

## Hohe Keimbelastung in Sprossen und küchenfertigen Salatmischungen

Aktualisierte Stellungnahme Nr. 017/2011 des BfR vom 09. Mai 2011\*

Frische Sprossen und küchenfertige Salatmischungen aus der Tüte, die Tage zuvor geschnitten, gewaschen und verpackt wurden, gehören zu den leicht verderblichen Lebensmitteln. Obwohl sie gekühlt aufbewahrt werden, besteht die Möglichkeit eines schnellen mikrobiellen Verderbs und die Gefahr der Kontamination mit krankmachenden Keimen wie Listerien, Salmonellen, *E. coli*-Bakterien oder Viren wie Noroviren oder Hepatitis A-Viren. Diese Mikroorganismen können verschiedene Lebensmittelinfektionen in unterschiedlicher Schwere und mit unterschiedlichen Symptomen wie Übelkeit, Magenverstimmungen, blutigen Durchfällen oder Nierenfunktionsstörungen hervorrufen. Frische Sprossen sowie küchenfertige Mischungen aus Blattsalaten und Rohkost wie Weiß- oder Rotkohl und Möhren können damit zu einer Infektionsgefahr für den Menschen werden.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat Untersuchungen zur Keimbelastung von Sprossen und küchenfertigen Salatmischungen durchgeführt: 2009 wurden 59 Einzelproben von frischen, fertig verpackten Sprossen und Keimlingen aus dem Einzelhandel untersucht. Das Ergebnis zeigte, dass Keime sich in fertig verpackten Sprossen bereits innerhalb von wenigen Tagen stark vermehren und am Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums eine sehr hohe Keimbelastung aufweisen.

2008 untersuchte das BfR küchenfertige Mischsalate aus dem Einzelhandel auf Listerienerreger. Von 133 Mischsalaten enthielten 5 % der Proben das krankmachende Bakterium *Listeria monocytogenes*, insbesondere Mischsalate mit Zusätzen von Weißkohl.

Intakte Salat- und Kohlblätter bieten einen gewissen natürlichen Schutz gegen Keime. Dieser wird zerstört, wenn sie geschnitten werden. An den Schnittflächen tritt Zellsaft aus, der Keime anzieht. Die in den Plastikverpackungen herrschende Luftfeuchte bietet zudem ein ideales Klima zum beschleunigten Wachstum von Mikroorganismen. In der wissenschaftlichen Literatur werden für die hohe Keimbelastung von Sprossen und küchenfertigen Mischsalaten vielfältige Ursachen verantwortlich gemacht. Die Kontamination mit Keimen kann bereits während der Wachstums- oder Erntephase erfolgen, beispielsweise durch das Beregnen mit verunreinigtem Wasser. Des Weiteren können Hygienemängel während des Bearbeitungsprozesses wie kontaminiertes Waschwasser oder mangelnde Kühlung das Keimwachstum in Sprossen und Mischsalaten begünstigen. Einige Keime werden über landwirtschaftliche Nutztiere in die Lebensmittelkette eingetragen, andere kommen überall in der Umwelt vor. Die Keime haften teilweise fest an der Oberfläche der Pflanzen, insbesondere bei Weißkohl, oder können sogar in das Gewebe eindringen. Inwieweit sich Keime in den Zellen von Pflanzen vermehren, ist wissenschaftlich noch nicht geklärt. Sicher ist aber, dass Keime sich in Pflanzenzellen wesentlich langsamer vermehren als in tierischen Zellen. Auch die Aufzucht von Sprossen in besonderen Behältern fördert das Wachstum von Keimen, so dass auf Zwischenreinigungen geachtet werden sollte.

Auch wenn sich Lebensmittelinfektionen in Deutschland nur sehr selten auf den Verzehr von Gemüsepflanzen und Keimlingen zurückführen lassen, sollten Personen mit geschwächter Immunabwehr auf den Verzehr von rohen Sprossen und abgepackten vorgeschnittenen Mischsalaten vorsichtshalber verzichten. Allen anderen Personen rät das BfR, diese Lebensmittel vor dem Verzehr zur Verringerung der Keimbelastung gründlich zu waschen und möglichst schnell zu verbrauchen.

\* Die aktualisierte Stellungnahme ersetzt die Information Nr. 026/2010 vom 16. Juni 2010

## 1 Vorgefertigte Mischsalate sowie Sprossen und Keimlinge

Frisches Gemüse bildet einen wertvollen und wichtigen Bestandteil der menschlichen Ernährung. Der weltweite Handel mit Gemüse hat stetig zugenommen und bereits zu ersten internationalen hygienischen Empfehlungen geführt (FAO/WHO 2008 a, b). In den vergangenen Jahren ist auch in Deutschland das Angebot an Lebensmitteln, die eine komfortable und bequeme Handhabung bieten, gestiegen. Hierbei stellen die so genannten Fresh-cut-products einen immer größer werdenden Anteil dar. Im Bereich des Gemüses sind das frische, verpackte Salate aus geschnittenen und gewaschenen Einzelkomponenten (Anon., 2008). Auch der Verzehr von Keimlingen (Sprossen) verschiedener Getreide (Weizen u.a.) und Leguminosenarten (Luzerne, Alfalfa u.a.) erfreut sich bei Verbrauchern in Deutschland zunehmender Beliebtheit. Die Keimlinge werden meist roh oder nur leicht erhitzt (blanchiert) verzehrt. Vorgefertigte Mischsalate können zusätzlich u.a. mit Käse, Schinken und/oder einem Dressing sowie einer Kunststoffgabel in einer Schale verpackt angeboten und damit zu einem Fertiggericht aufgewertet werden.

Frische, vorverpackte Mischsalate zählen aufgrund ihrer Zusammensetzung aus geschnittenen Pflanzenteilen und einer hohen primären Keimbelastung zu den leicht verderblichen Lebensmitteln. Erzeugnisse dieser Art können naturgemäß nicht keimfrei hergestellt werden. Sie stellen höchste Anforderungen an die Rohstoffe und Verarbeitungstechnologie. Werden diese Anforderungen nicht erfüllt, besteht nicht nur die Gefahr des mikrobiellen Verderbs, sondern auch die Gefahr der Kontamination mit pathogenen Mikroorganismen. Gelangen Bakterien oder Schimmelpilze während der Lagerhaltung, im Verlauf des Auskeimens oder während der nachfolgenden Behandlung bis zum Verzehr auf die Sprossen, können sie dort überleben und in der Keimphase infolge des hierbei herrschenden feuchtwarmen Klimas sich auch vermehren. Dies gilt für „banale“ Keime ebenso wie für Krankheitserreger, wie zum Beispiel *Listeria monocytogenes*, Salmonellen und pathogenen *E.coli* und für Schimmelpilze. Obwohl die Mischsalate vielfach unter Schutzatmosphäre verpackt werden und in einer ununterbrochenen Kühlkette unter 6° C gelagert werden sollen, können sich psychrotrophe, mikroaerophile *Listeria* spp. in derartigen Produkten vermehren.

Besonders Weißkohl, der als Zutat in Mischsalaten eingesetzt wird, ist anfällig für Kontaminationen mit Listerien, wie zahlreiche Studien belegen (z.B. Kuo, 1990).

Frische Sprossen und Keimlinge werden häufig als Brotbelag oder zur Aufwertung von Salaten unbehandelt oder nur kurz blanchiert verzehrt. Am bekanntesten sind die Sprossen der Mungbohne, die im allgemeinen Sprachgebrauch häufig (fälschlicherweise) als Sojasprossen bezeichnet werden. Aber auch der Verzehr von anderen Sorten wie zum Beispiel Alfalfasprossen (amerikanische Bezeichnung für Sprossen der Luzerne) oder Sprossen von Linsen, Radieschen, Erbsen (Green Pees), Bohnen und Knoblauch, die wegen ihres sehr milden Aromas geschätzt werden, nimmt zu.

Bei der Aufzucht von Sprossen gibt es verschiedene Systeme. Zumeist werden Sprossen und Keimlinge in speziellen Aufzuchtbehältern gezogen. Aufzuchtbehälter haben eine große Verbreitung im Bio-Handel. Aber auch Discounter und Großhandelsketten bieten frische Sprossen und Keimlinge an. Die Produkte werden zumeist auf sog. Trayschalen aus Kunststoff oder Pappe mit Einschlagfolie oder in geschlossenen Kunststoff-Schalen ohne Schutzbegasung oder sonstige erkennbare Konservierungen (antibakterielle Folien, Inlays) vertrieben. Die Haltbarkeit wird mit bis zu acht Tagen angegeben.

Bei Produkten, die in Aufzuchtbehältnissen gezogen werden, muss bei der Herstellung auf ein ordnungsgemäßes Zwischenreinigen und Desinfizieren geachtet werden, da die Aufzuchtbehälter einen idealen Brutplatz für Mikroorganismen aller Art darstellen können.

## 2 Bakterielle Kontamination von Sprossen

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat 2009 insgesamt 59 Einzelproben von frischen, fertigverpackten Sprossen und Keimlingen aus dem Berliner Einzelhandel gegen Ende der angegebenen Haltbarkeit untersucht. Dabei handelte es sich um 20 Mungobohnen-, 11 Luzerne- (Alfalfa-), 3 Linsen-, 2 Erbsenspargel-, 2 Bohnen- (Green Peas), 3 Rettich-, 3 Radieschen-, 1 Fenchel-, 1 Dinkel-, 1 Weizen- und 2 Sonnenblumenerzeugnisse, sowie 10 Mischungen aus Sprossen und Keimlingen. Nach 4 Tagen Lagerzeit bei 10° C stieg die Gesamtkeimzahl z.B. von Mungobohnensprossen bereits von 10<sup>7</sup> auf knapp 10<sup>9</sup> KbE pro Gramm. Das BfR hat bei den Versuchen nach Ablauf der angegebenen Haltbarkeit Gesamtkeimzahlen ermittelt, die über 2,0x10<sup>10</sup> KbE/g hinaus gingen.

Die auf einigen Packungen angegebenen Hinweise zum Waschen der Produkte verringerten die mikrobielle Belastung nur geringfügig. Durch Spülen mit 1 %iger Essigsäure (zweimal je 5 Minuten) konnte die Gesamtkeimzahl unter aeroben Bedingungen um etwa zwei Zehnerpotenzen verringert werden.

## 3 Kontaminationsmöglichkeiten von Mischsalat mit *Listeria monocytogenes*

Die Gefahr einer Kontamination mit *Listeria monocytogenes* von verpackten Mischsalaten besteht auf verschiedenen Stufen der Gewinnung und Verarbeitung der Salate. Die Erstkontamination erfolgt in der Regel bei der Gewinnung: Der Erreger kommt im Erdreich vor und kann von dort aus auf pflanzliche Nahrungsmittel gelangen. Eine Möglichkeit der Kontamination besteht insbesondere beim biologischen Anbau mit organischen Düngungen (Kompost, Mist, Gülle) und beim Beregnen mit verunreinigtem Wasser.

Die Verarbeitung und Behandlung der Salate bei der Herstellung eines Mischsalates führt nicht immer zu einer Abtötung der Keime. Littel und Gillespie (2007) stellten fest, dass pathogene Mikroorganismen fest an der Oberfläche von Pflanzen anhaften und zudem in die pflanzlichen Gewebe eindringen können. Diese Tatsache erschwert die Entkeimung kontaminierter Salate durch einen Waschprozess. Aus diesem Grund ist die Effizienz der Waschsysteeme, wie der Einsatz von chloriertem Wasser, bezüglich pathogener Mikroorganismen wie *Listeria monocytogenes* nicht bekannt (Molloy et al., 2004).

Ebenso können Hygienemängel zu einer Rekontamination von Lebensmitteln während des Bearbeitungsprozesses führen. Dies kann zum Beispiel durch die Verwendung von kontaminiertem Waschwasser oder durch unzureichende Hygiene bei der Kühlung von Salaten geschehen. Die hohe Anzahl der oben aufgeführten Kontaminationsmöglichkeiten von Mischsalat mit *Listeria monocytogenes* erfordert regelmäßige Kontrollen durch die Hersteller und den Vertrieb, um eine Gefährdung der Verbraucher so weit wie möglich zu begrenzen. Die deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) gibt folgende Richt- und Warnwerte für pathogene Mikroorganismen in Mischsalaten (ohne Sprossen) an, die bei Abgabe abgepackter Ware an den Verbraucher eingehalten werden sollten (s. Tabelle 1) (DGHM, 2007).

**Tabelle 1: Richt- und Warnwerte für Mischsalate (DGHM, 2007)**

	Richtwert (KbE*/g)	Warnwert (KbE*/g)
Aerobe mesophile Koloniezahl	$5 \times 10^7$	---
<i>Escherichia coli</i>	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
Salmonellen	---	n.n. in 25 g
<i>Listeria monocytogenes</i>	---	$1 \times 10^2$
Schimmelpilze	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
Hefen	$1 \times 10^5$	---

\*Kolonie bildende Einheiten                      n.n. = nicht nachweisbar

Im November 2010 hat die DGHM seine Richt- und Warnwerte um einen Entwurf einer Empfehlung mit Werten für Keimlinge und Sprossen zur Abgabe an den Verbraucher ergänzt (Tabelle 2). Darin wird keine aerobe mesophile Koloniezahl aufgeführt. Dafür wird die Liste aber um koagulase-positive Staphylokokken, präsumptive *Bacillus cereus* und Shigatoxin-bildende *E. coli* (STEC) ergänzt.

**Tabelle 2: Richt- und Warnwerte für für Keimlinge und Sprossen zur Abgabe an den Verbraucher (DGHM, 2010)**

Entwurf einer Empfehlung, 08.06.2010

	Richtwert (KbE*/g)	Warnwert (KbE*/g)
<i>Escherichia coli</i>	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
Koagulase-positive Staphylokokken	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
Präsumptive <i>Bacillus cereus</i>	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
STEC	---	n.n. in 25 g
Salmonellen	---	n.n. in 25 g
<i>Listeria monocytogenes</i> <sup>a</sup>	---	$1 \times 10^2$

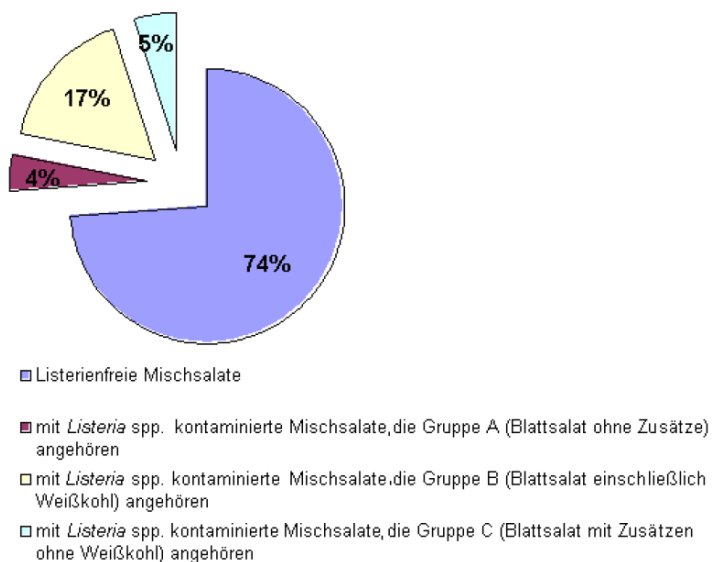
\*Kolonie bildende Einheiten                      n.n. = nicht nachweisbar

<sup>a</sup> Für den Nachweis und die Bewertung von *Listeria monocytogenes* sind die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien in der jeweils gültigen Fassung für Lebensmittel zu beachten.

Bei Untersuchungen des BfR von Januar bis Juni 2008 an 133 Mischsalaten (A: Blattsalate ohne Zusätze; B: Blattsalate einschließlich Weißkohl; C: Blattsalat mit Zusätzen ohne Weißkohl) konnten in 26 % der Proben (n=34) *Listeria* spp. nachgewiesen werden. In 5 % der Proben (n=6) wurden *Listeria monocytogenes* festgestellt.

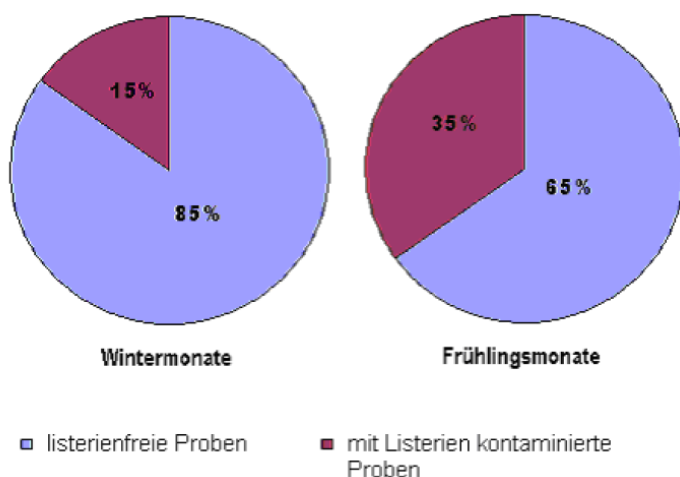
Die Mehrheit der *Listeria* spp. wurde aus der Gruppe B der Mischsalate isoliert, wie die Abbildung 1 zeigt.

Abbildung 1: Anteil der mit *Listeria* spp. kontaminierten Proben und deren Verteilung auf die einzelnen Gruppen



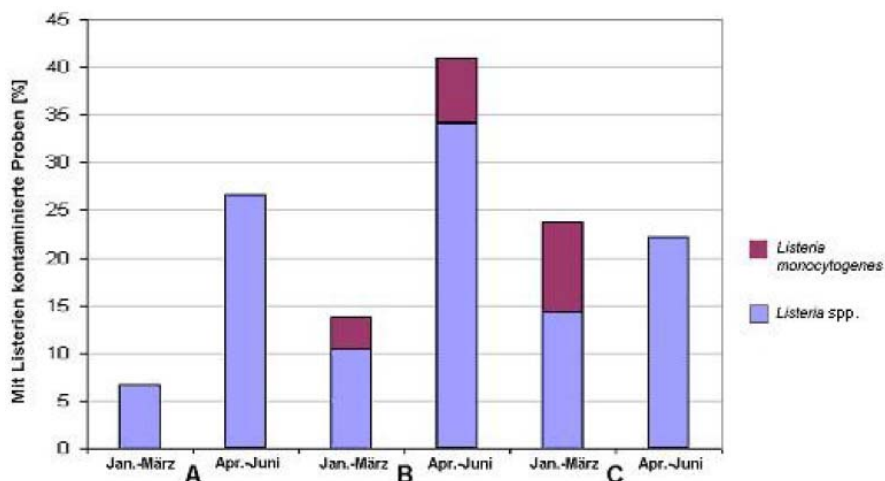
Aus der Abbildung 2 wird ersichtlich, dass in den Wintermonaten ein deutlich geringerer Anteil (15 %) der untersuchten Proben Listerien enthielt, wogegen im Frühjahr 35 % der Mischsalate Listerien aufwiesen.

Abbildung 2: Vorkommen von *Listeria* spp. in den Winter- und Frühlingsmonaten



Im Zeitraum von Januar bis Juni wurden aus 42 Mischsalaten mit Weißkohl bei drei Proben *Listeria monocytogenes*-Stämme isoliert (s. Abbildung 3).

**Abbildung 3: Prozentualer Anteil von mit *Listeria* spp. kontaminierten Proben in den verschiedenen Gruppen und Untersuchungszeiträumen (A: Blattsalate ohne Zusätze; B: Blattsalate einschließlich Weißkohl; C: Blattsalate mit Zusätzen ohne Weißkohl)**



Wie sich aus den Untersuchungsergebnissen für die Spezies *Listeria monocytogenes* erkennen lässt, wurden in dem Untersuchungszeitraum von Januar bis Juni 2008 in 5 % der untersuchten Mischsalate die humanpathogene Spezies *Listeria monocytogenes* nachgewiesen, die bei z.B. immungeschwächten Personen zu einer Listeriose führen kann. Nach den Untersuchungsergebnissen zu urteilen, sind besonders die Mischsalate mit Zusätzen von Weißkohl anfällig für die Kontamination mit der pathogenen Listerienspezies. Somit wurden die Studien und der Bericht des Kantonalen Amtes für Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz Luzern hinsichtlich der Aussage, dass Kohl zu der Gruppe der hinsichtlich *Listeria monocytogenes* gefährdeten Lebensmittel gehört, bestätigt. Auch apathogene *Listeria* spp. wurden häufiger in der Gruppe B (Mischsalate mit Weißkohlzusatz) gefunden. Abbildung 3 zeigt, dass aus der Gruppe B der Mischsalate die Mehrheit der *Listeria* spp. isoliert wurden. So liegt die Vermutung nahe, dass aufgrund der großen Oberfläche und der Oberflächenstruktur des Kohls die anhaftenden Listerien auch bei einem Waschprozess besonders anhaften/gehalten werden. Vermutlich wird die Anzahl an Listerien während eines Waschvorgangs reduziert, dennoch lassen die Untersuchungsergebnisse den Schluss zu, dass eine vollständige Entfernung von Listerien auf dem Kohl durch den Verarbeitungsschritt des Waschens nicht erreicht werden kann.

Weißkohl verlangt daher im Zusammenhang mit einer möglichen *Listeria monocytogenes*-Kontamination eine besondere Aufmerksamkeit bei der Handhabung. Bei einem Verzicht auf eine organische Düngung während der Wachstumszeit des Kohls kann eine Kontaminationsquelle mit Listerien ausgeschaltet werden. Allerdings zeigen die Untersuchungsergebnisse, dass neben Kohl auch Blattsalate Listerien in die verzehrfertigen Mischsalate mit eintragen. So wurden in den Mischsalaten der Gruppen A (Blattsalat ohne Zusätze) und C (Blattsalat mit Zusätzen, ohne Weißkohl) Listerien nachgewiesen, jedoch in geringerem Umfang als bei den Mischsalaten mit Weißkohl (Gruppe B). Vermutlich ist auch hier die große Oberfläche des Salatkopfes anfällig für Listerienkontaminationen, die zum Beispiel durch die Düngung mit organischem Dünger verursacht werden. Bei Blattsalaten ohne Zusätze wurden allerdings ausschließlich apathogene Listerienspezies nachgewiesen und nicht die humanpathogene Spezies *Listeria monocytogenes*.

Im Hinblick auf saisonale Unterschiede zwischen den Untersuchungsergebnissen aus den Wintermonaten im Vergleich zu denen aus den Frühlingsmonaten lässt sich erkennen, dass zwischen dem Vorkommen von apathogenen Listerien und der pathogenen Spezies *Listeria monocytogenes* eine Differenz vorliegt: Im Vorkommen von *Listeria monocytogenes* gibt es keine saisonalen Unterschiede, bei apathogenen *Listeria* spp. lassen sich diese dagegen nachweisen. Aus Abbildung 2 wird ersichtlich, dass in den Wintermonaten ein deutlich geringerer Anteil (15 %) der untersuchten Proben Listerien enthielt als im Frühjahr, wo 35 % der Mischsalate Listerien aufwiesen. Die erhöhten Zahlen an mit Listerien kontaminierten Proben in den Frühlingsmonaten lassen sich vermutlich mit den Kultivierungsbedingungen der Salate und Gemüse erklären. So wachsen die Salate und Gemüsearten im Winter in Gewächshäusern und unterliegen nur bedingt äußeren Einflüssen. Dagegen wird der Keimgehalt der Salate und Gemüse, die im Freien wachsen, von Umwelteinflüssen, wie Kontakt mit Erdboden, Regen und Tieren, beeinflusst. Zusätzlich können durch Wind Keime an den Salat herangetragen werden. Der Kontakt mit durch Wind übertragenen Keimen und in besonderem Maße der Kontakt mit Tieren bzw. mit deren Fäkalien führt zu Kontaminationen, die im Gewächshaus ausgeschlossen werden können. Auch das Düngungsverhalten könnte zwischen Winter- und Frühlingsmonaten variieren. Mit hoher Wahrscheinlichkeit führen die genannten Gründe zu den saisonalen Unterschieden zwischen den Winter- und Frühlingsmonaten im Vorkommen von Listerien.

#### 4 Kontamination mit *E. coli*-Erregern (VTEC/STEC/EHEC)

Vero (Shiga) Toxin-bildende *E. coli* (VTEC/STEC) spielen eine wichtige Rolle als Erreger von Durchfallerkrankungen bei Menschen. Unter diesen stellen die enterohämorrhagischen *E. coli* (EHEC) eine besonders virulente Variante dar, die blutige Durchfallerkrankungen und Nierenschäden (Hämolytisch Urämisches Syndrom, HUS) auslösen können.

Untersuchungen aus verschiedenen Ländern haben gezeigt, dass pflanzliche Lebensmittel wie Früchte, Gemüse, Salat, die roh verzehrt werden, eine wichtige, aber bisher unterschätzte Ansteckungsquelle für STEC/EHEC darstellen. In verschiedenen Ländern kam es zu Ausbrüchen an EHEC-Infektionen nach Verzehr von Gemüse und Salat, die mit diesen Erregern kontaminiert waren. Berichtet wurde auch über einen Ausbruch in den USA durch Spinat. Der bisher größte Ausbruch an einer EHEC-Infektion mit über 6000 Erkrankten in Japan ist auf EHEC kontaminierte Rettichsprossen zurückzuführen. In Deutschland werden pflanzliche Lebensmittel in der Regel nicht auf STEC/EHEC untersucht. Die hohe Kontaminationsrate bei Fleisch- und Milchprodukten zeigt jedoch, dass STEC/EHEC in der Nahrungsmittelproduktion in Deutschland ein Problem darstellen.

Die Hauptquelle für den Eintrag von STEC/EHEC in die Lebensmittelkette sind nach den bisherigen Erkenntnissen landwirtschaftliche Nutztiere, insbesondere Rinder, Schafe und Ziegen. Bestandsabhängig kann die STEC-Ausscheiderrate bei den Tieren über 50 % liegen. Mit dem Kot der Ausscheidertiere geraten große Mengen an STEC/EHEC in die Umwelt. Für einige STEC/EHEC konnte gezeigt werden, dass sie in der Umwelt (Wasser, Boden) über Wochen lebensfähig und infektiös bleiben. Die Kontamination von pflanzlichen Nahrungsmitteln mit STEC/EHEC kann über Naturdüngung (Gülle, Mist, Kompost), kontaminierte Böden und kontaminiertes Gießwasser stattfinden. STEC/EHEC haben Mechanismen entwickelt, sich an Blattoberflächen anzuheften und werden somit nicht einfach über natürliche Prozesse abgestoßen. Es wurde auch über die Aufnahme der Erreger durch die Wurzeln der Pflanze und seine Einlagerung im Gewebe berichtet.

## 5 Kontamination mit Salmonellen

In den vergangenen Jahren mehren sich Berichte und Publikationen zum Vorkommen von *Salmonella enterica* in Pflanzen, die für den menschlichen Verzehr geeigneten sind. Im Vordergrund stehen hier Berichte zum Vorkommen von Salmonellen bei Tomaten, Salat oder auch in Sprossen.

Auf Gemüse und anderen Nutzpflanzenarten können Salmonellen nachgewiesen werden. Hierbei ist zu unterscheiden, ob diese auf der Oberfläche oder innerhalb des Gemüses lokalisiert sind. Bei der oberflächlichen Kontamination gelangen Salmonellen durch kontaminierte Düngemittel auf die Pflanze und ihre Früchte. Im zweiten Fall gelangen die Salmonellen durch Aufnahme über die Wurzeln oder auch direktes Eindringen über die pflanzlichen Zellen in das Innere der Frucht. Während für die oberflächliche Kontamination die Reinigung des Gemüses durch Abwaschen geeignet ist, können im zweiten Fall bei Vorliegen invasiver Salmonellen in den Pflanzen die Erregern nur durch Erhitzung oder Bestrahlung bzw. andere Desinfektionsverfahren abgetötet werden.

Für die Häufigkeiten des Auftretens von Salmonellen in Tomaten, Salat oder Sprossen liegen für Deutschland und auch andere Länder keine verlässlichen Zahlen vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Häufigkeit menschlicher Erkrankungen durch den Verzehr von mit Salmonellen belasteten Gemüsepflanzen aus dem Anbau relativ gering ist. Das gilt besonders im Vergleich zu den Zahlen an Salmonellosen, die auf den Genuss von tierischen Lebensmitteln wie Geflügel- bzw. Schweinefleisch zurückzuführen sind. In Deutschland sind Ausbrüche durch den Verzehr mit Salmonellen belasteter Tomaten oder anderer Obstpflanzen nicht beschrieben. Lediglich in den USA wurden auf aus Mexiko importierte Tomaten zurückzuführende Ausbrüche publiziert.

## 6 Kontamination mit Viren

In der Literatur wird immer wieder über Krankheitsausbrüche durch Viren nach dem Verzehr von rohen Salaten und Gemüse berichtet, wenngleich die vorhandenen Daten zu den Ursachen äußerst lückenhaft sind. Vor allem Gastroenteritis-Ausbrüche durch Noroviren und Erkrankungen durch das Hepatitis A-Virus wurden beschrieben. Die Viren gelangen in die Lebensmittel entweder während der Verarbeitung durch infizierte Mitarbeiter (Wadl et al., 2010; Schmid et al., 2007; Gallimore et al., 2005) oder vorher während des Anbaus durch Kontamination mit Virus-haltigem Wasser oder Dünger (Wheeler et al., 2005; Mara und Sleight, 2010). Ob die Viren im letzteren Fall nur an der Oberfläche der Pflanzen haften oder auch über die Wurzeln aufgenommen werden, ist noch weitgehend unbekannt. Einige neuere experimentelle Studien legen nahe, dass zwar mitunter für den Menschen apathogene Viren über die Wurzeln in die Pflanzen aufgenommen werden; dies konnte jedoch für die Krankheitserreger Noro- und Hepatitis A-Viren noch nicht zweifelsfrei gezeigt werden (Chancellor et al., 2006; Urbanucci et al., 2009; Wei et al., 2010). Empfohlene Maßnahmen gegen durch Salat übertragene Virus-Erkrankungen betreffen vor allem hygienische Maßnahmen während der Ernte, Verarbeitung und Zubereitung, die eine virale Kontamination verhindern sollen sowie die ausschließliche Verwendung sauberen Wassers bei der Bewässerung.

## 7 Zusammenfassung

Zur Frage der endophytischen Ausbreitung von Erregern, d.h. der Vermehrung in Pflanzenzellen und Wanderung von Zelle zu Zelle, gibt es mittlerweile Untersuchungen zum Eindringen von Salmonellen in Gemüse über die Wurzel. Die Forschung auf diesem Gebiet steht jedoch noch am Anfang. Bisher sind nur bestimmte Bakterienstämme auf ausgewählten



Pflanzen untersucht worden. Dabei wurde der Transport von Keimen innerhalb der Pflanze nachgewiesen. Die Vermehrungsrate der Keime ist in der Pflanzenzelle im Vergleich zur tierischen Zelle aber reduziert. Die Untersuchungen liefern Hinweise, es lassen sich aber daraus keine allgemeingültigen Aussagen für alle Salmonellenstämme und Gemüsesorten ableiten. Es fehlen auch Daten über die Häufigkeit des Auftretens von Salmonellen in Pflanzen. Sicher ist dagegen, dass bei verzehrfertigen Mischsalaten eine Kontamination mit *Listeria monocytogenes*, Salmonellen, pathogenen *E. coli* und pathogenen Viren möglich ist.

Vor allem Salatmischungen, die Weißkohl als Zusatz enthalten und in den Monaten von April bis Juni im Handel angeboten werden, verlangen hinsichtlich einer möglichen Kontamination mit *Listeria* spp. und *Listeria monocytogenes* besondere Aufmerksamkeit.

Zur Abschätzung des möglicherweise steigenden Risikos in den Sommermonaten sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Die beste Maßnahme gegen ein erhöhtes Erkrankungsrisiko durch den Rohverzehr von Salaten, Sprossen, Gemüse und Obst stellt nach derzeitigem Stand der Erkenntnisse nach wie vor das gründliche Waschen mit Trinkwasser dar.

## 8 Literaturverzeichnis

1. Abdul-Raouf, U.M., Beuchat, L.R., Ammar, M.S. (1993): Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 on salad vegetables. *Appl Environ Microbiol.* 59(7): 1999-2006.
2. Anon. (2008): Lebensmittel Technik; Frisch in die Schale, 3/2008
3. C.L. Littel, Gillespie, I.A. (2007): Prepared salads and public health. London 2007
4. Chancellor DD, Tyagi S, Bazaco MC, Bacvinskas S, Chancellor MB, Dato VM, de Miguel F. (2006): Green onions: potential mechanism for hepatitis A contamination. *J Food Prot.* 2006 Jun; 69(6):1468-72. PubMed PMID: 16786877.
5. DGHM (2010): Veröffentlichte mikrobiologische Richt- und Warnwerte zur Beurteilung von Lebensmitteln (Stand: November 2010); Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften Lebensmittel-Mikrobiologie und Hygiene; Meckenheimer Allee 168, D-53115 Bonn ; DGHM - Richt- und Warnwerte. <http://www.lm-mibi.uni-bonn.de/DGHM.html>
6. (FAO/WHO (2008a): Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs. Microbiological Risk Assessment Series 14. Meeting report. <http://www.who.int/foodsafety>
7. (FAO/WHO (2008b): Microbiological hazards in fresh fruits and vegetables. Microbiological Risk Assessment Series. Pre-publication version. Meeting report. <http://www.who.int/foodsafety>
8. Gallimore CI, Pipkin C, Shrimpton H, Green AD, Pickford Y, McCartney C, Sutherland G, Brown DW, Gray JJ. (2005): Detection of multiple enteric virus strains within a foodborne outbreak of gastroenteritis: an indication of the source of contamination. *Epidemiol Infect.* 2005 Feb; 133(1):41-7. PubMed PMID: 15724709.
9. Grant J, Wendelboe AM, Wendel A, Jepson B, Torres P, Smelser C, Rolfs RT (2006): Spinach-associated *Escherichia coli* O157:H7 outbreak, Utah and New Mexico, 2006. *Emerg Infect Dis.* 2008 Oct; 14(10):1633-6.
10. Hartung, M. (2005): Zoonoseerreger 2005 bei der amtlichen Lebensmittelüberwachung in Deutschland. BfR Intranet.
11. Hilborn ED, Mermin JH, Mshar PA, Hadler JL, Voetsch A, Wojtkunski C, Swartz M, Mshar R, Lambert-Fair MA, Farrar JA, Glynn MK, Slutsker L (1999): A multistate

- outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with consumption of mesclun lettuce. *Arch Intern Med.* 1999 Aug 9-23; 159(15):1758-64.
12. Hilborn ED, Mshar PA, Fiorentino TR, Dembek ZF, Barrett TJ, Howard RT, Cartter ML (2000): An outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections and haemolytic uraemic syndrome associated with consumption of unpasteurized apple cider. *Epidemiol Infect.* 2000 Feb; 124(1):31-6.
  13. Kuo, Hong-June (1990): Modellversuche über den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Vermehrung von *Listeria monocytogenes* in Lebensmitteln. Dissertation im Fachbereich Lebensmitteltechnologie und Biotechnologie. Berlin 1990
  14. Mara D, Sleight A. (2010): Estimation of norovirus infection risks to consumers of wastewater-irrigated food crops eaten raw. *J Water Health.* 2010 Mar;8(1):39-43. PubMed PMID: 20009246.
  15. Molloy, E.; Idler, Ch.; Hassenberg, K.; Plöchl, M.; Geyer, M. und Barnes, J. (2004): Ozonated Wash-Water for Quality Assurance of Pre-packed Salads. World Congress on Foodborne Infections and Intoxications. Berlin 2004
  16. Rangel JM, Sparling PH, Crowe C, Griffin PM, Swerdlow DL. Epidemiology of *Escherichia coli* O157 (2005):H7 outbreaks, United States, 1982-2002. *Emerg Infect Dis.* 2005 Apr;11(4):603-9.
  17. Schmid D, Stüger HP, Lederer I, Pichler AM, Kainz-Arnfelder G, Schreier E, Allerberger F. (2007): A foodborne norovirus outbreak due to manually prepared salad, Austria 2006. *Infection.* 2007 Jun;35(4):232-9. Epub 2007 Jul 23. PubMed PMID: 17646906.
  18. Shaw RK, Berger CN, Feys B, Knutton S, Pallen MJ, Frankel G. (2008): Enterohemorrhagic *Escherichia coli* exploits EspA filaments for attachment to salad leaves. *Appl Environ Microbiol.* 2008 May;74(9):2908-14. Epub 2008 Feb 29.
  19. Söderström A, Osterberg P, Lindqvist A, Jönsson B, Lindberg A, Blide Ulander S, Welinder-Olsson C, Löfdahl S, Kaijser B, De Jong B, Kühlmann-Berenzon S, Boqvist S, Eriksson E, Szanto E, Andersson S, Allestam G, Hedenström I, Ledet Muller L, Andersson Y. (2008): A large *Escherichia coli* O157 outbreak in Sweden associated with locally produced lettuce. *Foodborne Pathog Dis.* 2008 Jun;5(3):339-49.
  20. Urbanucci A, Myrmel M, Berg I, von Bonsdorff CH, Maunula L. (2009): Potential internalisation of caliciviruses in lettuce. *Int J Food Microbiol.* 2009 Oct 31;135(2):175-8. Epub 2009 Aug 6. PubMed PMID: 19720414.
  21. Wachtel MR, Whitehand LC, Mandrell RE. (2002): Association of *Escherichia coli* O157:H7 with preharvest leaf lettuce upon exposure to contaminated irrigation water. *J Food Prot.* 2002 Jan;65(1):18-25.
  22. Wadl, M., Scherer, K., Nielsen, S., Diedrich, S., Ellerbroek, L., Frank, C., Gatzler, R., Hoehne, M., John, R., Klein, G., Koch, J., Schulenburg, J., Thielbein, U., Stark, K. und Bernard, H. (2010): Food-borne norovirus-outbreak at a military base, Germany, 2009. *BMC Infectious Diseases*, in press.
  23. Wei J, Jin Y, Sims T, Kniel KE. (2009): Manure- and biosolids-resident murine norovirus 1 attachment to and internalization by Romaine lettuce. *Appl Environ Microbiol.* 2010 Jan;76(2):578-83. Epub 2009 Nov 20. PubMed PMID: 19933344; PubMed Central PMCID: PMC2805210.
  24. Werber D, Beutin L, Pichner R, Stark K, Fruth A. (2008): Shiga toxin-producing *Escherichia coli* serogroups in food and patients, Germany. *Emerg Infect Dis.* 2008 Nov;14(11):1803-6.
  25. Wheeler C, Vogt TM, Armstrong GL, Vaughan G, Weltman A, Nainan OV, Dato V, Xia G, Waller K, Amon J, Lee TM, Highbaugh-Battle A, Hembree C, Evenson S, Ruta MA, Williams IT, Fiore AE, Bell BP. (2005): An outbreak of hepatitis A associated with green onions. *N Engl J Med.* 2005 Sep 1;353(9):890-7. PubMed PMID: 16135833.

26. WHO (1998): Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: a review.  
Prepared by L.R. Beuchat, University of Georgia, USA. Dokument  
WHO/FSF/FOS/98.2