



ERNÄHRUNGS  
WENDE

## **Ernährungsrisiken**

### **Identifikation von Handlungsschwerpunkten**

Diskussionspapier Nr. 3

Dr. Ulrike Eberle

Wolfgang Reuter

unter Mitarbeit von:

Uwe R. Fritsche

Dr. Jennifer Teufel

**Öko-Institut e.V. – Institut für angewandte Ökologie**

Hamburg/Freiburg/Darmstadt, November 2004

„Ernährungswende – Strategien für sozial-ökologische Transformationen im gesellschaftlichen Handlungsfeld Umwelt-Ernährung-Gesundheit“ ist ein Gemeinschaftsprojekt des Forschungsverbundes Ökoforum unter der Leitung des Öko-Instituts. Beteiligt sind folgende Verbundpartner:

- Öko-Institut e.V. – Institut für angewandte Ökologie
- Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
- KATALYSE – Institut für angewandte Umweltforschung
- Österreichisches Ökologie Institut für angewandte Umweltforschung

Nähere Informationen zum Forschungsvorhaben auf der Projekt-Website unter [www.ernaehrungswende.de](http://www.ernaehrungswende.de). Dort finden Sie das Diskussionspapier auch als pdf-Datei zum Download.

Das Projekt wird im Rahmen des Förderschwerpunkts „Sozial-ökologische Forschung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

## Inhalt

<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>i</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>ii</b>
<b>Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Risikoquantifizierung .....</b>	<b>9</b>
2.1 Risikoanalyse .....	9
2.2 Risikoabschätzung und –bewertung .....	15
2.2.1 Vorgehensweise .....	15
2.2.2 Ergebnisse .....	19
<b>3 Analyse von Quellen: Wie gelangen unerwünschte Stoffe und Organismen in Nahrungsmittel? .....</b>	<b>24</b>
3.1 Vorgehensweise .....	25
3.2 Ergebnisse .....	27
<b>4 Ernährungsrisiken und Umwelt .....</b>	<b>33</b>
<b>5 Risiken unterschiedlicher Ernährungsweisen .....</b>	<b>36</b>
<b>6 Handlungsschwerpunkte .....</b>	<b>40</b>
6.1 Minimierung der Einträge unerwünschter Stoffe und Organismen .....	40
6.2 Minimierung der mit der Ernährungsweise verbundenen Risiken .....	45
<b>7 Diskussion .....</b>	<b>46</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>47</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>52</b>
<b>Glossar .....</b>	<b>53</b>

---

<b>Anhang 1: Risikomatrizen für unterschiedliche Noxen .....</b>	<b>54</b>
<b>Anhang 2: Vergleich von vier Ernährungsweisen .....</b>	<b>67</b>
<b>Ansprechpartnerin .....</b>	<b>68</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Zusammenstellung von in Nahrungsmitteln unerwünschten Stoffen und Organismen und mögliche Schäden für die Gesundheit des Menschen.....	10
Tabelle 2	Definition der Begriffe bei der Abschätzung von Ernährungsrisiken.....	16
Tabelle 3	Qualitative und quantitative Risikoskala.....	19
Tabelle 4	Ranking der identifizierten unerwünschten Stoffe und Organismen in Nahrungsmitteln hinsichtlich der Höhe ihres Risikopotenzials .....	21
Tabelle 5	Abschätzung stofflicher Ernährungsrisiken für die Gesellschaft anhand der Wahrscheinlichkeit $p$ des Ernährungsrisikos und des Ausmaßes $A_G$ , sortiert nach dem Risikoprodukt.....	22
Tabelle 6	Vergleichende Gegenüberstellung des individuellen und des gesellschaftlichen Schadensausmaßes.....	23
Tabelle 7	Risikomatrix gesundheitliche Ernährungsrisiken, Bsp. Pestizide.....	27
Tabelle 8	Addierte Quellenrelevanz-Punkte für alle betrachteten unerwünschten Stoffe und Organismen.....	28
Tabelle 9	Betrachtete Ernährungsweisen .....	36
Tabelle 10	Risikopotenziale unterschiedlicher Ernährungsweisen .....	37
Tabelle 11	Risikomatrix Bakterien / Viren .....	54
Tabelle 12	Risikomatrix Bestrahlungsprodukte .....	55
Tabelle 13	Risikomatrix BSE.....	56
Tabelle 14	Risikomatrix GVO .....	57
Tabelle 15	Risikomatrix hormonell wirksame Stoffe .....	58
Tabelle 16	Risikomatrix Lebensmittelzusatzstoffe .....	59
Tabelle 17	Risikomatrix Medikamente .....	60
Tabelle 18	Risikomatrix Mykotoxine.....	61
Tabelle 19	Risikomatrix Nitrat.....	62

Tabelle 20 Risikomatrix organische Noxen .....	63
Tabelle 21 Risikomatrix Pestizide.....	64
Tabelle 22 Risikomatrix physische Fremdkörper .....	65
Tabelle 23 Risikomatrix Schwermetalle .....	66
Tabelle 24 Vergleich der Risikopotenziale von vier Ernährungsweisen .....	67

### **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1	Schematische Darstellung der Lebenswege von Nahrungsmitteln .....	24
Abbildung 2	Schematischer Lebensweg von Fleischprodukten mit beteiligten Akteuren und Stoffflüssen.....	25
Abbildung 3	Umweltprobleme der Landwirtschaft im Kontext anderer Verursacher.....	34
Abbildung 4	Vergleich des Risikopotenzials unterschiedlicher Ernährungsweisen.....	38

## Vorwort

Das vorliegende Diskussionspapier ist ein Zwischenergebnis des Moduls „Ernährung und Produkte“ im Rahmen des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundvorhabens *Ernährungswende*.

Das Papier stellt Zwischenergebnisse zur Diskussion und ist ein Baustein für die Erarbeitung eines sozial-ökologischen Vorsorgekonzeptes – eine der Zielsetzungen des Verbundvorhabens.

Rückmeldungen an die AutorInnen sind erwünscht – am einfachsten per E-Mail an die Projektleiterin Dr. Ulrike Eberle ([u.eberle@oeko.de](mailto:u.eberle@oeko.de)).

## Zusammenfassung

No risk - no fun? Oder bedeuten beim Essen nicht weniger Risiken doch mehr Spaß und damit Wohlbefinden? Nahrungsmittel sind in erheblichem Maß für die Gesundheit und das Wohlergehen des Menschen verantwortlich, da sie über das ganze Leben regelmäßig und in großen Mengen zugeführt werden – daher auch der Begriff „Lebensmittel“: Mittel zum Leben. Sie können jedoch auch aufgrund unerwünschter Stoffe und Organismen, die entlang des Produktlebensweges in die Nahrungsmittel gelangen, zu einem Risiko sowohl für die menschliche Gesundheit als auch für die Umwelt werden.

Die Liste unerwünschter Stoffe und Organismen ist lang: allein 16 Stoffgruppen, die jeweils wiederum eine unterschiedliche Anzahl an Einzelstoffen umfassen und unterschiedlichste gesundheitliche Schäden hervorrufen können, wurden identifiziert und analysiert (vgl. Kap. 2.1). Das Ziel ist klar: gesundheitliche Schäden durch diese Stoffe sind unerwünscht, d.h. es müssen Konzepte entwickelt werden, die verhindern, dass diese Stoffe in Nahrungsmittel hineingelangen.

Doch genau hier liegt der Knackpunkt. Es kann beobachtet werden, dass laufend mehr soziale, ökologische, individuelle und politische Risiken in Industrienationen entstehen, als die bestehenden staatlichen Sicherungsmechanismen und Kontrolleinrichtungen bewältigen können. Gleichzeitig ist auch klar, dass Risiken nicht vollständig eliminiert, sondern lediglich möglichst weit eingegrenzt werden können, um die auftretenden Schäden möglichst gering zu halten. Die Frage stellt sich daher, wie ein adäquater Umgang mit solchen Risiken aussehen kann.

### *Risikobewertung: Basis für begründete Schwerpunktsetzung*

Nicht alle Schäden, die Risiken hervorrufen können, sind gleich schwerwiegend: bei Lebensmitteln reichen sie von Allergien über chronische Erkrankungen und akute Vergiftungen bis hin zum Creutzfeld-Jakob-Syndrom und diversen Krebstypen. Für jede/n Einzelne/n werden v.a. die möglichen eigenen Gesundheitsschäden (oder die nahe stehender Menschen) der Maßstab sein - um jedoch politische Handlungsstrategien zu entwickeln, ist v.a. auch das gesellschaftliche Schadensausmaß von Bedeutung.

Im vorliegenden Diskussionspapier wurde daher eine Vorgehensweise entwickelt, um die identifizierten Risiken durch unerwünschte Stoffe vergleichend zu bewerten und das gesellschaftliche Schadensausmaß einzuschätzen. Die für die Gesellschaft bedeutendsten Ernährungsrisiken werden nach dieser Bewertung durch BSE und hormonell wirksame Stoffe verursacht, gefolgt von gentechnisch veränderten Organismen, Pestiziden, Bakterien / Viren und Medikamenten. Diese Stoffe können auf unterschiedlichen Wegen in Nahrungsmittel und Umwelt gelangen – Hauptquellen sind jedoch die Landwirtschaft und die Lebensmittelverarbeitung, an dritter Stelle steht die Essenzubereitung in privaten Haushalten und Großküchen / Restaurants.

*Wo sollte die Politik ansetzen?*

Strategien zur Minimierung der mit unerwünschten Stoffen verbundenen Ernährungsrisiken müssen in eine vorsorgeorientierte Ernährungspolitik eingebettet sein. Hinsichtlich unerwünschter Stoffe und Organismen ist es wesentlich, einerseits die Einträge solcher Stoffe in Lebensmittel und Umwelt zu reduzieren und andererseits geeignete Kommunikationsformen zu entwickeln, die über Risikopotenziale unterschiedlicher Ernährungsweisen zielgruppenspezifisch informieren. Denn klar gezeigt werden konnte in der Untersuchung auch, dass die Höhe des Risikopotenzials durch unerwünschte Stoffe mit der Ernährungsweise verknüpft ist: eine Versorgung ausschließlich mit Produkten aus ökologischem Landbau ist mit zwei Drittel bis lediglich halb soviel Risiken behaftet wie eine Ernährungsweise mit Produkten aus konventionellem Anbau.

Notwendig ist es, hierfür geeignete Maßnahmen zu ergreifen:

- Ausweitung der Forschung, z.B. bei BSE, hormonell wirksamen Stoffen und Antibiotika-Resistenzen;
- Verknüpfung mit bzw. Erweiterung von bestehenden Instrumenten, wie z.B. der neuen EU-Chemikalienverordnung REACH;
- Stoffverbote, z.B. für hormonell wirksame Stoffe in der Lebensmittelverarbeitung und -verpackung;
- ausreichende Kontrollstrukturen und Sicherungsmaßnahmen, um z.B. die Nicht-Einhaltung von bestehenden gesetzlichen Vorgaben zu identifizieren und entsprechend zu ahnden;
- Deklaration aller Inhaltsstoffe und Transparenz hinsichtlich der Produktionsprozesse, um eine tatsächliche Produktwahl für KonsumentInnen zu ermöglichen. Die EU-Kennzeichnungsverordnung für Produkte mit gentechnisch veränderten Organismen kann hier bspw. nicht als ausreichend angesehen werden;
- geeignete Kommunikationsformen, um über bestehende Risiken zielgruppengerecht zu informieren.

Alles in allem: beim Essen bedeuten weniger Risiken sicher mehr Spaß!

## 1 Einleitung

„Der Mensch ist, was er isst“ repräsentiert anschaulich die enge Verbundenheit des Menschen mit seiner Ernährung. Nahrungsmittel sind einerseits in erheblichem Maß für die Gesundheit und das Wohlergehen des Menschen verantwortlich, da sie über das ganze Leben regelmäßig und in großen Mengen zugeführt werden – daher auch der Begriff „Lebensmittel“: Mittel zum Leben.

Lebensmittel können aber auch aufgrund unerwünschter Stoffe und Organismen, die entlang der Produktlebenswege in die Lebensmittel gelangen, zu Risikoträgern insbesondere für die menschliche Gesundheit werden.

### *Stand der Diskussion*

Einen Überblick über den Gehalt von unerwünschten Stoffen in der Nahrung gibt das seit 1995 nach Vorgaben des Gesundheitsministeriums (heute: Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherheit – BMGS)<sup>1</sup> jährlich durchgeführte *Lebensmittel-Monitoring*. Sein Ziel ist, einerseits aussagekräftige Daten zur repräsentativen Beschreibung des Vorkommens von unerwünschten Stoffen in Lebensmitteln für Deutschland zu erhalten, und andererseits, eventuelle Gefährdungspotenziale durch diese Stoffe frühzeitig zu erkennen. Darüber hinaus soll das Monitoring längerfristig dazu dienen, zeitliche Trends in der Belastung der Lebensmittel aufzuzeigen (BgVV 2000a).

Im BMGS-Monitoring werden tierische und pflanzliche Lebensmittel auf Pflanzenschutzmittelrückstände, Umweltkontaminanten (persistente Organochlorverbindungen und Schwermetalle) sowie Nitrat und Mykotoxine geprüft. Zusätzlich wurden in Konserven verpackte Lebensmittel auf Zinn sowie Schinken und Olivenöl auf Benzo(a)pyren untersucht. Im Ergebnis wurden 2002 in der Hälfte aller in Deutschland genommenen Proben Rückstände von Pestiziden gefunden, und fast jede zehnte Probe überschritt den zulässigen Höchstwert. Diese Anteile nehmen seit einigen Jahren zu. Dies gilt auch für den Anteil der Proben, in denen mehrere Pestizide auf einmal gefunden werden (EU 2004).

Auch die Belastung von Lebensmitteln mit Krankheitserregern hat in den letzten Jahrzehnten zugenommen - die Zahl der gemeldeten lebensmittelbedingten Infektionskrankheiten steigt weltweit an (RKI 2002). Dieser Trend gilt nicht nur für die Länder der Dritten Welt, sondern ebenso für die Industrienationen: Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) erkranken jährlich schätzungsweise 30 Prozent der Bevölkerung in Industrienationen an Lebensmittelinfektionen (aid 2002).

---

<sup>1</sup> Seit dem Jahr 2002 hat das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) diese Aufgabe übernommen.

In Deutschland hat sich z.B. im Zeitraum zwischen 1989 und 1997 die Zahl der nach dem Bundesseuchengesetz als „Enteritis infectiosa“ gemeldeten infektiösen Darmerkrankungen mehr als verdoppelt, es erkrankten in Deutschland jedes Jahr etwa 200.000 Personen an einer Salmonellose oder „infektiösen Enteritis“ (aid 2002). Durch verbesserte Nachweisverfahren und diagnostische Methoden wurde in den letzten Jahren das Ausmaß der klinischen Bedeutung von Infektionen durch *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Yersinia* oder *Listeria* deutlich.

1997 wurden in Deutschland erstmals mehr Krankheitsfälle durch diese Erreger gemeldet als Salmonelleninfektionen, wobei gleichzeitig zu beobachten ist, dass die jährlich erfasste Zahl der durch Salmonellen verursachten Infektionen seit 1992 rückläufig ist (RKI 2000, 2002). Ähnliche Trends lassen sich in anderen Industrieländern beobachten. Die Salmonellose bleibt jedoch weiterhin eine bedeutende Infektionskrankheit.<sup>2</sup>

Um Gesundheits- und Umweltschäden vorausschauend und vorsorgend zu vermeiden, reichen Konzepte, die ausschließlich Risikovermeidung auf individueller Ebene zum Ziel haben, nicht aus. Es ist vielmehr notwendig, Handlungsstrategien zu entwickeln, die v.a. auch die *gesellschaftliche Relevanz* unterschiedlicher Risiken einbeziehen.

Grundsätzlich sind Risikoregulierungsverfahren<sup>3</sup> von ihrer Thematik, Struktur und ihrem Umfang her vielfältig; sie werden schon lange in breitem Umfeld diskutiert und angewendet. Einen guten Überblick über die Diskussion und die vielfältigen Methoden in den verschiedenen Disziplinen hat der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU 1999) verfasst.

Den Stand der Verfahren der Risikoregulierung hat jüngst die ad hoc-Kommission „Neuordnung der Verfahren und Strukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland“ analysiert und Vorschläge für das weitere Verfahren in Deutschland gemacht (Risikokommission 2003).

Die Europäische Agentur für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat 2003 einen Leitlinien-Entwurf zur Risikobewertung gentechnisch veränderter Pflanzen und daraus hergestellter Futter- und Lebensmittel vorgelegt, der als Orientierungshilfe bei der Risikobewertung von gentechnisch veränderten Pflanzen und / oder daraus hergestellten Lebens- und Futtermitteln dienen soll, die im Rahmen der Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 über genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel bzw. der Richtlinie 2001/18/EG über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt eingereicht werden (EFSA 2004).

Darüber hinausgehende, systematische Analysen oder Bewertungen von unerwünschten Stoffen und Organismen in der Nahrung liegen jedoch zur Zeit nicht vor. Eine vergleichende Bewertung, die Ernährungsrisiken in Bezug zu *gesellschaftlichen* Kosten-/Nutzenabwägungen setzt, existiert bisher nicht.

---

<sup>2</sup> In der EU waren im Jahr 2000 über die Hälfte der durch Zoonosen bedingten gemeldeten Infektionskrankheiten auf Salmonellen zurückzuführen (DG GV 2002).

<sup>3</sup> Risikoregulierung: Gesamtprozess von Risikoanalyse, -abschätzung, -bewertung und -management.

### *Zielsetzung des vorliegenden Papiers*

Im vorliegenden Diskussionspapier Nr.3 „Ernährungsrisiken - Identifikation von Handlungsschwerpunkten“ werden daher Ernährungsrisiken,<sup>4</sup> die aufgrund unerwünschter Stoffe und Organismen in der Nahrung auftreten, systematisch betrachtet, analysiert und hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Relevanz bewertet. Die naturwissenschaftliche Betrachtung von Ernährungsrisiken steht hierbei im Vordergrund, da die Analyse stofflicher Risiken v.a. mit naturwissenschaftlich-technischen Methoden möglich ist (Mertens 2001).

Die *Bewertung* der naturwissenschaftlich bestimmten Risiken hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Relevanz erfolgt in Bezug auf gesellschaftliche Kosten- / Nutzenaspekte. Dies ermöglicht, Handlungsbedarf hinsichtlich unerwünschter Stoffe und Organismen in Nahrung in Bezug auf die Dringlichkeit des Handelns für die Gesellschaft als Ganzes zu *priorisieren*.

Eine solche Herangehensweise kann andere Handlungskonzepte (z.B. Grenzwerte, DGE-Empfehlungen etc.) ergänzen, die u.a. zum Schutz besonders gefährdeter Gruppen (sog. Vulnerable Groups), vor Ernährungsrisiken bestehen und kann helfen, Handlungsschwerpunkte in einer vorsorgenden Ernährungspolitik zu setzen.

### *Struktur des Diskussionspapiers*

Kapitel 2 stellt einleitend die Methodik zur Risikoquantifizierung vor und beschreibt die Analyse, Abschätzung und Bewertung von Risiken für die menschliche Gesundheit durch unerwünschte Stoffe und Organismen in der Nahrung entlang der Produktlebenswege.

Kapitel 3 werden Quellen unerwünschter Stoffe und Organismen in Nahrungsmitteln analysiert und hinsichtlich ihrer Relevanz bewertet.

Kapitel 4 diskutiert die Verbindung von Ernährungsrisiken und Umwelt.

Kapitel 5 analysiert den Einfluss unterschiedlicher Ernährungsweisen hinsichtlich ihres Risikopotenzials in Bezug auf unerwünschte Stoffe und Organismen in der Nahrung.

Darauf aufbauend nennt Kapitel 6 die für die Gesellschaft relevantesten Ernährungsrisiken als prioritäre Handlungsfelder einer stofflichen Risikoprävention im Ernährungsbereich.

Die zitierte Literatur, ein Abkürzungsverzeichnis und ein Glossar runden das Papier ab.

Im Anhang sind Risikomatrizen für unterschiedliche Noxen und für den Vergleich der Risiken durch verschiedene Ernährungsweisen dargestellt.

---

<sup>4</sup> Im Forschungsvorhaben „Ernährungswende – Strategien für sozial-ökologische Transformationen im gesellschaftlichen Handlungsfeld Umwelt-Ernährung-Gesundheit“ wird „Ernährungsrisiko“ als ein Risiko für Individuen, die Gesellschaft und/oder die Umwelt verstanden, das durch die menschliche Ernährung verursacht wird.

## 2 Risikoquantifizierung

Eine vergleichende Bewertung der gesellschaftlichen Relevanz unterschiedlicher Ernährungsrisiken erfordert eine Risikoquantifizierung. Ziel dieses Untersuchungsteils ist es daher, Risiken, die von unerwünschten Stoffen und Organismen in Nahrungsmitteln für die menschliche Gesundheit und / oder die Umwelt ausgehen, zu analysieren, zu systematisieren und hinsichtlich ihrer Stärke abzuschätzen. Daran schließt sich eine Bewertung ihrer gesellschaftlichen Relevanz an.

Hierfür wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

- *Risikoanalyse*: unerwünschte Stoffe und Organismen, die ein Risiko für die Gesundheit des Menschen und / oder für die Umwelt darstellen, werden identifiziert und ihr möglicher Schaden wird charakterisiert.
- *Risikoabschätzung*: Die Wahrscheinlichkeit des Eintretens der Schäden und die Höhe des Schadensausmaßes der identifizierten Risiken werden abgeschätzt.
- *Risikobewertung*: Die Risiken werden in ihrer Bedeutung für die Gesellschaft bewertet und es wird ein Ranking erstellt, um prioritäre gesellschaftliche Handlungsfelder zu identifizieren.

### 2.1 Risikoanalyse

In der Risikoanalyse werden mögliche Risiken, die aufgrund unerwünschter Stoffe und Organismen in der Nahrung auftreten können, identifiziert und ihr möglicher Schaden wird charakterisiert.

Zur Identifikation solcher Ernährungsrisiken wurde einschlägige Literatur analysiert.<sup>5</sup> Daraus wurden 16 unerwünschte Stoffe bzw. Stoffgruppen sowie Organismen mit potenziell schädlicher Wirkung auf den Menschen identifiziert.<sup>6</sup> Sie sind in Tabelle 1 zusammen mit den möglichen Schäden,<sup>7</sup> die durch sie verursacht werden können, aufgeführt.

Die Zusammenstellung erfasst die wichtigsten unerwünschten Stoffe und Organismen, die ein Ernährungsrisiko für die Gesundheit des Menschen darstellen.

---

<sup>5</sup> u.a. aid 2002, BFE 2004, BVL 2004, DGE 2004, VIS 2004, VZBV 2004.

<sup>6</sup> Nicht betrachtet werden Unfälle, z.B. Verbrennungen bei der Zubereitung oder Schnittverletzungen beim Abspülen.

<sup>7</sup> Schaden ist eine allgemein als negativ eingestufte Auswirkung einer Aktivität oder eines Ereignisses.

*Tabelle 1 Zusammenstellung von in Nahrungsmitteln unerwünschten Stoffen und Organismen und mögliche Schäden für die Gesundheit des Menschen*

Stoff / Stoffgruppe / Organismen	Betrachtete Gesundheitsschäden
Bakterien und Viren	akute Vergiftungen
Bestrahlungsprodukte	Schäden durch Radiotoxine
BSE-Erreger	Creutzfeld-Jakob-Syndrom
Gentechnisch veränderte Organismen (GVO)	Allergien durch Lebensmittel
Hormonell wirksame Stoffe	Beeinflussung des Hormonsystems, Verminderung der Fruchtbarkeit, Krebs
Lebensmittelzusatzstoffe	Allergien, Unverträglichkeiten, akute Intoxikationen
Medikamente	Antibiotika-Resistenzen
Mykotoxine	akute Vergiftungen, Missbildungen, Organschäden, Krebs
Naturstoffe	akute Vergiftungen, Allergien, Unverträglichkeiten, genotoxische Schäden, Krebs
Nitrat	Zyanose, Krebs
Organische Noxen	chronische Effekte; Krebs; nicht: hormonelle Wirkung (dort erfasst)
Parasiten	Infektionen
Pestizide	akute und chronische Effekte; nicht: hormonelle Wirkung (dort erfasst), Krebs
Physische Fremdkörper	Verletzungen
Schwermetalle	chronische Effekte
Strahlenbelastung	Krebs durch Radionuklide

*Quelle: eigene Zusammenstellung*

Im Folgenden werden die in der Nahrung unerwünschten Stoffe / Stoffgruppen und Organismen und die durch sie verursachten Schäden kurz beschrieben (Zusammensetzung der Stoffgruppe, ausgelöste Schäden, besondere Gefährdungen, etc.):

- *Bakterien und Viren:* Es existiert eine Vielzahl an Bakterien und Viren, die unerwünschterweise in Lebensmitteln auftreten können. Bedeutende Vertreter sind hier Salmonellen (z.B. in Fleisch oder Eiprodukten), Clostridien (z.B. in Fleisch), Listerien (z.B. in Käse) und Hepatitis A (z.B. in Muscheln). Einige können Infektionen und/oder Intoxikationen mit unterschiedlich ernstem Verlauf auslösen. Die Symptome können Durchfall und/oder Erbrechen sein, aber auch bis zu Fieber und neurotoxischen Wirkungen reichen. Todesfälle sind selten, kommen jedoch gelegentlich vor (Krämer 2002).
- *Bestrahlungsprodukte:* Durch die Bestrahlung mit radioaktiven Stoffen können Inhaltsstoffe von Lebensmitteln chemisch verändert werden; es können z.B. „freie Radikale“ entstehen, die extrem reaktionsfreudig sind und zu zahlreichen unerwünschten Veränderungen in Lebensmitteln führen, bis dahin, dass sogar schädliche Verbindungen, sog. Radiotoxine, entstehen können (UIM 2004). Toxikologische Effekte konnten in Fütterungsversuchen bisher jedoch nicht beobachtet werden (IFEW 1999). Dennoch ist die Bestrahlung in Deutschland nur für getrocknete Gewürze und Kräuter erlaubt (Ehlermann 2004).

- *BSE-Erreger*: BSE steht für „Bovine Spongiforme Enzephalopathie“, zu deutsch: schwammartige Erkrankung des Gehirns erwachsener Rinder (LVBW 2004). Die Eintragungspfade und Übertragungswege von BSE-Erregern sind bisher noch nicht im Detail geklärt. Der BSE-Erreger löst beim Menschen höchstwahrscheinlich die BSE-verwandte nvCreutzfeldt-Jakob-Krankheit (nvCJK) aus (BgVV 2000b). Da unklar ist, inwieweit in den letzten Jahrzehnten in Lebensmitteln BSE-Erreger enthalten waren (und heute noch sind)<sup>8</sup> und konsumiert wurden bzw. werden, besteht hier eine große Unsicherheit hinsichtlich möglicher nvCJK-Fälle. Da der Rindfleischkonsum in Deutschland inzwischen wieder deutlich höher liegt als zum Höhepunkt der BSE-Krise,<sup>9</sup> muss die potenzielle Exposition jedoch als hoch eingestuft werden. Nach Schätzungen könnten im Verlauf von 30 Jahren in Großbritannien zwischen 100 und - im ungünstigen Fall - bis zu 50.000 Fälle von nvCJK auftreten, in Deutschland zwischen 0 bis etwa 1000 Fälle. Bis September 2002 wurden in Großbritannien 143 nvCJK-Erkrankungen registriert (davon bereits 137 gestorben, in Deutschland wurden bisher noch keine nvCJK-Erkrankungen registriert (RKI 2003). Mit einer zweiten Erkrankungswelle ist in den nächsten Jahrzehnten zu rechnen (Die Zeit 20/2001).
- *Gentechnisch veränderte Organismen (GVO)*: Seit einigen Jahren werden weltweit in der Landwirtschaft auch Pflanzen kultiviert, deren Erbmaterial gentechnisch verändert worden ist, um bestimmte gewünschte Eigenschaften wie z.B. eine Resistenz gegenüber bestimmten Pilzen zu erreichen. So werden bei einem gentechnischen Eingriff artfremde Gene übertragen, beispielsweise kann man bestimmte Gene aus Bakterien in Maispflanzen einschleusen, damit sie gegen Schädlinge widerstandsfähig werden. Der veränderte Mais produziert dann jedoch ein für Mais neues und daher ungewöhnliches Eiweiß. Hauptsorge dabei ist, dass neue Eiweiße z.B. auch vermehrt Allergien auslösen könnten. Des Weiteren wird befürchtet, dass durch Auskreuzung Wildarten geschädigt werden und damit die Biodiversität negativ beeinträchtigt wird (aid 2004). Weiterhin ist die Verwendung von Markergenen für Antibiotika-Resistenzen in pflanzlichen Erzeugnissen wegen einer möglichen Resistenzbildung von Bakterien kritisch (VI 2004b). Da die Gentechnologie noch ein sehr junges Forschungsfeld ist, können mögliche Gesundheitsschäden bisher nur sehr vage abgeschätzt werden.

---

<sup>8</sup> Eine Übersicht über mögliche Risiko-Lebensmittel gibt z.B. die Verbraucherzentrale Baden-Württemberg (VZBW 2004b).

<sup>9</sup> 1998 wurde in Deutschland 15,1 kg pro Kopf an Rindfleisch konsumiert. Seit dem ersten BSE-Fall in Deutschland bis 2001 war ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen (2001: 9,9 kg/Kopf). Seit 2002 steigt der Rindfleischkonsum jedoch wieder an und liegt im Jahr 2003 bei 12,4 kg/Kopf (ILVBW 2003, DBV 2004).

- *Hormonell wirksame Stoffe:* Verschiedene Industriechemikalien weisen hormonelle Aktivitäten auf, z.B. Bisphenol A (BADGE, in Dosenbeschichtungen), Phthalate (Weichmacher in PVC) oder Alkylphenole (APEO, in Reinigungsmitteln).<sup>10</sup> Ihre Wirkungsvielfalt kann sehr groß sein, gemein ist ihnen, dass sie durch Interaktionen mit dem Hormonsystem dieses stören oder schädigen, da sie in komplexe Wirkungsmechanismen im Organismus eingreifen, und zwar schon in äußerst geringen Konzentrationen. U.a. für die fötale Entwicklung kann dies gravierende Auswirkungen haben (z.B. Wachstum, Gehirnentwicklung, Verhalten usw.), da von Hormonen vielfältige Wachstumsvorgänge gesteuert werden. Xenohormone<sup>11</sup> werden sogar für die in den Industrienationen steigende, ungewollte Kinderlosigkeit verantwortlich gemacht.<sup>12</sup> Des Weiteren greifen sie in die kindliche Entwicklung ein, was verschiedentlich u.a. als Ursache für steigende Lern- und Konzentrationsschwäche von Kindern angesehen wird (Jacobsen 1996). Letzteres gilt im Übrigen auch für alle chronisch neurotoxischen Stoffe, z.B. auch einige Pestizide (s.u.).<sup>13</sup> Ebenso wird die Zunahme bestimmter Krebsarten (z.B. Hodenkrebs) mit hormonell wirksamen Stoffen in Verbindung gebracht (DFG 1998). Die Wirkung der stetigen Aufnahme geringster Dosen solcher Stoffe ist bisher nur ansatzweise erforscht. Die EU hat eine Liste von verdächtigen Stoffen erstellt, welche mit unterschiedlicher Priorität untersucht werden sollen.<sup>14</sup>
- *Lebensmittelzusatzstoffe:* Zusatzstoffe sollen Eigenschaften von Lebensmitteln verbessern, ihren Geschmack beeinflussen, das Aussehen/die Haltbarkeit verbessern oder die technologische Verarbeitung erleichtern. EU-weit sind rund 320 Zusatzstoffe zugelassen. Hierzu gehört eine sehr große Bandbreite von Stoffen wie Farbstoffe, Konservierungsstoffe, Aromen, Geschmacksverstärker oder sonstigen Hilfsmitteln (Gleitmittel, Stabilisatoren, Antioxidationsmittel u.a.). Ihre Wirkungen reichen von Allergien über Unverträglichkeiten bis hin zu akuten Intoxikationen (VI 2004a).

---

10 Natürlich vorkommende hormonell wirksame Substanzen werden extra behandelt (siehe unter Phytohormone).

11 Körperfremde und zusätzlich zugeführte körpereigene Hormone, die z.B. über Konservendosenbeschichtungen in die Nahrungskette gelangen.

12 Es ist sowohl ein Sinken der Spermienkonzentration im Ejakulat zu beobachten - in den vergangenen vier Jahrzehnten ist ein Rückgang von bis zu 70 Prozent zu verzeichnen – als auch eine Verschlechterung der Beschaffenheit und Beweglichkeit der Spermien (Jacobi 2000).

13 Z.B. ist hier die Gruppe der weit verbreitet angewendeten Carbamate und Organophosphate als kritisch anzusehen, da sie in das neuronale Signalübertragungssystem eingreifen (Singer 2002).

14 Communication from the Commission to the council, and the European Parliament on the implementation of the Community strategy for endocrine disruptors – COM 1999(706), Brüssel, 14.06.2001.

- *Medikamente*: In dieser Gruppe werden in der Tiermedizin eingesetzte Medikamente einschließlich Antibiotika (jedoch ohne Hormone) zusammengefasst. Medikamente, v.a. Antiinfektiva, werden zur Behandlung von Infektionskrankheiten sowohl bei Menschen als auch bei Tieren und Pflanzen eingesetzt und z.T. auch vorbeugend verabreicht. Darüber hinaus werden sie in der Tierzucht als Leistungsförderer eingesetzt. Als problematisch einzustufen sind sie v.a. aufgrund der Resistenzbildung bei pathogenen Erregern, die dann in der Folge im Krankheitsfall schwerer behandelt werden können – sowohl in der Tierzucht als auch in der Humanmedizin (Dettenkofer et al. 2004).
- *Mykotoxine*: Mykotoxine sind Stoffwechselprodukte von Pilzen, die bei ihrem Wachstum auf Lebens- und Futtermitteln gebildet werden können. Wichtige Vertreter sind hier Aflatoxine (Nüsse, Getreide), Ochratoxine (Nüsse, Getreide) und Fusariumtoxine (Getreide). Ihre möglichen Wirkungen reichen von Durchfall und Organschäden (Leber, Niere) über Leberkrebs bis zu Missbildungen (Krämer 2002).
- *Naturstoffe*: Hierunter werden unverträgliche Stoffe und Stoffe mit schädigender Wirkung für den Menschen, die natürlich in Nahrungsmitteln vorkommen, gezählt. Beispiele sind: Phytohormone, Solanin in Kartoffeln, Pilzgifte oder Blausäure in Mandeln. Mögliche Wirkungen sind Unverträglichkeiten und allergische Reaktionen, aber auch akute Vergiftungen bis zur Todesfolge (z.B. bei Knollenblätterpilzen). Bei Phytohormonen wurden auch einzelne Hinweise auf genotoxikologische Schäden bis hin zu Krebs gefunden (Kulling 2003).
- *Nitrat*: Hohe Nitratmengen in Lebensmitteln und Trinkwasser können akut zu einer Blausucht (Zyanose) führen; gefährdet sind hier vor allem Säuglinge, weshalb in Regionen, in denen durch starke Düngung hohe Nitratgehalte im Trinkwasser vorhanden sind, die Nahrungszubereitung von Kleinkindern mit Mineralwasser empfohlen wird. Zudem wird Nitrat im Körper in gewissem Umfang zu den stark kanzerogenen Nitrosaminen umgesetzt. Kritisch zu werten ist dies vor allem bei gleichzeitiger Aufnahme größerer Mengen erhitzter nitrathaltiger- und eiweißreicher Kost (z.B. nitritpökelsalzhaltiger Schinken mit Käse) (Reichl 2002).
- *Organische Noxen*: Unter dieser Gruppe werden hier verschiedenartige organische Stoffe gefasst. Sie können auf unterschiedlichen Stufen der Lebensmittelproduktion (Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung), bei der Lebensmittelzubereitung (z.B. Grillen) in Lebensmittel gelangen oder im menschlichen Körper entstehen. Beispiele sind Dioxine, Weichmacher, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), biogene Amine oder Acrylamid. Ihr Charakter und damit auch ihr Wirkungsspektrum ist vielfältig, wobei die chronischen Wirkungen im Vordergrund stehen. Die Wirkungen reichen von chronischen Effekten bis hin zu Krebs.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Ein Überblick über die verschiedenen Stoffe und Wirkungen findet sich bei Reichl (2002).

- *Pestizide*: Zu dieser Gruppe werden alle Pflanzenschutzmittel gezählt. Das toxikologische und ökotoxikologische Wirkungsspektrum dieser großen Stoffgruppe ist breit<sup>16</sup> und die Schäden, die durch Pestizide verursacht werden können, sind daher äußerst vielfältig und reichen von chronischen Effekten bis hin zu Krebs.
- *Physische Fremdkörper*: Während der Produktion, Verarbeitung und Zubereitung können Fremdkörper in Lebensmittel gelangen, die zu Verletzungen im Mund, Rachenraum oder Magen führen können. Dies kann z.B. durch Steine, Glasscherben, Metallspäne von Maschinen, Kunststoffteile oder ähnliches passieren.
- *Schwermetalle*: Schwermetalle kommen als Bestandteile der Erdkruste in Spuren in der Natur vor. Als chemische Elemente können sie weder als solche abgebaut noch vernichtet werden. Einige Schwermetalle sind bereits in geringen Mengen giftig (Schäden an Niere, Blutbildung, Nervensystem u.a.). Besonders relevant sind hier Blei, Cadmium und Quecksilber. In Lebensmittel gelangen sie bspw. über Böden, auf denen schwermetallbelasteter Klärschlamm ausgebracht wurde und diffus über Industrie- oder Verbrennungsprozesse (VIS 2004).
- *Strahlenbelastung*: Hierunter fallen die natürliche und die anthropogen bedingte Radioaktivität von Nahrungsmitteln. Anthropogene radioaktive Stoffe in der Umwelt stammen überwiegend von früheren oberirdischen Atomwaffenversuchen und dem Reaktorunfall von Tschernobyl. Daneben treten vereinzelt radioaktive Stoffe aus dem Umgang in Medizin (Therapie), Industrie, Gewerbe und Wissenschaft auf. Radioaktive Strahlung kann zu Zellschädigungen und Krebs führen. Schwarzwild und Wildpilze weisen in Deutschland die höchsten Radioaktivitäten auf (VIS 2004).
- *Parasiten*: Parasiten können Zoonosen auslösen. Sie werden zumeist über rohes Fleisch oder rohen Fisch oder durch mit Fäkalien kontaminierte Lebensmitteln aufgenommen. Eine wichtige Gruppe von Organismen sind hier Einzeller, die z.B. Amöbenruhr oder Toxoplasmose verursachen können. Die Folgen können Durchfälle, aber auch Infektionen und/oder Schädigung des Fötus sein. Eine weitere wichtige Gruppe sind „Würmer“, zu ihnen gehören u.a. Bandwürmer und Trichinen. Infektionen können ernsthafte Verläufe z.T. mit Todesfolge nehmen (Krämer 2002).

Von unerwünschten Stoffen und Organismen in Nahrungsmitteln geht für die *Umwelt* – hier verstanden als Flora und Fauna sowie deren Interaktion in Ökosystemen und Biotopen - in den meisten Fällen nur ein als relativ gering einzuschätzendes Risiko aus.

Das Umweltrisiko tritt vielmehr schon in der landwirtschaftlichen Produktion auf, durch die bestimmte unerwünschte Stoffe / Stoffgruppen dann in die Nahrungsmittel gelangen (z.B. Pestizide, Düngemittel, Anbau von Kulturen mit GVOs etc.).

---

<sup>16</sup> Einen guten Überblick über die Eigenschaften vieler Pestizide bietet eine Datenbank des Pestizid-Aktions Netzwerk e.V. unter [www.pesticideinfo.org](http://www.pesticideinfo.org).

Ausnahmen davon sind *synthetische, hormonell wirksame Substanzen* und *Schwermetalle*, die über die Lebensmittelverarbeitung in die Nahrungsmittel gelangen und über den Abwasserpfad negative Umweltauswirkungen (z.B. Verminderung der Fruchtbarkeit) verursachen können.

Negative Auswirkungen für die Umwelt durch die Ernährung entstehen somit v.a. in der landwirtschaftlichen Produktion und werden kurz in Kapitel 4 betrachtet.

## 2.2 Risikoabschätzung und –bewertung

### 2.2.1 Vorgehensweise

#### *Risikoabschätzung*

Die Aufgabe der Risikoabschätzung besteht in der Identifizierung des Gefährdungspotenzials einer Noxe, der Quantifizierung ihres Risikos, der Expositionsabschätzung und in einer Einschätzung der Unsicherheit, die aufgrund der empirischen Erkenntnislage nicht weiter reduziert werden kann (Risikokommission 2003). Eine solche Abschätzung kann grundsätzlich qualitativ und/oder quantitativ erfolgen (Mertens 2001). Eine qualitative Abschätzung ist z.B. nach der deutschen Störfallverordnung möglich, nach der mittels einer Sicherheitsanalyse zu zeigen ist, wie die detaillierten Vorschriften bei Planung, Bau und Betrieb einer Anlage eingehalten werden (StV 2000).

Da es Ziel der vorliegenden Arbeit war, die identifizierten Risiken vergleichend zu bewerten, müssen diese in ihrer „Stärke“ quantitativ abgeschätzt werden. Hierbei wird auf eine Quantifizierungsmethode zurückgegriffen, die der wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für globale Umweltveränderungen (WBGU) in seinem Jahresgutachten 1998 zu globalen Umweltrisiken angewandt hat (WBGU 1998). In diesem Konzept werden zur Risikoabschätzung das Schadensausmaß und die Wahrscheinlichkeit eines schädlichen Ereignisses zusammen mit den Abschätzungssicherheiten dieser beiden Größen herangezogen.

Die Höhe eines Risikos beschreibt danach die Formel (u.a. Banse 1996)

$$R = A * p$$

mit

R = Risiko

A = Schadensausmaß

p = Wahrscheinlichkeit

Diese Abschätzungsmethodik wird im Weiteren als Ausgangsbasis für die Bewertung der hier identifizierten Ernährungsrisiken verwendet.

Diese werden anhand einer jeweils abgestuften Bewertung für Schadensausmaß, Wahrscheinlichkeit und deren Abschätzungssicherheiten charakterisiert. Hierfür wird die Höhe des Schadens und die Wahrscheinlichkeit des Eintretens mit den dazu gehörigen Abschätzungssicherheiten für jede Noxe orientierend eingeschätzt. Die Abschätzung erfolgt nach „gering“, „mittel“ und „hoch“. Die Abschätzungssicherheiten repräsentieren hierbei die Sicherheit der Angaben zu Schadensausmaß und Wahrscheinlichkeit.

Die bei der Abschätzung verwendeten Begriffe werden zur Verdeutlichung in Tabelle 2 näher erläutert.

*Tabelle 2 Definition der Begriffe bei der Abschätzung von Ernährungsrisiken*

<b>Risikogröße</b>	<b>Erläuterung</b>	<b>Beispielfrage und -Einschätzung</b>
Schadensausmaß: A	Höhe des möglichen Schadens	Wie groß ist der Schaden, den Nitrat verursachen kann? → Hoch (Krebs)
Abschätzungssicherheit des Schadens: $AS_A$	Erkenntnisstand über den Schaden	Wie gesichert ist es, dass Nitrat diesen Schaden (Krebs) erzeugt? → Mittel
Wahrscheinlichkeit: p	Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts aufgrund der Ernährung	Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, durch Nitrat <i>in der Nahrung</i> an Krebs zu erkranken? → Gering
Abschätzungssicherheit der Wahrscheinlichkeit: $AS_p$	Erkenntnisstand der Wahrscheinlichkeit	Wie gesichert ist, dass die Wahrscheinlichkeit durch Nitrat in der Nahrung an Krebs zu erkranken gering ist? → Gering

*Quelle: eigene Zusammenstellung*

Z.T. ist es schwierig, quantifizierende Abschätzungen vorzunehmen, da der Erkenntnisstand und die Einschätzung der Ausprägungen hinsichtlich der untersuchten Parameter für die einzelnen betrachteten unerwünschten Stoffe und Organismen differieren. Zur Erläuterung hierzu einige Beispielfragen, die sich z.B. bei der Abschätzung von Gesundheitsrisiken für Individuen ergeben:

- Wird das Ausmaß des Schadens „Krebs“ für ein Individuum als „hoch“ eingeschätzt?
- Ist die Wahrscheinlichkeit, gerade von Acrylamid Krebs zu bekommen, „mittel“?
- Ist der wissenschaftliche Erkenntnisstand „gering“, dass die Wahrscheinlichkeit, durch organische Noxen chronisch geschädigt zu werden, gering ist?

Es existieren noch eine Reihe weiterer Einflussfaktoren, durch die Risiken charakterisiert werden können, z.B. die Reparierbarkeit/Heilungsmöglichkeiten von Schäden oder die besondere Belastung von Kindern (vgl. UBA 2002, WBGU 1998). Diese Faktoren sind, wenn möglich und plausibel, in die Abschätzung des Schadensausmaßes eingeflossen.

Es zeigte sich bei der Abschätzung der einzelnen Risiken, dass sowohl die Angabe von Spannweiten (z.B. „mittel bis hoch“) notwendig ist, um die Vielfalt der Schäden, die durch in Nahrungsmitteln unerwünschte Stoffe und Organismen verursacht werden können, zu berücksichtigen, als auch die Verwendung der Abschätzung „ungewiss“, da einige Faktoren heute noch nicht bekannt sind (z.B. die Wahrscheinlichkeit für die Schädigung des menschlichen Hormonsystems). Für die Abschätzung „ungewiss“ können keine Abschätzungssicherheiten angegeben werden. Dies wird an den entsprechenden Stellen mit „nicht bekannt“ (n.b.) symbolisiert.

### *Risikobewertung*

In der Risikobewertung wird das Risikopotenzial bewertet, das von den identifizierten unerwünschten Stoffen und Organismen in Nahrungsmitteln für die *Gesellschaft* ausgeht.

Gesundheitliche Risiken stellen sich für eine ganze Gesellschaft anders dar als für ein Individuum, da bei ersterer Risikofaktoren zur Geltung kommen, die nur für das Kollektiv bedeutend sind (wie z.B. die Anzahl der Erkrankten oder die Folgen von Erkrankungen für die „Beanspruchung“ der Gesellschaft).

In der „Risikogesellschaft“ (Beck 1986) entstanden und entstehen mehr (soziale, ökologische, individuelle und politische) Risiken als die Sicherungsmechanismen und Kontrollenrichtungen des Staates bewältigen können (Schubert und Klein 2001).

Daher sind Handlungsschwerpunkte erforderlich, auf deren Basis die Sicherungsmechanismen und Kontrollstrukturen an die prioritären bestehenden (und neu entstehenden) Risiken angepasst werden können. Hierfür ist es notwendig, die *gesellschaftliche* Relevanz eines Risikos abschätzen zu können.

Die gesellschaftliche Relevanz eines Ernährungsrisikos kann prinzipiell durch zwei Parameter charakterisiert werden:

- Einerseits dadurch, *wie viele Mitglieder der Gesellschaft von einem Schaden betroffen sein können* - bei gesundheitlichen Risiken wird die Anzahl der Betroffenen durch die Wahrscheinlichkeit eines Gesundheitsschadens für den *einzelnen* Menschen repräsentiert, denn je höher diese Wahrscheinlichkeit ist, umso mehr Menschen werden statistisch von diesem Schaden betroffen sein.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Eine ähnliche Methodik wird in den Niederlanden bei der Bewertung technischer Risiken angewandt (Bottelberghs 2000).

- Andererseits dadurch, *wie groß der potenzielle Schaden durch das jeweilige Risiko für die ganze Gesellschaft ist* - dies erfordert, den „aggregierten“ gesellschaftlichen Aufwand unter Berücksichtigung entgangenen Nutzens abzuschätzen. Hier werden daher Folgen für das soziale Umfeld der/des Geschädigten und für ihre/seine Rolle in der Gesellschaft betrachtet. So ist beispielsweise eine Krebserkrankung vom gesellschaftlichen Ausmaß her sicher höher zu werten als eine Allergie gegen einen Lebensmittelfarbstoff, da Krebs die Leistungsfähigkeit des/der Einzelnen derart einschränkt, dass die Gesellschaft die bisherigen Aufgaben und Funktionen der/des Erkrankten eine Zeit lang übernehmen muss.

Nicht einbezogen in die Abschätzung wird hier das *empfundene Risiko*, das zum Teil erheblich vom tatsächlichen Risiko abweicht. So sind nach Umfragen (aid 2002) aus VerbraucherInnen-Sicht Umweltkontaminanten und Lebensmittelzusatzstoffe – noch vor der Ernährungsweise – die bedeutendsten Ernährungsrisiken.<sup>18</sup>

Die voraussichtliche Spannweite der Anzahl an Betroffenen (Höhe der Abschätzungssicherheit dieses Schadensausmaßes) ist durch die Spannweite der Wahrscheinlichkeit eines Schadens gegeben. Die Sicherheit dieser Aussagen wird durch die Abschätzungssicherheit der Wahrscheinlichkeit repräsentiert.

### *Ranking*

Um eine erste orientierende Einschätzung prioritär zu behandelnder Risiken zu erhalten, werden die Einzelrisiken im Folgenden vergleichend betrachtet.

Hierfür ist es notwendig, den vorgenommenen qualitativen Abstufungen von „gering“ bis „hoch“ einer quantitativen Risikokala zuzuordnen (vgl. Tabelle 3).

Die Abschätzung „ungewiss“ bedeutet, dass hier bisher noch zu wenige Erkenntnisse vorliegen, um eine Quantifizierung in Form der Kategorien niedrig bis hoch vornehmen zu können. Wenn bei einem Risikoverdacht keine ausreichenden Informationen zur Abschätzung des Risikos vorliegen, kommt nach Mertens (2001) das Vorsorgeprinzip zum Tragen. Schadensausmaße und Wahrscheinlichkeiten, die noch nicht ausreichend bekannt sind, könnten jeden Wert zwischen niedrig und hoch annehmen. Bei Anwendung des Vorsorgeprinzips muss daher davon ausgegangen werden, dass das Risiko hoch sein *könnte*. Im Folgenden werden der Abschätzung „ungewiss“ daher fünf Punkte für das höchstmögliche Risiko zugeteilt.

Schadensausmaßen oder Wahrscheinlichkeiten, die eine Spannweite aufweisen, wird bei der Punktebewertung der Mittelwert der beiden Grenzpunktzahlen zugeordnet, z.B. erhält „gering bis hoch“ (1-5 Punkte) die Einstufung „mittel“ (3 Punkte).

---

<sup>18</sup> Unbeachtet bleibt in der vorliegenden Arbeit auch die Fragen, ob die Frei- bzw. Unfreiwilligkeit der Risikoexposition zu einer unterschiedlichen Einschätzung und Bewertung von Risiken führt – diese Frage wurde in Bezug auf die Risiken der Energieversorgung intensiv diskutiert und wird dort z.T. über zusätzliche (exponentielle) Gewichtungsfaktoren berücksichtigt (vgl. Holdren et al. 1980).

*Tabelle 3 Qualitative und quantitative Risikoskala*

<b>Qualitative Risikoskala</b>	<b>Quantitative Risikoskala</b>
gering	1
mittel	3
hoch	5
ungewiss	5
gering - mittel	2
mittel - hoch	4
gering - hoch	3

Um nun die Höhe des Risikos zu ermitteln, wird im nächsten Schritt anhand der Formel „ $R = A * p$ “ (s.o.) das Produkt gebildet und anhand diesem eine Rangfolge erstellt.

*Beispiel: Gesundheitsrisiko Medikamente*

Das Ausmaß ist als „gering – hoch“ eingestuft. Dies entspricht 3 Punkten (gemittelt aus 1-5 Punkten). Die Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts ist als „mittel – hoch“ eingestuft. Dies entspricht 4 Punkten (aus 3-5 Punkten gemittelt). Das Produkt von Ausmaß und Wahrscheinlichkeit ergibt 12 Punkte, mit einer Spannweite von 3 bis 25 Punkten.

Die Größe der Spannweite bildet für das Ranking den zweiten Sortierschlüssel und der Mittelwert der beiden Abschätzungssicherheiten ggf. den dritten.

## 2.2.2 Ergebnisse

### *Risikoabschätzung*

Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse des Rankings.

Die Abschätzung zeigt, dass *BSE-Erreger* und *hormonell wirksame Stoffe* das höchste Risiko für die menschliche Gesundheit aufweisen (jeweils 25 Punkte). Bei beiden Risiken ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens ungewiss, es muss daher unter Vorsorgegesichtspunkten angenommen werden, dass sie hoch sein kann. Bei hormonell wirksamen Stoffen ist zudem der Schaden, der für die menschliche Gesundheit entstehen kann, bisher ungewiss.

Bei den hormonell wirksamen Stoffen gibt es zahlreiche Ergebnisse aus Tierversuchen und Beobachtungen aus dem Tierreich, die negative Auswirkungen auf die Reproduktionsfähigkeit zeigen (UBA EK 2002) – was dies für die menschliche Gesundheit bedeutet, ist hingegen unklar; es gibt Hinweise auf eine rückläufige Reproduktionsfähigkeit in Europa (Sharpe 2003, Swan 2000). Daher muss unter Vorsorgegesichtspunkten angenommen werden, dass der größtmögliche Schaden entstehen könnte.

Bei BSE-Erregern ist hingegen ein möglicher Schaden, der für die menschliche Gesundheit entstehen kann, bekannt – das nvCreutzfeld-Jakob-Syndrom. Das Ausmaß dieses Schadens für das Individuum wird mit „hoch“ bewertet.

Das nächstgrößte Risiko für die menschliche Gesundheit besteht durch *GVO* (15 Punkte), gefolgt von *Pestizidrückständen in Nahrungsmitteln* (12 Punkte). Durch *GVO* können Allergien ausgelöst werden, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens ist jedoch noch ungewiss, daher muss unter Vorsorgegesichtspunkten angenommen werden, dass sie hoch sein kann. Bei *Pestiziden* ist die Bandbreite der Gesundheitseffekte, die verursacht werden können, groß – das mögliche Schadensausmaß wird daher mit „gering bis hoch“ abgeschätzt. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens wird als mittel bis hoch eingeschätzt.

Ein mittleres Risiko wird durch Kontamination von Nahrungsmitteln mit *Bakterien und Viren* verursacht (9 Punkte). Es folgen *Lebensmittelzusatzstoffe, Medikamente, Nitrat und organische Noxen* (je 6 Punkte) und *Strahlenbelastung* (je 5 Punkte).

Ein eher geringes Risiko besteht durch *Bestrahlungsprodukte, Mykotoxine, Naturstoffe, Fremdkörper, Parasiten* und *Schwermetalle* (je 3 Punkte).

Es ist festzuhalten, dass mehrere der betrachteten Stoffe / Stoffgruppen / Organismen unterschiedliche Schäden verursachen können (z.B. *Pestizide*), für die jeweils auch die Wahrscheinlichkeiten des Auftretens unterschiedlich sein können, woraus sich eine große Spannweite in der Abschätzung des mit ihnen verbundenen Risikos ergibt (z.B. weisen *Antibiotika*, die in der Tierzucht und in der Humanmedizin eingesetzt werden, wegen der möglichen Resistenzbildung der Erreger ein höheres gesundheitliches Risiko auf als ausschließlich in der Tiermedizin eingesetzte Stoffe).<sup>19</sup>

Insgesamt zeigt diese Abschätzung, auch wenn sie mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist, dass z.B. das Risiko durch *Lebensmittelzusatzstoffe*, das von VerbraucherInnen als sehr hoch empfunden wird (aid 2002), geringer einzustufen ist als Risiken, die bspw. von hormonell wirksamen Substanzen ausgehen, die in der öffentlichen Wahrnehmung bisher eine eher untergeordnete Rolle spielen.

---

<sup>19</sup> Vgl. hierzu Dettenkofer et al. (2004): Auswirkungen des Einsatzes von Antibiotika und Substanzen mit antibiotischer Wirkung in der Landwirtschaft und im Lebensmittelsektor. Ein Literatur-Review; Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Universitätsklinikum Freiburg; Unterauftrag im Rahmen des Forschungsvorhabens „Ernährungswende“. Ab Herbst 2004 als download auf der Website [www.ernaehrungswende.de](http://www.ernaehrungswende.de) erhältlich.

*Tabelle 4 Ranking der identifizierten unerwünschten Stoffe und Organismen in Nahrungsmitteln hinsichtlich der Höhe ihres Risikopotenzials*

Stoff	Art des Schadens	A <sub>I</sub>	AS(A <sub>I</sub> )	p	AS <sub>p</sub>	Risiko-Produkt	Spannweite
BSE-Erreger	nvCJK	hoch: 5	gering	ungewiss: 5	n.b.	25	-
Hormonell wirksame Stoffe	Beeinflussung Hormonsystem, Verminderung der Fruchtbarkeit	ungewiss: 5	n.b.	ungewiss: 5	n.b.	25	-
GVO	Allergien durch LM	gering-hoch: 3	gering	ungewiss: 5	n.b.	15	-
Pestizide	chronische Effekte, Krebs	gering-hoch: 3	gering	gering-hoch: 3	mittel	9	1-25
Bakterien / Viren	Akute Vergiftungen	gering-hoch: 3	hoch	mittel: 3	hoch	9	3-15
Lebensmittel-Zusatzstoffe	Allergien, Unverträglichkeiten	gering-hoch: 3	hoch	gering-mittel: 2	hoch	6	1-15
Medikamente	Antibiotika-Resistenzen	gering-hoch: 3	hoch	gering-mittel: 2	mittel	6	1-15
Nitrat	Zyanose, Krebs	gering-hoch: 3	hoch	gering-mittel: 2	mittel	6	1-15
Organische Noxen	chronische Effekte, Krebs	gering-hoch: 3	mittel	gering-mittel: 2	gering	6	1-10
Strahlenbelastung	Krebs durch Radionuklide	hoch: 5	hoch	gering: 1	hoch	5	-
Bestrahlungsprodukte	Schäden durch Radionuklide	gering-hoch: 3	mittel	gering: 1	hoch	3	1-5
Mykotoxine	akute Vergiftungen; Krebs	gering-hoch: 3	gering	gering: 1	gering	3	1-5
Naturstoffe	Intoxikation, Unverträglichkeit, Organmissbildungen, Krebs	gering-hoch: 3	hoch	gering: 1	hoch	3	1-5
Parasiten	Infektionen	gering-hoch: 3	hoch	gering: 1	hoch	3	1-5
Physische Fremdkörper	Verletzungen	gering-hoch: 3	gering	gering: 1	hoch	3	1-5
Schwermetalle	chronische Effekte	gering-hoch: 3	mittel	gering: 1	mittel	3	1-5

Quelle: eigene Zusammenstellung;  
es bedeuten:

A<sub>I</sub> = Mögliches Schadensausmaß für das Individuum; AS(A<sub>I</sub>) = Abschätzungssicherheit für dieses Schadensausmaßes; p = Aktuelle Wahrscheinlichkeit des Eintretens des Schadens; AS<sub>p</sub> = Abschätzungssicherheit der Wahrscheinlichkeit dieses Eintretens; n.b. = nicht bekannt;  
Abstufungen: gering = 1, gering bis mittel = 2, mittel = 3, mittel bis hoch = 4, gering bis hoch = 3, hoch = 5 und ungewiss = 5

### Risikobewertung

Die Ergebnisse der Risikobewertung sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Nicht nur für den/die EinzelneN, sondern auch für die Gesellschaft geht das höchste gesundheitliche Ernährungsrisiko von *BSE-Erregern* und *hormonell wirksamen Stoffen* aus (je 25 Punkte).

Das nächstgrößte Ernährungsrisiko für die Gesellschaft wird durch *GVO* (10 Punkte), *Pestizide* und *Bakterien/Viren* verursacht (je 9 Punkte). Die Spannweite ist hierbei bei Pestiziden – aufgrund der Heterogenität der Stoffgruppe am größten, das Risikoprodukt liegt zwischen einem und 25 Punkten.

Ein mittleres Ernährungsrisiko für die Gesellschaft besteht durch die Kontamination von Nahrungsmitteln durch *Medikamente* (inkl. Antibiotika - 8 Punkte) und durch *organische Noxen* und *Nitrat* (je 6 Punkte).

Für die Gesellschaft ist das Ernährungsrisiko durch *Strahlenbelastung* (5 Punkte) und *Lebensmittelzusatzstoffe* (4 Punkte) etwas niedriger einzustufen.

Ein für die Gesellschaft geringer einzustufendes Ernährungsrisiko geht von *Mykotoxinen* und *Naturstoffen* (je 3 Punkte; bei beiden zwar mit potenziell hohem Ausmaß, aber mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit) und *Parasiten* (2 Punkte) aus.

Das geringste Ernährungsrisiko für die Gesellschaft besteht durch *Schwermetalle*, *Bestrahlungsprodukte* und *physische Fremdkörper* (je 1 Punkt).

*Tabelle 5 Abschätzung stofflicher Ernährungsrisiken für die Gesellschaft anhand der Wahrscheinlichkeit p des Ernährungsrisikos und des Ausmaßes A<sub>G</sub>, sortiert nach dem Risikoprodukt*

Stoffe / Organismen	Art des Schadens	A <sub>G</sub>	p	AS <sub>p</sub>	Risikoprodukt
BSE-Erreger	nvCreutzfeld-Jakob-Krankheit	hoch: 5	ungewiss: 5	n.b.	25
Hormonell wirksame Stoffe	Beeinflussung Hormonsystem, Verminderung der Fruchtbarkeit	ungewiss: 5	ungewiss: 5	n.b.	25
GVO	Allergien durch Lebensmittel	gering-mittel: 2	ungewiss: 5	n.b.	10
Pestizide	chronische Effekte, Krebs	gering-hoch: 3	gering-hoch: 3	mittel	9
Bakterien/Viren	akute Vergiftungen	gering-hoch: 3	mittel: 3	hoch	9
Medikamente	Antibiotika-Resistenz	mittel-hoch: 4	gering-mittel: 2	mittel	8
Organische Noxen	chronische Effekte, Krebs	gering-hoch: 3	gering-mittel: 2	gering	6
Nitrat	Zyanose, Krebs	gering-hoch: 3	gering-mittel: 2	hoch	6
Strahlenbelastung	Krebs durch Radionuklide	hoch: 5	gering: 1	hoch	5
Lebensmittel-Zusatzstoffe	Allergien, Unverträglichkeiten	gering-mittel: 2	gering-mittel: 2	hoch	4
Mykotoxine	akute Vergiftungen, Krebs	gering-hoch: 3	gering: 1	mittel	3
Naturstoffe	Intoxikation, Unverträglichkeit, Organmissbildungen, Krebs	gering-hoch: 3	gering: 1	hoch	3
Parasiten	Infektionen	gering-mittel: 2	gering: 1	gering	2
Schwermetalle	chronische Effekte	gering: 1	gering: 1	mittel	1
Bestrahlungsprodukte	Schäden durch Radiotoxine	gering: 1	gering: 1	hoch	1
Physische Fremdkörper	Verletzungen	gering: 1	gering: 1	hoch	1

*Quelle: eigene Zusammenstellung  
es bedeuten:*

*p = Aktuelle Wahrscheinlichkeit des Eintretens des Schadens; AS<sub>p</sub> = Abschätzungssicherheit der Wahrscheinlichkeit dieses Eintretens; A<sub>G</sub> = Mögliches Schadensausmaß für die Gesellschaft, n.b. = nicht bekannt;*

*Abstufungen: gering = 1, gering bis mittel = 2, mittel = 3, mittel bis hoch = 4, gering bis hoch = 3, hoch = 5 und ungewiss = 5*

Tabelle 6 zeigt vergleichend die Unterschiede zwischen dem individuellen und dem gesellschaftlichen Schadensausmaß auf. Ein - im Vergleich zum individuellen Schadensausmaß - geringer bewertetes gesellschaftliches Schadensausmaß (bei Bestrahlungsprodukten, GVO, Lebensmittelzusatzstoffen, Parasiten, physischen Fremdkörpern und Schwermetallen) ist dadurch begründet, dass die jeweiligen Schäden zwar für die/den einzelneN BetroffeneN ein durchaus hohes Schadensausmaß bedeuten können - durch die Schäden und die damit verbundenen Auswirkungen das gesellschaftliche Umfeld jedoch insgesamt weniger stark beansprucht wird (als dies bspw. beim Schaden Krebserkrankung der Fall wäre).

Das im Vergleich zum individuellen Schadensausmaß höher bewertete gesellschaftliche Schadensausmaß bei Medikamenten, begründet sich darauf, dass aufgrund einer Zunahme von Antibiotika-Resistenzen bei Bakterien, die durch vermehrten Antibiotika-Einsatz in der Landwirtschaft hervorgerufen werden (Dettenkofer et al. 2004), ganze Stoffgruppen von Antibiotika unwirksam werden können, was für eine Bekämpfung eventueller bakterieller Massen-Infektionen überaus kritisch werden könnte.

*Tabelle 6 Vergleichende Gegenüberstellung des individuellen und des gesellschaftlichen Schadensausmaßes*

Stoff / Stoffgruppe / Organismen	Art des Schadens	A <sub>I</sub>		A <sub>G</sub>
Bakterien	akute Vergiftungen	gering-hoch	→	<b>gering-hoch</b>
Bestrahlungsprodukte	Schäden durch Radiotoxine	gering-hoch	↘	<b>gering</b>
BSE-Erreger	nvCreutzfeld-Jakob-Krankheit	hoch	→	<b>hoch</b>
GVO	Allergien durch Lebensmittel	gering-hoch	↘	<b>gering-mittel</b>
Hormonell wirksame Stoffe	Beeinflussung Hormonsystem, Verminderung der Fruchtbarkeit	ungewiss	→	<b>ungewiss</b>
Lebensmittel-Zusatzstoffe	Allergien, Unverträglichkeiten	gering-hoch	↘	<b>gering-mittel</b>
Medikamente	Antibiotika-Resistenzen	gering-hoch	↗	<b>mittel-hoch</b>
Mykotoxine	akute Vergiftungen, Krebs	gering-hoch	→	<b>gering-hoch</b>
Naturstoffe	akute Vergiftungen und Unverträglichkeiten	gering-hoch	→	<b>gering-hoch</b>
Nitrat	Zyanose, Krebs	gering-hoch	→	<b>gering-hoch</b>
Organische Noxen	chronische Effekte, Krebs	gering-hoch	→	<b>gering-hoch</b>
Parasiten	Infektionen	gering-hoch	↘	<b>gering-mittel</b>
Pestizide	chronische Effekte, Krebs	gering-hoch	→	<b>gering-hoch</b>
Physische Fremdkörper	Verletzungen	gering-hoch	↘	<b>gering</b>
Schwermetalle	chronische Effekte	mittel-hoch	↘	<b>gering</b>
Strahlenbelastung	Krebs durch Radionuklide	hoch	→	<b>hoch</b>

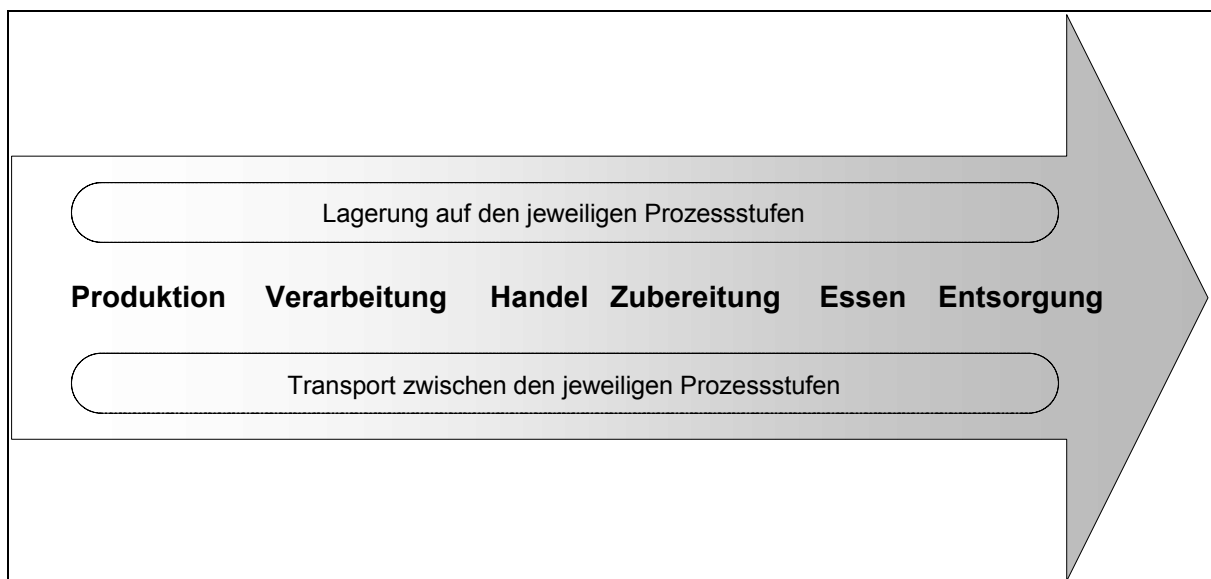
### 3 Analyse von Quellen: Wie gelangen unerwünschte Stoffe und Organismen in Nahrungsmittel?

Ziel dieses Untersuchungsteils ist es, zu analysieren, wie die hier behandelten unerwünschten Stoffe und Organismen in Nahrungsmittel gelangen. Hierfür wird der Lebensweg für unterschiedliche Nahrungsmittelgruppen betrachtet, um Eintragungspfade zu identifizieren.

Unerwünschte Stoffe und Organismen können entlang der gesamten Produktlebenswege auf unterschiedliche Art und Weise in Lebensmittel gelangen. Produktlebenswege beginnen bei der landwirtschaftlichen Produktion und laufen über die Verarbeitung, den Handel und die Zubereitung der Mahlzeiten, das Essen bis zur Entsorgung der Speisereste. Lagerung und Transporte der Nahrungsmittel finden hierbei auf bzw. zwischen allen Prozessstufen statt (vgl. Abbildung 1).

Diese Aktivitäten dürfen, wie besonders die Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt haben,<sup>20</sup> bei einer Analyse von Risiko-Quellen nicht übersehen werden.

Abbildung 1 Schematische Darstellung der Lebenswege von Nahrungsmitteln

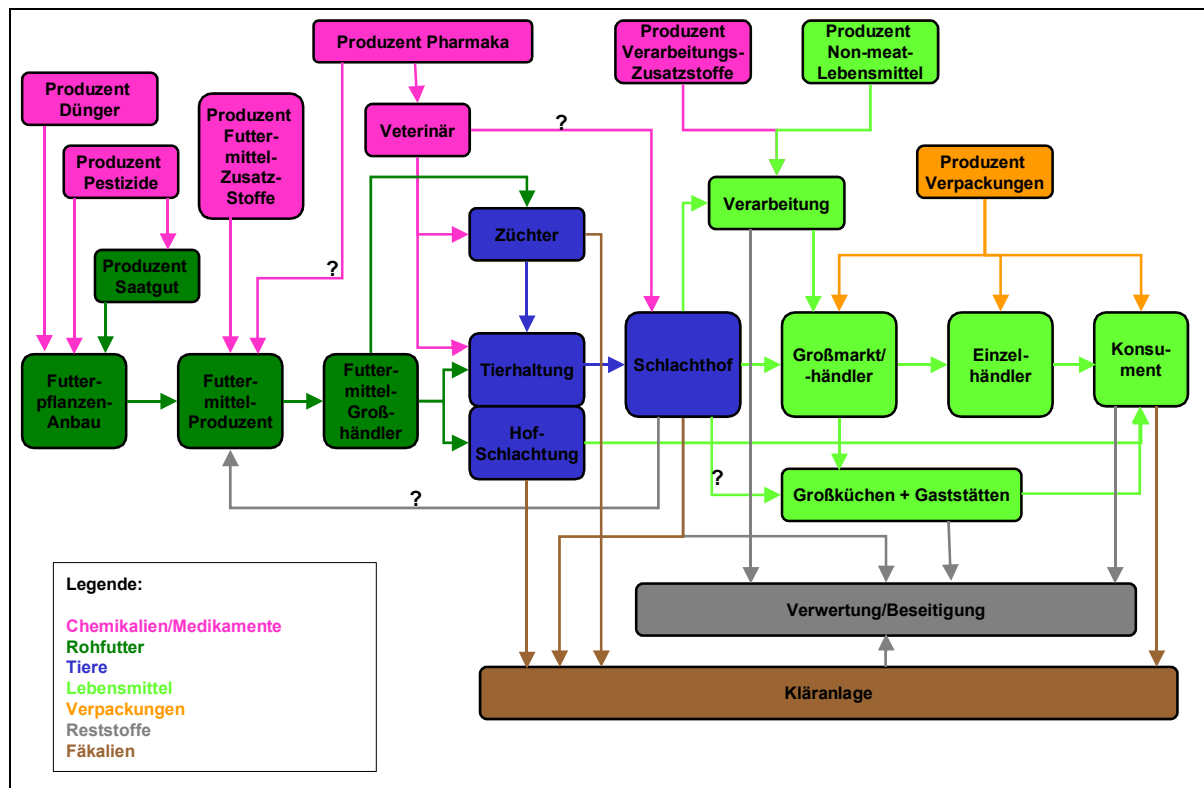


Quelle: eigene Darstellung

Die Komplexität und die hohe Zahl der Einzelstufen und Handelnden hinter einer solchen schematischen Darstellung von Produktlebenswegen soll anhand der Darstellung der Akteure am Beispiel von Fleisch- und Wurstwaren veranschaulicht werden (vgl. Abbildung 2).

<sup>20</sup> z.B. der Nitrofen-Skandal 2001.

Abbildung 2 Schematischer Lebensweg von Fleischprodukten mit beteiligten Akteuren und Stoffflüssen



Quelle: eigene Darstellung; „?“ = Stofffluss unklar

### 3.1 Vorgehensweise

Zur Identifikation von Quellen unerwünschter Stoffe und Organismen in Nahrungsmitteln werden mögliche Eintragungspfade entlang der Produktlebenswege analysiert.

Hierzu wird für jede Noxe eine *Risikomatrix* (vgl. Tabelle 7) erstellt, die sowohl Produktlebenswege als auch Kategorien von Lebensmitteln abbildet. Folgende Stufen der Produktlebenswege werden unterschieden:

- landwirtschaftliche Produktion,
- Transporte,
- Weiterverarbeitung und Verpackung,
- Lagerung,
- Handel,
- Zubereitung in privaten und öffentlichen Haushalten,
- Entsorgung.

Das eigentliche Essen wird in der Analyse ausgeklammert.

Folgende Nahrungsmittelgruppen wurden als Produkte betrachtet:

- Getreide, z.B. Weizen, Roggen, Sorghum etc.
- Gemüse einschl. Kartoffeln,
- Hülsenfrüchte, z.B. Erbsen, Bohnen, Reis etc.
- Obst/Nüsse,
- Milch/Milchprodukte,
- Fleisch- und Wurstprodukte,
- Eier,
- Fisch und
- Futtermittel für die Tierzucht.

Im Weiteren wurde die Relevanz der jeweiligen Quellen mit Hilfe eines quantitativen Rasters der Stoffmengen abgeschätzt.

Hierbei bedeuten:

- 0 Punkte : keine Quelle bzw. eine nur unbedeutende Quelle,  
 1 Punkt: Quelle mit minimaler, aber relevanter Bedeutung,  
 2 Punkte: Quelle mit bedeutender Relevanz.

Bei dieser Einstufung der Relevanz unterschiedlicher Quellen wurde die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften vorausgesetzt, also illegale Praktiken nicht in die Analyse einbezogen.

0 Punkte bedeuten daher nicht, dass auf dieser Stufe generell keine Noxen eingetragen werden können – es ist nur sehr unwahrscheinlich bzw. mengenmäßig nicht bedeutsam.

2 Punkte repräsentieren die bekannten und wahrscheinlichen Hauptquellen der Noxe, 1 Punkt weitere bekannte oder vermutete Quellen, jedoch mit geringer Wahrscheinlichkeit oder geringem Stoffmengeneintrag in die Nahrungsmittel.

Wenn die Quelle für Einträge einer Noxe in eine Nahrungsmittelgruppe in einer anderen Nahrungsmittelgruppe liegt, wird dies durch rote Pfeile in der Matrix gekennzeichnet (z.B. Pestizideinsatz im Futtermittelanbau ist die Quelle für Pestizideinträge in die Tierproduktion).

Bestimmte Noxen können die Einträge oder Wirkungen anderer Noxen verstärken, dies wurde durch eine einheitlich farbige Markierung der entsprechenden Zellen in den verschiedenen Tabellenblättern kenntlich gemacht (z.B. ermöglicht der Einsatz von GVO die Anwendung von Totalherbiziden).

*Tabelle 7 Risikomatrix gesundheitliche Ernährungsrisiken, Bsp. Pestizide*

Lebensmittelkette\Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0	X	0	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

### Legende

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

- 0: keine oder eine unbedeutende
  - 1: eine minimale, aber relevante
  - 2: eine bedeutende
- Quelle für die betrachtete Noxe.

Zusammenhang zwischen Pestiziden und GVO:  
Herbizidresistente Arten ermöglichen den Einsatz von Totalherbiziden

Eintrag der Noxe in die Umwelt

*Quelle: eigene Zusammenstellung*

Basis für die Einstufung der Risiko-Quellen bildete eine Literaturrecherche (u.a. aid 2002, BFE 2004, BVL 2004, DGE 2004, VIS 2004, VZBV 2004). Durch Fortschritte in der wissenschaftlichen Forschung, aber auch durch Erkenntnisse aus dem Alltag der Lebensmittelwirtschaft können sich bestimmte Einstufungen schnell verändern. So können weitere Quellen hinzukommen oder die Bedeutung bekannter Quellen kann ab- oder zunehmen. Dies gilt insbesondere für Noxen, für die z.B. geeignete Nachweismethoden und Monitoring-Maßnahmen noch nicht existieren (GVO, hormonell wirksame Stoffe).

Die Quellenrelevanz-Punkte, die so für jede Stufe des Lebensweges für einzelne Nahrungsmittel(gruppen) ermittelt werden, werden im nächsten Schritt addiert, um so die Bedeutung einzelner Produktionsstufen bzw. einzelner Nahrungsmittel(gruppen) als Quellen für Ernährungsrisiken zu identifizieren.

## 3.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Bewertung für die einzelnen Noxen finden sich im Anhang 1.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Keine eigene Matrix wurde für „Naturstoffe“ erstellt, da deren Quellen in aller Regel im Rohstoff selbst lokalisiert sind und nicht durch menschlichen Eingriff verursacht werden. Ebenso wurde für „Zoonosen“ keine Matrix erstellt, da die Kontamination der Lebensmittel in der freien Natur erfolgt und somit keine anthropogen beeinflusste Quelle vorhanden ist. Ähnliches gilt für die Strahlenbelastung, die zum allergrößten Teil Wildpilzen und Wildtierfleisch entstammt; daher wurde auch hier auf eine Matrix verzichtet.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse nach Produktgruppen und Produktionsstufen addiert für alle betrachteten unerwünschten Stoffe und Organismen. Je höher die Punktzahl desto größer ist die Zahl der Quellen und/oder desto bedeutender sind die Quellen.

*Tabelle 8 Addierte Quellenrelevanz-Punkte für alle betrachteten unerwünschten Stoffe und Organismen*

Lebensmittelkette\Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch	
Landwirtschaftliche Produktion	14	13	12	12	17	17	14	15	13	<b>127</b>
Transport	2	2	2	2	2	2	1	1	2	<b>16</b>
Weiterverarbeitung + Verpackung	11	12	11	12	11	17		6	14	<b>94</b>
Lagerung	2	3	2	3	4	3	1	2	3	<b>23</b>
Handel	2	2	2	2	3	3	1	2	3	<b>20</b>
Zubereitung/Lagerung (Haushalte)	5	6	3	4	8	8		4	6	<b>44</b>
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0		0	0	<b>0</b>
	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>17</b>	<b>30</b>	<b>41</b>	

### *Produktionsstufenspezifische Quellen*

Als besonders relevante Quellen für Ernährungsrisiken sind die landwirtschaftliche Produktion und die Lebensmittelweiterverarbeitung und -verpackung zu sehen, das nächsthöchste Risiko entsteht dann bei der Verarbeitung / Zubereitung der Lebensmittel im Haushalt (vgl. Tabelle 8):

- Die Analyse zeigt, dass die meisten der hier betrachteten Ernährungsrisiken durch oder während der *landwirtschaftlichen Produktion* entstehen. Die höchsten Einträge entstehen hierbei bei den Produktgruppen Fleisch- und Milchprodukte und Getreide, gefolgt von Eiern und Gemüse, Hülsenfrüchten, Obst / Nüssen und Fisch. Es fällt auf, dass diese Produktionsstufe für alle Nahrungsmittelgruppen eine hohe Relevanz als Eintrag für unerwünschte Stoffe aufweist. Dies gilt für alle betrachteten Noxen, Ausnahmen bilden nur bestimmte organische Noxen, z.B. Acrylamid, Lebensmittelzusatzstoffe und Bestrahlungsprodukte, deren Quellen v.a. in der Lebensmittelverarbeitung liegen.
- Eine ebenfalls hohe Bedeutung als Quelle für unerwünschte Stoffe und Organismen besteht auf Stufe der „*Weiterverarbeitung und Verpackung*“. Dies gilt insbesondere für Fleisch und Fleischprodukte sowie Fisch. Für organische Noxen (z.B. Acrylamid, PAK), GVO, hormonell wirksame Stoffe, Schwermetalle, Lebensmittel-Zusatzstoffe, Nitrat, Bestrahlungsprodukte und physische Fremdkörper ist hier bei unterschiedlichen Nahrungsmittelgruppen ein besonders relevanter Eintragspfad zu sehen.
- In der Weiterverarbeitung werden getrennt geführte Produktionsketten vielfach zusammengeführt. Hierdurch können aus vormals unkontaminierten Einzelrohstoffen kontaminierte Lebensmittel werden; dies ist beispielsweise für Allergiker, die bestimmte Inhaltsstoffe komplett meiden müssen oder für Menschen, die keine Lebensmittel mit GVO kaufen möchten, relevant. So kann die Weiterverarbeitung generell als eine Quelle von Risiken gewertet werden, die jedoch nicht ursächlich, sondern produktionssystemimmanent ist.

- Bei der *Verarbeitung / Zubereitung im Haushalt* bestehen die Haupteintragspfade bei Fleisch und Fleischprodukten bzw. Milchprodukten. Die Quellenrelevanz ist jedoch deutlich geringer als auf Stufe der landwirtschaftlichen Produktion oder auf Stufe der industriellen Weiterverarbeitung / Verpackung. Auf dieser Stufe sind v.a. die Noxen Bakterien/Viren, Mykotoxine und organische Noxen (z.B. Acrylamid, PAK) relevant.
- Die *Lagerung* und der *Handel* können eine Quelle für Mykotoxine und Bakterien/Viren darstellen, z.B. durch mangelhafte Kühlung oder fehlerhafte Art der Lagerung. Hierbei können Frischprodukte wie Fleisch, Fisch, Obst oder Gemüse leicht verderben.

### *Produktkategorie-spezifische Quellen*

Betrachtet man die einzelnen Produktkategorien hinsichtlich ihrer Relevanz für Einträge unerwünschter Stoffe und Organismen in die Nahrung, so zeigt sich, dass hier v.a. in der Produktion von Fleisch und Fleischprodukten (50 Punkte), gefolgt von Milch und Milchprodukten (45 Punkte) und Fisch (41 Punkte) zahlreiche bedeutende Quellen zu finden sind (vgl. Tabelle 8). Die führende Position von Fleisch / Wurst begründet sich zum einen durch eine hohe Anfälligkeit gegenüber Verderben, zum anderen aber durch den Nitrat-/Nitriteinsatz und die häufige Verpackung von Fleisch und Wurst in Dosen und Folien (Schwermetalle, Xenohormone).

In der Reihe der Produktkategorien nehmen die *Futtermittel* eine Sonderrolle ein, da sie nicht direkt vom Menschen verzehrt werden. Sie wurden in die Betrachtung einbezogen, da die Art der Futtermittelherstellung und die Zusammensetzung der Futtermittel eine wesentliche Quelle für Einträge von Noxen in die Produktion von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft sein kann (z.B. Pestizide, Medikamente, GVO, Schwermetalle, organische Noxen) Ebenso kommt der Futtermittelproduktion hinsichtlich des Auftretens von BSE eine bedeutende Rolle zu (BgVV 2001). Der Pfad kann kurz wie folgt beschrieben werden:

Futtermittel → Tier → tierisches Produkt → Verzehr.

Die Produktkategorien *Getreide*, *Gemüse*, *Hülsenfrüchte* und *Obst / Nüsse* weisen bis auf einige Unterschiede ähnliche Quellen für Noxen auf: Die Quellen für Bakterien / Viren und Mykotoxine liegen entlang der gesamten Kette, Schwermetalle und Nitrat werden hingegen v.a. in der Produktion und durch die Verpackung in die betrachteten Produktgruppen eingetragen, Lebensmittelzusatzstoffe in der Weiterverarbeitung, organische Noxen in der landwirtschaftlichen Produktion sowie während der Zubereitung und physische Fremdkörper gelangen in der landwirtschaftlichen Produktion während der Weiterverarbeitung / Verpackung und Zubereitung in die Produkte.

Die Unterschiede sind:

- Die Verarbeitung und Zubereitung von Getreide und Gemüse (Entstehung von Acrylamid beim Brotbacken und Frittieren von Kartoffeln),

- Die Verpackung von Hülsenfrüchten und Obst (Übergang von Schwermetallen aus Konservendosen),
- Die Produktion und Weiterverarbeitung von Getreide und Hülsenfrüchten (Unabsichtliche Beimengung von Fremdkörpern wie Sand oder Steine),
- Die Weiterverarbeitung und Lagerungen der wasserhaltigen Lebensmittel Obst und Gemüse (Höhere Anfälligkeit für Verderben durch Mykotoxine und Bakterien),
- Da „Gewürze“ unter „Obst / Nüsse“ gerechnet wurden, fällt diese Produktkategorie durch ihr erhöhtes Risiko für Bestrahlungsprodukte auf.<sup>22</sup>

Auch *Fleisch / Wurst*, *Milch / Milchprodukte* und *Fisch* weisen ähnliche Quellen für Einträge von Noxen in die Produktkette auf. Als fetthaltige Produkte können sie über die Verpackung (Dosenbeschichtungen und Kunststoffverpackungen) mit oftmals fettlöslichen hormonell wirksamen Stoffen belastet werden.

Medikamente können durch den Einsatz in der Tierzucht als Rückstände in tierischen Produkten verbleiben. Fleisch und Wurst aus Rindfleisch stechen durch ihr besonderes Risiko in Sachen BSE hervor – ob dieses Risiko auch für Milchprodukte und Eier gilt, ist derzeit ungewiss. Gegen Verderben durch Bakterien sind die tierischen Frischlebensmittel (hier auch die Eier) besonders gefährdet. Da Fleisch / Wurst und Fisch vielfach in Dosen verpackt werden, besteht hier auch eine Quelle für Schwermetalle in den Produkten.

Bei Milchprodukten und Fleisch / Wurst besteht durch den Zusatz von Nitritpökelsalz und die Entstehung von Nitrosaminen bei der gemeinsamen Erhitzung von nitrat- / nitrithaltigem Fleisch und proteinreichen Produkten wie Käse in der Lebensmittelverarbeitung und Zubereitung eine Quelle für Nitrat / Nitrit. Durch die mögliche Anreicherung in der Nahrungskette, sei es über die Aufnahme von Gras oder vorbelastete Futtermittel, können organische Noxen besonders bei den tierischen Produkten als Rückstand enthalten sein.

*Eier* weisen die wenigsten Quellenrelevanz-Punkte auf, da bestimmte Noxen - zum Teil bedingt durch die „geniale Verpackung“ Eierschale - nicht in die Eier gelangen können (Nitrat, Schwermetalle, Fremdkörper). Hingegen schlagen die Bakterien / Viren allein (Salmonellenkontamination) mit elf Quellenrelevanz-Punkten zu Buche.

### *Noxenspezifische Quellen*

Zwei Noxen fallen durch ihre hohe Zahl an identifizierten Quellen auf: *Bakterien / Viren* und *Mykotoxine*. Dies liegt bei beiden Noxen darin begründet, dass Lebensmittel, vor allem solche mit einem höheren Wassergehalt, an allen Stellen der Kette empfindlich gegenüber Verderben durch falsche Behandlung sind (z.B. Lagerung / Transport ohne ausreichende Kühlung, Beschädigung der Verpackung im Handel).

---

<sup>22</sup> Gewürze sind zur Zeit in der EU die einzig zugelassene Produktklasse, die unter Kennzeichnung auf der Verpackung, bestrahlt werden darf.

Gründe für Ausbrüche von lebensmittelbedingten Erkrankungen durch *Bakterien / Viren* sind sehr häufig auf individuelle Fehler im Umgang mit Lebensmitteln und grundlegende Hygienefehler zurückzuführen und weniger auf eine erhöhte mikrobiologische Belastung der Produkte (aid 2002). Die Generaldirektion für Gesundheit und Verbraucherschutz der EU sieht jedoch eine Hauptquelle für die Verseuchung mit Salmonellen in der Primärproduktion (DG Gesundheit und Verbraucherschutz 2002). Zudem trägt die Technik bei der Massenschlachtung (beispielsweise Eiswasserbad für die Kühlung von Schlachtkörpern) zu einer weiteren Verbreitung von Salmonellen bei.<sup>23</sup> Allgemein wird vermutet, dass mehrere Faktoren für den Anstieg von lebensmittelbedingten Bakterien-Erkrankungen verantwortlich sind (aid 2002):

- Veränderung bei der Gewinnung, Be- und Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln (z.B. längere Transport- und Lagerzeiten);
- Internationaler Tourismus, Veränderungen des Konsumverhaltens (z.B. zunehmender Genuss exotischer Lebensmittel);
- Hygienefehler bei der Herstellung von Lebensmitteln;
- Hygienefehler im Umgang mit Lebensmitteln im Haushalt;
- Auftreten neuer Infektionserreger, die vor 20 Jahren noch nicht bekannt waren (z.B. Enterohämorrhagische Escherichia coli, EHEC);
- Veränderungen in der Nutztierhaltung (v.a. der Übergang zur Massentierhaltung). In der Massentierhaltung können sich Krankheitserreger rasch vermehren.<sup>24</sup>

Eine gesundheitliche Schädigung durch *Mykotoxine* kann nach neueren Erkenntnissen auch durch den Verzehr von tierischen Produkten auftreten, die von Tieren stammen, die mit Mykotoxin-belastetem Futter gefüttert wurden.<sup>25</sup>

Bestimmte Noxen verstärken Einträge oder Wirkungen anderer Noxen: so ermöglicht bzw. bedingt der Einsatz von GVO die Verwendung von Pestiziden im Anbau (z.B. Einsatz von Totalherbiziden bei GV-Raps). Des Weiteren bedingt der Einsatz von Antibiotika die Entstehung von Resistenzen bei Bakterienstämmen.

Je anfälliger ein Tierbestand ist, desto öfter werden Antibiotika oder andere Medikamente in der Tierzucht verwendet und desto eher können sich resistente Bakterienstämme ausbilden, die neue Infektionen ermöglichen, die dann wiederum zu weiteren Resistenzbildungen führen können. Diese Entwicklung ist auch für die menschliche Gesundheit bedenklich, da sich resistente Erreger ausbreiten und die Behandlung mancher Krankheiten, aufgrund immer weiter steigender Resistenzen, immer schwieriger wird (Dettenkofer et al. 2004).

---

<sup>23</sup> s. Informationen der Landesministerien von Saarland und Thüringen - (<http://www.soziales.saarland.de/10950.htm>; [http://www.thueringen.de/de/tmsfg/vetulebensmittel/lebensmittel\\_tiere/thema1/index.html](http://www.thueringen.de/de/tmsfg/vetulebensmittel/lebensmittel_tiere/thema1/index.html)), vom 05.08.2004.

<sup>24</sup> <http://www.vis-ernaehrung.bayern.de>, vom 25.10.2002

<sup>25</sup> <http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/schweinehaltung/mykotoxine.htm>, eingesehen am 24.08.2004.

*Weitere Quellen*

Eine nicht zu vernachlässigende Quelle von Schadstoffen, die durch die Ernährung bedingt ist, stellt die Aufnahme über die Umwelt dar. Hier spielt das Trinkwasser eine wichtige Rolle, da Stoffe, die in Kläranlagen nicht abgebaut werden, über den Wasserkreislauf wieder aufgenommen werden und so ins Trinkwasser gelangen - für Antibiotika werden Resistenzgene im Trinkwasser bereits regelmäßig nachgewiesen (Daschner 2003); auch Hormone finden sich bereits dort (Ternes 2000). Da viele Lebensmittel mit Trinkwasser verarbeitet werden, spielt dieser Aufnahmepfad neben der Aufnahme als Getränk eine wichtige Rolle. Die Xenohormone wirken zum Teil in Konzentrationen unterhalb ihrer technischen Nachweisgrenze, so dass eine Angabe von „nicht nachweisbar“ bei einer Wasseranalyse nicht bedeutet, dass der betreffende Stoff nicht im Wasser enthalten ist.

## 4 Ernährungsrisiken und Umwelt

Durch unerwünschte Stoffe und Organismen *in* Nahrungsmitteln resultieren für die Umwelt nur relativ geringe Belastungen. Jedoch sind die Quellen dieser Stoffe (für die Umwelt sind in erster Linie die Stoffe problematisch), häufig zugleich auch eine Quelle für Umweltbelastungen.

Eine Ausnahme stellen hier hormonell wirksame Substanzen und Schwermetalle dar, die in der Lebensmittelverarbeitung in die Produktkette gelangen und bei der Entsorgung aufgrund von Austrägen in Böden und Gewässer durchaus auch negative Auswirkungen auf die Umwelt aufweisen (z.B. Verminderung der Fruchtbarkeit bei Tieren).

Die meisten Umweltbelastungen, die von Quellen für unerwünschte Stoffe in Nahrungsmitteln ausgehen, werden jedoch durch die Landwirtschaft verursacht. Ebenso wie unerwünschte Stoffe und Organismen durch die landwirtschaftliche Produktion in die Nahrungsmittel gelangen, werden sie von hier in die Umwelt eingetragen.

Als problematisch einzustufen sind hier v.a.

- Pestizide / Schwermetalle,
- Medikamente,
- GVO und
- Nitrat.

Die genannten Stoffe haben negative Umweltauswirkungen v.a. im Hinblick auf

- diffuse Einträge von Schadstoffen in Gewässer und Böden (Pestizide / Schwermetalle, Medikamente),
- negative Auswirkungen auf die Biodiversität (GVO) und
- zunehmende Eutrophierung von Gewässern und Böden (Nitrat).

Im Kontext der sonstigen Umweltbelastungen, die durch die Landwirtschaft verursacht werden, sind dies – neben Flächen- und Wasserverbrauch – die gravierendsten Umweltbelastungen, die von der Landwirtschaft ausgehen (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 3 Umweltprobleme der Landwirtschaft im Kontext anderer Verursacher

Belastung Verursacher	Ressourcenverbrauch					Emissionen					Wasser			Gefährliche Substanzen		Biodiversität
	Flächenverbrauch / Bodendegradation	Wasserverbrauch	Abfallaufkommen	Energieumwandlung	Klimawandel	Ozonloch	Versauerung	bodennahes Ozon	städt. Luftqualität	Gütequalität von Fließgewässern	Eutrophierung	Gütequalität der Meere	Chemikalien	Bodenkontamination / Altlasten		
<b>Landwirtschaft</b>	***	***	*	*	*		**	*	*	***	***		***		***	
<b>Industrie</b>		*	**	**	**	***	*	*	*	*	*	**	***	***		
<b>Transport</b>	*		*	**	**		**	***	***		*	*		*	*	
<b>Energie</b>		*	*	**	**		**	*	*	*	*	*				
<b>Tourismus</b>	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*			*	
<b>Haushalte</b>	*	*	*	**	*		*			***	***	*	**		*	
<b>Militär</b>														***		

- \*\*\* Überdurchschnittlich hoher Belastungsanteil (~> 40 % der Gesamtbelastung)
- \*\* Hoher Belastungsanteil (~ 20 % bis 40 % der Gesamtbelastung)
- \* Niedriger Belastungsanteil (< 20 % der Gesamtbelastung)

Quelle: SRU (2002)

### Pestizide

Durch den Einsatz von Pestiziden im Pflanzenanbau entstehen diffuse Schadstoffausträge in die Umwelt.

Der Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft verharrt seit über 10 Jahren auf einem hohen Niveau. 2001 wurden 34.000 Tonnen Pestizide in Deutschland abgesetzt. Der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (SRU) geht sogar von einer indirekten Erhöhung des Pestizideinsatzes aus, da die in den Pestiziden enthaltenen Wirkstoffe in den letzten Jahren eine immer höhere Wirksamkeit erreichten, was bedeuten würde, dass die Absatzmengen zurückgehen müssten. Laut Aussagen des Rates sind weiterhin, v.a. aufgrund des langen Verbleibs der Pestizide im Boden / Grundwasserleiter ist eine weiterhin zunehmende Kontamination des Grundwassers zu erwarten (SRU 2004).

### Medikamente

Der Einsatz von Medikamenten in der Tierhaltung verursacht diffuse Schadstoffausträge in die Umwelt (z.B. über die Gülle). Bisher liegen zu Umweltauswirkungen von Medikamenten kaum gesicherte Erkenntnisse vor. Die Forschung steht hier noch am Anfang und weiterer Forschungsbedarf besteht (Dettenkofer et al. 2004). Es ist jedoch zu vermuten, dass Rückstände von Hormongaben in der Tierzucht, die in die Umwelt gelangen, dort ebenfalls negative Auswirkungen in der Fauna verursachen können, wie dies z.B. bei hormonell wirksamen Umweltchemikalien der Fall ist.

## *GVO*

Beim Einsatz von GVOs in der Landwirtschaft bestehen hinsichtlich mehrerer Faktoren negative Auswirkungen auf die Biodiversität:

- Einerseits besteht das Risiko der Auskreuzung von GVOs in Wildarten, wodurch eine Übertragung der gentechnisch veränderten Eigenschaften (z.B. Pestizidresistenzen) auf Wildarten möglich wird, die in der Folge eine Artenverarmung und Florenverfremdung nach sich ziehen kann (vgl. z.B. Brauner et al. 2004).
- Andererseits wird durch den Einsatz von GVO die weitere Konzentration auf wenige Kulturarten und -sorten befördert, was eine Arten- und Sortenabnahme zur Folge hat.
- Darüber hinaus ermöglicht der Einsatz von GVO in der Landwirtschaft den Einsatz von Pestiziden - mit den dadurch verbundenen negativen Auswirkungen auf die Umwelt.

Weltweit steigt der Anbau von GVOs stark an: so vergrößerte sich die Anbaufläche 2003 um 15 Prozent auf nunmehr 67,7 Mio. ha.<sup>26</sup>

## *Nitrat*

Stickstoffausträge (Nitrat) mit dem Sickerwasser führen zur Eutrophierung von Oberflächengewässern und Grundwasser. Die Auswirkungen des Nährstoffeintrags sind lokal unterschiedlich, da sie von diversen Faktoren wie Bodenbeschaffenheit, Düngezeitpunkt, Witterung, Know-How des Landwirts etc. abhängen.

Der Stickstoffeinsatz pro Hektar und Jahr ist in der Landwirtschaft mittlerweile rückläufig, da die Stickstoffausnutzung in der Vergangenheit gesteigert werden konnte. Die Betriebsmittelintensität wird nach Schätzungen von ExpertInnen nur noch in Intensivgebieten weiter ansteigen, in den übrigen Gebieten ist der Trend der Intensivierung bereits heute gebrochen (Knickel 2002).

---

<sup>26</sup> <http://www.isaaa.org/>, eingesehen am 23. September 2004.

## 5 Risiken unterschiedlicher Ernährungsweisen

Die Ernährungsweise – also was, wie und in welchen Mengen gegessen wird – hat großen Einfluss auf die Gesundheit. Ob und inwieweit die Ernährungsweise auch Risiken, die mit unerwünschten Stoffen und Organismen in Nahrungsmitteln verbunden sind, beeinflussen kann, wird im Folgenden anhand des Vergleichs von vier modellhaften „Ernährungsweisen“ untersucht. Unterschieden wird zwischen einer Ernährung mit Fleisch und vegetarischer Ernährung sowie zwischen Nahrungsmitteln aus konventionellem und aus kontrolliert biologischem Anbau. Dies ergibt vier Varianten, die betrachtet werden:

*Tabelle 9 Betrachtete Ernährungsweisen*

	<b>Ernährung mit Fleisch</b>	<b>Vegetarische Ernährung</b>
<b>Produkte aus konventionellem Anbau</b>	„Fleisch konventionell“	„Vegetarisch konventionell“
<b>Produkte aus kontrolliert biologischem Anbau</b>	„Fleisch Bio“	„Vegetarisch Bio“

Im Hinblick auf Ernährungsrisiken unterscheiden sich unterschiedliche Ernährungsweisen v.a. in der Wahrscheinlichkeit des Eintretens gesundheitlicher Schäden. Daher wurde in der folgenden Einschätzung ein Vergleich dieser Wahrscheinlichkeiten vorgenommen.

Zusätzlich zu den bisherigen Bewertungsstufen wurde die Abschätzung „Null“ eingeführt, um einen festgestellten, merklichen Unterschied zur Einschätzung „gering“ zu dokumentieren. Diese Unterscheidung ist relevant, da einige Noxen bei bestimmten Ernährungsweisen ausgeschlossen werden können und von ihnen dann kein Risiko mehr ausgeht. Anschließend wurde für jede Noxe ein Risikoprodukt errechnet und jeweils für die betrachtete Ernährungsweisen addiert (vgl. Tabelle 10).

*Table 10 Risikopotenziale unterschiedlicher Ernährungsweisen*

	Fleisch konventionell	Fleisch Bio	Vegetarisch konventionell	Vegetarisch Bio
Stoffe / Organismen	Ris.-prod.	Ris.-prod.	Ris.-prod.	Ris.-prod.
Bestrahlungsprodukte	3	0	3	0
BSE-Erreger	25	5	5	5
GVO	15	3	15	3
hormonell wirksame Stoffe	25	10	5	5
Lebensmittel-Zusatzstoffe	9	3	9	3
Medikamente	6	3	3	0
Bakterien / Viren	9	9	9	9
Mykotoxine	3	3	6	6
Naturstoffe	3	3	3	3
Nitrat	6	6	6	6
Organische Noxen	6	6	6	6
Parasiten	3	3	3	3
Pestizide	9	3	9	3
Physische Fremdkörper	3	3	3	3
Schwermetalle	3	3	3	3
Strahlenbelastung	5	5	5	5
<b>Summe</b>	<b>133</b>	<b>68</b>	<b>93</b>	<b>63</b>

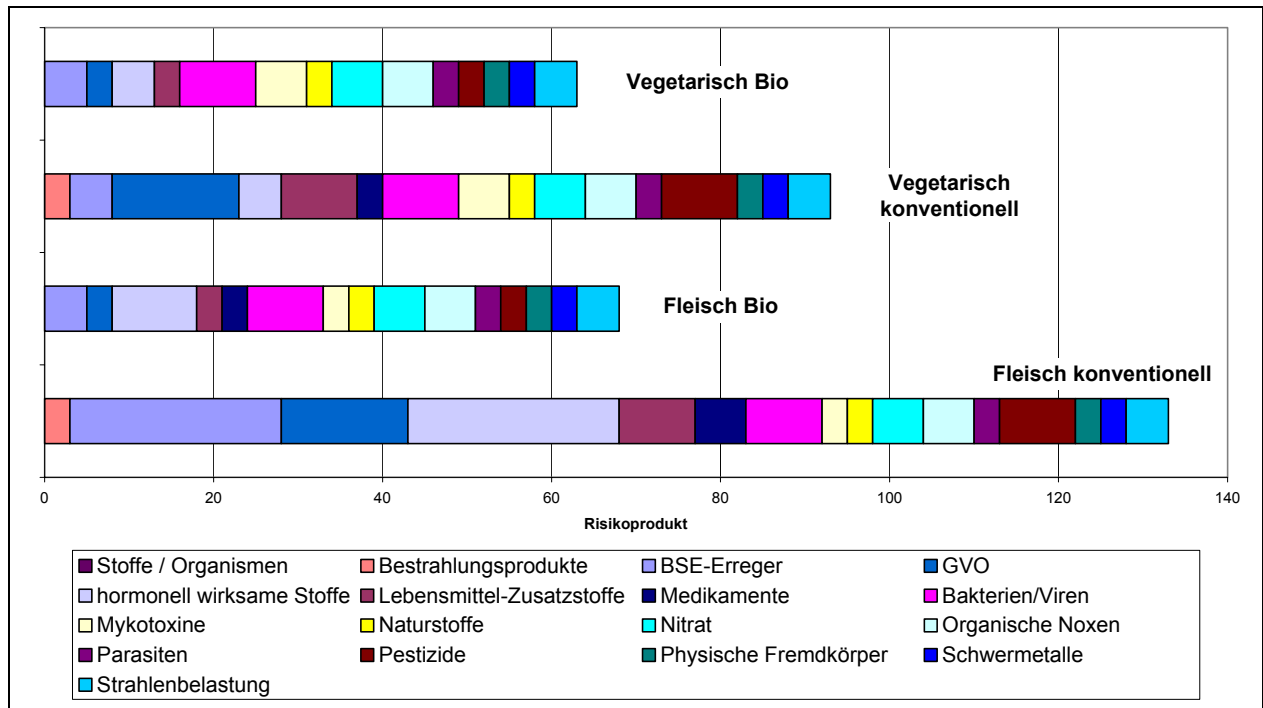
*Quelle: eigene Berechnungen*

Es zeigt sich deutlich, dass die vier modellhaften Ernährungsweisen mit signifikanten Unterschieden hinsichtlich ihres Risikopotenzials verbunden sind:

So sind die mit der Ernährungsweise „Fleisch konventionell“ verbundenen Risiken doppelt so hoch wie die Risiken, die mit der Ernährungsweise „Vegetarisch Bio“ verbunden sind; und auch gegenüber „Fleisch Bio“ besteht bei „Fleisch konventionell“ ein fast doppelt so hohes Risiko. Die Risiken, die mit der Ernährungsweise „vegetarisch konventionell“ einher gehen, liegen um mehr als ein Viertel niedriger als bei „Fleisch konventionell“, jedoch um fast 50 Prozent höher als bei „vegetarisch Bio“, ebenso bezogen auf „Fleisch Bio“.

„Vegetarisch Bio“ ist die Ernährungsweise, die mit den geringsten Risiken verbunden ist, dicht gefolgt von „Fleisch Bio“ (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4 Vergleich des Risikopotenzials unterschiedlicher Ernährungsweisen



Quelle: eigene Darstellung

Die Betrachtung der Unterschiede hinsichtlich einzelner Noxen zeigt, dass die Ernährungsweise sich kaum auf das Auftreten der Risiken durch organische Noxen, Bakterien / Viren, Naturstoffe, Nitrat, Parasiten, physische Fremdkörper und Schwermetalle auswirkt: Hier bestehen keine bis geringe Unterschiede zwischen den vier betrachteten Ernährungsweisen.<sup>27</sup>

Hingegen offenbaren sich große Unterschiede hinsichtlich des Auftretens des BSE-Risikos (Fleisch konventionell gegenüber allen anderen), GVO (konventionell zu Bio), hormonell wirksamen Substanzen (Fleisch zu vegetarisch), Medikamenten (Fleisch konventionell zu allen anderen) und Pestiziden (konventionell zu Bio). Zwischen den beiden „Bio-Ernährungsweisen“ (Unterschied: Fleisch / vegetarisch) ergeben sich Unterschiede bei den hormonell wirksamen Stoffen und Medikamenten zu Ungunsten der fleischhaltigen Ernährungsweise. Die beiden konventionellen Ernährungsweisen (Unterschied: Fleisch / vegetarisch) weisen große Unterschiede bei BSE, hormonell wirksamen Stoffen, Medikamenten und Mykotoxinen auf, jeweils zu Ungunsten der fleischhaltigen Ernährungsweise.

<sup>27</sup> Wobei zu beachten ist, dass sich dies für Einzelstoffe aus den betrachteten Gruppen anders darstellen kann: so sind die Unterschiede zwischen den Ernährungsweisen hinsichtlich polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK, organische Noxe) signifikant unterschiedlich, da PAK v.a. beim Grillen / Braten von Fleisch und Fleischprodukten entstehen.

Der Vergleich konventioneller mit der „Bio“-Ernährungsweise zeigt, dass die „Bio“-Ernährungsweisen – ob mit oder ohne Fleisch – wesentlich geringere gesundheitliche Risiken im Hinblick auf unerwünschte Stoffe und Organismen aufweisen als die konventionelle.

## 6 Handlungsschwerpunkte

Die Zusammenführung der Ergebnisse der möglichen Schäden durch unerwünschte Stoffe und Organismen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt zeigt, dass Handlungsbedarf auf unterschiedlichen Ebenen besteht:

- einerseits hinsichtlich der *Minimierung der Einträge unerwünschter Stoffe und Organismen*,
- andererseits im Hinblick auf die *Ernährungsweise*, da hier bei den vier untersuchten Ernährungsweisen große Unterschiede hinsichtlich der damit verbundenen Risiken aufgezeigt werden konnten.

### 6.1 Minimierung der Einträge unerwünschter Stoffe und Organismen

Grundsätzlich ist es sinnvoll und wünschenswert, alle Einträge unerwünschter Stoffe und Organismen in Nahrungsmitteln auf ein nicht vermeidbares Minimum zu reduzieren. Aufgrund der Vielfalt unerwünschter Stoffe und Organismen ist es jedoch notwendig, Handlungsschwerpunkte zu setzen, die sich daran orientieren, wo das größte Risikopotenzial für die Gesellschaft zu sehen ist.

Vor diesem Hintergrund und dem Hintergrund des Vorsorgeprinzips als handlungsleitendes Prinzip einer Ernährungspolitik zeigt die Untersuchung, dass für die Gesellschaft der größte Handlungsbedarf bei Noxen besteht, deren Schadensausmaß und / oder Eintrittswahrscheinlichkeit bisher ungewiss sind: *BSE-Erreger* und *hormonell wirksame Stoffe*.

Des Weiteren besteht ein hoher Handlungsbedarf bei *GVO*, *Pestiziden*, *Bakterien / Viren* und *Medikamenten*, die von den unerwünschten Stoffen und Organismen mit bekanntem Schadensausmaß und bekannter Eintrittswahrscheinlichkeit, das höchste Risiko aufweisen.

Hinzu kommt, dass mit *GVO*, hormonell wirksamen Stoffen, Medikamenten und Pestiziden ebenfalls negative Auswirkungen auf die Umwelt verbunden sind, so dass hier Handlungsbedarf sowohl aus gesundheitlicher Sicht als auch aus Gründen des Umweltschutzes besteht.

Die Quellen dieser Stoffe liegen fast alle in der landwirtschaftlichen Produktion, Ausnahmen sind hormonell wirksame Stoffe, die ebenfalls auf Stufe der Lebensmittelverarbeitung in die Lebensmittel gelangen können und Bakterien / Viren, deren Quellen entlang des gesamten Lebensweges liegen können.

Im Folgenden werden Ansatzpunkte für Reduktionsstrategien von Einträgen der unerwünschten Stoffe und Organismen skizziert, bei denen ein prioritärer Handlungsbedarf identifiziert wurde.

## BSE

BSE-Erreger gelangen in der landwirtschaftlichen Produktion in Rindfleisch. Ziel muss es hier sein, sicherzustellen, dass BSE-Erreger nicht in Nahrungsmittel gelangen können. Trotz bereits ergriffener Maßnahmen wie ein Tiermehlfütterungsverbot für Wiederkäuer und BSE-Tests, treten jedoch immer wieder BSE-Neuinfektionen im Tierbestand auf.<sup>28</sup>

Da bisher die Übertragungswege noch nicht bis ins Detail geklärt sind, ist es einerseits notwendig die *Forschung* hinsichtlich Übertragungswegen etc. zu intensivieren, andererseits sollten die *Kontrollen* so gestaltet werden, dass höchstmögliche Sicherheit hinsichtlich potenziell kontaminierter Nahrungsmittel gegeben ist.

Des Weiteren sollte die Bevölkerung besser über BSE informiert werden, d.h. eine bessere *Risikokommunikation* ist dringend geboten. Hier muss einerseits überlegt werden, wie die Kommunikation gestaltet wird und andererseits wie unterschiedliche Zielgruppen adäquat angesprochen werden können.

## Hormonell wirksame Stoffe

Hormonell wirksame Stoffe gelangen v.a. während der Lebensmittelverarbeitung oder durch die Verpackung in die Lebensmittel. Besonders gefährdete Produktgruppen sind: Milch und Milchprodukte, Fleischprodukte und Fischprodukte. Da mögliche Schäden durch hormonell wirksame Stoffe noch nicht hinreichend geklärt sind, andererseits jedoch ernstzunehmende Hinweise auf schwerwiegende Schäden vorliegen (z.B. Verminderung der Fruchtbarkeit, Lern- und Konzentrationsschwächen, Zunahme von Hodenkrebs etc.), die durch diese Substanzen verursacht werden, sollte aus Vorsorgegründen sichergestellt werden, dass hormonell wirksame Stoffe nicht in Lebensmittel gelangen. Der aktuelle Entwurf zur neuen EU-Chemikalienverordnung – mit dem hier ein Schritt in diese Richtung gegangen werden könnte - enthält bisher keine Zulassungspflicht für Stoffe mit hormonellen Eigenschaften (EU 2003), obwohl dies aufgrund des im Maastrichter-Vertrag EU-weit festgelegten Vorsorgeprinzips (EU 2000) dringend angezeigt wäre, nach welchem bereits ein begründeter Verdacht ausreicht, um Maßnahmen zur Reduzierung eines Risikos einzuleiten. Von Umweltorganisationen wurde die Aufnahme von hormonell wirksamen Stoffen in die neue EU-Chemikalienverordnung REACH u.a. aus diesem Grund gefordert (EEB 2003). Dies würde bedeuten, dass alle bereits als hormonell verdächtigen Stoffe mit Zeitplan zu ersetzen wären oder dass vom Hersteller deren Unschädlichkeit nachgewiesen werden muss.

Eine Anwendung hormonell wirksamer Stoffe in der Lebensmittelverarbeitung und -verpackung sollte aus den genannten Gründen generell nicht erlaubt sein.

---

<sup>28</sup> Siehe z.B. Badische Zeitung vom 20.04.2004: „35. BSE-Fall in Baden-Württemberg“.

Auch wenn die Wirkungen der Substanzen (z.B. Phthalate) auf den Menschen bisher nicht ausreichend untersucht sind, reichen doch die Befunde aus dem Tierreich, die v.a. Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit und damit die Reproduktivität aufzeigen, um im Sinne des Vorsorgegedankens ein generelles *Verbot hormonell wirksamer Stoffe in Lebensmitteln und deren Verpackungen* zu fordern.

### *GVO*

GVO gelangen aktuell v.a. über Futtermittel und Sojaprodukte in die Nahrungskette, aufgrund der immer weiter steigenden Flächen, auf denen GVO angebaut werden und der immer größeren Sortenvielfalt, ist davon auszugehen, dass zukünftig auch die Bedeutung anderer Eintragspfade steigt. Besonders gefährdete Produktgruppen sind: Milch und Milchprodukte, Fleisch und Fleischprodukte, Eier und Fisch, aber auch Gemüse und Obst. Die Zahl der Produkte, die GVO enthalten (oder zu deren Produktion GVO eingesetzt wurden) nimmt – v.a. nach Inkrafttreten der EU-Kennzeichnungsverordnung – stetig zu. Da die mit GVO möglicherweise verbundenen Schäden – und hier v.a. Umweltschäden - bisher nicht ausreichend bekannt sind, sollte zumindest sichergestellt werden, dass für KonsumentInnen Wahlfreiheit besteht, ob sie Nahrungsmittel mit oder ohne GVO kaufen und verzehren wollen. D.h. KonsumentInnen sollten in der Lage sein, Produkte wählen zu können, die garantiert keine GVO enthalten bzw. zu deren Produktion garantiert keine GVO eingesetzt wurden. Nach der heute gültigen Kennzeichnungsverordnung ist dies nicht der Fall. D.h. im Sinne des Verbraucherschutzes besteht hier dringender Nachbesserungsbedarf.

### *Pestizide*

Pestizide werden in der konventionellen Landwirtschaft im Pflanzenbau eingesetzt. Zudem verstärkt der vermehrte Anbau von GVO den Einsatz von Pestiziden. Pestizide können in sämtlichen Nahrungsmitteln auftreten, in pflanzliche Nahrungsmittel gelangen sie direkt aufgrund von Pestizideinsatz im Pflanzenbau, in tierische Nahrungsmittel gelangen sie indirekt über kontaminierte Futtermittel. Darüber hinaus können Pestizide und ihre Metabolite auch über das Grundwasser ins Trinkwasser gelangen.

Dass der Einsatz von Pestiziden mit Risiken verbunden ist, ist schon seit Jahrzehnten bekannt und immer wieder Gegenstand öffentlicher Lebensmittel-Skandale.<sup>29</sup> Trotzdem dürfen auch heute noch Pestizide produziert und eingesetzt werden, die im Verdacht stehen, gravierende chronische Wirkungen wie Neurotoxizität,<sup>30</sup> hormonelle Wirkungen (WWF 2002) und Krebs auszulösen.<sup>31</sup> Dass ein Verbot solcher Pestizide für den Einsatz in der Landwirtschaft in Deutschland nicht ausreichend ist, zeigen die immer wieder aufgefundenen Belastungen von in Deutschland verkauften Lebensmitteln mit Pestiziden, deren Einsatz in Deutschland verboten ist (VZBW 2004a). Vor dem Hintergrund der seit 10 Jahren gleichbleibend hohen Absatzmengen von Pestiziden und der gestiegenen Wirksamkeit der eingesetzten Wirkstoffe (vgl. Kap. 2.1) ist hier dringender Handlungsbedarf geboten, betrachtet man die möglichen gesundheitlichen Schäden und die negativen Umweltauswirkungen, die von dieser Stoffgruppe ausgehen.

Die neue EU-Chemikalienverordnung REACH wird auch die Registrierung und Zulassung von Pestiziden umfassen. Nach dem derzeitigen Gesetzesentwurf (REACH 2003) müssen neue Stoffe ab einer Tonne Jahresproduktion registriert werden und ab zehn Tonnen muss ein Stoffsicherheitsbericht vorgelegt werden. Explizit genehmigt werden müssen nur „besonders besorgniserregende“ Stoffe, die kanzerogen, mutagen oder reprotoxisch sind; Stoffe, die sehr persistent und sehr bioakkumulierend sind und Stoffe, die persistent, bioakkumulierend und toxisch sind. Die Beurteilung eines Stoffes gemäß dieser Eigenschaften unterliegt einem gemeinschaftlichen Begutachtungsverfahren der Mitgliedsstaaten und der neuen Europäischen Chemikalienagentur. Wird das Risiko durch den Stoff letztlich als „angemessen beherrscht“ beurteilt, erfolgt eine Zulassung. Erfolgt dies nicht, so kann doch genehmigt werden, wenn der „gesellschaftliche und wirtschaftliche Nutzen die Risiken überwiegt“ – wobei offen bleibt, wie dieser Nutzen festzustellen ist (REACH 2003). Altstoffe<sup>32</sup> werden nach und nach innerhalb von 11 Jahren in das System überführt. Risiken durch Kombinationswirkungen von Stoffen bleiben jedoch auch nach Inkrafttreten von REACH weiterhin unberücksichtigt. Aus Sicht einer vorsorgenden Ernährungspolitik ist dies sowohl für den Gesundheitsschutz von VerbraucherInnen als auch für den Umweltschutz nicht ausreichend.

Der SRU stuft daher auch die bestehenden Regelungen der Pflanzenschutzgesetzgebung als unzureichend ein und fordert die Politik auf, der Landwirtschaft in Bezug auf Pflanzenschutz einen *zielorientierten Handlungsrahmen* zu geben. Dieser Rahmen sollte nach Ansicht des Rates neue und bereits bestehende Möglichkeiten für die Minimierung des Pestizid-Einsatzes verdeutlichen, fördern und verstärken.

---

<sup>29</sup> z.B. Höchstmengenüberschreitung von zugelassenen und Vorhandensein verbotener Pestizide in Import-Erdbeeren (Greenpeace, Pressemitteilung vom 22.01.2004) und in Weinblättern (Stiftung Warentest, Heft 4/04).

<sup>30</sup> Pestizide gelten als die Hauptaufnahmequelle der Bevölkerung für neurotoxische Substanzen (Singer 1999).

<sup>31</sup> Nach einer Studie des PAN (2002) gibt es eine Reihe von zugelassenen Pestiziden, die nach behördlichen Einstufungen (US-EPA, EU, IARC) mindestens im Verdacht stehen, Krebs auszulösen. Einige davon sind in Deutschland zugelassen und werden nach wie vor eingesetzt wie z.B. das Insektizid Dichlorvos, das Fungizid Captan oder die Herbizide Diuron und Isoproturon (BVL 2004).

<sup>32</sup> Als Altstoffe gelten künftig vereinfacht alle Stoffe, die sich in den letzten 10 Jahren vor Inkrafttreten von REACH auf dem Markt befunden haben.

Zudem sollten in die Entwicklung dieser Strategie die Rahmenbedingungen, die den Pestizideinsatz in der Landwirtschaft wesentlich mitbestimmen (Landwirtschaftspolitik, VerbraucherInnenverhalten, Umweltschutzanforderungen, Wettbewerb) in geeigneter Weise einbezogen und neue Rahmenbedingungen für einen innovativen umweltorientierten Prozess im Pflanzenschutz geschaffen werden (SRU 2004).

Darüber hinaus sollten weiterhin landwirtschaftliche Produktionsformen, die mit deutlich weniger Pestizideinsatz (integrierter Pflanzenbau) bzw. nahezu keinem Pestizideinsatz (ökologischer Landbau) auskommen, deutlich gefördert werden und *Anreizstrukturen* geschaffen werden, die eine *Umstellung hin zu geringerem Pestizideinsatz* befördern.

### *Bakterien / Viren*

Bakterien und Viren können entlang aller Stufen der Produktlebenswege in die Nahrungsmittel gelangen. Besonders gefährdete Produktgruppen sind: Milchprodukte, Fleisch und Fleischprodukte, Eier und Fisch. Die Kontamination von Lebensmitteln mit pathogenen Erregern ist v.a. auf Hygienefehler (z.B. unsachgemäße Lagerung oder Zubereitung) oder technische Fehler (z.B. Ausfallen von Kühleinheiten) zurückzuführen (aid 2002).

Die bestehenden gesetzlichen Regelungen hinsichtlich Produktion, Lagerung, Außer-Haus-Zubereitung etc. können – trotz hoher Raten bei Salmonelleninfektionen – als ausreichend angesehen werden. Eine Risikominimierung kann ausschließlich durch strikte Einhaltung der existierenden, umfassenden gesetzlichen Regelungen in Bezug auf Lagerung und Verarbeitung von Lebensmitteln erreicht werden – sowohl im Außer-Haus-Verzehr als auch in der Lebensmittelindustrie und im Handel. Diese Regeln werden in Gaststätten und anderen Zubereitungsstätten immer wieder verletzt, wie Ergebnisse der regelmäßigen Untersuchungen der staatlichen Lebensmittelüberwachung zeigen (z.B. Sachsen 2002).

Strategien zur Minimierung, der mit Bakterien / Viren verbundenen Risiken, sollten daher v.a. auf eine adäquate zielgruppenorientierte Risikokommunikation setzen. Zielgruppen sollten neben privaten Haushalten, v.a. auch Küchen in Seniorenwohnheimen, Krankenhausküchen und Kindergarten- bzw. Schulküchen sein.

### *Medikamente*

Medikamente gelangen v.a. über tierische Produkte in die Nahrungskette (Futtermittel, Behandlung von Infektionskrankheiten, Krankheitsprophylaxe, Leistungsförderung). Besonders gefährdete Produktgruppen sind: Milch und Milchprodukte, Fleisch und Fleischprodukte, Eier und Fisch. Medikamente sind v.a. aufgrund der durch sie induzierten Resistenzbildung bei pathogenen Erregern ein Risiko, da diese Erreger dann in der Folge im Krankheitsfall schwerer (oder überhaupt nicht) zu behandeln sind. Das heißt, v.a. Antibiotika sind als Substanzgruppe hier als kritisch einzustufen.

Während Antibiotika zur Behandlung von Infektionskrankheiten im Tierbestand sicher notwendig sind, sollte ihr Einsatz zur Krankheitsprophylaxe, der zumeist auf ökonomischen Kosten-Nutzen-Überlegungen beruht, zumindest kritisch hinterfragt werden. Gänzlich untersagt werden sollte hingegen der Einsatz von Antibiotika als Leistungsförderer. Zur Zeit sind auf EU-Ebene noch vier Antibiotika als Leistungsförderer zugelassen, die jedoch nach einem Kommissionsvorschlag ab 2006 ebenfalls verboten werden sollen<sup>33</sup>. D.h. Handlungsbedarf besteht – nachdem die neue EU-Verordnung über Futtermittelzusätze, die ein *Verbot von Leistungsförderern mit antibiotischer Wirkung* vorsieht, in Kraft tritt – v.a. beim Einsatz von Antibiotika zur Krankheitsprophylaxe. Bei der *Prophylaxe* sollte eine *restriktivere Anwendung* von Antibiotika durchgesetzt werden. Generell sollte durch geeignete Instrumente (Verordnungen, Vereinbarungen, Controlling) sichergestellt werden, dass der Einsatz von Antibiotika in der Landwirtschaft – nicht nur zum direkten Gesundheitsschutz, sondern auch zum Schutz von Ökosystemen – auf ein notwendiges Mindestmaß beschränkt wird (Dettenkofer et al. 2004).

Des Weiteren sollte ein systematisches *Monitoring* der Resistenzbildungen aufgebaut werden, um mögliche Risiken v.a. in der Humanmedizin weitestgehend zu minimieren (ebda.).

## 6.2 Minimierung der mit der Ernährungsweise verbundenen Risiken

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Ernährungsweise, in der Produkte aus kontrolliert biologischem Anbau verzehrt werden – egal ob mit oder ohne Fleisch – mit deutlich weniger Risiken verbunden ist, als eine Ernährungsweise mit Produkten aus konventioneller Landwirtschaft.

Durch einen Umstieg der Ernährungsweise von konventioneller hin zu biologischer Kost kann das Risiko, das mit unerwünschten Stoffen / Stoffgruppen und Organismen in Lebensmitteln verbunden ist, deutlich vermindert werden. Die größte Wirkung hat hierbei der Umstieg von konventioneller Ernährung mit Fleisch auf Ernährung mit Produkten aus biologischem Landbau: Das Risiko wird um rund die Hälfte gesenkt. Einen kleinen „Sicherheits“-Gewinn bringt dann noch das Streichen des Fleisches von der Speisekarte. Doch auch konventionell einkaufende Vegetarier können durch einen Umstieg auf ökologische Produkte ihr stoffliches Ernährungsrisiko um mehr als ein Drittel senken.

D.h. im Sinne des Verbraucherschutzes müssen hier Strategien überlegt werden, wie dies den VerbraucherInnen vermittelt werden kann – auch hier sind also Konzepte für eine adäquate und zielgruppenorientierte Risikokommunikation gefragt, die auch unterschiedliche normative Orientierungen von KonsumentInnen einbezieht und entsprechend adressiert.

---

<sup>33</sup> Vgl. <http://www.evz.de/food/antibiotika-futtermittel.html>, vom 4.3.2004.

## 7 Diskussion

Mit der in dieser Arbeit vorgestellten Vorgehensweise zur Risikoquantifizierung können Unterschiede von Ernährungsrisiken durch unerwünschte Stoffe und Organismen für die menschliche Gesundheit in Bezug auf Eintrittswahrscheinlichkeit, Ausmaß und letztendlich auch Stärke des Risikos anschaulich dargestellt und v.a. vergleichend gegenüber gestellt werden. Die Anwendung dieser Vorgehensweise ermöglicht es dadurch, *begründet* Handlungsschwerpunkte zu setzen.

Denn aufgrund der Vielzahl von Ernährungsrisiken aufgrund unerwünschter Stoffe und Organismen ist es nur bedingt möglich und sinnvoll (z.B. bei sog. Vulnerable Groups), einzelstoffspezifische Verhaltens- oder Vermeidungsstrategien (sog. Noxenprävention) zu entwickeln (vgl. auch TAB 2000).

Nach ExpertInnenmeinung sind Ernährungsrisiken durch unerwünschte Stoffe und Organismen weniger relevant als Risiken, die mit einer bestimmten Ernährungsweise verbunden sind (aid 2002).

Dies bedeutet jedoch, dass Strategien, die eine Vermeidung von Ernährungsrisiken durch unerwünschte Stoffe und Organismen zum Ziel haben, langfristig nur dann erfolgversprechend sein können, wenn sie in Konzepte integriert werden, die insgesamt eine vorsorgeorientierte, gesundheitsfördernde Ernährungspolitik zum Ziel haben.

Das heißt, wesentlich für die effektive Minimierung von Risiken, die von unerwünschten Stoffen und Organismen ausgehen, ist es, vorsorgeorientiert prioritäre Handlungsfelder zu identifizieren – und genau dies ermöglicht die vorgestellte Vorgehensweise.

## Literatur

- aid 2002 aid infodienst - Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft e.V. (Hrsg.); Unerwünschte Stoffe in Lebensmitteln. aid Bonn; 3705/2002.
- aid 2004 aid infodienst - Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft e.V., „Acrylamid“ unter [www.was-wir-essen.de](http://www.was-wir-essen.de), eingesehen am 30.03.2004.
- BAG 2004 Lebensmittelsicherheit Acrylamid: Einschätzung des Bundesamtes für Gesundheit, Bern, 18.02.2004, unter <http://www.bag.admin.ch/verbrau/aktuell/d/Acrylamid%20Einschaetzung%2018.02.2004.pdf>, eingesehen am 30.03.2004.
- Banse 1996 Anderson, R. M.; Donnelly, C. A.; Ferguson, N.; Woolhouse, M.; Banse, G.; Herkunft und Anspruch der Risikoforschung. In: Banse, G. (Hrsg.); Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Edition Sigma, Berlin 1996, S. 15–72.
- Beck, Ulrich 1986 Beck, U.; Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne; Frankfurt/M. 1986.
- BFE 2004 Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel unter [www.bfa-ernaehrung.de](http://www.bfa-ernaehrung.de), eingesehen von Januar bis April 2004.
- BgVV 2000a Zum Verbot des Rückenmarkzerstörers, Stellungnahme des BgVV vom 7.9.2000.
- BgVV 2000b Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) (Hrsg.); Lebensmittel-Monitoring 2000. Gemeinsamer Bericht des Bundes und der Länder. 2000, S. 57.
- BgVV 2001 Die bovine spongiforme Enzephalopathie (BSE) des Rindes und deren Übertragbarkeit auf den Menschen: Gemeinsame Information des Robert Koch-Institutes (RKI), des Bundesinstitutes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), des Paul-Ehrlich-Institutes (PEI) und des Bundesinstitutes für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM); Stand: 5. März 2001.
- BMVEL 2001 Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) Ernährungsbericht 2000, Berlin 2001.
- BMVEL 2003 Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) Ernährungs- und agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2003, Berlin 2003.
- Brauner et al. 2004 Brauner, R.; Moch, K.; Christ, H.; Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen bei den Nutzpflanzen Raps, Mais, Kartoffel und Zuckerrübe; im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz, Freiburg 2004.
- BUA / GDCh 2000 Gesellschaft Deutscher Chemiker – GDCh (Hrsg.); Genistein - Modellstoff zur Beschreibung endokriner Wirkungen von Phytoöstrogenen. BUA-Stoffbericht 222, Wissenschaftliche Verlagsges. S. Hirzel, Stuttgart 2000.
- BVL 2004 Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit –BVL (Hrsg.); Verzeichnis zugelassener Pflanzenschutzmittel, unter [http://www.bvl.bund.de/pflanzenschutz/psmdb/fr\\_sf\\_be.htm](http://www.bvl.bund.de/pflanzenschutz/psmdb/fr_sf_be.htm), eingesehen am 20.04. 2004.

Bottelberghs 2000	Bottelberghs; Risk analysis and safety policy developments in the Netherlands; Journal of Hazardous Materials, 71 (1-3), 2000, p. 59-84.
Commission of EU 2000	Commission of the European Communities; White Paper on Food Safety. Brussels, 12 January 2000, COM (1999) 719 final, pp. 47.
Daschner 2003	Daschner, F.D.; Antibiotika-Resistenzgene im Trinkwasser, in: ARD-Sendung „W wie Wissen“ vom 18.06.2003.
Dauguschies 1996	Dauguschies, A.; Resistenzentwicklung bei tierpathogenen Parasiten. Gesundheits- und Umweltrisiken nach Anwendung von Antiinfektiva und Antiparasitika in der Nutztierhaltung, 24. Seminar Umwelthygiene der WHO, Hannover, Deutschland, 23.2.1996.
Dettenkofer et al. 2004	Dettenkofer, M.; Ackermann, M.; Eikenberg, M.; Merkel, H.; Auswirkungen des Einsatzes von Antibiotika und Substanzen mit antibiotischer Wirkung in der Landwirtschaft und im Lebensmittelsektor; im Unterauftrag des Öko-Instituts im Rahmen des Forschungsvorhabens „Ernährungswende – Strategien für sozial-ökologische Transformationen im gesellschaftlichen Handlungsfeld Umwelt-Ernährung-Gesundheit“, Freiburg 2004.
DBV 2004	Deutscher Bauernverband; „Agrarerzeugung: Tierische Erzeugung“, unter <a href="http://www.situationsbericht.de">http://www.situationsbericht.de</a> , eingesehen am 16.04.2004.
DFG 1998	Deutsche Forschungsgemeinschaft; „Hormonell aktive Stoffe in Lebensmitteln“, DFG-Information Nr. 15, 12. Mai 1998 unter <a href="http://www.scientificjournals.com/sj/uwsf/Pdf/ald/1575">http://www.scientificjournals.com/sj/uwsf/Pdf/ald/1575</a> , eingesehen am 16.09.2004.
DGE 2004	Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. unter <a href="http://www.dge.de">www.dge.de</a> , eingesehen von Januar bis März 2004.
DGGV 2002	Generaldirektion Gesundheit und Verbraucherschutz der EU-Kommission (Hrsg.); Newsletter für Lebensmittelsicherheit, Gesundheit und Verbraucherpolitik der Generaldirektion für Gesundheit und Verbraucherschutz, Ausgabe 9/02, November 2002.
Eberle et al. 2004	Eberle, U.; Fritsche, U.R.; Hayn, D.; Empacher, C.; Simshäuser, U.; Rehaag, R.; Waskow, F.; Umwelt-Ernährung-Gesundheit - Beschreibung der Dynamiken eines gesellschaftlichen Handlungsfeldes; Diskussionspapier Nr. 1 des Forschungsvorhabens Ernährungswende, Freiburg/Hamburg/Darmstadt/Frankfurt/Heidelberg/Köln, Februar 2004
EEB 2003	Europäisches Umweltbüro; unter <a href="http://www.eeb.org">www.eeb.org</a> oder <a href="http://www.chemicalreaction.org">www.chemicalreaction.org</a> , eingesehen am 12.03.2004.
EFSA 2004	European Food Safety Agency (Hrsg.); Leitliniendokument für die Risikobewertung gentechnisch veränderter Lebens- und Futtermittel, 07.04.2004, eingesehen am 17.04.2004 unter <a href="http://www.efsa.eu.int/consultation/372_de.html">http://www.efsa.eu.int/consultation/372_de.html</a> .
Ehlermann 2004	Ehlermann, D.A.E.; Die Strahlenkonservierung von Lebensmitteln, Bundesforschungsanstalt für Ernährung unter <a href="http://www.bfanaerhae.de/Bfe-Deutsch/Information/ehlm06/ehltit.htm">http://www.bfanaerhae.de/Bfe-Deutsch/Information/ehlm06/ehltit.htm</a> , eingesehen am 16.09.2004.
EU 2000	EU-Kommission; Mitteilung der Kommission zur Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips. COM 2000 (1) v. 02.02.2000.

- EU 2003 EU-Kommission; Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (Kommissionsentwurf), SEK 2003 1171, Brüssel, 29.10.2003.
- EU 2004 EU-Kommission; Monitoring of Pesticide Residues in Products of Plant Origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein, 2002 Report, Brüssel, April 2004.
- Holdreh et al. 1980 Holdreh, J. P. et al.; Valuing Risks of Energy Systems: A Critique of the Inhaber Report; Energy and Resources Group, UCLA Berkeley 1980.
- IFEW 1999 Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien; Expertengutachten zur Lebensmittelsicherheit - Lebensmittelbestrahlung, Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien, 1999; unter <http://bmgf.cms.apa.at/cms/site/attachments/9/7/5/CH0049/CMS1038849469927/lebensmittelbestrahlung.pdf>, eingesehen am 17.09.2004.
- ILVBW 2003 Informationsdienst der Landwirtschaftsverwaltung Baden-Württemberg, Agrarmärkte 2003, „Vieh und Fleisch“ der ZMP, unter <http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de>, eingesehen am 16.04.2004.
- Jacobi 2000 Jacobi, H.; Uni-Info 1/2000 Oldenburger Studie zeigt: Spermienqualität sinkt „An-Institut INTOX forschte im Auftrag der WWF / Biologin Heike Jacobi vermutet mehrere Ursachen: Ernährung, Stress und Umwelteinflüsse“, Institut für Angewandte Toxikologie und Umwelthygiene GmbH INTOX an der Universität Oldenburg.
- Jacobsen 1996 Jacobsen, J. L.; Jacobsen, S. W.; Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero. In: N. Eng. J. Med. 335 783-89, 1996.
- Knickel, K. (2001): Knickel, K.; Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Die Zukunft dauerhaft umweltgerecht gestalten; Umweltbundesamt, Berlin 2001.
- Koerber 2000 Koerber, K. v.; aid-Fachtagung „Lebensmittelverarbeitung – ernährungsökologisch betrachtet“. aid-Fachtagung, Bonn, 28. Oktober 1999. ERNO, 1(2), 2000, S. 123-124.
- Krämer 2002 Krämer, J.; Lebensmittel-Mikrobiologie, Ulmer Verlag, 3. Auflage 2002.
- Kulling et al. 2002 Kulling, S. E.; Steinhardt, H.; Krank durch Lebensmittel oder: Was wir selbst tun können. Nachrichten aus der Chemie, 50, 2002, 1103-1106.
- Kulling et al. 2003 Kulling, S. E.; Watzl, B.; Phytoöstrogene, Ernährungs-Umschau 50, Heft 6, 2003.
- LVBW 2004 BSE-Informationen der Landwirtschaftsverwaltung Baden-Württemberg unter <http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/bse>, eingesehen am 16.09.2004.
- Mertens et al. 2001 Mertens J., Hennings W.; Nachhaltigkeit und Risiko, in: „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“, Zwischenbericht 2001, Forschungszentrum Jülich.
- PAN 2002 Pestizid-Aktions-Netzwerk e.V.; From Law to Field - Pesticide Use Reduction in Agriculture - From Pesticide Residue Analyses to Action; Studie des Pestizid Aktions Netzwerk, PAN e.V., Hamburg, Mai 2002.

Reichl 2002	Reichl, F.-X. (Hrsg.); Taschenatlas der Toxikologie, Thieme Verlag, Stuttgart/New York, 2. Auflage 2002.
Risikokommission 2003	Abschlussbericht der ad hoc-Kommission "Neuordnung der Verfahren und Strukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland", Juni 2003.
RKI 2003	Robert Koch Institut – RKI (Hrsg.); Epidemiologisches Bulletin Nr. 45, 2003.
RKI 2002	Robert Koch Institut – RKI (Hrsg.); Epidemiologisches Bulletin Nr. 50, 2002.
RKI 2000	Robert Koch Institut – RKI (Hrsg.); Epidemiologisches Bulletin Nr. 23, 2000.
Sachsen 2002	Amtliche Lebensmittelüberwachung des Freistaats Sachsen, Jahresbericht 2002.
Schömgig 2003	Schömgig, E.; in „Öffentliche Anhörung im deutschen Bundestag, 5. Sitzung des Ausschusses für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, 27.01.2003, nach einem Bericht der Rhein-Zeitung vom 27.01.2003.
Schubert und Klein 2001	Schubert, K.; Klein, M.; Das Politiklexikon, Verlag J.H.W. Dietz, Bonn 2001.
Schwenk 2001	Schwenk, M.; „Risikobetrachtungen - in Zusammenhang mit BSE“, Vortrag auf der Fachtagung der DGE-BaWü „BSE - ein kalkulierbares Risiko?“ am 27. März 2001 in Stuttgart-Hohenheim, unter <a href="http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/bse">http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/bse</a> , eingesehen am 16.09.2004.
Sharpe 2003	Sharpe, R. M.; The 'oestrogen hypothesis' - where do we stand now? International Journal of Andrology; 26(1), 2003, 2-15.
Singer 1999	Singer, R.; Vortrag bei der Tagung „Umweltbelastung und Gesundheit“ der SPD-Bundestagsfraktion am 9. Juni 1999. Bonn, Mai 2000.
Singer 2002	Singer, R.; Neurobehavioral evaluation of residual effects of low-level bystander organophosphate pesticide exposure. Fundamental and Applied Toxicology, Supplement: The Toxicologist, Vol. 55, No. 1, 2002.
StV 2000	Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung – 12. BImSchV), BGBl. I S. 603. 2000.
SRU 1999	SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen); Umwelt und Gesundheit - Risiken richtig einschätzen. Sondergutachten, Metzler-Poeschel, Stuttgart 1999.
SRU 2002	SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen); Umweltgutachten 2002, Metzler-Poeschel, Stuttgart 2002.
SRU 2004	SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen); Umweltgutachten 2004. Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern. Bundestagsdrucksache 15/3600; 2. Juli 2004.
Swan 2000	Swan, S; Elkin, E. P.; Fenster, L.; The Question of Declining Sperm Density Revisited: An Analysis of 101 Studies Published 1934-1996 Environmental Health Perspectives, 108, 2000, 10.
TAB 2000	TAB-Arbeitsberichtes Nr. 63 „Umwelt und Gesundheit“, Büro für Technikfolgenabschätzung des deutschen Bundestages, 2000.

Ternes 2000	Ternes, T.; Pharmaka und endokrin wirksame Verbindungen in Gewässern, Institut für Wasserforschung und Wassertechnologie GmbH ESME, Universität Mainz, 2000; unter <a href="http://www.uni-mainz.de/~eswe/bericht1.htm">http://www.uni-mainz.de/~eswe/bericht1.htm</a> , eingesehen am 20.04.2004.
UBA 2002	Umweltbundesamt (Hrsg.); Nachhaltigkeit und Vorsorge bei der Risikobewertung und beim Risikomanagement von Chemikalien; Teil I: Neue Strategien zur ökologischen Risikobewertung und zum Risikomanagement von Stoffen, Umweltbundesamt, Berlin 2002.
UBA EK 2002	Umweltbundesamt (Hrsg.); Nachhaltigkeit und Vorsorge bei der Risikobewertung und beim Risikomanagement von Chemikalien, Teil II: Umweltchemikalien, die auf das Hormonsystem, wirken - Belastungen, Auswirkungen, Minderungsstrategien. Umweltbundesamt, Berlin 2002.
UIM 2004	Umweltinstitut München e.V. (Hrsg.); EU-Richtlinien in nationales Recht umgesetzt: Bestrahlte Kräuter und Gewürze auch in Deutschland zugelassen, Umweltinstitut München e.V., 2004; unter <a href="http://www.umweltinstitut.org/frames/all/m308.htm">http://www.umweltinstitut.org/frames/all/m308.htm</a> , eingesehen am 17.09.2004.
VI 2004a	Datenbank der Lebensmittelzusatzstoffe der Verbraucherinitiative unter <a href="http://www.zusatzstoffe-online.de">http://www.zusatzstoffe-online.de</a> , eingesehen am 16.09.2004.
VI 2004b	Resistente Krankheitserreger - durch Gentechnik?, Gentechnik-Website der Verbraucher-Initiative e.V. unter <a href="http://www.transgen.de">www.transgen.de</a> , eingesehen am 17.09.2004.
VIS 2004	Verbraucherschutzinformationssystem des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz- VIS unter <a href="http://www.vis-ernaehrung.bayern.de">www.vis-ernaehrung.bayern.de</a> , eingesehen am 22.02.2004.
VZBV 2004	Bundesverband der Verbraucherzentralen (VZBV) unter <a href="http://www.vzbv.de">www.vzbv.de</a> , Menüpunkt „Gesundheit und Ernährung“, eingesehen von Januar bis März 2004.
VZBW 2004a	„Seit Jahren zu viel Gift - Verbraucherzentrale fordert auf: Paprika und Früherdbeeren boykottieren!“, Presseerklärung der Verbraucherzentrale Baden-Württemberg, vom 14.04.04.
VZBW 2004b	Thema BSE. Ernährungsforum unter <a href="http://www.vz-nrw.de/UNI109525996719130763/doc4820A.html#frage6">http://www.vz-nrw.de/UNI109525996719130763/doc4820A.html#frage6</a> , eingesehen am 17.09.2004.
WBGU 1998	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) Die Anrechnung biologischer Quellen und Senken im Kyoto-Protokoll: Fortschritt oder Rückschlag für den globalen Umweltschutz?, Sondergutachten 1998, Bremerhaven 1998.
WDR 2002	„Kostprobe“, Sendung des WDR vom 3. Juni 2002.
WWF 2002	World Wide Fund for Nature (Hrsg.); Gefahren durch hormonell wirksame Pestizide und Biozide, Studie, Frankfurt 2002.
WWI 2004	Zusatzstoffe – Anwendungsgebiete; Information des aid unter <a href="http://www.was-wir-essen.de/verbraucher/1995_1180.cfm">http://www.was-wir-essen.de/verbraucher/1995_1180.cfm</a> , eingesehen am 16.09.2004.

## Abkürzungsverzeichnis

aid	aid Infodienst Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft e. V
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
BfR	Bundesanstalt für Risikoforschung
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
BMGS	Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BSE	Bovine spongiforme Encephalopathie
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
CJS	Creutzfeld-Jakob-Syndrom
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
EFSA	Europäische Agentur für Lebensmittelsicherheit
EU	Europäische Union
GVO	Gentechnisch veränderte Organismen
LM	Lebensmittel
MPA	Medroxyprogesteronacetat
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
RKI	Robert Koch-Institut
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
UBA	Umweltbundesamt
VZBV	Verbraucherzentrale Bundesverband
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WHO	Weltgesundheitsorganisation ( <i>World Health Organization</i> ) (der UNO)

## Glossar

Die hier aufgeführten Begriffe werden im Kontext dieses Diskussionspapiers folgendermaßen definiert:

<i>Abschätzungssicherheit</i>	Erkenntnisstand über den Schaden
<i>Antiinfektiva</i>	Stoffe mit antibiotischer Wirkung
<i>Gefahr:</i>	definierbare und / oder objektive Bedrohung von Schutzgütern
<i>Noxe:</i>	gesundheitsschädliches Agens (z.B. Stoff, Organismus)
<i>Risiko:</i>	Stärke der Gefahr, charakterisiert durch die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß des Schadenseintritts
<i>Risikoanalyse:</i>	Identifizierung und Beschreibung des Ausmaßes und wenn möglich, weiterer risikobeeinflussender Faktoren eines Risikos
<i>Risikoabschätzung:</i>	Quantifizierung eines Risikos; hier vorgenommen über die Quantifizierung von Ausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit und der zugehörigen Abschätzungssicherheiten.
<i>Risikobewertung:</i>	Indem an die Ergebnisse der Risikoabschätzung gesellschaftliche Wertmaßstäbe angelegt werden, kann der Handlungsbedarf für die Gesellschaft ermittelt werden.
<i>Risikomanagement:</i>	Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen, die sich aus der Risikobewertung ergeben
<i>Risikoquantifizierung:</i>	Gesamtprozess von Risikoanalyse, -abschätzung und -bewertung
<i>Risikoregulierung:</i>	Gesamtprozess von Risikoanalyse, -abschätzung, -bewertung und -management
<i>Schaden:</i>	Allgemein negativ eingestufte Auswirkung einer Aktivität oder eines Ereignisses
<i>Schadensausmaß:</i>	beschreibt Art und Umfang eines Schadens
<i>Vorsorge:</i>	Übernahme von Verantwortung für Gesundheitsförderung und Umweltschutz
<i>Wahrscheinlichkeit</i>	quantifizierende Aussage in Form eines Prozentsatzes darüber, wie oft ein Ereignis in einer bestimmten Zeit eintritt.

## Anhang 1: Risikomatrizen für unterschiedliche Noxen

*Tabelle 11 Risikomatrix Bakterien / Viren*

Quellen des Ernährungsrisikos durch "Bakterien/Viren" für die menschliche Gesundheit

Lebensmittelkette\Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	1	1	1	1	2	2	1	2	2
Transport	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Weiterverarbeitung + Verpackung	1	1	1	1	2	2	<del>1</del>	2	2
Lagerung	1	1	1	1	2	2	1	2	2
Handel	1	1	1	1	2	2	1	2	2
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	1	1	1	1	2	2	<del>1</del>	2	2
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0	<del>1</del>	0	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

### Legende

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante




2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

Zusammenhang zwischen Bakterien und Medikamenten:  
Der Einsatz von Antibiotika kann Resistenzen nach sich ziehen;  
die resistenten Erreger können sich leichter ausbreiten

*Tabelle 12 Risikomatrix Bestrahlungsprodukte*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "Bestrahlungsprodukte" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette\Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse*	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung	0	0	0	2	0	0		0	0
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte**)	0	0	0	0	0	0		0	0
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0		0	0

\* einschl. Gewürze

\*\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

## Legende

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

*Tabelle 13 Risikomatrix BSE*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "BSE" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	0	0	0	0	?	2	0	?	0
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung	0	0	0	0	0	?	X	0	0
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0	X	0	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

### Legende

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

Eintrag der Noxe in die Umwelt

*Tabelle 14 Risikomatrix GVO*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "GVO" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	2	2	?	?	2	2	2	2	2
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung*	2	2	2	2	2	2	X	2	2
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte**)	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0	X	0	0

\* Nach aktueller Rechtslage darf in der EU ein "GVO-freies" Lebensmittel bis zu 0,9% GVO enthalten.

\*\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

**Legende**

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

Zusammenhang zwischen Pestiziden und GVO:  
Herbizidreistete Arten ermöglichen den Einsatz von Totalherbiziden

Eintrag der Noxe in die Umwelt

*Tabelle 15 Risikomatrix hormonell wirksame Stoffe*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "hormonell wirksame Stoffe" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung	0	0	0	0	2	2	X	0	2
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0	X	0	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

## Legende

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante




2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

 Eintrag der Noxe in die Umwelt

*Tabelle 16 Risikomatrix Lebensmittelzusatzstoffe*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "Lebensmittelzusätze" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung	2	2	2	2	2	2		2	2
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	0	0	0	0	0	0		0	0
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0		0	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

### Legende

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

*Tabelle 17 Risikomatrix Medikamente*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "Medikamente" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	0	0	0	0	2	2	0	2	2
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0	X	0	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

**Legende**

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe

Zusammenhang zwischen Bakterien und Medikamenten:  
Der Einsatz von Antibiotika kann Resistenzen nach sich ziehen;  
die resistenten Erreger können sich leichter ausbreiten

Eintrag der Noxe in die Umwelt

*Tabelle 18 Risikomatrix Mykotoxine*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "Mykotoxine" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	2	2	2	2	2	1	2	1	1
Transport	1	1	1	1	1	1	0	0	1
Weiterverarbeitung + Verpackung	1	2	1	2	2	1	<del>0</del>	<del>0</del>	1
Lagerung	1	2	1	2	2	1	0	0	1
Handel	1	1	1	1	1	1	0	0	1
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	1	2	1	2	2	1	<del>0</del>	<del>0</del>	1
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0	<del>0</del>	<del>0</del>	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

**Legende**

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

*Tabelle 19 Risikomatrix Nitrat*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "Nitrat" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung	1	0	1	0	0	2	X	0	0
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	0	0	0	0	2	← 2 →	X	0	0
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0	X	0	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

**Legende**

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

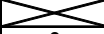
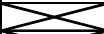

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

Eintrag der Noxe in die Umwelt

*Tabelle 20 Risikomatrix organische Noxen*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "Organische Noxen" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	1	1	1	1	2	2	1	2	2
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung	2	2	0	0	0	2		0	2
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	2	2	0	0	1	2		1	2
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0		0	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

## Legende

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

*Tabelle 21 Risikomatrix Pestizide*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "Pestizide" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0	X	0	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

**Legende**

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

Zusammenhang zwischen Pestiziden und GVO:  
Herbizidresistente Arten ermöglichen den Einsatz von Totalherbiziden

Eintrag der Noxe in die Umwelt

*Tabelle 22 Risikomatrix physische Fremdkörper*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "physische Fremdkörper" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel*	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	2	1	2	2	1	0		0	0
Transport	0	0	0	0	0	0		0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung	2	1	2	1	1	2		0	1
Lagerung	0	0	0	0	0	0		0	0
Handel	0	0	0	0	0	0		0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte**)	1	1	1	1	1	1		1	1
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0		0	0

\* Futtermittel sind nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt. Daher geht von Fremdkörpern in F. kein Risiko für die menschl. Gesundheit aus.

\*\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

## Legende

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

*Tabelle 23 Risikomatrix Schwermetalle*

**Quellen des Ernährungsrisikos durch "Schwermetalle" für die menschliche Gesundheit**

Lebensmittelkette/Produktkategorie	Getreide	Gemüse	Hülsenfrüchte	Obst/Nüsse	Milchprodukte	Fleisch/Wurst	Futtermittel	Eier	Fisch
Landwirtschaftliche Produktion	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weiterverarbeitung + Verpackung**	0	2	2	2	0	2	X	0	2
Lagerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zubereitung/Lagerung (Haushalte*)	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Entsorgung (Haushalte)	0	0	0	0	0	0	X	0	0

\* Unter Haushalte werden sowohl private als auch öffentliche Haushalte (Großküchen, Gastronomieküchen, etc.) gefasst.

## Legende

An dieser Stelle der Lebensmittelkette (Zeile) existiert in der Produktkategorie (Spalte)

0: keine oder eine unbedeutende

1: eine minimale, aber relevante

2: eine bedeutende

Quelle für die betrachtete Noxe.

Eintrag der Noxe in die Umwelt

## Anhang 2: Vergleich von vier Ernährungsweisen

Tabelle 24 Vergleich der Risikopotenziale von vier Ernährungsweisen

Stoffe / Organismen	A	Fleisch konventionell		Fleisch Bio		Vegetarisch konventionell		Vegetarisch Bio					
		p(FK)	Ris.-prod.	p(FB)	Ris.-prod.	p(VK)	Ris.-prod.	p(VB)	Ris.-prod.				
Bestrahlungsprodukte	3	Gering	1	3	Null	0	0	Gering	1	3	Null	0	0
BSE-Erreger	5	Ungewiss	5	25	Gering	1	5	Gering	1	5	Gering	1	5
GVO	3	Ungewiss	5	15	Gering	1	3	Ungewiss	5	15	Gering	1	3
hormonell wirksame Stoffe	5	Ungewiss	5	25	Gering-Mittel	2	10	Gering	1	5	Gering	1	5
Lebensmittel-Zusatzstoffe	3	Mittel	3	9	Gering	1	3	Mittel	3	9	Gering	1	3
Medikamente	3	Gering-Mittel	2	6	Gering	1	3	Gering	1	3	Null	0	0
Bakterien/Viren	3	Mittel	3	9	Mittel	3	9	Mittel	3	9	Mittel	3	9
Mykotoxine	3	Gering	1	3	Gering	1	3	Gering-Mittel	2	6	Gering-Mittel	2	6
Naturstoffe	3	Gering	1	3	Gering	1	3	Gering	1	3	Gering	1	3
Nitrat	3	Gering-Mittel	2	6	Gering-Mittel	2	6	Gering-Mittel	2	6	Gering-Mittel	2	6
Organische Noxen	3	Gering-mittel	2	6	Gering-Mittel	2	6	Gering-Mittel	2	6	Gering-Mittel	2	6
Parasiten	3	Gering	1	3	Gering	1	3	Gering	1	3	Gering	1	3
Pestizide	3	gering-hoch	3	9	Gering	1	3	gering-Hoch	3	9	Gering	1	3
Physische Fremdkörper	3	Gering	1	3	Gering	1	3	Gering	1	3	Gering	1	3
Schwermetalle	3	Gering	1	3	Gering	1	3	Gering	1	3	Gering	1	3
Strahlenbelastung	5	Gering	1	5	Gering	1	5	Gering	1	5	Gering	1	5
<b>Summe</b>				<b>133</b>			<b>68</b>			<b>93</b>			<b>63</b>

Quelle: eigene Darstellung; es bedeuten: A = Ausmaß des stofflichen Risikos; p = Wahrscheinlichkeit des Eintretens von A; p gesamt: Gesamteinschätzung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens des Ausmaßes; p(FK): p bei Ernährung aus konventionellem Anbau mit Fleisch; p(FB): p bei Ernährung mit Fleisch aus kontrolliert biologischem Anbau; p(VK): p bei vegetarischer Ernährung aus konventionellem Anbau; p(VB): p bei vegetarischer Ernährung aus kontrolliert biologischem Anbau; „Null“ bedeutet: p nahezu null; sonstige Abstufungen: Gering=1, gering bis mittel=2, mittel=3, mittel bis hoch=4, gering bis hoch=3, hoch=5 und ungewiss=5; Ris.prod.= Risikoprodukt, Produkt aus p und A

## Ansprechpartnerin



Dr. Ulrike Eberle  
Max-Brauer-Allee 44  
D-22765 Hamburg  
[u.eberle@oeko.de](mailto:u.eberle@oeko.de)

# ERNÄHRUNGS WENDE

## Diskussionspapiere

Ergebnisse des Projekts „Ernährungswende – Strategien für sozial-ökologische Transformationen im gesellschaftlichen Handlungsfeld Umwelt-Ernährung-Gesundheit“ erscheinen in der Reihe Ernährungswende-Diskussionspapiere. Diese stehen, ebenso wie ausführliche Informationen zum Forschungsvorhaben, unter [www.ernaehrungswende.de](http://www.ernaehrungswende.de) kostenlos als pdf-Dateien zur Verfügung.

### Bereits erschienene Diskussionspapiere:

- Nr. 1: Umwelt-Ernährung-Gesundheit: Beschreibung der Dynamiken eines Handlungsfeldes, Februar 2004
- Nr. 2: Lebenszykluskosten für Ernährung 2000, Juli 2004
- Nr. 3: Ernährungsrisiken. Identifikation von Handlungsschwerpunkten, November 2004

### Diskussionspapiere im Erscheinen:

- Nr. 4: Orientierungsdimensionen und Motivhintergründe von Ernährung im Alltag - Ergebnisse einer qualitativen empirischen Untersuchung, Dezember 2004
- Nr. 5 Ernährungstile - Ergebnisse einer quantitativen empirischen Untersuchung, Dezember 2004
- Nr. 6 Ernährungspolitik nach der BSE-Krise - ein Politikfeld in Transformation, November 2004

### Geplante Diskussionspapiere (Auswahl):

- Ernährungsverhaltensforschung in Deutschland (Arbeitstitel), 12/2004
- Herausforderungen einer Ernährungswende in der Schule: Handlungsfelder und Akteure (Arbeitstitel), 01/2005
- BSE - Wie verändert sich ein Risikothema in der öffentlichen Ernährungskommunikation (Arbeitstitel), 01/2005
- Lebenszyklen und Szenarien zur Ernährung aus ökologischer und ökonomischer Perspektive (Arbeitstitel), 01/2005
- BSE - Wie verändert sich ein Risikothema im politischen Diskurs. (Arbeitstitel), 01/2005

---

„Ernährungswende – Strategien für sozial-ökologische Transformationen im gesellschaftlichen Handlungsfeld Umwelt-Ernährung-Gesundheit“ ist ein Gemeinschaftsprojekt des Forschungsverbundes Ökoforum unter der Leitung des Öko-Instituts. Beteiligt sind folgende Verbundpartner:

- Öko-Institut e.V. – Institut für angewandte Ökologie
- Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
- KATALYSE – Institut für angewandte Umweltforschung
- Österreichisches Ökologie Institut für angewandte Umweltforschung

Das Projekt wird im Rahmen des Förderschwerpunkts „Sozial-ökologische Forschung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.