

Kurzfassung Abschlussbericht „HD-Greifer“

Für die nachhaltige Produktivitätssteigerung in der Lebensmittelherstellung wird der Einsatz von flexiblen Automatisierungssystemen auf der Basis von Robotern immer wichtiger. Durch eine geeignete Ausführung derartiger Systeme kann auch die Lebensmittelsicherheit der Produkte erhöht werden, da der Mensch als mikrobiologische Kontaminationsquelle mit dem ungeschützten Produkt weniger in Kontakt kommt, z.B. beim Verpacken. Die Greiftechnik für das Handling der Lebensmittel, d.h. Aufnehmen, Transportieren und Ablegen, ist dabei von besonderem Interesse, da diese das Lebensmittel direkt berührt. Hier ist die komplette Reinigbarkeit, auch als „Hygienic Design“ bezeichnet, im besonderen Maße gefordert. Bisher allerdings war die Verfügbarkeit von Greifsystemen, die diese Anforderungen erfüllen und zugleich mit der hohen Variabilität in den Abmessungen der Lebensmittel umgehen können, sehr eingeschränkt, was auch die Weiterentwicklung der Automatisierung in diesem Bereich behinderte.

Ziel des Projektes war es, Greifkonzepte für unverpackte Lebensmittel im „Hygienic Design“ auf der Basis von Elastomerfingern, die sich mittels Druckluft steuern lassen, zu entwickeln und diese anhand von Funktionsmustern zu testen. Generelle Vorteile der Elastomergreifer für den Einsatz im Lebensmittelbereich sind die geschlossene Bauweise ohne Gelenke und Spalten sowie die hohe Flexibilität bezüglich der äußeren Abmessungen. Daher sollten im Projekt die wissenschaftlich-technischen Voraussetzungen für den Einsatz dieser Greifer zur hygienischen und gleichzeitig auch schonenden Handhabung von empfindlichen Lebensmitteln im unverpackten Zustand erarbeitet werden.

Zu Beginn der Projektbearbeitung wurden Kategorien für Lebensmittel entwickelt, die sich mit dem gleichen Greifkonzept, insbesondere Anordnung und Anzahl der Elastomerfinger, handhaben lassen. Aufbauend auf Recherchen zu den relevanten Lebensmitteltypen wurden insgesamt vier unterschiedliche Lebensmittelkategorien definiert, die sich in ihrer Masse, ihrer Form und deren Stabilität sowie ihren Qualitätsanforderungen, z.B. Empfindlichkeit der Oberfläche, unterscheiden.

Für die Auswahl der Greiferwerkstoffe (Elastomere) war die Konformität mit den relevanten gesetzlichen Bestimmungen das erste und wichtigste Kriterium. Darüber hinaus spielten die physikalischen Eigenschaften, die Beständigkeit (Fette/Öle und Reinigungsmittel) sowie das Verschmutzungsverhalten eine Rolle. Im Ergebnis dieser Vorüberlegungen wurden vier thermoplastische Elastomere (TPE) ausgewählt und nachfolgend intensiv getestet. Zusätzlich wurde die Haftreibung mit ausgewählten Lebensmitteloberflächen in einer speziell entwickelten Versuchseinrichtung gemessen und die mögliche Übertragung von geruchsaktiven Stoffen durch das Greifermaterial analysiert. Da eines der TPE nicht die erforderliche Beständigkeit gegen Öle und Fette aufwies, wurde im weiteren Verlauf nur noch mit den verbliebenen drei TPEs weitergearbeitet. Die eingesetzte worst-case-Methode für die Übertragung von Geruchsstoffen (24 h Lagerung in der Substanz) zeigte eine geringe Aufnahme durch das Greifermaterial, die auch nach einer Reinigung nicht vollständig verschwand. Trotzdem kann davon ausgegangen werden, dass im realen Prozess mit sehr kurzen Kontaktzeiten, die Geruchsübertragung durch die TPE keine Rolle spielt. Alle anderen Daten zu den physikalischen Eigenschaften, z.B. hinsichtlich Langzeitstabilität und Verhalten bei niedrigen Temperaturen (Kühlhaus)

bestätigten die generelle Eignung der verbliebenen TPE als Material für Elastomergreifer zum Lebensmittelhandling.

Die im Rahmen des Projektes entwickelten mathematischen Modelle für die Greifer basierend auf einer vereinfachten Geometrie (Zylinder) ermöglichen die Vorhersage von Verformung und Greifkraft in Abhängigkeit von den Abmessungen der Greiferfinger (Länge und Dicke). Die prinzipielle Eignung der Modelle für eine Vorhersage konnte auch anhand von Messungen der Greifkraft am Beispielgreifern bestätigt werden. In Kombination mit den Daten zur Haftreibung konnten zudem Handlungsmöglichkeiten bei unterschiedlichen Gütern (kraftschlüssiges oder formschlüssiges Greifen) abgeschätzt werden.

Der Entwurf und die Umsetzung der eigentlichen Greiferfinger erfolgten in einem mehrstufigen Prozess. Zunächst wurden in einem Versuchstand mit vereinfachter Greifergeometrie die Anforderungen an die Greifer für die verschiedenen Lebensmittelkategorien definiert (Anzahl, Ausrichtung und Abmessung der Greiferfinger). Mit diesem Know-how wurden dann erste Funktionsmuster der Greifer hergestellt und optimiert. Zu Projektende schließlich wurden aus diesen Geometrien zwei Funktionsmuster ausgewählt, die nachfolgend aus den TPE mittels Transfer-Molding-Form in größeren Stückzahlen hergestellt werden konnten. Zudem war es möglich, die Verformung genau dieser Funktionsmuster mittels FEM realitätsnah zu simulieren. Diese Elastomerbauteile wurden dann über ein Kupplungssystem zu einem vollständigen Greifer zusammengebaut und in Greifversuchen auf ihre Tauglichkeit getestet. Die Ergebnisse dieser Tests bestätigten den breiten Anwendungsbereich dieser Elastomergreifer für das schonende Handling von sehr unterschiedlichen Lebensmitteln. Zugleich wurde aber auch deutlich, dass die Greiferform und deren Ansteuerung noch weiter optimiert werden muss, um die gerade für schnelle Pick-and-Place-Aufgaben erforderlichen Aufnahme- und Ablegegeschwindigkeiten sicherzustellen.

Die Reinigungsuntersuchungen direkt an den TPE-Funktionsmustern verdeutlichten, dass diese Greiferfinger gleich oder besser reinigbar waren als ein elektropolierter Edelstahl. Bei diesen Untersuchungen konnte ebenfalls nachgewiesen werden, dass eine hygienegerechte Gestaltung der Greifer während des gesamten Entwicklungsprozesses eingehalten wurde. Eine Schwachstellenanalyse im Hinblick auf die Einhaltung des Hygienic Designs offenbarte keine kritischen bzw. nicht zu reinigenden Stellen.

Damit stehen zum Ende des Projekts Funktionsmuster von Beigefingergreifern auf der Basis von TPE für das Handling von hygienisch sensiblen Lebensmitteln zur Verfügung, die sowohl bezüglich Funktionalität (sicheres Greifen) als auch bezüglich Reinigbarkeit umfangreich im Labor und Technikum getestet wurden. Über die Kategorisierung marktrelevanter Handlungsaufgaben für die Elastomergreifer anhand von Lebensmittelgruppen mit ähnlichen Anforderungen an die Greiftechnik wurden zudem die Grundlagen für eine effiziente Umsetzung der Elastomergreifer in die Lebensmittelindustrie geschaffen. Dafür stehen auch Modelle zur Verfügung, mit deren Hilfe sich die Eignung der Elastomergreifer für weitere Lebensmittel bezüglich der erforderlichen Geometrie einfach abschätzen lässt.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 404 ZBG der Forschungsvereinigung Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e. V. – IVLV, Giggenhauser Str. 35, 85354 Freising, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) und –entwicklung vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert.

IVLV-Mitglieder können den vollständigen Projektabschlussbericht auf unserer Homepage herunterladen. Hierzu ist nur eine Anmeldung in der Rubrik „[Meine IVLV](#)“ erforderlich. Nicht-Mitglieder können den Abschlussbericht gegen einen Unkostenbeitrag bei der IVLV-Geschäftsstelle unter office@ivlv.de [anfordern](#).