

Modellierung von Risiken entlang der Lebensmittelkette – Ansatz und Nutzungsmöglichkeiten

Hans Peter Stüger, Daniela Mischek, Karin Manner und Johann Steinwider¹

Abstract - Die Risikobewertung betrachtet bei der Abschätzung von gesundheitlichen Gefahren vor allem verzehrfertige Lebensmittel bezüglich ihrer Schadstoffbelastung. Der Eintrag ins Lebensmittel kann aber wesentlich früher stattfinden. Mit dem Kettenansatz werden auch die vorangegangenen Stufen der Lebensmittelkette von der Erzeugung der Primärprodukte bis hin zum Konsumenten untersucht. Die Ergebnisse der quantitativen Kettenanalyse bieten Grundlagen für rationale Risikomanagementmaßnahmen in der Produktionskette.

EINLEITUNG

Die Belastung von Lebensmitteln mit Schadstoffen zu beschreiben, sowie Gefahren durch die Nahrungsaufnahme zu bewerten, gehört zu zentralen Aufgaben der Risikobewertung. Eine allfällige Gefährdung von Konsumenten zu reduzieren, ist das Ziel des Risikomanagements.

Ziel der Risikobewertung ist es, frühzeitig gesundheitliche Gefahren, die von Lebensmitteln ausgehen können, zu erkennen und zu quantifizieren, um das davon ausgehende Risiko für Mensch, Tier und Pflanze abschätzen zu können.

Die Risikobewertung von verzehrfertigen Lebensmitteln bezüglich derer Schadstoffbelastung betrachtet vor allem die letzte Stufe der Lebensmittelkette. Insbesondere bei chemischen Gefahren findet der Eintrag ins Lebensmittel aber meist wesentlich früher statt. Eine Analyse mit dem Kettenansatz untersucht die vorangegangenen Stufen der Lebensmittelkette von der Erzeugung der Primärprodukte (z.B. Tiere und Pflanzen), ihrer Gewinnung, Lagerung, Weiterverarbeitung und ihres Transportes bis hin zum Konsumenten, sozusagen vom Feld bzw. Stall bis zum Tisch.

In einem AGES-internen Projekt „Systemanalyse entlang der LM-Kette“ wurden die wesentlichen Aspekte einer solchen Betrachtungsweise näher untersucht. Neben der inhaltlichen Betrachtung der Lebensmittelkette stand die Nutzung von quantitativen Informationen (Daten, Literatur, Experteneinschätzungen) im Vordergrund, um schlussendlich quantitative Aussagen tätigen zu können. Diese quantitative Kettenanalyse (QKA) wurde anhand des Beispiels „DON - Deoxynivalenol in Weizen“ zahlenmäßig konkretisiert. Dies dient vorerst nur der Illust-

ration des Modellansatzes und keineswegs einer endgültigen quantitativen Kettenanalyse des Beispielfalles.

VORGEHENSWEISE

Der Eintrag der Gefahr sowie die Entwicklung der Gefahr in den verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette stellen wichtige Punkte in der Analyse dar. Als Ausgangspunkt wurde die Kontamination eines Primärproduktes (Urproduktion) gewählt, welche datenmäßig abgebildet werden kann. Für die Lebensmittelkette wurden relevante Prozesse definiert, die eine Veränderung der Gefahr bewirken können. Bei der Herstellung von Lebensmitteln aus einem Primärprodukt kann daher eine Gefahr gleich bleiben bzw. vermindert oder angereichert werden.

Primärprodukte werden jedoch nicht nur für die Herstellung von Lebensmitteln, sondern können auch für andere Zwecke (z.B. Futtermittel) verwendet werden, was einen weiteren potentiellen Eintragspfad des Kontaminanten für die Lebensmittelkette impliziert. Das verarbeitete Primärprodukt fließt dann mit einem bestimmten Anteil ins Endprodukt ein. Beim Konsumenten kommt es durch den Verzehr zu einer Gesamtaufnahme des Schadstoffes.

In der folgenden Abbildung ist eine schematische Analyse anhand des Beispiels „DON in Weizen“ dargestellt.

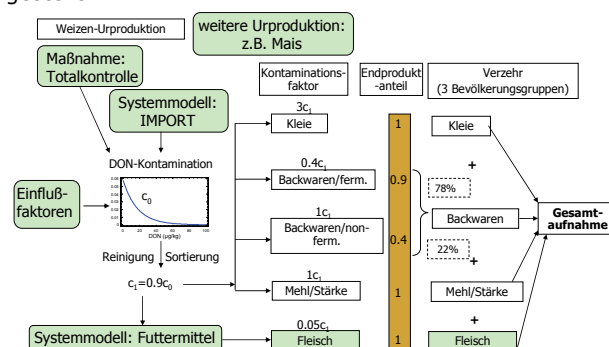


Abbildung 1. Basismodell "DON in Weizen" mit Erweiterungen

Die Darstellung enthält das Basis-Systemmodell, weist aber auch auf folgende Erweiterungen hin:

- Überlegungen zu den Einflussfaktoren auf die Kontamination in der Primärproduktion (Boden, Luft, Technologie etc.)
- Eintrag über weitere Urproduktionen, die mit dem gleichen Kontaminanten belastet sein können.

¹ Alle Autoren/Autorinnen sind in der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), Abteilung „Daten, Statistik und Risikobewertung“, Graz/Wien, Österreich tätig (hans-peter.stueger@ages.at, daniela.mischek@ages.at, karin.manner@ages.at, johann.steinwider@ages.at).

Dies kann über die gleichen oder andere Lebensmittel erfolgen.

- Unterscheidung zwischen der Kontamination von inländischer und importierter Primärproduktion (Systemmodell: Import)
- Berücksichtigung des Eintrages über Futtermittel (Systemmodell: Futtermittel)
- Einbau einer Interventionsmaßnahme: Hier wurde als Beispiel eine Totalkontrolle aller Primärproduktionen (z.B. über Kontrolle aller Weizenanlieferungen) gewählt, um den Effekt einer solchen Maßnahme illustrieren zu können.

Die lineare Verknüpfung von Kontamination, technischen Faktoren sowie Verzehr ergibt einen Zielindikator, die Gesamtaufnahme. Anhand dieses Indikators können Niveau und Schwankungsbreiten sowie der Einfluss von technologischen und sonstigen Maßnahmen diskutiert werden.

NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN

Die QKA liefert für die Produktionskette einen oder mehrere Faktoren, die auf das Niveau des Zielindikators Einfluss haben. Damit ist schon die grundsätzlich operative Zielsetzung einer QKA ausgewiesen, weil sie Grundlagen für rationale Risikomanagementmaßnahmen in der Produktionskette bietet. Im Folgenden sind die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten aufgelistet:

1) Darstellung der Systemanalyse

= Basis für Diskussion:

Ein besseres Verständnis der Wirkungszusammenhänge und insbesondere deren Visualisierung sind notwendig, um die zumeist interdisziplinäre Diskussion strukturiert und effizient führen zu können.

2) Identifikation wichtiger Einflussfaktoren:

Die QKA zeigt, an welchen Punkten (evtl. auch durch welche Prozesse) das System beeinflusst werden kann, um den Zielindikator in eine Richtung zu verändern. Die Definition des gewünschten Effektes auf den Zielindikator ist hier besonders wichtig.

3) Abschätzung der Unsicherheiten bzw. Schwankungsbreiten von Aussagen:

Zwei wesentliche Ursachen bewirken, dass bei einer QKA nicht nur eindeutige Punkt-Aussagen gemacht werden können (sollten):

- Variabilitäten z.B. bei Schadstoffbelastungen des Primärproduktes und/oder beim Verzehr
- Unsicherheiten durch Annahmen und Experteneinschätzungen

Eine seriöse QKA muss deshalb den resultierenden Vertrauensbereich für die Endaussagen mit angeben. Damit ergeben sich folgende Detailfragen:

- a. Wie groß ist die Schwankungsbreite des Endergebnisses?
- b. Wo liegen die worst-case-Bereiche (95%-, 99%-Perzentil, Maximum)
- c. Wo liegen die größten Unsicherheitsfaktoren?
- d. Wie wirkt sich die Unsicherheit aufgrund von Datenerhebungen aus? (Kann durch zusätzliche Daten die Unsicherheit verringert werden?)

4) Quantifizierung von Wirksamkeit und Effizienz:

Der Effekt einer Maßnahme kann mittels des Zielindikators zahlenmäßig beschrieben werden. Wird zusätzlich der Aufwand für die Maßnahme mitberücksichtigt, ergibt sich ein Maß für die Effizienz dieser Maßnahme. Die QKA kann somit im Vorfeld

zur Evaluierung einer Risikomanagementmaßnahme genutzt werden.

5) Vergleich von Handlungsalternativen:

Der Vergleich verschiedener Maßnahmen innerhalb der Lebensmittelkette lässt sich entweder nur über den Zielindikator (Wirksamkeitsvergleich) oder auch über den erforderlichen Aufwand (Effizienzvergleich) durchführen.

Mit diesem Ansatz lassen sich aber auch Szenarien vergleichen, die keine Handlungsoptionen sind, weil sie nicht im Entscheidungsbereich des Risikomanagements liegen z.B. EU-Regelungen oder Umweltveränderungen.

6) Beurteilung einer Kombination von Maßnahmen:

Maßnahmen lassen sich kombinieren. Der mögliche Vorteil liegt in der Zusammenführung mehrerer Einzelmaßnahmen, die erst bei kombinierter Anwendung zu einer nennenswerten Gesamtreduktion eines Indikators führen können.

7) Kostenoptimierung von Maßnahmen:

Für eine hohe Effizienz von Maßnahmen lassen sich mit einer QKA ebenfalls Überlegungen anstellen, wenn beispielsweise ein bestimmter Zielwert angestrebt wird.

Aus der Sicht des Risikomanagements kommen Aufwands- bzw. Kostenüberlegungen wichtige Rollen zu. Dafür wurden erste ökonomische Konzepte entwickelt.

In das quantitative Modell fließen sowohl Variabilität aus Datenbeständen (hauptsächlich Auftretens- und Verzehrdaten) als auch die Unsicherheit, welche in Aussagen aus der Literatur bzw. in Experteneinschätzungen steckt, ein. Die Verteilung des Zielindikators lässt sich im Regelfall nicht mehr analytisch bestimmen, kann aber durch Simulationsmethoden ermittelt werden. Durch Sensitivitätsanalysen lässt sich der Einfluss von diesen Input-Verteilungen auf die Schwankung des Endergebnisses quantitativ beurteilen.

LITERATUR

EFSA (2006). Guidance of the Scientific Committee on a request from EFSA related to Uncertainties in Dietary Exposure Assessment. EFSA Journal 438, 1-54.

Kappenstein O. (2008). Bestimmung von Fusarien-toxinen in Lebensmitteln. Diss., Tech. Univ. Berlin.

Lancova K., Hajslova J., Kostelanska M., Kohoutkova J., Nedelnik J., Moravcova H., Vanova M. (2008). Fate of trichothecene mycotoxins during the processing: milling and baking. Food Addit Contam 25, 5; 650-659.

Lepschy von Gleissenthall J. und Sus A. (1996). Verteilung des Trichothecenmycotoxins Deoxynivalenol bei der Vermahlung von Weizen. Getreide, Mehl und Brot; 50: 340-342.

Samar M. M., Neira M. S., Resnik S. L. und Pacin A. (2001). Effect of fermentation on naturally occurring deoxynivalenol (DON) in Argentinean bread processing technology. Food Addit Contam 18, 11; 1004-1010.

Vose, D. (2000). Risk Analysis - a quantitative guide. John Wiley & Sons, Chichester.