

TentacleGripper

Greifen nach dem Vorbild der Oktopus-Tentakel

FESTO



TentacleGripper

Bionischer Greifer für die Softrobotik



Werkstücke aufnehmen, halten und ablegen – seit jeher spielen Greifanwendungen in der Produktion eine zentrale Rolle. Als Impulsgeber der Industrie-Automatisierung ist Festo daher ständig auf der Suche nach neuen Greifprinzipien und innovativen Lösungsansätzen für die Produktionssysteme in der Fabrik von morgen.

Eine Inspiration für neues Wissen und zukünftige Technologien ist die Natur. Deshalb hat Festo das Bionic Learning Network ins Leben gerufen. Im Verbund mit internationalen Hochschulen, Instituten und Entwicklerfirmen hat sich Festo bereits mehrfach mit den unterschiedlichsten Greifmechanismen nach biologischem Vorbild beschäftigt.

Flexibles Tentakel aus Silikon

Mit dem TentacleGripper präsentiert Festo nun einen bionischen Greifer, der vom Oktopus-Tentakel abgeleitet ist. Der Greifer besteht aus einer weichen Silikonstruktur, die sich pneumatisch ansteuern lässt. Wird sie mit Druckluft beaufschlagt, krümmt sich das Tentakel nach innen und kann sich formschlüssig und sanft um das jeweilige Greifgut legen.

Einzigartige Kombination aus Kraftschluss und Unterdruck

Wie bei seinem natürlichen Vorbild sind an der Innenseite des Silikontentakels zwei Reihen von Saugnäpfen angebracht. Während die kleinen Saugnäpfe an der Greiferspitze passiv wirken, sind die größeren Saugnäpfe mit einer Vakuumleitung verbunden und lassen sich während des Greifvorgangs aktiv regeln.

Sobald sich das pneumatische Tentakel um das Greifgut wölbt, wird an den Saugnäpfen ein Vakuum angelegt, mit dem der Gegenstand sicher am Greifer haftet. Dadurch kann der TentacleGripper eine Vielzahl an unterschiedlichen Formen aufnehmen und halten.

Sichere Softrobotik-Komponente

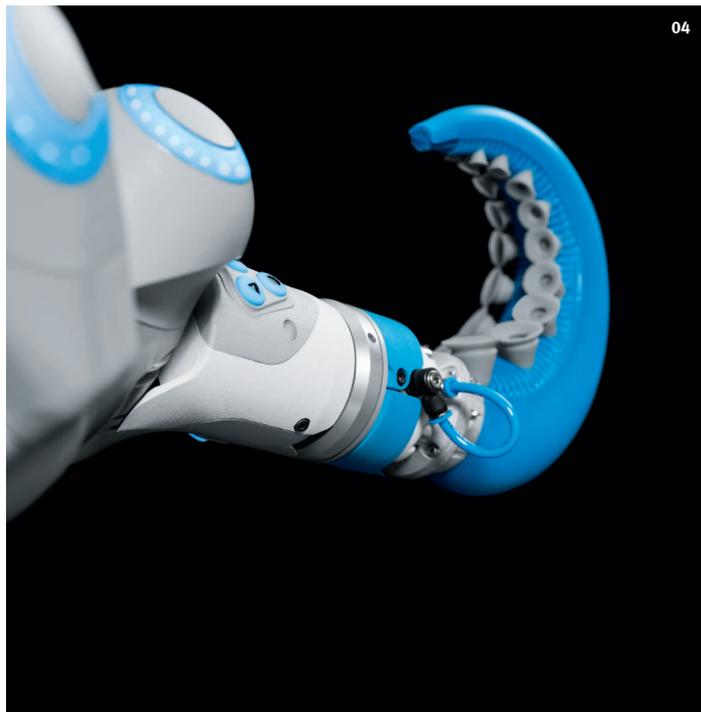
Dank seiner weichen Silikonstruktur kann das künstliche Tentakel aber nicht nur sanft und formschlüssig greifen. Da auch die übrigen, in der Struktur verbauten Materialien elastisch sind, stellt der Greifer im direkten Kontakt keine Gefahr für den Anwender dar. Damit erfüllt der TentacleGripper sogar die hohen Anforderungen an die Softrobotik und kann bedenkenlos für die unmittelbare Zusammenarbeit mit dem Menschen eingesetzt werden.

01: **Gefahrloses Gesamtsystem:** der TentacleGripper am BionicMotionRobot

02: **Technische Umsetzung:** die Innenseite des künstlichen Tentakels

03: **Natürliches Vorbild:** die frei beweglichen Tentakel des Oktopus

04: **Vielseitige Einsatzvarianten:** der flexible Greifer am BionicCobot



Zu diesem Zweck erprobt Festo den TentacleGripper gleich an zwei pneumatischen Leichtbaurobotern, die ebenfalls im Bionic Learning Network entwickelt wurden: am BionicMotionRobot und am BionicCobot.

Beide Roboter sind von Grund auf nachgiebig und lassen sich in ihrer Kinematik stufenlos versteifen. Damit können sie direkt mit dem Menschen interagieren. Selbst im Falle einer Kollision sind sie ungefährlich und müssen nicht wie konventionelle Fabrikroboter vom Werker abgeschirmt werden.

Präzise Regelung des bionischen Greifers

Das eingesetzte Festo Motion Terminal steuert und regelt dabei sowohl den jeweiligen Roboterarm als auch den Greifer. Das Motion Terminal ist die weltweit erste pneumatische Automatisierungsplattform, die mit ihrer Softwaresteuerung per Apps die Funktionalitäten von über 50 Einzelkomponenten in sich vereint. Das ermöglicht nicht nur die vielseitigen Bewegungsabläufe der beiden Roboter, sondern auch die exakte Dosierung von Druckluft und Vakuum im Silikontentakel.

Damit und aufgrund seiner weichen Struktur hat der TentacleGripper großes Potenzial für die kollaborativen Arbeitsräume von morgen. Durch den Einsatz einer pneumatischen Kinematik mit vakuumbasierter Haltekraft kann er bereits die unterschiedlichsten Greifaufgaben in der Industrie lösen.

In der Automatisierung von heute gibt es eine Vielzahl von verschiedenen Greifern, die jeweils für eine spezielle Aufgabe entwickelt worden sind. Ändert sich die Form eines Werkstücks, muss der entsprechende Greifer in der Regel ausgetauscht oder aufwendig umgebaut werden. In Anlagen, die verschiedene Produkte fertigen, kommen daher häufig Wechselsysteme zum Einsatz, die mit unterschiedlichen Greifern bestückt sind.

Anforderungen an die Fabrik von morgen

In der Produktion der Zukunft dagegen werden immer flexiblere Anlagen und Komponenten benötigt, die sich im Sinne von Plug-and-Produce eigenständig auf das jeweils zu fertigende Produkt einstellen. Anpassungsfähige Greifer wie der TentacleGripper können dabei eine bedeutsame Rolle einnehmen.

TentacleGripper

Greifen nach dem Vorbild der Oktopus-Tentakel





Das natürliche Vorbild

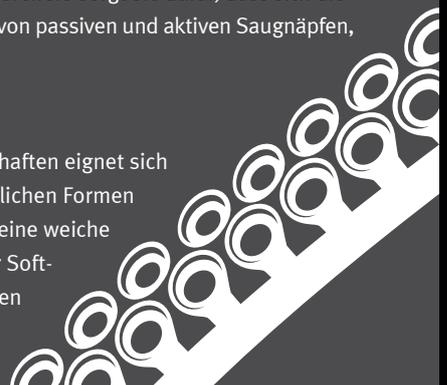
Der Oktopus ist ein faszinierendes Lebewesen: Je nach Stimmung und Umgebung ändert er nicht nur blitzschnell seine Farbe. Zur Tarnung kann er auch die Struktur seiner Körperoberfläche an den jeweiligen Untergrund anpassen. Da er kein Skelett besitzt und fast ausschließlich aus Muskeln besteht, gilt er als äußerst beweglich. So kann er sich selbst durch die kleinsten Ritzen zwängen, wendig in alle Richtungen schwimmen und verschiedenste Gegenstände formschlüssig greifen. Mit Hilfe der Saugnäpfe an der Innenseite seiner acht Tentakel kann er dabei auch kräftig zupacken und sich an glatten Oberflächen festhalten.

Die technische Umsetzung

Der TentacleGrripper besteht aus einer weichen Silikonstruktur, die sich pneumatisch verformt und so um das Greifgut legt. Dazu ist im Rücken des Tentakels eine längs verlaufende Kammer ausgespart, die mit Druckluft befüllt wird. Um die Luftkammer herum ist ein Textilmantel eingelassen, der die Ausdehnung begrenzt und das Silikon vor dem Platzen schützt. In der Mitte des Tentakels liegt eine hauchdünne Folie. Gemeinsam mit den kleinen Aussparungen an der Innenseite des Greifers sorgt sie dafür, dass sich die Struktur nur nach innen krümmt. Unterstützt wird der Greifvorgang von passiven und aktiven Saugnäpfen, die das Greifgut zusätzlich halten.

Der industrielle Nutzen

Mit dieser Kombination aus schlüssigem Greifen und sicherem Anhaften eignet sich der TentacleGrripper für eine Vielzahl an Objekten mit unterschiedlichen Formen und Geometrien, glatter Oberfläche und hoher Empfindlichkeit. Seine weiche Struktur erfüllt darüber hinaus bereits die strengen Kriterien einer Softrobotik-Komponente und garantiert ein sicheres Zusammenarbeiten mit dem Menschen.



Das Bionic Learning Network

Neue Impulse durch Open Innovation

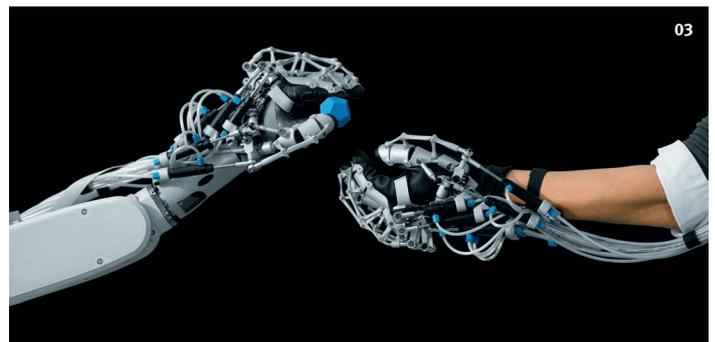
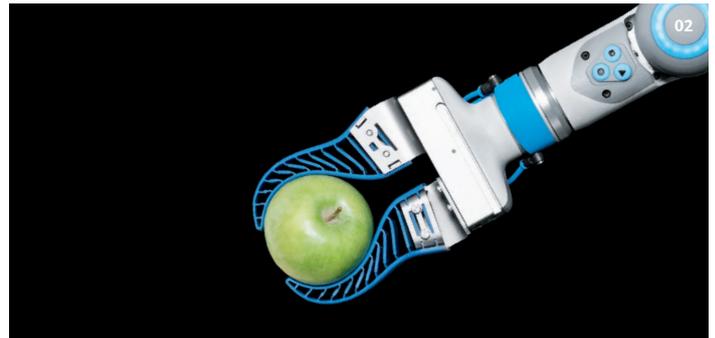


Zu den Zielen des Bionic Learning Network zählt aber nicht nur das Lernen von der Natur, sondern auch das frühzeitige Erkennen und Fördern guter Ideen und deren gemeinsame Umsetzung über Unternehmensgrenzen hinweg. Der TentacleGripper ist ein weiteres hervorragendes Beispiel für die enge Zusammenarbeit von Festo mit Hochschulen im Rahmen des Netzwerks.

Interdisziplinäres Hochschulprojekt

Entwickelt wurde das Silikontentakel in Kooperation mit der School of Mechanical Engineering and Automation an der Beihang University (BUAA) in China. Nach einem zunächst losen Austausch über mögliche bionische Technologieträger entstand die gemeinsame Überlegung, das Oktopus-Tentakel als pneumatischen Greifer umzusetzen.

Daraufhin begannen zwei Studenten der Universität mit Unterstützung von Festo ihre Studien zur technischen Ableitung des natürlichen Wirkprinzips. Auf der Hannover Messe im April 2016 kam es dann zu einem persönlichen Treffen der Projektverantwortlichen und die Zusammenarbeit wurde intensiviert.



Onlinekonferenzen und gemeinsame Umsetzung

In Folge tauschte sich das Team monatlich per Video aus, um die aktuellen Entwicklungsstände und neue Ideen miteinander zu teilen. Mit der Integration der Saugnäpfe konnten in dieser Projektphase die Greifeigenschaften des Silikontentakels maßgeblich verbessert werden.

Der nächste Meilenstein folgte während eines zweitägigen Workshops von Festo zum Thema Bionik in Peking, bei dem sich das Projektteam traf und den Greifer vor Ort gemeinsam weiterentwickelte. Bei ihrem Gegenbesuch im Festo Headquarters konnten die beiden Studenten ihre Entwürfe zusammen mit den Ingenieuren von Festo optimieren und mit Hilfe modernster Prototyping-Technologie umsetzen. Dadurch ließen sich sowohl die Robustheit als auch die Flexibilität des Tentakels signifikant steigern und das Konzept zum funktionsfähigen Greifer weiterführen.

Damit fügt sich der TentacleGripper in eine Reihe von Greifern ein, die bereits aus den interdisziplinären Forschungsarbeiten des Bionic Learning Network hervorgegangen sind.

01: **TentacleGripper 2017:** Greifen wie die Tentakel des Oktopus

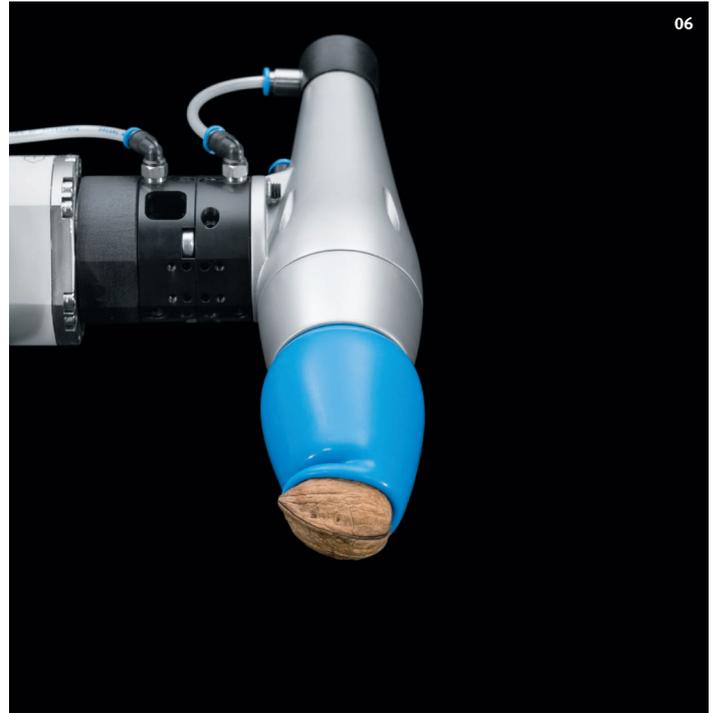
02: **Adaptiver Greifer DHAS:** vom bionischen Forschungsprojekt zur Serienreife

03: **ExoHand 2012:** Kraftverstärkung für die Mensch-Technik-Kooperation

04: **LearningGripper 2013:** Greifen und Lernen im Zusammenspiel

05: **MultiChoiceGripper 2014:** variables Greifen von verschiedenen Formen

06: **FlexShapeGripper 2015:** Formschluss der Chamäleonzung



Verschiedenste Greifer nach natürlichem Vorbild

Erstmals ließen sich die Entwickler 2009 bei den adaptiven Greif-fingern des BionicTripod von der Tierwelt inspirieren. Wie die Fisch-flosse knickt die Struktur mit Fin Ray Effect® bei seitlichem Druck nicht weg, sondern wölbt sich um den Druckpunkt herum. So schließen sich die Finger sanft um das Greifgut, was ein sicheres Halten von leicht zerbrechlichen und unregelmäßig geformten Objekten ermöglicht. Mittlerweile hat Festo den Greiffinger unter dem Namen DHAS zum Serienprodukt weiterentwickelt.

Ein weiteres Greiferprojekt aus dem Bionic Learning Network ist der NanoForceGripper von 2012, dessen Greiffläche dem Geckfuß nachempfunden ist. Mit ihm lassen sich speziell empfindliche Gegenstände mit glatten Oberflächen rückstandslos und nahezu energiefrei greifen.

Sie wollen mehr über die bionischen Greifer von Festo erfahren? Besuchen Sie www.festo.com/bionik auf Ihrem Smartphone, Tablet oder PC und klicken Sie sich durch die Projekte.



Mit dem PowerGripper setzte Festo im selben Jahr zudem die komplexe Kinematik des Vogelschnabels um. Und mit der ExoHand präsentierten die Entwickler ein Exoskelett, das wie ein Handschuh angezogen werden kann: Mit ihr lassen sich Finger aktiv bewegen, die Kraft in den Fingern verstärken sowie Bewegungen der Hand aufnehmen und in Echtzeit auf Roboterhände übertragen. Durch Force-Feedback fühlt der Mensch dabei, was der Roboter greift.

2013 hat Festo mit dem LearningGripper einen bionischen For-schungsträger entwickelt, der lernfähig ist und sich eine komplexe Handlung selbst aneignen kann. Ein Jahr später diente beim MultiChoiceGripper der opponierende Daumen der menschlichen Hand als Inspiration: Wie sein natürliches Vorbild kann der Greifer seine Finger so umschalten, dass er entweder parallel oder zen-trisch greifen kann – ohne dass ein Umbau erforderlich ist.

Das Wirkprinzip des FlexShapeGripper aus dem Jahr 2015 ist von der Zunge des Chamäleons abgeleitet. Mit seiner elastischen Kappe aus Silikon kann er mehrere Objekte mit unterschiedlichsten Formen in einem Vorgang aufnehmen und gesammelt ablegen.



Technische Daten

Länge: 22 cm
 Gewicht: 190 g
 Arbeitsdruck: 2 bar

Material Struktur: gegossenes Silikon
 Material Textilmantel: LYCRA®-Fasern
 Material Folie: Polystyrol

Aktive Saugnäpfe: 8
 Passive Saugnäpfe: 10

Fin Ray Effect® ist eine Marke der Evologics GmbH, Berlin
 LYCRA® ist eine Marke von INVISTA

Projektbeteiligte

Projektinitiator:
 Dr. Wilfried Stoll, Geschäftsführender Gesellschafter,
 Festo Holding GmbH

Projektleitung:
 Dr.-Ing. Heinrich Frontzek, Dr.-Ing. Elias Knubben,
 Festo AG & Co. KG

Projektteam:
 Prof. Li Wen, Xie Zhexin, Gong Zheyuan,
 School of Mechanical Engineering and Automation,
 Beihang University (BUAA), China
 Nathanael Peltzer, Festo AG & Co. KG

Wissenschaftliche Betreuung:
 Dr. rer. nat. Nina Gaißert,
 Festo AG & Co. KG

Festo AG & Co. KG

Ruiter Straße 82
 73734 Esslingen
 Deutschland
 Telefon 0711 347-0
 Telefax 0711 347-21 55
 cc@festo.com
 → www.festo.com/bionik