

## Kurzbeschreibung für Abschlussbericht

### 1. Projekttitlel

Entwicklung/Adaption einer speziellen Anlagen-Reinigungstechnologie für pulverförmige Produkte zur Vermeidung der Verschleppung allergener Lebensmittelbestandteile

### 2. Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

In der Richtlinie 2003/89/EG hinsichtlich der Angabe der in Lebensmitteln enthaltenen Zutaten zur Änderung der Richtlinie 2000/13/EG über die Etikettierung und Aufmachung von Lebensmitteln wurden grundlegende Änderungen für die Kennzeichnung von Lebensmitteln in Bezug auf das potenzielle Vorkommen von Lebensmittelallergenen fixiert. Ziel dieser Neuerung war es, den von Lebensmittelallergien betroffenen Verbraucher umfassend über mögliche Allergie auslösende Stoffe zu informieren und somit der wachsenden Bedeutung von Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz nachzukommen. Es existiert eine Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Allergologie und klinische Immunologie (DGAI) zur Deklaration versteckter Allergene mit folgendem Wortlaut: „Unabhängig von gesetzlichen Vorgaben sind Hersteller nicht nur dann zur Kennzeichnung allergener Stoffe verpflichtet, wenn sie diese dem Lebensmittel bewusst hinzufügen, sondern auch dann, wenn sie damit rechnen müssen, dass ein Lebensmittel - ohne Zutun - bestimmte Allergie auslösende Bestandteile enthalten kann („Cross Contact“)“. Hintergrund für diese Aussage ist das erhebliche Gesundheitsrisiko durch Allergene, mit bis zu 100 Todesfällen pro Jahr in den USA. Dabei kann bereits die Aufnahme von 100 µg eines Allergens, was bei einer Portion von 100 g einer Konzentration von 1 ppm entspricht, Reaktionen auslösen.

Backmischungen und Fertigcompounds für Bäckerhandwerk und Industrie sind eine Produktgruppe, für die diese verschärfte Allergen Kennzeichnung relevant ist, wobei Eier, Milch und Haselnüsse die relevanten allergenen Substanzen darstellen. Für die Unternehmen der betreffenden Branche sind insbesondere folgende Aspekte problematisch:

- vielfältige Palette von Zutaten mit unterschiedlichen allergenen Bestandteilen
- Nutzung einer Anlage für verschiedene Rezepturen
- häufige Produktwechsel

Die Reinigung von Behältern und Anlagen erfolgt nach Produktwechsel normalerweise trocken (Abwischen, Abkehren, Abschaben, Absaugen), wobei bisher vor allem Hygiene (keine Wasserreste in der Anlage), sensorische Qualität und Einhaltung der deklarierten Mengen maßgeblich waren. Die überwiegend angewendeten Reinigungsverfahren sind:

- manuelle Reinigung (z.B. Absaugen, Abfegen)
- halbautomatische Reinigung (Ausblasen mit Druckluft und anschließendes Absaugen)

Die derzeit eingesetzten Reinigungsverfahren können aber nicht die Einhaltung der in der Richtlinie geforderten Bedingungen bzw. die weitergehende Sorgfaltspflicht der Hersteller in Bezug auf „cross contact“ garantieren. Die besondere Problematik im Bereich der Backmischungen/Compounds liegt in der Trockenreinigung als einziges wirtschaftlich vertretbares Verfahren. Die erweiterten Möglichkeiten der CIP-Reinigung (Cleaning in Place) unter Einsatz von wässrigen Reinigungsflüssigkeiten bzw. Trinkwasser können für derartige Anlagen nicht umgesetzt werden. Dabei spielen insbesondere die zu reinigenden Anlagenvolumina sowie die notwendige vollständige Trocknung der Anlagen und der damit verbundene Zeit- und Energieaufwand eine entscheidende Rolle. Ebenso ist aufgrund des Aufwands und der damit verbundenen Kosten auch eine direkte Übertragung der Reinigungskonzepte aus dem Pharmabereich, die vielfach nach der Nassreinigung unter CIP-Bedingungen eine Vakuumtrocknung und eine Spülung mit Inertgas anschließen, nicht möglich. Anzumerken ist eben-

falls, dass bisher eine gesetzliche Vorgabe für die Art der Reinigung und deren Kontrolle für die Lebensmittelindustrie nicht existiert. Insbesondere für die Hersteller von Backmischungen stellt diese Problematik damit eine neue Herausforderung dar, für die neue Lösungen gefunden werden müssen. Einen erfolgsversprechenden Ansatz bietet die Übertragung eines Reinigungsverfahrens aus der Biotechnologie basierend auf einer konzentrierten Lösung mit filmbildenden Hydrokolloiden (u.a. Gelatine). Diese Reinigungslösung trocknet nach dem Aufbringen ab, löst sich dann von der Oberfläche und lässt sich zusammen mit den gebundenen Verunreinigungen durch Absaugen leicht entfernen. Der Einsatz von Gelatine als Basis für die Reinigungslösung kann in Bezug auf das allergene Potenzial als unbedenklich angesehen werden.

Im Sinne des Verbraucherschutzes sind verlässliche Nachweismethoden für Allergene in Lebensmitteln zwingend erforderlich. Allerdings sind die Allergene häufig durch andere Proteine maskiert, was ihren Nachweis erschwert. Auch die Anforderungen an die Nachweisgrenze selber sind noch in der Diskussion. Daher besteht auch im Bereich der Analytik noch Entwicklungsbedarf, vor allem im Hinblick auf sichere Methoden für die Produktionsüberwachung.

### **3. Forschungsziel**

Im Rahmen des Projektes sollten die Grundlagen für die Adaption einer innovativen Reinigungstechnologie erarbeitet werden, die auf dem Ansatz basiert, eine konzentrierte, filmbildende Reinigungslösung mittels geeigneter Düsensysteme auf die produktseitigen Anlagenoberflächen aufzubringen. Über die Zusammensetzung der Lösung sollten sich die Eigenschaften so einstellen lassen, dass sich der entstandene Film nach der Trocknung von der Oberfläche löst und zusammen mit den im Film immobilisierten Produktrückständen leicht entfernt werden kann. Die Basis für die Filme bilden Gemische von Biopolymeren mit weiteren Zusätzen, wobei Gelatine als ein Bestandteil der Mischungen vorgesehen war. Durch diesen Ansatz wird vermieden, frei verfügbares Wasser in die Anlagen einzubringen, um ein Verklumpen oder Verbacken des Produktes durch Wasserreste an unzugänglichen Stellen der Anlage sicher zu verhindern. Diese innovative Technologie sollte eine neue Qualität in der Vermeidung von Verschleppungen allergener Lebensmittelbestandteile bei der Herstellung von trockenen Lebensmitteln ermöglichen. Einen wesentlichen Arbeitsbereich bildete dabei die Weiterentwicklung der entsprechenden Analytik unter Berücksichtigung von Matrixeinflüssen. Die Produktgruppe, die im Rahmen des Projektes bearbeitet werden sollte, waren Backmischungen, bei denen Ei, Milch und Haselnüsse als versteckte Allergene einbezogen wurden.

Die Adaption eines derartigen, völlig neuen Reinigungsansatzes für die Hersteller von trockenen Backmischungen ermöglicht einen deutlichen Technologiesprung in diesem Bereich und besitzt damit ein erhebliches innovatives Potenzial, da die neuen Herausforderungen mit den vorhandenen Technologien nicht gelöst werden können. Die am Projekt beteiligten klein- und mittelständischen Firmen aus der Lebensmittelwirtschaft werden in die Lage versetzt, mit der neuen Technologie die Qualität ihrer Produkte im Hinblick auf den Verbraucherschutz zu verbessern. Die beteiligten mittelständischen Maschinenbauer können die neue Technologie in neue Apparate umsetzen. Die Ergebnisse zur Beeinflussung des analytischen Nachweises von allergenen Proteinen durch Matrixbestandteile sind nicht nur für die Hersteller von Backmischungen relevant, sondern sind darüber hinaus auch in anderen Bereichen der Lebensmittelwirtschaft, in denen trockene Produkte verarbeitet werden, von erheblicher Bedeutung.

### **4. Projektergebnisse**

Die zu Beginn des Projektes durchgeführte Istzustandsanalyse bestätigte die Aktualität des Vorhabens, insbesondere auch anhand des Nachweises von Verschleppungen allergenen Materials in Proben nach Produktwechsel, die von am Projekt beteiligten Firmen zur Verfügung gestellt wurden.

Im Rahmen der Untersuchungen zum analytischen Nachweis allergener Proteine aus Milch, Ei und Haselnuss in verschiedenen Matrices wurden geeignete Extraktionsmittel und -bedingungen, z.B. Dauer, Temperatur und pH-Wert, für die Gewinnung der allergenen Proteine aus der Matrix bestimmt. Kriterien dabei waren die Extraktionsausbeute, Gesamtmenge an Proteinen, und die Extraktqualität. Letztere beinhaltete vor allem die Vollständigkeit der Proteinfractionen und die Erhaltung der allergenen Eigenschaften für den Nachweis mittels Antikörper. Wenn die Matrix, z.B. Weizenmehl, nicht unerhebliche Mengen an anderen Proteinen enthielt, verringerte sich die Trenn-

schärfe bei den Immunoblot-Verfahren und die Nachweisgrenze erhöhte sich. Zudem konnte gezeigt werden, dass bei der Anwendung von Patientenseren auf Extrakte aus diesen Matrices falsch-positive Ergebnisse bedingt durch Reaktionen der Antikörper hoch sensibilisierter Allergiker auf Matrixproteine auftreten können. Die Nachweisgrenzen der ELISA-Testkits, insbesondere unter Berücksichtigung der optimierten Extraktionsmittel, waren niedriger als die der Immunoblot-Verfahren.

Die physikalischen Eigenschaften der Reinigungslösungen auf Gelatinebasis unterschieden sich nicht nur in der Festigkeit der Gele aus Gelatine verschiedener Herkunft, Schweineschwarte oder Rinderhaut, sondern auch in den Benetzungseigenschaften der Lösungen auf Edelstahloberflächen. Die Fließeigenschaften der Lösungen konnten durch Änderung der Gelatinekonzentration in einem weiten Bereich geändert und damit an die Versprühbedingungen angepasst werden. Der Zusatz von Emulgatoren, insbesondere Tween 80, verbesserte das Benetzungsverhalten der Lösungen deutlich und hatte nur einen relativ geringen Einfluss auf das Verfestigungsverhalten der Gele.

Die Untersuchungen zur Auftragung der Reinigungslösungen mittels Zerstäuber ergaben nur für die Zweistoffdüse mit Druckluft als Versprühmedium akzeptable Filme auf den Edelstahloberflächen. Dabei stellte sich heraus, dass das komplette System, einschließlich Vorratsbehälter, Zuleitungen und Düse, auf Temperaturen von größer 40°C gehalten werden musste, um einen störungsfreien Betrieb der Sprühanlage realisieren zu können. Eine handelsübliche Kesselpistole mit der entsprechenden Nachrüstung an Temperiertechnik erwies sich als geeignet. Das Auftragen von 20%igen Gelatinelösungen war mit einem solchen Apparat relativ einfach möglich und ergab nach einer Gelierzeit von ca. 30 min bei einer Mindestschichtdicke von 2 mm gut ablösbare Filme, die die erforderliche Festigkeit für deren manuelle Entfernung (Abziehen) aufwiesen.

Für die Bewertung der Reinigungswirkung der gelierten Filme auf waagerechten und senkrechten Modelloberflächen im Labor- und kleintechnischen Maßstab wurden geeignete Methoden entwickelt und angewendet. Dabei zeigte sich dass der Zusatz von Tween 80 nicht nur die Geschwindigkeit zur Bildung eines stabilen Gelatinefilms erhöhte (verbesserte Ablöseeigenschaften) sondern auch die Partikeleinbindung durch den Gelatinefilm verbesserte. Das galt insbesondere für fetthaltige Pulver, z.B. aus Hühnervollei.

Die praxisnahe Erprobung des alternativen Reinigungsverfahrens erfolgte in einem Pflugscharmischer im Technikum, wobei die Reinigung mittels unterschiedlicher Methoden nach Verarbeitung einer eihaltigen Backmischung in dem Apparat getestet wurde. Die mögliche Verschleppung von Eiweißen wurde in der Nachfolgecharge, bestehend aus reinem Weizenmehl, mittels ELISA und immunologisch kontrolliert. Dabei zeigten sich erhebliche Kontaminationen an Eiweißen, wenn zuvor nur mittels Ausfegen und/oder Aussaugen, gereinigt wurde. Deutlich bessere Ergebnisse ergab eine Zwischencharge aus Reinigungszucker, mit der die Verschleppung erheblich reduziert werden konnte. Allerdings gelangten nicht aus dem Mischer zu entfernende Rückstände des Zuckers in das Nachfolgeprodukt Weizenmehl. Die Reinigung mit dem alternativen Verfahren ermöglichte eine annähernd vollständige Vermeidung der Verschleppung, wobei auch hier ein positiver Einfluss des Emulgatorzusatzes auf die Partikeleinbindung (Reinigungsergebnis) und auch auf die Ablöseeigenschaften des Films feststellbar war. Das Ziel des Vorhabens wurde damit erreicht.

Der ebenfalls untersuchte Ersatz der Gelatine in der Reinigungslösung durch ein Hydrokolloid auf pflanzlicher Basis am Beispiel Agar-Agar ergab bei vergleichbaren Viskositäten der Lösung und niedrigeren Gelierungstemperaturen Gele mit geringerer Festigkeit, die sich praktisch überhaupt nicht als Film von den Oberflächen abziehen ließen. Zudem wiesen diese Lösungen eine deutlich schlechte Haftung an senkrechten Oberflächen beim Auftragen aus, so dass an diesen Stellen kein zusammenhängender Film aufgebracht werden konnte.

## **5. Wirtschaftliche Bedeutung für kleine und mittlere Unternehmen (kmU)**

Die Optimierung der Reinigung bei pulverförmigen, trockenen Lebensmitteln in Bezug auf allergene Bestandteile stellt aufgrund der Lebensmittel-Kennzeichnungsvorschriften ein Problem dar, das in diesem Bereich der Lebensmittelindustrie bisher keine bzw. nur eine untergeordnete Bedeutung hatte. Schon jetzt ist aber abzusehen, dass bei Positivbefunden von nicht gekennzeichneten Allergenen, z.B. durch Verbraucherschützer oder auch Behörden, für das einzelne Unternehmen

große wirtschaftliche Nachteile durch Rückrufaktionen und Imageschaden entstehen können, die für klein- und mittelständische Unternehmen existenzbedrohend werden können.

Das trifft auch auf den Bereich der Backmischungen und Backmittel zu, in dem ca. 45 verschiedene Hersteller, in der Mehrzahl kmU, tätig sind. Deren Produkte werden an mehrere Hundert Anwender in Industrie und Handwerk geliefert. Der Gesamtumsatz nur für Backmischungen lag in Deutschland im Jahre 1999 bei ca. 90 Mill. €. Damit ist eine entsprechende wirtschaftliche Relevanz dieser Produktkategorie mit branchenübergreifender Bedeutung gegeben.

Im Rahmen des Projekts wurde eine neue Reinigungstechnologie entwickelt und an die Anforderungen bei der Verarbeitung von pulverförmigen Mischungen angepasst. Mit diesem innovativen Reinigungsverfahren steht den kleinen und mittelständischen Verarbeitern pulverförmiger Mischungen eine Reinigungsmethode zur Verfügung, mit der Verschleppungen aus einem Produkt in das nachfolgend verarbeitete Produkt vermieden werden können. Daraus resultiert eine erhöhte Produktsicherheit, so dass Fehlchargen oder Rückrufaktionen reduziert werden können.

Auch die analytischen Methoden zum Nachweis allergener Komponenten konnten im Rahmen des Projekts optimiert werden. Durch diese verbesserten Bestimmungsmethoden für allergieauslösende Substanzen werden die Qualitätssicherungssysteme in den kleinen und mittelständischen Unternehmen stabilisiert und die Produktsicherheit erhöht.

Bezüglich der Praxistauglichkeit der alternativen Reinigungsmethode wurde eine erste, sehr grobe Kostenrechnung durchgeführt. Es wurden die der Reinigungskosten für einen zylindrischen Apparat mit einem Volumen von ca.  $1 \text{ m}^3$  (Durchmesser: 1 m, Länge: ca. 1,3 m) mit einer Innenfläche von ca.  $5,6 \text{ m}^2$  geschätzt, wobei Einbauten im ersten Ansatz nicht berücksichtigt wurden. Für 20%ige Lösungen und Schichtdicken von 2 mm ergeben sich pro Anwendung Materialkosten von ca. 11 € und Abschreibungen von ca. 8 € pro Reinigung. Nicht mit einbezogen wurden die Lohnkosten, da diese auch bei der konventionellen Reinigung anfallen.

## 6. Durchführende Forschungsstellen

Forschungsstelle 1: Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)  
Prof.-von-Klitzing-Str. 7, 49601 Quakenbrück  
Institutsleitung: Dr. Volker Heinz  
Projektleiter: Dr.-Ing. K. Franke

Forschungsstelle 2: Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)  
Bliersheimer Straße 60, 47229 Duisburg  
Institutsleitung: Prof. Dr.-Ing. K. G. Schmidt  
Projektleiter: Dr.-Ing. S. Haep

Forschungsstelle 3: Universität Hamburg, Institut für Biochemie und Lebensmittelchemie  
Grindelallee 117, 20146 Hamburg  
Institutsleitung: Prof. Dr. Dr. H. Steinhart  
Projektleiter: Dr. A. Paschke