

## Entwicklung und Anwendung neuer Verfahrensabläufe in Produktionsanlagen für Kartoffel- und Getreideerzeugnisse mit reduzierten Gehalten an Acrylamid und dessen Folgeprodukten

- Anschluss zu AiF 108 ZBG -

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück Dr. V. Heinz/Dr. K. Franke
<b>Forschungsstelle II:</b>	Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung (ILU), Nuthetal Dipl.-Ing. P. Kretschmer/Dr. H. Kaiser
<b>Forschungsstelle III:</b>	Technische Universität Kaiserslautern Fachbereich Chemie Fachrichtung Lebensmittelchemie und Umwelttoxikologie Prof. Dr. G. Eisenbrand/Dr. M Baum
<b>Forschungsstelle IV:</b>	Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA), Garching Prof. Dr. Dr. P. Schieberle/Prof. Dr. P. Köhler
<b>Industriegruppen:</b>	Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e.V. (BLL), Bonn <u>stellvertretend insbesondere für:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bundesverband der obst-, gemüse- und kartoffelverarbeitenden Industrie e.V., Bonn</li> <li>• Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e.V., Bad Honnef</li> <li>• Deutscher Konditorenbund e.V., Mönchengladbach</li> <li>• Verband Deutscher Großbäckereien e.V., Düsseldorf</li> <li>• VDMA Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen e.V., Frankfurt</li> <li>• Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V., Bonn</li> </ul>
	Projektkoordinatorin: Dr. J. Gelbert Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e.V. (BLL), Berlin
<b>Laufzeit:</b>	2006 – 2008
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 926.350,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Erhitzte Kartoffel- und Getreideerzeugnisse sind grundlegende Bestandteile der Ernährung in Deutschland. Durch den Nachweis von gesundheitlich relevanten Verbindungen, wie z.B. Acrylamid, in dieser Produktgruppe sind die Lebensmittelhersteller in der Verantwortung, alles zu unternehmen, damit ein mögliches Risiko durch ihre Produkte langfristig minimiert wird. Im

Rahmen eines Vorläuferprojektes (AiF 108 ZBG) wurden technologische, analytische und toxikologische Untersuchungen zur Entstehung von Acrylamid im Lebensmittel und dessen Wirkung durchgeführt, wobei insbesondere Zusammenhänge zwischen Rohstoffeigenschaften (Precursoren), Prozessbedingungen sowie dem resultierenden Acrylamidgehalt und der Produktqualität ermittelt und unter Laborbedingungen validiert wurden. Damit wurden auch die wissenschaft-

lichen Grundlagen für Minimierungsansätze im Bereich Kartoffel- und Getreideprodukte geschaffen. Aus den Untersuchungen resultierten jedoch auch weitergehende Aufgabenstellungen, die über die Ziele dieses Vorläuferprojektes hinausgingen. Dies betraf u.a. die Beeinflussung von Bildungswegen und die Weiterreaktionen des Acrylamids und Glycidamids, die Weiterentwicklung der Backtechnik (optimierte gesplittete Backverfahren), die Herstellungsverfahren für rekombinierte Kartoffelprodukte (erweiterte Precursorbeeinflussung) und für vorfrittierte Pommes frites mit reduzierten Acrylamidgehalten im Fertigprodukt (Vorbehandlung) sowie die Möglichkeit der Minimierung der Acrylamidbildung beim Frittieren in Haushalt und Gastronomie. Die systematische wissenschaftliche Bearbeitung dieser neuen Aufgabenstellungen war für die anstehende industrielle Umsetzung der Minimierungsansätze bezüglich Acrylamid und damit deren Verwertung in den einzelnen Unternehmen zwingend erforderlich, da erst durch eine breite Verfügbarkeit der acrylamidreduzierten Lebensmittel die Exposition für den Verbraucher deutlich verringert werden kann.

Ziel des Forschungsvorhabens war die Bereitstellung aller notwendigen Daten für die Entwicklung von Anlagen auf der Basis der Ergebnisse aus dem Vorläuferprojekt zur Herstellung von qualitativ hochwertigen Kartoffel- und Getreideerzeugnissen mit reduzierten und definierten Gehalten an Acrylamid entsprechend den o.g. chemischen und toxikologischen Aufgabenstellungen. Hinzu kam die Gewinnung von Daten zur Bioverfügbarkeit des im Lebensmittel gebildeten Acrylamids in Abhängigkeit von der Produktmatrix als Basis für eine tragfähige Bewertung der gesundheitlichen Relevanz dieser Substanz.

#### Forschungsergebnis:

Für die Untersuchungen zur Integration des Coatings und der verstärkten Vortrocknung in den Herstellungsprozess industriell vorfritierter Pommes frites wurde eine Modellanlage im halbertechnischen Maßstab aufgebaut. Mit dieser Anlage konnte gezeigt werden, dass sich blanchierte Pommes frites wesentlich effektiver als bereits vorfrittierte Pommes frites (Vorläuferprojekt) vortrocknen lassen und dass sich die Vorfrittzeit entsprechend verkürzen lässt. Das Blanchieren der Kartoffelstäbchen in einer Salzlösung ermöglicht eine gezielte Erhöhung der

Salzgehalte in den äußeren Schichten, ohne dass der Gehalt im Inneren deutlich ansteigt. Weiterhin wurden Potentiale für die Optimierung der Vorfrittzeit in Abhängigkeit von der Salzanreicherung für die größtmögliche Acrylamidreduzierung aufgezeigt. Bezüglich der Herstellung rekombinierter Kartoffelerzeugnisse vom Typ Pommes frites wurden Rezeptur und Verfahren für eine entsprechende sensorische Qualität (Textur, Wasser- und Fettgehalt, Bräunung) bei minimiertem Acrylamidgehalt ermittelt. Ebenfalls wurde gezeigt, dass durch den Einsatz von Asparaginase der Acrylamidgehalt bei vergleichbarer Bräunung in diesen Produkten deutlich reduziert werden kann. Bezüglich der Untersuchungen zur Friteusensteuerung aus Gastronomie und Haushalt mit dem Ziel der optimalen Qualität bei reduzierten Acrylamidgehalten wurde für unterschiedlichste Geräte ein Standardfrittierprozess auf der Basis verfahrenstechnischer Parameter erarbeitet, der zu einer definierten Produktqualität führt. Diese Ergebnisse konnten nachfolgend anhand von Frittieruntersuchungen mit unterschiedlichen Rohstoffen (Kartoffeln) überprüft und weiterentwickelt werden. Damit steht ein Tool zur Verfügung, auf dessen Grundlage es möglich ist, das Frittieren in unterschiedlichen Haushaltsfriteusen zu bewerten und die entsprechenden Steuerungsparameter abzuleiten.

Mit dem Backsplitting (niedrige Starttemperatur durch Back/Dämpfen und Backen zur Krustenentwicklung) sowie dem Phasenbacken (hohe Starttemperatur und Fertigbacken bei niedriger Temperatur) wurden für Brot und Kleingebäcke zwei Strategien erarbeitet, mit denen eine Reduzierung der Acrylamidgehalte auf 55 bis 90 % im Vergleich zum Standardbacken möglich ist, wobei je nach Gebäckart und Qualitätsanforderung die geeignete Strategie individuell angepasst werden muss. Entsprechend wird ein wichtiges Entwicklungspotenzial von Backöfen in der Möglichkeit der Realisierung von Backbedingungen, die sich stärker als bisher voneinander unterscheiden, gesehen. Bei braunen Lebkuchen, die zu den am höchsten mit Acrylamid belasteten Getreideprodukten gehören, ist eine Minimierung nur durch stoffliche Eingriffe, z.B. Triebmittelaustausch, Einsatz von Asparaginase, mit möglichen sensorischen Veränderungen effektiv möglich, während die alleinige Veränderung des Backprozesses bei diesem Produkt nicht zum Erfolg führt.

Mit dem „thermogenen“ Amin 3-Aminopropionamid konnte ein stabiles Intermediat als potenter

Precursor von Acrylamid nicht nur in Modellsystemen, sondern auch in Lebensmitteln quantifiziert werden. Weiterhin wurde für Getreide, z.B. Weizen, ein Einfluss der Schwefelversorgung während des Wachstums der Pflanzen auf den Gehalt an freiem Asparagin und damit auf das Acrylamidbildungspotential gefunden und Bedingungen für die Minimierung dieses Einflusses herausgearbeitet. Erstmals wurde auch die kanzerogene Substanz Glycidamid direkt im Lebensmittel bestimmt und ein Bildungsweg in Gegenwart von Linolsäurehydroperoxide aufgezeigt.

Die toxikologischen Untersuchungen zeigten, dass sich bei Ratten die Bioverfügbarkeit des Acrylamids aus dem Lebensmittel (Kartoffel, Lebkuchen) nicht signifikant von der aus Trinkwasser unterscheidet. Zudem wurde nachgewiesen, dass bei der Ratte ca. 40 - 60 % der oral aufgenommenen Acrylamiddosis innerhalb von 24 h über den Urin als Mercaptursäuren ausgeschieden werden.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Der Wettbewerb im Handel wird heute national und international über die Produktqualität geführt. Deshalb war und ist dieses Anschlussprojekt mit dem Ziel der Erarbeitung der wissenschaftlich-technischen Voraussetzungen für neue Anlagen zur Herstellung von hochwertigen Produkten mit definiert reduziertem Acrylamidgehalt essentiell für die Wettbewerbsfähigkeit der Hersteller von Kartoffelprodukten und Backwaren sowie für die einbezogenen Geräte- und Anlagenhersteller. Für die Wirtschaft und das Verbrauchervertrauen ist außerdem von Bedeutung, dass die Bewertung der gesundheitlichen Risikosituation betreffs Belastung durch Acrylamid erweitert wird. Im Jahr 2001 wurden in Deutschland allein ca. 262.000 t vorfrittierte Pommes frites für Haushalt und Gastronomie mit einem Volumen von ca. 160 Mio. € hergestellt. Hinzu kommen 220.000 t Kartoffeltrockenprodukte, deren Hersteller ebenfalls von den Projektergebnissen profitieren. Bei Brot und Kleingebäck liegt der jährliche Umsatz bei 6,1 Mrd. €, so dass sich kleine prozentuale Zuwächse zu mehreren Millionen € pro Jahr summieren. Der Backwarenbereich weist zudem eine mittelständische Betriebsstruktur mit 17.580 produzierenden Betrieben bei ca. 315.000 Beschäftigten auf. Hinzu kommen wirtschaftliche Vorteile für die Hersteller von Maschinen und Anlagen (Kartoffelverarbeitung, Backtechnik) sowie Geräte-

produzenten (Gastronomie- und Haushaltsfriteusen).

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2008.
2. Franke, K. at al: Development of new Procedures for heated Potato and Cereal Products with reduced Acrylamide Contents. Entwicklung von neuen Verfahren für Kartoffel- und Getreideerzeugnissen mit reduzierten Gehalten an Acrylamid. Hrsg. FEI & BLL, Bonn, ISBN 978-3-9818611-0-3 (2008).
3. Berger, F., Feld, J., Baum, M. und Eisenbrand, G.: Acrylamide: Impact of food matrices on bioavailability and biological effects in rats. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 377, Supplement 1 (2008).
4. Seal, C. J., Mul, A. de, Eisenbrand, G., Haverkort, A. J., Franke, K., Lalljie, S. P. D., Mykkänen, H., Reimerdes, E., Scholz, G., Somoza, V., Tuijelaars, S., Boekel, M. van, Klaveren, J. van, Wilcockson, S.J. und Wilms, L.: Risk-benefit considerations of mitigation measures on acrylamide content of foods - A case study on potatoes, cereals and coffee. *Br. J. Nutr.* 99 (S2) S1-S46 (2008).
5. Granvogl, M. und Schieberle, P.: Quantification of 3-aminopropionamide in cocoa, coffee and cereal products. *Eur. Food Res. Technol.* 225, 857-863 (2007).
6. Granvogl, M., Wieser, H., Koehler, P., von Tucher, S. und Schieberle, P.: Influence of sulfur fertilization on the amounts of free amino acids in wheat. Correlation with baking properties as well as with 3-aminopropionamide and acrylamide generation during baking. *J. Agric. Food Chem.* 55, 4271-4277 (2007).
7. Koehler, P., Granvogl, M., Wieser, H., von Tucher, S. und Schieberle, P.: Acrylamide formation in cereal flour as affected by sulfur fertilization. *Getreidetechnol.* 61, 223-227 (2007).

#### Weiteres Informationsmaterial:

Bund für Lebensmittelrecht u. Lebensmittelkunde e.V. (BLL)  
 Claire-Waldoff-Str. 7, 10117 Berlin  
 Tel.: 030/206143-137, Fax: 030/206143-237  
 E-Mail: jgelbert@bll.de oder bll@bll.de

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik  
e.V. (DIL)  
Prof.-von-Klitzing-Str. 7, 49610 Quakenbrück  
Tel.: 05431/183-228, Fax: 05431/183-200  
E-Mail: v.heinz@dil-ev.de

Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung  
e.V. (ILU)  
Arthur-Scheunert-Allee 40/41, 14558 Nuthetal  
Tel.: 033200/89-111, Fax: 033200/89-220  
E-Mail: IGV-Manage@igv-gmbh.de

Technische Universität Kaiserslautern  
Fachbereich Chemie, Fachrichtung Lebensmittel-  
chemie/Umwelttoxikologie  
Erwin-Schrödinger-Straße, Geb. 52,  
67663 Kaiserslautern  
Tel.: 0631/205-29 73, Fax: 0631/205-3085  
E-Mail: eisenbra@rhrk.uni-kl.de

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittel-  
chemie (DFA)  
Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching  
Tel.: 089/289-13265, Fax: 089/289-14183  
E-Mail: peter.schieberle@lrz.tum.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn  
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150  
E-Mail: fei@fei-bonn.de