht über die einzelnen Schritte gibt Abb. 2, entnommen aus dem Anhang des Codex Alimentarius zur Lebensmittelhygiene.

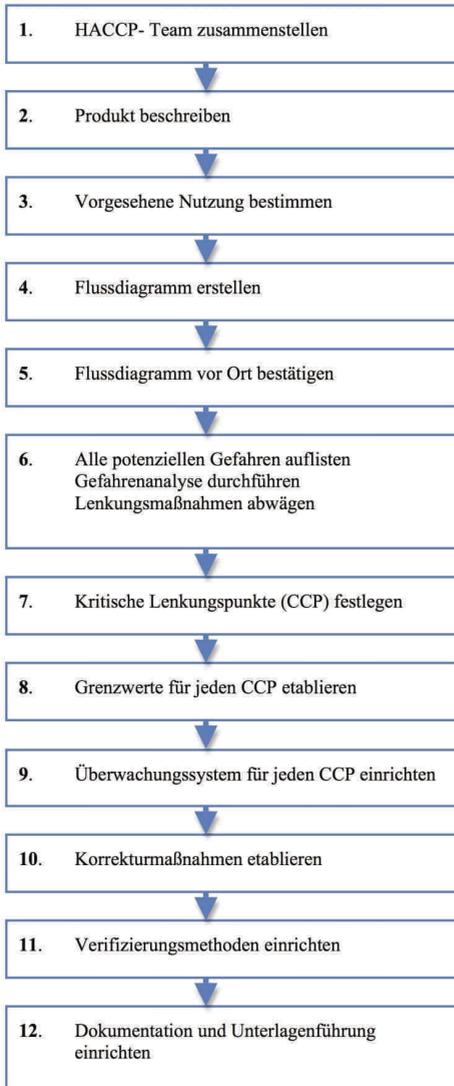


Abbildung 2: Flussdiagramm zur Erstellung und Anwendung des HACCP-Konzepts (in Anlehnung an: FAO/WHO Codex Alimentarius Kommission: Food Hygiene Basic Texts)

Zu beachten ist, dass das HACCP-Konzept nicht die allgemeine Betriebshygiene als Basis einer guten Herstellungspraxis (Good Manufacturing Practice, GMP) ersetzen kann. Vielmehr

kann es nur dann wirkungsvoll eingesetzt werden, wenn bereits ein gutes und wirksames Hygienekonzept für sämtliche Bereiche der Produktion in einem Lebensmittelbetrieb existiert (HUFNAGEL, 2006). Das bedeutet, dass z.B. Reinigungs- und Desinfektionspläne, Trennung von reinen und unreinen Arbeitsbereichen oder Personalhygiene nicht Teil des HACCP-Konzeptes sind, sondern seine Grundlage bilden (UNTERMANN und DURA, 1996).

2.1.3 EU-Recht

Mit dem **Grünbuch** zu allgemeinen Grundsätzen des Lebensmittelrechts der Kommission der EU wurde im Jahr 1997 der Grundstein für die Neuordnung des bestehenden gemeinschaftlichen Lebensmittelrechts gelegt. Es enthält Zielsetzungen und Vorschläge für die neu zu schaffende Gesetzgebung, die zuvor aus einer unübersichtlichen Vielzahl parallel gültiger Richtlinien bestand. Zu den dort genannten Hauptzielen gehören die Lebensmittelsicherheit und der Schutz der Gesundheit der Verbraucher, aber auch die Primärverantwortung der Erzeuger für diese Sicherheit. Auch die Umsetzung des HACCP Konzeptes wird gefordert. Desweiteren soll die Primärerzeugung mit in die Lebensmittelgesetzgebung einbezogen und damit der Grundsatz "from stable to table" verfolgt werden (Grünbuch der EU-Kommission, 1997).

Mit dem im Jahr 2000 veröffentlichten **Weißbuch** zur Lebensmittelsicherheit wurden die oben genannten Vorschläge konkretisiert und der Grundstein für die Erarbeitung und Erlassung einer Reihe von Verordnungen gelegt, die das Lebensmittelrecht der EU reformieren sollten. Im Fokus stand wiederum die Lebensmittelsicherheit, die Verantwortung der Erzeuger und Lebensmittelunternehmer. Zusätzlich wurde die Einrichtung einer europäischen Lebensmittelbehörde vorgeschlagen, um eine unabhängige zentrale Stelle zur Kommunikation und Beratung zu schaffen (Weißbuch der EU-Kommission, 2000).

Die Forderungen des Weißbuchs wurden grundsätzlich in der sogenannten **Basisverordnung** VO (EG) Nr. 178/2002 umgesetzt. So lautet Artikel 14 Absatz (1) dieser Verordnung: "Lebensmittel, die nicht sicher sind, dürfen nicht in Verkehr gebracht werden." Als nicht sicher gelten Lebensmittel, wenn sie gesundheitsschädlich oder für den Verzehr durch Menschen ungeeignet sind (VO (EG) Nr. 178/2002 Kap. II. Abschn. 4 Art. 14 Abs. (1) u (2)). Die Verantwortung für diese Sicherheit wird in Artikel 17 auf allen Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen den Lebensmittel- und Futtermittelunternehmern zugewiesen. Auch die Verpflichtung zur Überprüfung der eigenen Produkte im Hinblick auf die Anforderungen des Lebensmittelrechts wird hier ausgesprochen (VO (EG) Nr. 178/2002 Kap. II. Abschn. 4 Art. 17 Abs. (1)). Desweiteren wird mit dieser Verordnung die Einrichtung

der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority, EFSA) festgelegt (VO (EG) Nr. 178/2002 Kap. III.)

Konkretere Vorschriften zur Lebensmittelhygiene enthält die **VO (EG) Nr. 852/2004**. Hier wird der Lebensmittelunternehmer verpflichtet, sicherzustellen, dass seine Produkte die Anforderungen der Verordnung an die Lebensmittelhygiene erfüllen, was einer Verpflichtung zu betrieblichen Eigenkontrollen gleichkommt (VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. II. Art. 3.). Dazu werden allgemeine und spezifische Hygienevorschriften genannt, wie z.B. die Erfüllung mikrobiologischer Kriterien, Temperaturkontrolle sowie Probenahme und Analyse (VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. II. Art. 4 Abs. (3)). Es wird die Einrichtung und Durchführung eines auf HACCP-Grundsätzen beruhenden Verfahrens gefordert (VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. II. Art. 5), sowie die Anwendung nationaler oder gemeinschaftlicher Leitlinien für eine gute Hygienepraxis empfohlen (VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. III. Art. 7-9).

Die **VO (EG) 853/2004** ergänzt diese Vorschriften durch spezifische Regelungen zu Lebensmitteln tierischer Herkunft. Der Lebensmittelunternehmer wird verpflichtet, die besonderen hygienischen Anforderungen der Lebensmittel zu erfüllen (VO (EG) 853/2004 Kap. II. Art. 3). Desweiteren regelt die Verordnung die Registrierung und Zulassung von Betrieben (VO (EG) 853/2004 Kap. II. Art. 4), sowie den Handel mit Lebensmitteln tierischen Ursprungs (VO (EG) 853/2004 Kap. III.).

Die **VO (EG) 882/2004** regelt die amtliche Überwachung der Einhaltung des Lebensmittel- und Futtermittelrechts und der Bestimmungen zum Tierschutz. Hierin werden die Mitgliedsstaaten verpflichtet, die Durchführung der amtlichen Kontrollen angemessen und risikobasiert sicherzustellen (VO (EG) 882/2004 Tit. II Art. 3 Abs. (1)). Dabei sind verschiedene Faktoren zu berücksichtigen, unter anderem auch die Verlässlichkeit der bereits durchgeführten Eigenkontrollen des Lebensmittelunternehmers (VO (EG) 882/2004 Tit. II Art. 3 Abs. (1) c)). Desweiteren regelt diese Verordnung unter anderem die Benennung und die erforderlichen Eigenschaften der zuständigen Behörden und des Personals sowie die Kontrollmethoden (VO (EG) 882/2004 Kap. II), Anforderungen an Probenahme und Analyse (VO EG 882/2004 Kap. III), Krisenmanagement und Notfallpläne (VO (EG) 882/2004 Tit. II Kap. IV) sowie die amtlichen Kontrollen bei der Ein- und Ausfuhr von Lebens- und Futtermitteln (VO (EG) 882/2004 Tit. II Kap. V).

Ergänzt wird diese Kontrollverordnung durch die **VO (EG) 854/2004**, welche spezifische Vorschriften für die amtliche Überwachung Lebensmittel tierischer Herkunft enthält.

2.1.4 Nationale rechtliche Vorgaben

Auf nationaler Ebene ist in Deutschland mit dem Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) der Ansatz der EU einer einheitlichen, transparenten und gebündelten Regelung des Lebensmittelrechts umgesetzt worden (LINDEMANN, 2006). Das LFGB stellt somit nicht nur eine Aktualisierung des bis dahin gültigen Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes (LMBG) dar, sondern es enthält eine Neuordnung des Lebensmittelrechts und kann im wesentlichen als nationale Umsetzung der VO (EG) Nr. 178/2002 angesehen werden (BELLIN, 2007).

Zweck des Gesetzes ist vorrangig der Schutz der Verbraucher vor Gesundheitsgefahren und vor Täuschung beim Verkehr mit Lebensmitteln, Futtermitteln, kosmetischen Mitteln und Bedarfsgegenständen (§1 Abs. 1 S. 1. u. 2. LFGB). Auf die allgemeinen Bestimmungen (LFGB Abschn. 1) folgen Abschnitte mit Regelungen zum Gesundheits- und Täuschungsschutz zu den einzelnen Erzeugnissen (LFGB Abschn. 2-5). Die Abschnitte 6 bis 11 beinhalten gemeinsame Vorschriften für alle Erzeugnisse zu Verordnungsermächtigungen, Überwachung und Monitoring, Ein- und Ausfuhr sowie zu Straf- und Bußgeldbestimmungen. Im Hinblick auf den Verkehr mit Lebensmitteln (LFGB Abschn. 2) sind hier besonders § 5 und § 11 hervorzuheben. Laut § 5 Abs. 1 LFGB ist es "verboten, Lebensmittel für andere derart herzustellen oder zu behandeln, dass ihr Verzehr gesundheitsschädlich im Sinne des Art. 14 Abs. 2 a) der VO (EG) Nr. 178/2002 ist."

§ 11 verbietet das Inverkehrbringen von Lebensmitteln unter irreführender Bezeichnung, Angabe oder Aufmachung, sowie irreführende Werbung für Lebensmittel und bietet somit den Schutz vor Täuschung (§ 11 Abs. 1 LFGB).

Auf Grund der Verordnungsermächtigungen des LFGB wurde 2007 unter anderem die Lebensmittelhygiene-Verordnung (LMHV) vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) erlassen. § 3 dieser Verordnung regelt allgemeine Hygieneanforderungen und fordert: "Lebensmittel dürfen nur so hergestellt, behandelt oder in den Verkehr gebracht werden, dass sie (...) der Gefahr einer nachteiligen Beeinflussung nicht ausgesetzt sind." Bei einer nachteiligen Beeinflussung handelt es sich im Sinne dieser Verordnung um "eine Ekel erregende oder sonstige Beeinträchtigung der einwandfreien hygienischen Beschaffenheit von Lebensmitteln, wie durch Mikroorganismen, Verunreinigungen, Witterungseinflüsse, Gerüche, Temperaturen, Gase, Dämpfe, Rauch, Aerosole, tierische Schädlinge, menschliche und tierische Ausscheidungen sowie durch Abfälle, Abwasser, Reinigungsmittel, Pflanzenschutzmittel, Tierarzneimittel, Biozid-Produkte oder ungeeignete Behandlungs- und Zubereitungsverfahren" (§ 2 Abs. 1 S. 1 LMHV).

In § 4 der Verordnung sind Bestimmungen zur Schulung enthalten. Demnach müssen Personen, die leicht verderbliche Lebensmittel herstellen, behandeln oder in den Verkehr bringen, über folgende Fachkenntnisse verfügen:

1. Eigenschaften und Zusammensetzung des jeweiligen Lebensmittels
2. Hygienische Anforderungen an die Herstellung und Verarbeitung des jeweiligen Lebensmittels
3. Lebensmittelrecht
4. Warenkontrolle, Haltbarkeitsprüfung und Kennzeichnung
5. Betriebliche Eigenkontrollen und Rückverfolgbarkeit
6. Havarieplan, Krisenmanagement
7. Hygienische Behandlung des jeweiligen Lebensmittels
8. Anforderungen an Kühlung und Lagerung des jeweiligen Lebensmittels
9. Vermeidung einer nachteiligen Beeinflussung des jeweiligen Lebensmittels beim Umgang mit Lebensmittelabfällen, ungenießbaren Nebenerzeugnissen und anderen Abfällen
10. Reinigung und Desinfektion (LMHV Anlage 1 zu § 4 Abs. 1 S. 1).

Ein leicht verderbliches Lebensmittel wiederum ist im Sinne der Verordnung "ein Lebensmittel, das in mikrobiologischer Hinsicht in kurzer Zeit leicht verderblich ist und dessen Verkehrsfähigkeit nur bei Einhaltung bestimmter Temperaturen oder sonstiger Bedingungen erhalten werden kann" (§ 2 Abs. 1 S. 2 LMHV).

Desweiteren beinhaltet die LMHV spezifische Regelungen zur Abgabe kleiner Mengen bestimmter Primärerzeugnisse, zur Herstellung traditioneller Lebensmittel, zur Beförderung von Ölen und Fetten bzw. Rohrzucker in Seeschiffen, zur Ausfuhr von Lebensmitteln und Ordnungswidrigkeiten (§ 5- § 10 LMHV).

Somit stehen auch im nationalen Lebensmittelrecht die von der EU geforderte Verantwortung des Lebensmittelunternehmers für die Sicherheit der Lebensmittel und die dafür notwendigen Maßnahmen im Mittelpunkt. Diese Sicherheit wird vorrangig durch betriebliche Eigenkontrollen gewährleistet, deren Durchführung im Rahmen der behördlichen Überwachung überprüft wird (Kontrolle der Eigenkontrolle). Solche Eigenkontrollmaßnahmen betreffen vor allem regelmäßige Warenkontrollen, Kontrolle von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen sowie Maßnahmen zur Verhinderung nachteiliger Beeinflussung, wie z.B. Sicherstellung der Sauberkeit und der korrekten Funktion von

Räumen, Einrichtung und Geräten, Schädlingsbekämpfung und Kontrolle der mikrobiellen Belastung (SCHRÖDER und GROVE, 1998).

2.1.5 Normen, Leitlinien und Zertifizierungen für die Lebensmittelindustrie

Meist basierend auf den Vorgaben des Codex Alimentarius existieren noch weitere Normen zur Lebensmittelhygiene und produktionsbezogene Leitlinien für gute Hygienepraxis.

Die wichtigsten international anerkannten Normen sind die zertifizierbaren ISO (International Organization for Standardization)-Normen 9001 und 22000 für Qualitätsmanagementsysteme. Die ISO 9001 ist eine unspezifisch gehaltene Verfahrensnorm für gesamtbetriebliches Qualitätsmanagement. Hierbei ist die Prozess- und Produktüberwachung nur einer von vielen Kernbereichen. Es werden keine Mittel und Details vorgegeben, sondern vorrangig Ziele zur Verbesserung der Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit formuliert (HINSCH, 2015). Die ISO 22000 ist eine spezifische Norm zur globalen Verbesserung der Lebensmittelsicherheit. Sie richtet sich an alle Beteiligten der Lebensmittelkette von der Futtermittelherstellung über die Primärproduktion, Lebensmittelverarbeitung und Transport bis hin zum Einzelhandel. Dabei bedient sie sich der Elemente des HACCP-Konzeptes aus dem Codex Alimentarius, enthält Vorgaben zur Kommunikation innerhalb der Lebensmittelkette, Präventivprogramme und Notfallmaßnahmen (ARVANITOYANNIS, 2009).

Gemeinsam ist beiden Normen, dass sich Betriebe anhand der darin enthaltenen Kriterien von unabhängigen Prüfinstituten zertifizieren lassen können. Dazu werden regelmäßig Audits durchgeführt, diese beinhalten die Überprüfung der Dokumentation sowie der Prozessabläufe vor Ort (TÜV SÜD, 2008). Neben diesen, von unabhängigen Ausschüssen erstellten ISO-Normen existieren auch Standards, die aus Handelsanforderungen entstanden sind, wie beispielsweise der IFS (International Featured Standard) Food. Dieser enthält neben HACCP-gestützten Hygiene- und Qualitätssicherungsmaßnahmen auch genaueste Vorgaben zur Zertifizierung und den Abläufen der Audits (IFS Food V6, 2014).

Im deutschsprachigen Bereich gibt das Deutsche Institut für Normung e.V. die DIN-Normen heraus und erarbeitet deutsche Fassungen von EN- und ISO-Normen (KRÜGER, 2006). Bedeutsam für lebensmittelverarbeitende Betriebe sind vor allem die DIN 10503, welche Begriffe zur Lebensmittelhygiene definiert und Möglichkeiten zur Umsetzung des HACCP-Konzeptes bietet, die DIN 10516 mit konkreten Regeln zur Reinigung und Desinfektion in Lebensmittelbetrieben, sowie die DIN 10514 als Anleitung zu Hygieneschulungen im Bereich der Lebensmittelhygiene (DIN 10503-1999; DIN 10516-2001; DIN 10514-2004).

Wie in der Verordnung (EG) Nr. 852/2004 gefordert, gibt es zusätzlich auch diverse handwerks- und produktbezogene Leitlinien, die in der Regel von den jeweiligen Handwerksverbänden herausgegeben werden und den Betrieben in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden konkrete Vorgaben zur Qualitätssicherung und Lebensmittelhygiene bieten (VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. III Art. 7 u. 8). Da dies bereits zuvor durch die EG-Richtlinie 93/43/EWG verlangt wurde, existieren mittlerweile zahlreiche solcher Leitlinien zur guten Hygienepraxis (HEESCHEN, 2007).

2.2 Reinigung und Desinfektion

Die regelmäßige korrekte Reinigung und Desinfektion der Produktionsbereiche ist die wesentliche Grundlage für die Herstellung eines sicheren Lebensmittels (KLEINER, 1998). Durch eine effiziente Reinigung werden die Qualität und der Wert des Endproduktes gewährleistet, die Haltbarkeit der Lebensmittel verbessert und die Anwesenheit bzw. Vermehrung von pathogenen Mikroorganismen minimiert. Somit dient die Reinigung dem Lebensmittelunternehmer als Basiswerkzeug der Betriebshygiene zur Einhaltung der rechtlichen Vorgaben an Lebensmittel (THOR und LONCIN, 1978). Dabei ist der Begriff und auch die Notwendigkeit der "Reinigung" zwar allgemein bekannt, jedoch wird der Reinigungsprozess in seiner Komplexität nicht immer richtig verstanden (FRYER, 2009).

Von Lebensmittelunternehmern wird per Gesetz gefordert, alle erforderlichen Hygienemaßnahmen zur Gewährleistung eines sicheren Lebensmittels durchzuführen. So verlangt die VO (EG) Nr. 852/2004, dass Gegenstände, Armaturen und Ausrüstungen, die regelmäßig mit Lebensmitteln in Kontakt kommen, so häufig gründlich zu reinigen und falls notwendig zu desinfizieren sind, dass kein Kontaminationsrisiko besteht (VO (EG) Nr. 852/2004 Anh. II. Kap. V Abs. 1 a)). Daraus folgt, dass die Art und Häufigkeit der Reinigung an die Gegebenheiten des Betriebes und die Herstellungsweise angepasst werden müssen. Die Häufigkeit der Reinigung richtet sich nach dem Ausmaß der Verschmutzung und der davon ausgehenden Kontaminationsgefahr. Allerdings sollte mindestens einmal produktionstäglich nach Produktionsschluss gereinigt und auch desinfiziert werden, um die Qualität des Endproduktes nicht zu gefährden (WILDBRETT, 2006).

2.2.1 Grundlagen

Der Begriff der **Reinigung** ist laut DIN 10516 (2001) als "Entfernung unerwünschter Substanzen von Oberflächen, Räumen, Vorrichtungen und Geräten" definiert. Als unerwünschte Substanzen gelten z. B. Lebensmittelreste, die nicht mehr verwertet werden können und andere Beläge (WILDBRETT, 2006).

Es handelt sich bei der Reinigung also um ein Verfahren zur Entfernung von Schmutz und darin eingeschlossenen Mikroorganismen. Sie gilt als ausreichend, wenn Struktur und Farbe der gereinigten Oberfläche erkennbar sind und ist außerdem Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche anschließende Desinfektion (MÜLLER und SCHLENKER, 2007). Die Reinigung in Lebensmittelbetrieben dient weiterhin im wesentlichen dem Erreichen folgender Ziele:

- Erfüllung ästhetischer, hygienischer und sensorischer Ansprüche des Verbrauchers
- Verbesserung der Wirksamkeit der nachfolgenden Desinfektion
- Beseitigung von Lebensmittelresten, welche eine Nahrungsquelle für Mikroorganismen oder Schädlinge bilden
- Schutz der Lebensmittel vor Qualitätseinbußen durch chemische Veränderungen
- Erhaltung der Funktionalität und Verlängerung der Nutzungsdauer von Anlagen und Einrichtungen (Korrosionsschutz) (WILDBRETT, 2006).

Die Wirkung jeglicher Reinigungsverfahren ist im Grunde von vier Faktoren abhängig:

- Chemie
- Temperatur
- Zeit
- Mechanik.

Der Wirkzusammenhang dieser Faktoren wird häufig in Form des sogenannten Sinner'schen Kreises dargestellt, dessen Aufteilung sich je nach Einwirkung der einzelnen Komponenten verschieben kann (s. Abb. 3 und 4). So wird sich beispielsweise bei Einwirkung hoher mechanischer Kräfte die benötigte Reinigungszeit verkürzen, während hingegen durch den Einsatz höherer Wirkstoffkonzentration und längerer Einwirkzeit die benötigte Anwendungstemperatur und die mechanischen Kräfte reduziert werden können (LINDEMANN, 2008).

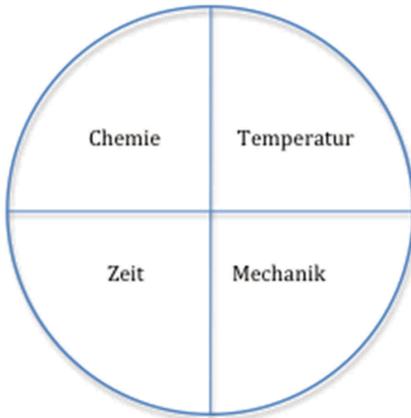


Abbildung 3: Sinner'scher Kreis (n. LINDEMANN, 2008)

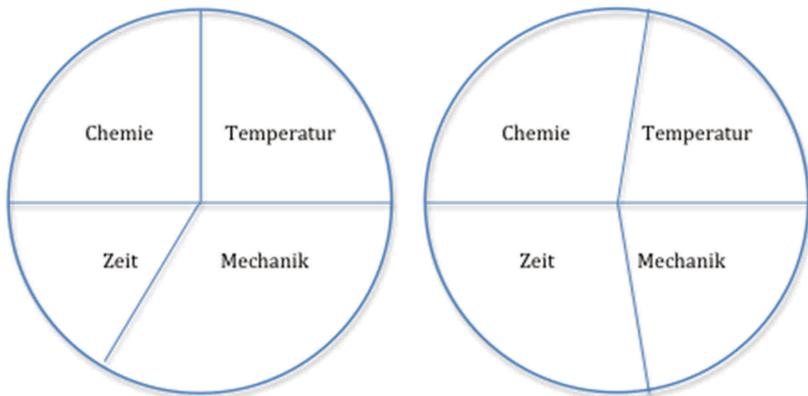


Abbildung 4: Sinner'scher Kreis bei Variation einzelner Faktoren (nach LINDEMANN, 2008)

Dabei bezieht sich dieser Wirkzusammenhang im Grunde nur auf das Reinigungsverfahren und das ausgewählte Reinigungsmittel. Weitere wichtige Variablen, die wiederum den Einfluss der im Sinner'schen Kreis genannten Faktoren bestimmen, sind Art, Zustand und Menge der Verschmutzung sowie Gestalt, Rauigkeit und Material des zu reinigenden Objektes. Bei der Beurteilung der Verschmutzung sind neben der Partikelgröße und Schmutzmenge vor allem Konsistenz und Verhalten gegenüber Wasser und Lösungsmitteln zu beachten, aber auch mögliche Substanz-Kombinationen und stoffliche Veränderungen, wie

z.B. Austrocknung und Anhaftung. Ein weiterer bedeutender Aspekt ist die Zugänglichkeit der verschmutzten Bereiche, welche vor allem innerhalb von Rohrleitungen und Apparaten erschwert oder gar nicht vorhanden sein kann (DÜRR und WILDBRETT, 2006).

Bei der **Desinfektion** handelt es sich laut Definition der DIN 10516 (2001) um ein "Verfahren zur Abtötung von Mikroorganismen auf ein Niveau, das weder gesundheitlich bedenklich ist noch die Qualität der Lebensmittel beeinträchtigt". Weitere wichtige Ziele der Desinfektion sind:

1. Ausschöpfung der Nahrungsressourcen im Sinne des Vorratsschutzes
2. Schutz vor Störungen bei mikrobiellen Produktionsverfahren, z.B. Gärung
3. Schutz gegen mikrobiell bedingte Qualitätsminderung und Verderb
4. Absicherung des Mindesthaltbarkeitsdatums (WILDBRETT, 2006).

Die Desinfektion kann durch physikalische, biologische oder chemische Verfahren erzielt werden. Biologische Verfahren zur Keimabtötung, wie z. B. die Kompostierung, spielen im Hinblick auf Oberflächen und Gegenstände keine Rolle. Zu den physikalischen Verfahren gehört beispielsweise die Sterilisation durch Heißluft (140-180°C), welche bei chirurgischen Instrumenten und Glaswaren in der mikrobiologischen Diagnostik Anwendung findet. Auch die Bestrahlung, z.B. mit ultravioletem Licht, aber auch mit ionisierender Strahlung wie Gamma- oder Röntgenstrahlen, stellt eine physikalische Methode dar. Die chemische Desinfektion ist im Lebensmittelbereich das Mittel der Wahl. Die hierbei verwendeten Desinfektionsmittel sollten ein breites Wirkspektrum oder aber eine hohe selektive Wirkung gegen bestimmte Mikroorganismen aufweisen, schnell, irreversibel und milieu-unabhängig wirken und dabei unschädlich für Mensch und Material sein (MÜLLER und SCHLENKER, 2007). Hervorzuheben ist, dass der Erfolg einer Desinfektionsmaßnahme neben der Wirkstoff- bzw. Verfahrensauswahl und der Beachtung der anwendungstechnischen Parameter vor allem von einer vorausgegangenen wirkungsvollen Reinigung bestimmt wird (KIRST und SCHMIDT, 2006).

2.2.2 Reinigungsmittel

Eine effektive Reinigung kann nur durch die Auswahl eines geeigneten chemischen Reinigungsmittels, welches in der Regel in Wasser gelöst verwendet wird, erzielt werden. Diese Mittel sollten daher rasch und vollständig in Wasser löslich sein und ein gutes Benetzungsvermögen für die zu reinigenden Materialien aufweisen. Desweiteren sollten spezifische, auf die Art der Verschmutzungen abgestimmte Eigenschaften vorhanden sein,

wie z.B. die Emulgierfähigkeit von Fetten und eine schnelle Anquellung und Ablösung bei angetrockneten Lebensmittelresten. Außerdem sollte bei der Auswahl des Mittels auf eine gute Materialverträglichkeit, restlose Abspülbarkeit und gesundheitliche wie ökologische Verträglichkeit geachtet werden (GUTHY, 2006).

Reinigungsmittel können anhand ihres pH-Wertes, aber auch gemäß ihrer vorherrschenden Inhaltsstoffe charakterisiert werden. Meist enthalten sie eine Mischung aus verschiedenen Chemikalien, z.B. Wasser, oberflächenaktive Substanzen, anorganische Alkalien, anorganische oder organische Säuren sowie Komplexbildner zur Wasserenthärtung. Man unterscheidet grob zwischen alkalischen (pH 10-14), neutralen (pH 6-8) und sauren (pH 0-4) Reinigern. Alkalische Reinigungsmittel sind vor allem zur Entfernung von organischen Verschmutzungen geeignet. So besitzen Laugen vorrangig die Fähigkeit, denaturierte Proteine aufzuquellen und abzulösen. Saure Reiniger werden hauptsächlich zur Entfernung mineralischer Ablagerungen, wie z.B. Kalk verwendet. Man unterscheidet zwischen anorganischen und organischen Säuren. Bei der sauren Reaktion werden in wässriger Lösung Wasserstoffionen abgespalten, das heißt die Säure dissoziiert und löst dabei die Ablagerungen von der Oberfläche. Neutrale Reinigungsmittel weisen eine vergleichsweise schwache Reinigungswirkung auf und werden daher häufig mit Tensiden versetzt. Tenside senken die Oberflächenspannung des Wassers herab und ermöglichen dadurch ein Eindringen der Reinigungslösung in schwer zugängliche Bereiche und enge Spalten im Produktionsbereich, um dort Lebensmittelreste abzulösen. Durch die sogenannte Micellbildung erhält ein tensidhaltiger Reiniger die Eigenschaft, Fette zu emulgieren. Auch Schaumbildung durch die Einarbeitung von Luft in die Reinigungslösung ist ein typischer Effekt bestimmter Tenside, der einen hohen praktischen Nutzen für den Reinigungsprozess aufweisen kann (GUTHY, 2006).

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die grundsätzliche Eignung verschiedener Reinigungsmitteltypen für spezifische Verschmutzungen (MEYER, 2007).

Tabelle 2: Eignung bestimmter Reinigertypen bzw. deren Inhaltsstoffen zur Entfernung verschiedener Schmutzarten (MEYER, 2007)

Reinigertyp \ Schmutzart	Protein	Glucane	Pig- mente	Mine- ralien	Hydro- phobes	Stärke	Tannine	Pectine	Fette
alkalisch	+	-	-	-	-	0	0	0	0
sauer	0	-	0	+	-	+	-	-	-
Tenside	0	0	+	-	+	0	-	0	+
Dispersionsmittel	0	0	+	0	0	0	0	0	0
Komplexbildner	0	0	+	+	0	0	0	0	0
Enzyme	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Oxidationsmittel	+	+	-	-	0	+	+	+	0

+ = bevorzugte Lösung, 0 = mögliche Lösung, - = ungeeignet

2.2.3 Desinfektionsmittel

Bei der Wahl des richtigen Desinfektionsmittels ist vor allem auf die Wirksamkeit für den geplanten Anwendungsbereich zu achten. Hierbei sind die Angaben der Hersteller, aber auch die Beurteilung durch unabhängige Experten von Nutzen. In Deutschland ist im Lebensmittelbereich vor allem die Liste der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG) zu nennen. Desweiteren gibt es Desinfektionsmittellisten der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft (DLG) für die Milchgewinnung und -verarbeitung und die Liste der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), welche sich hauptsächlich dem medizinischen Bereich widmet. Auf europäischer Ebene veröffentlicht das europäische Normungskomitee CEN Normen zur Wirksamkeitsprüfung von Desinfektionsmitteln (MEYER, 2007).

Die gängigen Desinfektionsmittel lassen sich in folgende Wirkstoffklassen einteilen: Halogene, Peroxide, Tenside und spezielle Alkohole und Aldehyde.

Tabelle 3: Wirkstoffklassen, häufigste Wirkstoffe und Wirkprinzipien gängiger Desinfektionsmittel

Wirkstoffklasse	Wirkstoffe	Wirkprinzip und Eigenschaften
Halogene	<ul style="list-style-type: none"> • Chlor • Chlordioxid • Aktivchlor • Jod • Jodophore 	<ul style="list-style-type: none"> • starke Oxidationsmittel • breites Wirkspektrum • Korrosionsfördernd
Peroxide	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstoffperoxid • Peressigsäure 	<ul style="list-style-type: none"> • Oxidationsmittel • breites Wirkspektrum • Korrosionsfördernd
Tenside	<ul style="list-style-type: none"> • Quarternäre Ammoniumverbindungen (QAV) • Amphotenside 	<ul style="list-style-type: none"> • Bakteriozidie durch Zellwandschädigung • lange Haltbarkeit • Anfällig für Wechselwirkungen • erhöhte Rückstände möglich
Alkohole	<ul style="list-style-type: none"> • Propanol • Ethanol 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteindenaturierung • Austrocknung • Fettlösend
Aldehyde	<ul style="list-style-type: none"> • Formaldehyd 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Wirksamkeit bei Restverschmutzungen

Zu den Halogenen und ihren Verbindungen gehören unter anderem Chlor, Chlordioxid und Aktivchlor abspaltende Mittel sowie Jod und Jodophore. Diese Halogene besitzen die Fähigkeit, als starke Oxidationsmittel organische Substanzen anzugreifen und zu zerstören. Sie besitzen dadurch ein breites Wirkspektrum. Nachteile der starken oxidativen Wirkung sind ein erhöhtes Korrosionsrisiko und eingeschränkte Lagerungsfähigkeit. Ein häufig eingesetztes Peroxid ist Wasserstoffperoxid; weiterhin sind hier organische Persäuren, wie die Peressigsäure, zu nennen. Die Eigenschaften dieser Wirkstoffklasse sind denen der Halogene ähnlich, sie entfalten ihre abtötende Wirkung ebenfalls vorwiegend durch ihr Oxidationspotenzial mit den genannten damit einhergehenden Vor- und Nachteilen. Zu den Tensiden gehören die quaternären Ammoniumverbindungen (QAV) und Amphotenside. QAV sind organisch substituierte Stickstoffverbindungen mit einem längerkettigen Alkylrest aus mindestens acht Kohlenstoffatomen. Die desinfizierende Wirkung erhalten sie durch ihre

kationische Ladung, mit der sie die Zellwand der Mikroorganismen angreifen und so deren Abtötung erwirken. Sie weisen demnach eine starke bakterizide Wirkung auf und sind durch ihre Stabilität sehr lange haltbar. Allerdings kann ihre Wirksamkeit durch die Anwesenheit von bestimmten anorganischen und organischen Stoffen herabgesetzt werden. Desweiteren wird das allgemeine Rückstandsverhalten der QAV ungünstig bewertet. Die Wirkung der Amphotenside ist mit der der QAV vergleichbar, allerdings wird ihre Wirksamkeit durch den pH-Wert beeinflusst und ist optimal im neutralen Bereich. Alkohol wirkt denaturierend, austrocknend und fettlösend und kommt vor allem zur Händedesinfektion zum Einsatz. Verwendet werden hauptsächlich Propanol und Ethanol. Die größte Bedeutung unter den Aldehyden kommt im Lebensmittelbereich dem Formaldehyd zu. Diese Wirkstoffklasse weist eine hohe Wirksamkeit auch in Gegenwart von Restverschmutzungen auf (KIRST und SCHMIDT, 2006).

Die am häufigsten vertretenen Wirkstoffklassen unter den empfohlenen Desinfektionsmitteln für den Lebensmittelbereich sind die QAV und die Alkohole. In der nachfolgenden Abbildung ist der Anteil der verschiedenen Desinfektionsmittelgruppen an den von der DVG empfohlenen Produkten dargestellt. Die DVG weist darauf hin, dass die tatsächliche Wirksamkeit der Desinfektion regelmäßig vom Anwender überprüft werden sollte, da diese unter Feldbedingungen durch Faktoren wie Wasserhärte, Temperatur, Restverschmutzungen oder resistente Keime beeinflusst werden kann (8. DVG-Liste für den Lebensmittelbereich, 2015).

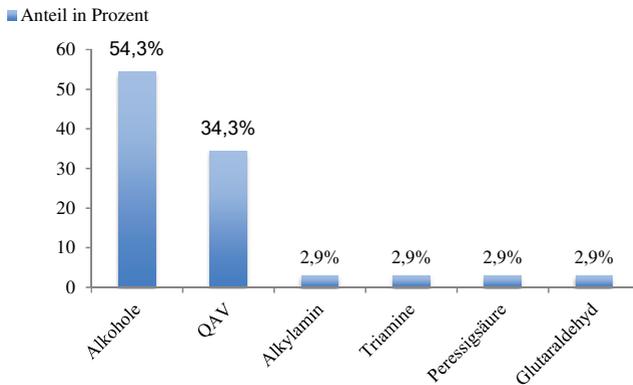


Abbildung 5: Prozentualer Anteil der Wirkstoffklassen an den Produkten der DVG-Liste (Lebensmittelbereich, Stand 2015)

2.2.4 Desinfektionsreiniger

Eine besondere Gruppe von Reinigungs- bzw. Desinfektionsmitteln stellen die sogenannten Desinfektionsreiniger dar. Es handelt sich um kombinierte Präparate, die zunächst eine waschaktive Wirkung haben, an die sich eine antimikrobiell wirksame Phase anschließt. Hierbei ist verstärkt auf die korrekte Anwendung, vor allem in Bezug auf die vorhandenen Verschmutzungen, zu achten. Der pH-Wert bestimmt hier vorrangig die Wirksamkeit der Reinigung, wobei die Desinfektionsmittelkomponente auf diesen pH-Bereich abgestimmt werden muss (KIRST und SCHMIDT, 2006). Diese kombinierten Reinigungs- und Desinfektionsmittel sind, wie alleinige Desinfektionsmittel auch, in der Prüfliste der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft zu finden, allerdings bezieht sich das Prüfergebn ausschließlich auf die mikrobiozide Wirkung der Desinfektionskomponente, welche unter Laborbedingungen mit Testkeimen geprüft wird (8. DVG-Liste für den Lebensmittelbereich, 2015). Diese bestätigte Wirksamkeit kann also, obwohl der Test der DVG erhöhte Belastung in Form von Schmutz, Eiweiß und Fett mit einbezieht, durch fehlerhafte Anwendung im Lebensmittelbetrieb deutlich eingeschränkt sein (HANEKE und REUTER, 1992). Grundsätzlich gibt die klassische Trennung von gründlicher Reinigung und anschließender Desinfektion mehr Sicherheit in Bezug auf die Desinfektionswirksamkeit (KIRST und SCHMIDT, 2006).

2.2.5 Praxis der Reinigung in Lebensmittelbetrieben

Das Ziel jeder Reinigung ist es, eine Oberfläche von anhaftenden Kontaminationen zu befreien. Dazu gehören neben Verunreinigungen und Schmutz auch Rückstände der vorangegangenen Produktion, Mikroorganismen und Biofilme, Abriebpartikel und Korrosionsprodukte, aber auch Rückstände von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln (GRASSHOFF, 2006). Wie bereits erwähnt, haben bei der Auswahl der Reinigungsmethode die Art der Verschmutzung, die Beschaffenheit der zu reinigenden Oberfläche und die Zugänglichkeit der Reinigungsbereiche große Bedeutung (DÜRR und WILDBRETT, 2006; GRASSHOFF, 2006; REUTER, 1994). Den Abschluss jeder Reinigung bildet das Nachspülen mit sauberem, mikrobiologisch einwandfreiem Wasser, um Reste von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln zu entfernen (THOR und LONCIN, 1978).

Abhängig von der Art der Anlagen kann grundsätzlich zwischen offenen und geschlossenen Reinigungsverfahren unterschieden werden. Die offene Reinigung kommt bei allen frei zugänglichen Oberflächen, wie z.B. Arbeitstischen oder offenen Behältern zum Einsatz. Dieses Verfahren macht somit in vielen Bereichen der Lebensmittelwirtschaft, wie z.B. in der Fleischverarbeitung, den Hauptteil der Reinigung aus. Es handelt sich um eine manuelle Tätigkeit, so dass der Erfolg abhängig von der korrekten Durchführung durch das Reinigungspersonal ist. Als Hilfsmittel kommen Reinigungsgeräte zum Einsatz, die die Reinigungslösung unter Druck auf die Oberflächen aufbringen. Dabei wird oft die Schaumbildung der Reiniger zur besseren Anhaftung auf den Oberflächen genutzt (THOR und LONCIN, 1978). GRASSHOF unterscheidet bei den offenen Reinigungsverfahren zwischen der manuellen Reinigung, der Druckstrahlreinigung, der Schaumreinigung und der Hochdruckreinigung. Bei der manuellen Reinigung kommen Bürsten, Schrubber oder Wischtücher zum Einsatz, diese Reinigungsutensilien können durch die mögliche Kontamination durch Mikroorganismen ein hohes hygienisches Risiko darstellen (GRASSHOFF, 2006). Hier ist der menschliche Faktor absolut erfolgsbestimmend. Daher sollte diese Art der Reinigung auf ein Mindestmaß beschränkt und immer in Verbindung mit einer nachfolgenden Desinfektion angewandt werden (AUERSWALD, 1996). Die Druckstrahlreinigung erfolgt häufig allein mit Wasser als Vorstufe einer nachfolgenden Schaumreinigung, um grobe Verschmutzungen mechanisch zu lösen. Hier kommt ein gerichteter Sprühstrahl mit 20 bis maximal 40 bar zum Einsatz, ein Druckbereich, in dem keine Aerosolbildung und damit auch keine unerwünschte Kontamination benachbarter Flächen stattfindet. Bei der Schaumreinigung werden vorgespülte Flächen mit einem dünnen, haftenden Schaumfilm belegt und nach einer Einwirkzeit von 10 bis 20 Minuten abgespült.

Vorteilhaft ist dies vor allem an senkrechten Flächen, da hierdurch eine bessere Haftung des Reinigers an der verschmutzten Fläche gegeben ist. Die Hochdruckreinigung nutzt hauptsächlich mechanische Effekte und wird mit Arbeitsdrücken zwischen 40 und 130 bar durchgeführt. Wichtig hierbei ist die korrekte Handhabung der Düse, vor allem der richtige Abstand zur Oberfläche und der Aufprallwinkel, da ansonsten nicht die gewünschte Reinigungswirkung erzielt wird und es zur Bildung von Aerosolen kommen kann (GRASSHOFF, 2006).

Tabelle 4: Vergleich der Reinigungsverfahren in der Fleischverarbeitung (nach REUTER, 1994)

	Hochdruck	Niederdruck	Schaumreinigung
Druck (bar)	40-60	15-20	5-6
Zeit (min)		20-30	10-15
Temperatur (C°)		50-55 <small>(beim Auftreffen fettlösend, nicht proteindenaturierend)</small>	Raumtemperatur
Düsenabstand (mm)		10-20	50-100
Mengen (l/100m ²)		200-600	20
Aerosolbildung und Rückspritzen		ja	nein
Eiweißkoagulation		möglich	nein
Mechanische Schäden		ja	nein

Die geschlossene Reinigung, auch als Cleaning in Place (CIP) bezeichnet, wird bei zusammenhängenden, von außen unzugänglichen Anlagen aus Rohrleitungen, Maschinen und Tanks eingesetzt. Die Reinigungs- und anschließend auch die Desinfektionsmittel werden aus eigenen Tanks durch die Anlage befördert. Kritische Bereiche entstehen durch starke Veränderungen des Rohrdurchmessers, Umlenkungen von Leitungen, Totrohre und an Hähnen und Ventilen, hier kann es zu Beeinträchtigungen der Reinigungsleistung und zu Ablagerungen kommen. Durch die Automatisierung der Reinigung besteht für Fehler durch das Personal nur ein sehr geringes Risiko (THOR und LONCIN, 1978). Allerdings kann es durch die fehlende Einsehbarkeit des Produktionsbereichs, z.B. in Rohrleitungen, zu verbleibendem Schmutz und zur Bildung von Biofilmen kommen (DÜRR und WILDBRETT, 2006).

2.2.6 Fehlerquellen bei der Reinigung und Desinfektion

Vor allem bei der manuellen, offenen Reinigung kann es zu Fehlern und damit zu einer mangelhaften Reinigungswirkung kommen (AUERSWALD, 1996). Neben der Zuverlässigkeit des Reinigungspersonals spielt hier auch die mögliche Verunreinigung durch die verwendeten Reinigungsutensilien, wie z.B. Wischlappen, Bürsten und Schrubber, eine wichtige Rolle. Diese werden schnell von Mikroorganismen besiedelt und bewirken so bei mehrfacher oder nicht fachgerechter Benutzung eine Kontamination der zu reinigenden Flächen (TEBBUTT, 1988; FRIES, 2002).

Ein Faktor, der indirekt den Reinigungserfolg beeinflussen kann, ist die Beschaffenheit der Oberflächen der Produktionsbereiche. Hierbei spielen die Rauheit und die Benetzbarkeit, aber auch die Korrosions- und Abriebbeständigkeit eine wichtige Rolle. Vor allem durch Korrosion in produktberührenden Bereichen können Hygiene und Haltbarkeit des Lebensmittels beeinträchtigt werden (BOBE und WILDBRETT, 2006).

Die Korrosionsbeständigkeit der Oberflächen und der Maschinen spielt, neben der Art und Menge der Verschmutzungen, auch eine wichtige Rolle bei der Auswahl des richtigen Reinigungs- und gegebenenfalls Desinfektionsmittels. Auch hier muss zur Fehlervermeidung von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich entschieden werden. Nicht nur das richtige Mittel ist von Bedeutung, sondern auch die geeignete Konzentration und Temperatur (REUTER, 1994). So entstehen viele Anwendungsfehler bei der Reinigung durch unsachgemäße Veränderung der Faktoren des Sinner'schen Kreises (Chemie, Temperatur, Zeit und Mechanik). Bei allen konfektionierten Reinigungsmitteln ist auf die vom Hersteller angegebene Anwendungskonzentration und Temperaturempfehlung zu achten. Höhere Konzentrationen bewirken meist keine Verbesserung der Reinigungswirkung. Die Reinigung mit zu hoher Temperatur kann durchaus negative Effekte haben, z.B. kann es zur Denaturierung von Proteinen kommen, die dadurch schwieriger zu entfernen sind. Bei enzymhaltigen Reinigungsmitteln werden die Enzyme durch Hitze geschädigt und die Reinigungswirkung ist eingeschränkt (DÜRR und WILDBRETT, 2006). Bei der Konzentration muss zwischen der individuell benötigten Menge zur optimalen Schmutzentfernung und damit auch der Minimierung der vorhandenen Mikroorganismen und der Schädigung der Geräte und Oberflächen durch mögliche Korrosion abgewogen werden (REUTER, 1994). Auch die Problematik eventueller Rückstände von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln im fertigen Produkt muss bedacht werden. Hier spielt nicht allein die Konzentration des Reinigungsmittels, sondern auch das effektive Nachspülen der Oberflächen eine bedeutende Rolle (THOR und LONCIN, 1978; SCHMIDT, 1989). Gründliches Nachspülen kann

zusätzlich die Reduktion vorhandener Mikroorganismen durch die Reinigung verstärken (SCHMIDT, 1989; COGAN et al., 2002), so dass ausbleibendes oder mangelhaftes Nachspülen eine weitere Fehlerquelle darstellen kann.

Der Zeitpunkt der Reinigung ist ebenfalls von Bedeutung für den Reinigungserfolg, da sich die Beschaffenheit des Schmutzes mit der Zeit verändert. Wenn Schmutz austrocknet und es zu Krustenbildung kommt, ist die Entfernung erschwert. Daher sollte die Reinigung bestenfalls sofort nach Produktionsende einsetzen. Probleme ergeben sich hier vor allem bei ungeplanten Stillstandzeiten oder Produkten mit saisonaler Verarbeitung (THOR und LONCIN, 1978; DÜRR und WILDBRETT, 2006).

Ein grundsätzlicher Fehler ist der Versuch der Desinfektion ohne vorhergehende Reinigung der Flächen. Neben allen anwendungstechnischen Parametern ist vor allem die gründliche Reinigung ausschlaggebend für den Erfolg der Desinfektionsmaßnahmen (KIRST und SCHMIDT, 2006).

2.2.7 Bedeutung für die Lebensmittelsicherheit

Die Verantwortung für die Sicherheit der in Verkehr gebrachten Lebensmittel liegt, wie bereits mehrfach erwähnt, beim Lebensmittelunternehmer (VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. I Art. 1 Abs. 1 a). Dies ist in der Regel der Hersteller. Durch den weitreichenden Vertrieb von Produkten, aber auch bei der Verpflegung großer Menschengruppen durch Großküchen, z.B. in Kantinen oder Pflegeheimen, nimmt diese Verantwortung immer mehr zu, da Fehler im Bereich der Basishygiene hier zu lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen mit großen Ausmaßen führen können (EISGRUBER, 1995). Zudem gibt es einen weltweiten Anstieg lebensmittelbedingter Infektionen und Intoxikationen zu verzeichnen, häufig in Verbindung mit sogenannten Lebensmittelskandalen (WEBER, 2010a).

Der Schutz der Verbraucher durch die Herstellung eines sicheren Lebensmittels ist das gemeinsame Ziel aller Hygienemaßnahmen; das Risiko von Gesundheitsschädigungen durch Gefahren soll minimiert werden. Die Definition für den Begriff "Gefahr" findet sich in der Verordnung (EG) Nr. 178/2002: "Ein biologisches, chemisches oder physikalisches Agens in einem Lebensmittel oder Futtermittel oder einen Zustand eines Lebensmittels oder Futtermittels, der eine Gesundheitsbeeinträchtigung verursachen kann" (VO (EG) Nr. 178/2002 Kap. I Art. 3 Abs. 14).

Neben der Entstehung solcher Gefahren durch Kontamination in der Primärproduktion, durch Verpackungstoffe, Maschinenteile oder der Kontamination durch mangelnde Personalhygiene, spielt die Kontamination der Lebensmittel aufgrund von fehlerhafter oder

ungenügender Reinigung (und Desinfektion) eine erhebliche Rolle (KLEER, 2007). Auch WEBER (2010b) nennt als häufige Ursachen für lebensmittelbedingte Erkrankungen unter anderem verunreinigte Ausgangsmaterialien und unsachgemäßen Umgang mit Lebensmitteln. Bei Gesundheitsgefahren, die von Lebensmitteln ausgehen, kann zwischen biologischen, physikalischen und chemischen Gefahren unterschieden werden. Produkt- und produktionsspezifische Gefahren werden im Rahmen der Erstellung eines HACCP-Konzeptes erfasst (UNTERMANN und DURA, 1996).

Tabelle 5: Überblick über Gefahren in Lebensmitteln

Biologische Gefahren	<ul style="list-style-type: none"> • pathogene Mikroorganismen (z.B. <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i>; <i>Listeria monocytogenes</i>; <i>Campylobacter jejuni</i>) (GÄNZLE, 2010) • mikrobielle Toxine, Mykotoxine (GEISEN, 2010) • Viren (z.B. Hepatitis A-Virus, Norovirus, Rotavirus) (BECKER und JOHNE, 2010) • Parasiten (z.B. <i>Trichinella spiralis</i>, <i>Toxoplasma gondii</i>) (SEIDLER, 2010)
Physikalische Gefahren	<ul style="list-style-type: none"> • Fremdkörper (z.B. Maschinen- und Verpackungsteile, Glassplitter; Steine) (RAEUBER, 2007)
Chemische Gefahren	<ul style="list-style-type: none"> • Rückstände (z.B. von Pflanzenschutzmitteln, Tierarzneimitteln) (BLÜTHGEN, 2007; KROKER, 2007) • Allergene (RAEUBER, 2007) • Kontaminanten (z. B. Reste von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln; Rodentizide; Insektizide) (ARVANITOYANNIS, 2009)

2.3 Kontrolle des Reinigungs- und Desinfektionserfolges

Wie in der EG-Verordnung Nr. 852/2004 gefordert, müssen die Lebensmittelunternehmer eigenverantwortlich die Einhaltung der Hygienevorschriften sicherstellen (VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. II Art. 3). Die Kontrolle des Reinigungs- und Desinfektionserfolgs dient ihnen zur Überprüfung der Basishygiene im Sinne der guten Hygienepraxis. Zudem sollen Eigenkontrollsysteme nach dem Vorbild des HACCP-Konzepts von den

Lebensmittelunternehmern in ihren Betrieben eingerichtet werden (VO (EG) Nr. 852/2004 Kap. II Art. 5 Abs. 1). Diese beinhalten unter bestimmten Umständen auch die Prozesskontrolle der Reinigung und ggf. Desinfektion von Oberflächen, Maschinen und Arbeitsgeräten. Denn handelt es sich bei den verarbeiteten Produkten um leicht verderbliche Lebensmittel oder werden sie nach der Verarbeitung nicht erhitzt, so kann die Kontrolle der Reinigung und Desinfektion auch einen echten CCP im Sinne des HACCP Konzeptes darstellen (WILDBRETT und KROWAS, 2006).

Die einfachste und grundlegendste Kontrollmethode ist die visuelle Überprüfung der gereinigten Flächen (DURA, 2000; TEBUTT, 2006; WILDBRETT und KROWAS, 2006). Diese kann durch verschiedene Tests ergänzt werden, welche direkt im Anschluss an die Reinigung eine Aussage über deren Wirksamkeit erlauben. Im Folgenden werden einige dieser sogenannten Schnelltests vorgestellt.

2.3.1 Schnelltests

Schnelltests erlauben je nach Testprinzip Aussagen über Schmutzreste, wie z.B. Protein, Stärke und Fett, oder Zellbestandteile. Durch letztere ergeben sich Rückschlüsse auf vorhandene somatische Zellen, es kann jedoch nicht zwischen Produktresten, abgetöteten und lebenden, bzw. vermehrungsfähigen Mikroorganismen unterschieden werden (WILDBRETT und KROWAS, 2006).

2.3.1.1 UV- Licht

Mittels UV-Licht mit einer Wellenlänge von 366 nm kann die visuelle Kontrolle unterstützt werden. Unter diesem Licht sind Proteinreste als hellblau leuchtende Rückstände erkennbar (WILDBRETT und KROWAS, 2006).

2.3.1.2 Benetzungstest

Auch dieser Test dient der Absicherung der visuellen Kontrolle und bietet einen Hinweis auf verbleibende Fettverschmutzungen, hier wird die Benetzbarkeit der Oberfläche beurteilt. Auf fettfreien Oberflächen bildet klares Wasser einen geschlossenen Film, der etwa 30 bis 60 Sekunden bestehen bleibt. Sind Fettreste vorhanden, entsteht keine vollständige Benetzung, Stärke und Proteinreste bleiben jedoch unerkant (WILDBRETT und KROWAS, 2006).

2.3.1.3 Farbtests

Mithilfe verschiedener Farbstofflösungen kann man gezielt versuchen, Restverschmutzungen sichtbar zu machen. So eignen sich zur Darstellung von Proteinresten z.B. Carbofuchsin, Methylenblau und die Biuret-Reaktion, für Stärke kann Jodlösung verwendet werden. Auch Fette und Öle sind anfärbbar, allerdings ist die Methode des Anfärbens mit Rhodamin B nicht für alle Oberflächen geeignet und nicht als Routinekontrolle zu empfehlen (KIERMEIER et al., 1996).

2.3.1.4 Nachweis von NAD

Die Einsatzfähigkeit des Nachweises des Zellbestandteils Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid (NAD/NADH) zur Reinigungskontrolle bestätigten GOLL et al. (2003). Das Nachweisprinzip beruht auf der enzymatischen Umsetzung von Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid (NAD/NADH) sowie Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid-Phosphat (NADP/NADPH), vereinfacht als NAD zusammengefasst, welche als reduktive Coenzyme an verschiedene Vorgängen des Zellstoffwechsels beteiligt sind und somit einen Hinweis auf Produktreste liefern. Ist NAD auf der Oberfläche vorhanden, wird durch enzymatische Umsetzung ein Farbumschlag auf einem Teststreifen ersichtlich, welcher nach 10 Minuten semiquantitativ auswertbar ist (GOLL et al, 2003).

2.3.1.5 Nachweis von ATP mittels Biolumineszenzmessung

Der Nachweis von Adenosintriphosphat (ATP) als Zellbestandteil ist bereits ein etabliertes Schnelltestverfahren zur Reinigungskontrolle im Bereich der Lebensmittelhygiene (KIRCHER et al., 1996; HAWRONSKYJ, 1997). Das Verfahren der Biolumineszenz basiert auf der Leuchtreaktion des Nordamerikanischen Glühwürmchens. Hierbei wird Luziferin bei Anwesenheit von ATP und Sauerstoff mithilfe des Enzyms Luziferase und Magnesium zu Oxiluziferin, Adenosinmonophosphat (AMP) und anorganischem Phosphat umgewandelt. Bei dieser Reaktion entsteht messbares Licht, dessen Stärke Rückschlüsse auf den ATP-Gehalt der Probe zulässt. Die Methode, die bereits in den 1940er Jahren beschrieben wurde, wird mittlerweile in verschiedenartigen Schnelltestsystemen diverser Hersteller genutzt (HAWRONSKYJ, 1997).

2.3.1.6 Proteinnachweis

Werden in einem Betrieb hauptsächlich proteinhaltige Lebensmittel verarbeitet, so erweist sich der Proteinnachweis als wirksame und sinnvolle Reinigungskontrolle, vor allem im Hinblick auf den sogenannten Eiweißfehler bei einer nachfolgenden Desinfektion. Der

Schnelltest Swab'N'Check (Fa. Konika) beispielsweise bedient sich der Biuret-Reaktion. Die Oberfläche wird mithilfe eines Tupfers abgestrichen und in alkalische, kupferhaltige Reagenzlösung getaucht. Durch die Bildung von Komplexverbindungen entstehen nach etwa 15-60 Minuten semiquantitativ auswertbare Farbveränderungen der Lösung (KRÜGER, 2001). Auch der Orion Clean Card® PRO Schnelltest basiert auf einem Proteinnachweis. Hier wird ebenfalls eine Farbreaktion beurteilt, die auf einem mit Testreagenz versetzten Kärtchen stattfindet und bereits nach wenigen Sekunden ablesbar ist (Fa. Orion, 2009).

2.3.2 Mikrobiologische Kontrollverfahren

Die direkte mikrobiologische Untersuchung mittels Tupfer- oder Abklatschmethode liefert eine sehr präzise Aussage zum Keimgehalt der Oberflächen in Lebensmittelbetrieben und wird vor allem zur Kontrolle des Desinfektionserfolges herangezogen, da die Entfernung und Abtötung der Mikroorganismen durch Desinfektion, nicht durch Reinigung erzielt wird (WILDBRETT und KROWAS, 2006). Aber auch zur Erhebung eines Hygienestatus nach der Reinigung ist die Erfassung der Oberflächenkeimzahlen geeignet. Die mikrobiologische Kontrolle mittels Nass-Trockentupfer-Verfahren (NTT-Verfahren) stellt eine Referenzmethode zur Oberflächenuntersuchung dar, die standardisierte Vorgehensweise der Methode ist in der DIN 10113 festgelegt (DRESSLER, 1997; WEBER, 2010c). Zunächst wird die zu untersuchende Oberfläche markiert, in der Regel mithilfe einer Schablone. Diese Fläche wird mit einem angefeuchteten Tupfer und anschließend mit einem trockenen Tupfer nach einem bestimmten Muster abgestrichen. Beide Tupfer werden sofort in ein dichtes Transportgefäß verbracht. Im Labor werden die Tupfer vom Träger gekappt und gemeinsam in sterile Verdünnungslösung verbracht. Nach Homogenisierung der Tupfer mit der Lösung kann hieraus eine Verdünnungsreihe erstellt werden und die Probe wird im Tropfplattenverfahren auf Plate-Count-Agar angelegt. Die Bebrütung erfolgt aerob für 72 ± 2 Stunden bei 30°C . Mittels der Anzahl der Kolonie-bildenden Einheiten (KbE) pro ml kann anhand der Größe der beprobten Fläche die Keimzahl pro cm^2 berechnet werden (DIN 10113 Teil 1, 1997).

Dieses Tupferverfahren kann auch in vereinfachter Form als semiquantitative Methode angewendet werden, hierbei wird der Tupfer in Verdünnungslösung ausgeschüttelt und diese direkt zur Beimpfung der Agarplatten verwendet, die Erstellung einer Verdünnungsreihe unterbleibt. Die Anzahl der (KbE) pro ml wird nach einem Schlüssel semiquantitativ ausgewertet (DIN 10113 Teil 2, 1997).

Der dritte Teil derselben Norm beschreibt die Untersuchung von Oberflächen mit Nährbodenbeschichteten Entnahmeverrichtungen, das sogenannte Abklatschverfahren. Als Nährboden dient hierzu ein Casein-Hefeextrakt-Glukose-Agar. Die Entnahmeverrichtung wird geöffnet, die Agarfläche mit der zu untersuchenden Oberfläche durch Andrücken in Kontakt gebracht und sofort wieder verschlossen. Anschließend erfolgt die Bebrütung zur Ermittlung der aeroben mesophilen Keimzahl, die Anzahl der Kbe pro Platte wird ebenfalls nach einem Schlüssel semiquantitativ ausgewertet (DIN 10113 Teil 3, 1997). Kommerziell sind diverse Vorrichtungen zur Entnahme von Tupfer- und Abklatschproben erhältlich.

2.3.3 Vergleich verschiedener Kontrollverfahren

Es wurden in der Vergangenheit bereits zahlreiche Untersuchungen zum Vergleich von Schnelltestmethoden mit verschiedenen Referenzmethoden durchgeführt. Häufig wurde die mikrobiologische Untersuchung der Oberflächen, oft aber auch der Nachweis von ATP mittels Biolumineszenzmessung als Vergleichsmethode herangezogen. Einen Überblick über einige dieser Untersuchungen gibt die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 6: Überblick über vergleichende Untersuchungen verschiedener Schnelltestmethoden

Schnelltest	Vergleichstest	Ergebnisse	Vor- und Nachteile	Referenz
ATP-Nachweis (Lumac Hygiene Monitoring QM Kit, Lumac)	semiquantitatives Tupferverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Übereinstimmung der Ergebnisse bei 84% der Proben 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorteil der sofortigen Verfügbarkeit der Ergebnisse bei ATP-Nachweis • Verbesserung des Hygienestatus in Betrieben, die ATP-Nachweis zur Reinigungskontrolle anwenden 	OGDEN, 1993
ATP-Nachweis (HY-LiTE System, Merck)	Quantitatives Tupferverfahren (NTT) Semiquantitatives Tupferverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Gute Korrelation zwischen Keimzahl- und Biolumineszenzmessung • Bestätigung der vom Hersteller empfohlenen Richtwerte zur Auswertung der Biolumineszenzmessung 	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebsspezifische Standardisierung und Grenzwertermittlung empfehlenswert • ATP-Nachweis ist einfach durchzuführen und liefert schnelle Ergebnisse • Hohe Anschaffungskosten für Luminometer • Erfasst Keime und organische Verunreinigungen, bei Resistenzproblemen im Betrieb ist hingegen zusätzliche Keimdiffferenzierung erforderlich 	KIRCHER et al., 1996
ATP-Nachweis (HY-LiTE 2 System, Merck)	NAD-Nachweis (HY-RiSE Colour Hygiene Test Strip)	<ul style="list-style-type: none"> • Signifikante Korrelation zwischen ATP- und NAD-Nachweis 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht genannt 	LARSON et al., 2003

Schnelltest	Vergleichstest	Ergebnisse	Vor- und Nachteile	Referenz
	Tupferv Verfahren (Keimzahlbestimmung)	<ul style="list-style-type: none"> Keine signifikante Korrelation zwischen ATP-Nachweis und Keimzahlbestimmung 		
ATP-Nachweis (PD-10 Luminometer, Kikkoman)	Tupferv Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> Signifikante Korrelation zwischen beiden Methoden 	<ul style="list-style-type: none"> ATP-Nachweis bietet schnell verfügbare Ergebnisse und eignet sich zu Schulungszwecken ATP-Nachweis ist kein Ersatz für mikrobiologische Nachweisverfahren, aber gute Ergänzung zur Hygienekontrolle 	AYCICEK et al., 2006
ATP-Nachweis (Clean Test kit / Uni-Lite Xcel Luminometer, Biotrace)	Quantitatives Tupferv Verfahren (NTT), Bestimmung der mesophilen aeroben Keimzahl	<ul style="list-style-type: none"> Keine Übereinstimmung 	<ul style="list-style-type: none"> Trotz fehlender Übereinstimmung ATP-Nachweis als ergänzende Methode zur Hygieneüberwachung empfohlen 	COSTA et al., 2006
ATP-Nachweis (Clean-Trace® / Uni-Lite®, Biotrace)	Semiquantitatives Tupferv Verfahren (NTT), Bestimmung von aerober mesophiler Keimzahl und <i>E. coli</i>	<ul style="list-style-type: none"> Signifikante Übereinstimmung zwischen aerober mesophiler Keimzahl und Ergebnissen der ATP-Messung auf Schneidbrettern, Plastikbehältern und Wasserhähnen 	<ul style="list-style-type: none"> ATP-Nachweis liefert schnell Ergebnisse und eignet sich für die Nutzung zu Demonstrationszwecken Mikrobiologie erlaubt differenziertere Ergebnisse, z.B. den Nachweis pathogener Mikroorganismen 	TEBUTT et al., 2006
ATP-Nachweis (PocketSwab Plus Charm Science, Lawrence / FireFly CharmScience Luminometer, Malden)	Abklatschverfahren (Envirocheck Contact DC, Merck)	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Korrelation der Ergebnisse beider Methoden 	<ul style="list-style-type: none"> ATP Methode ist geeignet für Hygieneüberwachung Betriebseigene Grenzwerte müssen festgelegt werden, dafür ist mikrobiologische Untersuchung im Vorfeld notwendig 	CAIS und PIKUL, 2008
NAD-Nachweis (HY-RiSE™ Colour Hygiene Test Strip, Merck)	ATP-Nachweis (HY-LiTE® 2-System, Merck)	<ul style="list-style-type: none"> Übereinstimmungsgrad bei betrieblichen Reinigungskontrollen 71,6% bzw. 73,4% (abh. von Auswertungszeitpunkt des HY-RiSE Testsystems) 	<ul style="list-style-type: none"> Nur mittelgradige Assoziation beider Tests NAD-Nachweis vergleichsweise geringe Kosten Schnell verfügbarer, optischer Beleg zur Reinigungskontrolle 	GOLL et al., 2003
NAD-Nachweis (HY-RiSE™ Colour Hygiene Test Strip, Merck)	Abklatschverfahren: RODAC (Envirocheck, Merck)	<ul style="list-style-type: none"> Übereinstimmung von NAD-Nachweis und Abklatschverfahren 79,6% bzw. 96,9%, Übereinstimmung von Proteinnachweis und Abklatschverfahren 32,3% bzw. 47,8% (abh. vom Keimzahlbereich der Probe) 	<ul style="list-style-type: none"> Zufriedenstellende Übereinstimmung von NAD und RODAC Proteinnachweis weniger sensitiv Schnell verfügbares Ergebnis bei NAD- und Proteinnachweis Farbliche Darstellung bietet Demonstrationsmöglichkeit 	SCHALCH et al., 2003
Protein-Nachweis (Swab'N'Check, Konica)				
Proteinnachweis (Swab'N'Check, Konica)	Quantitatives Tupferv Verfahren (NTT)	<ul style="list-style-type: none"> Schlechte Übereinstimmung zwischen Proteinnachweis und den Vergleichsmethoden 	<ul style="list-style-type: none"> Proteintestsystem in dieser Form schlecht geeignet, Nachteile vor allem auf rauen Oberflächen NTT- Verfahren zuverlässig 	WEBER et al., 1997
	ATP-Nachweis			

Schnelltest	Vergleichstest	Ergebnisse	Vor- und Nachteile	Referenz
	(HY-LiTE System, Merck)		und erlaubt Differenzierung pathogener Keime	
	Abklatschverfahren (Hygiene Monitor System, Transia)			

Die Bestimmung des Oberflächengehaltes an ATP mittels der Biolumineszenzmethode wird von einer Vielzahl von Autoren als geeignete Hygienekontrollmaßnahme angesehen (KIRCHER et al., 1996; AYCICEK et al., 2006; TEBUTT et al., 2006; CAIS und PIKUL, 2008).

Die mikrobiologische Kontrolle wird häufig als Referenzmethode angeführt, eine Übereinstimmung der Schnelltestmethoden mit der Oberflächenkeimzahl ist jedoch nicht zwangsläufig gegeben, da beispielsweise mittels herkömmlicher Biolumineszenzmessung nicht zwischen somatischem und mikrobiellem ATP differenziert werden kann (COSTA et al., 2003). Somit ist anhand der ATP-Messung keine Aussage über die tatsächliche Anwesenheit von, insbesondere pathogenen, Mikroorganismen möglich. Umgekehrt liefert die mikrobiologische Kontrolle von sauber erscheinenden Oberflächen keinen Rückschluss auf vorhandene Produktreste und Verschmutzungen (HAWRONSKYJ und HOLAH, 1997). Der Nachweis von NAD wird im Vergleich mit Biolumineszenzmessung und mikrobiologischen Untersuchungen als zuverlässig beschrieben (GOLL et al., 2003; SCHALCH et al., 2003). Proteintests basierend auf der Biuret-Reaktion wurden vergleichsweise schlecht bewertet (WEBER et al., 1997; SCHALCH et al., 2003).

3 Eigene Untersuchungen

3.1 Material

3.1.1 Schnelltests

3.1.1.1 Proteinnachweis

Der Orion Clean Card® PRO ist ein Schnelltest zum Nachweis von Proteinrückständen auf Oberflächen. Das nach etwa 30 Sekunden auswertbare Testergebnis zeigt sich in einem Farbumschlag auf der perforierten Oberfläche der Testkarte, dessen Intensität eine semiquantitative Bestimmung von Proteinrückständen ab ca. 50 µg auf der untersuchten Fläche erlaubt.

3.1.1.2 ATP-Nachweis mittels Biolumineszenzmessung

Das HY-LiTE® 2 System (Katalognummer 1.30100.0301, Merck, Darmstadt) beruht auf dem Prinzip der Biolumineszenzmessung und wurde für die eigenen Untersuchungen als etablierte Vergleichsmethode herangezogen (KIRCHER et al., 1996; GOLL et al., 2003). Es besteht aus einem Probenahmetupfer, dem „Sampling Pen“ (Katalognummer 1301020021, Merck, Darmstadt) mit Spüllösung und einer Reagenzkammer für das ATP-umsetzende Luciferin/Luciferase-Enzym-Substrat-Gemisch und einem Luminometer. Die bei dieser Reaktion emittierte Lichtmenge wird über einen Photomultiplier (= Luminometer) in Relativen Lichteinheiten (Relative Light Units, RLU) mit Werten von 0 bis 99 000 angegeben.

3.1.2 Laboruntersuchungen

3.1.2.1 Oberflächen

Als Beprobungsoberflächen für die Kontaminationsversuche der Voruntersuchungen dienten ein Arbeitstisch aus Edelstahl, ein Aluminiumarbeitstisch und ein Schneidbrett für Fleisch aus Polyethylen. Das Schneidbrett wies geringgradige Gebrauchsspuren in Form von Einschnitten und Kratzern auf und hatte eine raue Oberfläche. Die genannten Gerätschaften befinden sich im Technologiebereich des Instituts für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde.

3.1.2.2 Medien und Lösungen

Zur Kontamination wurde zum einen Fleischsaft in einer Verdünnung von 1:100 eingesetzt, was dem Anwendungsbereich des Orion Clean Card® PRO Tests entspricht, mit dem proteinhaltige Produktrückstände auf Oberflächen nachgewiesen werden sollen. Zum anderen wurde Bovines Serumalbumin (Albumin Fraktion V, Fa. Carl Roth) in 1%iger Konzentration verwendet, u.a. als Proteinstandard und somit als Positivkontrolle für die Clean Card®. Als dritte Substanz wurde steriles destilliertes Wasser eingesetzt; dieses diente als Leerwert bzw. als Negativkontrolle.

Für die Funktionsüberprüfung der beiden Testsysteme wurde ATP-Lösung (1 ng/ml, Merck) sowie Bovines Serumalbumin (Albumin Fraktion V, Fa. Carl Roth), jeweils verdünnt mit sterilem destilliertem Wasser verwendet.

3.1.2.3 Geräte und Labormaterialien

Für die Laboruntersuchungen wurden die folgenden Geräte und Labormaterialien verwendet:

Tabelle 7: Geräte und Labormaterialien

Bezeichnung	Typ	Firma	Artikel- bzw. Bestellnummer
Autoklav	Varioklav 500E	H+P Labortechnik, Oberschleissheim	-
Becherglas	100 ml	Duran, Wertheim	-
Stomacher	Smasher	AES Chemunex, Bruchsal	70604754
Metallspatel	-	Roth, Karlsruhe	-
Waage	P1200	Mettler, Gießen	168458
Reagenzgläser	160 x 16 x 0,8-1,0	VWR, Darmstadt	212-0031
Reagenzglasständer	2x 6; 2x 12; 3x 12	VWR, Darmstadt	-
Messpipette	1 ml und 10 ml	VWR, Darmstadt	-
Druckpipette	1 ml	-	-
Pipettenspitzen	100-1000µl	Kisker Biotech , Steinfurt	A1000S-MR
Pinzette	-	Roth, Karlsruhe	-
Sterile Probenbeutel (Stomacherbeutel) mit Filter 400	Modell GRADE	Meintrup DWS Laborgeräte, Lähden	ME 001015
ATP-Lösung	HY-LiTE® ATP- Standard 1,0g/ml	Merck, Darmstadt	1.30195.005
Bovines Serumalbumin	Albumin Fraktion V	Roth, Karlsruhe	8076.1
Kunststoffschablonen	Innenkantenlänge 10 x 10 cm	Transia, Ober-Mörlen	86015-T
Haushaltsschwämme	-	-	-
Aluminiumfolie	18µ - Qualität	Roth, Karlsruhe	1502.1

3.1.2.4 Reinigungsmittel

Zur Reinigung der Testflächen im Vorfeld der Kontaminationsversuche wurde ein Universalreiniger (Clean and Clever ECO 11, Fa. Igefa, Ahrensfelde) verwendet. Für die Untersuchungen zur Reaktion des Proteinnachweises auf Reinigungsmittelrückstände wurden zusätzlich ein saurer, anorganischer (Schaumreiniger sauer, Fa. Ernst, Kamen) und ein alkalischer (Pulsar Gastro Speed, Fa. Tana Chemie, Mainz) Reiniger ausgewählt, um die gängigen, in Lebensmittelbetrieben verwendeten Reinigungsmittel abzudecken.

Tabelle 8: Übersicht zu verwendeten Reinigungsmitteln

Reinigungsmittel	ph-Wert	Firma	Artikel- bzw. Bestellnummer
Schaumreiniger sauer	1	Ernst GmbH, Kamen	3010150212
Clean and Clever ECO11	5-7	Igefa Handels GmbH, Ahrensfelde	2069300
Pulsar Gastro Speed	ca. 13	Tana Chemie GmbH, Mainz	0708676

3.1.3 Feldversuche

Für die Untersuchungen unter Feldbedingungen wurden insgesamt neun lebensmittelverarbeitende Betriebe unterschiedlicher Art ausgewählt. Es handelte sich um zwei Käsereien, zwei Metzgereien, einen Zerlegebetrieb, einen Dönerspießerhersteller, zwei Großküchen und eine Backstube. Alle teilnehmenden Unternehmen führen die Reinigung nach standardisierten Reinigungsplänen durch; bei einem Großteil der Betriebe wird der Reinigungsplan durch den Hersteller der verwendeten Reinigungsmittel vorgegeben. Die Reinigung erfolgt in allen Betrieben durch das eigene Personal.

Als Probeentnahmestellen wurden solche Flächen gewählt, die mit Lebensmitteln oder Bedarfsgegenständen in Berührung kommen können und somit relevant für die Hygiene und die Sicherheit der produzierten Lebensmittel sind (DRESSLER, 1997). Desweiteren wurden auch Stellen berücksichtigt, die im Bereich der Händehygiene von Bedeutung sind, z.B. Wasserhähne oder Türgriffe.

3.1.3.1 Betriebe

Als Teilnehmer für die Feldversuche konnten Betriebe aus verschiedenen Bereichen der Lebensmittelverarbeitung gewonnen werden. Zur Überprüfung der Anwendbarkeit des Proteinnachweises wurden vorrangig Fleisch- und Milchprodukt - verarbeitende Betriebe ausgewählt.

Betrieb A ist eine Käserei, die Sauermilchkäse in modernisierten Produktionsräumen und mit deutschlandweiten Vertriebsrahmen herstellt.

Bei **Betrieb B** handelt es sich ebenfalls um eine Sauermilchkäserei mit traditioneller Herstellung.

In **Betrieb C**, der Großküche eines Pflegeheims, werden Menüs für ca. 100 Personen hergestellt.

Betrieb D ist ein Zerlegebetrieb mit EU-Zulassung, angegliedert an einen Schlachthof für Schweine, Rinder, Schafe und Pferde.

Bei **Betrieb E** handelt es sich um einen Dönerspießhersteller.

Betrieb F die zweite Großküche, versorgt eine größere Personenanzahl, darunter auch Personen, die den sogenannten Risikogruppen angehören.

Bei **Betrieb G** handelt es sich um eine kleine Metzgerei ohne eigene Schlachtung.

Betrieb H, ebenfalls eine Metzgerei, verfügt über einen größeren Produktionsbereich mit Schlachtraum, in dem Rinder und Schweine geschlachtet werden.

In **Betrieb I**, der Backstube, werden Backwaren für über 20 Filialen produziert.

In der nachfolgenden Tabelle sind die teilnehmenden Betriebe mit ihren jeweiligen Reinigungsmethoden und Besonderheiten aufgelistet.

Tabelle 9: Übersicht über teilnehmende Betriebe

Betrieb	Betriebsart	Reinigungsmethode	Reiniger	Besonderheiten
A	Käserei für Sauermilchkäse	Produktionstäglich manuelle offene Reinigung, wöchentliche Desinfektion	O-Vel 350 (Horpovel)	Probenahme nur außerhalb der Betriebszeiten möglich, 24 h nach <u>letzter Reinigung</u>
B	Käserei für Sauermilchkäse	Produktionstäglich manuelle offene Reinigung	Separatorenreiner (Wigol)	Probenahme nur außerhalb der Betriebszeiten möglich, 24 h nach <u>letzter Reinigung</u>
C	Großküche Pflegeheim	Mehrmals täglich manuelle Reinigung der verschiedenen Arbeitsbereiche	Assert Lemon (Ecolab)	Probenahme im laufenden Betrieb in gereinigten Bereichen
D	EU-Zerlegungsbetrieb Schlachthof	Produktionstägliche Hochdruckreinigung, wöchentlicher Wechsel des Reinigungsmittels	Vitrino 620/FT-45 SR (saurer Reiniger) / Vitrino 650/FT-45 SR (alkalischer Reiniger)	Wöchentlicher Wechsel von saurem und alkalischem Reiniger, Probenahme direkt im Anschluss an <u>Reinigung möglich</u>
E	Dönerspießhersteller	Produktionstägliche Hochdruckreinigung	Schaumreiniger sauer (Ernst)	Probenahme direkt im Anschluss an <u>Reinigung</u>
F	Großküche mit Verpflegung von Risikogruppen	Mehrmals täglich Reinigung aller Arbeitsbereiche mit anschließender Desinfektion (Wischdesinfektion der Oberflächen)	caraform universal (neodisher)	Probenahme nach Produktionsende, nach Absprache wurde auf den Probeflächen auf Desinfektion verzichtet
G	Metzgerei ohne Schlachtung	Täglich manuelle offene Reinigung im Produktions- und Verkaufsbereich	Pril (Henkel)	Probenahme im Produktions- und Verkaufsbereich möglich
H	Metzgerei mit eigener Schlachtung	Hochdruckreinigung nach Produktionsende	Klares Wasser	Probenahme nur im Produktionsbereich möglich
I	Backstube für 20 Filialen	Manuelle offene Reinigung jeweils nach Benutzung des Arbeitsbereiches	Je nach Arbeitsbereich Altec L45 Fettlöser (Neutec Chemie) oder klares, warmes Wasser	Probenahme im laufenden Betrieb auf gereinigten Flächen

3.2 Methoden

3.2.1 Probenahmetechnik

3.2.1.1 Proteinnachweis

Die Clean Card[®] wurde, nachdem die Beprobungsfläche mit zwei Sprühstößen Wasser aus der mitgelieferten Sprühflasche befeuchtet wurde, zunächst zehnmal unter festem Druck kreisförmig über die Probenfläche gewischt. Danach wurde sie mäanderförmig fünfmal von oben nach unten und fünfmal von links nach rechts, sowie abschließend einmal entlang der Innenkanten der Schablone geführt (siehe Abbildung 6).

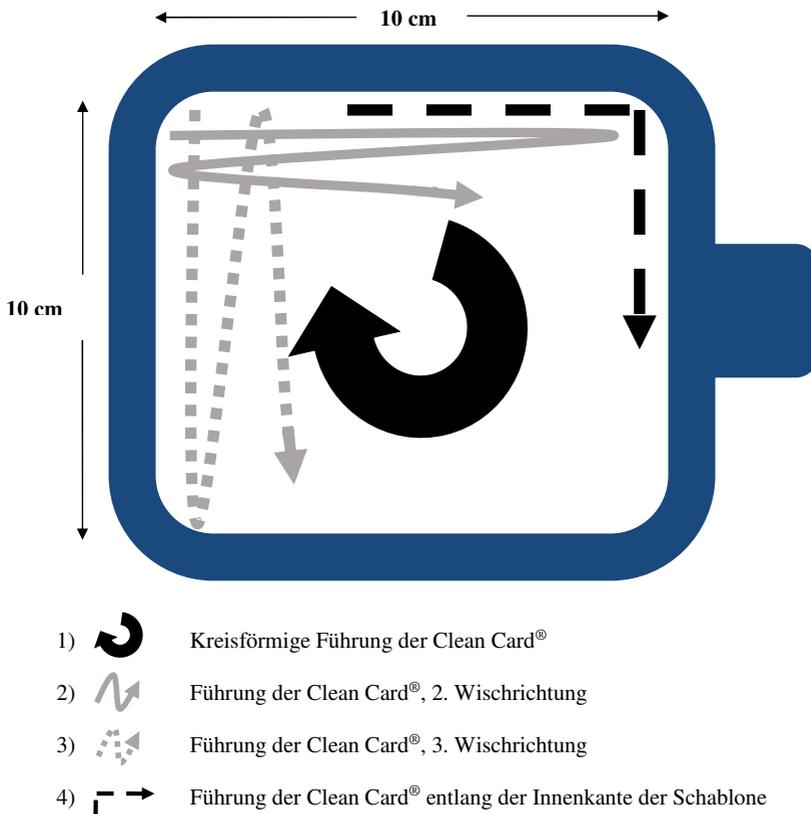


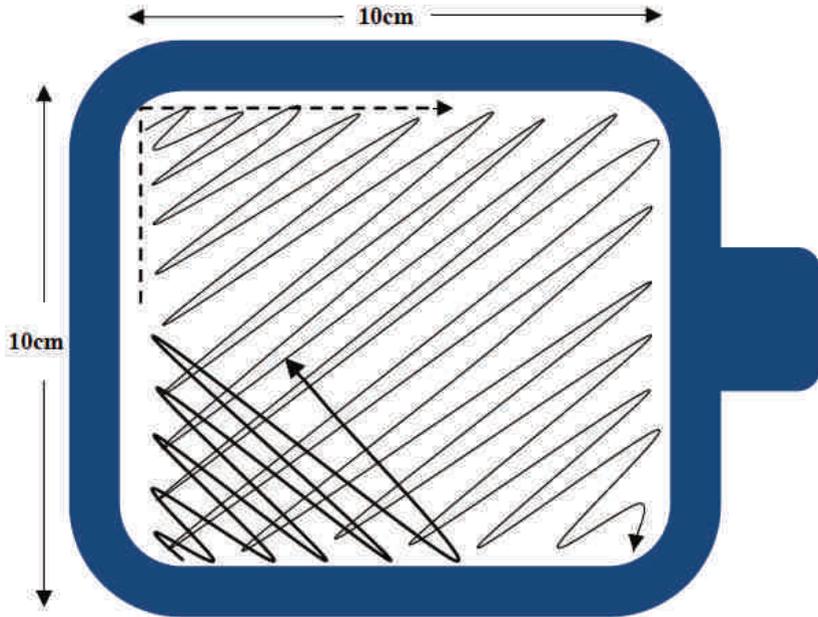
Abbildung 6: Schematische Darstellung der Probenahme mit der Orion Clean Card[®] PRO

Ursprünglich war für alle Oberflächen eine einheitliche Beprobungstechnik vorgesehen. Aufgrund während der Voruntersuchungen gewonnener Erfahrungen wurde die Vorgehensweise für Aluminiumflächen modifiziert, da auf diesen bei starker Reibung durch Aluminiumabrieb eine Schwarzfärbung der Clean Card®-Testfläche entstehen konnte. Auf diesen Flächen wurden die kreisförmigen Wischbewegungen unter geringerem Druck ausgeführt und anstelle der mäanderförmigen Wischtechnik wurde die Clean Card® mäanderförmig aufgetupft.

3.2.1.2 ATP-Nachweis

Das HY-LiTE® 2-System besteht aus einem ATP-freien Tupfer, einem „Sampling-Pen“ und dem Lumineszenzmessgerät (Luminometer). Der „Sampling-Pen“ enthält Spüllösung, Probenstift und eine Reagenzkammer mit dem Luciferin/Luciferase-Gemisch.

Der Tupfer wurde durch Eintauchen in die Spülflüssigkeit angefeuchtet und unter ständiger Rotation und gleichmäßigem Druck mäanderförmig und diametral versetzt jeweils fünfzehnmal über die gesamte, von der Schablone begrenzte Fläche geführt (siehe Abbildung 7). Anschließend wurde der Tupfer 10 Sekunden lang in der Spülflüssigkeit unter rotierenden Bewegungen ausgewaschen. Zur Aufnahme einer definierten Flüssigkeitsmenge wurde der Probenstift eine Sekunde lang so tief in die Spülflüssigkeit getaucht, dass die Rillen des Stiftes vollständig benetzt wurden. Danach wurde der Stift durch Aufsetzen auf eine feste waagerechte Oberfläche in die Küvettenkammer hineingedrückt. Das Oberteil des Pens wurde unter Druck im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag gegen das Unterteil gedreht und die Küvettenflüssigkeit mit dem Reagenzgemisch durch zehnmaliges kräftiges Schütteln bis zur Schaumbildung vermischt. Direkt im Anschluss erfolgte die Messung im Luminometer.



- 1)  Führung des HY-LiTE® - Tupfers, 1. Ausstrichrichtung
- 2)  Führung des HY-LiTE® - Tupfers, 2. Ausstrichrichtung
- 3)  Führung des HY-LiTE® - Tupfers entlang der Innenkante der Schablone

Abbildung 7: Schematische Darstellung der HY-LiTE® - Tupferführung

3.2.2 Auswertung der Schnelltests

Die **Auswertung des Proteinnachweises** erfolgt direkt im Anschluss an die Probenahme, da der Farbwechsel nach ca. 30 Sekunden eintritt. Die Bewertung der Farbreaktion erfolgte anhand der Abbildungen auf der mitgelieferten Referenzskala (siehe Abb. 8). Die dort angegebenen Smiley-Symbole zeigen eine semiquantitative Abstufung von negativ bis hin zu dreifach positiv, die durch Farbgebung im Sinne einer Ampel von grün zu rot unterlegt ist.

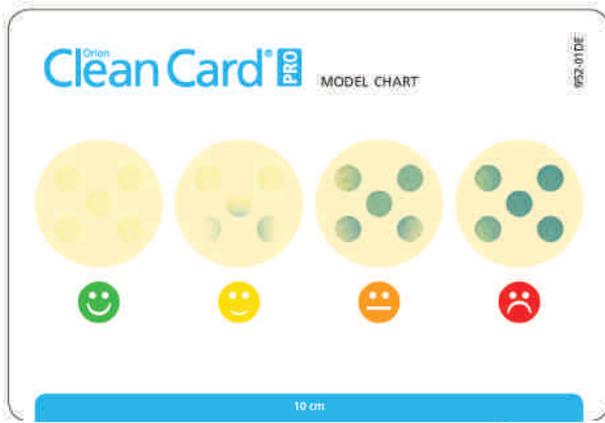


Abbildung 8: Referenzskala der Orion Clean Card® PRO

Für die Angabe der eigenen Ergebnisse wurde die Abstufung in negativ (-) sowie einfach (+), zweifach (++) und dreifach positiv (+++) zugrunde gelegt (siehe Tab. 10).

Tabelle 10: Bewertung des Farbwechsels der Orion Clean Card® PRO

Bewertung	Farbe der Testfläche	Einstufung laut Model Chart	Auswertung
-	Gelb, kein Farbwechsel	Grün	Sauber
+	Hellblau bis blau, Farbwechsel nur an wenigen Stellen der Testfläche	Gelb	„Grenzwertig“
++	Blau bis Blaugrün, Farbwechsel auf dem größten Teil der Testfläche	Orange	Nicht sauber
+++	Blau bis Blaugrün, Farbwechsel auf der gesamten Testfläche	Rot	Nicht sauber

Als negativ zu bewerten ist das Ergebnis, wenn sich die Testfläche der Clean Card® nicht verfärbt und somit gelb bleibt. Auf der Oberfläche war in diesem Fall kein Protein nachweisbar, und sie gilt somit als sauber. Verfärbt sich die Testfläche geringgradig blau, so ist Protein in geringen Mengen auf der Oberfläche vorhanden und wird als einfach positiv (+) bewertet. In diesem Fall liegt es im Ermessen des Untersuchers, ob die Fläche nachgereinigt werden sollte oder nicht. Verfärbt sich ein größerer Teil der Testfläche tiefblau bis dunkelblau oder grünblau, so ist der Test je nach Farbintensität und Ausbreitung des Farbwechsels auf der Testfläche als zweifach positiv (++) oder als dreifach positiv (+++) zu bewerten.

Bei einigen Untersuchungen, vor allem bei Proben der Feldversuche, entstanden Farbwechsel nach himmelblau, helltürkis oder hellgrün. Dies steht im Zusammenhang mit Rückständen von Reinigungsmitteln auf der Oberfläche. Dieser Farbwechsel unterscheidet sich in der Intensität von denjenigen Farbreaktionen, die aufgrund eines Proteinnachweises erkennbar sind. Nach zwei bis fünf Minuten kam es bei dem durch Rückstände von Reinigungsmitteln hervorgerufenen Farbreaktionen zu einer Aufhellung, teilweise entfärbte sich das Testfeld wieder. Im Gegensatz dazu waren die Farbreaktionen, die durch Protein entstanden, nach dieser Zeit noch in ihrer vollen Intensität sichtbar. Diese himmelblau, helltürkis oder hellgrün verfärbten Tests wurden daher im Rahmen der Versuche als negativ bewertet.

Die **Auswertung des ATP-Nachweises** durch Biolumineszenzmessung erfolgt mithilfe des Luminometers. Dieses zeigt Werte zwischen 0 und 99.000 RLU an, stärkere Lichtemissionen werden als nicht messbar gemeldet. Die Interpretation der Werte obliegt dem Anwender, da der Hersteller keine absoluten Grenzwerte vorgibt, um die RLU-Ergebnisse zu klassifizieren. Er spricht lediglich Empfehlungen für Richtwerte aus, die jedoch in Abhängigkeit der verarbeiteten Lebensmittel und der einzubeziehenden Beprobungsflächen anzupassen sind. Für einen Methodenvergleich bei dieser Studie erschien die Einführung eines Grenzwertes mit der eindeutigen Zuordnung "sauber" oder "nicht sauber" zweckmäßig. Nach KIRCHER et al. (1996), aber auch aufgrund der eigenen Erfahrungen in vorangegangenen Untersuchungen wurde der Grenzwert für die Vorversuche, bei denen die Flächen unter Laborbedingungen einen vergleichsweise geringen Gehalt an artifizieller Verschmutzung aufwiesen, bei 100 RLU festgesetzt. In Anlehnung an die produktionspezifischen Grenzwertempfehlungen (Pass- und Fail-Werte) des Herstellers wurde die Grenze zwischen "sauber" und "nicht sauber" zur Auswertung der Feldversuche bei 500 RLU gesetzt (Fa. Merck, 1999). Unter Laborbedingungen erfolgte die Auswertung im Luminometer sofort im Anschluss an die Probenahme, bei den Feldversuchen wurden die Tupfer einer Probenreihe verschlossen transportiert und im Labor ausgewertet.

3.2.3 Laboruntersuchungen

3.2.3.1 Reinigung der Oberflächen

Vor jedem der durchgeführten Laborversuche wurden die Beprobungsflächen sorgfältig gereinigt. Die Reinigung erfolgte mit dem Reinigungsmittel Clean and Clever ECO 11 (Fa. Igefa) und Leitungswasser. Die zur Reinigung verwendeten Schwämme wurden nur für

jeweils einen Reinigungsdurchgang verwendet. Anschließend wurden die Oberflächen mit klarem Leitungswasser nachgespült.

3.2.3.2 Funktionsüberprüfung der Schnelltests

Im Vorfeld der Versuche wurde mit der **Orion Clean Card® PRO** ein Versuch zur Bestätigung der Nachweisgrenze durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde eine Verdünnungsreihe von Bovinem Serumalbumin (Albumin Fraktion V, Fa. Carl Roth) in sterilem destillierten Wasser hergestellt. Der Versuch wurde auf einer Edelstahloberfläche durchgeführt, welche vorher, wie eingangs beschrieben, gereinigt wurde. Die Begrenzung der Beprobungsfläche von 100 cm² wurde durch Kunststoffschablonen (Fa. Transia) gewährleistet. Die erste Untersuchung erfolgte auf der gereinigten Oberfläche und diente als Blindwert. Die jeweilige Albuminlösung wurde nun auf zwei benachbarte Flächen ausgebracht. Die erste Fläche wurde sofort im Anschluss an das Ausbringen der Kontamination untersucht, auf der zweiten Fläche wurde erst nach 24-stündiger Trocknungszeit getestet. Der Versuch wurde im Einfachansatz durchgeführt, er stellt eine Orientierung dar und sollte der besseren Einschätzung der Ergebnisse in der Vorversuchsreihe dienen. Die vom Hersteller (Fa. Amfora) angegebene Nachweisgrenze von 50 µg Protein konnte hiermit bestätigt werden.

Mit dem **HY-LiTE® 2 System** wurde ein Funktionstest durchgeführt. Dazu wurde aus einer ATP-Lösung (1 ng/ml, Merck) mit sterilem destillierten Wasser eine dekadische Verdünnungsreihe hergestellt. Die unterschiedlichen ATP-Konzentrationen (1,0 ng/ml; 0,1 ng/ml; 0,01 ng/ml und 0,001 ng/ml), sowie steriles destilliertes Wasser als Negativkontrolle wurden im Doppelansatz untersucht, um die Funktionsfähigkeit des Gerätes sowie die Wiederholbarkeit der Messwerte zu bestätigen.

3.2.3.3 Proteinmengenzuordnung

Ziel dieser Testreihe war es, die farblich graduierten Ergebnisse auf der Orion Clean Card® PRO einer bestimmten Menge an Protein auf der getesteten Oberfläche zuzuordnen. Zu diesem Zweck wurde, ähnlich wie für den bereits beschriebenen Funktionstest, eine Verdünnungsreihe mit Bovinem Serumalbumin als Proteinstandard hergestellt. Die Herstellung der Stammlösung erfolgte wie in *Kap. 3.2.3.2 Funktionsüberprüfung* beschrieben. Als Konzentrationsstufen wurden 25 µg/ml, 50 µg/ml, 75 µg/ml, 100 µg/ml, 250 µg/ml, 500 µg/ml und 1000 µg/ml Proteingehalt einbezogen.

Der Versuch wurde auf einer Edelstahloberfläche durchgeführt. Die Fläche wurde zuvor mit Reiniger (Clean and Clever ECO 11, Fa. Igefa) und Leitungswasser gereinigt und mehrmals

mit Leitungswasser nachgespült. Nach ca. 30 Minuten Trocknungszeit wurde die Sauberkeit der Fläche mit der Orion Clean Card® PRO überprüft.

Je ein Milliliter der jeweiligen Verdünnungsstufe wurde auf eine Fläche von 100 cm², begrenzt durch Kunststoffschablonen (Fa. Transia), aufgebracht und mit einem sterilen Metallspatel verteilt. Nach 24 Stunden Trocknungszeit wurden die Flächen mit der Orion Clean Card® PRO untersucht. Zusätzlich diente eine nicht kontaminierte Fläche als Negativkontrolle. Der Versuch fand im Dreifachansatz statt und wurde sechsmal wiederholt. Insgesamt wurden somit 144 Einzeluntersuchungen durchgeführt. Da ein Vergleich mit dem HY-LiTE® 2 System für diesen Versuch nicht relevant war, wurde ausschließlich mit der Orion Clean Card® PRO untersucht.

3.2.3.4 Voruntersuchungen

Für jeden Ansatz wurden zwei Beprobungsflächen à 100 cm² (10 x 10 cm) vorgesehen. Auf der ersten Fläche wurde der Orion Clean Card® PRO Test durchgeführt, für die zweite das HY-LiTE® 2 System eingesetzt.

Auf den verschiedenen Oberflächen wurden zur Orientierung quadratische Flächen von 900 cm² mit einer Innenkantenlänge von 30 x 30 cm markiert. Innerhalb dieser Flächen konnten je zwei Ansätze parallel durchgeführt werden. Um eine definierte Beprobungsfläche für die Tests zu gewährleisten, wurden sterile Kunststoffschablonen (Fa. Transia) verwendet. Diese weisen eine Innenkantenlänge von 10 x 10 cm auf und begrenzen somit die benötigte Fläche von 100 cm². Die Position des ersten Tests, der Clean Card®, (linkes oder rechtes Testfeld) wurde zu Beginn jedes Ansatzes ausgelost. Eine schematische Darstellung des Versuchsaufbaus zeigt Abb. 9.

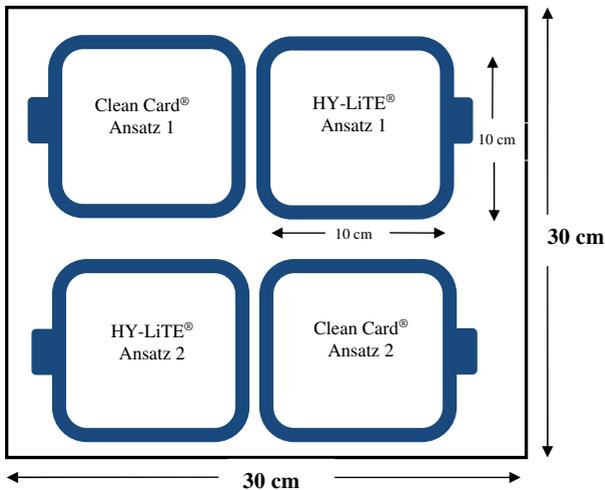


Abbildung 9: Fläche zur Probennahme für zwei Ansätze

Als Kontaminationssubstanzen wurden Fleischsaft (GOLL et al., 2003) sowie Bovines Serumalbumin als Proteinstandard (KRÜGER, 2001) gewählt. Für die Herstellung des 1:100 verdünnten Fleischsaftes wurde 1 g Hackfleisch (55% Schweinefleisch, 45% Rindfleisch) aus dem Einzelhandel in einen sterilen Probenbeutel mit Filtereinsatz eingewogen, mit 99 ml Leitungswasser verdünnt und mithilfe eines Walkmischgerätes homogenisiert.

Für die Herstellung des Bovinen Serumalbumins in der Konzentration 1 g/100ml wurde 1 g Albumin Fraktion V in ein steriles Becherglas eingewogen und in 99 ml sterilem destillierten Wasser gelöst.

Die erste Beprobung (Probe A) erfolgte auf der gereinigten und trockenen Oberfläche. Diese Probe stellt den Ausgangswert dar.

Anschließend wurden die Kontaminationssubstanzen auf die markierten Flächen ausgebracht. Um nach der Verteilung auf der 900 cm² großen Fläche eine ausreichende Menge für die Untersuchung zu erhalten (0,5 ml pro 100 cm²), wurden 4,5 ml der jeweiligen Substanz mit sterilen Glaspipetten auf die Flächen aufgetragen. Die ausgebrachte Flüssigkeit wurde mit einem sterilen Metallspatel sofort auf der gesamten Fläche gleichmäßig verteilt.

Die zweite Beprobung (Probe B) erfolgte nach 24-stündiger Trocknungszeit der kontaminierten Flächen.

Im Anschluss an diese Untersuchungen wurden alle Flächen erneut mit Reiniger (Clean and Clever ECO 11, Fa. Igefa) und Leitungswasser gereinigt und mehrmals mit klarem Wasser

nachgespült. Die dritte Beprobung (Probe C) wurde nach der erfolgten Reinigung und einer Trocknungszeit von 30 Minuten durchgeführt.

3.2.3.5 Überprüfung der Reaktionen auf Reinigungsmittel

Aufgrund der vor allem im Rahmen der Feldversuche aufgetretenen Verfärbungen als Reaktion auf Reinigungsmittelrückstände sollte in diesem Versuch die Reaktion der Orion Clean Card® PRO auf Rückstände von Reinigungsmitteln bzw. deren Inhaltsstoffe genutzt werden, um diese gezielt nachzuweisen. Dies sollte zeigen, auf welche Art die angewandte Nachspülmethode nach der Reinigung das Verbleiben von Reinigungsmittelrückständen auf der gereinigten Oberfläche beeinflussen kann. Der Versuch wurde ebenfalls auf einer Edelstahlfäche durchgeführt, da Edelstahl zu den meistgenutzten Materialien in der Lebensmittelindustrie gehört. Für den Versuch wurden drei verschiedene, für die Anwendung im lebensmittelverarbeitenden Bereich geeignete Reinigungsmittel ausgewählt: „Schaumreiniger sauer“ (Fa. Ernst), „Clean and Clever ECO 11“ (Fa. Igefa) und „Pulsar Gastro Speed“ (Fa. Tana). Deren Inhaltsstoffe, soweit sie in den jeweiligen Sicherheitsdatenblättern angegeben werden, sind in Tabelle 11 aufgeführt.

Tabelle 11: Inhaltsstoffe der im Versuch verwendeten Reiniger

Reiniger	Angaben laut Sicherheitsdatenblatt		
	ph-Wert	Inhaltsstoffe	Enthaltene Menge
Schaumreiniger sauer (Ernst GmbH)	< 1	Salpetersäure	10 - 25%
		Phosphorsäure	10 - 25%
		Fettalkoholethoxylat	2,5 - 10%
		Kationische und nichtionische Tenside	<5%
Pulsar Gastro Speed (Tana Chemie GmbH)	ca. 13	Natriummetasilicat, Pentahydrat	≥2 - <5%
		Natriumhydroxid	≥1 - <2%
		Alkylpolyglycoetherammoniumethylchlorid	≥1 - <2%
		Anionische Tenside	≥5 - <15%
Clean and Clever ECO11 (Igefa Handels GmbH)	5-7	Duftstoffe: Limonene, (Ethylendioxy)dimethanol, Methylchlorisothiazolinone/ Methylisothiazolinone	k.A. ¹⁾
		Natriumalkylbenzolsulfonat	5 - <10%
		Natriumlauryl ethersulfat	1 - <5%

¹⁾: keine Angaben

Die Edelstahlfläche wurde mit dem jeweiligen Reinigungsmittel nach Herstellerangaben gereinigt. Anschließend wurden folgende Methoden zur Reinigung angewandt:

Tabelle 12: Reinigungsmethoden im Versuch zu Reinigungsmittelrückständen

Reinigungsmethode	Beschreibung
Methode Nr. 1	Kein Nachspülen, sichtbare Reinigungsmittelreste wurden mit einem Kunststoffabzieher entfernt und die Fläche wurde nach ca. 30 min Lufttrocknung mit der Orion Clean Card® PRO untersucht.
Methode Nr. 2	Die Fläche wurde mit ca. 2 Liter klarem Leitungswassernachgespült. Nach dem Abfließen des Wassers wurde die Fläche ebenfalls abgezogen und nach ca. 30 min Lufttrocknung mit der Orion Clean Card® PRO untersucht.
Methode Nr. 3	Die Fläche wurde wie bei Methode Nr. 2 nachgespült, zusätzlich wurde sie mit einem neuen Schwamm abgewischt. Nach dem Wischen erfolgte eine weitere Spülung mit klarem Wasser. Daraufhin wurde die Fläche abgezogen und nach ca. 30 min Lufttrocknung mit der Orion Clean Card® PRO untersucht.

Die Untersuchungen wurden im Dreifachansatz durchgeführt und viermal wiederholt, so dass insgesamt 108 Untersuchungen erfolgten. Bei diesem Versuch entfiel der Vergleich mit dem HY-LiTE®2-System.

3.2.4 Feldversuche

In Absprache mit den Betrieben erfolgte die Probeentnahme immer im Anschluss an die Reinigung der Produktionsbereiche. Falls der Reinigungsplan nach Abschluss der Reinigung eine Desinfektion vorsah, erfolgte dies erst im Anschluss an die Probeentnahme oder wurde am Tag der Probeentnahme ausgesetzt. Bedingt durch die betriebsspezifischen zeitlichen Abläufe und die unterschiedlichen Produktionszeiten lag zwischen der Reinigung und der Probeentnahme in zwei Betrieben ein Zeitraum von über 24 Stunden, in anderen Fällen war die Probeentnahme nur direkt im Anschluss an die Reinigung möglich.

In jedem Betrieb wurde eine bestimmte Anzahl (maximal 15) geeigneter Probeentnahmestellen nach den bereits genannten Kriterien ausgesucht, welche dann in wöchentlichen Begehungen beprobt wurden.

Die Probenahme erfolgte wie in Kap. 3.2.1. beschrieben. Die beiden Testsysteme wurden unmittelbar nebeneinander auf den jeweiligen makroskopisch sauberen Flächen angewandt.

Dabei entfielen auf die unterschiedlichen Oberflächen folgende Untersuchungszahlen: Edelstahl: n = 184, Kunststoff: n = 184, Fliesen: n = 28, Aluminium: n = 20, Sonstige (z.B. Gusseisen, Stahl, Stein): n = 13.

Die Gesamtzahl der Untersuchungen unter Feldbedingungen beläuft sich auf n = 361.

3.2.5 Statistische Auswertung

Um festzustellen, ob zwischen den beiden verglichenen Testsystemen ein Zusammenhang besteht, wurde zur Auswertung der Vorversuche der exakte Test nach Fischer durchgeführt. Das Verhältnis der abweichenden Ergebnisse wurde über den McNemar-Symmetrie-Test auf Unterschied geprüft. Zusätzlich wurde die Häufigkeit der Abweichung zwischen Orion Clean Card[®] PRO und HY-LiTE[®] 2 sowie die Nachweisrate (Sensitivität) innerhalb des Konfidenzintervalls von 95% geschätzt.

Für die Ergebnisse der Feldversuche wurden Sensitivität und Spezifität der Orion Clean Card[®] PRO anhand der HY-LiTE[®]-Werte innerhalb des 95%igen Konfidenzintervalls errechnet. Außerdem wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman ermittelt. Zusätzlich wurde anhand der Korrelation der Regressionskoeffizient errechnet. Zur grafischen Veranschaulichung des Verhältnisses der Ergebnisse beider Testsysteme zueinander wurden die statistischen Lagemaße (Quantile) errechnet.

Die Datenhaltung und Auswertung erfolgte auf den Rechnern im lokalen Netzwerk (LAN) der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen. Die Durchführung der statistischen Tests erfolgte mithilfe des Programms BIAS für Windows (Version 7.0, Epsilon-Verlag, Hochheim, Darmstadt) und des Programmpakets BMDP/Dynamic (Release 7.0, DIXON, 1993).

4 Ergebnisse

4.1 Laborversuche

4.1.1 Auswertung

Um die Vergleichbarkeit der beiden Testsysteme für eine statistische Auswertung zu erreichen, wurde eine zweiklassige Abstufung in „sauber“ und „nicht sauber“ vorgenommen. Die Grenze hierfür lag für die Orion Clean Card® PRO bei einem zweifach positiven Testergebnis, also “++“. Das heißt, dass die Ergebnisse “- “ und “+“ als „sauber“ gewertet wurden. Der Grenzwert für das HY-LiTE® 2-System wurde für die Voruntersuchungsserien bei 100 RLU festgelegt, so dass darunter liegende Werte als „sauber“ galten.

4.1.2 Voruntersuchungen

Insgesamt wurden 270 vergleichende Untersuchungen im Rahmen von zehn Ansätzen durchgeführt. Davon entfielen jeweils 90 Untersuchungen auf die verschiedenen Oberflächen (Edelstahl, Aluminium und Kunststoff). Die detaillierten Ergebnisse der Voruntersuchungen sind im Anhang tabellarisch aufgeführt.

Mit dem **Proteinnachweis** wurden alle sauberen Flächen (Probe A und C sowie Leerwerte der Probe B) ausnahmslos als sauber bestimmt; die kontaminierten Flächen wurden in 59 von 60 Fällen als schmutzig erkannt. Mit dem **Biolumineszenzverfahren** wurden die sauberen Flächen ebenfalls zuverlässig dargestellt, 176 von 180 Proben lagen unterhalb des Grenzwertes von 100 RLU. neun von 30 Untersuchungen ergaben bei den Leerwerten (Aqua dest.) der Probe B ein Ergebnis oberhalb von 100 RLU. Bei den kontaminierten Flächen (Probe B) wurden 28 der 60 Proben als "sauber" gewertet.

4.1.2.1 Statistischer Vergleich der beiden Schnelltestmethoden

Sowohl zum Zeitpunkt A (Untersuchung nach Reinigung der Oberfläche, Vergleichswert), als auch zum Zeitpunkt C (Untersuchung nach Reinigung der artifiziell kontaminierten Flächen) ließ sich eine hohe Übereinstimmung der beiden Testsysteme feststellen. Die Häufigkeit der Abweichung bei einem Konfidenzintervall von 95% lag hier zwischen 0,3 und 7,8%.

Eine andere Situation ergab sich zum Zeitpunkt B (Untersuchung nach erfolgter artifizieller Kontamination und 24 h Trocknungszeit). Weder im exakten Test nach Fischer noch bei der Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten zeigte sich hier eine signifikante Übereinstimmung der beiden Testsysteme ($p=1,000$ bzw. $r_s= 0,160$). Der McNemar-

Symmetrie-Test ergab, dass zwischen den beiden Verfahren ein signifikanter Unterschied besteht ($p < 0,0001$). Anhand der Verteilung der Ergebnisse zum Zeitpunkt B lässt sich eine **Sensitivität von 91,1% - 99,96%** innerhalb des 95%igen Konfidenzintervalles für die Nachweisrate der Orion Clean Card® PRO errechnen. Die entsprechende errechnete Sensitivität des HY-LiTE® 2 Systems liegt bei 40,0% - 66,3%. Die Verteilung der Ergebnisse, die diesen Berechnungen zugrunde liegt, ist in den folgenden Vierfeldertafeln dargestellt.

		Clean Card®		
		sauber	nicht sauber	
HY-LiTE®	sauber	88	0	88
	nicht sauber	2	0	2
		90	0	90

Abbildung 10: Verteilung der Ergebnisse bei Probenreihe A (vorgereinigte Flächen)

		Clean Card®		
		sauber	nicht sauber	
HY-LiTE®	sauber	0	28	28
	nicht sauber	1	31	32
		1	59	60

Abbildung 11: Verteilung der Ergebnisse bei Probenreihe B, ohne Leerwert (kontaminierte Flächen)

		Clean Card®		
		sauber	nicht sauber	
HY-LiTE®	sauber	88	0	88
	nicht sauber	2	0	2
		90	0	90

Abbildung 12: Verteilung der Ergebnisse bei Probenreihe C (gereinigte Flächen)

4.1.3 Proteinmengenzuordnung

Anhand der Ergebnisse dieses Versuchs kann die vom Hersteller angegebene untere Nachweisgrenze von ca. 50 µg Protein bestätigt werden. Weiterhin konnte eine erfolgreiche Zuordnung der verschiedenen Proteinmengen zu den semiquantitativen Ergebnisabstufungen der Orion Clean Card® PRO erfolgen. Die Flächen ohne Auftrag von Bovinem Serumalbumin (BSA) wurden durchgehend als richtig-negativ erfasst. Auf den kontaminierten Flächen zeigte sich mit zunehmendem Proteingehalt eine Steigerung der positiven Ergebnisse, die statistisch ausgewertet wurde. Bei einer BSA-Menge von 1000 µg lagen schließlich alle Untersuchungsergebnisse im dreifach positiven Bereich (+++).

Die detaillierten Ergebnisse der gesamten Untersuchungen sind in Tab. 13 dargestellt, die errechnete Zuordnung der jeweiligen Proteinmengen in Tab.14.

Tabelle 13: Ergebnisse der Untersuchungen zur Proteinmengenzuordnung

BSA ¹⁾ [µg/ml]	Ergebnis nach 24 h Trocknung					
	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang	4. Durchgang	5. Durchgang	6. Durchgang
0 (Leerwert)	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
25	-/+	+	+	-/+	+	+
	-/+	-/+	-/+	-	+	+
	-/+	-/+	-	-/+	-/+	-/+
50	+	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+	+
75	+	+	+	+	+	+
	+/+++	+	+	+	+	+
	+	+	+/+++	+	+/+++	+
100	++	+	+	+/+++	+	+/+++
	+/+++	+	+/+++	+/+++	+/+++	+
	+/+++	+	+	+	+/+++	++
250	++	++	++	++	++	++
	+/+++	+/+++	++	+/+++	++	++/+++
	++	++	++	++	++	++
500	++/+++	++	++/+++	++/+++	++/+++	++
	++	++	++/+++	++/+++	++	++/+++
	++/+++	++/+++	++	++	+++	++/+++
1000	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	+++	+++	+++	+++	+++	+++

¹⁾:Bovines Serumalbumin

Anhand der Verteilungen der Orion Clean Card® PRO-Ergebnisse im Verhältnis zur auf der Oberfläche vorhandenen Proteinmenge lässt sich für jede Abstufung der Orion Clean Card® PRO mithilfe der sich daraus ergebenden Regressionsfunktion ein zu erwartender Proteingehalt errechnen.

Tabelle 14: Erwartete Proteinmengen bei Auswertung der Clean Card®-Ergebnisse

Clean Card® Auswertung	Erwarteter Proteingehalt ¹⁾ [µg]
-	0
-/+	26,1
+	55,1
+/++	116,1
++	245,0
+/+++	515,7
+++	1086,9

¹⁾ Berechnung anhand der Regressionsfunktion

4.1.4 Überprüfung der Reaktionen des Proteintests auf Reinigungsmittel

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind in Tab. 15 (saures Reinigungsmittel), Tab. 16 (neutrales Reinigungsmittel) und Tab. 17 (alkalisches Reinigungsmittel) wiedergegeben. Da es sich bei sämtlichen, hier aufgeführten Ergebnissen um Rückstände und nicht um echtes Protein handelt, wurde auf die optische Abgrenzung durch Einklammerung der Ergebnisse verzichtet. Darüber hinaus erfolgte eine quantitative Abstufung.

Bei den Untersuchungen der nach Methode 1, also ohne Nachspülen gereinigten Flächen trat in allen 36 Fällen eine positive Reaktion auf (n=14: „+/+++“; n=11:“++++“; n=10: „+“; n=1: „+/++++“). Die sehr deutliche Farbreaktion trat auf einer Fläche auf, die mit dem alkalischen Reiniger „Pulsar Gastro Speed“ (Tana) behandelt worden war.

Nach der Reinigung gemäß Methode 2, d. h. nachdem einmalig mit klarem Leitungswasser nachgespült worden war, gab es keine eindeutig als negativ zu bewertende Ergebnisse. Die Orion Clean Card® PRO wies in sieben Fällen lediglich einen minimalen Farbumschlag in den Randbereichen der Testfläche auf. Dieser lag noch nicht im Bereich „+“ und wurde somit als „-/+“ charakterisiert. In der Mehrheit der Untersuchungen, nämlich in 23 von 36 Fällen ergab die Auswertung das Ergebnis „+“, in fünf Fällen „+/+++“.

Nachdem Methode 3 angewandt worden war (Nachspülen mit klarem Wasser unter zusätzlicher mechanischer Einwirkung durch Abwischen der Testfläche), konnte in 11 Fällen ein eindeutig negatives Ergebnis beobachtet werden. Allerdings lag das Ergebnis bei 7 weiteren Untersuchungen an der Schwelle zum positiven („-/++“) und bei den meisten Untersuchungen, nämlich in 18 von 36 Fällen, war das Ergebnis positiv („+“). Von diesen 18 positiven Ergebnissen entfielen 11 auf die mit „Clean and Clever ECO 11“ (Fa. Igefa) gereinigten Flächen.

Während der Versuchsreihe fiel auf, dass die drei verschiedenen Reiniger jeweils unterschiedliche Farbreaktionen bei der Orion Clean Card® PRO hervorriefen. Nach Anwendung des Produktes „Schaumreiniger sauer“ (Ernst GmbH) färbte sich die Orion Clean Card® PRO hellgrün bis hellblau und teilweise auch dunkelblau, allerdings trat nach etwa einer Minute eine Aufhellung der Testfläche auf. Bei der Untersuchung der mit „Clean and Clever ECO 11“ (Fa. Igefa) gereinigten Flächen entstanden die bereits mehrfach beschriebenen himmelblauen Verfärbungen, die ebenfalls nach kurzer Zeit aufhellten. Anders verlief die Reaktion auf die Rückstände bei Anwendung des alkalischen Reinigers „Pulsar Gastro Speed“ (Tana). Hier entstanden zum Teil tiefblaue bis blaugrüne Farbumschläge, die sich nicht aufhellten oder entfärbten.

Tabelle 15: Ergebnisse bei Einsatz eines sauren Reinigungsmittels

„Schaumreiniger sauer“ (Ernst GmbH)				
Methode	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang	4. Durchgang
1. ohne Nachspülen	+	+ / ++	+ / ++	+ / ++
	+	+	+	+ / ++
	+	++	+ / ++	++
2. Nachspülen	+	+	- / +	+
	+	+	+	+
	+	+	+	+ / ++
3. Nachspülen und Wischen	-	-	- / +	-
	-	+	- / +	+
	+	-	- / +	- / +

Tabelle 16: Ergebnisse bei Einsatz eines neutralen Reinigungsmittels

"Clean and Clever ECO 11" (Igefa)				
Methode	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang	4. Durchgang
1. ohne Nachspülen	+ /+++	++	+ /++	++
	+ /+++	++	+	++
	+ /+++	++	++	++
2. Nachspülen	+ /+++	+	- /+	- /+
	+	+ /+++	- /+	+
	+	- /+	+	+
3. Nachspülen und Wischen	+	+	+	+
	+	+	-	+
	+	+	+	+

Tabelle 17: Ergebnisse bei Einsatz eines alkalischen Reinigungsmittels

"Pulsar Gastro Speed" (Tana)				
Methode	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang	4. Durchgang
1. ohne Nachspülen	++ /+++	+	+ /++	+
	+ /++	+ /++	+ /++	+
	+	++	++	+ /++
2. Nachspülen	+ /++	+	+	+ /++
	+	+	- /+	+ /++
	+	+	+	- /+
3. Nachspülen und Wischen	-	-	+	+
	-	-	- /+	+
	+	-	- /+	- /+

4.2 Feldversuche

Die im Rahmen der Feldversuche ermittelten Ergebnisse sind im Anhang detailliert aufgelistet.

Wie bereits bei der Auswertung der Vorversuche wurde auch hier eine zweiklassige Abstufung in „sauber“ und „nicht sauber“ vorgenommen. Die Grenze für die Unterscheidung von „sauber“ und „nicht ordnungsgemäß gereinigt“ wurde für die Orion Clean Card® PRO beibehalten. Das heißt, Ergebnisse mit der Bewertung “-“ und “+“ galten als „sauber“, alle darüber liegenden wurden als „nicht ordnungsgemäß gereinigt“ eingestuft. Der Grenzwert für das HY-LiTE® 2-System wurde für die Feldversuche bei 500 RLU (Relative Light Units) angesetzt, so dass darunter liegende Werte als „sauber“ eingestuft wurden.

Insgesamt konnten 349 der 361 erhobenen Ergebnisse in die statistische Auswertung einbezogen werden. Hierbei zeigen sich folgende Häufigkeitsverteilungen: In 138 Fällen lagen sowohl die Ergebnisse der Orion Clean Card[®] PRO als auch die des HY-LiTE[®] 2-Systems im negativen und somit sauberen Bereich (39,5%). Schmutzige Oberflächen wurden mit beiden Testsystemen übereinstimmend in 150 Fällen nachgewiesen (43,0%). In insgesamt 61 Untersuchungen (17,5%) wich das Ergebnis, das mit der Orion Clean Card[®] PRO ermittelt werden konnte, von denjenigen, die mit dem HY-LiTE[®] 2-Systems gefunden wurden, ab. Insgesamt ergibt sich damit eine Übereinstimmung der Befunde von 82,5%.

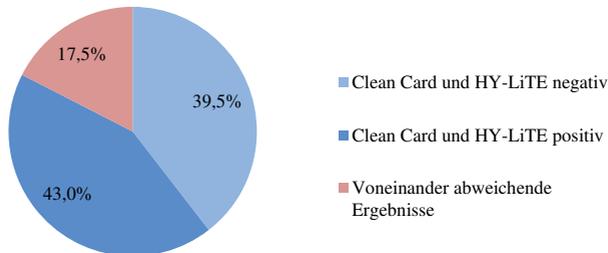


Abbildung 13: Übereinstimmung der Ergebnisse der beiden Schnelltestmethoden

Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung der Untersuchungsergebnisse unter Bezug auf das HY-LiTE[®] 2-System, so ergeben sich folgende Daten:

Von den 175 von HY-LiTE[®] als positiv befundenen Oberflächen ($RLU \geq 500$) wurden mit der Orion Clean Card[®] PRO 150 ebenfalls als „nicht ausreichend gereinigt“ (85,7%) sowie 25 Oberflächen als sauber eingestuft (14,3%), siehe Abb. 14. Damit ergibt sich eine Sensitivität von 85,7%.

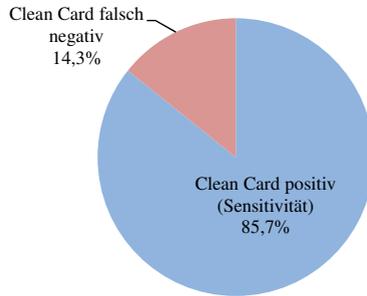


Abbildung 14: Auswertung der positiven Ergebnisse des Proteinnachweises in Bezug auf positive Ergebnisse des Biolumineszenznachweises

Mit der Orion Clean Card[®] PRO wurden 138 der 174 mit HY-LiTE[®] 2-System als „sauber“ beurteilten Flächen als sauber erkannt (79,3%), während bei 36 Untersuchungen ein gegenteiliges Ergebnis auftrat (20,7%). Damit liegt die Spezifität bei 79,3%.

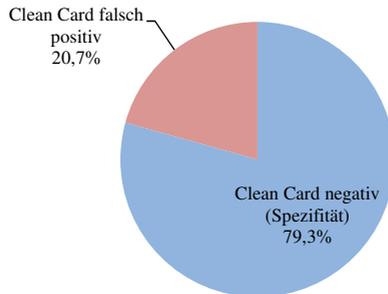


Abbildung 15: Auswertung der negativen Ergebnisse des Proteinnachweises in Bezug auf negative Ergebnisse des Biolumineszenznachweises

Auffällig war, dass in vielen Fällen (75 von 361 Proben) Rückstände von Reinigungsmitteln zu einer Verfärbung der Orion Clean Card® PRO führten. Dabei traten häufig die bereits im Rahmen der Voruntersuchungen beschriebenen himmelblauen oder türkisfarbenen Verfärbungen mit anschließender Aufhellung auf. Daneben gab es bei einigen Untersuchungen kräftige türkisblaue bis grüne Verfärbungen ohne spätere Aufhellung, an anderen Stellen trat eine vollständige Entfärbung der Testfläche von gelb nach weiß auf. Die Aufhellungen und die typischen himmelblauen Verfärbungen wurden definitionsgemäß mit (+) markiert und somit als negativ bewertet. Die kräftigblauen Farbwechsel waren mit proteinbedingten Farbumschlägen verwechselbar und wurden entsprechend ihrer Intensität positiv gewertet.

Bei zwölf der insgesamt 361 Proben (2,8 %) erwies sich die Orion Clean Card® PRO als nicht auswertbar. Ursache war eine Schwarzfärbung der Testfläche, die zehnmal auf Edelstahloberflächen und zweimal auf Aluminiumoberflächen auftrat. Bei einer Gesamtzahl der Untersuchungen auf Edelstahl von $n=184$ und auf Aluminium von $n=20$ beläuft sich der Anteil der nicht auswertbaren Untersuchungen auf 5,4 % (Edelstahl) bzw. 10% (Aluminium). Anhand der Häufigkeitsverteilung und unter Berücksichtigung eines 95%igen Vertrauensintervalles ließ sich die Sensitivität und die Spezifität der Orion Clean Card® PRO im Verhältnis zu den Ergebnissen des HY-LiTE® 2-Systems errechnen. Daraus ergab sich eine Sensitivität von 79,6% bis 90,5% und eine Spezifität von 72,5% bis 85,1%.

Desweiteren wurden Sensitivität und Spezifität in Einzelbetrachtung der unterschiedlichen beprobten Oberflächen auf demselben Wege errechnet:

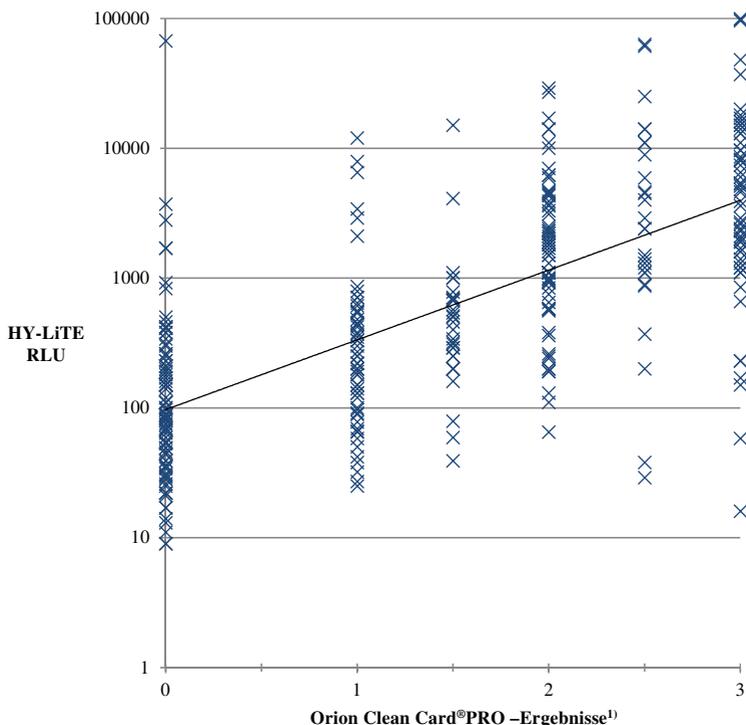
Tabelle 18: Sensitivität und Spezifität des Proteinnachweises auf verschiedenen Oberflächen in Bezug auf Ergebnisse des Biolumineszenztests

Material	Sensitivität	Spezifität
Edelstahl (n=184)	70,3 - 89,3%	68,3 - 84,7%
Kunststoff (n=104)	80,6 - 95,4%	70,8 - 97,7%
Fliesen (n=28)	34,9 - 96,8%	45,7 - 88,1%
Aluminium (n=20)	61,5 - 99,8%	47,3 - 99,7%
Sonstige (n=13)	42,3 - 100%	51,8 - 99,7%

Hierbei ist zu beachten, dass die Werte für die Oberflächen mit geringen Beobachtungszahlen (Fliesen, Aluminium, Sonstige), keine statistische Aussagekraft besitzen.

Bei Betrachtung aller auswertbaren Ergebnisse ($n=349$) beträgt das Ergebnis der Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman: $r_s = 0,705$ ($p < 0,0001$).

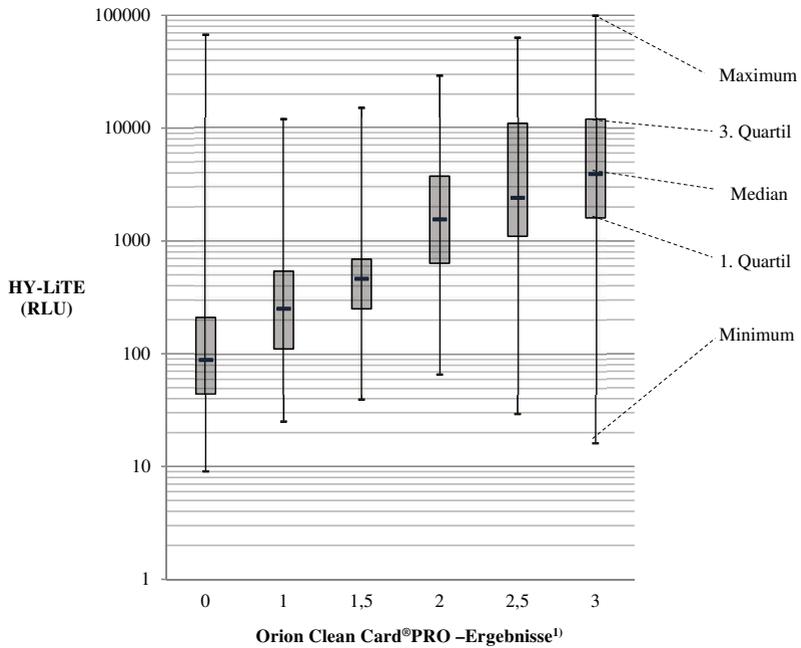
Das bedeutet, dass zwischen den beiden Testsystemen eine signifikant positive Übereinstimmung besteht, die in der Abbildung 16 grafisch wiedergegeben ist.



¹⁾ Statistisch verschlüsselt: 0= -; 1= +; 1,5= +/++; 2= ++; 2,5= ++/+++; 3= +++

Abbildung 16: Beziehungen zwischen den Ergebnissen des Proteinnachweises und der Biolumineszenzmessung mit Regressionsgerade

Desweiteren wurden die statistischen Lagemaße (Quantile) der Ergebnisse berechnet, um den statistischen Zusammenhang zwischen den beiden Testsystemen zu verdeutlichen. Dies ist im folgenden Box-and-Whisker-Diagramm dargestellt. Die „Box“ umschließt hierbei den Bereich vom ersten bis zum dritten Quartil, in ihrer Mitte liegt der Median. Die „Whisker“ geben die Werte außerhalb der Quartile bis zum Maximal- bzw. Minimalwert an. Somit fallen sogenannte Ausreißerwerte optisch weniger ins Gewicht. Auch hier lässt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Orion Clean Card® PRO und dem HY-LiTE® 2-System erkennen.



¹⁾ Statistisch verschlüsselt: 0= -; 1= +; 1,5= +/++; 2= ++; 2,5= ++/+++; 3= +++

Abbildung 17: Box-and-Whisker-Plot der Ergebnisse des Proteinnachweises im Verhältnis zu den Werten der Biolumineszenzmessung

5 Diskussion

5.1 Bewertung von Schnelltests als Hygienekontrollmaßnahmen

Schnelltestverfahren sind mittlerweile, ergänzend zu mikrobiologischen Untersuchungen, etablierter und gängiger Bestandteil der Hygienekontrollen in Lebensmittelbetrieben. Sie ermöglichen unverzügliche Auswertung vor Ort, so dass im Bedarfsfall sofort korrigiert werden kann. Wenn die Kontrolle der Reinigung produktionsbedingt einen CCP darstellt, beispielsweise bei leicht verderblichen oder Ready-To-Eat (RTE) Lebensmitteln, können Schnellmethoden daher auch zur Prozesskontrolle im Rahmen des HACCP-Konzepts angewandt werden.

Desweiteren können Schnelltests auch zur Personalschulung herangezogen werden. Durch die schnell verfügbaren und anschaulichen Ergebnisse kann die Motivation und Leistung des Reinigungspersonals verbessert werden (HAWRONSKYJ und HOLAH, 1997).

Zusätzlich bieten Schnelltests eine objektive Form der Dokumentation der ordnungsgemäß durchgeführten Reinigung, dies kann die Überprüfung der betrieblichen Hygienemaßnahmen im Rahmen amtlicher Hygienekontrollen erleichtern. REICHELT (2007) kommt zu dem Schluss, dass auch der Einsatz von Schnelltests durch die Lebensmittelkontrolleure selbst sinnvoll sein kann, jedoch hätten die Ergebnisse solcher Untersuchungen keinen rechtlichen Bestand, sondern würden nur als Orientierung dienen.

5.1.1 ATP-Nachweis mittels Biolumineszenz

Die Biolumineszenzmessung zum Nachweis von ATP ist mittlerweile eine etablierte Methode zur Durchführung von Hygienekontrollen. KIRCHER et al. (1996) stellten in vergleichenden Versuchen mit ATP-Lösungen und Bakterienreinkulturen sowie unter Feldbedingungen in fleischverarbeitenden Betrieben eine gute Korrelation zwischen ATP-Messungen und mikrobiologischem Nachweis fest. Sie konnten außerdem eine Nachweisgrenze von 10^{-14} bis 10^{-15} Mol/Test für ATP und ca. 10^3 KbE/Test für Bakterien mit dem HY-LITE System (Merck) ermitteln. AYCICEK et al. (2006), die Oberflächen einer Krankenhausküche untersuchten, CAIS-SOKOLINSKA und PIKUL (2008), die Proben aus einem Tank für fermentierte Milchprodukte sammelten, OGDEN (1993), der Untersuchungen in Brauereien durchführte sowie TEBUTT et al. (2006), die 45 Betriebe im Hinblick auf Reinigungserfolge untersuchten, stellten signifikante Übereinstimmungsraten zwischen dem ATP-Nachweis mittels Biolumineszenzmessung und der mikrobiologischen Untersuchung mittels Tupfer-

oder Abklatschverfahren fest. Sie alle kommen zu dem Schluss, dass der ATP-Nachweis ein gutes Instrument zur Hygieneüberwachung darstellt.

SHAMA und MALIK (2013) hingegen warnen, dass ATP-Messungen zwar gut geeignet sind, um den Hygienestatus in einem Betrieb zu erfassen und den Reinigungserfolg zu kontrollieren, dass sie aber keine Rückschlüsse auf die Anwesenheit von pathogenen Mikroorganismen zulassen. Sie sind nicht als Ersatz für eine gezielte mikrobiologische Untersuchung oder als Indikator für die Anwesenheit von Keimen geeignet. Auch AYCICEK et al. (2006) und TEBUTT et al. (2006) weisen darauf hin, dass die ATP-Messung keinen Ersatz für mikrobiologische Kontrolle und den Nachweis von pathogenen Mikroorganismen darstellt, sondern nur ergänzend zur Hygienekontrolle oder zu Demonstrations- und Schulungszwecken eingesetzt werden sollte.

5.1.2 Proteinnachweis

Die bisher kommerziell erhältlichen Proteinnachweissysteme beruhen auf der Biuret-Methode (REICHEL, 2003). Laut KRÜGER (2001) ist die Farbreaktion sowohl zeit- und temperaturabhängig zu bewerten, zudem ist die Reaktion störanfällig gegenüber farbigen Verunreinigungen und reduzierenden Substanzen, wie z.B. Zucker. Sie empfiehlt, vor der Anwendung der Biuret-Methode als Hygienekontrollmaßnahme einen Betriebsstandard zu erstellen (KRÜGER, 2001).

TRAUTSCH (2003) bewertet den Proteinnachweis (Swab 'n' Check, Fa. Konica) im Vergleich mit Abklatschproben (RODAC) und NAD-Nachweis (HY-RiSE, Fa. Merck) als relativ zeit- und arbeitsaufwendig. Zudem ergab ihre Untersuchung in zehn Lebensmittelbetrieben eine geringe Übereinstimmung des Proteinnachweises mit den Vergleichstests.

WEBER et al. (1997) testeten ebenfalls den Proteinnachweis Swab'n'Check (Konica) unter Feldbedingungen in fleischverarbeitenden Betrieben, als Vergleichsmethoden zogen sie das quantitative Tupfverfahren (NTT) nach DIN 10113-1, den ATP-Nachweis mittels Biolumineszenz (HY-LiTE-System, Merck) und ein Abklatschprobensystem (Fa. Transia) heran. Der Proteinnachweis zeigte keine Übereinstimmung mit den Vergleichsverfahren und wurde als unbrauchbar zur Kontrolle der Reinigung und Desinfektion eingestuft.

5.2 Versuchsaufbau und Auswahl der Methoden

Mit dem ATP-Nachweis mittels Biolumineszenzmessung wurde ein etabliertes Hygienekontrollverfahren als Vergleichsverfahren ausgewählt. Es handelt sich um einen Schnelltest und fällt mit dem Nachweis von Verschmutzungen und Produktresten in den selben Anwendungsbereich wie der zu testende Proteinnachweis. Auf eine zusätzliche mikrobiologische Untersuchung der Oberflächen wurde verzichtet, da diese nicht dem Anwendungsprinzip der Schnelltests entspricht. Das Quantitative Tupfverfahren (NTT) nach DIN 11013-1 ist das Referenzverfahren, um den Keimgehalt bestimmter Flächen zu bestimmen und pathogene Keime nachzuweisen (DRESSLER, 1997). WILDBRETT und KROWAS (2006) sehen in der mikrobiologischen Untersuchung vorrangig ein Mittel zur Überprüfung des Desinfektionserfolges, da die Abwesenheit von Mikroorganismen Ziel der Desinfektion ist. Dies entspricht jedoch nicht dem vorrangigen Untersuchungsziel bei täglichen Reinigungskontrollen und somit nicht dem Anwendungsbereich des Proteintests als Schnellmethode.

Die beiden Testsysteme wurden unter Laborbedingungen auf kontaminierten Flächen auf Vergleichbarkeit getestet, zusätzlich konnte die Sensitivität des Proteinnachweises ermittelt werden. In neun lebensmittelherstellenden oder -verarbeitenden Betrieben wurden dann die Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit sowie die Vergleichbarkeit unter Feldbedingungen untersucht. Auch hier konnten Sensitivität und Spezifität des Proteinnachweises, in Bezug auf die Ergebnisse der Biolumineszenzmessung, errechnet werden.

5.3 Ergebnisse der Laborversuche

Im Rahmen der Vorversuche zeigte sich, dass mit dem Proteinnachweis saubere Flächen zuverlässig erkannt werden können. Alle Proben auf gereinigten Flächen sowie die Leerwertproben der Kontaminationsreihe führten zu negativen Testergebnissen. Die vergleichenden Untersuchungen mit dem ATP-Nachweis zeigten auf den gereinigten Flächen eine hohe Übereinstimmung.

Der Nachweis der **artifiziellen Kontaminationen** erfolgte mit dem Proteinnachweis in 59 von 60 Untersuchungen, das heißt sowohl die Fleischsaftverdünnung als auch der Proteinstandard BSA konnten reproduzierbar nachgewiesen werden. Hieraus ergab sich eine errechnete Sensitivität von 91,1 - 99,96% (Berechnung innerhalb 95%igen Konfidenzintervalles). Im Vergleich mit der Biolumineszenzmessung ergab sich auf den kontaminierten Flächen keine signifikante Übereinstimmung der beiden Methoden. Die Ergebnisse auf den mit Fleischsaftverdünnung und BSA kontaminierten Oberflächen fiel in 28 von 60 Untersuchungen negativ ($RLU < 100$) aus, 17 davon entfielen auf Flächen, die mit

BSA versetzt worden waren. Dagegen wurden 9 von 30 Leerwertproben (Aqua dest.) positiv (RLU > 100) getestet. Die falsch-negativen Ergebnisse können darauf zurückzuführen sein, dass der Nachweis eines reinen Proteinstandards wie BSA nicht dem Nachweisprinzip der Biolumineszenzmessung entspricht. Die gewählte Fleischsaftverdünnung von 10^{-2} entsprach einem zu erwarteten Ergebnisbereich von 500 - 1000 RLU auf einer Probenfläche von 100 cm² (GOLL et al., 2003). Trotz Überprüfung des Versuchsaufbaus in eigenen Testreihen kam es zu dieser relativ starken Abweichung der Vergleichsmethode im Rahmen der artifiziellen Kontamination.

Mit der Orion Clean Card[®] PRO wurden im Anschluss an die Kontaminationsversuche noch weitere Untersuchungen durchgeführt. Die weiterführenden Untersuchungen mit dem Proteinstandard BSA ergaben gleichbleibende Wiederfindungsraten, so dass die **erwartete Proteinmenge** zu den jeweiligen semiquantitativ abgestuften Ergebnissen des Proteintests ermittelt werden konnte. Hierdurch ist eine bessere Einschätzung der Ergebnisse in Bezug auf die tatsächlichen Verunreinigungen möglich. So liegt die erwartete Proteinmenge bei einem negativen Testergebnis bei < 10-30 µg. Ein einfach positives Ergebnis zeigt einen Proteingehalt von etwa 50 - 60 µg an, ein zweifach positives etwa 250 µg. Bei einem dreifach positiven Test ist eine Proteinmenge > 550 µg zu erwarten. Diese Werte entsprechen etwa dem Nachweisbereich der herkömmlichen Biuret-Methode zum Nachweis von Protein. So gibt KRÜGER (2001) folgende Proteingehalte für die vier Farbabstufungen der Biuret-Reaktion an: 0 - 25 µg, 55 - 150 µg, 200 - 240 µg und 600 - 1300 µg.

Die anschließenden Versuche zur Reaktion des Proteinnachweises auf Störungen durch **Reinigungsmittelrückstände** gaben Aufschluss über die Art der falsch-positiven, bzw. nicht auswertbaren Verfärbungen der Orion Clean Card[®] PRO. Es konnte ein Zusammenhang zwischen der Art des Reinigers und der Färbung des Testkärtchens beobachtet werden. Die Reaktionen reichten von himmelblau über hellgrün und blaugrün bis hin zu dunkelblau. Es fiel auf, dass sich die Farbreaktionen des sauren und neutralen Reinigers nach kurzer Zeit aufhellten und somit gut zu identifizieren waren. Die Störung durch den alkalischen Reiniger allerdings blieb in Form einer tiefblauen Verfärbung bestehen und kann daher in der Praxis eventuell nur schlecht von einem richtig-positiven Ergebnis unterschieden werden. Welche Inhaltsstoffe diese Störungen verursachen, wurde im Versuch nicht abschließend geklärt, da hauptsächlich der Einfluss des ordnungsgemäßen Nachspülens auf das Vorhandensein von Rückständen überprüft werden sollte. Hier zeigte sich, dass gründliches Nachspülen die Störungen durch Reinigungsmittel deutlich reduzieren konnte. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen zum Effekt des Nachspülens auf die Keimzahl auf Oberflächen, welchen

SCHMIDT (1989) in seinen Untersuchungen nachweisen konnte. Er kommt zu dem Schluss, dass gründliches Nachspülen mit 5 bis 10 Liter Wasser pro m² die Oberflächenkeimzahl um 10³ reduzieren kann und so auch Reste von Reinigungsmitteln effektiv entfernt werden. Allerdings fiel auf, dass auch bei der intensivsten Nachspülmethode im Versuch immer noch in 50% der Fälle (18 von 36 Untersuchungen) Rückstände mit der Orion Clean Card® PRO festgestellt wurden. Dies spricht für eine hohe Empfindlichkeit des Tests und sollte bei der Anwendung beachtet werden.

5.4 Ergebnisse der Feldversuche

Insgesamt konnten 349 der 361 Untersuchungsergebnisse (96,7%) zur Auswertung herangezogen werden. In 82,5 % der Fälle stimmten die Ergebnisse der beiden Schnelltests überein.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse der Feldversuche ergab eine signifikant positive Korrelation der beiden Methoden ($r_s = 0,705$; $p < 0,0001$).

Auf Grundlage der Ergebnisse der Biolumineszenzmessung wurden die Sensitivität und Spezifität des Proteinnachweises errechnet, die mit 85,7% bzw. 79,3% für die Eignung des Tests sprechen. Somit konnte sich die Tauglichkeit des Proteintests zur Reinigungskontrolle unter Praxisbedingungen bestätigen, und die beiden Methoden können im Hinblick auf proteinhaltige Verschmutzungen als gleichwertig einsetzbar angesehen werden.

Bei 12 von 361 Proben (3,3%) war die Untersuchung mit der Orion Clean Card® PRO aufgrund von abriebbedingten Schwarzfärbungen der Testfläche nicht auswertbar. Dies war bei bestimmten Edelstahlflächen sowie Aluminiumflächen der Fall, wobei zu hinterfragen ist, ob solche nicht abriebfesten Oberflächen zur Verarbeitung von Lebensmitteln geeignet sind. Laut VO 852/2004 müssen "Gegenstände, Armaturen und Ausrüstungen, mit denen Lebensmittel in Berührung kommen, (...) so gebaut, beschaffen und instand gehalten sein, dass das Risiko einer Kontamination so gering wie möglich ist" (VO (EG) Nr. 852/2004 Anh. II Kap. V Abs. 1 b).

Kritisch zu bewerten sind auch Rückstände von Reinigungsmitteln, die eine nachteilige Beeinflussung von Lebensmitteln im Sinne des § 2 Abs. 1 Nr. 1 LMHV darstellen. Anhand der abweichenden Farbreaktion des Proteintests konnten solche Rückstände auf 75 von 361 (21%) der untersuchten Oberflächen nachgewiesen werden. Diese Farbabweichung wurde aufgrund der Erfahrungen der Laborversuche nicht gesondert bewertet, sondern als negativ eingestuft. Diese festgestellten Reste von Reinigungsmitteln können bei der Verarbeitung in

die Lebensmittel gelangen. Laut § 3 der LMHV dürfen nachteilig beeinflusste Lebensmittel nicht in den Verkehr gebracht werden. Die hohe Zahl der Oberflächen, auf denen offensichtlich Reste von Reinigungsmitteln vorhanden waren, legt Aufklärungsbedarf in den Betrieben hinsichtlich der korrekten Anwendung der Reiniger und der Bedeutung des Nachspülens bei der Reinigung nahe. Hier könnte die Orion Clean Card® PRO zu Demonstrationszwecken genutzt werden, da die Farbreaktion bei Anwesenheit von Reinigungsmitteln deutlich sichtbar ist und von einem positiven Proteinnachweis unterschieden werden kann.

Die hohe Zahl der laut ATP-Messung nicht ausreichend gereinigten Flächen, immerhin 175 von 361 (48,5 %), zeigt, dass auf optisch sauberen Oberflächen noch Verschmutzungen vorhanden sein können. Wie auch DRESSLER (1997) und TRAUTSCH (2003) in ihren Untersuchungen feststellten, lässt die visuelle Kontrolle keine verlässliche Aussage über die tatsächliche Sauberkeit der Oberfläche zu. Hier besteht Schulungs- und Kontrollbedarf in den Betrieben.

5.5 Stellenwert der Reinigung und Reinigungskontrolle im Rahmen der Betriebshygiene

Reinigung und Desinfektion sind integraler Teil einer Kette von Grundhygienemaßnahmen in Lebensmittelbetrieben und sollten deshalb mit der gleichen Sorgfalt durchgeführt werden wie die eigentliche Lebensmittelproduktion (DURA, 2000). Die sinnvolle Anwendung des HACCP-Konzept kann nur erfolgen, wenn der Betrieb diese grundlegenden Hygienemaßnahmen einhält (UNTERMANN und DURA, 1996).

Aus der Art der Produktion ergibt sich die geeignete Form der Reinigung und Desinfektion, diese wird in betriebspezifischen Reinigungs- und Desinfektionsplänen festgehalten und durchgeführt (REUTER, 1994; ROTHE, 2000). Grundsätzlich ist die korrekt ausgeführte Reinigung die Voraussetzung für die Durchführung einer nachfolgenden Desinfektion (KIRST und SCHMIDT, 2006). Neben Konzentration und Einwirkzeit des Desinfektionsmittels, Umgebungstemperatur und Oberflächenbeschaffenheit sind Art und Höhe der Restverschmutzungen auf zu desinfizierenden Flächen bestimmende Faktoren für den Erfolg der Desinfektion (BÖHM, 2009). Durch mangelhafte Reinigung können somit bei der anschließenden Desinfektion Fehler auftreten, so dass das Ziel der Abtötung der vorhandenen Mikroorganismen nicht erreicht wird und eine Gefahr für den Verbraucher entstehen kann. Daher sollte der Reinigungserfolg vor dem Desinfizieren kontrolliert werden (ROTHE, 2000). Umso problematischer scheint die Anwendung von kombinierten

Präparaten, den sogenannten Desinfektionsreinigern. Die Störung der Desinfektionswirkung kann nicht durch eine vorherige Kontrolle der Oberfläche ausgeschlossen werden, da die Anwendung in einem Arbeitsschritt vereint ist. Zwar sind diesen hohen Anforderungen an die Desinfektionsmittelkomponente in der Wirksamkeitsprüfung und in den Anwendungsanweisungen Rechnung getragen, trotzdem können diese Mittel vor allem unter Eiweißbelastung eine getrennt erfolgte Reinigung und Desinfektion nicht ersetzen (HANEKE und REUTER, 1992). Auch ROTHE (2000) empfiehlt die Nutzung von kombinierter Reinigung und Desinfektion nur in Bereichen mit geringer Verschmutzung oder niedrigeren hygienischen Anforderungen.

Die Bedeutung der Reinigungskontrolle hat auch dort einen hohen Stellenwert, wo nicht täglich desinfiziert wird. Die Desinfektion ist nicht in allen Bereichen der Lebensmittelherstellung zwingend erforderlich und muss laut rechtlichen Vorgaben nur "erforderlichenfalls" erfolgen, so "dass kein Kontaminationsrisiko besteht" (VO (EG) Nr. 852/2004 Anh. II kap. V Abs. 1 a). Allerdings steigt mit der zunehmenden Verantwortung der Lebensmittelunternehmer auch der Einsatz von Desinfektionsmitteln. Dies kann zur Selektion resistenter Mikroorganismen beitragen (BRUNNER et al., 2000).

Die Untersuchungen von SCHMIDT (1989) zum Vergleich von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen machen deutlich, dass durch gründliche Reinigung die Oberflächenkeimzahl bereits erheblich verringert werden kann. Besondere Bedeutung hat hierbei das korrekte Nachspülen, da hierdurch alle noch vorhandenen Produktreste entfernt werden können, und somit eventuell verbleibenden Mikroorganismen das Substrat entzogen wird. Die Bedeutung des Nachspülens zeigt sich auch im Hinblick auf vorhandene Reinigungsmittelreste, die das Produkt beeinträchtigen können (ROTHE, 2000). Dass hier Aufklärungsbedarf in den Betrieben zu bestehen scheint, zeigte sich im Verlauf der Feldversuche.

Durch die Folgen einer mangelhaften Reinigung können erhebliche Kosten für den Lebensmittelunternehmer und sogar Rufschädigungen im Falle eines notwendigen Produktrückrufs entstehen. Die Kontrolle des Reinigungserfolges kann hier eine Absicherung im Produktionsprozess bieten und die Einhaltung der Basishygienemaßnahmen erleichtern. Auch bei Personalschulungen bietet die Demonstration der Reinigungskontrolle mithilfe eines Schnelltests eine gute und anschauliche Motivationsmöglichkeit und kann das Verständnis für die nötigen Arbeitsabläufe bei der Reinigung verbessern.

Schnellmethoden zur Kontrolle des Reinigungserfolges stellen ein wichtiges Hilfsmittel für betriebliche Eigenkontrollen und sogar für amtliche Hygienekontrollen dar (REICHELDT,

2007). Durch deren Einsatz ergibt sich für Lebensmittelbetriebe die Möglichkeit, den Reinigungserfolg regelmäßig zu überprüfen und ggf. sofort nachzubessern, bevor die Desinfektion erfolgt oder die Produktion wiederaufgenommen wird.

5.6 Vergleich der beiden Testsysteme im Hinblick auf Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit

Wie die statistische Auswertung der Versuchsergebnisse zeigt, ist der Proteinnachweis als Reinigungskontrollmaßnahme ebenso geeignet wie die Biolumineszenzmessung, sofern der Anwendungsbereich Verschmutzungen durch proteinhaltige Lebensmittel aufweist und Störungen durch Reinigungs- oder Desinfektionsmittel ausgeschlossen sind.

Die **Durchführung** des Proteintests ist einfach und leicht verständlich. Zudem wird die Begrenzung der vorgesehenen Testfläche durch ein aufgedrucktes Zentimetermaß (10 cm) am Rand der in jedem Päckchen (Inhalt: 25 oder 50 Stück) enthaltenen Auswertungsskala erleichtert, so dass die Beprobung auch ohne Schablone stattfinden kann. Bei der Anwendung des Biolumineszenzverfahrens empfiehlt sich dagegen die Anwendung einer Schablone für die Tupferprobe, um eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse, gemessen am Betriebsstandard, zu erreichen. Die Ermittlung eines Betriebsstandards ist mit der Orion Clean Card® PRO nicht notwendig. Es genügt, sich mit der Anwendung vor Ort vertraut zu machen und die Ergebnisse anhand der Auswertungsskala objektiv zu beurteilen. Im Hinblick auf den **Zeitaufwand** der Untersuchung lässt sich feststellen, dass der Proteintest schneller auswertbar ist als der ATP-Nachweis. Es muss keine weitere Bearbeitung der Probe erfolgen und das Ergebnis des Proteintests in Form des Farbumschlags ist nach ca. 30 Sekunden ablesbar, wohingegen die Enzymreaktion des ATP-Nachweises und die Auswertung im Luminometer ca. fünf Minuten in Anspruch nimmt. Hinsichtlich der **Beeinflussung** des Testergebnisses durch Rückstände von Reinigungs- oder Desinfektionsmitteln liegen bei beiden Testsystemen Einschränkungen vor. Die Orion Clean Card® PRO reagiert auf Reinigungsmittel mit abweichenden Verfärbungen. Für die Beprobung unebener Flächen oder schwer zugänglicher Maschinenteile und auch bei nicht abriebfesten Oberflächen ist das Testkärtchen nicht immer optimal anwendbar, hier ist das Tupfersystem des HY-LiTE® 2-System universeller einsetzbar.

Ein bedeutender Unterschied besteht bei den **Kosten** der beiden Verfahren. Der Proteintest ist mit ca. 2 € pro Test deutlich günstiger, zumal hier keine weiteren Anschaffungskosten hinzukommen. Für die Biolumineszenzmessung müssen zusätzlich zu den Tupfersystemen (ca. 5 € pro Stück) die Kosten des Luminometers berücksichtigt werden und die

vergleichsweise aufwendige Erstellung eines Betriebsstandards. Der Hersteller empfiehlt zu diesem Zweck eine Probenreihe von 40 bis 50 Untersuchungen, aus deren Ergebnissen die betriebsspezifischen Grenzwerte ermittelt werden (Bedienungsanleitung HY-LiTE® 2 System, Merck, 1999). Dies schlägt mit einigen Kosten zu Buche. Dem erhöhten Aufwand und den höheren Kosten des HY-LiTE® 2-Systems steht allerdings ein nahezu universeller Einsatzbereich in der Lebensmittelhygienekontrolle, darunter auch der Einsatz zur Untersuchung von Flüssigkeiten, z.B. Milch, sowie ein mitgeliefertes Softwarepaket zur Dokumentation, Datenauswertung und -verwaltung gegenüber. Zur Überprüfung der Oberflächenhygiene in Betrieben mit Verarbeitung proteinhaltiger Lebensmittel stellt die Orion Clean Card® PRO allerdings ein schnelles, verlässliches und kostengünstiges Hilfsmittel für die betrieblichen Eigenkontrollen dar und kann im Vergleich zur Biolumineszenzmessung als geeignete Hygienekontrollmaßnahme bewertet werden. Zu Demonstrationszwecken, z.B. im Bereich von Hygieneschulungen ist die Orion Clean Card® PRO durch die sofort ersichtlichen Ergebnisse ebenfalls sehr gut geeignet. In der nachfolgenden Tabelle sind die Eigenschaften der beiden Schnelltests gegenüberstellend aufgelistet.

Tabelle 19: Vergleich der beiden Methoden hinsichtlich ihrer praktischen Anwendung zur Hygienekontrolle auf Oberflächen

	Orion Clean Card® PRO	HY-LiTE® 2-System
Anwendungsbereich	Kontrolle der Reinigung bei proteinhaltigen Verschmutzungen, Hygieneschulungen	Kontrolle der Reinigung und Desinfektion, universal im Bereich tierischer Lebensmittel einsetzbar, Untersuchung von Flüssigkeiten, Hygieneschulungen
Nachweisgrenze	ca. 50 µg Proteingehalt	ca. 10 ⁻¹⁴ bis 10 ⁻¹⁵ Mol ATP (KIRCHER et al., 1996)
Anwendung	Einfach, leicht verständlich, Demonstration genügt	Aufwendig, Schulung nötig (Tupferprobe, Luciferase-Reaktion, Bedienung des Luminometers)
Auswertung	Anhand Referenzskala, Beurteilung der Farbintensität, subjektive Auswertung nicht ausgeschlossen	Mit Luminometer in Form von RLU, bei korrekter Anwendung objektiv durch Zahlenwert
Dokumentation	Mitgelieferter Hygienekontrollbogen, auszufüllen vom Untersucher (Bei Reinigungs-personal auf Vertrauensbasis)	RLU Werte können im Luminometer gespeichert und mit Angabe von Datum und Uhrzeit ausgedruckt werden
Zeitaufwand pro Untersuchung	ca. 1 min	ca. 5 min
Störungen und Anwendungseinschränkungen	Reinigungsmittel- und Desinfektionsmittelreste, Abrieb von Oberflächen, unebene und schwer zugängliche Flächen	Reinigungs- und Desinfektionsmittel (LAPPALAINEN et al., 2000)
Materialaufwand pro Untersuchung	Testkärtchen, Sprühflasche, sauberes Trinkwasser	Tupfer, Luminometer, Schablone
Erstellung eines Betriebsstandards	Nicht notwendig	Empfohlen
Anschaffungskosten	75 € ("Starter Kit" mit 25 Testkärtchen, Sprühflasche, Auswerteskala)	ca. 7500 € (Luminometer) ca. 250€ (50 Sampling Pens)
Verbrauchskosten pro Untersuchung	ca. 2,50 €	ca. 5 €

6 Schlussfolgerungen

Die visuelle Kontrolle der Oberflächen bietet keine ausreichende Sicherheit hinsichtlich der tatsächlichen Sauberkeit; daher kann die Hygiene in Lebensmittelbetrieben durch Reinigungskontrollen verbessert werden.

Das HY-LiTE[®] 2-System und die Orion Clean Card[®] PRO wiesen eine hohe Übereinstimmung unter Praxisbedingung auf.

Die Orion Clean Card[®] PRO weist proteinhaltige Verschmutzungen sicher nach und ist zur Anwendung als Hygienekontrollmaßnahme in Lebensmittelbetrieben geeignet.

Die Orion Clean Card[®] PRO bietet ein zuverlässiges, vergleichsweise kostengünstiges und einfach anzuwendendes Hilfsmittel zur Kontrolle des Reinigungserfolgs in Lebensmittelbetrieben.

7 Zusammenfassung

Das europäische Lebensmittelrecht überträgt den Lebens- und Futtermittelunternehmern auf allen Herstellungsebenen die Verantwortung für die Sicherheit ihrer Produkte (VO (EG) Nr. 178/2002 Art. 17). Um diese Sicherheit zu gewährleisten, sind die Hersteller zur Anwendung des HACCP - Konzeptes verpflichtet. Ein solches Qualitätssicherungssystem kann nur auf einer etablierten Basishygiene im Lebensmittelbetrieb sinnvoll aufgebaut werden. Die Grundlagen der Betriebshygiene, darunter auch die fachgerechte Reinigung, sind dabei das Fundament des HACCP - Konzeptes (UNTERMANN und DURA, 1996).

Eine besondere Bedeutung kommt hierbei den betrieblichen Eigenkontrollen zu. Für diese Kontrollen haben Schnelltests mittlerweile große Bedeutung erlangt und sind gerade bei der Überprüfung der ordnungsgemäßen Reinigung im täglichen Ablauf der mikrobiologischen Untersuchung der Oberflächen zeitlich überlegen (REICHEL, 2007). Die kommerziell erhältlichen Schnelltests basieren auf dem Nachweis von Produktrückständen wie Proteinen oder von Zellbestandteilen, z.B. Adenosintriphosphat (ATP). Solche Rückstände und Verschmutzungen stellen eine Nährstoffgrundlage für das Wachstum vorhandener Mikroorganismen dar und können auch auf makroskopisch sauber erscheinenden Flächen vorhanden sein. Die visuelle Kontrolle der Oberflächen bietet keine Sicherheit hinsichtlich der tatsächlichen Sauberkeit (DRESSLER, 1997; TRAUTSCH, 2003). Die Reinigung ist zudem Voraussetzung für die Durchführung einer erfolgreichen Desinfektion, da Restverschmutzungen die Desinfektionswirkung einschränken können (BÖHM, 2009). Daher empfiehlt sich der Einsatz von geeigneten Schnelltests zur Überprüfung des Reinigungserfolgs.

Ziel der eigenen Untersuchungen war es, die Eignung eines neu entwickelten Proteinschnelltests anhand von Kontaminationsversuchen und unter Praxisbedingungen zu beurteilen. Als etablierte Vergleichsmethode wurde der ATP-Nachweis mittels Biolumineszenzmethode herangezogen, verwendet wurde das Merck HY-LiTE® 2 System (KIRCHER et al., 1996; HAWRONSYJ und HOLAH, 1997).

Bei Kontaminationsversuchen unter Laborbedingungen konnte die artifizielle Verschmutzung mit Fleischsaft und Bovinem Serumalbumin (BSA) als auch die Sauberkeit gereinigter Flächen mit der Orion Clean Card® PRO zuverlässig nachgewiesen werden. Es zeigte sich eine Sensitivität von 91,1% bis 99,9 %.

Unter Praxisbedingungen wurden die Schnelltests vergleichend in neun Lebensmittelbetrieben angewandt. Als teilnehmende Betriebe wurden zwei Käsereien, zwei Großküchen, zwei

Metzgereien, ein Zerlegebetrieb, ein Dönerspießhersteller und eine Großbackstube ausgewählt. Die Gesamtzahl der Untersuchungen beläuft sich auf $n = 361$.

Anhand der Ergebnisse wurde unter Bezugnahme auf das HY-LiTE® 2 System eine **Sensitivität von 79,6% bis 90,5%** sowie eine **Spezifität von 72,5% bis 85,1%** für die Orion Clean Card® PRO errechnet. Die beiden Testsysteme zeigen unter Praxisbedingungen eine signifikant positive Übereinstimmung ($r_s = 0,705$; $p < 0,0001$). In insgesamt 82,5% der Untersuchungen zeigten sich übereinstimmende Ergebnisse. Somit ist die Orion Clean Card® PRO als Schnelltest zur Kontrolle der ordnungsgemäßen Reinigung geeignet und kann bei proteinhaltigen Verschmutzungen zur Hygienekontrolle eingesetzt werden.

8 Summary

European food law puts the responsibility for the safety of their products on food and feed business operators, including all stages of processing (Regulation (EC) No 178/2002 Art. 17). To be able to warrant this product safety, food manufacturers are obligated to establish an HACCP based concept for their production sites. A basic requirement for the appropriate use of such a quality assurance program is the professional execution of industrial hygiene. Part of this basic operating hygiene is the correctly performed cleaning of machines and surfaces (UNTERMANN and DURA, 1996).

In this context, operational self-monitoring is of particular relevance. For on-site monitoring, rapid tests have gained importance. With regard to the instant availability of test results, rapid tests are superior for the daily monitoring of surface hygiene in comparison to microbiological testing (REICHEL, 2007). Commercially available rapid tests are based on the detection of product residues such as protein or cellular components, e.g., adenosintriphosphate (ATP). Such residues and contaminations present nutrient matter for any existent microorganisms and can be detected even on apparently clean surfaces. Visual checking does not provide sufficient safety concerning the actual cleanliness of surfaces (DRESSLER, 1997; TRAUTSCH, 2003). Correctly executed cleaning is also a prior condition for a successful disinfection, as remaining contaminations can decrease the efficacy of the disinfectant (BÖHM, 2009). Therefore, it is advisable to use rapid tests for monitoring cleaning performance.

The aim of the investigations was to evaluate the applicability of a newly developed protein detecting rapid test on the basis of experiments with artificial contamination and under practical conditions. For comparison, Merck HY-LiTE[®] 2 System was used as an established reference method (KIRCHER et al., 1996; HAWRONSKYJ and HOLAH, 1997).

Under laboratory conditions the Orion Clean Card[®] PRO reliably detected artificial contaminations of meat juice and bovine serum albumin (BSA), as well as clean surfaces. A sensitivity of 91.1% to 99.9% was calculated based on the laboratory test results.

Under practical conditions the two rapid methods were applied comparatively at nine different food processing facilities. The participants selected were two cheese dairies, two canteen kitchens, two butcheries, a cutting plant, a production site for kebab skewers and an industrial bakery. The total number of testings amounts to n=361. Based on the findings, with reference to the results of the HY-LiTE[®] 2 System, a sensitivity of 79.6% to 90.5% and a specificity of 72.5% to 85.1% were calculated for the Orion Clean Card[®] PRO. The two methods showed a

significantly positive correlation ($r_s = 0,705$; $p < 0,0001$). In a total of 82.5% of the investigations the two rapid tests showed corresponding results.

In conclusion, the Orion Clean Card[®] PRO is applicable for the monitoring of proper cleaning and can be used for hygiene control.

9 Anhang

9.1 Ergebnisse der Voruntersuchungen

Tabelle 1: Ergebnisse der Vorversuchsreihen auf einem Edelstahlstisch

Substanz	Ansatz	Edelstahl					
		A		B		C	
		CleanCard ¹⁾	HY-LiTE ²⁾ (RLU) ³⁾	CleanCard	HY-LiTE (RLU)	CleanCard	HY-LiTE (RLU)
Fleischsaft 10 ⁻²	1	-	16	+++	400	(+)	48
	2	-	64	++	160	-	16
	3	-	42	++	420	-	79
	4	-	94	+	500	(+)	39
	5	-	36	++	300	+	29
	6	(+)	46	++	220	-	22
	7	-	78	+++	97	+	240
	8	-	37	++	210	+	78
	9	(+)	31	++	160	(+)	24
	10	-	34	++	93	-	26
BSA 1,0g/100ml	1	-	18	+++	660	-	38
	2	-	34	+++	630	-	80
	3	-	58	+++	290	-	35
	4	-	41	+++	250	-	37
	5	-	53	+++	190	(+)	32
	6	(+)	47	+++	200	(+)	45
	7	-	33	+++	390	-	28
	8	-	37	+++	84	+	40
	9	(+)	70	+++	84	(+)	21
	10	-	34	+++	85	-	41
Leerwert (Aq. dest.)	1	-	33	-	47	(+)	28
	2	-	43	-	41	-	36
	3	(+)	28	-	160	-	47
	4	-	32	-	220	-	39
	5	-	43	-	170	-	29
	6	-	61	-	180	-	64
	7	-	47	+	61	+	29
	8	-	45	+	76	-	27
	9	(+)	39	+	37	(+)	37
	10	(+)	57	+	65	(+)	29

A: Probe nach Reinigung der Oberfläche (Vergleichswert)

B: Probe nach erfolgter artifizierender Kontamination und 24 h Trocknungszeit („Schmutzig“)

C: Probe nach erfolgter Reinigung der kontaminierten Flächen („Saubere“)

¹⁾ Orion Clean Card®PRO

²⁾ HY-LiTE® 2-System

³⁾ Relative Light Units

(+) hellblaue, hellgrüne oder hell-türkise Verfärbung der Orion Clean Card® PRO

Tabelle 2: Ergebnisse der Vorversuchsreihen auf einem Aluminiumtisch

Substanz	Ansatz	Aluminium					
		A		B		C	
		CleanCard	HY-LiTE (RLU)	CleanCard	HY-LiTE (RLU)	CleanCard	HY-LiTE (RLU)
Fleischsaft 10 ⁻²	1	-	55	++	81	-	27
	2	-	41	+++	87	-	39
	3	(+)	33	+++	160	-	21
	4	-	44	++	110	-	35
	5	-	26	++	180	-	24
	6	-	47	++	130	-	41
	7	+	25	+++	57	+	86
	8	+	93	+++	54	+	74
	9	+	95	++	85	(+)	21
	10	+	31	++	88	(+)	24
BSA 1,0g/100ml	1	-	22	+++	140	-	61
	2	-	53	+++	62	-	46
	3	-	180	+++	140	-	50
	4	-	18	+++	76	-	33
	5	-	25	+++	140	+	27
	6	-	21	+++	160	-	35
	7	+	55	+++	46	+	26
	8	+	42	+++	30	+	14
	9	-	31	+++	55	(+)	76
	10	-	46	+++	73	(+)	20
Leerwert (Aqua dest.)	1	-	24	+	270	-	42
	2	-	40	+	15	-	50
	3	-	38	-	64	-	38
	4	-	29	-	15	-	52
	5	-	24	-	180	+	32
	6	-	31	-	140	+	34
	7	+	52	+	37	+	10
	8	-	37	+	59	+	36
	9	-	38	+	52	(+)	26
	10	-	20	+	49	(+)	52

A: Probe nach Reinigung der Oberfläche (Vergleichswert)

B: Probe nach erfolgter artifizierlicher Kontamination und 24 h Trocknungszeit („Schmutzig“)

C: Probe nach erfolgter Reinigung der kontaminierten Flächen („Saubere“)

¹⁾ Orion Clean Card®PRO

²⁾ HY-LiTE® 2-System

³⁾ Relative Light Units

(+) hellblaue, hellgrüne oder hell-türkise Verfärbung der Orion Clean Card® PRO

Tabelle 3: Ergebnisse der Vorversuchsreihen auf einem Kunststoff- Schneidbrett

Substanz	Ansatz	Kunststoff					
		A		B		C	
		CleanCard	HY-LiTE (RLU)	CleanCard	HY-LiTE (RLU)	CleanCard	HY-LiTE (RLU)
Fleischsaft 10 ⁻²	1	(+)	42	+++	90	(+)	33
	2	(+)	44	+++	22	(+)	44
	3	(+)	45	+++	110	(+)	40
	4	(+)	77	+++	250	(+)	31
	5	(+)	53	+++	190	(+)	36
	6	(+)	57	+++	440	(+)	60
	7	(+)	49	++	86	+	24
	8	(+)	110	+++	150	(+)	43
	9	(+)	48	+++	130	(+)	18
	10	(+)	30	+++	120	(+)	24
BSA 1,0g/100ml	1	(+)	82	+++	130	(+)	48
	2	(+)	28	+++	69	(+)	110
	3	(+)	58	+++	76	(+)	99
	4	(+)	56	+++	120	(+)	38
	5	(+)	62	+++	55	(+)	63
	6	(+)	25	+++	64	(+)	34
	7	(+)	30	+++	39	(+)	44
	8	(+)	38	+++	27	(+)	31
	9	(+)	49	+++	43	(+)	32
	10	(+)	35	+++	76	(+)	35
Leerwert (Aqua dest.)	1	(+)	14	(+)	73	(+)	30
	2	(+)	86	(+)	50	(+)	27
	3	(+)	40	(+)	140	(+)	31
	4	(+)	37	(+)	15	(+)	58
	5	(+)	19	(+)	180	(+)	54
	6	(+)	22	(+)	81	(+)	30
	7	(+)	35	(+)	31	+	34
	8	(+)	55	(+)	53	(+)	47
	9	(+)	35	(+)	74	(+)	20
	10	(+)	22	(+)	71	(+)	20

A: Probe nach Reinigung der Oberfläche (Vergleichswert)

B: Probe nach erfolgter artifizierlicher Kontamination und 24 h Trocknungszeit („Schmutzig“)

C: Probe nach erfolgter Reinigung der kontaminierten Flächen („Sauber“)

¹⁾ Orion Clean Card@PRO

²⁾ HY-LiTE® 2-System

³⁾ Relative Light Units

(+) hellblaue, hellgrüne oder hell-türkise Verfärbung der Orion Clean Card@ PRO

9.2 Ergebnisse der Feldversuche

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenabnahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HV- LIFE ²⁾
1	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Mischwanne 2, Edelstahl	Edelstahl	+	32
2	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Formmaschine, Walzen	Kunststoff	(+)	210
3	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Verpackungsmaschine 1, Förderkette	Kunststoff	+	2900
4	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderkette	Kunststoff	++/+++	1500
5	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderrollen	Kunststoff	(+)	1700
6	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Verpackungsmaschine 4, Förderkette	Kunststoff	++	2400
7	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Verpackungsmaschine 4, Förderrollen	Kunststoff	++	2200
8	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Verpackungsmaschine 5, Förderkette	Kunststoff	±/++	690
9	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Verpackungsmaschine 6, Förderkette	Kunststoff	++	7000
10	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Reiferaum 1, Boden	Fliesen	(+)	190
11	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	24.07.2011	Reiferaum 1, Wand	Edelstahl	(+)	88
12	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderband	Kunststoff	++	1000
13	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderrollen	Kunststoff	+	550
14	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Verpackungsmaschine 4, Förderrollen	Kunststoff	++	27000
15	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Verpackungsmaschine 4, Förderband	Kunststoff	++	970
16	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Verpackungsmaschine 5, Förderkette	Kunststoff	(+)	3700
17	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Verpackungsmaschine 6, Förderkette	Kunststoff	++	6200
18	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Verpackungsmaschine 1, Förderkette	Kunststoff	++	4400
19	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Formmaschine, Förderrohr	Edelstahl	-	70
20	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Formmaschine, Förderband	Kunststoff	(+)	230
21	Käsererei I	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Reiferaum 1, Boden	Fliesen	(+)	100

¹⁾ gemäß Auswerteschema

²⁾ als Relative Light Units (RLU)

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HV- LiTE ²⁾
22	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350/ O-Vel 660	31.07.2011	Reiferaum 1, Wand	Edelstahl	(+)	31
23	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderrollen	Kunststoff	-	830
24	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderkette	Kunststoff	++	1600
25	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Verpackungsmaschine 4, Förderkette	Kunststoff	++	3300
26	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Verpackungsmaschine 4, Förderrollen	Kunststoff	++	14000
27	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Verpackungsmaschine 5, Förderkette	Kunststoff	++	1900
28	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Verpackungsmaschine 6, Förderkette	Kunststoff	++	11000
29	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Verpackungsmaschine 1, Förderkette	Kunststoff	++	2000
30	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Formmaschine, Trichter	Edelstahl	-	150
31	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Reiferaum 1, Boden	Fliesen	(+)	88
32	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Reiferaum 1, Wand	Edelstahl	-	17
33	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	21.08.2011	Mischwanne 1, Edelstahl	Edelstahl	+	150
34	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	11.09.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderrollen	Kunststoff	+/-++	4100
35	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	11.09.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderband	Kunststoff	++/++++	5900
36	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	11.09.2011	Verpackungsmaschine 4, Förderband	Kunststoff	+++	15000
37	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	11.09.2011	Formmaschine, Walzen	Kunststoff	(+)	160
38	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	11.09.2011	Mischwanne 2, Edelstahl	Edelstahl	+/-++	59
39	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	11.09.2011	Reiferaum 1, Wand	Edelstahl	(+)	14
40	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderkette	Kunststoff	++	17000
41	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderrollen	Kunststoff	+	220
42	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Verpackungsmaschine 4, Förderkette	Kunststoff	++	14000
43	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Verpackungsmaschine 4, Förderrollen	Kunststoff	-	67000
44	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Verpackungsmaschine 5, Förderkette	Kunststoff	++	1800
45	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Verpackungsmaschine 1, Förderkette	Kunststoff	++	29000
46	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Verpackungsmaschine 6, Förderkette	Kunststoff	+++	4600
47	Käseries 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Formmaschine, Förderband	Kunststoff	+++	150

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HY- LITE ²⁾
48	Käserei 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Formmaschine, Förderrohr	Edelstahl	-	150
49	Käserei 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Reiferaum 1, Wand	Edelstahl	+	27
50	Käserei 1	Horpovel O-Vel 350	16.10.2011	Reiferaum 1, Boden	Fliesen	+++	16
51	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	24.07.2011	Caseinwanne	Edelstahl	++/+++	29
52	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	24.07.2011	Mischwanne 2, Edelstahl	Edelstahl	n.a., schwarz	330
53	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	24.07.2011	Verpackungsmaschine 3, Förderrollen	Kunststoff	+++	11000
54	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	24.07.2011	Verpackungsmaschine 3, Förderkette	Edelstahl	n.a., schwarz	3900
55	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	24.07.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderkette	Kunststoff	+++	2900
56	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	24.07.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderrollen	Kunststoff	++	570
57	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	24.07.2011	Verpackungsmaschine 1, Förderkette	Aluminium	n.a., schwarz	630
58	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	24.07.2011	Formmaschine, Steinwalzen	Stein	++	650
59	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	31.07.2011	Caseinwanne, Edelstahl	Edelstahl	-	11
60	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	31.07.2011	Mischwanne 2, Edelstahl	Edelstahl	n.a., schwarz	28
61	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	31.07.2011	Formmaschine, Steinwalzen	Stein	(+)	97
62	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	31.07.2011	Verpackungsmaschine 3, Förderrollen	Kunststoff	+++	7400
63	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	31.07.2011	Verpackungsmaschine 3, Förderkette	Edelstahl	n.a., schwarz	2000
64	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	31.07.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderkette	Kunststoff	++/+++	1200
65	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	31.07.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderrollen	Kunststoff	+++	1900
66	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	31.07.2011	Verpackungsmaschine 1, Förderkette	Aluminium	+	38
67	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	11.09.2011	Caseinwanne, Edelstahl	Edelstahl	(+)	110
68	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	11.09.2011	Mischwanne 1, Edelstahl	Edelstahl	++	1300
69	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	11.09.2011	Formmaschine, Trichter	Edelstahl	+	130
70	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	11.09.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderrollen	Kunststoff	++/+++	61000
71	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	11.09.2011	Formmaschine, Steinwalzen	Stein	(+)	300
72	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	11.09.2011	Mischwanne 2, Edelstahl	Edelstahl	+++	48000
73	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	16.10.2011	Caseinwanne, Edelstahl	Edelstahl	(+)	53

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HV-LiTE ²⁾
74	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	16.10.2011	Formmaschine, Förderrohr	Edelstahl	+	12000
75	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	16.10.2011	Formmaschine, Förderband	Kunststoff	++/+++	870
76	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	16.10.2011	Mischwanne 2, Edelstahl	Edelstahl	n.a. schwarz	110
77	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	16.10.2011	Formmaschine, Steinwalzen	Stein	+++	2300
78	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	16.10.2011	Verpackungsmaschine 3, Förderrollen	Kunststoff	+++	>99000
79	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	16.10.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderkette	Kunststoff	+++	14000
80	Käserei 2	Wigol Separatorreiniger	16.10.2011	Verpackungsmaschine 2, Förderrollen	Kunststoff	+++	17000
81	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Edelstahlstisch, Würstverarbeitung	Edelstahl	(+)	210
82	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Schneidemaschine, Messeraufsatz	Edelstahl	+/+	160
83	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Servierwagen, Edelstahl	Edelstahl	(+)	110
84	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Türgriff TK	Edelstahl	+	3400
85	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff rot	Kunststoff	(+)	21
86	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff weiß	Kunststoff	(+)	44
87	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Wandfliesen hinter Arbeitsfläche	Fliesen	+	710
88	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Fleischwolf Lochscheibe	Edelstahl	n.a., schwarz	250
89	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Fleischwolf Innenseite Tülle	Edelstahl	(+)	36
90	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Handwaschbecken Wasserhahngriff	Edelstahl	+/+	1100
91	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	01.08.2011	Edelstahlstisch Brötchenraum	Edelstahl	+/+	710
92	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Edelstahlstisch, Würstverarbeitung	Edelstahl	++	1100
93	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Schneidemaschine, Messeraufsatz	Edelstahl	++	250
94	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Schneidemaschine, Schlitten	Edelstahl	(+)	920
95	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Servierwagen, Edelstahl	Edelstahl	+	89
96	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff rot	Kunststoff	(+)	150
97	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff weiß	Kunststoff	(+)	87
98	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Wandfliesen hinter Arbeitsfläche	Fliesen	+/+	510
99	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Spülbecken	Edelstahl	+	180

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HY- LiTE ²⁾
100	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Fleischwolf Innenseite Tülle	Edelstahl	(+)	250
101	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Edelstahl Tisch Bröchenraum	Edelstahl	(+)	64
102	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Handwaschbecken Wasserhahngriff	Edelstahl	(+)	2800
103	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Türgriff TK	Edelstahl	++	6200
104	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	08.08.2011	Plastikblech Bröchenraum	Kunststoff	(+)	13
105	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Edelstahl Tisch, Wurstverarbeitung	Edelstahl	++	1100
106	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Schneidemaschine, Messeraufsatz	Edelstahl	(+)	46
107	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Schneidemaschine, Schlitten	Edelstahl	(+)	260
108	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Servierwagen, Edelstahl	Edelstahl	+++	2000
109	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff rot	Kunststoff	(+)	22
110	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff weiß	Kunststoff	(+)	90
111	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Wandfliesen hinter Arbeitsfläche	Fliesen	(+)	460
112	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Spülbecken	Edelstahl	+	97
113	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Fleischwolf Innenseite Tülle	Edelstahl	+	100
114	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Plastikblech Bröchenraum	Kunststoff	+	180
115	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Handwaschbecken Wasserhahngriff	Edelstahl	++	360
116	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	15.08.2011	Türgriff TK	Edelstahl	++	200
117	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	22.08.2011	Edelstahl Tisch, Wurstverarbeitung	Edelstahl	(+)	67
118	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	22.08.2011	Schneidemaschine, Messeraufsatz	Edelstahl	(+)	9
119	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	22.08.2011	Schneidemaschine, Schlitten	Edelstahl	(+)	190
120	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	22.08.2011	Servierwagen, Edelstahl	Edelstahl	+ / ++	200
121	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	22.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff rot	Kunststoff	+++	2400
122	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	22.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff weiß	Kunststoff	(+)	28
123	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	22.08.2011	Wandfliesen hinter Arbeitsfläche	Fliesen	(+)	420
124	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	22.08.2011	Spülbecken	Edelstahl	+	91
125	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	22.08.2011	Fleischwolf Innenseite Tülle	Edelstahl	+ / ++	670

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HY- LITE ²⁾
126	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	22.08.2011	Plastiktablett Bröchenraum	Kunststoff	(+)	9
127	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	29.08.2011	Edelstahl Tisch, Wurstverarbeitung	Edelstahl	++/+++	14000
128	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	29.08.2011	Schneidemaschine, Messeraufsatz	Edelstahl	+/++	780
129	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	29.08.2011	Schneidemaschine, Schlitten	Edelstahl	(+)	17
130	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	29.08.2011	Servierwagen, Edelstahl	Edelstahl	(+)	22
131	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	29.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff rot	Kunststoff	(+)	420
132	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	29.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff weiß	Kunststoff	(+)	200
133	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	29.08.2011	Wandfliesen hinter Arbeitsfläche	Fliesen	+/++	15000
134	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	29.08.2011	Spülbecken	Edelstahl	-	380
135	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	29.08.2011	Fleischwolf Innenseite Tülle	Edelstahl	+	58
136	Großküche 1	Ecolab Assert Lemon	29.08.2011	Plastiktablett Bröchenraum	Kunststoff	(+)	26
137	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Förderband Mitte, Kunststoff	Kunststoff	+++	3600
138	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff 1	Kunststoff	++	1100
139	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff 2	Kunststoff	+++	1400
140	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff, Kordelmaschine	Kunststoff	+++	850
141	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Förderband Abschwartmaschine	Kunststoff	++/+++	8900
142	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Tisch Knochensäge, Edelstahl	Edelstahl	++	750
143	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Wandfliesen neben Messerhalterung	Fliesen	+++	230
144	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Eurokiste	Kunststoff	++/+++	38
145	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	++	930
146	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Ablagebrett Kunststoff Zwischenwand	Kunststoff	+++	2300
147	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Arbeitsbrett Aluminium	Aluminium	+++	>99000
148	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Förderrollen Edelstahl	Edelstahl	+	25
149	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Tisch Kordelmaschine, Edelstahl	Edelstahl	+	450
150	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Handwaschbecken	Edelstahl	n.a., schwarz	1400
151	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	17.08.2011	Zwischenwand, Stahl	Stahl	++	1700

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HV-LiTE ²⁾
152	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Förderband Mitte, Kunststoff	Kunststoff	+++	20000
153	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff 1	Kunststoff	+++	6500
154	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff 2	Kunststoff	+++	1900
155	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Arbeitsbrett Kordelmaschine	Kunststoff	+++	18000
156	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Förderband Abschwartmaschine	Kunststoff	+++	8100
157	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Tisch Knochensäge, Edelstahl	Edelstahl	++	10000
158	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Wandfliesen neben Messerhalterung	Fliesen	++	5900
159	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	++/+++	4600
160	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Arbeitsstisch Aluminium	Aluminium	+++	37000
161	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Ablagebrett Kunststoff Zwischenwand	Kunststoff	+++	16000
162	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Zwischenwand, Stahl	Stahl	+++	13000
163	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Förderrollen Edelstahl	Edelstahl	++	3900
164	Zerlegebetrieb	Vitrino 620/FT 46 SR (sauer)	24.08.2011	Tisch Kordelmaschine, Edelstahl	Edelstahl	+++	9700
165	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	31.08.2011	Förderband Mitte, Kunststoff	Kunststoff	++	2300
166	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	31.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff 1	Kunststoff	(+)	76
167	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	31.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff 2	Kunststoff	(+)	310
168	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	31.08.2011	Tisch Kordelmaschine, Edelstahl	Edelstahl	+++	1100
169	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	31.08.2011	Förderband Abschwartmaschine	Kunststoff	+/++	1000
170	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	31.08.2011	Tisch Knochensäge, Edelstahl	Edelstahl	(+)	110
171	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	31.08.2011	Wandfliesen neben Messerhalterung	Fliesen	++/+++	2400
172	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	31.08.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	+	370
173	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	31.08.2011	Arbeitsstisch Aluminium	Aluminium	+++	6000
174	Zerlegebetrieb	Vitrino 650/FT 45 SR (alkalisch)	31.08.2011	Förderrollen Edelstahl	Edelstahl	++/+++	370
175	Dönerherstellung	Ernst Schaumreiniger sauer	19.08.2011	Wand Vorraum	Fliesen	+/++	400
176	Dönerherstellung	Ernst Schaumreiniger sauer	19.08.2011	Fleischwanne Edelstahl	Edelstahl	++	260
177	Dönerherstellung	Ernst Schaumreiniger sauer	19.08.2011	Maschine Zerkleinerung, Edelstahl	Edelstahl	+++	660

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HV- Liste ²⁾
178	Dönerherstellung	Ernst Schaumreiniger sauer	19.08.2011	Fleischwanne Kunststoff	Kunststoff	++	130
179	Dönerherstellung	Ernst Schaumreiniger sauer	19.08.2011	Mengmaschine Kessel, Edelstahl	Edelstahl	+/++	39
180	Dönerherstellung	Ernst Schaumreiniger sauer	19.08.2011	Eurokiste	Kunststoff	++/+++	1300
181	Dönerherstellung	Ernst Schaumreiniger sauer	19.08.2011	Arbeitsrutsch Edelstahl	Edelstahl	++	110
182	Dönerherstellung	Ernst Schaumreiniger sauer	19.08.2011	Arbeitsbrett Kunststoff	Kunststoff	(+)	25
183	Dönerherstellung	Ernst Schaumreiniger sauer	19.08.2011	Förderrollen Edelstahl	Edelstahl	+/++	310
184	Dönerherstellung	Ernst Schaumreiniger sauer	19.08.2011	Kunststoffplättchen rund	Kunststoff	(+)	110
185	Großküche 2	neodisher caraform universal	30.08.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 1	Edelstahl	(+)	1700
186	Großküche 2	neodisher caraform universal	30.08.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	(+)	380
187	Großküche 2	neodisher caraform universal	30.08.2011	Wandfliesen hinter Arbeitsfläche	Fliesen	(+)	150
188	Großküche 2	neodisher caraform universal	30.08.2011	Kessel Edelstahl	Edelstahl	n.a., schwarz	42
189	Großküche 2	neodisher caraform universal	30.08.2011	Spülbecken Edelstahl	Edelstahl	+	220
190	Großküche 2	neodisher caraform universal	30.08.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 2	Edelstahl	(+)	140
191	Großküche 2	neodisher caraform universal	30.08.2011	Regalboden Edelstahl	Edelstahl	+	66
192	Großküche 2	neodisher caraform universal	30.08.2011	Spülbecken 2, Obstverarbeitung	Edelstahl	+	78
193	Großküche 2	neodisher caraform universal	30.08.2011	Schubladengriff Kühlung	Edelstahl	+/++	250
194	Großküche 2	neodisher caraform universal	30.08.2011	Teller	Porzellan	(+)	74
195	Großküche 2	neodisher caraform universal	05.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 1	Edelstahl	+++	1900
196	Großküche 2	neodisher caraform universal	05.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 2	Edelstahl	(+)	29
197	Großküche 2	neodisher caraform universal	05.10.2011	Handwaschbecken Edelstahl	Edelstahl	+	65
198	Großküche 2	neodisher caraform universal	05.10.2011	Wandfliesen hinter Arbeitsfläche	Fliesen	(+)	500
199	Großküche 2	neodisher caraform universal	05.10.2011	Spülbecken Edelstahl	Edelstahl	+	150
200	Großküche 2	neodisher caraform universal	05.10.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	++	240
201	Großküche 2	neodisher caraform universal	05.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 3	Edelstahl	++/+++	25000
202	Großküche 2	neodisher caraform universal	05.10.2011	Türgriff Kühlung	Edelstahl	++/+++	11000
203	Großküche 2	neodisher caraform universal	05.10.2011	Regalboden Edelstahl	Edelstahl	+/++	320

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HY-LITE ²⁾
204	Großküche 2	neodisher caraform universal	05.10.2011	Schubladengriff Kühlung	Edelstahl	++	950
205	Großküche 2	neodisher caraform universal	18.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 1	Edelstahl	(+)	210
206	Großküche 2	neodisher caraform universal	18.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 2	Edelstahl	+	270
207	Großküche 2	neodisher caraform universal	18.10.2011	Handwaschbecken Edelstahl	Edelstahl	+/ <u>±</u>	79
208	Großküche 2	neodisher caraform universal	18.10.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	+	2100
209	Großküche 2	neodisher caraform universal	18.10.2011	Spülbecken Edelstahl	Edelstahl	n.a., schwarz	34
210	Großküche 2	neodisher caraform universal	18.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 3	Edelstahl	+	440
211	Großküche 2	neodisher caraform universal	18.10.2011	Türgriff Kühlung	Edelstahl	++	990
212	Großküche 2	neodisher caraform universal	18.10.2011	Servierwagen, Edelstahl	Edelstahl	+/ <u>±</u>	250
213	Großküche 2	neodisher caraform universal	18.10.2011	Schubladengriff Kühlung	Edelstahl	+++	170
214	Großküche 2	neodisher caraform universal	18.10.2011	Servierwagen, Edelstahl	Edelstahl	+++	230
215	Großküche 2	neodisher caraform universal	19.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 1	Edelstahl	(+)	39
216	Großküche 2	neodisher caraform universal	19.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 2	Edelstahl	(+)	180
217	Großküche 2	neodisher caraform universal	19.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 3	Edelstahl	(+)	110
218	Großküche 2	neodisher caraform universal	19.10.2011	Wandfliesen hinter Arbeitsfläche	Fliesen	-	44
219	Großküche 2	neodisher caraform universal	19.10.2011	Spülbecken Edelstahl	Edelstahl	n.a., schwarz	950
220	Großküche 2	neodisher caraform universal	19.10.2011	Handwaschbecken Edelstahl	Edelstahl	+++	1200
221	Großküche 2	neodisher caraform universal	19.10.2011	Türgriff Kühlung	Edelstahl	+/ <u>±</u>	690
222	Großküche 2	neodisher caraform universal	19.10.2011	Schubladengriff Kühlung	Edelstahl	++/ <u>±</u>	200
223	Großküche 2	neodisher caraform universal	20.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 1	Edelstahl	-	100
224	Großküche 2	neodisher caraform universal	20.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 2	Edelstahl	-	170
225	Großküche 2	neodisher caraform universal	20.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 3	Edelstahl	-	80
226	Großküche 2	neodisher caraform universal	20.10.2011	Wandfliesen hinter Arbeitsfläche	Fliesen	-	70
227	Großküche 2	neodisher caraform universal	20.10.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	(+)	22
228	Großküche 2	neodisher caraform universal	20.10.2011	Türgriff Kühlung	Edelstahl	++	2300
229	Großküche 2	neodisher caraform universal	20.10.2011	Schubladengriff Kühlung	Edelstahl	++	2200

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HV-LiTE ²⁾
230	Großküche 2	neodisher caraform universal	20.10.2011	Servierwagen, Edelstahl	Edelstahl	+	190
231	Großküche 2	neodisher caraform universal	20.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl 4	Edelstahl	(+)	34
232	Großküche 2	neodisher caraform universal	20.10.2011	Regalboden Edelstahl	Edelstahl	-	30
233	Metzgerei 1	Henkel Pril	12.09.2011	Arbeitsrutsch Aluminium	Aluminium	-	55
234	Metzgerei 1	Henkel Pril	12.09.2011	Fleischwolf Edelstahl	Edelstahl	(+)	68
235	Metzgerei 1	Henkel Pril	12.09.2011	Wandfliesen	Fliesen	++	200
236	Metzgerei 1	Henkel Pril	12.09.2011	Arbeitsbrett Kunststoff	Kunststoff	(+)	410
237	Metzgerei 1	Henkel Pril	12.09.2011	Kutter Gusseisen	Gusseisen	(+)	68
238	Metzgerei 1	Henkel Pril	12.09.2011	Arbeitsfläche Edelstahl, Verkauf	Edelstahl	+/++	570
239	Metzgerei 1	Henkel Pril	12.09.2011	Waage Verkauf, Kunststoffüberzug	Kunststoff	+/+/++	2400
240	Metzgerei 1	Henkel Pril	12.09.2011	Schneidemaschine Verkauf, Messeraufsatz	Edelstahl	+	7900
241	Metzgerei 1	Henkel Pril	12.09.2011	Arbeitsbrett Kunststoff, Verkauf	Kunststoff	+/+/+/++	63000
242	Metzgerei 1	Henkel Pril	12.09.2011	Messerschneide, Verkauf	Edelstahl	+	6500
243	Metzgerei 1	Henkel Pril	06.10.2011	Arbeitsrutsch Aluminium	Aluminium	-	150
244	Metzgerei 1	Henkel Pril	06.10.2011	Fleischwolf Edelstahl	Edelstahl	(+)	39
245	Metzgerei 1	Henkel Pril	06.10.2011	Wandfliesen	Fliesen	(+)	150
246	Metzgerei 1	Henkel Pril	06.10.2011	Arbeitsbrett Kunststoff	Kunststoff	++	580
247	Metzgerei 1	Henkel Pril	06.10.2011	Kutter Gusseisen	Gusseisen	(+)	230
248	Metzgerei 1	Henkel Pril	06.10.2011	Füllmaschine Deckelunterseite, Edelstahl	Edelstahl	+	220
249	Metzgerei 1	Henkel Pril	06.10.2011	Wanne Aluminium	Aluminium	n.a., schwarz	4300
250	Metzgerei 1	Henkel Pril	06.10.2011	Schneidemaschine Verkauf, Messeraufsatz	Edelstahl	+++	5400
251	Metzgerei 1	Henkel Pril	06.10.2011	Waage Verkauf, Kunststoffüberzug	Kunststoff	++	4600
252	Metzgerei 1	Henkel Pril	06.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl, Verkauf	Edelstahl	+++	13000
253	Metzgerei 1	Henkel Pril	13.10.2011	Arbeitsrutsch Aluminium	Aluminium	+	560
254	Metzgerei 1	Henkel Pril	13.10.2011	Fleischwolf Edelstahl	Edelstahl	-	35
255	Metzgerei 1	Henkel Pril	13.10.2011	Wandfliesen	Fliesen	++	190

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HY- LiTE ²⁾
256	Metzgerei I	Henkel Pril	13.10.2011	Kutter Gusseisen	Gusseisen	+	140
257	Metzgerei I	Henkel Pril	13.10.2011	Füllmaschine Deckelunterseite, Edelstahl	Edelstahl	(+)	80
258	Metzgerei I	Henkel Pril	13.10.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	+	330
259	Metzgerei I	Henkel Pril	13.10.2011	Arbeitsbrett Kunststoff	Kunststoff	(+)	49
260	Metzgerei I	Henkel Pril	13.10.2011	Kesseldeckel, Edelstahl	Edelstahl	++	380
261	Metzgerei I	Henkel Pril	17.10.2011	Arbeitsfisch Aluminium	Aluminium	+	130
262	Metzgerei I	Henkel Pril	17.10.2011	Fleischwolf Edelstahl	Edelstahl	(+)	36
263	Metzgerei I	Henkel Pril	17.10.2011	Wandfliesen	Fliesen	+	250
264	Metzgerei I	Henkel Pril	17.10.2011	Kutter Gusseisen	Gusseisen	+++	58
265	Metzgerei I	Henkel Pril	17.10.2011	Füllmaschine Deckelunterseite, Edelstahl	Edelstahl	-	30
266	Metzgerei I	Henkel Pril	17.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl, Verkauf	Edelstahl	+++	5100
267	Metzgerei I	Henkel Pril	17.10.2011	Schneidemaschine Verkauf, Messeraufsatz	Edelstahl	++/+++	14000
268	Metzgerei I	Henkel Pril	17.10.2011	Waage Verkauf, Kunststoffüberzug	Kunststoff	++/+++	4500
269	Metzgerei I	Henkel Pril	24.10.2011	Arbeitsfisch Aluminium	Aluminium	+	420
270	Metzgerei I	Henkel Pril	24.10.2011	Fleischwolf Edelstahl	Edelstahl	(+)	82
271	Metzgerei I	Henkel Pril	24.10.2011	Wandfliesen	Fliesen	+	480
272	Metzgerei I	Henkel Pril	24.10.2011	Kutter Gusseisen	Gusseisen	(+)	84
273	Metzgerei I	Henkel Pril	24.10.2011	Füllmaschine Deckelunterseite, Edelstahl	Edelstahl	-	59
274	Metzgerei I	Henkel Pril	24.10.2011	Waage Verkauf, Kunststoffüberzug	Kunststoff	(+)	260
275	Metzgerei I	Henkel Pril	24.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl, Verkauf	Edelstahl	++	1500
276	Metzgerei I	Henkel Pril	24.10.2011	Schneidemaschine Verkauf, Messeraufsatz	Edelstahl	++	1100
277	Metzgerei I	Henkel Pril	27.10.2011	Arbeitsfisch Aluminium	Aluminium	-	340
278	Metzgerei I	Henkel Pril	27.10.2011	Fleischwolf Edelstahl	Edelstahl	-	120
279	Metzgerei I	Henkel Pril	27.10.2011	Wandfliesen	Fliesen	+	300
280	Metzgerei I	Henkel Pril	27.10.2011	Kutter Gusseisen	Gusseisen	-	54
281	Metzgerei I	Henkel Pril	27.10.2011	Füllmaschine Deckelunterseite, Edelstahl	Edelstahl	(+)	49

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HV-LiTE ²⁾
282	Metzgerei 1	Henkel Pril	27.10.2011	Waage Verkauf, Kunststoffüberzug	Kunststoff	++/+++	11000
283	Metzgerei 1	Henkel Pril	27.10.2011	Arbeitsfläche Edelstahl, Verkauf	Edelstahl	++	4700
284	Metzgerei 1	Henkel Pril	27.10.2011	Schneidemaschine Verkauf, Messeraufsatz	Edelstahl	++/+++	1400
285	Metzgerei 2	kein Reiniger	19.10.2011	Wandfliesen Schlachtraum	Fliesen	+/-±	540
286	Metzgerei 2	kein Reiniger	19.10.2011	Aluminiumschüssel	Aluminium	-	44
287	Metzgerei 2	kein Reiniger	19.10.2011	Kunststoffwanne	Kunststoff	+/-±	1000
288	Metzgerei 2	kein Reiniger	19.10.2011	Arbeits Tisch Aluminium	Aluminium	+++	1600
289	Metzgerei 2	kein Reiniger	19.10.2011	Wandfliesen Produktion	Fliesen	++	1500
290	Metzgerei 2	kein Reiniger	19.10.2011	Kessel Mengmaschine, Edelstahl	Edelstahl	+/-±	200
291	Metzgerei 2	kein Reiniger	19.10.2011	Kutter Edelstahl	Edelstahl	++	2100
292	Metzgerei 2	kein Reiniger	19.10.2011	Arbeitsbrett Kunststoff	Kunststoff	++	4500
293	Metzgerei 2	kein Reiniger	19.10.2011	Tisch Knochensäge, Edelstahl	Edelstahl	++	2500
294	Metzgerei 2	kein Reiniger	19.10.2011	Abschwarzmaschine, Edelstahl	Edelstahl	++/+++	890
295	Metzgerei 2	kein Reiniger	26.10.2011	Arbeits Tisch Aluminium	Aluminium	+++	2600
296	Metzgerei 2	kein Reiniger	26.10.2011	Wandfliesen Produktion	Fliesen	++	190
297	Metzgerei 2	kein Reiniger	26.10.2011	Kessel Mengmaschine, Edelstahl	Edelstahl	+	860
298	Metzgerei 2	kein Reiniger	26.10.2011	Kutter Edelstahl	Edelstahl	+	200
299	Metzgerei 2	kein Reiniger	26.10.2011	Arbeitsbrett Kunststoff	Kunststoff	++	1800
300	Metzgerei 2	kein Reiniger	26.10.2011	Tisch Knochensäge, Edelstahl	Edelstahl	++	3600
301	Metzgerei 2	kein Reiniger	26.10.2011	Abschwarzmaschine, Edelstahl	Edelstahl	+/-±	290
302	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Arbeits Tisch Aluminium	Aluminium	+/-±	200
303	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Wandfliesen Produktion	Fliesen	+/-±	340
304	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Kessel Mengmaschine, Edelstahl	Edelstahl	+	710
305	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Kutter Edelstahl	Edelstahl	+	610
306	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Arbeitsbrett Kunststoff	Kunststoff	+++	2000
307	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Tisch Knochensäge, Edelstahl	Edelstahl	+	250

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HV-LiTE ²⁾
308	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Abschwartemaschine, Edelstahl	Edelstahl	+	440
309	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Eurokiste	Kunststoff	++	560
310	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	-	410
311	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Arbeitsstisch Aluminium 2	Aluminium	+/ <u>±</u>	500
312	Metzgerei 2	kein Reiniger	29.10.2011	Kunststoffwanne	Kunststoff	++/+++	4000
313	Metzgerei 2	kein Reiniger	02.11.2011	Arbeitsstisch Aluminium 1	Aluminium	++	3100
314	Metzgerei 2	kein Reiniger	02.11.2011	Arbeitsstisch Aluminium 2	Aluminium	+++	2700
315	Metzgerei 2	kein Reiniger	02.11.2011	Wandfliesen	Aluminium	++	580
316	Metzgerei 2	kein Reiniger	02.11.2011	Kessel Mengmaschine, Edelstahl	Edelstahl	++	840
317	Metzgerei 2	kein Reiniger	02.11.2011	Arbeitsbrett Kunststoff	Kunststoff	+++	3900
318	Metzgerei 2	kein Reiniger	02.11.2011	Tisch Knochensäge, Edelstahl	Edelstahl	++/+++	2900
319	Metzgerei 2	kein Reiniger	02.11.2011	Abschwartemaschine, Edelstahl	Edelstahl	+++	8200
320	Metzgerei 2	kein Reiniger	02.11.2011	Kunststoffwanne	Kunststoff	+	540
321	Metzgerei 2	kein Reiniger	02.11.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	+++	96000
322	Metzgerei 2	kein Reiniger	05.11.2011	Arbeitsstisch Aluminium 1	Aluminium	+++	5300
323	Metzgerei 2	kein Reiniger	05.11.2011	Arbeitsstisch Aluminium 2	Aluminium	++/+++	1100
324	Metzgerei 2	kein Reiniger	05.11.2011	Wandfliesen	Fliesen	+	200
325	Metzgerei 2	kein Reiniger	05.11.2011	Tisch Knochensäge, Edelstahl	Edelstahl	+++	16000
326	Metzgerei 2	kein Reiniger	05.11.2011	Abschwartemaschine, Edelstahl	Edelstahl	+/ <u>±</u>	460
327	Metzgerei 2	kein Reiniger	05.11.2011	Mengmaschine Kessel, Edelstahl	Edelstahl	++	3700
328	Metzgerei 2	kein Reiniger	05.11.2011	Kutter Edelstahl	Edelstahl	++	4300
329	Metzgerei 2	kein Reiniger	05.11.2011	Arbeitsbrett Kunststoff	Kunststoff	++	1900
330	Metzgerei 2	kein Reiniger	05.11.2011	Waage Edelstahl	Edelstahl	++	65
331	Metzgerei 2	kein Reiniger	05.11.2011	Eurokiste	Kunststoff	+++	15000
332	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Edelstahlfläche 1 Konditorei	Edelstahl	+	640
333	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Edelstahlfläche 2 Konditorei	Edelstahl	+	440

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HY- LiTE ²⁾
334	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Edelstahlfläche 3 Konditorei	Edelstahl	++	920
335	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Edelstahlfläche 1 Kuchenecke	Edelstahl	++	1100
336	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Edelstahlfläche 2 Kuchenecke	Edelstahl	++/+++	1100
337	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Edelstahlfläche 3 Kuchenecke	Edelstahl	++	1100
338	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Edelstahlfläche 4 Kuchenecke	Edelstahl	+/+±	670
339	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Abwieger Kemper, Trichter Edelstahl	Edelstahl	+++	4800
340	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Abwieger Rheon, Trichter Kunststoffüberzug	Kunststoff	+++	1600
341	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Förderband Easyline, Kunststoff	Kunststoff	+++	2100
342	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Edelstahlfläche Waage	Edelstahl	++	580
343	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Trichter Unifiller, Edelstahl	Edelstahl	+	42
344	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Kühlhaus Konditorei, Regal	Edelstahl	+++	1300
345	Backstube	Altec L45 Fettlöser	18.11.2011	Kühlhaus Kuchenecke, Regal	Edelstahl	+++	1700
346	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Edelstahlfläche 1 Konditorei	Edelstahl	+	540
347	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Edelstahlfläche 2 Konditorei	Edelstahl	+	330
348	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Edelstahlfläche 3 Konditorei	Edelstahl	+	200
349	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Edelstahlfläche 4 Konditorei	Edelstahl	+	380
350	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Edelstahlfläche 1 Kuchenecke	Edelstahl	(+)	54
351	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Edelstahlfläche 2 Kuchenecke	Edelstahl	+	69
352	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Edelstahlfläche 3 Kuchenecke	Edelstahl	+	50
353	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Edelstahlfläche 4 Kuchenecke	Edelstahl	+	120
354	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Abwieger Kemper, Trichter Edelstahl	Edelstahl	+++	9600
355	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Abwieger Rheon, Trichter Kunststoffüberzug	Kunststoff	+++	1200
356	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Förderband Easyline, Kunststoff	Kunststoff	+++	1100
357	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Edelstahlfläche Waage	Edelstahl	+	790
358	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Trichter Unifiller, Edelstahl	Edelstahl	+/+±	290
359	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Kühlhaus Konditorei, Regal	Edelstahl	+++	8600

Lfd.Nr.	Betrieb	Verwendeter Reiniger	Datum	Probenahmestelle	Material	Clean Card ¹⁾	HY-LiTE ²⁾
360	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Kühlhaus Kuchenecke, Regal	Edelstahl	+++	8000
361	Backstube	Altec L45 Fettlöser	21.11.2011	Handwaschbecken Kuchenecke	Edelstahl	+	350

10 Literaturverzeichnis

- ACKERMANN, H. (1998): BIAS. für Windows, Biometrische Analyse von Stichproben, Version 7, Epsilon-Verlag, Hochheim, Darmstadt
- AUERSWALD, D. (1996): Reinigungsverfahren. In: WILDBRETT, G. (Hrsg.): Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie. 1. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 1996. 151-188.
- ARVANITOYANNIS, I. und KASSAVETI, A. (2009): HACCP and ISO 22000 - A Comparison of the Two Systems. In: ARVANITOYANNIS, I.: HACCP and ISO 22000 Applications to Foods of Animal Origin. 1. Auflage. Wiley-Blackwell, 2009. 3-45.
- AYCICEK, H., OGUZ, U. und KARCI, K. (2006): Comparison of results of ATP bioluminescence and traditional hygiene swabbing methods for the determination of surface cleanliness at a hospital kitchen. *Int. J. Environ. Health* **209**: 230-206.
- BACH, R. (2000): Umsetzung der Lebensmittelhygiene-Verordnung (LMHV) unter Mitwirkung privater tierärztlicher Sachverständiger. *Amtstierärztl. Dienst und Lebensmittelkontr.* **7**: 266-272.
- BECKER, B. und JOHNE, R. (2010): Durch Lebensmittel übertragbare Virus- und Prionenerkrankungen. In: WEBER, H. (Hrsg.): *Mikrobiologie der Lebensmittel, Grundlagen*. 9. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2010. 337-357.
- BELLIN, H.-W. (2007): Maschinen- und Anlagenhygiene. In: FEHLHABER, K.; KLEER, J. und KLEY, F. (Hrsg.): *Handbuch Lebensmittelhygiene*. 1. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2007. 419-441.
- BLÜTHGEN, A. (2007): Gesundheitliche Gefährdungen durch Rückstände und chemische Kontaminaten - Pflanzenschutzmittel. In: FEHLHABER, K.; KLEER, J. und KLEY, F. (Hrsg.): *Handbuch Lebensmittelhygiene*. 1. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2007. 223-228.
- BOBE, U. und WILDBRETT, G. (2006): Anforderungen an Werkstoffe und Werkstoffoberflächen bezüglich Reinigbarkeit und Beständigkeit. *Chemie Ingenieur Technik* **78**: 1615-1622.
- BRUNNER, B., BÜLTE, M. und HEITMANN, M. (2000): "Desinfektionsmittelresistenz" bei Bakterien aus dem Lebensmittelbereich. 38. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG) vom 29.09. bis 02.10.1997 in Garmisch-Partenkirchen. 330-335.
- BÖHM, R. (2009): Maßnahmen zur Desinfektion in der Fleischgewinnung und -verarbeitung. *Fleischwirtsch.* **89** (12): 89-92
- CAIS-SOKOLINSKA, D. und PIKUL, J. (2008): Using the Bioluminescence and microbiological contact methods in sustaining a proper hygienec level in food processing plants. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* **7**: 53-60.

COGAN, T.A., SLADER, J., BLOOMFIELD, S.F. und HUMPHREY, T.J. (2002): Achieving hygiene in the domestic kitchen: the effectiveness of commonly used cleaning procedures. *J. Appl. Microbiol.* **92**: 885-892.

COSTA, P., ANDRADE, N., BRANDAO, S., PASSOS, F. und SOARES, N. (2006): ATP-bioluminescence assay as an alternative for hygiene-monitoring procedures of stainless steel milk contact surfaces. *Braz. Microbiol.* **37**: 345-349.

DIXON, W.J. (1993): *BMDP Statistical Software Manual*, Vol. 1 and 2. University of California Press, Berkeley, LA, USA

DRESSLER, U. (1997): Hygienische Gefahrenanalyse und Kontrollpunkte bei der Verarbeitung von Lebensmitteln tierischer Herkunft für die Kalte Küche in Großküchen der Bundeswehr. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin. *Journal Nr.* 2096

DURA, U. (2000): Kontrolle der Reinigung und Desinfektion. *Fleischwirtsch.* **80**: 118-120.

DÜRR, H. und WILDBRETT, G. (2006): Grundvorgänge bei Verschmutzung und Reinigung. In: WILDBRETT, G. (Hrsg.): *Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie*. 2. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2006. 85-123.

EISGRUBER, H. und STOLLE, A. (1995): Hygienische Risiken und Kontrollen in der Gemeinschaftsverpflegung. *Dtsch. Lebensm. Rundsch.* **91**: 282-286.

FRIES, R. (2002): Reinigung und Desinfektion in der Fleischwirtschaft. In: STRAUCH, D. und BÖHM, R. (Hrsg.): *Reinigung und Desinfektion in der Nutztierhaltung und Veredelungswirtschaft*. 2. Auflage. Enke Verlag Stuttgart, 2002. 239-267.

FRYER, P.J. und ASTERIADOU, K. (2009): A prototype cleaning map: A classification of industrial cleaning processes. *Trends in Food Science and Technology* **20**: 255-262.

GÄNZLE, M. (2010): Bakterielle Lebensmittelvergiftungen. In: WEBER, H. (Hrsg.): *Mikrobiologie der Lebensmittel, Grundlagen*. 9. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2010. 236-301.

GALLHOFF, G. und RIMKUS, G. G. (2006): Die Europäische Union, die Europäische Gemeinschaft und ihre Rechtsordnung, die Europäische Lebensmittelkontrolle. In: FREDE, W. (Hrsg.): *Taschenbuch für Lebensmittelchemiker*. 2. Auflage. Springer Berlin Heidelberg, 2006. 1-28.

GEISEN, R. (2010): Mykotoxine. In: WEBER, H. (Hrsg.): *Mikrobiologie der Lebensmittel, Grundlagen*. 9. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2010. 303-337.

GOLL, M., KRATZHELLER, B. und BÜLTE, M. (2003): Kontrolle von Rückständen auf Oberflächen. *Fleischwirtsch.* **83**: 152-154.

GRASSHOFF, A. (2006): Reinigungsverfahren. In: WILDBRETT, G. (Hrsg.): *Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie*. 2. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2006. 193-237.

- GUTHY, K. (2006): Reinigungsmittel. In: WILDBRETT, G. (Hrsg.): Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie. 2. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2006. 23-49.
- HAWRONSKYJ, J.-M. und HOLAH, J. (1997): ATP: A universal hygiene monitor. Trends in Food Science & Techn. 1997 Vol. 8: 79-84.
- HANEKE, M. und REUTER, G. (1992): "Desinfektionsreiniger" in der Fleischgewinnung und -verarbeitung - Problematik der Umsetzung von Eintragungsempfehlungen der DVG-Liste in der Praxis. 33. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG) vom 29.09. bis 02.10.1992 in Garmisch-Partenkirchen. 91-102.
- HEESCHEN, W. (2007): Risikoanalyse, HACCP-Konzept und Eigenkontrollen. In: FEHLHABER, K.; KLEER, J. und KLEY, F. (Hrsg.): Handbuch Lebensmittelhygiene. 1. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2007. 489-501.
- HINSCH, M. (2015): Einführung in die Normierung und in das QM-System nach ISO 9001. In: HINSCH, M.: Die neue ISO 9001:2015 - Ein Praxis-Ratgeber für die Normenumstellung. 2. Auflage. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2015. 1-4.
- HUFNAGEL, A. (2006): Qualitätsmanagement bei Reinigung und Desinfektion. In: WILDBRETT, G. (Hrsg.): Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie. 2. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2006. 395-404.
- KIERMEIER, F., WILDBRETT, G. und MROZEK, H. (1996): Kontrolle der Wirksamkeit von Reinigung und Desinfektion. In: WILDBRETT, G. (Hrsg.): Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie. 1. Auflage, Behr's Verlag Hamburg
- KIRCHER, D., BÜLTE, M. und REUTER, G. (1996): Eignung eines Biolumineszenzverfahrens zur Überprüfung der Reinigung und Desinfektion im Bereich der Lebensmittelverarbeitung. Fleischwirtsch. **76**: 897-903.
- KIRST, E. und SCHMIDT, K.D. (2006): Desinfektionsmittel. In: WILDBRETT, G. (Hrsg.): Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie. 2. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2006. 51-81.
- KLEER, J. (2007): Gesundheitsschädigungen durch Lebensmittel: Übersicht. In: FEHLHABER, K.; KLEER, J. und KLEY, F. (Hrsg.): Handbuch Lebensmittelhygiene. 1. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2007. 7-9.
- KLEINER, U. (1998): Reinigung und Desinfektion in Lebensmittelbetrieben - ein Grunderfordernis des allgemeinen Hygienegebotes. 39. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG) vom 22-25.09.1998 in Garmisch-Partenkirchen. 176-181.
- KROKER, R. (2007): Gesundheitliche Gefährdungen durch Rückstände und chemische Kontaminanten - Tierarzneimittel. In: FEHLHABER, K.; KLEER, J. und KLEY, F. (Hrsg.): Handbuch Lebensmittelhygiene. 1. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2007. 192- 222.
- KRÜGER, S. (2001): Bewährte Verfahren für die Qualitätssicherung in Lebensmittelbetrieben. Brauwelt **141**: 228-231.

- KRÜGER, S. (2006): Grundzüge gesetzlicher Vorschriften und Normen. In: WILDBRETT, G. (Hrsg.): Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie. 2. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2006. 423-444.
- LAPPALAINEN, J., LOIKKANEN, S., HAVANA, M., KARP, M., SJÖBERG, A.M. und WIRTANEN, G. (2000): Microbial testing methods for detection of residual agents and disinfectants - prevention of ATP bioluminescence measurement errors in the food industry. *J. Food Prot.* **63** (2): 210-5.
- LARSON, E., AIELLO, A., GOMEZ-DUARTE, C. LIN, S., LEE, L., DELLA-LATTA, P. und LINDHARDT, C. (2003): Bioluminescence ATP monitoring as a surrogate marker for microbial load on hands and surfaces in the home. *Food Microbiol.* **20**: 735-739.
- LINDEMANN, G. (2006): Lebensmittelsicherheit in der EU und in Deutschland- VOM Acker oder Stall bis zum Tisch des Verbrauchers. *J. Verbr. Lebensm.* **1**: 71-72
- LINDEMANN, B. (2008): Reinigung und Desinfektion. In: BACK, W. (Hrsg.): *Mikrobiologie der Lebensmittel - Getränke*. 3. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2008. 323-336.
- LIVERMORE, M. A. (2006): Authority and legitimacy in global governance: Deliberation, institutional differentiation, and the codex alimentarius. *New York University Law Review*, **81**: 766.
- MÜLLER, W. und SCHLENKER, G. (2007): Verfahren zur Inaktivierung von Mikroorganismen und Parasitenstadien. In: *Kompendium der Tierhygiene*. 3. Auflage. Lehmanns Media Berlin, 2007. 4-8.
- OGDEN, K. (1993): Practical experiences of hygiene control using ATP-Bioluminescence. *J. Inst. Brew.* **99**: 389-393.
- RAEUBER, H.-J. (2007): Fremdkörper in Lebensmitteln. In: FEHLHABER, K.; KLEER, J. und KLEY, F. (Hrsg.): *Handbuch Lebensmittelhygiene*. 1. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2007. 259-266.
- REICHEL, H. (2007): Bedeutung von Schnelltestmethoden im Rahmen der Lebensmittelkontrolle - Eine Übersicht. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doctor medicinae veterinariae (Dr. med. vet.) durch die Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig.
- REUTER, G. (1994): Zur Wirksamkeit von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen bei der Fleischgewinnung und -verarbeitung. *Fleischwirtsch.* **74**: 808-813.
- RIEDEL, U. (2011): Was Gesetze und Standards fordern. *Fleischwirtsch.* **91**: 54-56.
- ROTHE, A. (2000): Durchführung und Dokumentation der Reinigung und Desinfektion in Lebensmittelbetrieben. *Fleischwirtsch.* **80**: 144-117.
- SACHS, L. (2003): *Angewandte Statistik*, Springer. Kap.45

SCHALCH, B., TRAUTSCH, M., WATKINS, I., KAU, P. und STOLLE, A. (2003): Einsatz eines neuen Schnelltests zur Untersuchung der Oberflächenreinheit. Arch. Lebensmittelhyg. **54**: 49-72.

SCHRÖDER, K. und GROVE, H.-H. (1998): Betriebliche Eigenkontrollen. Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontr. **5**: 122-126.

SCHMIDT, U. (1989): Cleaning and disinfection methods. Effect of rinsing on surface bacterial count. Fleischwirtsch. **69**: 71-74.

SEIDLER, T. (2010): Durch Lebensmittel übertragbare, parasitär bedingte Erkrankungen. In: WEBER, H. (Hrsg.): Mikrobiologie der Lebensmittel, Grundlagen. 9. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2010. 357-389.

SHAMA, G. und MALIK, D.J. (2013): The uses and abuses of rapid bioluminescence-based ATP assays. Int J. Hyg. Environ. Health **216**: 115-125.

TEBBUTT, G.M. (1988): Laboratory evaluation of disposable and reusable disinfectant cloths for cleaning food contact surfaces. Epidem. Inf. **101**: 367-375.

TEBBUTT, G., BELL, V. und AISLABIE, J. (2006): Verification of cleaning efficiency and its possible role in programmed hygiene inspections of food businesses undertaken by local authority officers. J. Appl. Microbiol. **102**: 1010-1017.

THOR, W. und LONCIN, M. (1978): Reinigen, Desinfizieren und Nachspülen in der Lebensmittel-Industrie. Chem.-Ing.-Tech. **50**: 188-193.

TRAUTSCH, M. (2003): Eignung eines neuen Schnelltests zur Prüfung der Oberflächenreinheit im Rahmen betrieblicher Eigenkontrollen in Lebensmittelbetrieben. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

UNTERMANN, F., JAKOB, P. und STEPHAN, R. (1996): 35 Jahre HACCP-System. Vom Nasa-Konzept bis zu den Definitionen des Codex Alimentarius. Fleischwirtsch. **76**: 589-594.

UNTERMANN, F. und DURA, U. (1996): Das HACCP-Konzept: Theorie und Praxis. Fleischwirtsch. **76**: 700-706.

WEBER, H. (2010a): Allgemeine Mikrobiologie: Überblick, allgemeine Entwicklungen. In: WEBER, H. (Hrsg.): Mikrobiologie der Lebensmittel, Grundlagen. 9. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2010.1-9.

WEBER, H. (2010b): Lebensmittelbedingte Erkrankungen. In: WEBER, H. (Hrsg.): Mikrobiologie der Lebensmittel, Grundlagen. 9. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2010. 231-236.

WEBER, H. (2010c): Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen in Lebensmittelbetrieben. In: WEBER, H. (Hrsg.): Mikrobiologie der Lebensmittel, Grundlagen. 9. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2010. 589-616.

WEBER, R., ZENS, W. und BÜLTE, M. (1997): Kontrolle der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen im Fleischverarbeitungsbereich mit unterschiedlichen Verfahren unter besonderer Berücksichtigung des Swab'N'Check - Testes. 38. Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG) vom 29.09. - 02.10.1997 in Garmisch-Partenkirchen. 574-578.

WILDBRETT, G. (2006): Einführung. In: WILDBRETT, G. (Hrsg.): Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie. 2. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2006. 1-9.

WILDBRETT, G und KROWAS, D. (2006): Kontrolle der Wirksamkeit von Reinigungs- und Desinfektionsverfahren. In: WILDBRETT, G. (Hrsg.): Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie. 2. Auflage. Behr's Verlag Hamburg, 2006. 299-316.

Rechtstexte

Grünbuch der Kommission (1997): Allgemeine Grundsätze des Lebensmittelrechts in der Europäischen Union. KOM (97) 176 endg.

Weißbuch zur Lebensmittelsicherheit (2000). KOM (1999) 719 endg.

VERORDNUNG (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit . ABl. EG L 31, vom 01.02.2002

VERORDNUNG (EG) Nr. 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene. ABl. EG L 226, vom 25.06.2004

VERORDNUNG (EG) NR. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs. ABl. EG L 226, vom 25.06.2004

VERORDNUNG (EG) Nr. 854/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit besonderen Verfahrensvorschriften für die amtliche Überwachung von zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen tierischen Ursprungs. ABl. EG L 226, vom 25.06.2004

VERORDNUNG (EG) Nr. 882/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über amtliche Kontrollen zur Überprüfung der Einhaltung des Lebensmittel- und Futtermittelrechts sowie der Bestimmungen über Tiergesundheit und Tierschutz. ABl. EG L 191, vom 28.05.2004

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

Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch - LFGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2011 (BGBl. I S. 1770)

Verordnung zur Durchführung von Vorschriften des gemeinschaftlichen Lebensmittelhygienerechts. Artikel 1: Verordnung über Anforderungen an die Hygiene beim Herstellen, Behandeln, und Inverkehrbringen von Lebensmitteln (Lebensmittelhygiene-Verordnung- LMHV) vom 8. August 2007 (BGBl. I S. 1816, 1817)

Normen, Standards und Produktinformationen

DIN (1999): Deutscher Normenausschuss: DIN 10503: Lebensmittelhygiene - Begriffe. Beuth Verlag, Berlin

DIN (2001): Deutscher Normenausschuss: DIN 10516: Lebensmittelhygiene - Reinigung und Desinfektion. Beuth Verlag, Berlin

DIN (2004): Deutscher Normenausschuss: DIN 10514: Lebensmittelhygiene - Hygieneschulung. Beuth Verlag, Berlin

DIN (1997a): Deutscher Normenausschuss: DIN 10113-1: Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich - Teil 1: Quantitatives Tupferverfahren. Beuth Verlag, Berlin

DIN (1997b): Deutscher Normenausschuss: DIN 10113-2: Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich - Teil 2: Semiquantitatives Tupferverfahren. Beuth Verlag, Berlin

DIN (1997c): Deutscher Normenausschuss: DIN 10113-3: Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen im Lebensmittelbereich - Teil 3: Semiquantitatives Verfahren mit Nährbodenbeschichteten Entnahmevorrichtungen (Abklatschverfahren). Beuth Verlag, Berlin

Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft DVG (2015): 8. Liste der nach den Richtlinien der DVG (4. Auflage) geprüften und als wirksam befundenen Desinfektionsmittel für den Lebensmittelbereich (Handelspräparate) Stand: 27. Januar 2015

FAO/WHO Codex Alimentarius Kommission (2009): Food Hygiene. Basic Texts 4. Edition

Fa. Orion Diagnostica Oy, Espoo, Finnland: Gebrauchsinformation Orion Clean Card® PRO, Stand: Juni 2009

Fa. Merck, Darmstadt: Bedienungsanleitung des HY-LiTE® 2 Systems, Stand: 31.03.1999

IFS International Featured Standards (2014): IFS Food Version 6: Standard zur Beurteilung der Qualität und Sicherheit von Lebensmitteln. IFS Management GmbH Berlin. Stand: April 2014

TÜV Süd Management Service (2008): Produktinformation zum Thema ISO 22000. Ausgabe: 04/08. www.tuev-sued.de/iso22000.

Danksagung

Ich möchte mich bei allen herzlich bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Michael Bülte für die Überlassung des Themas, für seine fachliche Unterstützung und für die Geduld während der Fertigstellung dieser Arbeit.

Ich bedanke mich bei allen Kolleginnen und Kollegen des Instituts für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde. Insbesondere Cornelia Dürrschmidt, Claudia Walter, Brigitte Marx, Margot Lechner, Rosmarie Bambey und Malik M' Bodj danke ich für humorvolle Gespräche, die Beantwortung sämtlicher technischer Fragen und die immerwährende Hilfsbereitschaft im Labor. Frank Schmitt möchte ich für seine Hilfe und Beratung im Technologiebereich des Instituts danken. Ich danke Annalena Molitor, Andrea Bartels und Kim Nguyen für die freundschaftliche Atmosphäre und all die hilfreichen und schönen Unterhaltungen im Büro.

Mein großer Dank gilt auch Herrn Dr. Klaus Failing und seinen Mitarbeitern für die umfassende Beratung vor Beginn der Versuchsreihen und die anschließende geduldige Hilfestellung und Unterstützung bei der statistischen Auswertung, sowie für die Bereitstellung der Computer und der entsprechenden Software.

Ich danke meiner Familie für die fortwährende Unterstützung während der Fertigstellung dieser Arbeit. Ohne die unermüdliche Kinderbetreuung durch Bärbel und Andreas Schmidt, Barbara und Hans-Heinrich von Gierke und meinen Mann Michael Schmidt wäre mir dies nicht möglich gewesen. Meinem Mann danke ich besonders für den emotionalen Rückhalt in dieser Zeit.

Meinen Eltern Ruth und Friedhelm Schäfer danke ich für ihr konstantes, bedingungsloses Vertrauen in mich. Danke für die Unterstützung über Schulzeit und Studium bis hin zur Durchführung dieser Arbeit.

Ein besonderes Dankeschön gilt Annalena Molitor, die mir durch ihre Ratschläge und geduldiges Korrekturlesen, vor allem aber durch ihre unermüdliche Motivation eine große Hilfe und unschätzbare Freundin war.

Ich danke auch Dr. Hilde Riethmüller-Winzen für ihre kompetente Hilfe bei der Textverarbeitung und für ihre hilfreichen Korrekturen und Ratschläge.

Mein abschließender Dank gilt meinen Kindern, ohne die diese Arbeit zwar bedeutend schneller fertig gewesen wäre, die mir aber immer wieder zur richtigen Zeit zeigen, was im Leben wirklich wichtig ist.

Erklärung

Erklärung gemäß §10 Abs. 5 der Promotionsordnung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen vom 6. Februar 2002

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

Leun, den 29.03.2017

Sonja Schmidt

ISBN 978-3-86345-381-7



**Verlag: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft Service GmbH
35392 Gießen · Friedrichstraße 17 · Tel. 0641 / 24466 · Fax: 0641 / 25375
E-Mail: info@dvg.de · Internet: www.dvg.de**