



Qualitätssicherung. **Vom Landwirt bis zur Ladentheke.**

Arbeitshilfe  
**Bearbeitung/Verarbeitung  
Obst, Gemüse, Kartoffeln:  
Mikrobiologie und  
Probenahme**





## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Grundsätzliches .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Hintergrund .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Mikrobiologie bei Obst und Gemüse .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Mikroorganismen .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Aerobe mesophile Koloniezahl .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Enterobacteriaceae (Enterobakterien) .....</b>	<b>7</b>
3.2.1 <i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> ) .....	7
3.2.2 EHEC – Enterohämorrhagische <i>Escherichia coli</i> .....	7
3.2.3 <i>Salmonella spp.</i> .....	8
<b>3.3 <i>Listeria monocytogenes</i> (<i>L. monocytogenes</i>) .....</b>	<b>8</b>
<b>3.4 Koagulase-positive Staphylokokken .....</b>	<b>9</b>
3.4.1 <i>Staphylococcus aureus</i> ( <i>S. aureus</i> ) .....	9
<b>3.5 Präsumtive <i>Bacillus cereus</i> .....</b>	<b>9</b>
<b>3.6 <i>Campylobacter spp.</i> .....</b>	<b>10</b>
<b>3.7 Hefen .....</b>	<b>10</b>
<b>3.8 Schimmelpilze .....</b>	<b>11</b>
<b>3.9 Viren .....</b>	<b>12</b>
3.9.1 Hepatitis A-Viren .....	12
3.9.2 Noroviren .....	12
<b>4 Mikrobiologische Untersuchungen .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Allgemeines .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Hinweise zur Probenahme für die mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3 Hinweise zur Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen von Oberflächen- und Einrichtungsgegenständen .....</b>	<b>15</b>
4.3.1 Abstrich- oder Abwischverfahren .....	15
4.3.2 Abdruck- oder Abklatschverfahren .....	15
4.3.3 Bebrüten .....	17
4.3.4 Biolumineszenzverfahren .....	17
4.3.5 Bewertungsschema für Oberflächen .....	18
<b>4.4 Möglichkeiten zur Untersuchung .....</b>	<b>18</b>
<b>5 Begriffe / Definitionen .....</b>	<b>19</b>
<b>6 FAQs zum Leitfaden Bearbeitung/Verarbeitung .....</b>	<b>19</b>
<b>7 Literaturnachweis .....</b>	<b>21</b>



## 1 Grundsätzliches

Die nachfolgende Arbeitshilfe stellt Informationen zu Mikrobiologie und Probenahme zur Verfügung. Sie dient zur Orientierung bei der Umsetzung der in dem Leitfaden Bearbeitung/Verarbeitung Obst, Gemüse, Kartoffeln beschriebenen Anforderungen. Ebenso dient die Arbeitshilfe als Unterstützung zur Durchführung des mikrobiologischen Monitorings in den Filialen des Lebensmitteleinzelhandels. Die vorliegenden Informationen können als Entscheidungshilfe zur Festlegung der erforderlichen betriebspezifischen Maßnahmen herangezogen werden. Die Arbeitshilfe erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit der Angaben. Maßgebend für die unabhängige Kontrolle sind die im Leitfaden geforderten Dokumente und Nachweise.

## 2 Hintergrund

Der Leitfaden Bearbeitung/Verarbeitung Obst, Gemüse, Kartoffeln beschreibt die Anforderungen, die von Systempartnern umgesetzt werden müssen, wenn sie sich nach dem Leitfaden auditieren lassen.

Wie in Kapitel 3.1.3 des Leitfadens beschrieben, müssen bearbeitete Produkte mindestens einmal je Quartal (d.h. innerhalb von drei Monaten) auf vorgegebene Parameter untersucht werden (vgl. Leitfaden Bearbeitung/Verarbeitung, Tabelle 1).

Diese Parameter umfassen:

- EHEC (VTEC, STEC)
- Enterobacteriaceae
- Hefen
- Koagulase-positive Staphylokokken

Das mikrobiologische Monitoring für verarbeitete Produkte ist risikoorientiert zu gestalten.

Darüber hinaus sind die gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich der mikrobiologischen Kriterien für Lebensmittel nach VO (EG) 2073/2005 einzuhalten.

Kapitel 3.1.2 (Mikrobiologische Untersuchungen innerhalb der Betriebsanlage) beschreibt außerdem die Probenahme an Lebensmittelkontaktstellen (z.B. Geräte, Anlagen, Förderbänder, Messer, Handflächen) und anderen Flächen (Tische, Türgriffe, Schalter, Behälter, Kisten).

Im Folgenden werden nähere Informationen zur Mikrobiologie allgemein genannt, einzelne Parameter beschrieben und Hilfestellung zur Probenahme gegeben.

### 2.1 Mikrobiologie bei Obst und Gemüse

Neben natürlichen Vorgängen wie Atmung, Wasserabgabe und Abbau von Reservestoffen können Mikroorganismen die Qualität von Obst und Gemüse erheblich beeinflussen und deren Verderb verursachen. Obst und Gemüse enthalten Fruchtsäuren und andere antimikrobiell wirkende Substanzen, die sie eine Zeit lang vor dem mikrobiellen Verderb schützen. Dennoch ist eine angemessene Lagerung wichtig, um die Qualität von Obst und Gemüse aufrechtzuerhalten. Bei der Lagerung muss ein Kompromiss zwischen den Anforderungen an die Erhaltung der mikrobiellen und der allgemeinen Qualität hergestellt werden. D. h. die Luftfeuchtigkeit und die Temperatur müssen so gewählt werden, dass sie den physiologischen Anforderungen von Obst und Gemüse entsprechen und gleichzeitig das Wachstum der Mikroorganismen hemmen. Die Lagerung kann in einem Normlager, Frischluftlager, Normkühlager oder im sog. CA-Lager (CA=controlled atmosphere) erfolgen. Das Lagerverhalten von Obst und Gemüse ist zum einen artspezifisch, zum anderen hängt es von den landwirtschaftlichen Maßnahmen wie Düngung, Bewässerung, Erntezeitpunkt usw. ab.



Qualitätssicherung. Vom Landwirt bis zur Ladentheke.



Der Verderb von Obst geht oftmals von der Oberfläche aus und wird in der Regel durch Pilze verursacht, da sie das saure Milieu im Inneren der Früchte gut tolerieren können. Pilze kommen in der natürlichen Umgebung vom Obst vor und dringen über Beschädigungen der Oberfläche, über natürliche Öffnungen aber auch direkt durch intaktes Abschlussgewebe in das Fruchtgewebe ein. Nähere Informationen hierzu sind im Kapitel 3.8 Schimmelpilze aufgeführt.

Gemüse weist einen höheren pH-Wert auf, weshalb neben Pilzen auch Bakterien zu Verderbnis führen können. Zudem wächst Gemüse häufig in unmittelbarer Nähe des Erdbodens, sodass die Ernteprodukte naturgemäß immer mit Pilzen und Bakterien in Berührung kommen.

Eine gesundheitliche Gefährdung des Verbrauchers geht dann von Obst und Gemüse aus, wenn mykotoxinbildende Pilze als Verderbnisverursacher in erhöhter Anzahl auftreten (siehe Kapitel 3.8) oder pathogene (krankmachende) Mikroorganismen (Bakterien, Viren) oder Parasiten (Wurmeier) mit dem Obst oder Gemüse beim Verzehr aufgenommen werden. Solche Krankheitserreger können z.B. durch Anwendung organischer Düngemittel oder durch das Waschen oder Bewässern mit fäkal verunreinigtem Wasser auf Obst und Gemüse gelangen. Dadurch können Infektionen mit Salmonellen, Shigellen, *E. coli* und anderen Bakterien sowie mit Viren, Protozoen und Wurmeiern übertragen werden. Mikrobiologisch besonders anfällig sind geschnittene, in Folien verpackte Mischsalate. Durch die Zerkleinerung und den Austritt von Zellsaft wird der natürliche Schutz der Pflanze weitgehend zerstört. Zusätzlich entsteht in der Verpackung durch Atmungsaktivität eine bestimmte Gaszusammensetzung, die die Vermehrung pathogener Keime wie Salmonellen und *Listeria monocytogenes* fördert und somit zu einer Gesundheitsgefährdung führen kann. <sup>(1)</sup>

**Hinweis:** Zur Verminderung des Infektionsrisikos ist unter anderem möglichst keimarmes Ausgangsmaterial zu verwenden und die Kühlkette muss lückenlos eingehalten werden.

In der Tabelle 1 zum mikrobiologischen Monitoring im **Leitfaden Bearbeitung/Verarbeitung Obst, Gemüse, Kartoffeln** sind Parameter, Häufigkeit der Untersuchungen sowie Aktionswerte und Referenzmethoden für das mikrobiologische Monitoring bei bearbeitetem Obst und Gemüse aufgeführt. Das mikrobiologische Monitoring für verarbeitete Produkte ist risikoorientiert zu gestalten.

### 3 Mikroorganismen

Mikroorganismen sind mikroskopisch kleine Lebewesen (Bakterien, Schimmelpilze, Hefen, Viren). Ihre Größe reicht von ca. 0,02 bis 0,04 µm bei Viren über ca. 0,5 bis 5 µm bei Bakterien, ca. 5 bis 10 µm bei Hefen bis zu ca. 1-2 mm bei Schimmelpilzen.

Bei der Lebensmittelherstellung sind Mikroorganismen – bis auf wenige Ausnahmen – unerwünscht, da sie die Haltbarkeit und Genusstauglichkeit der Lebensmittel einschränken können. <sup>(2)</sup>

Unter „Lebensmittelhygiene“ werden gemäß der **VO (EG) 853/2004** Maßnahmen und Vorkehrungen verstanden, die notwendig sind, um Gefahren unter Kontrolle zu bringen und zu gewährleisten, dass ein Lebensmittel unter Berücksichtigung seines Verwendungszwecks für den menschlichen Verzehr tauglich ist. Der Begriff der „Lebensmittelhygiene“ kann aber durchaus auch noch weiter gefasst werden und auch solche Maßnahmen und Vorkehrungen einschließen, die für die Sicherung der Produktqualität und der Haltbarkeit eines Lebensmittels getroffen werden.



In diesem Kontext können unter anderem auch Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen eine wichtige Rolle einnehmen. Im Folgenden sind einige wichtige Begriffsdefinitionen aus der DIN 10516 Lebensmittelhygiene – Reinigung und Desinfektion aufgeführt:

- Verschmutzung:  
jede unerwünschte Substanz (nachteilige Beeinflussung), einschließlich Produktreste, Mikroorganismen, Reinigungs- und Desinfektionsmittelrückstände
- Reinigung:  
Entfernung von Verschmutzungen
- Desinfektion:  
Verfahren zur Abtötung von Mikroorganismen auf ein Niveau, das weder gesundheitsschädlich ist, noch die Qualität der Lebensmittel beeinträchtigt.
- Reinigbar:  
so gestaltet und gebaut, dass die Verschmutzungen mit den empfohlenen Reinigungsverfahren entfernt werden = Hygienedesign!
- sauber:  
frei von Verschmutzungen
- Desinfektionsmittel:  
chemische und physikalische Mittel, die dazu beitragen eine Desinfektion zu erzielen
- Einwirkzeit:  
Zeit, die erforderlich ist, um Verschmutzungen zu entfernen oder eine Desinfektion zu erzielen

In Lebensmittel herstellenden, be- und verarbeitenden und in Verkehr bringenden Betrieben wird nach heutigem Stand der Technik in der Regel eine kombinierte Hygienemaßnahme aus Trockenreinigung, Nassreinigung und Desinfektion nach **DIN 10516** durchgeführt.

Mikroorganismen können auf verschiedene Weise in Lebensmittel gelangen, z.B.:

- Lebensmittelreste: Veränderung durch chemische, physikalische und mikrobiologisch bedingte Prozesse nach Beendigung der Produktion
- Ablagerungen: Bildung aus unlöslichen Salzen
- Biofilme: Entstehung aus extrazellulär gebildeten polymeren Substanzen von Mikroorganismen
- Verunreinigungen, Schmutz: Staub, Abrieb, Dichtungs- und Schmierfette
- Übertragung durch schlechtes Nachspülwasser nach Reinigung und Desinfektion
- Luft
- Personal

Das Eindringen von Mikroorganismen in das Umfeld der Produktion wird verhindert durch z.B.:

- Eine keimarme Betriebsstätte mit einem Reinigungsplan
- Toiletten mit Wasserspülung und Handwaschbecken (Warm- und Kaltwasser, Seife, Desinfektionsmittel)
- Entsprechend dem Reinigungsplan gereinigte und desinfizierte Arbeitsgeräte (Schneidebretter etc.)
- Saubere Transportfahrzeuge und Verpackungen
- Durchführung der Personalhygienemaßnahmen des Betriebes

Neben chemischen und physikalischen Einflüssen ist die Temperatur ein bedeutsamer Außenfaktor, der Einfluss auf das Überleben und Vermehren von Mikroorganismen nimmt:

- Kälte: Hemmung der Vermehrung.
- Wärme: Mäßige Wärme fördert die Vermehrung. Zwischen +20 °C und +40 °C vermehren sich die meisten Mikroorganismen am schnellsten.
- Hitze: Ab ca. +62 °C aufwärts werden die meisten Mikroorganismen abgetötet. Einige Sporenarten überleben bis ca. 134 °C.<sup>(3)</sup>

Tabelle 1 zeigt, welchen Einfluss Temperaturen auf Mikroorganismen haben und wie sie zur Behandlung von Lebensmitteln eingesetzt werden.





Tab. 1: Temperatureinfluss auf Mikroorganismen

Temperatur	Behandlung von Lebensmitteln	Mikroorganismen
+ 140°C (für Sek.)	UHT-Verfahren für Milch	Milch wird praktisch keimfrei.
+ 120°C (für Min.)	Sterilisation von Konserven	Die widerstandsfähigen Bakteriensporen werden fast alle abgetötet.
+ 100°C (für Min.)	Siedepunkt Wasser	
+ 90°C (für Min.)	Temperaturbereich bei der Pasteurisation	Abtöten von Salmonellen und anderen Bakterien in wenigen Minuten. Über 60°C – Bakterien sind nicht mehr wachstumsfähig
+ 62°C (für mind. 30 Min.)		
+60°C	Gefahrenzone	
+40°C	Größte Gefahrenzone	Optimales = schnellstes Wachstum von Mikroorganismen
+20°C		
+5°C	Gefahrenzone	
+4°C	Lagertemperatur für Fleischerzeugnisse, Milchprodukte und leicht verderbliche Backwaren	Unter + 5°C: Bakterienwachstum stark verlangsamt
+2°C		
0°C	Lagertemperatur für Fleisch und Fisch	Bakterienwachstum hat aufgehört, aber Bakterien werden nicht abgetötet. Unter günstigen Bedingungen (Auftauen, Aufwärmen) setzen Wachstum und Vermehrung wieder ein
-18°C	Lagerung von Tiefkühlprodukten	

Quelle: Almedica AG 2012, S. 18 <sup>(4)</sup>

Die folgenden Kapitel stellen einige bei Obst und Gemüse besonders relevante Mikroorganismen näher vor.

### 3.1 Aerobe mesophile Koloniezahl

Aerobe (sauerstoffliebende) mesophile (wärmeliebende) Keime sind Bakterien, die unter Sauerstoff und bei mittleren Temperaturen am besten wachsen. Die Koloniezahl ist ein Maß für den allgemeinen mikrobiellen Zustand eines Lebensmittels. Je nach Art des Lebensmittels können hohe Koloniezahlen auf Mängel in der Prozess-/Personalhygiene hinweisen. Die aerobe mesophile Koloniezahl wird neben der Lebensmitteluntersuchung auch als Hygieneindikator bei Umfelduntersuchungen herangezogen. <sup>(5)</sup>

**Hinweis:** Bei der Bewertung der aerobe mesophile Koloniezahl sind u. a. die Art des Lebensmittels, seine Aufwuchs und Erntebedingungen sowie Verarbeitungsprozesse zu berücksichtigen.



## 3.2 *Enterobacteriaceae* (Enterobakterien)

Unter dem Begriff *Enterobacteriaceae* (Enterobakterien) werden verschiedene Bakterienarten zusammengefasst, die im Darm von Menschen und Tieren vorkommen, aber auch im Boden, im Wasser oder auf Pflanzen. Sie sind salz- und hitzeempfindlich und haben geringe Ernährungsansprüche. Aus diesem Grund können sie sich auf ungenügend gereinigten Oberflächen gut vermehren. Unter den Enterobakterien finden sich zudem eine Vielzahl von Krankheitserregern (bspw. *Salmonella*, *Shigella*, *EHEC/STEC/VTEC*).

**Hinweis:** Bei der Bewertung der Zahl an Enterobakterien sind u. a. die Art des Lebensmittels, seine Aufwuchs und Erntebedingungen sowie Verarbeitungsprozesse zu berücksichtigen. In gegarten Lebensmitteln deutet der Nachweis von Enterobakterien auf Mängel im Erhitzungsprozess und/oder eine nachträgliche Verunreinigung des Lebensmittels hin. <sup>(6)</sup>

### 3.2.1 *Escherichia coli* (*E. coli*)

*Escherichia coli* ist ein natürlich vorkommender Keim im Darm von Vögeln und warmblütigen Säugetieren. Er ist Bestandteil der Darmflora des Menschen. Bestimmte Stämme von *Escherichia coli* können bei Tieren und Menschen schwerwiegende Erkrankungen hervorrufen (*EHEC/STEC/VTEC*) <sup>(7)</sup>, eine Vielzahl von *E. coli* Stämmen ist aber apathogen und somit für die menschliche Gesundheit nicht gefährlich.

**Hinweis:** *E. coli* ist ein typischer Fäkalindikator. Kommt eine erhöhte Anzahl von *E. coli* in Lebensmitteln vor, so deutet dies auf Hygienemängel oder Fehler im Herstellungsprozess hin. <sup>(6)</sup>

Vorbeugende Maßnahmen:

- Strenge Überwachung der Personalhygiene und der Wasserversorgung<sup>(8)</sup>

### 3.2.2 EHEC – Enterohämorrhagische *Escherichia coli*

Enterohämorrhagische *Escherichia coli* (EHEC) bzw. Shigatoxin-bildende *Escherichia coli* (STEC) / Verotoxin-bildende *Escherichia coli* (VTEC) kommen natürlicherweise im Darm von Wiederkäuern vor und werden mit dem Kot der Tiere ausgeschieden. Sie können direkt oder indirekt vom Tier auf den Menschen oder von Mensch auf Mensch übertragen werden und Krankheiten (Durchfall, Übelkeit, Erbrechen, ggf. Komplikationen (HU-Syndrom)) auslösen. Wichtigste Infektionsquellen für den Menschen sind rohe oder nicht durchgegarnte Rindfleischprodukte und Rohmilch.<sup>(1)</sup> Die Übertragung von EHEC-Keimen auf Obst und Gemüse kann z.B. durch EHEC kontaminiertes Wasser oder organische Dünger erfolgen. Darüber hinaus kann es bei der Zubereitung von Speisen zu sogenannten Kreuzkontamination kommen, wobei die Keime vom Fleisch auf ein verzehrfertiges Lebensmittel (wie z.B. Salat) übertragen werden. Die Kontamination der pflanzlichen Lebensmittel kann aber auch über Hände bzw. Küchenutensilien erfolgen.<sup>(8)</sup> EHEC-Stämme zeigen eine starke Säuretoleranz und überleben eine Lagerung in Lebensmitteln bei 4 °C und Gefriertemperaturen von -20 °C bis -80 °C für 9 Monate.<sup>(9)</sup>

Vorbeugende Maßnahmen:

- Strenge Überwachung der Personalhygiene und der Wasserversorgung<sup>(10)</sup>
- Optimierung der Hygiene
- Ggf. Berücksichtigung im HACCP-Konzept <sup>(1)</sup>



Qualitätssicherung. Vom Landwirt bis zur Ladentheke.



### 3.2.3 *Salmonella spp.*

Die stäbchenförmigen Bakterien der Gattung *Salmonella spp.* sind bedeutsame bakterielle Durchfallerreger beim Menschen. Hauptreservoir für die Salmonellen ist der Darmtrakt zahlreicher Tiere, wie Schweine, Rinder, Kälber, Geflügel, Wild, Nager, Tauben und Möwen. Die Übertragung erfolgt meist von Tier auf Mensch durch den Verzehr tierischer Lebensmittel.<sup>(11)</sup> Besonders häufig werden Salmonellen in Geflügelbeständen nachgewiesen. Roheienthaltende Lebensmittel und Fleischprodukte sind die wichtigsten Infektionsquellen für Salmonellen. Die Übertragung auf andere Lebensmittel erfolgt über Kreuzkontaminationen bei bzw. nach der Verarbeitung von belasteten Lebensmitteln (Abtauwasser von tiefgefrorenem Geflügel!).<sup>(1)</sup> Gemüse kann außerdem durch Düngung oder Waschen mit fäkal verunreinigtem Wasser kontaminiert werden. Besonders anfällig für mikrobiologische Kontaminationen sind Mischsalate, da der natürliche Schutz der Pflanze durch die Zerkleinerung weitgehend zerstört wird. Salmonellen können sich in der sauerstoffarmen Atmosphäre in der Folienverpackung gut vermehren und stellen somit ein Gesundheitsrisiko dar.<sup>(1)</sup>

Salmonellen werden jedoch auch in anderen pflanzlichen Lebensmitteln nachgewiesen. Beispielsweise können Kräutertees, die mit nicht ausreichend heißem Wasser aufgegossen werden, Salmonelleninfektionen (insbesondere bei Kleinkindern) hervorrufen. Weiterhin sind Gewürze, Würzmittel und Sesamsaat des Öfteren mit Salmonellen belastet.<sup>(12)</sup> Begünstigt wird die Verbreitung von Salmonellen durch eine unzureichende Kühlung von Lebensmitteln. Ihr Temperaturoptimum liegt bei 37 °C, bei Temperaturen ab 70 °C werden sie abgetötet.<sup>(11)</sup>

Maßnahmen zur Vermeidung der Vermehrung:

- Strikte Einhaltung der Kühlkette
- Hohe Hygieneanforderungen an Arbeitsflächen, Gerätschaften und Personal<sup>(10)</sup>

### 3.3 *Listeria monocytogenes (L. monocytogenes)*

*L. monocytogenes* ist ein Bakterium, das weit verbreitet in der Landwirtschaft (im Boden, auf Pflanzen, in Silage, Fäkalien, Wasser und Abwasser), in Aquakulturen und im Umfeld der Lebensmittelverarbeitung vorkommt. Es ist resistent gegenüber verschiedensten Umweltbedingungen, etwa einem hohen Salz- oder Säuregehalt. *L. monocytogenes* wächst bei niedrigem Sauerstoffgehalt und Kühltemperaturen und überlebt über längere Zeit in der Umwelt, auf Lebensmitteln, im Be-/Verarbeitungsbetrieb und im Kühlschrank des Verbrauchers. *L. monocytogenes* verursacht die invasive Listeriose, indem der Erreger die Schleimhautbarriere des Magen-Darm-Traktes überwindet und dann zu Infektionen im Körper führt. Infektionen mit *Listeria monocytogenes* können beim Menschen teilweise nur leichte grippeähnliche Erkrankungen hervorrufen, aber auch zu Magen-Darm-Erkrankungen, Hirnhaut- und/oder Gehirnentzündungen und zu Fehl- oder Frühgeburten führen.

*L. monocytogenes* wurde aus verschiedenen Lebensmitteln wie z.B. rohem Gemüse, rohem und gekochtem Geflügel, Brühwürsten sowie rohem und verarbeitetem Fleisch, Lachs und Rohmilchkäse isoliert. Der Keim kann sich bei geringer Konzentration in einem betroffenen Lebensmittel im Verlauf der Lagerung auch bei Kühltemperaturen vervielfachen.

Wichtige Faktoren, die zum Risiko einer mit verzehrfertigen Lebensmitteln zusammenhängenden Listeriose beitragen, sind u.a.:

- Die Temperatur bei der Lagerung des Lebensmittels
- Die Dauer der Lagerung
- Der pH und der aw-Wert eines Lebensmittels





Maßnahmen zur Hemmung und Beherrschung der Vermehrung von *L. monocytogenes*:

- Die Einhaltung der Kühlkette muss durchgehend aufrechterhalten werden
- Die Rekontamination des Erzeugnisses muss verringert werden
- Die Ausstattung muss hygienisch sorgfältig ausgelegt und instandgehalten werden

Listerien können in solchen Bereichen eines Betriebes persistieren, die von den Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen nur schlecht erreicht werden (z.B. in Abwassersystemen, Innenseiten von Rohrleitungen und Kondenswasserstellen). Sie sind außerdem in der Lage, Biofilme zu bilden, in deren Matrix auch andere Mikroorganismen zu wachsen vermögen.<sup>(1)</sup>

### 3.4 Koagulase-positive Staphylokokken

Staphylokokken sind Bakterien, die natürlicherweise beim Menschen und beim Tier vorkommen. Die Bedeutung der Koagulase-positiven Staphylokokken liegt aus lebensmittelhygienischer Sicht in ihrer Fähigkeit, als Superantigene (SAGs) bezeichnete Staphylokokken-Enterotoxine (SE) und Enterotoxin-ähnliche SAGs (SE-like) zu bilden. Voraussetzung für die Entstehung einer Lebensmittelintoxikation durch Koagulase-positive Staphylokokken ist, dass sich die Erreger im Produkt ausreichend vermehren und hitzestabile Enterotoxine gebildet haben.<sup>(13)</sup>

#### 3.4.1 *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*)

Der wichtigste Vertreter der Koagulase-positiven Staphylokokken ist *Staphylococcus aureus*, der als einer der häufigsten Eitererreger gilt. *S. aureus* kann über offene Wunden, besonders an den Händen, auf Lebensmittel übertragen werden. Auch bei etwa 30 bis 40% aller gesunden Personen ist das Bakterium im Stuhl, auf den Schleimhäuten des Nasen-Rachen-Raumes sowie auf der Kopfhaut und damit in den Haaren nachweisbar. Einige der *S. aureus*-Stämme haben die Fähigkeit, Enterotoxine zu produzieren, die die Ursache von Lebensmittelvergiftungen sein können. Alle eiweiß- und kohlenhydrathaltigen Lebensmittel mit einem hohen Wassergehalt, auf die die Keime übertragen wurden, bieten optimale Bedingungen für die Vermehrung der Bakterien und die Enterotoxinbildung.<sup>(1)</sup> Dominierende Symptome einer Staphylokokken-Intoxikation sind Erbrechen, Übelkeit, Durchfall und Kreislaufsymptome. Bereits äußerst geringe Toxinmengen können hierfür ausreichen.<sup>(13)</sup>

Maßnahmen zur Vorbeugung:

- Gute Personalhygiene (Ausschließen der Mitarbeiter mit Entzündungen an den Händen oder anderen Hautstellen von der Lebensmittelverarbeitung)
- Reinigung und Desinfektion der Hände, saubere Arbeitskleidung
- Haarschutz
- Ausreichende Erhitzung der Speisen
- Kühlung nicht steriler Produkte
- Vermeidung längerer Standzeiten bei Temperaturen unter 65° C.<sup>(1)</sup>

### 3.5 Präsumtive *Bacillus cereus*

*Bacillus cereus* kommt natürlich im normalen Erdboden vor. Es bildet zusammen mit anderen Arten (z.B. *Bacillus anthracis*, *Bacillus thuringiensis* und *Bacillus cytotoxicus*) die *Bacillus-Cereus* Gruppe. Das sporenbildende Bakterium kann durch sporenhaltige Erdbodenpartikel oder Staub sowohl auf tierische als auch auf pflanzliche Lebensmittel übertragen werden. Eine Hitzebehandlung tötet den Keim zwar ab, die Sporen aber überleben. Eine vollständige Vermeidung der Kontamination ist kaum möglich. Jedoch ist eine geringe Keimzahl für den Verbraucher unbedenklich. Mangelhafte



Lagerbedingungen führen zum Auskeimen der Sporen bzw. zur Vermehrung der Keime auf dem Lebensmittel.<sup>(14)</sup> *B. cereus* kann während seines Wachstums Toxine bilden, die entweder das Diarrhöe-Syndrom oder das Erbrechens-Syndrom auslösen können.<sup>(1)</sup>

Auch *Bacillus thuringiensis* ist in der Umwelt weit verbreitet. Einige Stämme werden zudem als biologische Insektizide im Pflanzenbau eingesetzt. In bisherigen Untersuchungen konnte die Fähigkeit zur Bildung des Cereulid-Toxins bei *Bacillus thuringiensis* nicht nachgewiesen werden. Es gibt jedoch Hinweise, dass zumindest einige der als Insektizid eingesetzten *Bacillus thuringiensis* Stämme in der Lage sind, Enterotoxine zu bilden. Aufgrund der engen genetischen Verwandtschaft von *Bacillus cereus* und *Bacillus thuringiensis* ist eine Unterscheidung der beiden Keime im Rahmen der Routinediagnostik nicht sicher möglich.<sup>(15)</sup>

Um das Risiko, das von *Bacillus cereus* und *Bacillus thuringiensis* ausgehen kann, möglichst gering zu halten, rät die EFSA u. a. dazu, *Bacillus thuringiensis* Präparate im Pflanzenschutz strikt nach Herstellerangaben zu verwenden. Sie empfiehlt außerdem nach der Ernte entlang der Lebensmittelkette eine Lagertemperatur von  $\leq +7^{\circ}\text{C}$  besser jedoch  $\leq +4^{\circ}\text{C}$  einzuhalten, um eine Keimvermehrung zu verhindern.<sup>(16)</sup>

Wichtige Aspekte und Maßnahmen zur Vermeidung der Auskeimung:

- Die vegetative Form des *Bacillus cereus* wächst in einem Bereich von 10 bis 50 °C, mit einem Temperaturoptimum zwischen 30 und 40 °C und über einem pH-Wert von 4,8.
- Einzelne Kälte-tolerierende Stämme vermehren sich auch bei 4 bis 6 °C.
- Temperaturen unter 100 °C ermöglichen das Überleben einzelner Sporen, daher ist eine sofortige Kühlung nach erfolgter Hitzebehandlung notwendig, um das Auskeimen zu verhindern.
- Die Einhaltung der Kühlkette ist sehr wichtig.<sup>(14)</sup>

### 3.6 *Campylobacter* spp.

Bei *Campylobacter* spp. handelt es sich um die derzeit häufigsten bakteriellen lebensmittelassoziierten Durchfallerreger des Menschen in Deutschland. Die Infektionsdosis beträgt ca. 500 KBE. *Campylobacter* spp. kommen im Darmtrakt und im Kot von Säugetieren und Vögeln vor, lassen sich aber auch in der Umwelt (Boden, Insekten) und als Kontamination auf unterschiedlichen Lebensmitteln (v. a. Geflügelfleisch, auch Schweinefleisch, Obst und Gemüse) finden. Als Reservoir für den Keim sind vor allem Geflügel, aber auch Schwein, Rind und Haustiere beschrieben.

Campylobacter-Infektionen des Menschen äußern sich vornehmlich in Fieber, Schwindel, Durchfall, Erbrechen, Bauch-, Kopf- und Muskelschmerzen. Als Komplikation sind auch Gelenkentzündungen beschrieben (Guillain-Barré-Syndrom).

### 3.7 Hefen

Die einzellige Untergruppe der Pilze vermehrt sich durch Sprossung. Bei vorhandenem Sauerstoff (aerobe Bedingungen) erfolgt eine intensive Vermehrung mit der Bildung von viel Kohlendioxid und wenig Alkohol. Ohne Sauerstoff (anaerobe Bedingungen) kommt es zu keinem oder nur geringem Wachstum, jedoch zu einer alkoholischen Gärung. Diese führt bei süßen oder sauren Lebensmitteln zum Verderben.

Wichtige Aspekte:

- Zerstörung der Hefen durch Erhitzen
- Bei eingetretenem Gärprozess ist das Lebensmittel ungenießbar<sup>(17)</sup>



### 3.8 Schimmelpilze

Schimmelpilze sind Mikroorganismen, die sich über Sporen verbreiten und sich auf den Oberflächen von Lebensmitteln vermehren. Das Wurzelgeflecht (Myzel) ist im Inneren des Lebensmittels zu finden. Einige Schimmelpilze bilden für Menschen giftige Mykotoxine, wie z.B. das sehr hitzestabile Aflatoxin, welches stark krebserregend wirkt.<sup>(17)</sup>

Schimmelpilze sind die wichtigsten Verderbniserreger beim Obst, da sie das saure Milieu, das durch einen hohen Gehalt an Fruchtsäuren entsteht, gut tolerieren können. Früchte können sowohl vor als auch nach der Ernte über den Boden, die Obstbäume, abgestorbene Pflanzenteile usw. mit Pilzen kontaminiert werden. Während der Lagerung wachsen bestimmte Pilze je nach Lagerbedingungen weiter und führen zu erheblichen Lagerschäden. Zu den wichtigsten Lagerschäden beim Obst zählen Botrytis-Fäule (Graufäule), Gloeosporium-Fäule (Braune Bitterfäule), Sclerotinia-Fäule (Monilia-Fäule), Penicillium-Fäule (Grün- oder Blaufäule). Aber auch Gemüse und Kartoffeln werden durch Schimmelpilze befallen, was deren Verderb auslöst. Eine Übersicht über wichtige Mykotoxine, deren Vorkommen und Wirkung auf Mensch und/oder Tier gibt die folgende Tabelle.<sup>(1)</sup>

Tab. 2: Übersicht über wichtige Mykotoxine

Toxin	Häufige Erkrankung und Wirkungen auf Mensch und/oder Tier	Häufiger belastete Lebensmittel
Aflatoxine	Leberkrebs, Leberzirrhose, teratogen	Erdnüsse, Pistazien, Getreide
Ergotalkaloide	Ergotismus	Roggenmehlbrot
Ochratoxin A	Nephropathie, Enteritiden, Genotoxisch, mutagen, evtl. cancerogen	Getreide, Kaffee, Bier
Patulin	Übelkeit, Organtoxizität (Leber, Niere, Lunge u. a.)	Obst
Fusariumtoxine		
a) Zearalenon	Östrogenwirkung, Aborte, Sterilität	Getreide
b) Trichothecene	Haut-, Schleimhautschädigung	Getreide
c) Deoxynivalenol (DON)	Immunsuppressiv, Erbrechen	Getreide
d) Fumonisine	Evtl. cancerogen	Mais
Citrinin	teratogen	Getreide, faulende Tomaten
Citreoviridin	Nephrotoxisch, kardiale Beriberi	Reis
Sterigmatocystin	Leberkrebs	Nüsse, Getreide

Quelle: Krämer (2011)<sup>(1)</sup>



Folgende Maßnahmen können das Risiko der Mykotoxinaufnahme mit pflanzlichen Lebensmitteln reduzieren:

- Landwirtschaftliche Maßnahmen (gesundes Saatgut, richtige Düngung, Pflanzenschutz, sachgerechte Ernte)
- Optimale Lagerung und optimaler Transport des Erntegutes
- Aussortieren von verschimmelten Produkten bzw. Zurückweisen belasteter Partien
- Inaktivierung vorhandener Mykotoxine durch technologische Prozesse
- Abtötung der Pilze im Zwischen- oder Endprodukt durch Sterilisation bzw. Pasteurisation
- Vermeidung sekundärer Kontamination durch geeignete Verpackung
- Hemmung des Pilzwachstums auf nicht sterilen Produkten durch konservierende Maßnahmen wie Kühlen, Tiefgefrieren, Zusatz von Konservierungsstoffen,  $a_w$ -Wert-Absenkung oder CA-Lagerung.<sup>(1)</sup>

Wichtige Aspekte:

- Schimmelpilze wachsen auf relativ trockenen Materialien
- Sie sind hitzeempfindlich, wachsen gut im sauren Milieu und benötigen Sauerstoff<sup>(17)</sup>

### 3.9 Viren

Im Gegensatz zu Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen, haben Viren keinen eigenen Stoffwechsel. Um sich zu vermehren, sind sie auf einen geeigneten Wirtsorganismus angewiesen. Die Stabilität der Viren hängt von vielen Faktoren ab. Da Viren im eigentlichen Sinne nicht „leben“, können sie auch nicht abgetötet, sondern nur „inaktiviert“ werden. Eine Inaktivierung ist je nach Virus durch physikalische Einflüsse wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit/Trocknung, durch Strahlung oder durch chemische Einflüsse (u. a. Alkohole, Proteine, Salze, Detergentien) möglich.

#### 3.9.1 Hepatitis A-Viren

Hepatitis A-Viren sind für den Menschen pathogen. Der Mensch ist der Hauptwirt und Reservoir von Hepatitis A-Viren. Das Virus kann aber u. a. auch in Ab- und Nutzwasser, sowie als Kontamination auf verschiedenen Lebensmitteln (u. a. Fleisch, Obst, Gemüse) nachgewiesen werden. Klinisch äußert sich eine Hepatitis A-Infektion beim Menschen in Form einer Leberentzündung, die mit Magen-Darm-Erkrankungen, Fieber, Gelbfärbung der Haut und der Schleimhäute sowie mit hellem Stuhl und dunklem Urin einhergehen kann. Auch Juckreiz und Hautausschläge sind beschrieben.

#### 3.9.2 Noroviren

Noroviren sind für den Menschen pathogen. Die Infektionsdosis beträgt ca. 10-100 Viruspartikel. Noroviren sind derzeit der häufigste Erreger von humanen Magen-Darm-Infektionen in Deutschland. Reservoir für Noroviren ist der Mensch. Noroviren lassen sich aber u. a. auch in Ab- und Nutzwasser finden und sie kommen (als Kontamination) auch auf verschiedenen Lebensmitteln vor (u. a. Fleisch, Obst, Gemüse). Die Infektion des Menschen mit Noroviren äußert sich klinisch in einer akuten Magen-Darmentzündung mit schwallartigem heftigen Erbrechen und starkem Durchfall, welche von Übelkeit, Kopfschmerzen und Mattigkeit begleitet ist. Die klinischen Symptome dauern meist nur 12-48 Stunden an.



## 4 Mikrobiologische Untersuchungen

### 4.1 Allgemeines

Der Nachweis von Mikroorganismen kann nur durch mikrobiologische Untersuchungen erfolgen. Auf den ersten Blick kann nicht festgestellt werden, ob z.B. eine Desinfektion stattgefunden hat bzw. erfolgreich war. Die Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen zur Feststellung des mikrobiologischen Status der Produkte ist daher unerlässlich.

### 4.2 Hinweise zur Probenahme für die mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln

Die Probenahme ist ein wichtiger Schritt für eine mikrobiologische Untersuchung und beeinflusst entscheidend die Aussagekraft des Ergebnisses. Fehler bei der Probenahme können sich wesentlich gravierender auf das Gesamtergebnis auswirken als Fehler der Untersuchung. Folgendes muss bei der Probenahme beachtet werden<sup>(18)</sup>:

- Die unmittelbare Umgebung der Probenahmestelle sollte möglichst keimfrei sein. Die Hände müssen vor der Probenahme gereinigt und desinfiziert werden. Der Probenehmer sollte nicht husten oder niesen.
- Erfolgt eine Probenahme bei offenen Lebensmitteln, sollte diese möglichst schnell durchgeführt werden.<sup>(19)</sup>
- Probengefäße und Geräte müssen für die Probenahme steril sein und die Probenahme muss unter aseptischen Bedingungen erfolgen. Empfohlen wird steriles Einwegmaterial.
- Die Probenahme sollte möglichst repräsentativ (von verschiedenen Stellen des zu beprobenden Produktes) erfolgen. Je nach Chargengröße stellt eine Einzelprobe die mikrobiologische Qualität der Charge nicht hinreichend dar. In solchen Fällen kann die Repräsentativität gesteigert werden, indem mehrere Einzelproben einer Charge zu einer Sammelprobe zusammengefügt werden.
- Um Kreuzkontaminationen zu vermeiden,
  - sind bei der Entnahme von nicht verpackten Proben lebensmittelechte Einmalhandschuhe zu verwenden. Diese sind nach jeder durchgeführten Beprobung einer Partie zu wechseln.
  - ist jede Probe separat in ein neues, ausreichend großes für den Verwendungszweck geeignetes Behältnis (z.B. Folienbeutel) zu verpacken und fest zu verschließen. Eine Kontamination durch Kontakt mit anderen Proben, Probenbegleitzettel, etc. ist auszuschließen. Die Proben sind eindeutig zu beschriften (wasserfest/abriebfest).
- Gekühlte Produkte sind auch gekühlt an das Labor weiterzugeben. Dabei muss die Einhaltung der Kühlkette gewährleistet sein.
- Durch Einfrieren der Probe können vorhandenen Mikroorganismen abgetötet werden. Die Keimzahlverminderung verändert in der Regel die Verderbnisanfälligkeit des aufgetauten Produktes nicht, würde aber verfälschte Ergebnisse liefern.<sup>(1)</sup>

Die Proben sollten möglichst am selben Tag, spätestens aber am Folgetag im beauftragten Labor eintreffen.

Die Probenahme sollte durch geschultes Fachpersonal erfolgen. Es handelt sich dabei um Personal, das mit der Thematik vertraut ist und auch über eine entsprechende Ausbildung verfügt, um diese Tätigkeiten auszuüben. Nachweise sind dann z.B. Teilnahmebescheinigungen an Schulungen, Weiterbildungen, Informationsveranstaltungen, Zeugnisse.





Der **Leitfaden Bearbeitung/Verarbeitung Obst, Gemüse, Kartoffeln** sieht im Hinblick auf eine repräsentative Probenahme zwei grundsätzlich mögliche Probenahmeverfahren vor:

Alternative 1: Die Produkte (jede Komponente einzeln oder entsprechend jede Grundmischung im unterschiedlichen Mischungsverhältnis) sind mindestens einmal pro Quartal auf die vorgegebenen Parameter zu untersuchen.

Alternative 2: Es müssen risikoorientiert Produktgruppen gebildet werden. Die Produktgruppen sind mindestens einmal pro Quartal auf die vorgegebenen Parameter zu untersuchen.

Die risikoorientierte Bildung von Produktgruppen gemäß Alternative 2 sollte z.B. unter Berücksichtigung der folgenden Punkte erfolgen:

- Aufwuchsbedingungen bei der Primärproduktion vergleichbar? Z.B.
  - Knollen / Beeren / Früchte / ...
  - Freiland / Gewächshaus
  - Im Erdreich / bodennah / bodenfern / Strauch / Baum / Nährlösung
- Erntebedingungen vergleichbar? Z.B.
  - Inländische /Ausländische Ware
  - Erntesaison / Erntetemperatur
  - Hygienebedingungen
- Bedingungen bei Transport / Lagerung vergleichbar?
- Eigenschaften der Produkte vergleichbar? Z.B.
  - pH
  - $a_w$
  - Zuckergehalt
- Be-/Verarbeitungsprozesse vergleichbar? Z.B.
  - Kühlen
  - Frosten
  - Blanchieren
  - geschält / ungeschält
  - Zerkleinerung
- Verpackungsbedingungen vergleichbar? Z.B.
  - Schutzgas
  - Vakuum
  - Folie
  - Karton
  - Holzkiste

Bei vergleichbaren Rahmenbedingungen können z. B: Äpfel und Birnen oder Himbeeren und Brombeeren risikoorientiert in jeweils einer Produktgruppe zusammengefasst werden, während z.B. Erdbeeren und Äpfel u. a. aufgrund unterschiedlicher Aufwuchs-, Ernte- und Lagerbedingungen sowie aufgrund unterschiedlicher Produkteigenschaften (pH-Wert, Zuckergehalt, Haltbarkeit) i. d. R. nicht in einer Produktgruppe zusammengefasst werden können.



### 4.3 Hinweise zur Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen von Oberflächen- und Einrichtungsgegenständen

Die nachfolgend erläuterten Probenahmeverfahren können von den Mitarbeitern eigenständig durchgeführt werden. Gängige Probenahmeverfahren sind zum einen das Abstrich- oder Abwischverfahren und zum anderen das Abdruck- oder Abklatschverfahren. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit, Biolumineszenzverfahren durchzuführen, mit denen Adenosintriphosphat (ATP) nachgewiesen wird (bspw. ATP-Test). ATP ist der universelle Energieträger aller lebenden Zellen und ist sowohl in Mikroorganismen als auch in tierischen und pflanzlichen Zellen zu finden.<sup>(20)</sup>

#### 4.3.1 Abstrich- oder Abwischverfahren

Beim Abstrich- oder Abwischverfahren werden entweder mit einem trockenen (Einfachtupfer) oder befeuchteten und trockenen Tupfer (Nass-Trockentupfer-Technik) Oberflächen abgestrichen. Das quantitative Tupferverfahren ist in der Form einer **DIN 10113-1** Norm („Bestimmung des Oberflächenkeimgehalts auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenstände im Lebensmittelbereich“) als Referenzverfahren festgelegt. Das Abstrich- oder Abwischverfahren ist im Gegensatz zum Abklatschverfahren besonders für unebene Flächen, Maschinenteile, Ventile, Verschraubungen usw. geeignet.

**Hinweis:** Zur Durchführung bedarf es mikrobiologischer Grundkenntnisse der Mitarbeiter.

Vorgehensweise:

- Bei der Nass-Trockentupfer-Technik wird eine definierte Oberfläche mit einem befeuchteten Tupfer abgestrichen. Mit einem trockenen Tupfer wird das gleiche wiederholt. Anschließend werden die Köpfe der Tupfer in steriler Verdünnungslösung ausgeschüttelt.
- Beim Einfachtupferverfahren wird nur ein Tupfer (trocken oder feucht) verwendet.
- Bei sehr keimarmen Flächen bzw. bei der Suche nach spezifischen Keimen kann das Abstrichröhrchen statt mit Verdünnungslösung mit spezifischer Nährbouillon befüllt und anschließend bebrütet werden.
- Anwendung bei z.B. aerober mesophiler Koloniezahl.<sup>(21)</sup>



Abb. 1: Tupfer

Quelle: LfL „Möglichkeiten und Bewertung von Hygienekontrollen im Haushalt“

#### 4.3.2 Abdruck- oder Abklatschverfahren

Abdruck- oder Abklatschverfahren beruhen auf dem direkten Kontakt eines festen Nährbodens mit der zu prüfenden Oberfläche und anschließender Bebrütung. Ein Teil der auf der Prüffläche vorhandenen Mikroorganismen haftet am Nährboden und kann nach der Inkubation als Kolonien ausgezählt werden. Abklatschverfahren lassen sich in zwei Gruppen gliedern:

- **Direkte Verfahren**, bei denen die zu untersuchende Oberfläche mit einem festen Nährboden in Kontakt gebracht wird
- **Indirekte Verfahren**, bei denen zuerst eine sterile Folie, ein Klebestreifen oder ein Metallgegenstand auf die Oberfläche gedrückt wird und dieser Gegenstand anschließend auf einen Nährboden verbracht wird. (Diese Verfahren werden selten in der Praxis angewendet).



**Hinweis:** Auch beim Abdruck- oder Abklatschverfahren benötigen die Mitarbeiter wie beim Abstrich- oder Abwischverfahren mikrobiologische Grundkenntnisse.

Die kommerziell eingesetzten RODAC-Platten und die Keimindikatoren werden heute am häufigsten eingesetzt.

- Die RODAC-Platte besteht aus einem durchsichtigen Nährbodenträger aus Kunststoff. Darauf ist der Nährboden mit konvexer Wölbung aufgebracht. Er kann mit einem Deckel verschlossen transportiert und aufbewahrt werden.
- Neben den RODAC-Platten sind auch Keimindikatoren als Nährbodenbeschichtete Kontaktträger, sogenannte „Contact Slides“, kommerziell erhältlich. Sie bestehen aus einem mit Nährmedium beschichteten, flexiblen Kunststoffträger. Der Nährbodenträger befindet sich in einer sterilen Verpackung, meist in Form eines Röhrchens, die nach dem Abklatschen als wiederverschließbares Transportbehältnis und Inkubationskammer fungiert. Der Keimträger ist mit dem Deckel des Probengefäßes flexibel verbunden und die Träger weisen in sich eine gewisse Flexibilität auf. Abdruck- und Abklatschverfahren sind gut geeignet für plane, glatte Oberflächen.<sup>(20)</sup>



Abb. 2: RODAC-Platte  
Quelle: LfL „Möglichkeiten und Bewertung von Hygienekontrollen im Haushalt“



Abb. 3: Contact Slides  
© International PBI S.p.A.

### Vorgehensweise – Durchführung einer Abklatschprobe

Bei gebrauchsfertigen Produkten ist immer die Gebrauchsanweisung zu beachten!

Zuerst wird die Abklatschprobe vorbereitet: Hierfür ist die Schutzverpackung zu entfernen und die Klebeetiketten müssen beschriftet werden. Die Abklatschplatte wird dann geöffnet, ohne dass die Oberfläche berührt wird, und mit einem Druck von ca. 500g 10 Sekunden lang auf die Prüffläche gedrückt. Die Hand muss dabei möglichst ruhig gehalten werden (keine Wisch- oder Drehbewegung). Bei einer Handabklatsche werden drei Fingerkuppen (Hand-Innenseite) wie oben beschrieben auf eine Abklatschplatte gedrückt. Die Probenahmegefäße sollten direkt nach der Probenahme wieder verschlossen und in die Original-Schutzverpackung zurückgelegt werden. RODAC-Platten sind mit Klebeband für einen sicheren Transport zu verschließen. Die Entnahmestelle sollte nach der Probenahme von möglichen Nährmedium-Rückständen gründlich gereinigt werden.<sup>(22)</sup>



Qualitätssicherung. Vom Landwirt bis zur Ladentheke.



Vorteile der Abklatschproben auf einen Blick:

- Mitarbeitermotivation zu größerer Eigenverantwortung
- Förderung des Interesses für Hygiene im Betrieb
- Erhöhung des Hygienestandards

Mikroorganismen, die mit Abklatschtests festgestellt werden können:

- Bakterien (z.B. Enterobakterien, Koagulase-positive Staphylokokken)
- Hefen und Schimmelpilze

### 4.3.3 Bebrüten

Da Bakterien für Wachstum und Vermehrung meist höhere Temperaturen benötigen, werden die Proben in Brutschränken bebrütet.<sup>(3)</sup> Die wieder verschlossenen Kunststoffgefäße werden in den vorgewärmten Kleinwärmeschrank (25°C für Hefen/Schimmel, 30°C für Pilze, 37°C für Enterobakterien/Staphylokokken) verbracht und dort für 24 bis 48 Stunden aufbewahrt. Platten für den Nachweis von Schimmelpilzen müssen für vier Tage bebrütet werden. Während dieser Zeit findet ein Vermehrungsprozess statt und man erhält ein Abbild der Keimbelastung der geprüften Fläche.<sup>(2,3)</sup>

Die Entsorgung der Nährböden nach der Bebrütung muss sachgerecht erfolgen, da es sonst zu einer Verschleppung, Anzüchtung oder Vermehrung von Keimen im Betrieb oder zu einer Infizierung des Personals kommen kann.

Vorsichtsmaßnahmen:

- Platzierung des Kleinwärmeschanks außerhalb von Räumen, in denen mit Lebensmitteln gearbeitet wird oder Lebensmittel gelagert werden
- Einmalige Nutzung der Tests
- Entsorgung der bebrüteten Nähmedien gemäß Herstellerangaben bzw. gemäß rechtlicher Vorgaben
- Aufbewahrung der Tests geschützt vor Tageslicht und Zugluft und bei Zimmertemperatur
- Gebrauchte Tests nicht mehr öffnen
- Bei Kontakt mit Bakterienkolonien Desinfizierung der betroffenen Hautpartien bzw. betroffenen Stellen (Boden, Gegenstände)<sup>(4)</sup>

### 4.3.4 Biolumineszenzverfahren

Mit Hilfe der Biolumineszenzverfahren wird ATP nachgewiesen. Je nach Intensität der Reinigung und Desinfektion verbleiben auf den Oberflächen unterschiedliche ATP-Konzentrationen von Mikroorganismen und nicht vollständig entfernten Produktresten zurück. Auf diese Weise fungiert das nachzuweisende Gesamt-ATP als Verschmutzungsindikator und kann daher zur Kontrolle und zum Monitoring des Hygienezustandes und der Reinigungseffizienz herangezogen werden. Damit ist das Ziel dieses Verfahrens ein anderes als bei den mikrobiologischen Untersuchungen, wodurch die Ergebnisse beider Verfahren auch nicht miteinander vergleichbar sind.

Im Gegensatz zu den traditionellen Verfahren zur Keimzahlbestimmung werden mit dem ATP-Verfahren nicht die Mikroorganismen direkt, sondern das ATP, welches sich in allen tierischen, pflanzlichen und mikrobiellen Zellen als Energiespeicher befindet, nachgewiesen. Da gleichzeitig ATP aus Bakterien, Hefen und somatischen (tierischen und/oder pflanzlichen) Zellen undifferenziert nachgewiesen wird, handelt es sich bei der ATP-Biolumineszenz nicht ausschließlich um einen mikrobiellen Schnelltest, sondern um einen Schnelltest für organische und stoffwechselaktive Verunreinigungen.



Zur Ermittlung der ATP-Menge wird mittels Abstrichtupfer eine Probe von dem zu untersuchenden Kontrollpunkt genommen. Die Extraktion des ATP und die nachfolgenden Reaktionen zwischen dem zugegebenen Enzym-Substratgemisch Luciferin-Luciferase und ATP führen zur Freisetzung von Lichtenergie. Die freigesetzte Lichtmenge wird mittels Luminometer als „Relativ Light Units“ (RLU) erfasst und ist proportional zur vorhandenen ATP-Menge. Das Ergebnis des Tests ist nach wenigen Minuten sichtbar.

Vorteile der ATP-Nachweisverfahren gegenüber konventionellen Methoden sind:

- Minimierung der Nachweiszeiten
- Minimierung des Arbeitsaufwandes
- Quantifizierung des Reinigungserfolges
- Einfache Anwendung ermöglicht die Durchführung der Untersuchung auch von angelerntem Personal in kurzer Zeit
- Schnelles Auffinden von Hygienekontrollpunkten und Schwachstellen<sup>(17)</sup>

#### 4.3.5 Bewertungsschema für Oberflächen

Die nachfolgenden Bewertungsschemata für Oberflächen von Arbeitsbereichen, Einrichtungsgegenständen, Arbeitsgeräten und Mitarbeiter (Händeabklatsch) **nach** Reinigung und Desinfektion ermöglichen eine Einschätzung des Hygienezustandes.

Tab. 3: Auswertungsschema zur Kontrolle des Reinigungs- und Desinfektionserfolges (nach Entscheidung 2001/471/EG)

Keimart	annehmbar [Kolonien/cm <sup>2</sup> ]	nicht annehmbar [Kolonien/cm <sup>2</sup> ]
Gesamtkeimzahl	0 – 10	> 10
Enterobakterien	0 – 1	> 1

**Hinweis:** Die Auswertung kann nach dem Auswertungsschema der **Entscheidung 2001/471/EG** (siehe **Tabelle 3**) erfolgen. Obwohl diese Entscheidung in der Zwischenzeit aufgehoben wurde und weitestgehend durch die **VO (EG) Nr. 2073/2005** ersetzt wurde, ist die Anwendung der **Entscheidung 2001/471/EG** weiterhin fachlich gerechtfertigt.

Bei nicht annehmbaren Ergebnissen:

- Überprüfung der durchgeführten Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen
- Ggf. Wechsel der Reinigungsart oder des Reinigungs- bzw. Desinfektionsmittel
- Wiederholung der Reinigung und Desinfektion
- Erneuter Test nach wiederholter Reinigung<sup>(21)</sup>

#### 4.4 Möglichkeiten zur Untersuchung

Zusätzlich zur selbständig durchgeführten Hygienekontrolle ist es möglich, externe Labore oder Institute zu beauftragen. Informationen hierzu finden Sie u.a., wenn Sie bei der Internet-Suche die Begriffe „Labor, Hygiene, Lebensmittel“ eingeben.





## 5 Begriffe / Definitionen

- ATP = Adenosintriphosphat
- $a_w$ -Wert = Wasseraktivität
- CA = Controlled Atmosphere
- Koagulase (lat. coagulare = gerinnen) ist ein Enzym, dass Blutgerinnung bewirkt. Manche Bakterien bilden dieses Enzym. Sie werden dann als Koagulase-positive Bakterien bezeichnet.
- RODAC = Replicate Organism Detection and Counting
- KbE = Kolonie bildende Einheiten

## 6 FAQs zum Leitfaden Bearbeitung/Verarbeitung

### **Stimmt es, dass das Intervall für eine Belehrung nach IfSG gesetzlich auf zwei Jahre hochgesetzt wurde?**

Richtig, nach IfSG wurde die Belehrung auf ein Intervall von zwei Jahren gesetzt.

Die QS Fachbeiräte haben sich sowohl für den Obst-, Gemüse- und Kartoffelbereich (Leitfaden Bearbeitung) als auch für den Bereich Fleisch- und Fleischwaren dazu entschieden, das Intervall in den QS-Anforderungen im jährlichen Rhythmus zu belassen. Eine jährliche Belehrung der Mitarbeiter, auch gerade in Betrieben mit häufig wechselnden Belegschaften, ist für den sicheren und hygienischen Umgang mit Lebensmitteln notwendig.

Eine Ausnahme bilden Betriebe, die ausschließlich Suppengrün produzieren. Hier entfällt die Vorgabe zur Belehrung nach IfSG.

### **Ist das Tragen von Arbeitskleidung und Kopfbedeckung auch bei Suppengrün-Herstellung verpflichtend vorgeschrieben?**

Arbeitskleidung und Kopfbedeckung sind bei der Bearbeitung von Produkten und auch bei der Herstellung von Suppengrün angemessen. Bei der Gefahrenanalyse (HACCP) sollte dies berücksichtigt werden. Die Arbeitskleidung muss, wie auch in der Anforderung 2.5.1 formuliert, geeignet für den Bearbeitungsschritt sein. Eine Kopfbedeckung sollte eine Mindestanforderung für die Bearbeitungsräume darstellen.

### **Wo ist für den Betrieb der Gefahrenübergang: Vor dem Schälen oder vor dem Verpacken der Ware? Wie soll eine Übergabe der Ware vom Feld in den Hygienebereich erfolgen?**

Es sollte auf jeden Fall eine Trennung vom sauberen und unsauberen Bereich erfolgen, ein separater Annahmeraum ist ebenfalls sinnvoll. Gleichzeitig sollte auch der Wechsel der Straßen- und Arbeitskleidung separat stattfinden und von der Hygieneschleuse räumlich getrennt liegen. Der Gefahrenübergang beginnt vor dem Schälen, da mit dem Bearbeitungsschritt ‚Schneiden‘ die Wahrscheinlichkeit für eine mikrobielle Kontamination der Produkte wächst.

### **Muss die Anforderungen 3.1.3 im Bereich mikrobiologisches Monitoring in der vorgeschriebenen Form auch bei Suppengrün umgesetzt werden?**

Gemäß Leitfaden sind für Suppengrün die mikrobiologischen Untersuchungen risikoorientiert durchzuführen, d.h. nicht nach dem Kontrollplan für bearbeitetes Obst und Gemüse.



**Ist das Kriterium 2.3.1 so zu verstehen, dass sich das System zur Gefahrenbeherrschung an HACCP (Codex Alimentarius) anlehnen soll? Oder ist hier ein vereinfachtes Verfahren ausreichend? Eine derartige Gefährdungsanalyse wäre ansonsten an den Entscheidungsbaum des Codex Alimentarius gebunden, der für jeden Prozessschritt abgearbeitet werden muss. Zusätzlich hat eine Bewertung der Risiken nach dem W/S-Schema zu erfolgen, wobei in physikalische, chemische und mikrobiologische Gefahren zu unterscheiden ist.**

Ein vereinfachtes Verfahren ist nicht ausreichend. Ein Unternehmen, das sich nach dem Leitfaden Bearbeitung/Verarbeitung zertifizieren lassen möchte, muss eine Gefahrenanalyse in Anlehnung an das HACCP-Konzept nach Codex Alimentarius vorreichen. Dieses „System zur Gefahrenbeherrschung“, wie es auch im Leitfaden formuliert ist, kann natürlich individuell an die betriebliche Beschaffenheit und die betrieblichen Abläufe angepasst werden. Der Aufbau dieser Gefahrenanalyse wird nicht vorgegeben, muss aber die notwendigen Schritte (z.B. Definition Prozessschritte, Gefahreinstufung, Bewertung, Maßnahmen, Kontrollen) enthalten. Laut Basis-VO (EG) 178/2002 muss jeder Betrieb, in dem mit Lebensmitteln umgegangen wird, ein HACCP-Konzept vorweisen.

**Die Bearbeitungsprozesse können schälen und schneiden beinhalten. Ist deshalb der Einsatz von Metalldetektoren (abgebrochene Schälmesser/Maschinenteile) verpflichtend?**

Metalldetektoren fordert QS im Leitfaden nicht explizit. Über die Anforderung *Fremdkörpermanagement* sind Metalldetektoren bei bestimmten Bearbeitungsschritten bzw. am verpackten Endprodukt sicherlich vom Unternehmen in Betracht zu ziehen. In die Gefahrenanalyse kann dieser Punkt eingebaut werden, wenn ein Risiko vom Betrieb definiert wird.

**Auf welche mikrobiologischen Parameter kann ein Unternehmen, das bearbeitete Produkte herstellt, selbst untersuchen?**

Grundsätzlich ist nur der Nachweis von pathogenen Keimen (Salmonellen, Campylobacter,>Listerien, EHEC) erlaubnispflichtig, d.h. nur in einem dafür zugelassenen Labor zu untersuchen. Der Nachweis auf Keimzahl, Hefen und Enterobakterien kann von einem Unternehmen selbst durchgeführt werden, wenn einfaches Laborequipment (z.B. Brutschrank) und mikrobiologisch geschultes Personal vorhanden ist.



## 7 Literaturnachweis

- (1) Krämer Johannes (2011)  
Lebensmittelmikrobiologie, 6. Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart
- (2) Fachpresse-Verlag Hamburg (2009)  
„Fleischhygiene – Einführung in das EU-Hygienerecht“, Hamburg
- (3) Agrarmarkt Austria Marketing GesmbH (2005)  
Merkblatt: Beprobung von Arbeitsflächen, „Durchführung und Bewertung der bakteriologischen Eigenkontrolle von gereinigten und desinfizierten Oberflächen“
- (4) Almedica AG (2012)  
„Handbuch Hygiene-Selbst-Kontroll-Konzept“
- (5) Becker Maria (2011)  
„Untersuchungen zur mikrobiologischen Beschaffenheit von Lebensmitteln und zur Umfeldhygiene im Küchenbereich von Kindertageseinrichtungen“
- (6) Kantonales Labor Zürich (2011)  
„Erläuterung zu den mikrobiologischen Untersuchungen“ [http://www.klzh.ch/downloads/Erlaeuterungen\\_mo.pdf](http://www.klzh.ch/downloads/Erlaeuterungen_mo.pdf)  
(Stand: 01.11.2012)
- (7) BfR (2011a)-Bundesinstitut für Risikobewertung  
„Escherichia coli“, 2011 [http://www.bfr.bund.de/de/escherichia\\_coli-54352.html](http://www.bfr.bund.de/de/escherichia_coli-54352.html)  
(Stand: 01.04.2017)
- (8) BfR (2011d)-Bundesinstitut für Risikobewertung  
„Fragen und Antworten zu EHEC-Infektionen durch pflanzliche Lebensmittel“  
[http://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen\\_und\\_antworten\\_zu\\_ehec\\_infektionen\\_durch\\_pflanzliche\\_lebensmittel.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen_und_antworten_zu_ehec_infektionen_durch_pflanzliche_lebensmittel.pdf)  
(Stand: 01.04.2017)
- (9) BfR (2011b)-Bundesinstitut für Risikobewertung  
„EHEC- Enterohämorrhagische Escherichia coli“, [http://www.bfr.bund.de/de/a-z\\_index/ehec\\_enterohaemorrhagische\\_escherichia\\_coli-5233.html](http://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/ehec_enterohaemorrhagische_escherichia_coli-5233.html)  
(Stand: 01.04.2017)
- (10) Sinell Hans-Jürgen (2004)  
„Einführung in die Lebensmittelhygiene“, 4. Auflage, Georg Thieme Verlag
- (11) BfR (2002)-Bundesinstitut für Risikobewertung  
„Bedeutung der Salmonellen als Krankheitserreger“, [http://www.bfr.bund.de/de/bedeutung\\_der\\_salmonellen\\_als\\_krankheitserreger-537.html](http://www.bfr.bund.de/de/bedeutung_der_salmonellen_als_krankheitserreger-537.html)  
(Stand: 01.04.2017)
- (12) Noack Daniela (2010) CVUA Karlsruhe ()-Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Karlsruhe, Krankheitserreger in pflanzlichen Lebensmitteln - Gesundheitsrisiken durch veränderte Verbrauchergewohnheiten  
[http://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=2&Thema\\_ID=2&ID=1296&Pdf=No](http://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=2&Thema_ID=2&ID=1296&Pdf=No)  
(Stand: 01.04.2017)
- (13) BfR (2007)-Bundesinstitut für Risikobewertung  
„Nationales Referenzlabor für koagulasepositive Staphylokokken einschließlich Staphylococcus aureus“, [http://www.bfr.bund.de/de/nationales\\_referenzlabor\\_fuer\\_koagulasepositive\\_staphylokokken\\_einschliesslich\\_staphylococcus\\_aureus-8813.html](http://www.bfr.bund.de/de/nationales_referenzlabor_fuer_koagulasepositive_staphylokokken_einschliesslich_staphylococcus_aureus-8813.html)  
(Stand: 01.04.2017)
- (14) BfR (2011c)-Bundesinstitut für Risikobewertung  
„Bacillus cereus“, [http://www.bfr.bund.de/de/bacillus\\_cereus-54344.html](http://www.bfr.bund.de/de/bacillus_cereus-54344.html)  
(Stand: 01.04.2017)
- (15) Langen, Marcus, Bacillus cereus und Bacillus thuringiensis in Salat - Eine Risikoeinschätzung, QS-Report: Obst, Gemüse, Kartoffeln | Ausgabe September/2016



Qualitätssicherung. Vom Landwirt bis zur Ladentheke.



<sup>(16)</sup> EFSA BIOHAZ Panel (EFSA Panel on Biological Hazards), 2016. Scientific opinion on the risks for public health related to the presence of *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp. including *Bacillus thuringiensis* in foodstuffs. EFSA Journal 2016;14(7):4524, 93 pp. doi:10.2903/j.efsa.2016.4524

<sup>(17)</sup> Dienststelle Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz, Luzern (2012), „Lebensmittelhygiene“, <http://www.laboratorium.lu.ch/lebensmittelhygiene.pdf> (Stand: 01.11.2012)

<sup>(18)</sup> Carl (2004)  
Muva Kempten, „Grundlegende Überlegungen zur richtigen Probenahme“

<sup>(19)</sup> Andrei Paul (2005)  
„Praxishandbuch Hygiene und HACCP“, Behr Verlag

<sup>(20)</sup> Philipowski Hans Dieter  
Cleaning Technology, Sonderdruck Verfahren zur Reinigungskontrolle, [http://act-international.bk0.info/fileadmin/inhalte\\_website/Produkte/ATP/Artikel\\_Hygienekontrolle.pdf](http://act-international.bk0.info/fileadmin/inhalte_website/Produkte/ATP/Artikel_Hygienekontrolle.pdf) (Stand: 01.11.2012)

<sup>(21)</sup> LfL (2012)-Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
„Möglichkeiten und Bewertung von Hygienekontrollen im Haushalt“, [http://www.technikerschule-kaufbeuren.bayern.de/aktuelles/linkurl\\_6.pdf](http://www.technikerschule-kaufbeuren.bayern.de/aktuelles/linkurl_6.pdf) (Stand: 01.11.2012)

<sup>(22)</sup> „Hygiene-Selbstkontrolle“ bioexam, Merkblatt: Beprobung von Arbeitsflächen“, AMA

<sup>(23)</sup> Deflorin, Binz, Gerber (2011)  
„Hygiene-Selbstkontrolle“



Qualitätssicherung. **Vom Landwirt bis zur Ladentheke.**



## **QS Fachgesellschaft Obst-Gemüse-Kartoffeln GmbH**

Geschäftsführer: Dr. H.-J. Nienhoff

Schedestraße 1-3  
53113 Bonn

Tel +49 228 35068-0  
Fax +49 228 35068-10

[info@q-s.de](mailto:info@q-s.de)  
[www.q-s.de](http://www.q-s.de)

Fotos: QS