

Arch Lebensmittelhyg 64,
36–42 (2013)
DOI 10.2376/0003-925X-64-36

© M. & H. Schaper GmbH & Co.
ISSN 0003-925X

Korrespondenzadresse:
Almut.Niederberger@bfr.bund.de

Bundesinstitut für Risikobewertung, Abteilung Biologische Sicherheit, Fachgruppe
Prävention und Aufklärung lebensmittelbedingter Ausbrüche, Max-Dohrn-Str. 8–10,
10589 Berlin, Germany

Sprossen als Vehikel für lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche

Sprouts as vehicle in foodborne outbreaks

Almut Niederberger, Petra Hiller, Heidi Wichmann-Schauer

Zusammenfassung

Krankheitsausbrüche durch Salmonellen oder verotoxinbildende bzw. Enterohämorrhagische *Escherichia (E.) coli* (VTEC bzw. EHEC) im Zusammenhang mit dem Verzehr roher Sprossen wurden in den letzten 20 Jahren aus verschiedenen Ländern berichtet. In Deutschland fand der erste dokumentierte sprossenassoziierte Ausbruch 2011 statt, als mehrere tausend Personen mit teilweise schweren Verläufen an Enterohämorrhagischen *E. coli* erkrankten. Über 50 Menschen starben in Folge der Infektion. Sprossen aus Bockshornkleesamen konnten schließlich mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit als Vehikel identifiziert werden.

Sprossen entstehen durch das Auskeimen von Pflanzensamen. Die Bedingungen, die zur Herstellung von Sprossen benötigt werden, sind optimal für das Wachstum von Mikroorganismen. Ein Eintrag von humanpathogenen Keimen in den Produktionsprozess kann daher zu einer Gesundheitsgefährdung führen, wenn die Sprossen roh verzehrt werden. Die Anwendung von keimreduzierenden Verfahren ist aufgrund der Empfindlichkeit der Samen und des Endproduktes limitiert. Um das Risiko einer lebensmittelbedingten Infektion zu vermeiden, sollten Personen mit geschwächter Immunabwehr Sprossen nicht roh verzehren.

Schlüsselwörter: Sprossen, Sprossenproduktion, lebensmittelbedingte Ausbrüche

Summary

Outbreaks of Salmonella or verotoxin-producing *Escherichia (E.) coli* associated with eating raw sprouts were reported from several countries during the last 20 years. Germany faced its first documented sprout-associated outbreak in 2011, when some thousand people suffered of severe illness due to enterohemorrhagic *E. coli* O104:H4. More than 50 people died from the infection. With high probability, sprouts grown from fenugreek seeds were identified as vehicle.

Sprouts are grown by germinating plant seeds. The production parameters needed for that germination process are ideal for the growth of microorganisms. Thus, if human pathogens are introduced to the sprout production process, a health hazard can occur especially if the sprouts are eaten raw. Processes appropriate to reducing microbial load are limited due to the sensitivity of seeds and sprouts. To avoid the risk of foodborne illness, people with weak immune systems should not eat raw sprouts.

Keywords: sprouts, sprout production, foodborne outbreaks

Sprossenassoziierte Ausbrüche

Das Jahr 2011 ist noch gut in Erinnerung als das Jahr des EHEC-Ausbruchs. Im Frühsommer 2011 kam es in Deutschland zu einem gehäuftem Auftreten von Erkrankungsfällen mit dem hämolytisch-urämischem Syndrom (HUS) und blutigen Durchfällen im Zusammenhang mit einer Infektion durch Enterohämorrhagische *Escherichia coli* (EHEC) des Serotyps O104:H4. Das Erkrankungsgeschehen betraf alle Bundesländer, aber vor allem Norddeutschland. Nach Angaben des Robert Koch-Instituts wurden dem Ausbruch fast 4000 Erkrankungsfälle zugeordnet. Insgesamt verstarben 53 Personen in Folge der EHEC-Infektion (RKI, 2011). Aus Ägypten importierte Bockshornkleesamen, die in einem niedersächsischen Gartenbaubetrieb und von Privatpersonen zur Sprossenproduktion verwendet wurden, werden als Ursache des EHEC-Ausbruchs 2011 angesehen (BfR, 2011).

Kurz nach dem EHEC-Ausbruch kam es in Deutschland zu einem weiteren überregionalen Krankheitsausbruch, der auf den Verzehr von Sprossen zurückgeführt werden konnte. Diesmal handelte es sich um Erkrankungen durch *Salmonella* (*S.*) Newport, die im Oktober und November 2011 auftraten. Insgesamt 106 Fälle aus 15 Bundesländern wurden dem Ausbruch zugeordnet (RKI, 2012). Auch in den Niederlanden kam es im Rahmen dieses Ausbruchs zu Erkrankungsfällen. Epidemiologische

Untersuchungen des Robert Koch-Instituts ergaben, dass der Verzehr von Sprossen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zu erkranken einherging (RKI, 2012).

In einer Meldung des europäischen Schnellwarnsystems für Lebens- und Futtermittel (RASFF) wurde der Nachweis von Salmonellen in einer Charge „Mungobohnensprossen“ von einem niederländischen Sprossenproduzenten berichtet. Die Salmonellen waren allerdings nicht weiter typisiert worden und das Isolat stand nicht mehr zur Verfügung. In einer bei einem Zwischenhändler entnommenen Routineprobe wurde jedoch *S. Newport* nachgewiesen. Dieser Zwischenhändler war mit der kontaminierten Charge aus dem niederländischen Betrieb beliefert worden. Stammvergleiche mit humanen Isolaten ergaben, dass es sich um den Ausbruchsstamm handelte. Auch die Rückverfolgung von Sprossenlieferungen ausgehend von Orten, an denen Erkrankte gegessen hatten, untermauerte den Verdacht, dass Mungobohnensprossen von diesem niederländischen Sprossenproduzenten ursächlich für den *S. Newport*-Ausbruch in Deutschland und den Niederlanden waren.

Der EHEC- und der *S. Newport*-Ausbruch 2011 sind die ersten berichteten sprossenassoziierten Ausbrüche in Deutschland. Im Zeitraum 1990 bis 2012 wurden mindestens 50 Ausbrüche berichtet, die auf den Verzehr von gesprossenen Samen zurückgeführt wurden. Die meisten dieser sprossenassoziierten Ausbrüche wurden durch Salmonellen verursacht (79 %), 16 % durch verotoxinbildende *E. coli*

TABELLE 1: Sprossenassoziierte Ausbrüche in den Jahren 2000 bis 2012.

Jahr	Erreger	Fälle	Ort	Sprossen-sorte	wahrscheinliche Ursache	Quelle
2000	<i>S. Enteritidis</i>	27	Niederlande	Mungobohnen	Samen	van Duynhoven et al., 2002
2000	<i>S. Enteritidis</i>	75	USA	Mungobohnen	–	CDC 2000
2000	<i>S. Enteritidis</i>	8	Kanada	Alfalfa	–	Harris et al., 2003
2001	<i>S. Enteritidis</i>	84	Kanada	Mungobohnen	Samen	Honish and Nguyen, 2001
2001	<i>S. Kottbus</i>	31	USA	Alfalfa	Samen	Winthrop et al., 2003
2001	<i>S. Enteritidis</i>	26	USA	Mungobohnen	Samen u./o. Sprossenproduzent	CDC 2003
2002	<i>S. Abony</i>	13	Finnland	Mungobohnen	–	EFSA 2011
2002	<i>S. Enteritidis</i>	nicht bekannt	USA	Mungobohnen	–	FSA 2003
2003	<i>S. Saintpaul</i>	16	USA	Alfalfa	–	CDC 2003
2003	<i>E. coli</i> O157	7	USA	Alfalfa	–	CDC 2003
2003	<i>E. coli</i> O157	13	USA	Alfalfa	–	CDC 2003
2003	<i>S. Chester</i>	26	USA	Alfalfa	–	CDC 2003
2004	<i>E. coli</i> O157	2	USA	Alfalfa	–	CDC 2004
2004	<i>S. Bovismorbificans</i>	35	USA	Alfalfa	–	CDC 2004
2005–2006	<i>S. Oranienburg</i>	125	Australien	Alfalfa	Samen	OzFoodNet 2006
2006	<i>S. Oranienburg</i>	15	Australien	Alfalfa	Samen	OzFoodNet 2007
2006	<i>S. Braenderup</i>	4	USA	Bohnsprossen	–	CDC 2006
2006	<i>S. Bareilly</i> und <i>S. Virchow</i>	115	Schweden	Mungobohnen	–	de Jong et al., 2007
2007	<i>S. Weltevreden</i>	45	Norwegen, Dänemark, Finnland	Alfalfa	Samen	Emberland et al., 2007
2007	<i>S. Stanley</i>	51	Schweden	Alfalfa	Samen	Werner et al., 2007
2009	<i>S. Bovismorbificans</i>	42	Finnland	Alfalfa	Samen	Rimhanen-Finne et al., 2011
2009	<i>S. Saintpaul</i>	235	USA	Alfalfa	Samen	CDC 2009; FDA 2009
2010	<i>S. Bareilly</i>	231	UK	Mungobohnen	–	Cleary et al., 2010
2010	<i>S. Newport</i>	44	USA	Alfalfa	Sprossenproduzent (?)	CDC 2010
2010–2011	<i>Salmonella</i> 14, [5], 12: i:-	140	USA	Alfalfa und "Spicy Sprouts"	Sprossenproduzent (?)	CDC 2011; FDA 2011
2011	<i>S. Enteritidis</i>	25	USA	Alfalfa und "Spicy Sprouts"	Sprossenproduzent (?)	CDC, 2011
2011	<i>E. coli</i> O104:H4	3793	Deutschland	Bockshornklee	Samen	BfR 2011, RKI 2011
2011	<i>S. Newport</i>	106	Deutschland	Mungobohnen	–	RKI 2012
2012	<i>E. coli</i> O26	29	USA	Klee	Samen	CDC 2012; FDA 2012

(VTEC). Tabelle 1 gibt einen Überblick über seit dem Jahr 2000 berichtete sprossenassoziierte Ausbrüche. Insbesondere in den USA wird regelmäßig über Krankheitsausbrüche berichtet, die auf den Verzehr von Sprossen zurückgeführt werden. Bereits in den Neunzigerjahren hatte die amerikanische Lebensmittelsicherheitsbehörde (FDA) darauf hingewiesen, dass von Sprossen zum Rohverzehr eine erhebliche Gesundheitsgefährdung ausgehen kann. Aus diesem Grund wurde in den USA eine Empfehlung zur Herstellung von Sprossen erarbeitet (National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Food NACMCF, 1999). Trotz dieser seit 1999 bestehenden Empfehlungen zur Sprossenproduktion gab es seit 2000 mindestens 16 sprossenassoziierte Ausbrüche in den USA.

Sprossen gelten als gesundes Lebensmittel. Sie werden vor allem von Menschen, die sehr auf ihre Ernährung achten, geschätzt. Ihnen werden verschiedene gesundheitsfördernde Wirkungen nachgesagt. So sollen beispielsweise Brokkolisprossen chemoprotektive Substanzen enthalten, die das Krebsrisiko senken sollen (Fahey et al., 1997). Demgegenüber stehen immer wieder Warnungen von Verbraucherschützern, dass gerade immungeschwächte Personen Sprossen nicht roh verzehren sollten, da diese mit Krankheitserregern belastet sein können. Einem Pressebericht aus dem Jahr 2012 zufolge haben zwei große amerikanische Supermarktketten mit der Begründung des vorsorglichen Verbraucherschutzes frische Sprossen bereits aus dem Angebot genommen. Sprossen durchlaufen bei der Herstellung keinen zuverlässigen keimreduzierenden Schritt, wie es z. B. bei wärmebehandelten Produkten wie Brühwurst oder Kochschinken der Fall ist. Das Herstellungsverfahren von Sprossen beinhaltet sogar einen Prozessschritt, der die Vermehrung von Mikroorganismen in besonderem Maße begünstigt. Darüber hinaus sind sie ein überwiegend zum Rohverzehr bestimmtes Lebensmittel und werden vom Verbraucher vor dem Verzehr in der Regel nicht durcherhitzt. Roh verzehrte Sprossen können daher eine Gesundheitsgefahr bergen.

Um das von humanpathogenen Mikroorganismen ausgehende Gefährdungspotential durch den Verzehr roher Sprossen abzuschätzen und mögliche Ansätze zur Risikominimierung zu identifizieren, ist eine detaillierte Betrachtung des Herstellungsprozesses notwendig. Dazu wurde eine umfangreiche Literatur- und Internetrecherche zur Herstellung von Sprossen und möglichen keimreduzierenden Behandlungsverfahren durchgeführt. Die Ergebnisse werden im folgenden dargestellt und diskutiert.

Herstellung von Sprossen

Es gibt eine Vielzahl von Sprossensorten, die sich auch durch unterschiedliche Anforderungen an den Herstellungsprozess unterscheiden. In einer Veröffentlichung von Bari et al. (2011) werden die Sprossensorten nach Herstellungsprozess und Produkteigenschaften definiert. So entsteht eine Einteilung in drei Gruppen: Bohnensprossen (engl. bean sprouts), junge Sprossen (engl. young sprouts) und grüne Sprossen oder „Micro Greens“. Eine Übersicht gibt Tabelle 2. Die folgende Darstellung des Herstellungsprozesses bezieht sich auf Sprossen, die ohne Substrat produziert werden. Sie beinhaltet der Einteilung von Bari et al. folgend Bohnensprossen und junge Sprossen, nicht jedoch „Micro Greens“.

Die Herstellung von Sprossen zum Rohverzehr erfolgt nach einem einfachen Prozessablauf und benötigt nur zwei Zutaten: Samen und Wasser. Einfach ausgedrückt werden die Samen mithilfe des Wassers und der richtigen Temperatur zum Auskeimen gebracht. Jede Privatperson kann Sprossen ohne großen Aufwand zu Hause ziehen. Um Sprossen in großem Umfang industriell zu produzieren, ist dennoch ein gewisses Maß an Technologie notwendig. Abbildung 1 zeigt die Sprossenherstellung anhand eines vereinfachten Fließschemas.

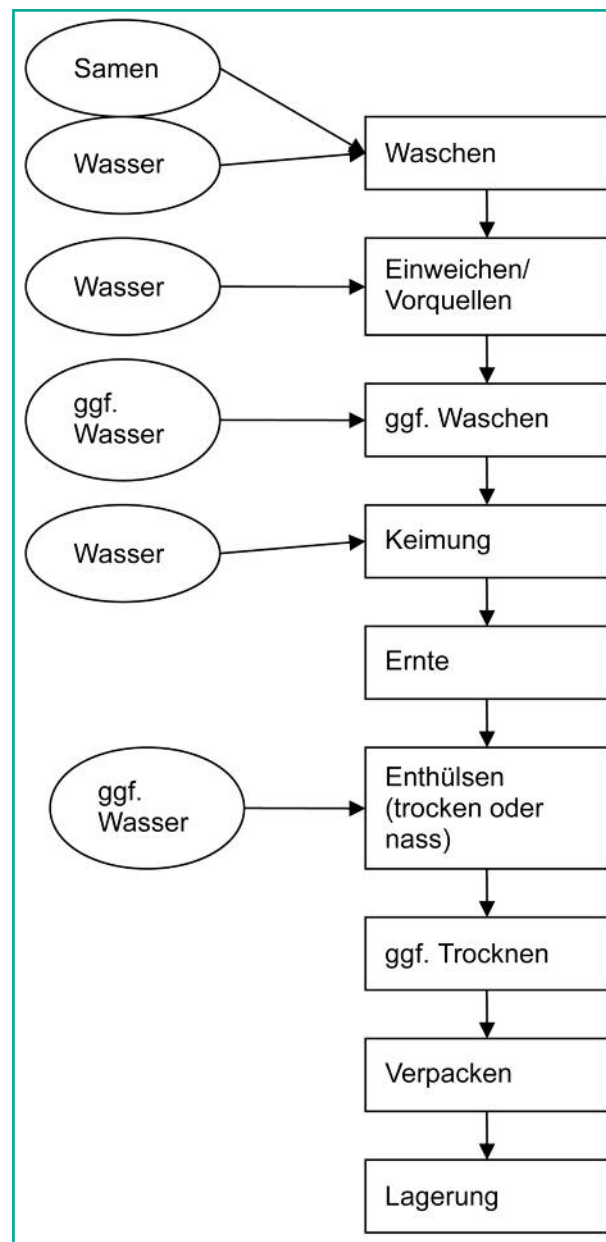


ABBILDUNG 1: Vereinfachte Darstellung des Sprossenproduktionsprozesses.

TABELLE 2: Einteilung der Sprossensorten nach Bari et al. (2011).

	Bohnensprossen (engl. bean sprouts)	junge Sprossen (engl. young sprouts)	grüne Sprossen oder „Micro Greens“
Sorten (Bsp.)	Mungbohnen, Sojabohnen	Alfalfa, Brokkoli, Klee	Kaiware Daikon (japanischer Rettich), Kresse, Sonnenblume
Wachstumsbedingungen	Dunkelheit, kein Substrat	Dunkelheit, tw. Licht zur Bildung von Chlorophyll, kein Substrat	Gewächshaus, Einsatz von Substrat
übliche Verzehrsart	gekocht	roh	roh

Die Anforderungen an den Produktionsprozess unterscheiden sich je nach Sorte. Allen Sprossensorten ist jedoch gemeinsam, dass die Samen unter feuchtwarmen Bedingungen ausgekeimt werden.

Bevor der eigentliche Keimprozess beginnt, werden die Samen in Wasser eingeweicht. Die Samen quellen auf und der Keimprozess wird eingeleitet. Das Vorquellen kann bis zu 12 Stunden dauern (NACMCF, 1999; Friedrich et al., 2011) und erfolgt bei Temperaturen um 20 °C und höher (Oregon State University, 2002; Schrader, 2002; Friedrich et al., 2011). Vor dem Einweichen werden die Samen in der Regel gewaschen. Manche Literaturquellen geben auch einen Wäschrhythmus nach dem Einweichen an (Schrader, 2002; Oregon State University, 2002).

Abhängig von der Sprossensorte variieren v. a. die Temperatur-Zeit-Regimes während des Keimprozesses. Die Keimung erfolgt in der Regel entweder in Keimtrommeln oder in Schalen (trays). Die Temperaturen liegen in Bereichen zwischen 20 und 30 °C, wobei Bohnensprossen in der Regel bei etwas höheren Temperaturen gekeimt werden als junge Sprossen (Bari et al., 2011). Der Keimprozess dauert mehrere Tage. Eine regelmäßige Beregnung ist erforderlich und wird häufig in Intervallen durchgeführt, beispielsweise alle 10 bis 15 Minuten für 10 Sekunden (NACMCF, 1999). Da während des Keimprozesses Wärme entsteht, dient die Beregnung auch als Kühlung (Oregon State University, 2002).

Nach der Ernte werden die Hülsenreste von den Sprossen entfernt. Das kann entweder „trocken“ oder „nass“ erfolgen (International Specialty Support, 2012). Bei der „trockenen“ Methode werden die Sprossen über einen Rüttler transportiert, die Samenhüllen fallen dabei durch ein Gitter und werden so von den Sprossen getrennt. Ein zusätzlicher Trocknungsschritt entfällt. Die Verpackung erfolgt ohne erneuten Kontakt zu Wasser. Die „nasse“ Methode beinhaltet einen weiteren Wäschrhythmus: die Hülsen werden in einem Wasserbad abgewaschen. Danach muss das überschüssige Wasser in einem Trocknungsschritt entfernt werden. Empfohlen wird dazu der Einsatz einer Zentrifuge (Schrader, 2002; International Specialty Support, 2012).

Nach der Ernte werden die Sprossen auf Temperaturen von unter 7 °C gekühlt. Als optimale Lagerungstemperatur

geben einige Autoren 0 °C an (Schrader, 2002; Oregon State University, 2002; Friedrich et al., 2011). Diese Empfehlung beruht vor allem auf der leichten Verderblichkeit des Produktes und soll eine längere Haltbarkeit ermöglichen (Schrader, 2002). Angaben von Sprossenproduzenten zur Lagerungstemperatur liegen jedoch in der Regel bei 1 °C bzw. 2 °C als Minimaltemperatur, da die empfindlichen Sprossen sonst geschädigt werden könnten (NACMCF, 1999, Erhebungen bei verschiedenen Sprossenproduzenten in den USA; Frischkeim GmbH 2012). In Anhang 2 des Codex Alimentarius Code of hygienic practice for fresh fruits and vegetables wird empfohlen, Sprossen wenn möglich bei kühlen Temperaturen (5 °C) zu lagern (Codex Alimentarius Commission CAC, 2003). Die Sprossen haben eine Haltbarkeit von 3–12 Tagen je nach Sorte und Lagerungstemperatur (FSA, 2003; Frischkeim GmbH, 2012).

Ansätze zur Risikominimierung

Betrachtet man den Herstellungsprozess von Sprossen unter mikrobiologischen Gesichtspunkten, so wird schnell deutlich, dass bei einer Kontamination mit Humanpathogenen eine Gesundheitsgefährdung entstehen kann. Während des Einweichens und des Keimens herrschen bei Temperaturen zwischen 20 °C und 30 °C und konstant hoher Luftfeuchtigkeit ideale Bedingungen für das Wachstum von Mikroorganismen. In der Literatur werden Gesamtkeimzahlen von 10^8 – 10^9 KbE/g auf verzehrfertigen Sprossen beschrieben (Splittstößer et al., 1982; NACMCF, 1999; Weiss et al., 2007).

Eine Kontamination mit Humanpathogenen kann grundsätzlich auf jeder Stufe des Herstellungsprozesses erfolgen. Bereits 1999 postulierte die amerikanische Behörde für Lebensmittelsicherheit (FDA), dass eine Kontamination der Samen mit Humanpathogenen für die meisten sprossenassoziierten Ausbrüche ursächlich sei (FDA, 1999b; NACMCF, 1999). Diese Aussage beruhte auf Erkenntnissen, die aus der Untersuchung mehrerer sprossenassoziierten Ausbrüche gewonnen wurden. So wurde beispielsweise bei einem Krankheitsausbruch durch *Sal-*

Kontakte

Sie interessieren sich für ein Abonnement des „Archivs“?

Telefon (0 51 81) 80 02-50

Telefax (0 51 81) 80 02-55

E-Mail dieter.meyer@p-d-ges.de

Sie interessieren sich für Anzeigen- oder Beilagenwerbung?

Telefon (0 51 81) 80 02-53

Telefax (0 51 81) 80 02-55

E-Mail a.m.peter@p-d-ges.de



Presse Dienstleistungs-
gesellschaft mbH & Co. KG

Ravenstraße 45 · 31061 Alfeld (Leine)

Postfach 16 42 · 31046 Alfeld (Leine)

Telefon (0 51 81) 80 02-0

Telefax (0 51 81) 80 02-55

E-Mail info@p-d-ges.de

monella Mbandaka in den USA (1999) festgestellt, dass Samen einer bestimmten Charge in sechs Betrieben zur Sprossenproduktion eingesetzt wurden. Drei Betriebe dekontaminierten die Samen vor dem Sprossen mit einer Hypochloritlösung. Zwei Betriebe führten keine durchgehende Behandlung der Samen durch. Erkrankungsfälle konnten auf Sprossen zurückgeführt werden, die in diesen beiden Betrieben aus unbehandelten Samen der betreffenden Charge hergestellt wurden (NACMCF, 1999). Auch das Gremium für Biologische Gefahren der EFSA kommt in seiner Stellungnahme aus dem Jahr 2011 zu dem Ergebnis, dass der Eintrag von Humanpathogenen in die Sprossenproduktion meist über die Samen erfolgt (EFSA, 2011).

Ein wichtiges Instrument zur Kontrolle der hygienischen Qualität von Lebensmitteln sind mikrobiologische Untersuchungen. Aufgrund der ungleichmäßigen Verteilung von Mikroorganismen in Samenchargen (Nesterbildung) und methodischer Beschränkungen ist ein Nachweis von humanpathogenen Keimen in oder auf Samen jedoch schwierig (Wu, 2001). Durch die Bedingungen bei der Sprossenherstellung kann allerdings bereits eine geringe Anzahl von humanpathogenen Keimen in oder auf Samen zu einer hohen Erregerkonzentration im Endprodukt führen (FDA, 1999b). In den USA wird eine Untersuchung des Beregnungswassers als praktikables Verfahren beschrieben, um die Keimbelastung der Sprossen abzuschätzen (FDA, 1999b; NACMCF, 1999). Auch der Codex Alimentarius Code of hygienic practice for fresh fruits and vegetables benennt die Untersuchung des Beregnungswassers als guten Indikator für den mikrobiologischen Status von Sprossen (CAC, 2003).

Nach Angaben des NACMCF sollen Verfahren, die zur Dekontamination von Samen eingesetzt werden, eine Reduktion humanpathogener Keime um 5 log-Stufen ermöglichen (NACMCF, 1999). Dem liegt ein „Worst case“-Szenario zugrunde, in dem eine Kontamination der Samen mit einem Pathogen pro 10 g Samen angenommen wird. Bei einer Ausgangsmenge von 50 kg Samen für eine Charge Sprossen ergeben sich 5000 Pathogene pro Charge. Eine Reduktion um 5 log-Stufen würde also 0,05 Pathogene/Charge zur Folge haben. Das bedeutet, eine von 20 Chargen würde ein Pathogen enthalten. Zum tatsächlichen Vorkommen von Pathogenen auf Samen sind nur sehr wenige Daten verfügbar. In quantitativen Untersuchungen von Samen im Zusammenhang mit Ausbrüchen konnten nach Angaben des NACMCF Keimzahlen von <1 bis 6 Pathogene/100 g Samen ermittelt werden (NACMCF, 1999).

In den USA wird von den Behörden eine Dekontamination der Samen mit 20.000 ppm Chlor (in Form einer Hypochloritlösung) empfohlen (FDA, 1999a), ein Verfahren, das in Deutschland derzeit nicht erlaubt ist. Trotz dieser seit 1999 bestehenden Empfehlung hat die Zahl der berichteten sprossenassoziierten Ausbrüche in den USA nicht abgenommen. In einer von Herbst 2000 bis Frühjahr 2001 durchgeführten Studie bei Sprossenproduzenten in Kalifornien (Thomas et al., 2003) wurde festgestellt, dass die Umsetzung der von der FDA gegebenen Empfehlung zur Dekontamination von Samen in den meisten Betrieben nicht oder nur unzureichend funktionierte. Thomas et al. stellten fest, dass die Herstellung der zur Dekontamination verwendeten Hypochloritlösung häufig nicht sachgerecht erfolgte und keine Kontrollen der Chlorkonzentration in der verwendeten Lösung durchgeführt wurden. Die Autoren kommen unter anderem auch zu dem Schluss, dass die

vom NACMCF erarbeiteten und auf der Homepage der FDA zur Verfügung gestellten Empfehlungen nicht verständlich genug seien. Insbesondere fehlten klare Anweisungen, wie die geforderte Konzentration von 20.000 ppm Chlor erreicht werden kann, wie eine entsprechende Lösung herzustellen und der Chlorgehalt zu überprüfen ist. Derartige Empfehlungen sollten, so die Autoren, optimalerweise Schritt-für-Schritt Anweisungen enthalten, an denen sich Hersteller orientieren und die sie leicht umsetzen können. Eine entsprechende Überarbeitung der Empfehlungen erfolgte allerdings bis heute nicht.

Andere Möglichkeiten, Samen vor dem Auskeimen zu dekontaminieren, sind beispielsweise Behandlungen mit Gammastrahlen, Hochdruck oder Heißwasser.

Untersuchungen zur Dekontamination von Samen mit Gammastrahlen (Rajkowski und Thayer, 2001; Thayer et al., 2003) deuten darauf hin, dass bei Strahlendosen von über 3 kGy Ertragsverluste auftreten, die einem alleinigen Einsatz von Gammastrahlen zur Keimreduktion entgegenstehen. In Versuchen mit Alfalfasamen und Salmonellen wurde eine Keimreduktion von etwa einer log-Stufe pro kGy erzielt. Die Autoren schlagen eine Kombination von verschiedenen Verfahren vor, um die geforderte 5 log-Reduktion zu erzielen, beispielsweise eine Bestrahlung mit 2 kGy und eine anschließende chemische Behandlung mit Chlor. In Deutschland ist der Einsatz von Gammastrahlen, wie von Thayer und Rajkowski beschrieben, für Samen zur Sprossenproduktion zur Zeit nicht erlaubt.

Bei einer Behandlung der Samen mit Hochdruck ist bei den zur Erzielung einer ausreichenden Keimreduktion erforderlichen Druck-Zeit-Kombinationen mit einer Beeinträchtigung der Keimfähigkeit zu rechnen (Wuytack et al., 2003).

Untersuchungen von Weiss et al. (2003) konnten zeigen, dass mit einer Heißwasserbehandlung eine Keimreduktion von über 5 log-Stufen bei gleichzeitigem Erhalt einer Keimfähigkeit von über 95 % möglich ist. Die Untersuchungen wurden mit *Salmonella* Senftenberg und Mungobohnen durchgeführt. Dabei wurde ein z-Wert von 6,2 °C und ein D_{60} -Wert von 0,6 min ermittelt. Die Autoren konnten zeigen, dass bei einer Behandlung bei 80 °C für 2 min eine Keimreduktion von mehr als 6 log-Stufen für *Salmonella* Senftenberg bei gleichzeitigem Erhalt einer Keimfähigkeit von über 95 % erreicht werden kann. Sie weisen allerdings ausdrücklich darauf hin, dass die Ergebnisse nicht ohne weiteres auf andere Samenarten übertragen werden können und die Wirksamkeit der Methode sowie insbesondere der Erhalt der Keimfähigkeit für jede Samensorte gesondert überprüft werden müssen.

Neben den o. g. Methoden wird auch eine Behandlung der Samen mit Zitronensäure genannt (Friedrich et al., 2011). Die keimreduzierende Wirkung basiert hier auf einer Absenkung des pH-Werts. Es liegen allerdings keine Angaben darüber vor, in welcher Größenordnung diese Keimreduktion liegt.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Aufgrund des Herstellungsverfahrens und der häufigen Zweckbestimmung des Produktes zum Rohverzehr sind Sprossen ein mikrobiologisch bedenkliches Lebensmittel. Um Krankheitsausbrüche durch den Verzehr von Sprossen in Zukunft zu verhindern, müssen auf allen Stufen der Herstellung Maßnahmen zur Risikominimierung getroffen

werden. Das beginnt beim Anbau der Samen und führt über die Produktionshygiene bis zum Endverbraucher.

Eine mikrobiologische Kontamination kann auf allen Stufen des Herstellungsprozesses erfolgen. Die Notwendigkeit einer hohen Produktionshygiene ist unstrittig. Insbesondere der Eintrag von Humanpathogenen vor dem Keimprozess spielt eine bedeutende Rolle, da dieser optimale Bedingungen für das Wachstum von Mikroorganismen bietet. Damit sind hohe Anforderungen an die Samen, die zur Sprossenproduktion eingesetzt werden, verbunden.

Eine bedeutende Eintragsquelle für Humanpathogene beim Samenbau sind menschliche Ausscheidungen. Auch die Qualität des auf den Feldern eingesetzten Wassers spielt eine große Rolle. Samen werden meist nicht ausschließlich für die Sprossenproduktion angebaut, und auch eine Deklaration von Samen als „zur Sprossenproduktion“ erlaubt derzeit keinen Rückschluss auf die Qualität der Samen. Eine Kontrolle der Anbaubedingungen ist insbesondere in Drittländern kaum möglich. Eine Verbesserung könnte hier durch die von der EU erarbeiteten neuen Regelungen zur Einfuhr von Samen zur Sprossenproduktion erzielt werden, die voraussichtlich 2013 in Kraft treten. Diese Regelungen wurden als Folge des EHEC-Ausbruchs erarbeitet, um die Lebensmittelsicherheit von Sprossen zu verbessern und sprossenassoziierte Krankheitsausbrüche zukünftig noch schneller aufklären zu können. Sie beinhalten unter anderem ein EU-weites Kontrollsystem zur Verbesserung der Rückverfolgbarkeit der Warenströme und Lieferwege von Samen zur Sprossenproduktion sowie strengere Einfuhrvorschriften für diese Produkte aus Drittländern.

Die Herstellung von Sprossen beinhaltet keinen keimreduzierenden Schritt. Eine Dekontamination der Samen, wie sie in den USA empfohlen und praktiziert wird, ist ein möglicher Ansatz zur Erzielung einer Risikominimierung. Hierbei sind allerdings verschiedene Faktoren zu bedenken. Behandlungsverfahren, denen die Samen vor dem Aussprossen unterzogen werden, müssen deren Keimfähigkeit erhalten. Gleichzeitig muss eine ausreichende Reduktion von Humanpathogenen erzielt werden. Als „ausreichend“ wird eine Reduktion um mindestens 5 log-Stufen angesehen. Die meisten Verfahren, mit denen eine 5 log-Reduktion erzielt werden kann, schädigen allerdings auch den Samen und führen so zu reduzierten Keimraten und Ertragsverlusten. Das bedeutet, dass keimreduzierende Verfahren nicht ohne weiteres in den Sprossenproduktionsprozess aufgenommen werden können.

Darüber hinaus lassen sich Dekontaminationsverfahren nicht gezielt zur Reduktion von bestimmten Humanpathogenen einsetzen. Eine gleichzeitige Reduktion oder Zerstörung der natürlichen Mikroflora wäre die Folge solcher Behandlungsverfahren. Neben einem dadurch möglicherweise auftretenden Qualitätsverlust des Endproduktes könnte das Fehlen der natürlichen Mikroflora auch die Entwicklung anderer potentiell gesundheitsgefährdender Organismen begünstigen. Auch wird stets darauf hingewiesen, dass eine Pathogenfreiheit durch keines der zur Verfügung stehenden Verfahren gewährleistet werden kann. Durch die Bedingungen im Keimprozess genügen aber bereits wenige Humanpathogene, um eine Gesundheitsgefährdung durch das Endprodukt zur Folge zu haben. Vorheriges Ausschalten der Konkurrenzflora könnte hier auch zu einem erheblichen Nachteil werden. Vor diesem Hintergrund erscheint eine Behandlung der Sprossen nach dem Keimprozess sinnvoller. Frische Sprossen sind jedoch

ein äußerst empfindliches Produkt. Der Erhalt der Produkteigenschaften limitiert den Einsatz von Behandlungsverfahren erheblich.

Die Ergebnisse von Thomas et al. (2003) zeigen deutlich, dass die Zulassung und Empfehlung eines Dekontaminationsverfahrens nicht ausreicht, um eine höhere mikrobiologische Sicherheit des Produktes zu erzielen. Hier müssten weit präzisere Anforderungen gestellt und die Umsetzung entsprechend kontrolliert werden.

FrISChe Sprossen sind ein leicht verderbliches Lebensmittel. Eine höhere Lagertemperatur führt zu einer verkürzten Haltbarkeitsdauer des Produktes. Im Einzelhandel werden rohe Sprossen in der Regel in Fertigpackungen angeboten. Bei der Festlegung einer angemessenen Lagertemperatur und -dauer muss der Lebensmittelunternehmer berücksichtigen, dass ein Keimwachstum auch nach der Verpackung stattfinden kann. Auch wenn das Vermehrungspotenzial von Bakterien während des Herstellungsprozesses aufgrund der hohen Temperaturen sehr viel bedeutender ist, darf die Möglichkeit des Erregerwachstums nach der Herstellung nicht vernachlässigt werden. Deshalb empfiehlt der Codex Alimentarius Code of hygienic practice for fresh fruits and vegetables, Sprossen wenn möglich bei kühlen Temperaturen (5 °C) zu lagern (CAC, 2003).

Mikrobiologische Untersuchungen von Samen und Sprossen können das Risiko, nach dem Verzehr roher Sprossen zu erkranken, zwar minimieren, aber nicht vollständig verhindern. Verbraucherinnen und Verbraucher sollten sich über die mögliche Gesundheitsgefährdung, die von Sprossen zum Rohverzehr ausgeht, bewusst sein. Personen mit nicht ausgebildeter oder geschwächter Immunabwehr (Kleinkinder, Schwangere, alte und kranke Menschen) wird empfohlen, auf den Verzehr roher Sprossen vorsorglich zu verzichten.

References

- Bari ML, Enomoto K, Nei D and Kawamoto S (2011):** Development of effective seed decontamination technology to inactivate pathogens on mung bean seeds and its practical application in Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly* 45 (2): 153–161.
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2011):** EHEC-Ausbruch 2011 – Aufklärung des Ausbruchs entlang der Lebensmittelkette. BfR Wissenschaft 2011 (4).
- Codex Alimentarius Commission (CAC) (2003):** Code of hygienic Practice for fresh fruits and vegetables. Annex II for sprout production. CAC/RCP 53-2003, rev. 2010.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2000, 2003, 2004, 2006, 2009, 2010, 2011, 2012):** www.cdc.gov
- Cleary P, Browning L, Coia J, Cowden J, Fox A, Kearney J, Lane C, Mather H, Quigley C, Syed Q and Tubin-Delic D (2010):** A foodborne outbreak of *Salmonella* bareilly in the United Kingdom, 2010. *Eurosurveillance* 15 (48).
- de Jong B, Oberg J and Svenungsson B (2007):** Outbreak of salmonellosis in a restaurant in Stockholm, Sweden, September–October 2006. *Euro surveillance : bulletin européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin* 12 (11): E13–E14.
- EFSA: EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) (2011):** Scientific Opinion on the risk posed by Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and other pathogenic bacteria in seeds and sprouted seeds. *EFSA Journal* 11 (9).
- Emberland KE, Ethelberg S, Kuusi M, Vold L, Jensvoll L, Lindstedt BA, Nygard K, Kjelsoe C, Torpdahl M, Soerensen G, Jensen T, Lukinmaa S, Niskanen T and Kapperud G (2007):**

- Outbreak of Salmonella Weltevreden infections in Norway, Denmark and Finland associated with alfalfa sprouts, July–October 2007. *Euro surveillance : bulletin européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin* 12 (11).
- Fahey JW, Zhang Y and Talalay P (1997):** Broccoli sprouts: An exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94 (19): 10367–10372.
- Food and Drug Administration (FDA) (1999a):** Guidance for Industry: Reducing Microbial Food Safety Hazards For Sprouted Seeds. <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/ProduceandPlanProducts/ucm120244.htm>
- Food and Drug Administration (FDA) (1999b):** Guidance for Industry: Sampling and Testing of Spent Irrigation Water during Sprouting. <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/ProduceandPlanProducts/ucm120246.htm>
- Food and Drug Administration (FDA) (2009, 2011, 2012):** www.fda.gov
- Food Standards Agency (FSA) (2003):** Risk of food poisoning due to the presence of human pathogens in sprouted seeds. http://www.sproutnet.com/Research/uk_food_safety_agency.pdf
- Friedrich, Layer H, Noack D and Böhmer L (2011):** Sprossen, eine Gefahr für die Gesundheit? http://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=0&Thema_ID=2&ID=1442&Pdf=No
- Frischkeim Naturkost GmbH (2012):** Produktspezifikationen. www.frischkeim.de
- Harris LJ, Farber JN, Beuchat LR, Parish ME, Suslow TV, Garrett EH and Busta FF (2003):** Outbreaks associated with fresh produce: Incidence, growth, and survival of pathogens in fresh and fresh-cut produce. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2 (1 SUPPL.): 78–141.
- Honish L and Nguyen Q (2001):** Outbreak of Salmonella enteritidis phage type 913 gastroenteritis associated with mung bean sprouts – Edmonton, 2001. *Canada communicable disease report = Relevé des maladies transmissibles au Canada* 27 (18): 151–156.
- International Specialty Support – Supplying Sprout Companies Throughout the World (2012):** www.sproutnet.com
- National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (1999):** Microbiological safety evaluations and recommendations on sprouted seeds. *International Journal of Food Microbiology* 52 (3): 123–153.
- Oregon State University (2002):** Commercial Vegetable Production Guides: Sprout Production. <http://nwrec.hort.oregonstate.edu/beansprt.html>
- OzFoodNet Australia (2006):** Annual report of the OzFoodNet Network, 2005. www.ozfoodnet.gov.au
- OzFoodNet Australia (2007):** Annual report of the OzFoodNet Network, 2006. www.ozfoodnet.gov.au
- Rajkowski KT and Thayer DW (2001):** Alfalfa seed germination and yield ratio and alfalfa sprout microbial keeping quality following irradiation of seeds and sprouts. *J Food Prot* 64 (12): 1988–1995.
- Rimhanen-Finne R, Niskanen T, Lienemann T, Johansson T, Sjoeman M, Korhonen T, Guedes S, Kuronen H, Virtanen MJ, Maekinen J, Jokinen J, Siitonen A and Kuusi M (2011):** A nationwide outbreak of Salmonella bovis/morbificans associated with sprouted alfalfa seeds in Finland, 2009. *Zoonoses and Public Health* 58 (8): 589–596.
- Robert Koch-Institut (RKI) (2011):** Abschließende Darstellung und Bewertung der epidemiologischen Erkenntnisse im EHEC O104:H4 Ausbruch Deutschland 2011.
- Robert Koch Institut (RKI) (2012):** Salmonella Newport-Ausbruch in Deutschland und den Niederlanden, 2011. *Epidemiologisches Bulletin* 20/2012.
- Schrader WL (2002):** Sprout Production in California. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8060. <http://ucanr.org/freepubs/finalpage.cfm?s=8060&cat=18&subcat=0>
- Spittstoesser DF, Queale DT and Andaloro BW (1983):** The Microbiology of Vegetable Sprouts During Commercial Production. *Journal of Food Safety* 5 (2): 79–86.
- Thayer DW, Rajkowski KT, Boyd G, Cooke PH and Soroka DS (2003):** Inactivation of Escherichia coli O157:H7 and Salmonella by gamma irradiation of alfalfa seed intended for production of food sprouts. *J Food Prot* 66 (2): 175–181.
- Thomas JL, Palumbo MS, Farrar JA, Farver TB and Cliver DO (2003):** Industry practices and compliance with U.S. Food and Drug Administration guidelines among California sprout firms. *J Food Prot* 66 (7): 1253–1259.
- van Duynhoven YTHP, Widdowson MA, De Jager CM, Fernandes T, Neppelenbroek S, Van Den Brandhof W, Wannet WJB, Van Kooij JA, Rietveld HJM and Van Pelt W (2002):** Salmonella enterica serotype Enteritidis phage type 4b outbreak associated with bean sprouts. *Emerging Infectious Diseases* 8 (4): 440–443.
- Weiss A and Hammes WP (2003):** Thermal Seed Treatment to Improve the Food Safety Status of Sprouts. *Journal of Applied Botany* 77 (5–6): 152–155.
- Weiss A, Hertel C, Grothe S, Ha D and Hammes WP (2007):** Characterization of the cultivable microbiota of sprouts and their potential for application as protective cultures. *Systematic and Applied Microbiology* 30 (6): 483–493.
- Werner S, Boman K, Einemo I, Erntell M, de Jong B, Lindqvist A, Lofdahl M, Lofdahl S, Meeuwisse A, Ohlen G, Olsson M, Stamer U, Sellstrom E and Andersson Y (2007):** Outbreak of Salmonella Stanley in Sweden associated with alfalfa sprouts, July–August 2007. *Euro surveillance : bulletin européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin* 12 (10).
- Winthrop KL, Palumbo MS, Farrar JA, Mohle-Boetani JC, Abbott S, Beatty ME, Inami G and Werner SB (2003):** Alfalfa sprouts and Salmonella Kottbus infection: A multistate outbreak following inadequate seed disinfection with heat and chlorine. *Journal of Food Protection* 66 (1): 13–17.
- Wu FM, Beuchat LR, Wells JG, Slutsker L, Doyle MP and Swaminathan B (2001):** Factors influencing the detection and enumeration of Escherichia coli O157:H7 on alfalfa seeds. *International Journal of Food Microbiology* 71 (1): 93–99.
- Wuytack EY, Diels AM, Meersseman K and Michiels CW (2003):** Decontamination of seeds for seed sprout production by high hydrostatic pressure. *J Food Prot* 66 (6): 918–923.

Address of corresponding author:

Almut Niederberger
Bundesinstitut für Risikobewertung, Abteilung Biologische Sicherheit, Fachgruppe Prävention und Aufklärung lebensmittelbedingter Ausbrüche
Max-Dohrn-Straße 8–10
10589 Berlin
Germany
Almut.Niederberger@bfr.bund.de