

**Visionär:** Wandlungsfähigkeit und dezentrale Intelligenz des WaveHandling liefern neue Perspektiven für die Automation von morgen

### Die Evolution der Fabrik

In der Produktion der Zukunft nimmt die Vernetzung eine noch größere Rolle ein: Die zentrale Fabriksteuerung wird sich weiterentwickeln und gleichzeitig werden die Möglichkeiten der dezentralen Selbstorganisation zunehmend eingesetzt. Die einzelnen Subsysteme, Komponenten und Werkstücke kommunizieren in Echtzeit miteinander und tauschen Informationen, Befehle und Diagnosewerte aus. Durch diese verteilte Intelligenz können Teilaufgaben autark bearbeitet werden, ohne dass sie ein zentraler Rechner steuern muss.

Zukünftig wird es möglich sein, die Konfiguration dem System selbst zu überlassen. Bisherige aufwendige Arbeitsschritte, wie die manuelle Einstellung und Programmierung, entfallen durch die dezentrale Intelligenz der einzelnen Komponenten.

### Konzepte für die Produktion der Zukunft

Mit dem WaveHandling demonstriert Festo schon heute, wie in Zukunft die Konfiguration eines Systems von den einzelnen Modulen selbst übernommen werden kann.

### Höchste Flexibilität und Wandlungsfähigkeit

Durch die schnelle Vernetzung der Subsysteme lassen sich Fehler vermeiden und man kann zugleich Zeit einsparen. Das Prinzip der Modularität und Erweiterbarkeit gewährleistet eine hohe Flexibilität des Systems. Effizienz im Sinne der Zukunftsfabrik heißt auch, wandelbar zu sein, um kurzfristig auf individuelle Kundenwünsche eingehen zu können. Ganz ohne großen Mehraufwand.

Ob dezentrale Intelligenz, hohe Wandlungsfähigkeit oder Plug and Produce – die Prinzipien der Fabrik von morgen spielen bei Festo bereits in den Produkten der Gegenwart eine wichtige Rolle.

Der Tripod EXPT zeigt, wie ein mechatronisches System durch vordefinierte Parameter und einen intelligenten Master trotz seiner Komplexität schnell und sicher in Betrieb genommen werden kann. Der Kunde muss nur noch die Kinematik und das Steuerungsprogramm elektrisch verbinden und kann direkt mit der Applikationsprogrammierung beginnen. Die modulare Automatisierungsplattform CPX ermöglicht schon heute eine dezentrale Steuerung von ganzen Fertigungsabläufen.



**Selbstkonfigurierend:** Die eigenständige Adresserkennung der Module ...



... garantiert die schnelle Vernetzung des gesamten Systems



#### Technische Daten

- Höhe: 11,5 cm
- Länge: 93,6 cm
- Breite: 62,4 cm
- Material Oberfläche: Latexfolie, perlmuttfarben
- Anordnung: 216 Balgmodule (12 × 18)

#### Balgmodule:

- Höhe: 11,5 cm
- Länge: 5,2 cm
- Breite: 5,2 cm
- Hubgröße: 1–2 cm
- Material: Polymer
- Ventil: standardisiertes Magnetschaltventil MHA 1
- Elektronik: Microchip PIC18F45K80 Mikrocontroller
- Kamera: C615 – Logitech
- Enumerationsverfahren: 2D-DaisyChaining
- Schnittstellen: CAN-Bussystem und USB

#### Projektbeteiligte

##### Projektinitiator:

Dr. Wilfried Stoll, geschäftsführender Gesellschafter,  
Festo Holding GmbH

##### Projektteam:

Dipl.-Des. Elias Knubben, Dipl.-Ing. Johannes Stoll, Florian Mangold,  
Martin Timmer, Simon Nikolai Fröhlich, Felix Müller-Graf,  
Festo AG & Co. KG

##### Steuer- und Regelungstechnik:

Dr. Alexander Hildebrandt, Dipl.-Ing. Steffen Hülsmann,  
B. Eng. Martin Thomas Ehrle,  
Festo AG & Co. KG



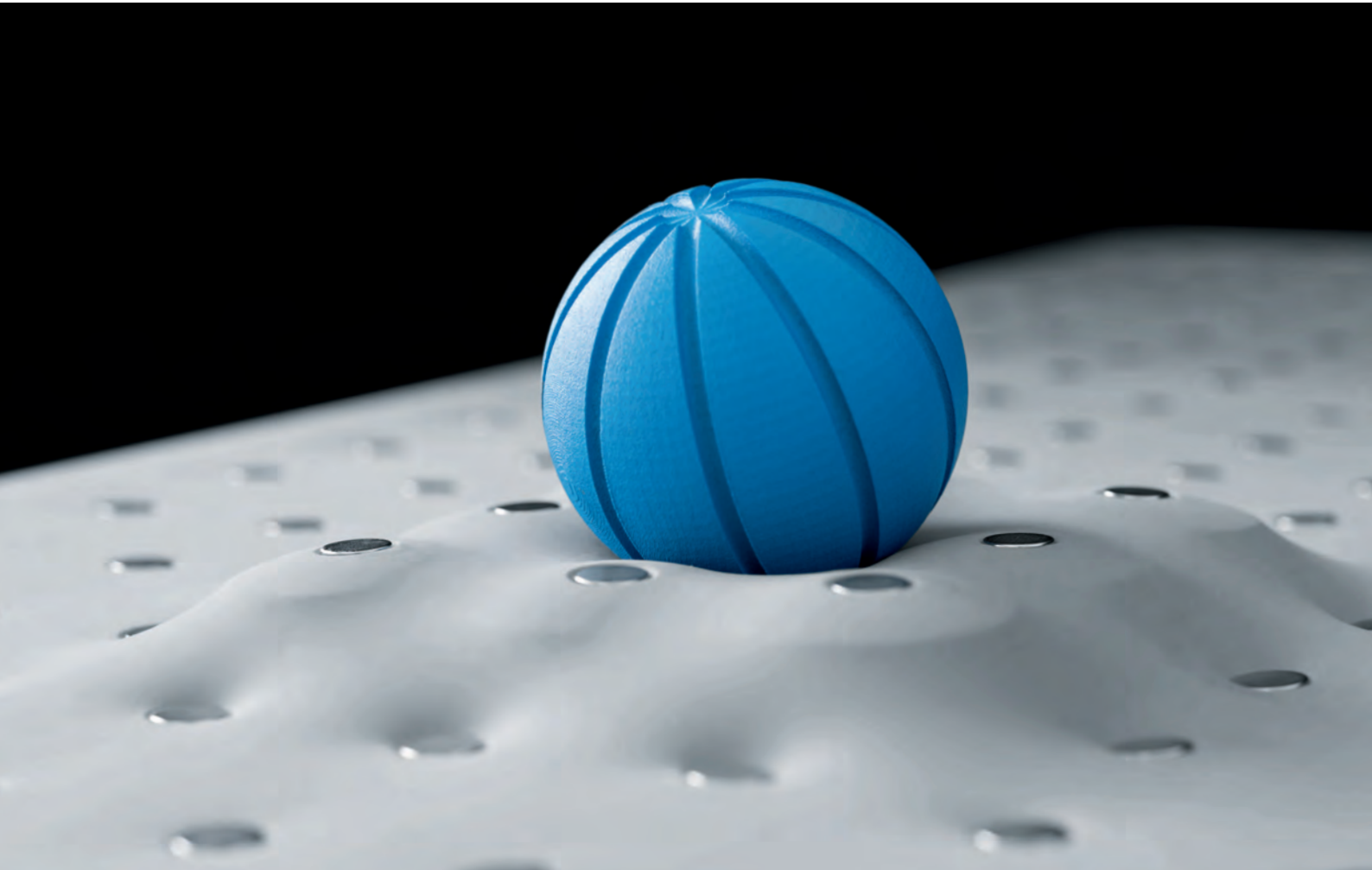
→ Film

#### Festo AG & Co. KG

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

# WaveHandling

**FESTO**



**Befördern  
und Sortieren  
in einem**

# Modulares Förderband mit intelligenten Subsystemen



Das WaveHandling von Festo ist ein pneumatisches Förderband, das Gegenstände gezielt transportieren und gleichzeitig sortieren kann. Eine Vielzahl von Balgmodulen verformt dabei die Oberfläche so, dass die Objekte durch eine Wellenbewegung zielgerichtet befördert werden.

## Anschließen und loslegen

Die einzelnen Module lassen sich beliebig zusammenstecken und konfigurieren sich selbst. Das System ist damit schnell und ohne Programmieraufwand in den unterschiedlichsten Anordnungen einsatzbereit. Durch die Integration der Sortierfunktion ist eine zusätzliche Handhabungseinheit nicht mehr unbedingt notwendig.

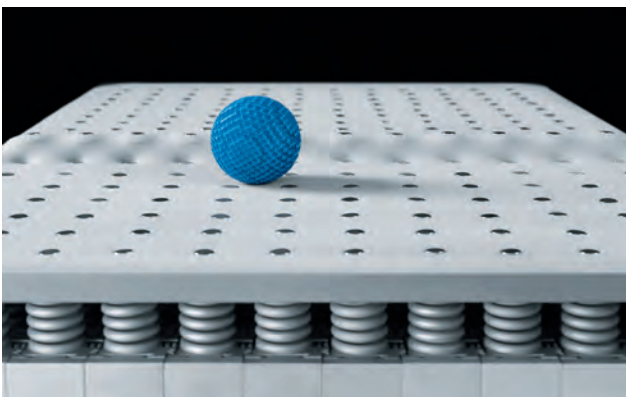
Als Technologieführer seiner Branche ist es die Kernkompetenz von Festo, die Produktions- und Arbeitswelten von heute und morgen mitzugestalten. Jährlich entwickelt das Unternehmen rund 10.000 maßgeschneiderte Lösungen für seine Kunden. Diese Innovationskraft erreicht Festo, indem neueste Erkenntnisse in die Entwicklung der Produkte einfließen. Eine Quelle für neues Wissen und zukünftige Technologien ist die Bionik.

Im Bionic Learning Network befasst sich Festo daher seit Jahren mit dem Übertrag natürlicher Prinzipien auf die Technik. Die dabei entwickelten Future Concepts liefern neue Impulse für industrielle Applikationen und mögliche zukünftige Serienprodukte. Darüber hinaus unterstützen sie das Anliegen von Festo, junge Menschen für Technik zu begeistern und neue Talente zu finden und zu fördern.

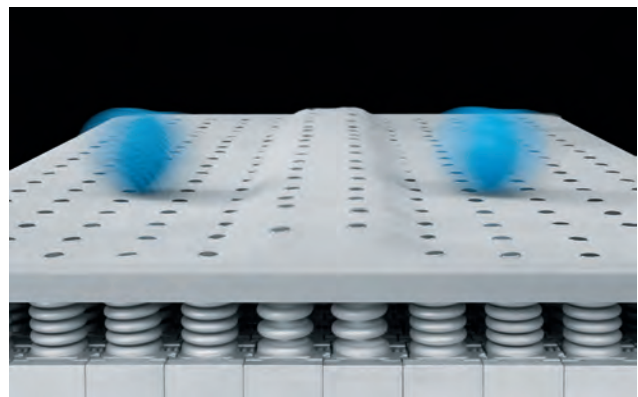
Entwickelt wurde das WaveHandling daher vorwiegend von Studenten – vom Design über die Konstruktion der Mechanik und die Elektronik bis hin zur Software für die Ansteuerung.

## Neue Impulse für die Automation von morgen

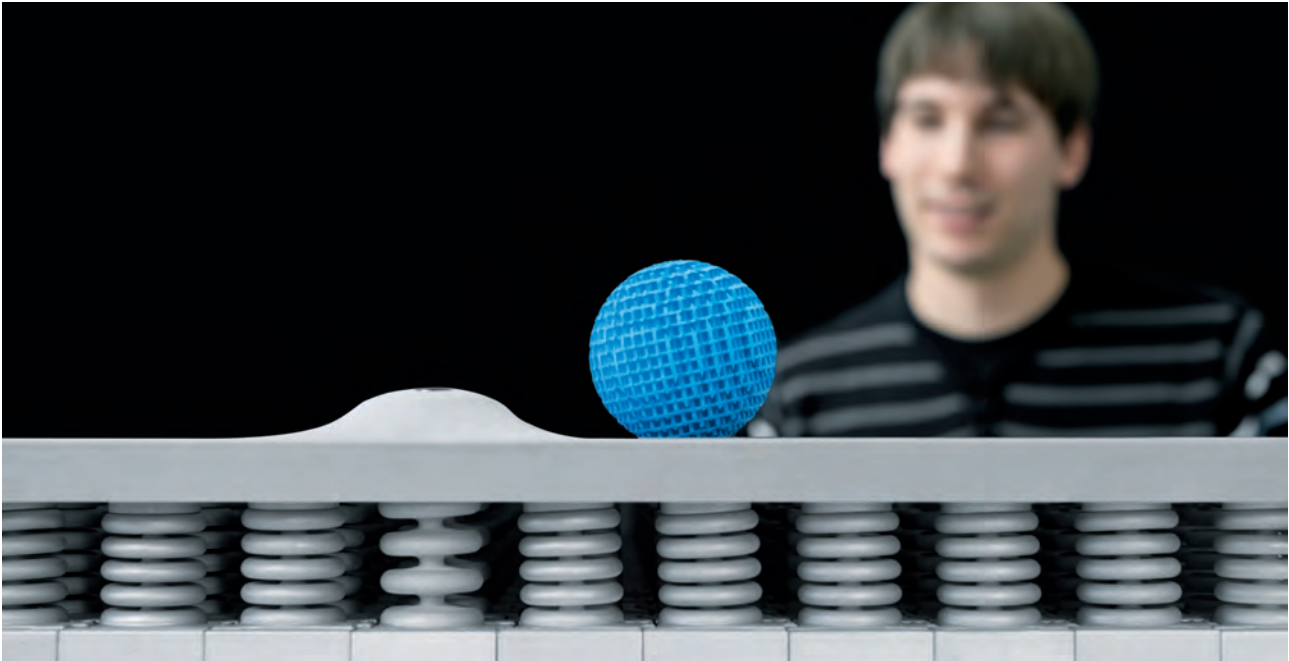
Vorstellbar wäre ein Einsatz der Plattform in der Lebensmittelbranche, wenn es darum geht, empfindliche Gegenstände wie Obst und Gemüse selbstständig zu transportieren und für den weiteren Prozess zu sortieren. Das WaveHandling könnte in der Mitte einer Anlage die entsprechenden Güter nach links und rechts auf den folgenden Förderweg verteilen. Das Prinzip der Selbstkonfiguration schafft überall dort neue Perspektiven, wo Subsysteme sofort und flexibel in den Produktionsablauf eingebunden werden sollen.



**Funktionsintegriert:** das WaveHandling vereint Befördern ...



... und Sortieren in einem System – ohne zusätzliche Handhabungseinheit



**Ins Rollen gebracht:** Durch Ausdehnung der Faltenbälge schiebt die Welle das Transportgut über die Oberfläche

### Das Prinzip der natürlichen Welle

Ohne Gezeiten und Wind läge das Meer spiegelglatt da. Streicht der Wind aber über die glatte Wasseroberfläche, entstehen erste kleine Wellen, die durch weitere Lufteinflüsse zu großen Wogen anwachsen. Dennoch bewegt sich das Wasser im Meer nicht fort. Die Wassermoleküle innerhalb einer Welle bewegen sich lediglich auf einer Kreisbahn auf und ab, bleiben im Prinzip aber immer an der gleichen Stelle. Trotzdem rollt die Welle über die Meeresoberfläche.

### Gezieltes Bewegen durch pneumatische Aktorik

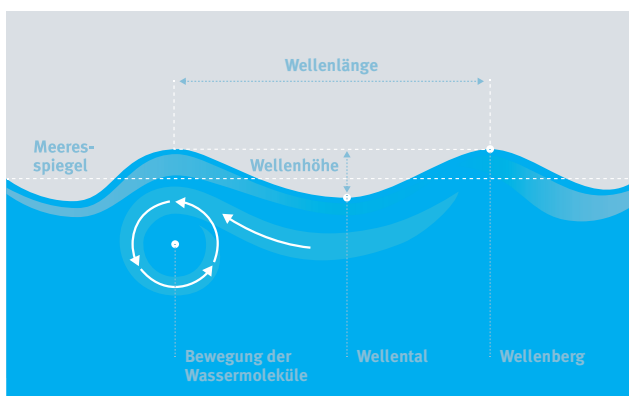
Ähnlich verhält es sich beim WaveHandling: Während jeder einzelne Faltenbalg nur auf der Stelle aus- und einfährt, schiebt sich eine Welle über die Fläche des Förderbands. Auch das WaveHandling ist zunächst flach. Werden ein oder mehrere Bälge mit Druckluft beaufschlagt, bildet sich der erste Wellenberg. Ein Objekt, das vorher auf der Stelle lag, beginnt die Welle hinabzurollen, bis es beim nächsten Wellenberg vor ihm zum Stoppen kommt. Mit seiner intelligenten Steuerung kann das System so einen Wellenkamm bilden, der sich über das ganze Feld fortbewegt und das Transportgut gezielt vor sich herschiebt.

Unter der Bespannung an der Oberfläche ist die Aktorik angebracht: 216 zusammengesteckte pneumatische Balgmodule. Jedes Modul besteht aus einer Faltenbalgkinematik an der Oberseite, einem integrierten Standardventil MHA 1 von Festo und der entsprechenden Elektronik, die das Ventil ansteuert. Die Balgstruktur wird pneumatisch angetrieben und kann sich um etwa 1 bis 2 cm ausdehnen und zusammenziehen. Durch alle Module führen ein Druckluftkanal und eine elektrische Leitung, die das Förderband mit Energie und Steuerbefehlen versorgt.

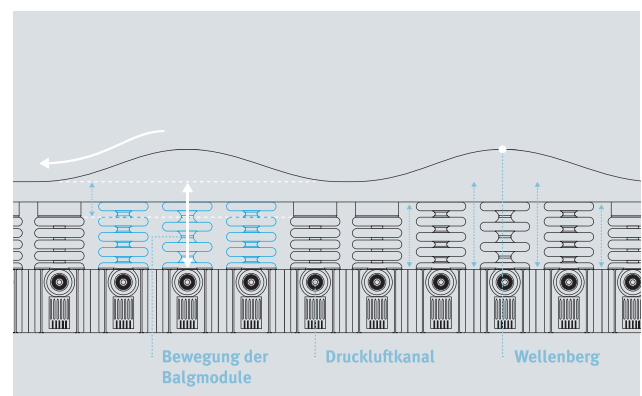
### Flexible Balgstruktur nach biologischem Vorbild

Hergestellt werden die Module im Selektiven Lasersinter-Verfahren. Dabei werden hauchdünne Schichten aus Polyamidpulver nacheinander aufgetragen. Jede Schicht wird mit der darunterliegenden über einen Laser verschmolzen und nur dort ausgehärtet, wo es das Steuerungsprogramm vorgibt.

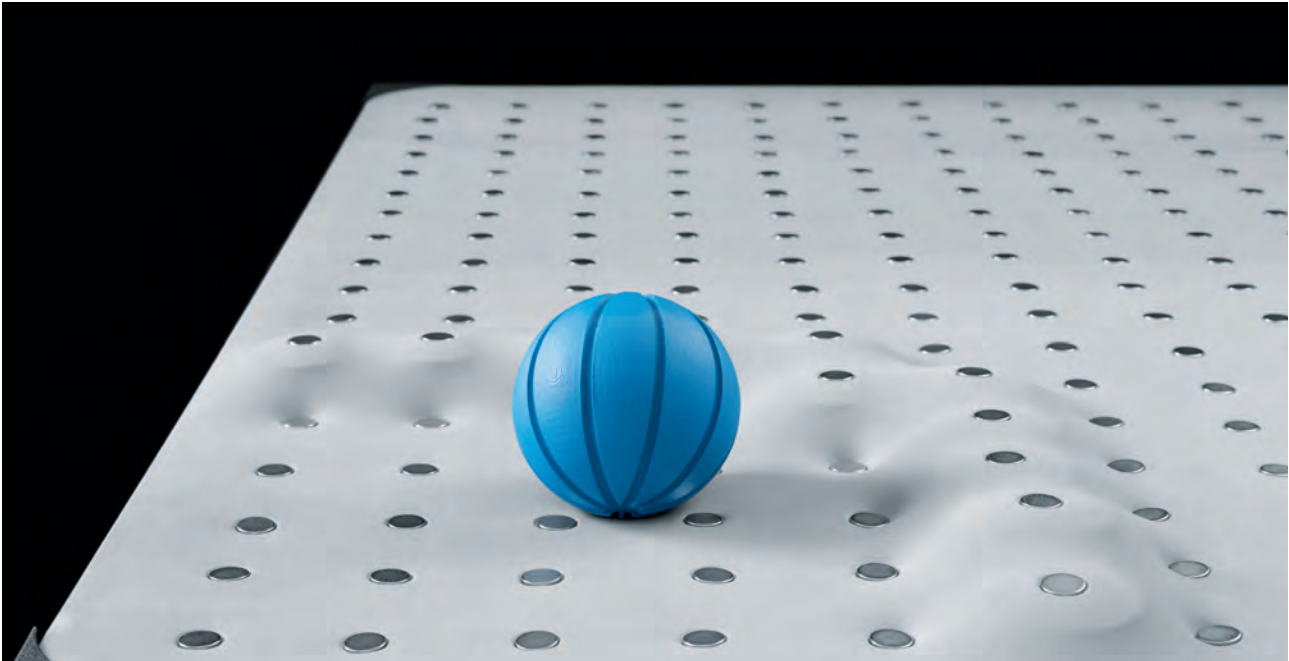
Die generative Fertigungstechnologie war bereits Voraussetzung für die nachgiebige Balgstruktur des Bionischen Handling-Assistenten, die dem Elefantenrüssel nachempfunden wurde.



**Von der Natur inspiriert:** die Kreisbahn der Wassermoleküle im Meer ...



... als Vorbild für das pneumatische Förderband



**Ganzheitlich gesteuert:** gezieltes Befördern über die komplette Anordnung der einzelnen Module

#### **Intelligente Vernetzung der Balgelektronik**

Als Hardwarebasis dient bei jedem Modul eine Elektronikplatine mit integriertem Mikrocontroller. Durch das Zusammenstecken stellen die Federkontakte an allen vier Seiten eine elektrische Verbindung zwischen den Platinen her, die sowohl das Bussystem (CAN-Bus) als auch die Spannung über die komplette Anordnung verteilt.

#### **Ganzheitliche Steuerung aller einzelnen Module**

Über dem Handling ist ein Kamerasystem angebracht, das die Objekte auf der Oberfläche erfasst. Die Kamera sendet das Livebild an einen Computer, der die Bilder verarbeitet und das Förderband über eine eigens dafür entwickelte Software entsprechend ansteuert. In den Balgmodulen empfängt der Mikrocontroller die Befehle über den CAN-Bus und leitet sie an das Ventil weiter. Durch das Schalten des Ventils dehnt sich die jeweilige Balgstruktur aus, sodass sich die Oberfläche an dieser Stelle wölbt.

Auf diese Weise entsteht ein Regelkreis, der gezielt Gegenstände auf der Oberfläche bewegt und damit den Sortiervorgang im Prozess übernehmen kann.

#### **Selbstkonfigurierung durch Enumerationsverfahren**

Um das komplette System von dem Computer zu steuern, hat das Projektteam ein Wandlermodul entwickelt. Es wird per USB an den Rechner angeschlossen und ermöglicht den Zugang zum CAN-Bus der Anordnung. Der Wandler ist außerdem der zentrale Ausgangspunkt des Enumerationsverfahrens 2D-DaisyChaining. Das Verfahren ermöglicht es, die Anordnung der einzelnen Balgmodule automatisch zu konfigurieren und den Modulen eindeutige Adressen zur Identifizierung zuzuweisen.

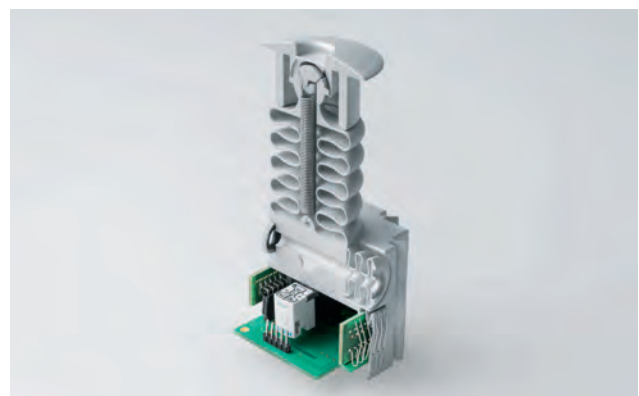
#### **Sofort einsatzfähig in beliebiger Anordnung**

Das System erkennt selbst, wie die einzelnen Balgmodule zusammengesteckt wurden. Der Rechner erstellt ein virtuelles Abbild der Anordnung. Nach der Erkennungsprozedur der einzelnen Bausteine ist das Förderband einsatzbereit.

Da für den Sortiervorgang weder ein zusätzliches Handling noch eine Weichen-, Pusher- oder Ausblaseeinrichtung notwendig ist, verringert sich der Installationsaufwand des Förderbands zusätzlich.



**Mit dem Laser gesintert:** die flexible Balgstruktur aus Polyamid ...



... mit der integrierten Elektronik und Ventiltechnik im Unterbau