

Neues Greiferprinzip für die Logistik

Untersuchungen an einem Toroid

Vorgestellt wird ein neuartiges Greiferprinzip, das aufgrund seiner charakteristischen Merkmale – hohe Flexibilität und schonende Kraftübertragung sowie geringe Herstellungs- und Betriebskosten – vor allem zur Automatisierung von Greiffunktionen in Logistikprozessen geeignet ist. Die Leistungsfähigkeit des sog. Toroidgreifers wurde mit einem in einen Portalroboter integrierten Prototyp nachgewiesen.

- Björn Cleves
- Rainer Bruns

Einsatzfelder und Formen von Greifern

Greifer werden in zunehmendem Maße zur Automatisierung der logistischen Kette eingesetzt. Sie unterstützen in vielfältiger Art alle Prozessschritte, bei denen einzelne Stückgüter bewegt werden müssen, wozu beispielsweise auch das Vereinzeln und Zusammenführen von Gebinden oder das Einsortieren und Entnehmen von Einzelstücken aus Kästen, von Tablarern, aus Kartons, Behältern usw. gehören.

Während in der Fertigung und Montage spezielle Greifwerkzeuge mit einer hohen Präzision in der Positionierung benötigt werden, geht es in den logistischen Prozessen vor allem darum, Objekte mit unterschiedlichen Formen, Abmessungen, Oberflächenstrukturen und mechanischen Eigenschaften (starr oder nachgiebig) sicher zu greifen. Dies erfordert neuartige fördertechnische Lösungen, die hochgradig flexibel einsetzbar sein müssen. Eine hohe Positionierungsgenauigkeit ist dabei meistens nicht erforderlich.

Genauso vielfältig wie die Verwendung der Greifer ist auch die Anzahl ihrer Ausprägungen. Bekannt sind viele unterschiedliche Formen von Greifern oder allgemeiner Mittel zur Lastaufnahme, die auf den verschiedenen Wirkprinzipien der Kraftübertragung basieren. Wichtige Ausführungsformen von Lastaufnahmemitteln sind Gabelzinken, Seile und Gurte, Vakuumheber, Greifarmer, Greifklauen, Lasthebemagnete, Zangen und Klemmen. Die meisten heutigen Lastaufnahmemittel haben den Nachteil, dass sie nur für Ladungseinheiten mit normierten Schnittstellen (Ladungsträger wie Paletten, Container oder genormte Kisten) oder nur für spezielle Stückgüter einsetzbar sind. Beispiele hierfür sind Lasthebemagnete (nur für



1 Unterschiedliche Objekte am Toroidgreifer

Stückgüter aus Eisen oder Stahl), Vakuumheber (nur für Stückgüter mit glatter und ebener Oberfläche) und Gabelzinken (ausschließlich für Paletten oder Container). Außerdem müssen viele Lastaufnahmemittel zur Aufnahme des Stückgutes sehr genau positioniert werden, was beispielsweise beim Vereinzeln oft nur schwer zu realisieren ist.

Eine bemerkenswerte Idee für einen flexiblen Greifer resultierte aus der Zusammenarbeit des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik (IML) Dortmund und dem Lehrstuhl Förder- und Lagerwesen der Universität Dortmund. Der im Jahr 2004 vorgestellte Traction Gripper kann unterschiedliche Objektgeometrien und -größen greifen. Das Gerät besteht aus zwei rechtwinklig zueinander angeordneten Wirkflächen, auf denen jeweils mehrere parallel angetriebene Gummirollen laufen. Das Greifobjekt wird dadurch im Winkel der beiden Wirkflächen reibschlüssig fixiert. Nachteilig sind die Größe der Konstruktion und die Einschränkung, dass das Stückgut von zwei orthogonal zueinander stehenden Seiten zugänglich sein muss.

Entwicklung eines neuen Greifers

Der aktuell am Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg als Prototyp entwickelte und nachfolgend vorgestellte Toroidgreifer verbindet die hohe Flexibilität des Traction Grippers mit einem einfachen Aufbau und damit mit niedrigen Herstellungs- und Betriebskosten. Die Konstruktion ist raumsparend aufgebaut und ermöglicht das Greifen sehr unterschiedlicher Objekte (Bild 1).

Aufbau: Bild 2 verdeutlicht den konstruktiven Aufbau des Greifers. Das funktionsbestimmende Element des neuen Greifprinzips ist ein doppelwandiger, toroidförmiger Schlauch. Die beiden Wände dieses Schlauches bilden eine geschlossene Kammer, die mit einem fließfähigen Material, wie z. B. Wasser, Öl, Gel oder Granulat, gefüllt ist. Der Schlauch besteht aus einem verschleißfesten, hochelastischen Material (beispielsweise Gummi, Polyurethan, Silikon usw.). Die Außenwand des Schlauches muss fest an einem Außenteil befestigt werden, von dem er teilweise umschlossen ist. Zum leichten Austauschen des Schlauches wird dieser in eine Kunststoffhülle eingeklebt. Die Hülle hat die gleiche Querschnittsform wie der Innenraum des Außenteils und ist durch einen verschraubten Deckel axial im Außenteil fixiert. Dadurch ist eine einfache Montage und Demontage des Schlauches möglich. Das Außenteil ist im Wesentlichen ein Rohr mit kreisförmigem Querschnitt und bildet die Schnittstelle zur Maschine, die die Bewegung des Greifers durchführt. Ein Teil der Innenseite des Schlauches muss mit einem festen Innenteil verbunden werden, das dazu dient, die zum Aufnehmen der Stückgüter erforderliche Bewegung der Schlauchoberfläche zu erzeugen. Zum leichten Austauschen des Schlauches wird eine kleine Kunststoffhülle auf die Innenseite des Schlauches geklebt und diese auf dem Innenteil mit einer Schraubenverbindung axial fixiert. Das Innenteil ist im Wesentlichen eine Stange, die axial beweglich im Außenteil gelagert ist, damit das Innenteil relativ zum Außenteil auf und ab bewegt werden kann.

greifer

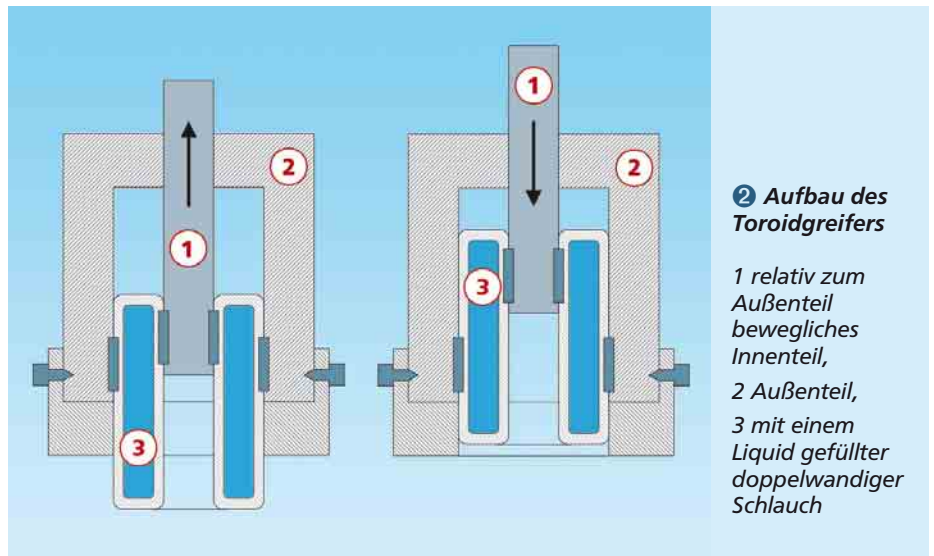
Funktion: Zum Aufnehmen eines Stückgutes wird der Greifer so über dem Gut positioniert, dass die Unterkante des doppelwandigen Schlauches im ausgestülpten Zustand mit dem Gegenstand Kontakt bekommt und ein Teil davon umschließt (Bild 3). Dann wird das Innenteil nach oben bewegt. Hierdurch wird eine Bewegung der Schlauchoberfläche erzeugt, die den Gegenstand durch Reibschluss in den freien Teil der Schlauchmitte hineinzieht. Das Absetzen des Gegenstandes erfolgt analog durch Bewegung des Innenteils nach unten. Bei automatisiertem Betrieb muss die Steuerung erkennen, ob der Schlauch Kontakt zum Stückgut hat und wann der Druck im Greifer zum Transportieren des Stückgutes ausreichend ist. Dazu wird in den Greifer ein Drucksensor integriert.

Da der Schlauch aus einem elastischen Material besteht und mit einem fließfähigen Material gefüllt ist, passt er sich flexibel an die unterschiedlichsten Oberflächenkonturen von Gegenständen an. Die Kraftübertragung zwischen Objekt und Greifer besteht daher aus einer Kombination von Reib- und Formschluss. Der Elastomer-Schlauch schränkt allerdings die Verwendung des Greifers ein, denn spitze Gegenstände oder Güter mit extremen Temperaturen können den Schlauch zerstören.

Realisierung als Prototyp

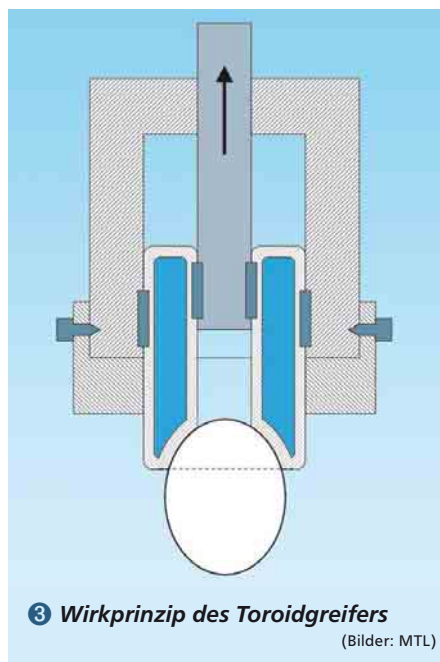
Um die Leistungsfähigkeit des Toroidgreifers nachzuweisen und die Konstruktion zu optimieren, wurde ein Prototyp realisiert und in einen dreiaxsig verfahrbaren Portalroboter mit einem zusätzlichen Antrieb zur Bewegung des Innenteils im Greifer integriert. Greifer und Portalroboter können sowohl manuell über ein externes Bedienpult als auch automatisch über eine intelligente Ablaufsteuerung gesteuert werden. Dazu werden nach der Aufnahme der Grundfläche mit parallel angeordneten Kameras Farbkennwerte und mit Methoden der Nahbereichsphotogrammetrie dreidimensionale Geometrie-Kennwerte bestimmt. Ein Künstliches Neuronales Netz führt aus diesen Kennwerten eine Objektklassifizierung durch, nach der die Objekte sortiert gegriffen und an vorgegebenen Positionen abgesetzt werden. Die Klasseninformationen, wie der benötigte Druck im Greifer und die Zielposition der Objekte, werden in einer Datenbank hinterlegt. Beide Steuerungsvarianten werden über einen Motion-Controller gesteuert, die Informationen werden über das CANOpen-Kommunikationsprotokoll ausgetauscht.

Mit dem als Prototyp realisierten ersten Entwurf des Toroidgreifers konnte bereits die außerordentliche Leistungsfähigkeit und Flexibilität des neuen Greiferprinzips



2 Aufbau des Toroidgreifers

1 relativ zum Außenteil bewegliches Innenteil,
2 Außenteil,
3 mit einem Liquid gefüllter doppelwandiger Schlauch



3 Wirkprinzip des Toroidgreifers

(Bilder: MTL)

eindrucksvoll nachgewiesen werden. So ließen sich ohne jegliche Anpassungsmaßnahmen unterschiedlichste Objekte, wie Kinderspielzeug, rohe Eier, Brillen, verschiedene Büroutensilien, Getränkeflaschen oder Textilien, problemlos greifen und sicher transportieren. Diese Objektauswahl entsprach der Größe des realisierten Greifer-Prototypen. Grundsätzlich ist das Greiferprinzip jedoch in weiten Bereichen skalierbar und könnte daher sowohl für Mikro-Bauteile als auch für Pakete üblicher Größe verwendet werden. Die Vorteile des Toroidgreifers sind neben der hohen Flexibilität die sehr schonende Aufnahme der Objekte sowie die geringen Fertigungs- und Betriebskosten. Der Schlauch kann leicht gewechselt werden, weitere Wartungsarbeiten sind nicht erforderlich.

Ausblick

Wie mit dem Prototyp nachgewiesen werden konnte, eignet sich das neuartige Greiferprinzip vor allem zur Automatisierung von Greiffunktionen in Logistikprozessen. Der in einen Portalroboter integrierte Toroidgreifer wird während der CeMAT 2008 in Hannover (27. bis 31. Mai) auf dem Gemeinschaftsstand der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL) erstmals der Öffentlichkeit präsentiert. Innerhalb eines Forschungsprojektes am Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg soll der neue Greifer u. a. durch geeignete Pilotanwendungen bis zur Einsatzreife weiterentwickelt werden. Hierzu werden Kooperationen mit potenziellen Anwendern angestrebt.

Interessierte Unternehmen können sich im Internet unter www.hsu-hh.de/mtl weitere Informationen über den neuen Greifer abrufen. □

Dipl.-Math. (FH) Björn Cleves

ist Mitarbeiter der Professur für Maschinenelemente und Technische Logistik (MTL) an der Helmut-Schmidt-Universität in Hamburg



Prof. Dr.-Ing. Rainer Bruns

ist Inhaber der Professur für Maschinenelemente und Technische Logistik (MTL) an der Helmut-Schmidt-Universität in Hamburg

