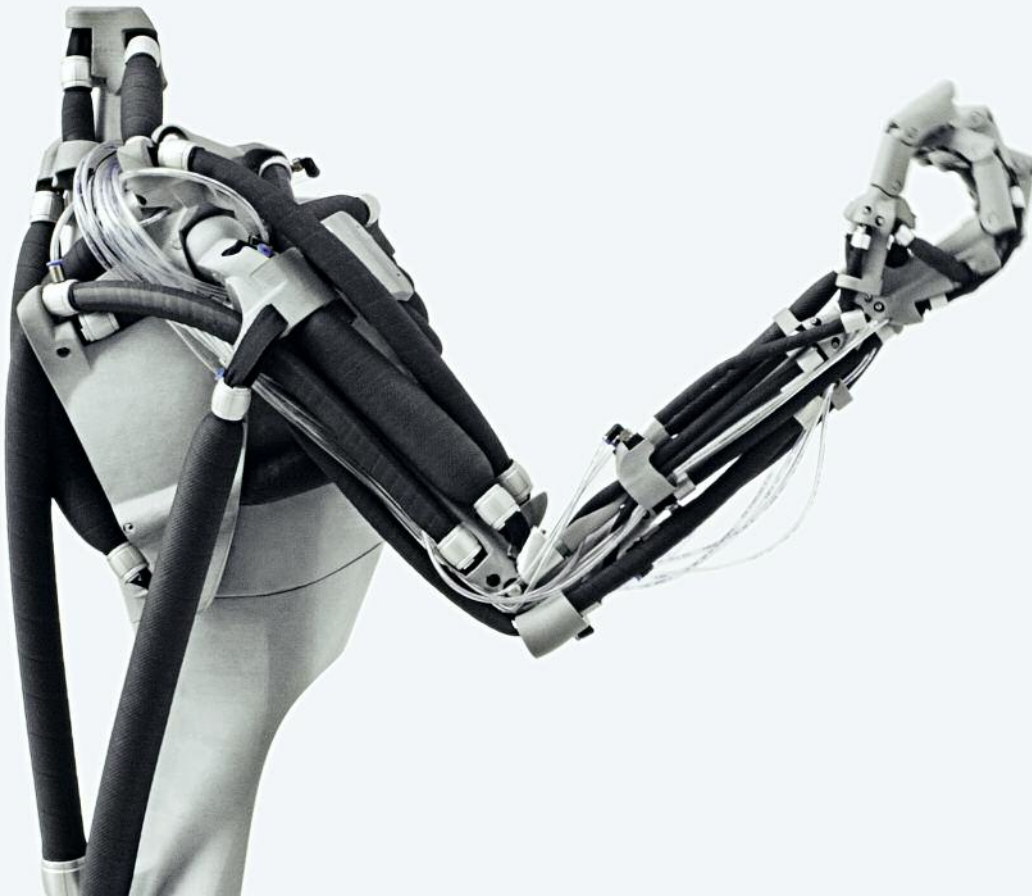


Airic's_arm

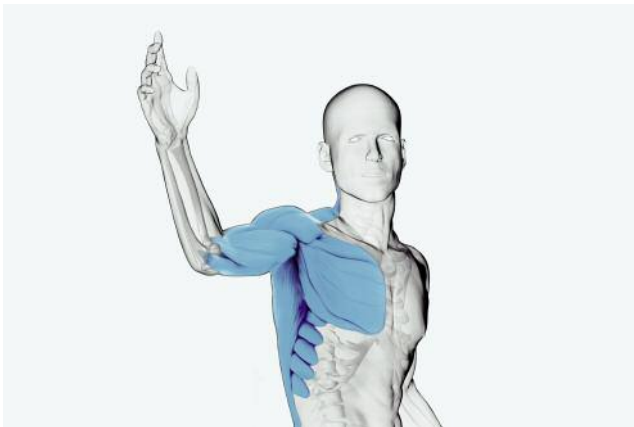
FESTO



**Roboterarm
mit Fluidic Muscles**

Info

Neue Möglichkeiten der Bionik und der Mechatronik



Der menschliche Arm

Wie kann mit technischen Mitteln ein Bewegungsapparat gestaltet werden, der in seinem konzeptionellen Aufbau, seiner technischen Konstruktion und seinem bionischen Design dem natürlichen Vorbild Mensch möglichst nahe kommt? Airic's_arm ist von der Natur inspiriert. In der Kombination von Mechatronik und Bionik zeigt er neue Möglichkeiten, wie automatisierte Bewegungsabläufe der Zukunft aussehen könnten.

Ziel des Projekts ist es, die Gestaltungsprinzipien der Natur im Detail zu verstehen und auf technische Umsetzbarkeit zu überprüfen. Obwohl diese Prinzipien aus Medizin und Wissenschaft seit langem bekannt sind, wurden sie in der Technik bislang nur wenig umgesetzt.

Unsere heutige technische Welt zeichnet sich durch hochpräzise, schnelle, robuste, zuverlässige und langlebige Komponenten aus, die ihren Einsatz in all unseren Lebensbereichen finden. Es gibt fast nichts, was eine Maschine im Detail nicht besser könnte, als der Mensch es kann. Doch im Umkehrschluss gibt es auch kein Gerät, das all das kann, was der Mensch kann. Und dies liegt nicht nur an der Einzigartigkeit seines Intellekts, sondern auch an der enormen Vielseitigkeit seines Körpers. Im Gegensatz zur konstruierten Welt sind seine Glieder nicht starr, ist seine Struktur vergleichsweise leicht, arbeitet sein Organismus unglaublich effizient, regeneriert sich sein Körper von selbst und nicht zuletzt ist er Universalist und kann, mit einigen Hilfsmitteln ausgestattet, fast jede Aufgabe meistern.

Der Mensch besitzt an einem Arm mit Hand und Schultergelenk insgesamt 64 Muskeln und 28 Knochen. Darüber hinaus eine Fülle von Rezeptoren für Temperatur, Position, taktiles Empfinden



Röntgenaufnahme von Airic's_arm

und Schmerz. Durch den speziellen Aufbau seiner Gelenke erreicht er erstaunlich große Kräfte und Bewegungsfreiheit in fast allen Richtungen. Er kann Gegenstände mit seinen Händen definiert greifen und mit Arm und Schulter sehr genau positionieren. Er kann schnell agieren. So erreicht zum Beispiel ein Baseball beim Abwurf eine Geschwindigkeit von bis zu 150 km/h. Auch kraftvoll zupacken gelingt mit seinen Händen ebenso, wie das Anheben von Lasten. Beim Gewichtheben werden bis zu 250 kg gestoßen.

All diese Eigenschaften sind nicht nur für uns, sondern in der Zukunft auch für die Robotik interessant. Mit ihrer Hilfe können wir bald noch mehr gefährliche und gefährdende Situationen der Technik überlassen.

Airic's_arm ist ein Roboterarm, der mit artifiziellen Knochen und Muskeln ausgestattet ist. 30 Muskeln bewegen die Knochenstruktur, die wie bei uns Menschen aus Elle und Speiche, Mittelhandknochen und Fingerknochen, sowie Schulterkugelgelenk und Schulterblatt besteht. Gelenke, die in der technischen Welt so nicht vorkommen. Bei Airic sind die Knochen nicht selbst gewachsen und sie verheilen auch nicht selbstständig nach einem Bruch. Sie sind am Computer konstruiert und wachsen mit modernsten Laser-sinterverfahren dreidimensional im Raum aus Polyamid.

Die Muskeln sind ein Produkt von Festo und unter dem Namen Fluidic Muscle in der industriellen Praxis bereits weit verbreitet. Der Fluidic Muscle ist ein durch Aramidfasern verstärkter Schlauch aus Elastomer. Wird der Muskel mit Druckluft befüllt, vergrößert sich sein Durchmesser und gleichzeitig wird seine Länge verkürzt. Die Anfangskraft dieses künstlichen Muskels ist sehr groß, und er ist in seiner Dynamik dem menschlichen Muskel ähnlich.



Airic's_arm mit artifiziellen Knochen und Muskeln



Piezo-Proportionalventile

Sein größter Vorteil gegenüber dem menschlichen Muskel ist, dass er im verkürzten Zustand keine weitere Energiezufuhr mehr benötigt. Dies bedeutet, dass ein Gewicht von Airic's_arm, einmal angehoben, beliebig lange in jeder Position gehalten werden kann. Durch den Einsatz dieser Technologie gelingt es, die Kräfte und die Steifigkeit in der Konstruktion exakt zu regeln. Dies gelingt mit sehr kleinen und höchst innovativen Piezo-Proportionalventilen von Festo. Nur durch die kompakte Baugröße ist es gelungen, 72 Proportionalventile inklusive der Drucksensorik und der Leistungselektronik in Form von 8 Ventilinseln muskelnah unterzubringen, denn nur so kann eine gute Regelbarkeit der Muskeln sichergestellt werden. Mit Druck- bzw. Längensensoren werden die Zugkräfte bzw. die Verkürzung der einzelnen Muskeln ermittelt. Eine von Festo entwickelte mechatronische Einheit regelt dann die Druckverläufe des Systems, und es wird ein Bewegungsablauf möglich, der in seiner Kinematik, seiner Geschwindigkeit, seiner Kraft aber auch seiner Feinheit den menschlichen Bewegungen nahe kommt. Die Koordination dieser vielen Aktuatoren ist nur durch modernste mechatronische Systeme und Software möglich. Was bei uns

Menschen in Bewegung ohne weiteres Nachdenken unbewusst oder sogar reflexartig passiert, muss hier noch mit großem Aufwand Computer unterstützt gesteuert und geregelt werden. Eine Erweiterung der Sensorik von Airic's_arm, wie z.B. durch Kameras oder Elemente zur taktilen Wahrnehmung, sind zukünftig ebenso denkbar, wie eine Weiterentwicklung in der Ausgestaltung von Rücken, Hüfte, Nacken etc.

Festo möchte sich mit bionischen Projekten über das eigene Geschäftsfeld hinaus für neue Ansätze in der Automatisierung engagieren. Seine innovativsten Industriekomponenten kommen dabei in vielfältiger Weise zum Einsatz. Für die komplexen Antriebsformen von übermorgen dienen Phänomene in Luft und Wasser, vor allem aber der Mensch selbst als Quelle der Inspiration.



Technische Daten

Abmessungen In Aktion:	85 x 85 x 65 cm
Gesamtgewicht:	6,3 kg
Anzahl der Ventile 32 Piezoproportionalventile: Abmessungen:	Durchfluss 50l/min 62 mm x 15 mm x 7,5 mm
40 Piezo_Pico: Abmessungen:	Durchfluss 9l/min 30 mm x 5 mm x 13 mm
Anzahl der Aktuatoren Muskel ø 20 : Muskel ø 10 : Muskel ø 5 :	1 12 19
Anzahl Sensoren:	32 Drucksensoren 6 Längensensoren

Projektbeteiligte

Projektinitiator:
Dr. Wilfried Stoll, Aufsichtsratsvorsitzender der Festo AG

Konzeption und Design, Festo AG & Co. KG:
Dipl.-Des. Elias Maria Knubben, Corporate Design
Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer, Corporate Design

Steuerung und Regelung, Festo AG & Co. KG:
Dipl.-Ing. Alexander Hildebrandt, Forschung Mechatronik Systeme
Dr.-Ing. Rüdiger Neumann, Forschung Mechatronik Systeme

Ventiltechnik und Elektronik, Festo AG & Co. KG:
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Risle, Forschung Mechatronik Komponenten
Dietmar Lösche, Forschung Mechatronik
Markus Trick, Neue Verfahren Hardware Software
Dr.-Ing. Otto Szenn, Prozess Hardware Software

Membrantechnologie, Festo AG & Co. KG:
Bernd Lorenz, Membrantechnologie
Walter Harrer, Membrantechnologie
Dipl.-Ing. (FH) Achim Schantze, Membrantechnologie

Photos:
Walter Fogel, Angelbachtal, Germany
Carl Zeiss, 3-D Metrology Services, Aalen, Germany
www.zeiss3d.de

Festo AG & Co. KG

Corporate Design
Rechbergstraße 3
73770 Denkendorf
Germany
www.festo.com/de/bionic
Telefon 0711 347-3880
Telefax 0711 347-3899
fish@de.festo.com