

**Robotino® XT**

**FESTO**



**Mobiles Lernsystem  
mit Handling-Assistent**

# Mobiles Lernen flexibel erweitert



Der Robotino® XT ist eine mobile Roboteranwendung, die Lernsystem und Forschungsobjekt für zukünftige industrielle Anwendungen zugleich darstellt. Basis ist der von Festo Didactic entwickelte mobile Lernroboter Robotino®. Erweitert wird das bereits an Hoch- und Berufsschulen etablierte System mit einer kompakten Version des Bionischen Handling-Assistenten. Dadurch kann der Robotino® XT nicht nur auf engstem Raum manövrieren – mit insgesamt zwölf Freiheitsgraden lässt sich der Roboter flexibel bewegen und der adaptive Greifer präzise ausrichten.

## Neue Perspektiven durch gefahrlose Mensch-Technik-Kooperation

Die Nachgiebigkeit des Greifarms schafft einen sicheren direkten Kontakt zwischen Mensch und Maschine. Zusammen mit der Mobilität des Robotinos® erschließen sich damit neue Interaktionsformen zwischen Mensch und Technik, die ein hohes Potenzial haben, den menschlichen Handlungsraum in vielen Lebensbereichen zu erweitern.

## Ausgezeichnetes Nachgiebigkeitsverhalten

Für das Nachgiebigkeitsverhalten des Bionischen Handling-Assistenten und dem damit verbundenen gefahrlosen Kontakt zwischen Mensch und Maschine wurde Festo im Team mit Fraunhofer IPA im Dezember 2010 mit dem Deutschen Zukunftspreis ausgezeichnet.

Die Nachgiebigkeit des Systems wird durch die Bauform, das gewählte Material – Polyamid statt Metall – sowie über die Steuerung und Regelung definiert. Seine Struktur ist grundsätzlich biegsam und wird durch die pneumatische Regelung gezielt versteift, damit eine vorgegebene Bewegung im Raum nachgefahren werden kann. Im Falle einer Kollision mit Menschen gibt das System sofort nach, ohne das gewünschte dynamische Gesamtverhalten zu verändern. Auch beim Ausfall von Elektronik oder Regelung ist das Assistenzsystem ungefährlich, da dann seine strukturinhärente Nachgiebigkeit zum Tragen kommt.



Mobile Robotik für Lernzwecke und logistische Aufgaben



Neue Perspektiven durch nachgiebiges Assistenzsystem



Lernsystem Robotino®, ergänzt mit dem Bionischen Handling-Assistenten

### **Bis zu zehn Stundenkilometer in alle Richtungen**

Ob vorwärts, rückwärts oder seitwärts – ausgestattet mit einem Omnidrive-Antrieb fährt der Robotino® in alle Richtungen und kann sich sogar auf der Stelle drehen. Drei robuste DC Industriemotoren mit optischen Drehgebern und Getrieben ermöglichen Geschwindigkeiten bis zu 10 km/h. Die drei Antriebsbaugruppen des Robotino® sind in einem stabilen, lasergeschweißten Edelstahlchassis integriert. Das Chassis ist durch eine Gummischutzleiste mit integriertem Schaltsensor gegen Kollisionen geschützt. Im Inneren befinden sich neun Infrarot-Abstandssensoren. Zusätzlich sind ein analoger induktiver und zwei optische Sensoren verfügbar. Mit ihnen kann der Robotino® beispielsweise vordefinierte Wegstrecken, die farblich oder mittels eines Aluminiumbandes markiert sind, erkennen und ihnen folgen.

### **Drahtlose Kommunikation in Echtzeit**

Das Herz der PC 104 Steuerung bildet das Linux-Echtzeitbetriebssystem, das auf einer CompactFlash-Karte bereitgestellt wird. Es kommuniziert über eine serielle Schnittstelle mit dem neuen Steuerungsboard EA09, um die Sensordaten auszuwerten und die Antriebseinheiten des Robotino® anzusteuern. Es kann direkt mit einem Linux-Programm im PC 104 kommunizieren sowie über W-LAN mit dem Robotino® View oder einer anderen externen PC-Anwendung.

### **Bewährtes Lernsystem**

Durch seine Modularität hat sich der Robotino® als Lernsystem von Festo Didactic bewährt. Alle technischen Komponenten sind nicht nur unmittelbar begreifbar, sondern in ihrem integrierten Systemverhalten erlernbar. Der Lernende integriert und wendet jede Menge Technik an, zum Beispiel elektrische Antriebstechnik und Kinematik, Sensorik und Regelungstechnik, Bildverarbeitung und Programmierstechniken. Damit können technische Grundlagenthemen spannend und praxisnah vermittelt werden. Als mobiler Roboter wirkt der Robotino® gerade auf Jugendliche sehr motivierend.

Dass der Robotino® sich für logistische Aufgaben eignet, zeigt sein Einsatz in der Festo Logistics Competition. Festo Didactic hat diese Disziplin im Rahmen des Hochschulwettbewerbs RoboCups 2010 ins Leben gerufen. Innerhalb einer simulierten Fabrik transportieren drei Robotinos® Werkstücke vom Lager durch einen Produktionsprozess und in die Warenausgabe. Dabei müssen die autonomen Roboter interagieren. Studenten und Forschern bietet dieser Wettbewerb die Möglichkeit, komplexe und spannende Aufgaben der Robotik zu lernen und weiterzuentwickeln.

### **Bisheriges System um biomechanischen Greifarm erweitert**

Der Robotino® XT steht für die Erweiterung dieses bewährten Systems um einen Greifarm nach dem bionischen Vorbild des Elefantenrüssels. Damit ausgestattet ist der mobile Roboter in der Lage, Gegenstände zu greifen und zu bewegen.



Technologie, die begeistert: Robotino® XT als Lernsystem für Kinder und Jugendliche



Spielend einfach: kinderleichte Bedienung

#### Zahlreiche Verfahrenswege und formschlüssiges Greifen

Mittels Druckluft lassen sich die neun Faltenbalgelemente im Greifarm gezielt aufblasen und entlüften, sodass sich die Struktur in alle Richtungen bewegen und krümmen lässt. Ein pneumatischer 90°-Drehantrieb richtet die Greifeinheit präzise aus. Die eigentlichen Greiffinger sind ebenfalls nach biologischem Vorbild konstruiert. Dank der Struktur mit Fin Ray Effect® ist das adaptive Greifen von unterschiedlichen Formen und Konturen sowie empfindlichen Objekten möglich. Werden die einzelnen Kammern proportional mit Druckluft beaufschlagt, entsteht eine kraftvolle Bewegung, deren Steife einstellbar ist. Seilzugpotentiometer nehmen die Verformung der leichten, aber dennoch robusten Struktur auf und die Steuerung verarbeitet die Signale entsprechend.

#### Gamepad ist Schnittstelle zum Menschen

Mit einem Gamepad hat der Bediener die Kontrolle über den Robo-tino® und lenkt die Bewegungen des Greifarms. Das Steuerungs-board ermittelt die Eingangssignale und gibt über Can-Bus entsprechende Sollwerte an die Ventilinsele.

#### Mobile Selbstversorgung

Die neueste Piezoproportional-Ventilinsele hat bereits eigene Druckregler on Board und dosiert die Druckluft in den Luftkammern des Greifarms exakt. Die Druckluft wird von zwei kleinen Membranpumpen erzeugt, die in einem integrierten Druckspeicher ein Druckniveau zwischen 2,5 und 2,7 bar erzielen. Zwei Akkus mit 24 Volt versorgen Ventilinsele, Pumpen, Steuerung und Antriebe. Die Betriebsdauer nach einem vollständigen Ladezyklus liegt damit bei etwa zwei bis drei Stunden.



Sanftes und adaptives Greifen: die Zweifingerversion des Greifers DHDG



Exakte Druckregelung an Bord: Piezo-Ventiltechnik von Festo



Höhere Performance durch niedrigeres Gewicht:  
Leichtbaustruktur des Greifarms

#### **Leichtbau und Niederdruckpneumatik reduzieren Energieverbrauch**

Die gesamte Rüsselkinematik inklusive des adaptiven Greifers ist als Leichtbauarm aufgebaut. Jedes Gramm Gewicht, das eingespart wird, erhöht die Performance des Gesamtsystems. Wie der Fluidic Muscle und der Balgzylinder von Festo ist die Rüsselkinematik hermetisch geschlossen und hat somit keine Leckage.

Der Robotino® XT wird über zwei Membranpumpen im Druckbereich zwischen 0,3 und 2,5 bar als Niederdruckpneumatik betrieben. Im Gegensatz zur Standardpneumatik hat dies den Vorteil, dass weniger Energie für die Druckerzeugung verbraucht wird.

#### **Leicht gebaut mit generativen Fertigungstechnologien**

Diese Art des Leichtbaus ist durch die Nutzung moderner Technologien der generativen Fertigung möglich. Das Additive Manufacturing erlaubt die Herstellung individueller, beweglicher Systemteile aus Polyamid, das im Produktionsprozess in dünnen Schichten auf eine Bauplattform aufgetragen wird. Jede Schicht wird mit der darunterliegenden durch einen Laser verschmolzen und nur dort ausgehärtet, wo es das Steuerungsprogramm vorgibt. Somit ist ein individuelles 3-D-Drucken von komplexen Produkten möglich.

#### **Kosteneffizienter Herstellungsprozess**

Bei der generativen Fertigung entfallen die Werkzeugkosten, die Folgekosten für Hilfsmittel und Vorrichtungen reduzieren sich. Es entstehen keine Verzögerungen bei der Erstellung von Werkzeugen, die dadurch erreichte kurze Entwicklungszeit trägt zur Steigerung der Gesamtrentabilität bei. Schnelle Reaktionszeiten ermöglichen eine effektive Bedienung von bislang zeitlich kritischen Projekten.



Effizientes „3-D-Drucken“: Additive Manufacturing von Festo





## Technische Daten

### Robotino®

- Durchmesser: 370 mm
- Höhe inkl. Gehäuse: 260 mm
- Gesamtgewicht: ca. 11 kg
- Gummischutzleiste mit integriertem Kollisionsschutz-Sensor
- 9 analoge Infrarot-Abstandssensoren
- 1 analoger induktiver Sensor
- 2 digitale optische Sensoren

### Manipulator:

- Höhe: 330 mm
- Gesamtgewicht: 1060 g
- Nutzlast: 600 g
- 8 Freiheitsgrade
- Wegmesssystem: 6 Seilzugpotentiometer, 1 Folienpotentiometer

### Marken:

Robotino® ist eine Marke der Festo Didactic GmbH & Co. KG, Denkendorf

Fin Ray Effect® ist eine Marke der EvoLogics GmbH, Berlin

## Projektbeteiligte

### Projektinitiator:

Dr. Wilfried Stoll, Geschäftsführender Gesellschafter, Festo Holding GmbH

### Konzeption und Design:

Dipl.-Des. Elias Knubben,  
Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer, Festo AG & Co. KG

### Regelung:

Dr.-Ing. Alexander Hildebrandt, Festo AG & Co. KG

### Steuerung:

Dr. rer. nat. Christian Verbeek, Dipl.-Inf. Hans Bacher,  
REC GmbH, München

### Technischer Support:

Florian Fuchs, Christian Deppe, Dirk Engelbrecht,  
Festo AG & Co. KG

### Produktmanagement Robotino®:

Dr.-Ing. Reinhard Pittschellis, Dr.-Ing. Dirk Pensky,  
Festo Didactic GmbH & Co. KG

### Piezoventiltechnik:

Dipl.-Ing. (FH) Gebhard Munz, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Risle

### 3-D-Druck:

Dipl.-Ing. Klaus Müller-Lohmeier, Helmut Müller,  
Dipl.-Ing. (FH) Mattias-Manuel Speckle, Festo AG & Co. KG

### Generativ gefertigter Faltenbalg:

Dipl.-Ing. Andrzej Grzesiak, Dipl.-Ing. (FH) M. Des. Ralf Becker,  
Fraunhofer IPA, Stuttgart

### Fotos:

Volker Dautzenberg, München  
Axel Waldecker, Murr  
Thomas Baumann, Esslingen

## Festo AG & Co. KG

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



→ Film