
Lebensmittel als Sicherheitsrisiko? Von gefühlten und tatsächlichen Risiken

GABY-FLEUR BÖL

Gaby-Fleur BöL, Bundesinstitut für Risikobewertung, Abteilung Risikokommunikation, E-Mail: Gaby-Fleur.Boel@bfr.bund.de

Zusammenfassung: Mediale Berichte über angebliche oder tatsächliche Lebensmittelskandale schmälern das Vertrauen der Bevölkerung in die Sicherheit ihrer Ernährung und die Garantie ihrer Gesundheit. Obwohl Lebensmittel heutzutage im Vergleich zu früher aus naturwissenschaftlicher Sicht signifikant sicherer und qualitativ deutlich besser geworden sind, steht dieser Tatsache das gesunkene Vertrauen in diese Güter diametral entgegen. Hinsichtlich dieser Risikowahrnehmung reicht es nicht aus, der Bevölkerung die Mechanismen der Risikobewertung und des Risikomanagements inklusive der Lebensmittelüberwachung lediglich zu erklären und hochqualitative Produkte auf dem heimischen Markt bereitzustellen. Von Bedeutung ist vielmehr zu verstehen, warum Menschen zu solchen Einschätzungen gelangen und wie man die ihnen zugrunde liegenden psychologischen Mechanismen dafür einsetzen kann, ein besseres Verständnis für tatsächliche Risiken zu generieren. Im folgenden Artikel wird anhand von drei aktuellen Beispielen, Dioxinfunden in Eiern, Pflanzenschutzmittelresten in Lebensmitteln und der EHEC-Krise in Deutschland 2011, erläutert, wie Risiken wissenschaftlich bewertet sowie subjektiv empfunden werden und welche Anforderungen daraus für eine adäquate Risikokommunikation entstehen.

Summary: Medial reports on supposed or real scandals about food decrease the trust of citizens in the safety of nutrition and the guarantee of their health, not only in Germany and Europe. Although, from a natural scientific point of view, food is significantly safer and obviously qualitatively better nowadays in comparison to former times. This fact is diametrically opposed to the decreased trust in these goods. Regarding this type of risk perception it is not sufficient just to explain risk assessment and risk management including food monitoring to the public and to provide high quality products on the local market. It is in fact important to understand why people develop such estimations and how these psychological mechanisms can be utilized for a better understanding of real risks. The following article illustrates on the basis of three current examples, contamination of eggs with dioxin, pesticide residues in food and the German EHEC crisis in 2011, how risks are scientifically assessed and how they are perceived personally and, hence, which requirements arise for adequate risk communication.

→ JEL Classification: I00, I18, Q18

→ Keywords: Food safety, risk perception, dioxin, EHEC, risk communication

I Einleitung

Umfragen zufolge fürchten Menschen Lebensmittel als potentielle Bedrohung ihrer Gesundheit (BfR 2008, Böhl und Hensel 2009, European Commission on Food Risk Perception 2010). Das Vertrauen in Lebensmittel und deren Qualität stehen dabei, insbesondere auch historisch gesehen, im diametralen Gegensatz: Lebensmittel zu Omas Zeiten schienen noch rein und naturbelassen, während heutige Lebensmittel nicht zuletzt aufgrund ihres teilweise hohen Verarbeitungsgrades und aufgrund von Berichten in den Medien über vermeintliche oder tatsächliche Lebensmittelskandale oftmals als qualitativ minderwertig beziehungsweise gesundheitlich weniger wertvoll empfunden werden. Das Gegenteil aber ist der Fall: Unter anderem bedingt durch optimierte Anbaumethoden sowie moderne technologische und analytische Verfahren steigt die Qualität und Sicherheit von Lebensmitteln stetig. Ein Beispiel dafür sind die Kühl- und Tiefkühltechniken vor Ort beim Fischfang oder der Gemüseernte im Vergleich zum früheren vorwiegenden Konservieren von Lebensmitteln durch Salzen oder Räuchern beziehungsweise der Langzeitlagerung in Gläsern oder Dosen. Menschen entfernen sich durch diese hochentwickelten Verfahrenstechniken jedoch zunehmend vom Herstellungsprozess und gewinnen so den Eindruck, dass Lebensmittel heutzutage weniger naturbelassen und gesundheitlich weniger wertvoll seien. Wenn heutzutage in der Werbung romantisierend beispielsweise von Milchprodukten berichtet wird, die unmittelbar von einer Milchkuh von der Alm stammen oder von einem Mönch gerührt werden, wird diese gefühlte Entfremdung vom Herstellungsprozess wahrscheinlich noch weiter unterstützt. Der folgende Artikel hinterfragt im Themenbereich Lebensmittelsicherheit Mechanismen der Risikowahrnehmung durch Verbraucher und beschreibt Möglichkeiten, mit Hilfe einer adäquaten Risikokommunikation zu besseren Informationen und Handlungsempfehlungen für den Alltag beizutragen. Hierfür werden repräsentative Verbraucherbefragungen und grafische Darstellungen zum besseren Verständnis naturwissenschaftlicher Sachverhalte genutzt. Der Artikel befasst sich bewusst nicht mit gesetzlichen Regelungen zur Lebensmittelsicherheit und möglichen juristischen Verstößen von Herstellern oder Vertreibern. Die diesbezüglichen gesetzlichen Regelungen im Lebensmittelrecht werden vom Risikomanagement auf nationaler und internationaler Ebene festgelegt und behördlich kontrolliert.

2 Wahrnehmung von Lebensmitteln als Gesundheitsgefahr

In einer repräsentativen Befragung des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) bezüglich möglicher gesundheitlicher Risiken gaben 30,5 Prozent der Befragten Umweltverschmutzung, Strahlung und Klimawandel an (BfR 2008, Böhl und Hensel 2009). Bereits an zweiter Stelle wurden mit gut 29 Prozent Lebensmittel als potentielle Gesundheitsgefahr genannt, weit vor bekannten Gesundheitsgefahren wie Rauchen, Alkohol sowie Drogen und Medikamenten mit jeweils rund 19 Prozent. Einer europäischen Befragung ist zu entnehmen, dass sich in ganz Europa 79 Prozent (Deutschland: 62 Prozent) der Bevölkerung im hohen oder gewissen Maße Sorgen wegen der Lebensmittelsicherheit machen (European Commission on Food Risk Perception 2010). Es stellt sich damit die Frage, welche psychologischen Mechanismen zugrunde liegen, weshalb Menschen bezüglich Lebensmitteln so besorgt sind, wie mögliche gesundheitliche Gefährdungen wissenschaftlich zu bewerten sind, warum diese Bewertung nicht der gefühlten Sicherheit von Lebensmitteln bei Verbrauchern entspricht und wie eine adäquate Risikokommunikation dazu beitragen kann, tatsächliche und vermeintliche Risiken zu unterscheiden.

3 Risikobewertung und Risikomanagement in Deutschland

Bedingt durch die Lebensmittelkrise um gesundheitsschädliches Rindfleisch (BSE-Krise)¹ in den 90er Jahren erfolgte in Deutschland, wie in mehreren anderen europäischen Ländern auch, im Jahr 2002 die institutionelle Trennung von Risikomanagement und Risikobewertung. Während das BfR gesundheitliche Risiken für Verbraucher wissenschaftlich bewertet, ist das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), neben dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) sowie den einzelnen Bundesländern in Deutschland, für das Risikomanagement zuständig². Dies soll gewährleisten, dass die Bewertung von Risiken im gesundheitlichen Verbraucherschutz unabhängig von wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Einflüssen erfolgt. Mit gesundheitlichem Verbraucherschutz ist hierbei die Sicherheit von Lebensmitteln, Chemikalien und Produkten des täglichen Gebrauchs wie Kosmetika, Kleidung und Spielzeug sowie die biologische Sicherheit gemeint, die den Bereich der Gentechnik ebenso einschließt wie die mikrobielle Sicherheit von Lebensmitteln.

Die Bewertung von Risiken im Bereich des gesundheitlichen Verbraucherschutzes erfolgt prinzipiell aufgrund der Betrachtung der *Gefährlichkeit* eines Stoffes an sich in Kombination mit der möglichen *Exposition* eines Menschen und damit der Menge des Stoffes, der ein Mensch unter üblichen Bedingungen ausgesetzt ist. Erst aus der Betrachtung dieser beiden Komponenten kann letztlich eine Aussage über das möglicherweise von diesem Produkt (oder Stoff) ausgehende gesundheitliche Risiko getroffen werden. Die Toxizität (Giftigkeit) von Stoffen wird entweder in einer Zellkultur (*in vitro*) oder am Tier (*in vivo*) getestet, um nach Möglichkeit die Dosis zu ermitteln, unterhalb derer keine gesundheitlichen Schädigungen zu beobachten sind. Um hierbei die Übertragbarkeit von tierexperimentellen Daten auf den Menschen sowie die Übertragbarkeit von Mensch zu Mensch zu berücksichtigen, wird generell ein (Un)Sicherheitsfaktor von 100 in die Berechnung von Grenzwerten eingerechnet. Im Tierexperiment wird neben der Toxizität stets die mögliche erbgutschädigende (gentoxische), krebserzeugende (kanzerogene) und die Fortpflanzung beeinträchtigende (reproduktionstoxische) Wirkung von Stoffen geprüft. Zudem wird grundsätzlich die empfindlichste Bevölkerungsgruppe betrachtet, das sind in aller Regel Kinder im Alter zwischen zwei und fünf Jahren, die eine im Verhältnis zum geringen Körpergewicht vergleichsweise hohe Nahrungsaufnahme aufweisen (Banasiak et al. 2005).

4 Kriterien für subjektive Risikowahrnehmung

Menschen nehmen Risiken unterschiedlich wahr, insbesondere zwischen der Wahrnehmung von Laien und Experten gibt es signifikante Unterschiede (Slovic 1987, Fischhoff et al. 1978). Dies hat diverse Gründe. Zunächst gibt es prinzipielle Unterschiede in der Risikowahrnehmung

1 Die Abkürzung BSE steht für bovine spongiforme Enzephalopathie. Es handelt sich um eine tödlich verlaufende Erkrankung des Gehirns bei Rindern, die vermutlich durch atypisch gefaltete Eiweißmoleküle im Körper, sogenannten Prionen, entsteht.

2 Das BfR bewertet Risiken im gesundheitlichen Verbraucherschutz und kommuniziert diese an die Öffentlichkeit, in erster Linie zum Zweck der Politikberatung. Das BfR ist für die Bewertung der Sicherheit von Lebens- und Futtermitteln, von Chemikalien sowie von verbrauchernahen Produkten wie Textilien, Kosmetika und Kinderspielzeug verantwortlich. Das Institut gehört zum Geschäftsbereich des BMELV, ist jedoch unabhängig in seinen Bewertungen und seiner Kommunikation. Das BVL ist eine Zulassungs- und Managementbehörde für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz und gehört ebenfalls zum Geschäftsbereich des BMELV. Weitere Informationen zu den Aufgaben dieser Institutionen siehe www.bfr.bund.de sowie www.bvl.bund.de.

aus demografischer Sicht: Lebensalter, Geschlecht oder auch der Bildungsstand entscheiden mit darüber, wie Menschen Risiken einschätzen (Slovic 1991). Die Wahrnehmung von Risiken kann darüber hinaus durch mediale Berichterstattung verstärkt werden (Pidgeon et al. 2003).

Es gibt eine Reihe weiterer Faktoren zur persönlichen Einschätzung von Risiken: Je bekannter ein Risiko persönlich eingestuft wird, desto geringer ist das Risikoempfinden. Dagegen werden Risiken höher eingeschätzt, wenn man nach Abwägen verschiedener Handlungsoptionen keine Wahlfreiheit verspürt. Ein relevanter Faktor ist auch die Kontrollierbarkeit eines Risikos: Danach erscheint das Risiko geringer, wenn Kontrollmöglichkeiten des Einzelnen bestehen. Auch ist die Risikoeinschätzung geringer, falls das Eingehen des Risikos, wie beispielsweise Rauchen, in der persönlichen Abwägung mit einem Nutzen assoziiert wird. Des Weiteren ist bekannt, dass die Schrecklichkeit der Folgen eines Risikos eine wichtige Rolle spielt: So wird das Risiko umso höher bewertet, je mehr Personen bei einem Ereignis zu Schaden kommen wie beispielsweise bei einem Terroranschlag, unabhängig davon, mit welcher Wahrscheinlichkeit dieser Schaden überhaupt eintritt (Slovic 1991, Marshall et al. 2007). Darüber hinaus beziehen Menschen in ihre persönliche Bewertung eines Risikos ebenfalls mit ein, wie vertrauenswürdig die Person oder Institution ist, die ihnen diese Information gibt (Calman 2002). Hierbei werden Informationen aus weniger vertrauenswürdigen Quellen typischerweise ausgeblendet, ignoriert oder umgedeutet, während Personen oder Institutionen des Vertrauens als gute und vertrauenswürdige Multiplikatoren fungieren können. In der Abwägung der Beurteilung eines Schadens, der durch die Natur selbst bedingt ist wie beispielsweise ein Wirbelsturm oder mögliche negative Folgen des Klimawandels und einem Schaden, der anthropogen, also vom Menschen verursacht ist wie beispielsweise Risiken durch neue Technologien, werden natürliche Risiken von der Bevölkerung typischerweise geringer eingestuft als vom Menschen verursachte Risiken (Kraus et al. 1992). Treten Schäden direkt auf wie beispielsweise bei akuten Vergiftungen, ist das Risikoempfinden signifikant höher als bei Schäden, die erst nach vielen Jahren deutlich werden wie Herz-/Kreislaufprobleme durch Bewegungsmangel und ungesunde Ernährung (Weinstein 1989)³.

Diese psychologischen Mechanismen der subjektiven Risikowahrnehmung spielen sowohl eine zentrale Rolle beim gesamtgesellschaftlichen Diskurs über gesundheitlichen Verbraucherschutz als auch bei der strategischen Planung einer adäquaten Risikokommunikation, die ebendiese Mechanismen berücksichtigen sollte. Unterteilt man Menschen in Risikowahrnehmungstypen, kann man für verschiedene Gruppen unterschiedliche Strategien und Formate zur Information über Risiken nutzen (Epp et al. 2007, Zimmer et al. 2008). Je nach abgefragtem Themenbereich ergeben sich in solch einer Analyse, die eine repräsentative Befragung mit psychologischen Tiefeninterviews kombiniert, typischerweise fünf bis acht empirisch nach ihrem Verhalten im Alltag unterscheidbare Gruppen von Menschen. Diese sind beispielsweise eingestuft als uninformatiert, erkenntnisoffen, überfordert, skeptisch resignativ oder auch pragmatisch. Uninformierte benötigen spezifische, anders als bislang aufgearbeitete Informationen zum gefragten Thema, erkenntnisoffene Menschen akzeptieren hingegen eine große Bandbreite verschiedener Informationen. Für Menschen, die sich durch Herausforderungen des Alltags wie neue Technologien eher überfordert fühlen, sollte explizit verständlich und nachvollziehbar vermittelt werden, dass durch staatliche Rahmenbedingungen sichergestellt ist, dass ihre Gesundheit nicht gefährdet ist. Skeptiker benötigen die Ansprache durch gesellschaftliche Multiplikatoren, die sie selbst als vertrau-

³ Zu der in diesem Abschnitt genannten Primärliteratur gibt es auch Sekundärliteratur, die diesbezüglich jedoch keine grundsätzlich neuen Erkenntnisse bietet.

enswürdig einstufen wie beispielsweise Ärzte oder Apotheker. Zum gefragten Themenbereich eher resignativ eingestellte Personen sind kommunikativ schwierig zu erreichen, glauben aber eher wie die Skeptiker einer Person ihres Vertrauens. Bei pragmatisch Eingestellten haben sich konkrete Handlungsoptionen bewährt. Gibt man den aufgrund ihrer Äußerungen in psychologischen Tiefeninterviews üblicherweise im Alltag als pragmatisch agierend eingestuften Menschen beispielsweise konkrete Handlungsoptionen, sinkt das Risikoempfinden, da ihnen durch dieses konkrete Angebot von Handlungsmöglichkeiten Kontrolle über ihre eigene Situation ermöglicht wird. Ein Beispiel hierfür ist die Faustformel „Vergolden statt Verkohlen“, die der Bevölkerung angesichts der mit dem Bräunungsgrad von Lebensmitteln steigenden Konzentration an gesundheitsschädlichem Acrylamid in geröstetem Toastbrot oder Pommes Frites ermöglichte, das gesundheitliche Risiko durch eigenes Handeln signifikant zu verringern. Immerhin haben einer repräsentativen Befragung zufolge 30 Prozent der Bevölkerung ihr diesbezügliches Verhalten geändert (Epp et al. 2007). Bei Acrylamid handelt es sich um eine Substanz, die in kohlehydrathaltigen Lebensmitteln selbst durch die enthaltenen natürlichen Inhaltsstoffe beim Erhitzen entsteht. Verbraucher haben somit die Möglichkeit, die Konzentration an Acrylamid durch einen geringeren Bräunungsprozess gering zu halten. Darüber hinaus gibt es vonseiten der Erzeuger in enger Zusammenarbeit mit dem gesetzlichen Risikomanagement Minimierungsstrategien zur Senkung der Acrylamid-Gehalte beim Anbau oder der Prozesstechnik von Lebensmitteln.

5 Dioxin in Eiern – Ein wiederkehrendes Problem?

Im Januar 2011 wurden bei Hühnereiern und verschiedenen Fleischsorten Überschreitungen der Höchstgehalte für Dioxin gemessen, was binnen weniger Tage zu einer Flut von Medienberichten führte (BfR 2011a). Ursache war das illegale Einbringen von mit Dioxin verunreinigten, technischen Ölen in Futtermittel durch ein Futtermittelunternehmen, was für dieses Unternehmen strafrechtliche Konsequenzen hatte und auf Vorschlag von Deutschland europaweit zu strengeren Zulassungsverfahren für Futtermittelhersteller geführt hat.

Dioxine sind Umweltkontaminanten, die sich aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften vor allem im Fettgewebe von Tier und Mensch und damit auch in der Muttermilch anreichern und nur sehr langsam abgebaut werden. Sie werden nicht zweckbestimmt hergestellt, sondern entstehen vor allem bei Verbrennungsprozessen bei Temperaturen über 300 Grad Celsius als Nebenprodukte. Dioxine haften an Staubpartikeln und verbreiten sich so in der Umwelt. Daher lässt sich ein Übergang in die Nahrungskette nicht vermeiden. Landwirtschaftliche Nutztiere nehmen Dioxine vor allem mit Bodenpartikeln auf, weshalb der Mensch hauptsächlich durch den Verzehr von Fleisch, Fisch, Eiern und Milch sowie daraus hergestellten Produkten Dioxin zu sich nimmt.

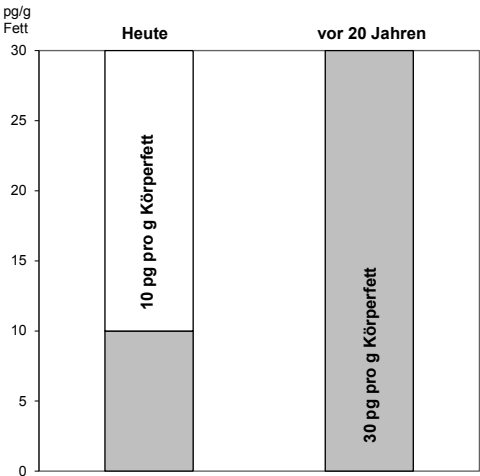
Berechnungen des BfR zufolge bestand zu keinem Zeitpunkt des Dioxin-Vorfalles Anfang 2011 eine gesundheitliche Gefährdung für Verbraucher (BfR 2011a), auch wenn die Presse wochenlang etwas anderes berichtete. Alle Berechnungen orientierten sich hierbei an dem in der diesbezüglichen Verordnung der Europäischen Kommission⁴ festgelegten Höchstgehalt für Eier und Eiprodukte von 3 Pikogramm Dioxin pro Gramm Fett. Vielmehr hätte man sogar ein ganzes Jahr

4 Verordnung (EG) Nr. 1831/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln, Amtsblatt der Europäischen Union, L364/5, 20.12.2006

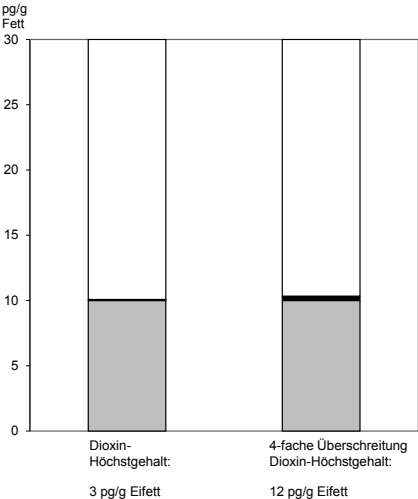
Abbildung 1

Körperlast eines Menschen mit Dioxin gestern, heute und nach Verzehr von Dioxin-belasteten Eiern

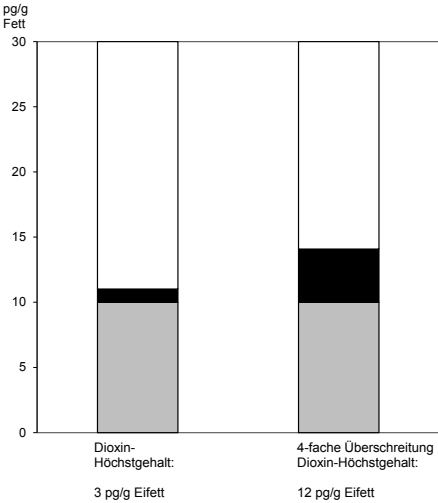
Durchschnittliche Körperlast eines jungen
Erwachsenen mit Dioxin
(Gewicht 60 kg, davon 15 kg Körperfett)



Verzehr von 2 Eiern pro Tag,
einen Monat lang:



Verzehr von 2 Eiern pro Tag,
ein Jahr lang:



■ Körperlast heute (10 pg/g Körperfett)

■ Zunahme der Körperlast an Dioxinen aufgrund des Verzehrs von belasteten Eiern

■ Körperlast heute (10 pg/g Körperfett)

■ Zunahme der Körperlast an Dioxinen aufgrund des Verzehrs von belasteten Eiern

lang unbesorgt täglich zwei Eier oder auch zwei Scheiben Schweinebraten mit diesen erhöhten Dioxin-Werten essen können, ohne den im Körper aufgrund der allgemeinen Umweltbelastung vorhandenen Grundpegel an Dioxin signifikant zu erhöhen (Abbildung 1) (BfR 2011b, Abraham et al. 2011). Auch bei einjährigem Verzehr von täglich zwei Dioxin-belasteten Eiern wird die heutzutage vorhandene Körperlast an Dioxin von 10 Pikogramm pro Gramm Fettgewebe nur bis auf rund 14 Pikogramm pro Gramm Fettgewebe erhöht. Gemessen an der Körperlast, die Menschen aufgrund der damaligen Umweltbelastung mit Dioxin noch vor 20 Jahren in sich trugen, nämlich rund 30 Pikogramm Dioxin pro Gramm Fettgewebe, ist dieser für den am schlimmsten möglichen Fall berechnete Anstieg wenig besorgniserregend. Dennoch riefen besorgte Bürger unter anderem beim BfR an, um sich zu erkundigen, ob sie die Eier im Müll entsorgen dürften oder auf den Sondermüll geben müssten.

6 **Reste von Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln – Akzeptabel oder gefährlich?**

Pflanzenschutzmittel werden eingesetzt, um Kulturpflanzen vor Pilzen, Unkräutern oder Schadinsekten zu schützen. In Deutschland sind derzeit rund 650 solcher Mittel zugelassen, die insgesamt rund 250 unterschiedliche Wirkstoffe enthalten. Auch bei sachgerechter und bestimmungsgemäßer Nutzung verbleiben auf dem Erntegut Rückstände von diesen Stoffen. Sie müssen jedoch so gering sein, dass die Gesundheit der Verbraucher weder beim einmaligen Verzehr großer Lebensmittelmengen noch bei lebenslänglicher täglicher Aufnahme geschädigt wird. Daher werden sogenannte Höchstgehalte für Pflanzenschutzmittelreste in Lebensmitteln festgelegt, bis zu denen keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen auftreten. Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln erfolgt in Deutschland über das BVL in Zusammenarbeit mit dem Julius-Kühn-Institut, einem Bundesforschungsinstitut, dass über Kulturpflanzen forscht, dem Umweltbundesamt und dem BfR, mit dem Ziel, Verbraucher und die Umwelt bestmöglich zu schützen.

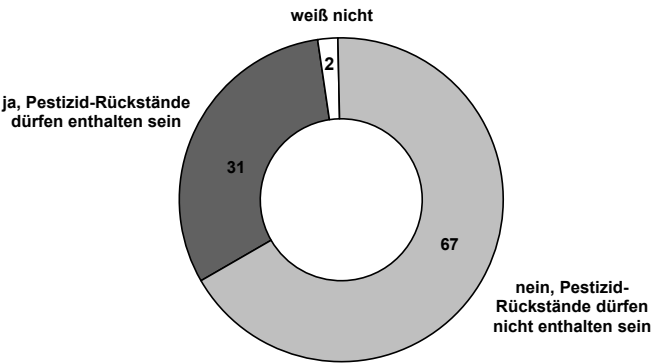
Die Sorge um Reste von Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln steht mit 19 Prozent der Nennungen an Platz eins der europäischen Befragung zu gesundheitlichen Risiken (Euroean Commission on Food Risk Perception 2010). Einer repräsentativen BfR-Umfrage zufolge assoziieren 85 Prozent der deutschen Bevölkerung das Adjektiv „gut“ mit Lebensmitteln, die ohne Pflanzenschutzmittel hergestellt wurden, während 78 Prozent der Befragten das Adjektiv „giftig“ mit Lebensmitteln in Zusammenhang bringen, die unter Verwendung von Pflanzenschutzmitteln angebaut wurden (Epp et al. 2010). In dieser Befragung wird auch deutlich, dass mehr als zwei Drittel der deutschen Bevölkerung, nämlich 67 Prozent der Befragten, fälschlicherweise der Ansicht sind, dass in Lebensmitteln gar keine Reste von Pflanzenschutzmitteln vorhanden sein dürften und in allen anderen Fällen somit ein juristischer Verstoß vorliege (Abbildung 2) (Epp et al. 2010). Dies mag erklären, warum die Akzeptanz für Pflanzenschutzmittelreste in Lebensmitteln so gering ist und diese Thematik in den Medien emotional aufbereitet werden kann.

Vielen Menschen ist nicht klar, dass heutzutage dank modernster Analytik kleinste Mengen von Verunreinigungen experimentell nachweisbar sind und dass für viele potentiell gesundheitsschädliche Stoffe wie Pflanzenschutzmittel Höchstgehalte existieren, die von den Herstellern eingehalten werden müssen. Ist dies nicht der Fall, sind die Produkte nicht verkehrsfähig und müssen gemäß der eben genannten Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Europäischen Kom-

Abbildung 2

Wissen der deutschen Bevölkerung zur Legalität von Pflanzenschutzmittelrückständen in Lebensmitteln

Frage: Dürfen Ihres Wissens nach generell Pestizid-Rückstände in Lebensmitteln enthalten sein?



n = 1 003, Angaben in Prozent.

mission zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln aufgrund des Verstoßes gegen geltendes Recht vom Markt genommen werden. Die Zahl der Lebensmittel, in denen unzulässig hohe Rückstände an Pflanzenschutzmitteln nachgewiesen werden, nimmt laut BVL kontinuierlich ab: Im Jahr 2009 wurde in 1,6 Prozent der untersuchten Erzeugnisse deutscher Herkunft eine Überschreitung des geltenden Rückstandshöchstgehaltes festgestellt, bei Lebensmitteln aus anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union waren es 1,5 Prozent der untersuchten Proben (BVL 2011a). Im Jahr 2009 wurden in der Bundesrepublik Deutschland insgesamt 16 866 Lebensmittelproben auf das Vorkommen von Pflanzenschutzmittelrückstände durch die amtliche Lebensmittelüberwachungen der Länder untersucht. Rückstandshöchstgehalte sind jedoch keine toxikologischen Grenzwerte, daher stellt ein gemessener Rückstand eines Pflanzenschutzmittels nicht zwangsläufig ein Risiko für Verbraucher dar. In aller Regel werden erst bei Konzentrationen von Pflanzenschutzmittelresten, die sehr viel höher liegen als die geltenden Rückstandshöchstgehalte, toxikologische Grenzwerte wie der ADI-Wert (acceptable daily intake, akzeptable tägliche Aufnahme) oder ARfD-Wert (akute Referenz-Dosis) erreicht. Solch ein Grenzwert besagt konkret, wie viel von einem gesundheitsschädlichem Stoff pro Tag aufgenommen werden darf, ohne an diesem Tag (ADI) beziehungsweise auf das gesamte Leben gerechnet (TDI, tolerable daily intake, tolerable tägliche Aufnahme) einen gesundheitlichen Schaden zu erleiden.

7 EHEC und seine Folgen – Hygiene als unterschätztes Risiko

Im Frühsommer 2011 meldeten Ärzte dem Robert-Koch-Institut (RKI) eine innerhalb eines kurzen Zeitraums aufgetretene Häufung von EHEC-Fällen⁵. Diese breiteten sich deutschlandweit binnen kürzester Zeit aus: So gab es eine große Anzahl teilweise schwerster Magen-Darm-Erkrankungen mit Nierenversagen. Letztlich gab es bundesweit im Zeitraum vom 1. Mai bis 16. August 2011 insgesamt 3 842 Infizierte und 53 Tote (RKI 2011). Der Erreger, ein Darmbakterium, kommt üblicherweise im Darm von Wiederkäuern wie Rindern, Ziegen oder Schafen vor, weshalb EHEC-Fälle vor allem nach dem Verzehr von rohem oder nicht ausreichend gegartem Fleisch beziehungsweise Rohmilchprodukten auftreten. Die Übertragung von Keimen erfolgt direkt oder indirekt vom Tier auf den Menschen sowie auch von Mensch zu Mensch. Üblicherweise werden derzeit in Deutschland rund 900 EHEC-Fälle pro Jahr registriert. In diesem speziellen Fall handelte es sich jedoch um einen EHEC-Erreger, der besondere Oberflächenmerkmale (O104:H4) trug, sogenannte Shiga- oder Verotoxine als starke Zellgifte in den Körper von Patienten abgab und gegen viele Antibiotika resistent war. Zudem fand er sich speziell in Bockshornkleesamen, einer Quelle, in der man diesen Keim seltener als in nicht durchgegartem Fleisch oder Rohmilchprodukten vermutet und nachweist.

Samen und Sprossen sind generell als sensible Lebensmittel einzuschätzen, die auch trotz Kühlung leicht mikrobiell verderblich sind. Sprossen sollte man daher vor dem Verzehr grundsätzlich gründlich waschen, möglichst schnell verbrauchen und am besten ausreichend erhitzen. Ausreichend ist ein Erhitzen für mindestens zwei Minuten auf eine Temperatur von 70 Grad Celsius im Kern des Lebensmittels. Risikogruppen wie Schwangeren, Älteren oder Immungeschwächten wird generell vom Verzehr von rohen Sprossen abgeraten (BfR 2012).

Spezifisches Merkmal dieses größten Ausbruchsgeschehens mit EHEC-Bakterien seit Ende des zweiten Weltkriegs war die Intensität, mit der die Erkrankung auftrat sowie die erst nach Befragungen der Patienten epidemiologisch ermittelbare Quelle der bakteriellen Verunreinigung, nämlich Bockshornkleesamen. Durch Rückwärts- und Vorwärtsverfolgung der Lieferketten hat das BfR die Infektionskette jedoch in Zusammenarbeit mit dem RKI und dem BVL rasch analysiert und Verbraucher durch entsprechende Verzehrsempfehlungen auf die Gefahr hingewiesen (Appel et al. 2011, BVL 2011b, RKI 2011).

Die Kommunikation von wissenschaftlicher Unsicherheit ist ein zentraler Faktor einer gelungenen Risikokommunikation. Zu Beginn der Patientenbefragungen wurden Tomaten, Salat und Gurken als mögliche Verursacher vermutet. Wenige Tage später stellte sich jedoch heraus, dass Sprossen die Ursache waren. Bedingt durch das föderale System in Deutschland gab es dazu erwartungsgemäß Berichte aus verschiedenen betroffenen Bundesländern, was für Verbraucher und auch das Ausland teilweise schwer nachvollziehbar war. In beiden Fällen wurden durch das RKI, das BfR und das BVL unmittelbar gemeinsame Empfehlungen an die Verbraucher herausgegeben, damit diese sich selbst schützen können und sie solche Lebensmittel zumindest nicht ungewaschen und roh verzehren. In der Abwägung, eine wissenschaftlich noch nicht vollständig abgesicherte Erkenntnis öffentlich mitzuteilen und damit gegebenenfalls Menschenleben zu retten oder aber die Daten noch solange unter Verschluss zu halten, bis sie vollkommen gesichert

5 Unter EHEC versteht man enterohämorrhagische E. coli Bakterien, die beim Menschen schwerwiegende Magen-Darm-Erkrankungen und Nierenkomplikationen hervorrufen können.

Abbildung 3

Verhaltensveränderung der deutschen Bevölkerung während des EHEC-Ausbruchs im Jahr 2011



n = 479 Personen, die ihr Verhalten geändert haben, Mehrfachnennungen möglich, Angaben in Prozent.

sind, müssen dem Selbstverständnis und dem gesetzlichen Auftrag des BfR nach Unabhängigkeit in seiner Bewertung und Kommunikation zufolge stets auch mögliche negative wirtschaftliche Konsequenzen in Kauf genommen werden. Es wäre unverantwortlich gewesen, diese vorläufigen Daten nicht an die Gesellschaft zu kommunizieren, auch wenn sie nach wenigen Tagen angesichts neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse korrigiert werden mussten. Die Diskussion zur Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheit im Fall des EHEC-Ausbruchs in Deutschland im Jahr 2011 wurde im Internet kontrovers geführt (Sandmann et al. 2011): Befürworter einer zentralisierten Informationspolitik kritisierten die Fülle an teilweise noch ungesicherten Informationen aus verschiedenen Institutionen, andere begrüßten die Informationsvielfalt und die frühe öffentliche Information, die Verbrauchern eigenes Handeln ermöglichte.

Das BfR untersuchte in einer repräsentativen Umfrage, wie die deutsche Bevölkerung nach Beendigung der EHEC-Krise 2011 in ihrem Verhalten reagiert hat (Appel 2011). Immerhin gut die Hälfte aller Befragten, die den Begriff EHEC eigenen Angaben zufolge schon einmal gehört hat (931 von 1000 Befragten), änderte ihr Verhalten (Abbildung 3). 70 Prozent derjenigen, die ihr

Verhalten geändert haben – hochgerechnet auf die gesamte Bevölkerung sind das 35 Prozent – verzichteten bewusst auf den Verzehr von rohen Tomaten, Salat und Gurken sowie Sprossen.

Da Menschen auch Überträger des EHEC-Keims sind, wurden seitens des BfR mit Beginn der Krise Regeln der Küchenhygiene vermittelt. Auch wenn diese Informationen weit weniger stark befolgt wurden als die Verzehrsempfehlungen, hielten sich immerhin 20 bis 25 Prozent der Bevölkerung daran und wuschen sich häufiger die Hände – das war knapp die Hälfte derjenigen, die ihr Verhalten in Folge der EHEC-Krise geändert hatten. Verstärkt auf Küchenhygiene achteten 20 Prozent der Bevölkerung, das waren knapp zwei Fünftel der Menschen, die ihr Verhalten geändert hatten.

Einer Eurobarometer-Umfrage zufolge glauben Menschen zu 75 Prozent, dass unhygienische Bedingungen außerhalb ihres Hauses, also beispielsweise in Restaurants, zu Problemen führen, während nur 27 Prozent der aus mikrobiologischer Sicht korrekten Ansicht sind (Redmond und Griffith 2003), dass unhygienische Bedingungen in der eigenen Küche das weit größere gesundheitliche Problem darstellten (European Commission on Food Risk Perception 2006). Hier ist noch viel Aufklärungsarbeit zur Thematik Küchenhygiene erforderlich.

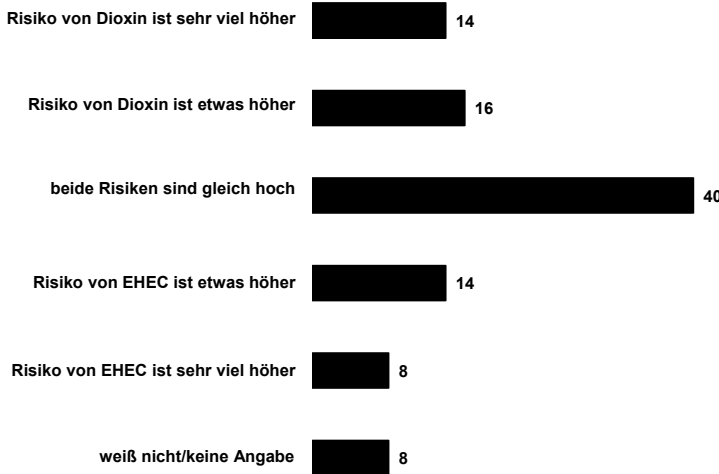
8 Risikovergleich Dioxin und EHEC

Zusammengefasst waren also weder die Anfang Januar 2011 in Eiern und Fleisch gemessenen Dioxin-Werte gesundheitlich problematisch noch die in den letzten Jahren gemessenen Rückstände an Pflanzenschutzmitteln, wohl aber der EHEC-Ausbruch im Jahr 2011. Zu den beiden genannten konkreten Vorfällen im Jahr 2011, Dioxin und EHEC, wurde eine repräsentative Bevölkerungsbefragung zur Risikowahrnehmung durchgeführt. Die Thematik der Pflanzenschutzmittelreste in Lebensmitteln wurde in dieser Studie nicht behandelt. Befragt man Verbraucher, wie sie die Risiken Dioxin und EHEC im Vergleich sehen, zeigt sich, dass die Sorge um Dioxin größer ist als die um EHEC und dass 40 Prozent der deutschen Bevölkerung beide Risiken als gleich hoch eingestuft werden (Abbildung 4) (Appel et al. 2011). Dieses Ergebnis lässt sich unter anderem dadurch erklären, dass Menschen eher Sorge vor chemischen Risiken haben und weniger vor Risiken, die einen natürlichen Ursprung haben. Nach Kraus et al. (1992) wird dieser Glaube an Mutter Natur beziehungsweise der an die generelle Giftigkeit von Chemikalien als Intuitive Toxikologie bezeichnet. Da Menschen immer mal wieder eine Durchfallerkrankung erleiden, wird das Risiko für Lebensmittelvergiftungen aufgrund ihrer scheinbaren Alltäglichkeit eher unterschätzt (Hohl und Gaskell 2008). Das gleiche Bild zeigt sich bei Salmonellenvergiftungen: Sie werden aufgrund ihres häufigen Vorkommens und der dadurch bedingten Bekanntheit bei der Bevölkerung ebenfalls weniger riskant eingeschätzt als beispielsweise gentechnisch veränderte Lebensmittel (Siegrist et al. 2006), wenngleich eine gesundheitliche Gefährdung durch Salmonellen ungleich wahrscheinlicher ist. Die Unterschätzung persönlicher Risiken wird als optimistischer Fehlschluss bezeichnet: Menschen glauben eher, dass anderen Menschen etwas Schlimmes widerfährt und sie selbst verschont bleiben (Weinstein 1989).

Abbildung 4

Vergleichende Risikowahrnehmung der deutschen Bevölkerung bezüglich Dioxin und EHEC im Jahr 2011

Frage: Wie würden Sie Ihr persönliches Risiko gesundheitliche Schäden zu erleiden, beim Vergleich der beiden Ereignisse – Dioxin in Lebensmitteln und EHEC – einschätzen?



n = 803 Personen, denen das Thema Dioxin bekannt war, Angaben in Prozent.

9 Methodische Ansätze für eine gelingende Risikokommunikation

Für die Kommunikation möglicher Risiken im Lebensmittelbereich sollte zunächst folgendes konstatiert werden: Alle Lebensmittel, die in Deutschland verkauft werden, müssen sicher sein. Die Verantwortung für die Sicherheit von Lebensmitteln liegt bei den Herstellern. Die Kontrolle über die Einhaltung der diesbezüglichen gesetzlichen Regelungen ist Aufgabe der Bundesländer. Auch wenn längst nicht jedes einzelne auf dem Markt befindliche Produkt, rein aus wirtschaftlichen und organisatorischen Gründen, kontrolliert werden kann, garantieren die von den Bundesländern derzeit durchgeführten Kontrollen die Lebensmittelsicherheit in Deutschland auf einem sehr hohen Niveau. Die Erkenntnisse zur persönlichen Risikowahrnehmung müssen bei der Kommunikation solcher Risiken jedoch noch besser als bisher berücksichtigt werden. Klare Handlungsempfehlungen wie beispielsweise konkrete Angaben zu Verzehrsempfehlungen, Bräunungszeiten oder auch Durchgarzeiten und -temperaturen von Lebensmitteln geben nicht nur in Krisenzeiten die Möglichkeit der Kontrolle über Risiken und senken somit das Risikoempfinden, sie ermöglichen Menschen auch einen überlegteren Umgang mit Risiken. Der Einsatz gesellschaftlicher Multiplikatoren zur Kommunikation wie Ärzte, Apotheker, Erzieher oder Lehrer, die bei Verbrauchern hohes Vertrauen genießen, ist stets einzuplanen. Ebenso ist der Einsatz verschiedener und auch neuer Medien wie soziale Netzwerke einzuplanen, um verschiedene Zielgruppen, unterteilt nach den üblichen demografischen Gesichtspunkten wie Geschlecht, Alter oder Bildungsstand oder unterteilt nach den oben genannten Risikowahrnehmungstypen,

ihren Bedürfnissen gemäß spezifisch zu erreichen. Nicht zuletzt sollte bei der Kommunikation mögliches Ausweichverhalten vorgedacht werden, um zu vermeiden, dass durch die Kommunikation ausgelöste Kompensationsmaßnahmen möglicherweise gesundheitsschädlicher sind als das ursprüngliche Verhalten (Gigerenzer 2006). Auch die Angabe der Referenzklasse beziehungsweise die Verwendung absoluter statt bedingter Wahrscheinlichkeiten trägt maßgeblich dazu bei, Missverständnisse oder Fehlinterpretationen von Daten zu vermeiden (Elmore und Gigerenzer 2005, Gigerenzer et al. 2005).

Die Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheit war in der Wissenschaft lange eher ein Tabuthema, und es wurden lediglich Dinge öffentlich transportiert, die gesichert schienen. Dies entspricht jedoch nicht dem heutigen Stand der Wissenschaft in der Unsicherheitsforschung. Verbraucher haben zudem einen Anspruch darauf, sich durch frühe, gegebenenfalls noch unsichere Daten und eine diesbezügliche mögliche Verhaltensänderung selbst schützen zu können. Zudem ist die Akzeptanz einer solchen Art von Kommunikation, auch wenn sie sich selbst im Laufe des Geschehens korrigieren muss, signifikant höher als die einer Kommunikation, die erst dann öffentlich wird, wenn alle Fakten erhärtet sind (Sandman und Lanard 2011).

IO Zusammenfassung und Ausblick

Die Politik sollte bei ihren Entscheidungen neben den rein wissenschaftlichen Erkenntnissen über das Ausmaß eines gesundheitlichen Risikos auch andere Schutzbereiche und Rechtsgüter wie wirtschaftliche Interessen, Vertrauensverlust in die Institutionen und, wenn auch aus wissenschaftlicher Sicht unbegründete, so doch reale Ängste der Bevölkerung berücksichtigen. Ein Risiko beschreibt die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens, die maßgeblich vom Gefährdungspotenzial und der Exposition des Menschen abhängig ist. Die Bewertungskriterien von Experten kontrastieren teilweise mit denen von Laien, die sich in ihrer Risikowahrnehmung eher an Parametern wie Bekanntheit des Risikos, Kontrollierbarkeit, Katastrophenpotenzial, Freiwilligkeit, Schrecklichkeit sowie Unmittelbarkeit orientieren. Gefühlte Risiken entstehen somit, weil Menschen die auf Mathematik und Statistik beruhenden Ergebnisse einer wissenschaftlichen Risikoabschätzung nicht oder falsch verstehen und/oder weil es offensichtlich nicht gelungen ist, sie klar, verständlich und trotzdem differenziert und eindeutig zu kommunizieren. Zugleich leben Menschen in der Illusion, dass bei entsprechendem technologischem und administrativem Aufwand wie beispielsweise umfangreichen staatlichen Kontrollen im Lebensmittelbereich Risiken und damit Unsicherheiten beseitigt werden können.

So ist beispielsweise das gefühlte Risiko bei Dioxin-Verunreinigungen oder auch bei Rückständen von Pestiziden in Lebensmitteln bei deutschen Verbrauchern groß. Selbst wenn gesetzliche Rückstandshöchstmengen eingehalten werden, befürchten viele Menschen gesundheitliche Schäden, wenn sie solche Lebensmittel verzehren. Aus wissenschaftlicher Sicht ist hingegen selbst bei sporadischen Überschreitungen der Höchstmengen kein gesundheitliches Risiko gegeben, weder akut an einem Tag, noch chronisch bei lebenslangem Verzehr. Dafür erfolgt in der Risikobewertung stets die Berechnung mittels ADI und ARfD. Wird dagegen auf bestimmte Pflanzenschutzmittel wie zum Beispiel auf Fungizide beim Anbau von Getreide verzichtet, können durch Pilzbefall Schimmelpilzgifte ins Korn gelangen. Von diesen Pilzgiften ist bekannt, dass sie Krebs auslösen. Aus wissenschaftlicher Sicht sind daher Getreideprodukte aus pestizid-freiem Anbau wegen der möglichen Belastung mit diesen Giften keineswegs automatisch frei

von gesundheitlichen Risiken. Viele Verbraucher empfinden sie aber dennoch als sicher. Während die gesundheitlichen Risiken von Pflanzenschutzmittelrückständen und von geringen Dioxin-Verunreinigungen in Lebensmitteln von Verbrauchern eher überschätzt werden, werden beispielsweise Risiken im Bereich Küchenhygiene typischerweise eher unterschätzt. Dies wurde nicht zuletzt beim EHEC-Ausbruch im Jahr 2011 in Deutschland deutlich, bei dem die kommunikative Vermittlung einfacher Hygieneregeln von der Bevölkerung deutlich weniger gut angenommen wurde als Verzehrsempfehlungen.

Gefühle, also nicht wissenschaftlich begründete Risiken gehören zum gesellschaftlichen Leben und prägen das Verhalten der Menschen im Alltag. Diese dürfen von der Politik nicht ignoriert werden. Um Krisen zu vermeiden, ist deshalb auch bei einem gefühlten Risiko staatliches Handeln nötig, sei es kommunikativ oder bei Bedarf direkt regulativ. Eine offene und verständliche Risikokommunikation, welche die Position der Wissenschaft auf der einen und die Positionen der verschiedenen Vertreter aus Politik, Wirtschaft, Verbänden und Nichtregierungsorganisationen auf der anderen Seite in die Diskussion eines Risikos einbezieht, ist hierbei von zentraler Bedeutung. Sozialwissenschaftliches Know-how sollte in diesem gesamtgesellschaftlichen partizipativen Dialog mit naturwissenschaftlichem Wissen verknüpft werden, um einen offenen und Vertrauen stiftenden Dialog zu gestalten. Hierbei geht es weniger um Herstellen eines Konsenses als vielmehr um die Moderation eines konstruktiven Dissenses, bei dem Unterschiede aufgrund verschiedener, durchaus legitimer politischer, wirtschaftlicher sowie gesellschaftlicher und individueller Interessen herausgearbeitet werden.

Neben den wissenschaftlichen Erkenntnissen, die einer Risikoabschätzung zugrunde liegen, müssen dabei auch die Kenntnislücken und Unsicherheiten in der Interpretation wissenschaftlicher Daten offengelegt und somit Transparenz generiert werden. Dies war in der Vergangenheit, zum Beispiel beim Umgang mit BSE, nicht immer der Fall und hat zum Vertrauensverlust in die Institutionen des gesundheitlichen Verbraucherschutzes geführt. Hierbei wurde von Kritikern unter anderem der Wunsch nach mehr staatlicher Kontrolle geäußert. Dieser Aspekt wurde im vorliegenden Artikel jedoch nicht weiter vertieft. Eine wichtige Voraussetzung für Vertrauen und Glaubwürdigkeit ist wissenschaftliche Unabhängigkeit. Daher ist die institutionelle Trennung von wissenschaftlicher Risikobewertung und Risikomanagement, wie sie unter anderem in Deutschland ausgeübt wird, auch sinnvoll. Kommunikationsinstrumente wie Verbraucherkonferenzen und Stakeholder-Foren zu Themen wie beispielsweise mögliche Risiken der Nanotechnologie und natürlicher Pflanzeninhaltsstoffe in Lebensmitteln tragen dazu bei, gefühlte Risiken auf ihren rationalen, das heißt wissenschaftlich begründbaren Kern, zurückzuführen.

Literaturverzeichnis

- Abraham, Klaus, Klaus-Erich Appel, Katharina Berg, Gerhard Heinemeyer, Monika Lahrssen-Wiederholt, Nikola Lange, Oliver Lindtner, Helmut Schafft, Markus Spolders, Bärbel Vieth, Anke Weissenborn und Reiner Wittkowski (2011): Die Vorkommnisse um Dioxin in Futtermitteln in Deutschland 2011 – gab es ein Risiko für Verbraucher? *Journal of Food Safety and Food Quality*, 62, 108–115.
- Appel, Bernd, Gaby-Fleur Böhl, Matthias Greiner, Monika Lahrssen-Wiederholt und Andreas Hensel (Hrsg.) (2011): EHEC-Ausbruch 2011 – Aufklärung des Ausbruchs entlang der Lebensmittelkette. BfR, Berlin.

- Banasiak, Ursula, Helmut Heseker, Christian Sieke, Christine Sommerfeld und Christoph Vohmann (2005): Abschätzung der Aufnahme von Pflanzenschutzmittelrückständen in der Nahrung mit neuen Verzehrsmengen für Kinder (VELS-Studie). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 48, 84–98.
- BfR (2008): www.bfr.bund.de/cm/343/zweitevaluation_der_bekanntheit_des_bfr_abschlussbericht_2008.pdf.
- BfR (2011a): www.bfr.bund.de/cm/343/kein_gesundheitliches_risiko_durch_den_verzehr_von_eiern_und_fleisch_auf_der_basis_aktuell_ermittelter_dioxingehalte.pdf.
- BfR (2011b): www.bfr.bund.de/cm/343/dioxin_aufnahme_ei.pdf
- BfR (2012): www.bfr.bund.de/cm/350/verbrauchertipps-schutz-vor-infektionen-mit-enterohaemorrhagischen-e-coli-ehec.pdf.
- Böl, Gaby-Fleur und Andreas Hensel (2009): Aufgaben des Bundesinstituts für Risikobewertung und deren Wahrnehmung in der Bevölkerung. *Bundesgesundheitsblatt*, 52, 1179–1187.
- BVL (2011a): www.bvl.bund.de/DE/01_Lebensmittel/01_Aufgaben/02_Amtliche-Lebensmittelueberwachung/09_PSMRueckstaende/01_nb_psm/nbpsm_2009/lm_nbpsm_bericht_2009_basepage.html?nn=1401276.
- BVL (2011b): Ergebnisbericht der Task Force EHEC zur Aufklärung des EHEC O104:H4 Krankheitsausbruchs in Deutschland. www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel/EHEC/Task_Force_EHEC_Ergebnisbericht_23_09_2011.pdf;jsessionid=F4FD94F54537CF819CC07D2A3E3E5575.1_cid103?__blob=publicationFile&v=2.
- Calman, Kenneth C. (2002): Communication of risk: choice, consent, and trust. *Lancet*, 360, 166–168.
- Elmore, Joann G. und Gerd Gigerenzer (2005): Benign breast disease: the risks of communicating risk. *The New England Journal of Medicine*, 353, 297–299.
- Epp, Astrid, Rolf Hertel und Gaby-Fleur Böl (Hrsg.) (2007): Acrylamid in Lebensmitteln – Ändert Risikokommunikation das Verbraucherverhalten? BfR, Berlin.
- Epp, Astrid, Britta Michalski, Ursula Banasiak und Gaby-Fleur Böl (Hrsg.) (2010): Pflanzenschutzmittelrückstände in Lebensmitteln – Die Wahrnehmung der deutschen Bevölkerung. BfR, Berlin.
- European Commission (2006): Risk Issues. Special Eurobarometer 238. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_238_en.pdf.
- European Commission on Food Risk Perception (2010): Special Eurobarometer 354. www.efsa.europa.eu/en/riskcommunication/riskperception.htm.
- Fischhoff, Baruch, Paul Slovic, Sarah Lichtenstein, Stephen Read und Barbara Combs (1978): How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risks. *Policy Sciences*, 9, 127–152.
- Gigerenzer, Gerd (2006): Out of the frying pan into the fire: behavioral reactions to terrorist attacks. *Risk Analysis*, 26, 347–351.
- Gigerenzer, Gerd, Ralf Hertwig und Eva van den Broek (2005): A 30 % chance of rain tomorrow: How does the public understand probabilistic weather forecast? *Risk Analysis*, 25, 623–629.
- Hohl, Katrin und George D. Gaskell (2008): European public perceptions of food risk: cross-national and methodological comparisons. *Risk Analysis*, 28, 311–324.
- Kraus, Nancy, Torbjorn Malmfors und Paul Slovic (1992): Intuitive toxicology: expert and lay judgements of chemical risks. *Risk Analysis*, 12, 215–232.

- Marshall, Randall D., Richard A. Bryant, Lawrence Amsel, Eun J. Suh, Joan M. Cook und Yuval Neria (2007): The psychology of ongoing threat: relative risk appraisal, the September 11 attacks, and terrorism-related fears. *American Psychology*, 62, 304–316.
- Pidgeon, Nick, Roger E. Kasperson und Paul Slovic (Hrsg.) (2003): *The social amplification of risk*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Redmond, Elizabeth und Christopher Griffith (2003): Consumer Food Handling in the Home: A Review of Food Safety Studies. *Journal of Food Protection*, 66, 130–161.
- RKI (2011): Bericht: Abschließende Darstellung und Bewertung der epidemiologischen Erkenntnisse im EHEC O104:H4 Ausbruch, Deutschland 2011. Berlin. http://edoc.rki.de/documents/rki_ab/reeFNxULvsdZo/PDF/262b4Pk2TGGs.pdf.
- Sandman, Peter M. und Jody Lanard (2011): Explaining and Proclaiming Uncertainty: Risk Communication Lessons from Germany's Deadly Ecoli Outbreak. www.psandman.com/col/GermanEcoli.htm.
- Siegrist, Michael, Carmen Keller und Henk A. L. Kiers (2006): Lay peoples's perception of food hazards: comparing aggregated data and individual data. *Appetite*, 47, 324–332.
- Slovic, Paul (1987): Perception of risk. *Science*, 236, 280–285.
- Slovic, Paul (1991): Trust, emotion, sex, politics and science: surveying the risk-assessment battlefield. *Risk Analysis*, 19, 689–701.
- Weinstein, Neil D. (1989): Optimistic biases about personal risks. *Science*, 246, 1232–1233.
- Zimmer, Rene, Rolf Hertel und Gaby-Fleur Böhl (Hrsg.) (2008): Wahrnehmung der Nanotechnologie in der Bevölkerung – Repräsentativerhebung und morphologisch-psychologische Grundlagenstudie. BfR, Berlin.