

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

Zwei Jahre Acrylamid – Eine Bilanz aus Sicht der Risikobewertung

Stellungnahme des BfR vom 19. März 2004

Zwei Jahre sind vergangen, seit die Schwedische Behörde für Lebensmittelsicherheit auf ein gesundheitliches Risiko aufmerksam gemacht hat, das für breite Teile der Bevölkerung von Bedeutung ist: Acrylamid (1). Den „Baustein“ für Kunststoffe wiesen die Schweden in zum Teil hohen Mengen in einer Vielzahl von Lebensmitteln nach. Acrylamid entsteht, wenn stärkehaltige Lebensmittel gebraten, gebacken oder frittiert werden, im Zuge der „Bräunungsreaktion“. Die Substanz löst im Tierversuch Krebs aus und schädigt das Erbgut. Ein Risiko kann auch bei Aufnahme geringer Mengen nicht ausgeschlossen werden. Mit großer Wahrscheinlichkeit können diese gesundheitsschädigenden Wirkungen von Acrylamid auch beim Menschen auftreten. Das BfR hat das gesundheitliche Risiko, das für den Verbraucher von acrylamidhaltigen Lebensmitteln ausgehen kann, im Vergleich zu anderen stofflichen Risiken als bedeutend gewertet und gefordert, dass die Belastung schnellstmöglich drastisch gesenkt wird.

Seit der Veröffentlichung der schwedischen Untersuchungsergebnisse sind auf politischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Ebene eine Reihe von Maßnahmen ergriffen worden, die darauf zielten, das Risiko für den Verbraucher zu reduzieren. Nach zwei Jahren hat das BfR die Wirksamkeit der Maßnahmen aus Sicht der Risikobewertung analysiert und eine erste Bilanz gezogen. Das Institut kommt zu dem Ergebnis, dass sowohl Aufklärungsmaßnahmen im privaten und gewerblichen als auch technologische Maßnahmen im industriellen Bereich in ihrer Summe zu einer Reduzierung der Acrylamidbelastung durch Lebensmittel geführt haben. Eine quantitative Untermauerung dieser Einschätzung ist wegen des Fehlens valider Daten aber nicht möglich. Um die Wirksamkeit der Maßnahmen im Hinblick auf die Minimierung des gesundheitlichen Risikos für den Verbraucher quantitativ beurteilen und das Risiko für den Verbraucher nachhaltig minimieren zu können, hält das Institut eine Reihe weiterer Maßnahmen für erforderlich. Dazu gehören unter anderem Verbesserungen bei der Erhebung von Daten zur Acrylamidbelastung von Lebensmitteln und die Erarbeitung von Richtlinien für eine gute Herstellungspraxis.

Wie entsteht Acrylamid in Lebensmitteln, und wie kann es nachgewiesen werden?

Acrylamid wird einem Lebensmittel nicht zugesetzt. Es ist vielmehr ein sogenanntes „food-borne toxicant“ – eine schädliche Substanz, die in einem komplexen Bildungsmechanismus beim Backen, Rösten und Frittieren, nicht aber beim Kochen, im Lebensmittel selbst entsteht (2, 3, 4). Hohe Gehalte wurden in stärkereichen Lebensmitteln gemessen, insbesondere in Kartoffelprodukten wie Pommes frites und Kartoffelchips, in gerösteten Cerealien, Brot (besonders in Knäcke- und geröstetem Toastbrot), Backwaren, Kakao und Kaffee (5).

Für die Bildung von Acrylamid in Lebensmitteln werden hauptsächlich zwei Mechanismen diskutiert. Acrylamid kann demnach entstehen

1. innerhalb der Maillardreaktion, die in allen Zucker und Aminosäuren enthaltenden Lebensmitteln beim Backen und Braten als aromagebende Bräunungsreaktion abläuft, und/oder
2. durch die Reaktion von Aminosäuren mit Acrolein, welches aus Fetten bei der Thermolyse gebildet wird.

Anhand von Modellreaktionen ließ sich nachweisen, dass reduzierende Zucker (Glucose, Fructose) und die Aminosäure Asparagin entscheidend zur Entstehung von Acrylamid bei-

tragen. Dabei geht die Kohlenstoffkette des Acrylamids aus dem Asparagin hervor. Damit spricht viel dafür, dass Acrylamid im Rahmen der Maillardreaktion gebildet wird.

Eine verlässliche Analytik von Acrylamid in Lebens- und Futtermitteln ist Grundlage zur Ermittlung der Belastung des Menschen und für Risikobewertungen. Aufbauend auf einer international anerkannten Arbeitsvorschrift für die Analyse von Acrylamid in Lebensmitteln hat das BfR eine Analysenmethode entwickelt und optimiert. Diese steht als validierte Methode zur Verfügung und kann auf der Homepage des Institutes eingesehen werden (6).

Um die Qualität der Analytik für die Lebensmittelüberwachung und -herstellung zu sichern, wurde vom BfR eine Labor-Vergleichsuntersuchung (Proficiency Testing) unter internationaler Beteiligung organisiert. Die Untersuchung zeigte, dass für viele Lebensmittel schon nach kurzer Zeit verlässliche Untersuchungsmethoden vorlagen, dass die Analytik jedoch für einige komplex zusammengesetzte Lebensmittel (wie z.B. Kakao) weiter verbessert werden muss. Diese Problematik hat das BfR aufgegriffen, um die Methoden durch Einführung weiterer Analyseschritte zu verbessern. Aufgrund seiner Erfahrungen unterstützt das Bundesinstitut derzeit innerhalb der Europäischen Union (EU) eine groß angelegte Vergleichsstudie, in der Kaffee- und Kakaoprodukte den Schwerpunkt bilden. Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass bei der Analytik weitere Fortschritte erzielt werden konnten.

Kann Acrylamid über Futtermittel in die Nahrung gelangen?

Neben der Bildung von Acrylamid in Lebensmitteln könnte ein Eintrag in Lebensmittel tierischen Ursprungs (z.B. Wurstwaren, Eier, Milch) über acrylamidhaltige Futtermittel zur Belastung des Verbrauchers beitragen. Futtermittel bestehen prinzipiell aus ähnlichen Rohstoffen wie Lebensmittel. Einige durchlaufen bei der Verarbeitung Erhitzungsprozesse, die zur Bildung von Acrylamid führen können. In anderen Fällen gelangen Nebenprodukte acrylamidhaltiger Lebensmittel direkt in Futtermittel. Es scheint deshalb realistisch, von einer möglichen Acrylamidbelastung von Futtermitteln auszugehen.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat deshalb Verfahren bei der Herstellung bzw. technischen Be- und Verarbeitung von Futtermittel-Ausgangserzeugnissen und Mischfuttermitteln identifiziert. Dazu wurden im Institut Daten über die Gehalte an Acrylamid in ausgewählten Futtermitteln gesammelt bzw. analytisch ermittelt. Die chemisch-analytischen Untersuchungen einer breiten Palette unterschiedlicher Ausgangserzeugnisse bzw. Mischfuttermittelkomponenten ergaben überwiegend Werte in Bereich von „nicht nachweisbar“ bis ca. 500 Mikrogramm (μg) Acrylamid pro Kilogramm (kg) Futtermittel. In praxisüblichen Alleinfuttermitteln sind die Acrylamidgehalte geringer.

Hieran schließt sich die Frage an, wie viel Acrylamid aus dem Futter in Lebensmittel tierischen Ursprungs übergeht und den Verbraucher erreicht. Zu diesem „Carry-over-Verhalten“ von Acrylamid besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Zwar ist bewiesen, dass der direkte Übergang möglich ist, es ist aber derzeit nicht ausreichend geklärt, in welchem Ausmaß ein solcher Übergang in Gewebe (Fleisch, Leber), Milch und Eier landwirtschaftlicher Nutztiere - auch unter Berücksichtigung der Metabolite - stattfindet.

Im Rahmen seiner Forschungsaktivitäten hat das Bundesinstitut für Risikobewertung gemeinsam mit der damaligen Bundesanstalt für Milchforschung (jetzt Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, BFEL) eine Provokationsstudie zum Übergang von Acrylamid aus Futtermitteln in die Kuhmilch durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass ein solcher Übergang – zumindest in geringen Mengen – möglich ist.

In einem Carry-over-Versuch an Wachteln, durchgeführt an der Ludwig-Maximilians-Universität in München, wurde der Übergang von Acrylamid aus Futtermitteln, denen Acrylamid in erhöhten Konzentrationen zugesetzt wurde, in Eier, Serum und Brustmuskulatur nachgewiesen.

Gegenwärtig führt das BfR in Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode Untersuchungen zum Übergang von Acrylamid aus Futtermitteln in tierisches Gewebe (Hühner) und Eier durch. Mit ersten Ergebnissen wird gegen Ende dieses Sommers gerechnet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Übergang von Acrylamid aus praxis- bzw. handelsüblichen Mischfuttermitteln in das Lebensmittel tierischen Ursprungs grundsätzlich möglich ist. Dieser Aufnahmepfad trägt nach den derzeit vorliegenden Untersuchungsergebnissen aber offenbar eher geringfügig zur Belastung des Verbrauchers mit Acrylamid bei (7).

Wie hoch ist die Belastung der Bevölkerung?

Die Aufnahme von Acrylamid mit der Nahrung führt zu einer Langzeitbelastung. Aktuelle Abschätzungen aufgrund von Verzehrserhebungen ergeben eine durchschnittliche tägliche Aufnahme von 0,5 bis 1 µg Acrylamid pro kg Körpergewicht bei Erwachsenen. Dass tatsächlich eine Belastung vorliegt, bestätigen Untersuchungen zur Bindung von Acrylamid an den roten Blutfarbstoff Hämoglobin bei Studienteilnehmern. Auch ungeborene Kinder und gestillte Säuglinge werden über das Blut der Mutter bzw. die Frauenmilch mit Acrylamid belastet (8, 9). Raucher belasten sich zusätzlich erheblich mit Acrylamid.

Für einzelne Personengruppen kann die Acrylamidbelastung durch Lebensmittel über der durchschnittlichen Belastung liegen. Dies hat auch eine Studie des BfR gezeigt:

Im Winter 2002 hatte das BfR in Berlin Daten zur Aufnahme von Acrylamid aus hochbelasteten Nahrungsmitteln bei über 1.000 15- bis 18jährigen Schülerinnen und Schülern der 10. Jahrgangsstufe erhoben (10). Mit Hilfe eines Fragebogens wurde der Verzehr ausgewählter Lebensmittel (11 Produktgruppen), darunter Toastbrot, Bratkartoffeln und Knabberartikel, erfragt. Die daraus ermittelten Verzehrdaten wurden mit den aktuellen Acrylamidbelastungsdaten aus den Meldungen der Lebensmitteluntersuchungsbehörden verknüpft, um so für die ausgewählten Produktgruppen u.a. die mittleren Aufnahmemengen von Acrylamid zu erhalten. Die Studiendaten sind nicht repräsentativ für die Gesamtbevölkerung der Bundesrepublik, zeigen aber, dass die mittlere tägliche Aufnahme von Acrylamid mit 1,1 µg/kg Körpergewicht relativ hoch ist. Werden die Angaben auf alle Berliner Schülerinnen und Schüler der 10. Jahrgangsstufe hochgerechnet, nahmen täglich immerhin 5 % (1.650) der Schüler mehr als 3,4 µg Acrylamid je kg Körpergewicht auf, 1 % (330 Schüler) sogar mehr als 6,9 µg. Auf der Basis dieser Ergebnisse forderte das BfR erneut verstärkte Anstrengungen zur Minimierung der Acrylamidaufnahme der Bevölkerung.

Wie ist das Gefahrenpotential von Acrylamid für die menschliche Gesundheit einzuschätzen?

Aus Tierversuchen ist bekannt, dass Acrylamid verschiedene gesundheitsschädliche Wirkungen haben kann: Es kann Krebs auslösen; das Erbgut verändern; das Nervensystem schädigen und die Fortpflanzungsfähigkeit sowie die Entwicklung beeinträchtigen (Reproduktionstoxizität).

Die Nervenschädigung und auch die Reproduktionstoxizität sind Wirkungen mit so genannten „Schwellenwerten“: Nach heutigem wissenschaftlichen Kenntnisstand treten sie erst oberhalb bestimmter Acrylamidbelastungen auf. Die mit der Nahrung aufgenommenen Acrylamidmengen liegen unterhalb dieser Schwellenwerte. Die nervenschädigende und die reproduktionstoxische Wirkung von Acrylamid sind deshalb für die Risikobewertung im Rahmen der Lebensmittelsicherheit von untergeordneter Bedeutung.

Anders sieht es für die erbgutverändernde Wirkung aus. Ihr liegt grundsätzlich kein Schwellenwert zugrunde. Jede Menge, auch eine geringfügige Belastung, stellt damit ein Risiko dar.

Die Wissenschaft geht davon aus, dass es einen Zusammenhang zwischen der krebserzeugenden und der erbgutverändernden Wirkung von Acrylamid gibt. Deshalb wird auch für die krebserzeugende Wirkung keine Belastung angegeben, die nicht mit einem Risiko verbunden ist.

Die erbgutverändernde Wirkung von Acrylamid wurde sowohl in Zellkulturen als auch im Tierversuch nachgewiesen. Hauptverantwortlich für diese Wirkung ist offenbar ein besonders reaktionsfreudiges Stoffwechselprodukt, das Glycidamid. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass Acrylamid auch beim Menschen in das reaktive Glycidamid umgebaut wird.

In Tierversuchen zur krebserzeugenden Wirkung müssen aus methodischen Gründen hohe Dosierungen eingesetzt werden, die weit über den Acrylamidgehalten liegen, mit denen Menschen über die Nahrung belastet werden. Daher bestand ein besonderes Interesse an Untersuchungen zur Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus Tierversuchen auf den Menschen. Aktuelle Untersuchungen zur erbgutverändernden Wirkung von Acrylamid (11, 12) sowie die Ergebnisse einer im Auftrag des BfR durchgeführten Studie lieferten keine Anhaltspunkte dafür, dass es einen Schwellenwert für die kanzerogene Wirkung von Acrylamid oder Glycidamid gibt. Insofern muss auch weiter davon ausgegangen werden, dass Acrylamid schon in geringen Mengen Krebs auslösen kann.

Die genaue Höhe des Krebsrisikos durch Acrylamid für die Bevölkerung lässt sich nicht mit Sicherheit quantifizieren. Konservative Risikoabschätzungen ergeben bei einer angenommenen täglichen Acrylamidaufnahme von 1 µg pro kg Körpergewicht über die gesamte Lebenszeit ein Krebsrisiko im Bereich von 6 bis 100 zusätzlichen Krebsfällen pro 10.000 Individuen (13, 14). Das wäre ein vergleichsweise hohes Krebsrisiko durch die Aufnahme von Acrylamid mit der Nahrung.

Welche Möglichkeiten der Acrylamidreduzierung bestehen bei der Herstellung und Zubereitung von Lebensmitteln?

Bis heute wurde basierend auf theoretischen Ansätzen und Technikums- bzw. Produktionsversuchen eine Reihe von Faktoren identifiziert, durch deren Beeinflussung die Acrylamidgehalte gesenkt werden können. Als „Stellschrauben“ für die Senkung der Gehalte bei der handwerklichen und industriellen Produktion sind nach heutigem Erfahrungsstand vor allem das Temperatur-Zeitregime in Verbindung mit den Wassergehalten der Produkte sowie die verwendeten Rohstoffe und Rezepturen zu nennen. Durch eine gute Abstimmung dieser Faktoren lassen sich die Acrylamidgehalte in vielen Industrieprodukten reduzieren. Dies zeigen z.B. Untersuchungsergebnisse des Instituts für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie der ehemaligen Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung (jetzt ebenfalls Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, BFEL), einzelne Verfolgspuren der Staatlichen Lebensmitteluntersuchungsämter sowie Daten aus der Industrie. Zudem sind neuartige Herstellungsverfahren z.B. für Kartoffelchips im Gespräch, deren (reproduzierbare) Wirksamkeit in Bezug auf eine Acrylamidsenkung jedoch noch nicht durch entsprechende Studien belegt ist.

Ungeachtet zahlreicher technologischer Möglichkeiten zur Verminderung der Acrylamidgehalte, die in der Produktion ergriffen werden können, muss man sich aber darüber im Klaren sein, dass diese Möglichkeiten der Beeinflussung endlich sind. Um im Bild zu bleiben, haben die Stellschrauben einen Anschlagpunkt, bei dessen Überschreitung das Produkt nicht mehr die typischen Eigenschaften aufweist, die der Verbraucher erwartet. Bei allen Bemühungen kann also keine völlige Vermeidung von Acrylamid, sondern immer nur eine Verminderung von Acrylamid erwartet werden. Mit zwei laufenden Forschungsvorhaben (einem vom Bundeswirtschaftsministerium und der Industrie finanzierten Forschungsprojekt sowie dem EU-Forschungsprojekt „HEATOX“ (Heat-generated food toxicants: identification, characterisation and risk minimisation) sollen weitere Erkenntnisse über die Bildung, Vermeidung, Analytik, Toxikologie und Exposition unerwünschter Stoffe gewonnen werden. Zu diesen Stoffen zäh-

len neben Acrylamid weitere hitzeinduzierte Substanzen, wie z.B. 3-Monochlorpropandiol (3-MCPD) oder Hydroxymethylfurfural (HMF).

Der Lebensmittelhandel bietet eine Vielzahl von Halbfertigerzeugnissen wie z.B. Pommes frites, Kartoffelpuffer oder Backwaren an, die selbst zunächst nur geringe Acrylamidgehalte aufweisen. Diese steigen erst bei der häuslichen oder gastronomischen Zubereitung an. Bei solchen Produkten kommt es vor allem darauf an, die nachfolgende Hitzebelastung beim Braten, Backen, Rösten oder Fritieren so gering wie möglich zu halten. Als Richtschnur gilt das Motto „Vergolden statt Verkohlen“. Je höher der Bräunungsgrad ist, desto höher ist die Acrylamidbelastung. Für Pommes frites besteht die Empfehlung, die Öltemperatur in der Friteuse auf 175°C, und im Backofen auf 200°C bzw. 180°-190° C (bei Umluftherden) zu begrenzen (15). Auch bei Halbfertigerzeugnissen hat der Hersteller Möglichkeiten, die Acrylamidbildung bei der nachfolgenden Zubereitung zu vermindern, indem z.B. die verarbeiteten Kartoffeln gewässert werden und auf die Zugabe von Zucker verzichtet wird. Zudem sind die Hersteller aufgefordert, ihre Zubereitungsempfehlungen auf den Produktverpackungen den o.g. Erkenntnissen anzupassen. Die Empfehlung, den Bräunungsgrad so gering wie möglich zu halten, gilt nicht nur für vorgefertigt gekaufte Produkte, sondern für alle auf Kartoffel- oder Getreidebasis in Haushalt oder Gastronomie zubereiteten Speisen.

In den seit den schwedischen Veröffentlichungen vergangenen zwei Jahren sind damit zahlreiche Erfahrungen erworben worden, die zu einer Senkung der Belastung von Lebensmitteln mit Acrylamid führen können. Diese sollten nach Ansicht des BfR in „**Richtlinien für eine gute Herstellungspraxis**“ eingebracht werden. Die Richtlinien könnten zunächst weiter gefasst und sukzessive an den wachsenden Kenntnisstand angepasst bzw. präzisiert werden. Auf diese Weise sollte es in Zukunft möglich sein, technologisch unvermeidbare produktspezifische Höchstgehalte für Acrylamid festzulegen.

Welche übergeordneten Maßnahmen und Erfolgskontrollen gibt es für die Acrylamidminimierung in Lebensmitteln?

Auf das Bekanntwerden der Acrylamidproblematik reagierte das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) u.a. mit der Bildung eines übergeordneten organisatorischen Rahmens (Lenkungsausschuss, AG Technologie, Branchengespräche, Bund-/Ländergespräche), der Wirtschaft, Verbraucher, Forschung und Behörden mit dem Ziel zusammenbrachte, geeignete und schnell greifende Maßnahmen zur Acrylamidminimierung in Lebensmitteln zu identifizieren und umzusetzen. Vor diesem Hintergrund entstand das zwischen BMVEL, den Ländern und der Wirtschaft abgestimmte so genannte Minimierungskonzept des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Das Konzept verfolgt eine stufenweise Absenkung der Acrylamidgehalte, die sich – verkürzt – folgendermaßen darstellen lässt:

Das BVL sammelt Analysenergebnisse zu Acrylamidgehalten in Lebensmitteln vornehmlich aus der amtlichen Lebensmittelüberwachung der Länder. Die erfassten Lebensmittel werden definierten Warengruppen zugeordnet. Aus den Warengruppen werden die Lebensmittel identifiziert, die zu den 10 Prozent der am höchsten belasteten Lebensmittel einer Warengruppe gehören. Der unterste Werte der 10 Prozent am höchsten mit Acrylamid belasteten Lebensmittel der Warengruppe ist der Signalwert. Mit den Herstellern von Produkten, die über dem Signalwert liegen, wird von den zuständigen Überwachungsbehörden der Länder ein Minimierungsdialo g mit dem Ziel geführt, Maßnahmen zur Acrylamidreduzierung einzuleiten.

Über einen Zeitraum von September 2002 bis November 2003 wurden vom BVL auf der Basis von ca. 4.200 Untersuchungsergebnissen drei Signalwertberechnungen veröffentlicht (16). Diese Berechnungen lassen für die meisten Warengruppen keine markante Senkung der Signalwerte erkennen bzw. zeigen eine Stagnation der Werte zwischen der zweiten und dritten Berechnungsperiode.

Angesichts der von weiten Teilen der Wirtschaft sowie von Bund und Ländern ergriffenen Maßnahmen zur Acrylamidabsenkung, deren Erfolge nicht flächendeckend, aber in Einzelfällen durchaus nachweisbar sind, legt dies den Schluss nahe, dass die derzeit geübte Praxis der Datenerhebung die tatsächliche Entwicklung nicht ausreichend widerspiegelt. Insofern ist das bundesweit angelegte Minimierungskonzept zwar grundsätzlich sinnvoll und sollte weiterverfolgt werden. Gleichzeitig sollte die **Datenerhebung aber deutlich verbessert werden**, insbesondere im Hinblick auf koordinierte Probenahmen, die Zahl der Verfolgspuren und die Differenzierung der Warengruppen. Das BVL hat diese Problematik bereits mit den Ländern erörtert und Verbesserungen in die Wege geleitet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass eine repräsentative Quantifizierung des Rückgangs der Belastung derzeit nicht möglich ist. Vergleichbares gilt, wenngleich aus anderen Gründen, für die Situation bei der häuslichen Zubereitung. Hier stehen dem Verbraucher zahlreiche Informationsmöglichkeiten mit Ratschlägen für eine Reduzierung der Acrylamidgehalte bei selbst zubereiteten Speisen zur Verfügung (unter anderem auf der Homepage des aid Infodienstes Verbraucherschutz und Ernährung (17)). Ob die Acrylamidproblematik und das damit verbundene Risiko gegenüber den Verbrauchern erfolgreich kommuniziert werden konnte und ob daraus Änderungen im Verhalten der Verbraucher resultierten, kann derzeit nur aufgrund des regen Interesses an Informationen und Rückmeldungen vermutet werden.

Auf EU-Ebene wurden Expertengespräche unter Federführung der Europäischen Kommission (EC) bzw. der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) mit Vertretern aus allen relevanten Bereichen durchgeführt. Als Resultat wurden Richtlinien zur Reduzierung von Acrylamid in Lebensmitteln (18) veröffentlicht. Es steht eine europäische Datenbank zur Verfügung, von der Acrylamidgehalte von Lebensmitteln abgerufen werden können. Diese Datenbank beinhaltet zum überwiegenden Teil Daten des BVL.

Schlussfolgerungen

Der Bildungsmechanismus für Acrylamid ist noch nicht abschließend geklärt. Wahrscheinlich handelt es sich um einen Mechanismus im Rahmen der Maillardreaktion, also der Bräunung und Aromabildung beim Erhitzen von Lebensmitteln.

Für viele Lebensmittel liegen heute verlässliche Acrylamid-Untersuchungsmethoden vor. Die Bestimmungsgrenzen konnten gesenkt werden. Für einige komplex zusammengesetzte Lebensmittel (z.B. Kakao) muss die Analytik jedoch noch verbessert werden.

Neben der Bildung von Acrylamid in Lebensmitteln selbst muss mit einem Übergang von Acrylamid aus praxisüblichen Mischfuttermitteln in Lebensmittel tierischen Ursprungs gerechnet werden (Carry over). Um diesen Übergang quantifizieren und seine Bedeutung für den Verbraucher verlässlich abschätzen zu können, werden weitere Forschungsergebnisse benötigt.

Die ermittelte Belastung der Bevölkerung durch Acrylamid in Lebensmitteln ist relevant. Dies gilt insbesondere für aufgrund ihres Verzehrverhaltens besonders exponierte Risikogruppen. Nach heutigem wissenschaftlichen Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass Acrylamid auch im Menschen krebsauslösend und erbgutverändernd wirken kann, ohne dass diesen Wirkungen eine Schwelle zugrunde liegt. Damit muss jede Menge an Acrylamid als potentiell krebsauslösend angesehen werden. Das BfR hält es deshalb für erforderlich, weitere Anstrengungen zur Minimierung zu unternehmen.

Es konnten eine Reihe von Faktoren identifiziert werden, die geeignet sind, die Acrylamidgehalte bei der Herstellung bzw. Zubereitung von Lebensmitteln zu senken. Diese sollten konsequent genutzt werden und z.B. auch in produktspezifische Richtlinien für eine gute Her-

stellungspraxis eingehen, um Acrylamidgehalte auf Werte abzusenken, die technologisch tatsächlich unvermeidbar sind.

In vielen Bereichen wurden diese Maßnahmen bereits umgesetzt. Eine repräsentative Quantifizierung des Rückgangs der Belastung ist anhand der vorhandenen Daten aber nicht möglich. Für eine solche Aussage muss die Datenerfassung im Rahmen des Minimierungskonzeptes insbesondere im Hinblick auf koordinierte Probenahmen, die Zahl der Verfolgspalten und die Differenzierung der Warengruppen optimiert werden. Entsprechende Vereinbarungen haben BfL und Länder bereits getroffen.

Auch der Erfolg, das Risiko und die Möglichkeiten dieses Risiko zu verkleinern gegenüber dem Verbraucher zu kommunizieren, kann derzeit nur vermutet, nicht aber quantifiziert werden. In welchem Umfang Verbraucher ihr Acrylamidrisiko im Haushalt durch geeignete Zubereitungsmaßnahmen inzwischen selbst minimieren, könnte nur durch entsprechende Erhebungen beantwortet werden.

Literatur

- 1) Schweden weisen Acrylamid in Lebensmitteln nach - BgVV-Pressedienst 10/2002 vom 25. April 2002
- 2) Rosén, Johan; Hellenäs, Karl-Erik: Analysis of acrylamide in cooked foods by liquid chromatography tandem mass spectrometry, *The Analyst*, Volume 127, Issue 7, July 2002, Pages 880-882
- 3) Stadler, R.; Verzeqnessi, L.; Varga, N.; Grigorov, M.; Studer, A.; Riediker, S.; Schilter, B.: Formation of vinylogous compounds in model maillard reaction systems, *Chemical Research In Toxicology*, Volume 16, Issue 10, October 2003, Pages 1242-1250
- 4) Dhiraj A. Vatter and Kalidas Shetty: Acrylamide in food: a model for mechanism of formation and its reduction, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 4, Issue 3, September 2003, Pages 331-338
- 5) Tareke, E; Rydberg, P; Karlsson, P; Eriksson, S; Törnqvist, M: Acrylamide: a cooking carcinogen?, *Chemical Research In Toxicology*, Volume 13, Issue 6, June 2000, Pages 517-522
- 6) http://www.bfr.bund.de/cms/media.php/70/bestimmung_von_acrylamid_in_festen_und_pastoese_n_lebensmitteln.pdf
- 7) D. Ranz, M. Jezussek, C. Thielen, P. Schieberle, E. Kienzle (2003): Carry over of acrylamide from heated potato meal into Japanese Quails – A pilot study Proc.7th ESVCN-Conference, Hannover
- 8) Sörgel F., Weissenbacher R., Kinzig-Schipper M., Hofmann A., Illauer M., Skott A., Landersdorfer C. (2002) Acrylamide: Increased Concentrations in homemade food and first evidence of its variable absorption from food, variable metabolism and placental and breast milk transfer in humans. *Chemotherapy* 48:267-274
- 9) Schettgen T., Kutting B., Hornig M., Beckmann M. W., Weiss T., Drexler H., Angerer J. (2004) Trans-placental exposure of neonates to acrylamide-a pilot study. *Int Arch Occup Environ Health* in press
- 10) O Mosbach-Schulz, I Seiffert, C Sommerfeld: Abschätzung der Acrylamid-Aufnahme durch hochbelastete Nahrungsmittel in Deutschland, Internet 2003 (http://www.bfr.bund.de/cms/media.php/70/abschaetzung_der_acrylamid_aufnahme_durch_hochbelastete_nahrungsmittel_in_deutschland_studie.pdf)
- 11) Abramsson-Zetterberg L. (2003) The dose-response relationship at very low doses of acrylamide is linear in the flow cytometer based mouse micronucleus assay. *Mutation Res* 535:215-222
- 12) Besaratinia A. and Pfeifer G.P. (2003) Weak but distinct mutagenicity of acrylamide in mammalian cells. *J Nat Cancer Inst* 95:889-895
- 13) Dybing E. und Sanner T. (2003) Risk Assessment of acrylamide in foods. *Toxicological Sciences* 75:7-15

- 14) Madle S., Broschinski L., Mosbach-Schulz O., Schöning G., Schulte A. (2003) Zur aktuellen Risikobewertung von Acrylamid in Lebensmitteln. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 46:405-415
- 15) Homepage der ehemaligen BAGKF, jetzt Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel:
<http://www.bagkf.de/down/Acrylamid%202004.pdf>
- 16) Homepage des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit:
<http://www.bvl.bund.de/acrylamid/signalwerte.htm>: Übersicht zu den Ergebnissen der Untersuchungen, Teil 1-3
- 17) Homepage des aid Infodienst Verbraucherschutz und Ernährung:
<http://www.waswiessen.de/fusetalk/categories.cfm?catid=9>
- 18) http://www.europa.eu.int/comm/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm