

MODELLIERUNG VON RISIKEN ENTLANG DER LEBENSMITTELKETTE – ANSATZ UND NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN

Hans Peter Stüger, Karin Manner, Daniela Mischek

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) - Daten,
Statistik und Risikobewertung, Graz/Wien, Österreich

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.

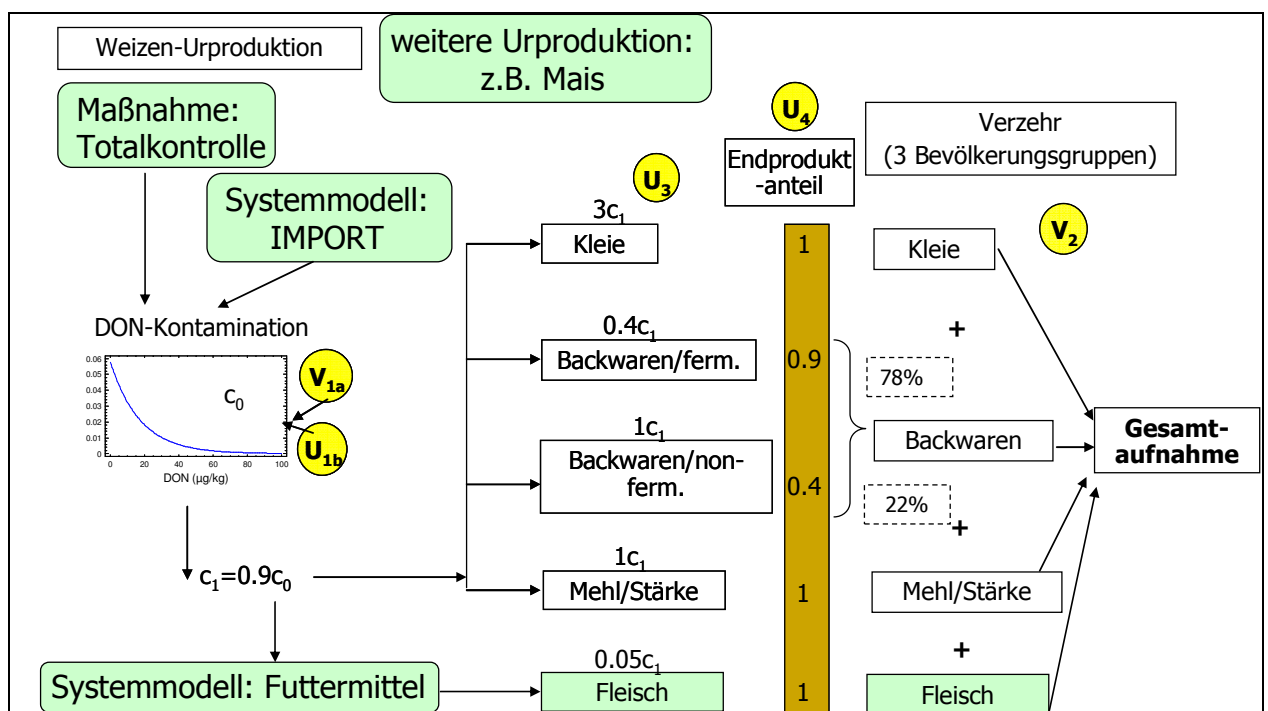
Die Risikobewertung von verzehrfertigen Lebensmitteln bezüglich ihrer Schadstoffbelastung betrachtet vor allem die letzte Stufe der Lebensmittelkette. Insbesondere bei chemischen Gefahren findet der Eintrag ins Lebensmittel aber meist wesentlich früher statt. Eine Analyse mit dem Kettenansatz untersucht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

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

Der Eintrag der Gefahr sowie die Entwicklung der Gefahr auf den verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette stellen wichtige Punkte in der Analyse dar. Als Ausgangspunkt wurde die Kontamination eines Primärproduktes (Urproduktion) verwendet, 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 verwendet, sondern können auch für andere Zwecke wie z.B. als Futtermittel verwendet werden, was einen weiteren potentiellen Eintragungspfad 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.



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

- Eintrag über weitere Urproduktionen, die mit dem gleichen Kontaminanten belastet sein können. 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

2 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. Optimierung von Maßnahmen

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

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.