

## Acrylamid in Lebensmitteln - ernstes Problem oder überschätzte Gefahr?

Ergebnisse einer Informationsveranstaltung des BgVV am 29. August 2002

### Acrylamid: Geschichte und Verwendung eines wichtigen Grundstoffes der Kunststoffindustrie

Das Monomer Acrylamid wurde 1949 erstmals synthetisiert und seit den 50iger Jahren vor allem zur Herstellung von Polyacrylamid verwendet. Heute gehen 99% des weltweit produzierten Monomers in die Herstellung von Polyacrylamid. Polyacrylamid darf maximal 0,1 % Acrylamidmonomer enthalten, um die Einstufung als Klasse 2 Karzinogen nach der Gefahrstoffverordnung zu vermeiden. Acrylamid ist nicht als Abbauprodukt von Polyacrylamid bekannt.

Die Exposition des Menschen erfolgt über

a) Produkte aus Polyacrylamid, die noch Spuren des Monomeren enthalten können. Dazu zählen:

- Verpackungsmaterialien aus Polyacrylamid,
- kosmetische Mittel, die bis zu 2 % Polyacrylamid enthalten können,
- Papier- und Pappe, bei denen Polyacrylamid als Bindemittel benutzt wird,
- Polyacrylamid als Bestandteil von Farben und Pigmenten,
- Polyacrylamid, das als Flockungsmittel in der Trinkwasser- und Abwasserbehandlung eingesetzt wird.

Die wichtigste Quelle der Belastung des Menschen aus Polymeren auf der Basis von Acrylamid sind kosmetische Mittel. Über das Trinkwasser nimmt der Verbraucher, wenn er täglich zwei Liter Wasser trinkt, unter ungünstigsten Umständen maximal ca. 0,25 µg auf. Die Exposition über andere Produkte ist nach heutigem Stand der Kenntnis vernachlässigbar;

b) den Arbeitsplatz. Hier sind die folgenden Bereiche relevant

- Kunststoffherstellung,
- Verwendung von Dichtmassen, Dichtmörteln, Vergussmaterialien und Fugenkitten auf der Basis von Acrylamid. Ein Problem mit Dichtmassen beim Tunnelbau in Schweden im Jahre 1997 (unvollständige Polymerisation des in der Masse enthaltenen Acrylamids) führte zu Untersuchungen von Arbeitern, die gegenüber Acrylamid in hoher Dosis exponiert waren. Bei Vergleichsuntersuchungen stellte sich heraus, dass nicht nur die belasteten Arbeiter, sondern auch die Kontrollgruppe Acrylamidaddukte im Blut aufwies. Bei der Suche nach den Quellen für diese Hintergrundbelastung stieß eine schwedische Forschergruppe auf den bisher nicht bekannten Belastungspfad Lebensmittel;

c) hocherhitzt zubereitete, kohlenhydratreiche Lebensmittel wie Kartoffelprodukte (Chips, Pommes frites), geröstete Cerealien, Brot (insbesondere Knäckebrötchen und Toast), feine Backwaren (Kekse) etc.

Die Arbeitsgruppe Ernährung und Krebserkrankungen der Internationalen Agentur für Krebsforschung (International Agency for Research on Cancer, IARC) unternahm im Rahmen des EPIC (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition)-Projekts eine vorläufige Abschätzung der Exposition der Bevölkerung gegen Acrylamid. Basis war eine Umfrage über die Ernährungsgewohnheiten von Erwachsenen im mittleren Alter um 55 Jahre, darunter ca. 4.500 Deutsche. Demnach ist diese Gruppe in Deutschland auf der Basis eines beschränkten Warenkorb durch Ernährung in der Größenordnung von 0,14 (Frauen) und 0,15 (Männer) µg je kg Körpergewicht und Tag gegenüber Acrylamid exponiert. In Deutschland tragen in dieser Altersgruppe Kartoffelprodukte mit ca. 50 % zu dieser Exposition bei, Backwaren und Brot mit ca. 20%.

Vor dem Hintergrund dieser vorläufigen Erkenntnisse und der Tatsache, dass Acrylamid als genotoxisch und für den Menschen wahrscheinlich karzinogen (WHO und EU Gremien) eingestuft ist, hat das BgVV im August 2002 einen Aktionswert von 1000 µg/kg Lebensmittel vorgeschlagen. Ziel war und ist es, im Sinne des ALARA Prinzips („as low as reasonably achievable - so weit wie sinnvoller Weise erreichbar“) die Belastung der Verbraucher mit Acrylamid zu minimieren. Ausgehend von diesem Vorschlag haben die Länderbehörden und die zuständige Bundesanstalt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit BVL inzwischen eine weitergehende Produkt-Gruppen bezogene Strategie zur Minimierung der Gehalte an Acrylamid in Zusammenarbeit mit den Herstellern in Angriff genommen. (Vgl. hierzu Präsentation Dr. Arnold).

### **Toxikologie: Welches gesundheitliche Risiko geht von Acrylamid aus?**

Acrylamid ist gut wasserlöslich, wird vom Körper gut aufgenommen und darin schnell und gleichmäßig verteilt. Es muss davon ausgegangen werden, dass es auch in die Frauenmilch und den Fötus übergeht. Im Körper kann es zu Glycidamid - einem Epoxid - umgewandelt werden.

Acrylamid wirkt in hohen Dosen neurotoxisch. Für diese Wirkung ist ein NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) festgestellt worden, der bei 0,5 mg je kg Körpergewicht und Tag liegt. Acrylamid beeinflusst im Tierversuch bei entsprechend hoher Dosis (15 mg/kg Körpergewicht) über längere Zeit gegeben auch die Fruchtbarkeit. Für diese Effekt liegt der NOAEL bei 2 mg/kg Körpergewicht und Tag (KG).

Die derzeitige durchschnittliche Belastung des Verbrauchers mit Acrylamid über Lebensmittel liegt in Europa mit geschätzten 0,3-0,8 µg/kg KG pro Tag etwa um einen Faktor 1000 unter dem NOAEL für die Neurotoxizität als dem empfindlichsten Parameter. Im Extremfall [die geschätzte Aufnahme liegt dann bei 50 µg/kg KG je Tag ( 400 g LM mit 4mg Acrylamid belastet bei 30 kg Körpergewicht eines Kindes)] schrumpft der Abstand zum NOAEL auf einen Faktor von 10.

Die Gremien der WHO und andere internationale Gremien haben Acrylamid jedoch als genotoxische und wahrscheinlich für den Menschen karzinogene Substanz eingestuft, für die kein Schwellenwert angegeben werden kann.

#### Acrylamid

- verursacht Chromosomenbrüche *in vivo* & *in vitro*
- verursacht Genmutationen *in vivo* & *in vitro* (somatische- & Keim-Zellen)
- ist genotoxisch (Erbgut schädigend)
- erhöht die Krebsrate bei Ratten bei Dosen von 1-2 mg/kg KG pro Tag

Das tatsächliche zusätzliche Krebsrisiko der Bevölkerung durch die Aufnahme von Acrylamid über Lebensmittel ist auf Basis der derzeit vorliegenden Daten nicht abzuschätzen

Im Vergleich zu anderen karzinogenen Substanzen in Lebensmitteln, für die, wie im Fall der Aflatoxine, bereits gesetzliche Regelungen getroffen wurden, besteht beim Acrylamid in Lebensmitteln dringender Handlungsbedarf zur Minimierung. Ein Vergleichswert für die Risikoabschätzung ist hier die MOE (Margin of Exposure). Die MOE errechnet sich, indem man die Dosis, die bei Tieren zu Tumoren führt, durch die Aufnahmemenge des Menschen teilt. Je größer die MOE, desto günstiger ist demnach die Risikosituation.

Im Fall des Acrylamids liegt die MOE bei 1000. Im Vergleich dazu wird für Aflatoxine und flüchtige Nitrosamine ein Wert von 100.000 erreicht, für Nitrofurane liegt die MOE bei 1.000.000. Beim Acrylamid ist hier die Situation um einen Faktor 100 ungünstiger als bei den Aflatoxinen oder um einen Faktor 1000 gegenüber den Nitrofuranen. Vor diesem Hintergrund wird verständlich, warum der derzeit hohe Acrylamidgehalt bestimmter Lebensmittel aus der Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes nicht hinnehmbar ist und unverzüglich Maßnahmen zur Minimierung ergriffen werden müssen. (Vgl. Präsentation Dr. Schlatter)

### **Stand der Entwicklung analytischer Methoden**

Als die schwedischen Acrylamidfunde in frittierten, gebackenen und gerösteten Lebensmitteln mit hohem Kohlenhydratgehalt im März 2002 bekannt wurden, stand in Deutschland und auch in anderen europäischen Ländern mit Ausnahme von Schweden noch keine ausreichend sichere Methode zum Nachweis von Acrylamid zur Verfügung. Inzwischen konnte vom BgVV, den Laboratorien der Überwachungsbehörden und einigen Forschungs- sowie privaten Laboratorien eine Anzahl von Methoden entwickelt werden, die sowohl den qualitativen als auch quantitativen Nachweis in Lebensmitteln erlauben. Die entwickelten Methoden lieferten bei einer Probe mit definiertem Acrylamidgehalt vergleichbare Daten und erwiesen sich als ausreichend präzise.

Derzeit befindet sich die amtliche Analytik für Acrylamid in der Phase der Qualitätssicherung mittels eines Proficiency-Tests (Proben verschiedener Matrices mit unterschiedlichen, aber unbekanntem Gehalten an Acrylamid werden von den teilnehmenden Laboratorien mit den ihnen zur Verfügung stehenden Methoden analysiert und danach werden die Ergebnisse der Laboratorien verglichen), der im September abgeschlossen sein wird.

Der nächste Schritt muss sein, kompetente Laboratorien zu beauftragen, mit nachweislich geeigneten Methoden vergleichbare Daten für die Expositionsrechnung und Risikoabschätzung zu ermitteln. Des Weiteren sind Schnellmethoden zu entwickeln, um in kurzer Zeit einen hohen Probendurchsatz zu bearbeiten. Mit diesen Methoden lassen sich dann technologische Versuchsreihen bewerten, um daraus abzuleiten, durch welche technologischen Maßnahmen die Acrylamidgehalte in Lebensmitteln gesenkt werden können. (Vgl. Präsentation Dr. Wittkowski)

### **Die Belastungssituation in Deutschland**

Parallel ist in Deutschland aber bereits die Untersuchung von Lebensmitteln auf Acrylamid angelaufen. Erste Ergebnisse aus verschiedenen Laboratorien der amtlichen Lebensmittelüberwachung bestätigen im wesentlichen die Acrylamidgehalte, die in Schweden, Großbritannien, den Niederlanden und der Schweiz in kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln wie Pommes frites, Chips, Backwaren, Brot und Getreideprodukten (Cerealien) ermittelt wurden.

Danach weisen insbesondere Kartoffelprodukte (Pommes frites, Chips) teilweise relativ hohe Acrylamidgehalte auf. Allerdings ist die Schwankungsbreite sehr groß, was auch bei Cerealien und feinen Backwaren festgestellt wurde. Sie waren mit Ausnahme bestimmter Butterkeksarten niedriger belastet. Bei den Backwaren wiesen Brot und Brötchen relativ niedrige Werte auf, wobei die höchsten Gehalte in der Brotkruste zu finden waren, während die Krume fast kein Acrylamid aufwies. Eine Ausnahme stellt Knäcke-Brot dar. Hier waren sowohl sehr hohe als auch niedrige Gehalte in verschiedenen Proben zu finden. Untersuchungen

von Kaffee (Pulver und Aufguss) ergaben sehr unterschiedliche Werte ( bis 490 µg/kg Kaffeepulver und bis zu 4 µg Acrylamid je Tasse Kaffee).

Diese ersten Untersuchungsergebnisse zeigten auch, dass die Acrylamidgehalte in einzelnen Chargen des gleichen Produktes erheblich schwanken können. In Fleisch-, Obst- und Gemüseproben wurden bisher keine Acrylamidgehalte nachgewiesen. (Vgl. Präsentation Dr. Galle-Hoffmann)

### **Entstehung von Acrylamid in Lebensmitteln:**

Über die Entstehung von Acrylamid in bestimmten Lebensmitteln durch Zubereitungstechniken wie Frittieren, Backen, Rösten und Braten liegen bisher noch wenig Erkenntnisse vor. Die gegenwärtigen Hypothesen gehen davon aus, dass die Bildung von Acrylamid als Teil der Maillard Reaktion zu verstehen ist. (Von einer Maillard Reaktion spricht man, wenn bei hohen Temperaturen bis zu 200 Grad Celsius Stärkeabbauprodukte, nämlich verschiedene Zucker wie Maltose, Dextrose etc, mit Eiweißbausteinen, den Aminosäuren, reagieren. Dabei entstehen zahlreiche neue Stoffe, die wesentlich zur Geschmacksbildung bei gebratenen, gebackenen, gerösteten und frittierten Lebensmitteln beitragen)

Es scheint aber so zu sein, dass beim Vorhandensein bestimmter Ausgangsstoffe wie freie Zucker, Stickstoffverbindungen etc. in Verbindung mit hohen Temperaturen und niedrigem Wassergehalt abhängig von der Garzeit Acrylamid auf verschiedenen Reaktionswegen in Lebensmitteln entstehen kann. (Vgl. Präsentation Prof. Meuser und Präsentation Dr. Haase)

So geben erste Untersuchungen deutliche Hinweise darauf, dass bei Temperaturen über 175 Grad Celsius abhängig von der Frittierzeit der Gehalt an Acrylamid in den frittierten Kartoffelprodukten deutlich zunimmt. Es zeigte sich dabei auch, dass bestimmte Zusätze im Frittieröl wie z.B. Silicon den Acrylamidgehalt im Endprodukt deutlich beeinflussen können. (Vgl. Präsentation Dr. Gertz)

Andere Untersuchungen haben ergeben, dass die Wahl der Kartoffelsorte und die Art ihrer Lagerung (Lagertemperatur und Lagerdauer) ebenfalls Einfluss auf die Acrylamidbildung und den Acrylamidgehalt im frittierten Endprodukt haben, weil die Zusammensetzung der Zucker im Rohstoff Kartoffel unterschiedlich ist.

Die Zusammensetzung des Teigs und die Verwendung bestimmter Ausgangsprodukte sowie die Gärverfahren scheinen im Fall von Knäckebrot und Keksen wesentlich zu beeinflussen, ob hohe oder niedrige Acrylamidgehalte in diesen Backwaren zu finden sind.

### **Forschungsaktivitäten und Konzepte zur Reduzierung von Acrylamid**

Industrie, verschiedene Forschungsanstalten des Bundes und Universitäten starten derzeit Programme, in denen erforscht werden soll, welche Faktoren bei der Auswahl der Rohstoffe und Herstellungsprozesse bei jeder einzelnen Produktgruppe verändert werden müssen, um die Acrylamidbildung in Lebensmitteln so weit wie möglich zu minimieren. Diese Forschungsprojekte werden teils von der Lebensmittelindustrie teils aus öffentlichen Mitteln finanziert.

Gleichzeitig will die Industrie die Entwicklung schneller und kostengünstiger Analysemethoden vorantreiben.

Weitere Forschungsprojekte, an deren Initiierung und Durchführung zum Teil auch das BgVV beteiligt ist, werden sich mit Methoden zur genaueren Schätzung der Exposition sowie mit den Mechanismen der toxischen Wirkungen befassen. Dabei soll vor allem auch untersucht werden, ob es möglicherweise einen Schwellenwert hinsichtlich der Krebsauslösung gibt.

Um die Belastung der Verbraucher mit Acrylamid durch vorgefertigte Lebensmittel so schnell und weit wie möglich schon jetzt zu reduzieren, haben Bund und Länder unter Federführung der BVL ein mit viel Zustimmung aufgenommenes dynamisches Konzept zur Minimierung von Acrylamid in vorgeschlagen, das deutlich über den Vorschlag eines Aktionswertes durch das BgVV hinausgeht. Dabei erfasst die BVL die Untersuchungsergebnisse der Länder und bereitet sie so auf, dass die Produkte identifiziert werden können, die in ihrer Warengruppe zu den 10 Prozent mit den höchsten Acrylamidgehalten gehören. Die Überwachungsbehörden sprechen dann vorrangig die Hersteller dieser Produkte an, um bereits jetzt mögliche Maßnahmen zur Reduzierung der Acrylamidgehalte auf den Weg zu bringen. Damit setzt das Konzept zunächst auf eine Verminderung der Spitzenbelastung und bezieht dann, in Abhängigkeit vom Erfolg der Maßnahmen bei den Produkten mit den höchsten Gehalten, weitere Unternehmen ein.

Um zu einer raschen Minimierung zu kommen, sollen dabei auch alle Produkte, die mehr als 1000 µg Acrylamid je kg Lebensmittel enthalten, prioritär behandelt werden. Der vom BgVV im August vorgeschlagene Aktionswert ist damit zu einem Signalwert im Rahmen des dynamischen Konzepts zur Minimierung geworden. Parallel hierzu wird das BMVEL Branchengespräche führen, um den Informationsaustausch über die Möglichkeiten und Maßnahmen zur Verminderung der Acrylamidbelastung innerhalb der Wirtschaft zu fördern.

Die bisher beschlossenen Maßnahmen und Konzepte können aber nur für eine Minimierung der Acrylamidbelastung bei den Lebensmitteln sorgen, die industriell gefertigt werden. Ein besonderes Problem stellt die Zubereitung frittiertes und gebackener bzw. gerösteter Lebensmittel in Haushalt, Großküchen und Gastronomie dar. Auch hier kann, das zeigen Experimente, die kritische Substanz entstehen. Es ist derzeit noch schwierig, konkrete Tipps zum Frittieren und Backen für die Verbraucher zu erarbeiten, zumal offensichtlich die Temperaturregelung der Kleinfritteusen, die in Haushalten verwendet werden, zu ungenau ist und Temperaturabweichungen von 10-20 Grad im Vergleich zur eingestellten Temperatur beobachtet wurden. Gleiches gilt für die Temperaturgenauigkeit in Bratpfanne und Backofen.

Anders ist der Fall der Gastronomie anzusehen. Hier kann über die technische Überwachung durchaus dafür gesorgt werden, dass die dort verwendeten Fritteusen technisch korrekt arbeiten.

### **Probleme der Risikokommunikation**

Beim Thema Acrylamid findet sich der Verbraucherschutz in der Zwickmühle von gesetzlichem Auftrag einer umfassenden Information der Verbraucher über gesundheitliche Risiken und dem Schutz von Produkten und Herstellern vor wirtschaftlichem Schaden.

Es hat sich gezeigt, dass der Verbraucher dem Phänomen Acrylamid in Lebensmitteln derzeit hilflos gegenübersteht. Wenn man die These vom mündigen Verbraucher ernst nimmt, der selbst entscheiden soll, welches Risiko er beim Verzehr eines Lebensmittels eingehen möchte, dann muss er wissen, wie hoch die einzelnen Lebensmittel, die er kauft und zu sich nimmt, belastet sind. Dem Anspruch des mündigen Verbrauchers auf umfassende Information steht aber die derzeitige Gesetzgebung entgegen, die es den Behörden nicht erlaubt, Ergebnisse der Untersuchungen mit Nennung des jeweiligen Produktnamens zu veröffentlichen, solange keine konkrete Gesundheitsgefährdung besteht.

Anders als im europäischen Ausland, hat die deutsche Lebensmittelindustrie, vertreten durch ihren Spitzenverband, sehr deutlich gemacht, dass man nicht gewillt ist, auf freiwilliger Basis Daten über die Belastung von Produkten mit Acrylamid zu veröffentlichen. Während z.B. in England die FSA mit Einverständnis der Industrie ihre Daten unter Nennung der Produkte publizieren kann, müssen Verbraucherinnen und Verbraucher in Deutschland weiterhin auf wichtige Daten verzichten. Damit hat der Verbraucher nicht die Wahl, sein Risiko im Sinne

der Vorsorge selbst zu gestalten, in dem er zum niedriger oder höher belasteten, dafür aber vielleicht preiswerteren Produkt greift.

Dies stellt Verbraucherschützer und Verbraucherberater in Deutschland vor ein Dilemma: Auf der einen Seite besteht die gesetzliche Verpflichtung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes, wenn Daten über mögliche Risiken vorliegen, diese Risiken zu benennen und zu kommunizieren. Auf der anderen Seite können ohne harte Daten nur Pauschalaussagen getroffen werden. Im Zweifelsfall werden Verbraucherschützer und -berater deshalb vom Verzehr ganzer Produktgruppen abraten und damit zwangsläufig auch Produkte diskriminieren, die sehr niedrige Gehalte aufweisen. (Vgl. Präsentation Michel-Drees)

In einer globalisierten Welt, in der Daten über die Belastung von Lebensmitteln mit Problemstoffen blitzschnell von einem Kontinent zum nächsten und damit auch in die Medien gelangen, wirkt jede kommunikative Zurückhaltung verdächtig. Verbrauchervertrauen kann man nicht durch Verschwiegenheit, sondern nur durch Transparenz gewinnen, so die Meinung nicht nur der Verbraucherzentralen. Im Falle von Acrylamid in Lebensmitteln forderten sie deshalb von der Industrie mehr Transparenz über die Belastung ihrer Produkte ein.