

**SupraMotion 2020**  
Superconductors in automation

**FESTO**

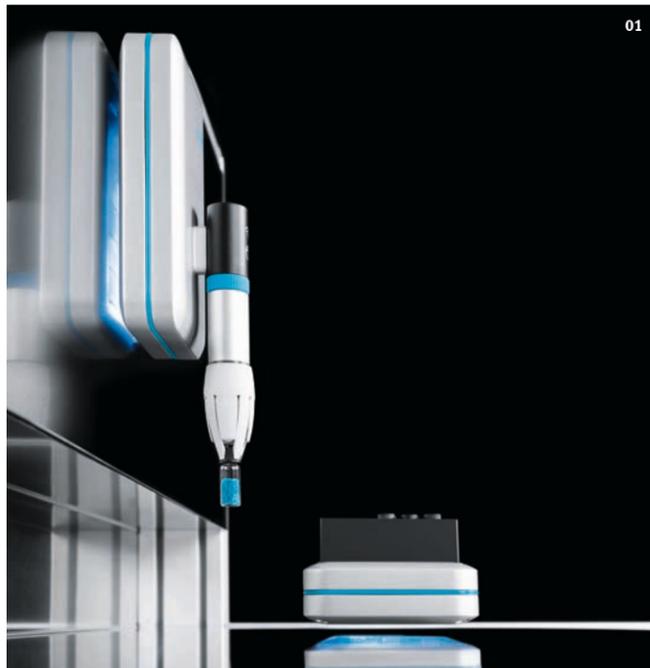


# SupraMotion

## Applications and motion concepts with superconductivity



How exactly do superconductors work? Go to [www.festo.com/supra](http://www.festo.com/supra) and click through the videos on our website!



01: **SupraModule**: predestined for handling in sealable rooms ...

02: ... thanks to wireless control for variable functions

Medical technology, laboratory automation, biotechnology and food processing: these are decisive future fields of automation which have great growth potential for the coming decades. They also increase the cleanliness requirements for production plants.

Reliable cleaning is a basic requirement for hygienically safe production. Longer production times of the machines, greater variety and increasing demands on the durability and quality of products are further challenges that must be mastered.

### Contactless production of the future

By using magnetic-field-based hovering technology – for example, with superconductor technology – these requirements can easily be fulfilled in the future. The resulting products will move quietly, cleanly, energy-efficiently and contact-free through the production halls. Contactless, friction-free handling with forces up to 400 N/dm<sup>2</sup> and air gaps with a width up to 20 mm through walls and in any spatial plane – as made possible by superconductor technology – allows for completely new solutions. There is great potential for use, especially in ultra-clean or harsh environments. The separation of product and handling in a vacuum, gases or liquids enables protected conveying for the highest requirements.

Our customers and their customers benefit from this paradigm shift in automation. This is why Festo has been researching and developing the technology for over ten years now. Under the name SupraMotion, new applications and motion concepts that demonstrate the potential of superconductivity for industrial automation are developed year after year.

In 2020, Festo presents the SupraModule, a concept which – thanks to wireless control – allows various applications to be carried out with one system.

### Materials with fascinating properties

Superconductors are materials that not only lose their electrical resistance below a certain temperature, but that can also trap the field of a permanent magnet at a defined distance, meaning that either they themselves or the magnet hover. This effect allows objects to be stored and moved without making contact with a surface. At the same time, the hover gap remains stable in every spatial plane and even through walls.

Thanks to their resetting forces, the superconducting magnetic storage components reassume their saved position even when one of them has been temporarily removed – with low power consumption and completely without external control technology.

### Active cooling with a long service life

For SupraMotion, Festo uses ceramic high-temperature superconductors whose transition temperature is around 93 K (–180 °C). That allows the use of electrical coolers with an energy consumption of under 0.5 W per kg per cryostat (cooling container). Thanks to thermal insulation, even in the event of a power failure, operation is guaranteed for several minutes. The coolers can achieve a service life of 10 to 20 years depending on the design.

On the following pages, get to know four applications of superconductivity in the automation sector:

- transporting in all spatial planes
- transferring hovering objects
- handling with spatial separation
- contactless turning, shaking and measuring



# Transporting in all spatial planes

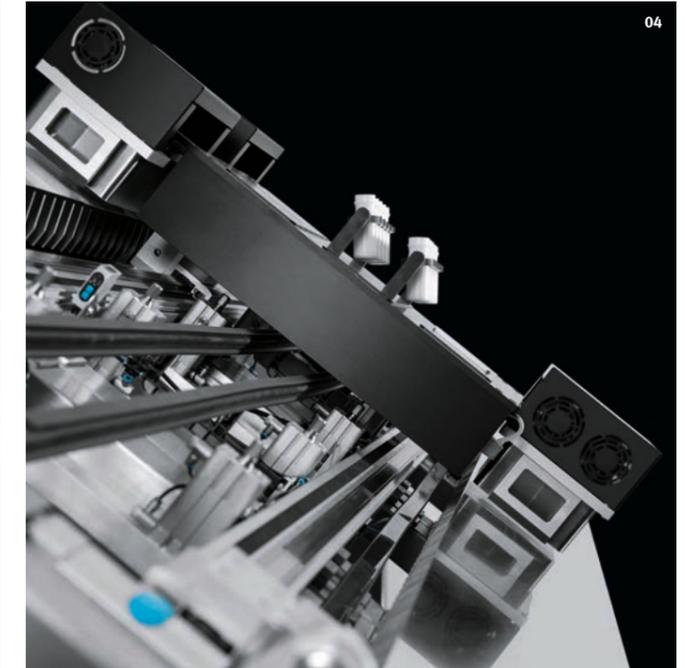
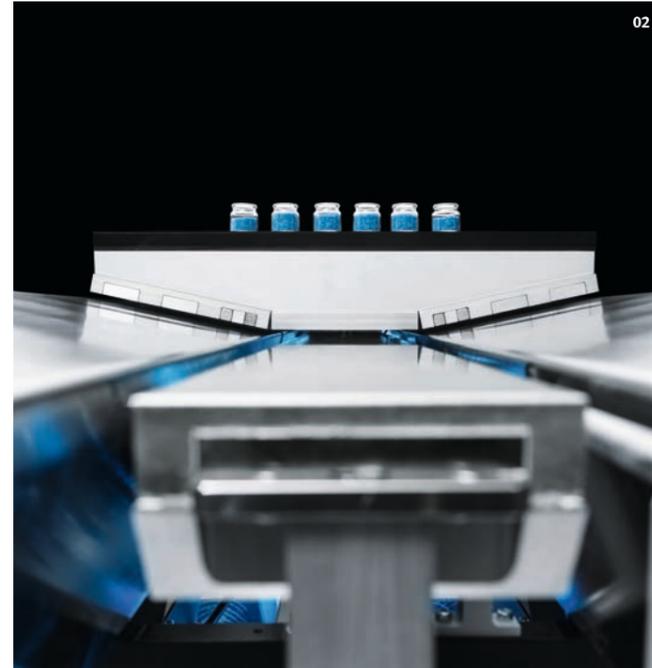
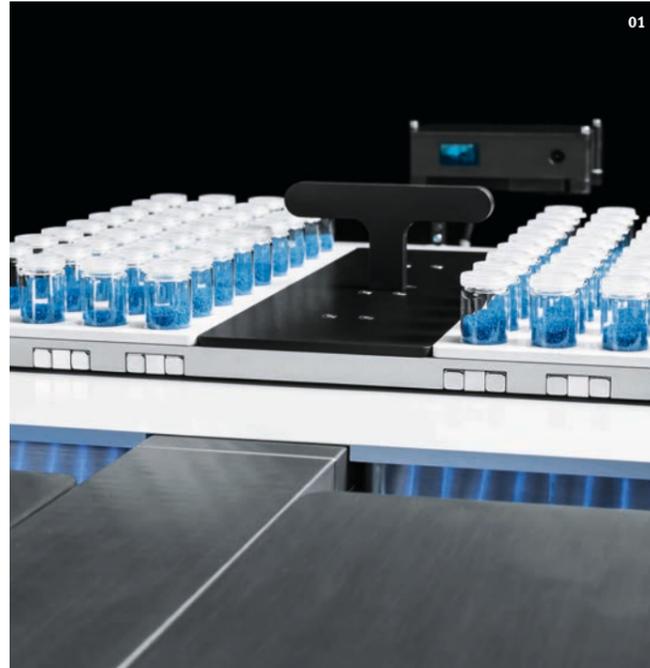
## Moving and positioning hovering supports

01: **SupraDrive:** linear movement with high dynamics

02: **SupraDrive 2.0:** jerk-free linear conveying

03: **SupraCarrier:** bearing and guiding on hovering rollers

04: **SupraHandling 2.0:** linear movement without contact in three spatial planes



There are already various technologies for moving objects while hovering. However, with the amazing properties of superconductors – such as the stable hover gap – totally new processes are conceivable in all spatial planes and directions.

### SupraDrive: linear movement with high dynamics

In the case of the SupraDrive, a hovering transporting slide is moved with high dynamics and accurately positioned. Three cryostats with superconductors on both sides of the travel section allow it to hover a few millimetres above the surface. The drive from the Multi-Carrier-System MCS<sup>®</sup>, which is fitted between the cryostats, takes care of the motion and positioning.

Alongside the jerk-free acceleration and the virtually wear-free dynamic movement, this concept has the advantage that all drive components are able to be installed under a cover. This makes it very easy to clean the system; the transport process can even continue without interruption during cleaning. Because the slide hovers, it cannot be hindered or contaminated as a result of dirt on the surface of the system.

The Multi-Carrier-System MCS<sup>®</sup> is a linear transport system developed by Festo and Siemens, which can be freely configured. Its carriers are moved magnetically and can call at the individual stations flexibly and completely freely. In this respect, different motion profiles can be mapped for each carrier.

### SupraDrive 2.0: jerk-free linear conveying

Based on the SupraDrive exhibit presented in 2017, the SupraDrive 2.0 has two continuous, 1.5-metre-long cryostats with superconductors, which enable a particularly uniform and dynamic method of the transporting slide. The cryostats are tilted diagonally towards each other. This way, they additionally centre and stabilise the transporting slide from both sides. Even with the SupraDrive 2.0, the drive from the Multi-Carrier-System MCS<sup>®</sup> ensures movement and precise positioning.

Both SupraDrive concepts can be used, for example, in areas where systems have to be cleaned frequently or during operation. This is essential particularly in future-oriented fields such as medical technology, laboratory automation or biotechnology.

Their virtually silent movement, reliable operation and easy cleaning make these two applications particularly suited for use in laboratory automation, medical technology, the food and pharmaceutical industries and end of line packaging.

### SupraCarrier: bearing and guiding on hovering rollers

On a horizontally moving electrical axis, two superconductor elements are fitted, above each of which two magnetic transport rollers hover. A flat workpiece carrier lies on the rollers. Between them and the superconductors there is a cover with apertures. The rollers can be lowered through them so that the workpiece carrier is set down on the cover. The application is almost maintenance-free, very robust, works silently and the air gap has an insulating effect.

The concept of magnetic hovering rollers is suitable for working with flat workpieces and for transporting objects on a support plate. An application such as the SupraCarrier could, for example, transport materials such as glass, wood or paper in very harsh – or extremely clean – environments.

The basis for the universal field of application is the ability to easily clean the application. The hovering transport rollers, the covers between them and the electrical axis can all be individually cleaned quickly and easily.

### SupraHandling 2.0: linear movement in three spatial planes

With SupraHandling 2.0, a superconductor slide hovers along two magnetic rails without contact and yet steadily. At the same time, the whole system can rotate about its longitudinal axis by up to 180 degrees. This means that the slide glides horizontally above the ground, vertically on the wall and can be suspended overhead.

Plastic vials are also transported on the slide. Their mounting system is flexibly designed so that, even if their position is changed, they always remain vertical with the opening pointing upwards.

Due to the smooth stainless-steel cover, the rails are easy to clean. The system can therefore conceivably be applied anywhere requiring clean design and good cleanability – such as in the food, chemical and pharmaceutical industries.

# Transporting in all spatial planes

## Moving and positioning hovering supports

01: **SupraLinearMotion:** frictionless, linear gliding using gravity



02: **SupraHandling:** unlimited positioning in the plane without contact



### SupraLinearMotion: frictionless, linear gliding using gravity

Festo makes the properties of the technology come alive with the SupraLinearMotion: a person takes a seat on the superconductive slide, which hovers at a defined distance above a magnetic rail thanks to the integrated cooling.

In order to drive it, the rocker is actively taken off balance. It tilts and the passenger glides without friction and noise over the magnetic rail – purely thanks to the action of gravitational force, carried by the superconductor.

The rocker is tilted by an electric cylinder ESBF. Three pneumatic semi-rotary drives DRQD have been integrated into the rail for end-position limiting. In the middle of the rocker, four electric drives DNCE raise the seat slide into the rest position so that the passenger can climb on and off safely. These drives hold the slide at the required distance from the magnetic rail while the superconductor is cooling down the magnetic field. A CPX terminal in the base of the rocker coordinates all the electric and pneumatic drives in the exhibit.

### SupraHandling: positioning in the plane without contact

The developers also put gravitational force to work for them in the second exhibit. The SupraHandling system, an X/Y-table for moving objects in the X and Y direction, works on the principle of the one-dimensional rocker, but on a smaller scale.

The base plate of the table is two metres by two metres and is mounted on a ball joint. The gantry, which comprises four magnetic rails, two superconductive slides and a workpiece holder, is mounted on the base plate. Two servo motors of the type EMMS-AS from Festo are attached at right angles underneath the base plate.

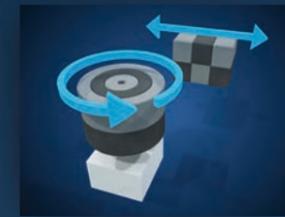
The two drives can, independently from each other, slightly tilt the base plate in the X and Y direction. This enables the two slides to move and hover over the magnetic rails as another example of contactless movement. Two opto-electrical sensors in the corners of the base plate sense the position of the slides during this process. The CPX terminal actuates the two drives to tilt the base plate as appropriate to the required positioning of the workpiece carrier.

Contactless turning, shaking and measuring



**SupraSensor:** contactless measuring and weighing

Transferring hovering objects



**SupraMultitool:** several functions with only one system

Handling with spatial separation



**SupraModule:** wireless control for variable functions

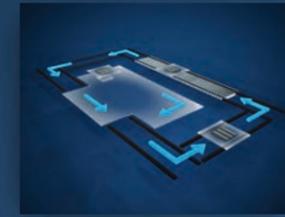
Transporting in all spatial planes



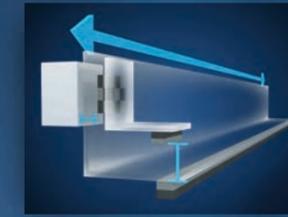
**SupraDrive:** linear movement with high dynamics



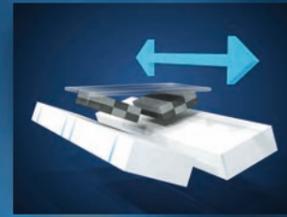
**SupraShaker:** hovering vibration system with tilt option



**SupraLoop:** combination of different transport systems



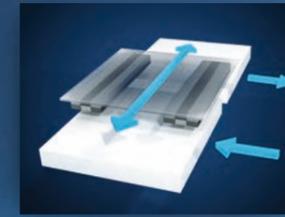
**SupraTransport:** moving with large hovering gap



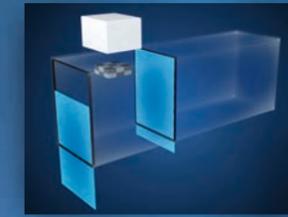
**SupraDrive 2.0:** jerk-free linear conveying



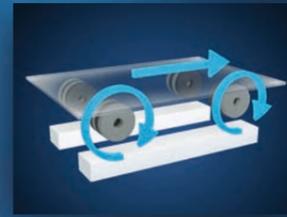
**SupraHelix:** transport on a hovering conveyor shaft



**SupraJunction:** horizontal transfer of hovering support plates



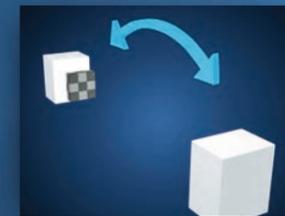
**SupraPicker:** movement in enclosed spaces



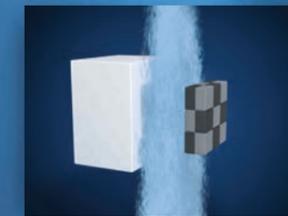
**SupraCarrier:** bearing and moving on hovering rollers



**SupraChanger:** transferring controlled movement



**SupraCycle:** contact-free transfer of hovering magnetic pucks



**SupraShuttle:** hovering in all directions and in a vacuum



**SupraHandling 2.0:** linear motion in three spatial planes

## SupraMotion: applications and motion concepts with superconductivity

Festo has been involved in superconductor technology for several years. During that time, a large number of concepts have been developed which cover a wide range of applications for automation technology.

Do you want to see the exhibits in action? Visit [www.festo.com/supra](http://www.festo.com/supra) on your smartphone, tablet or PC, and watch their motion sequences in the video.



**SupraGripper:** mechanical gripping with spatial separation



**SupraLinearMotion:** frictionless, linear gliding using gravity



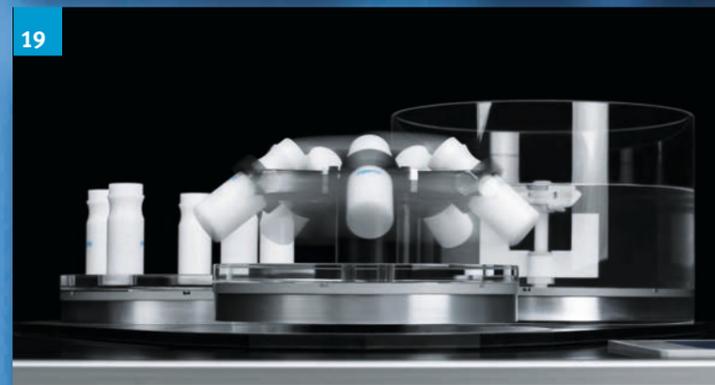
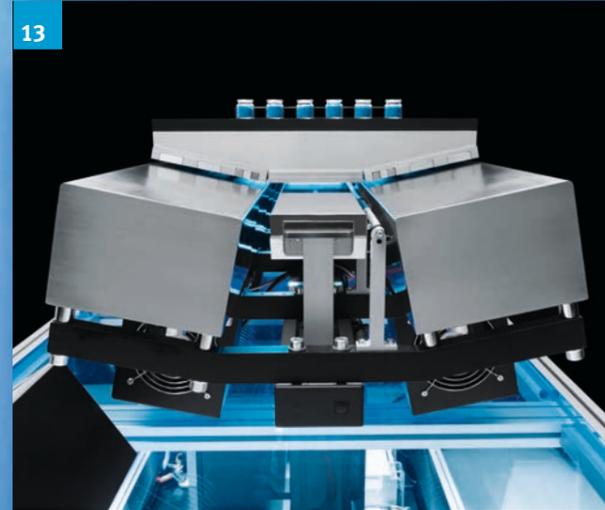
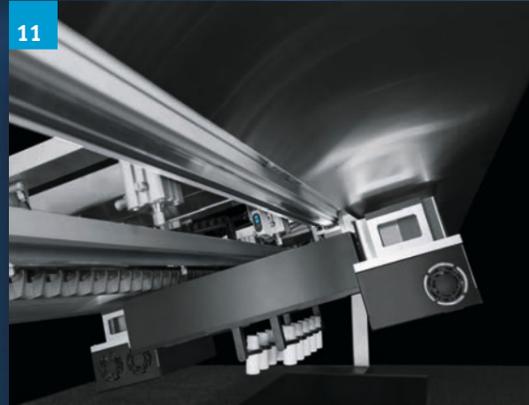
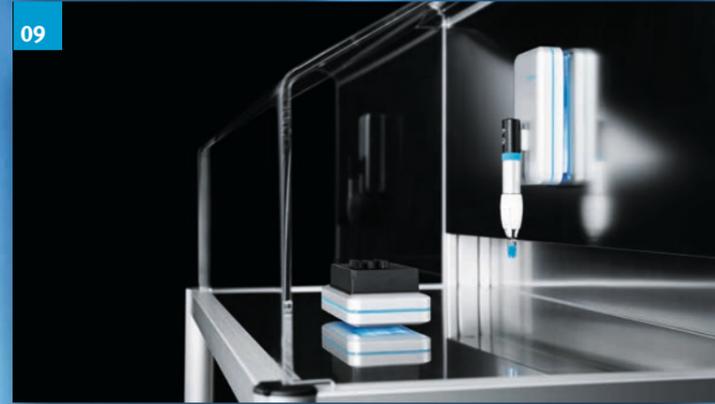
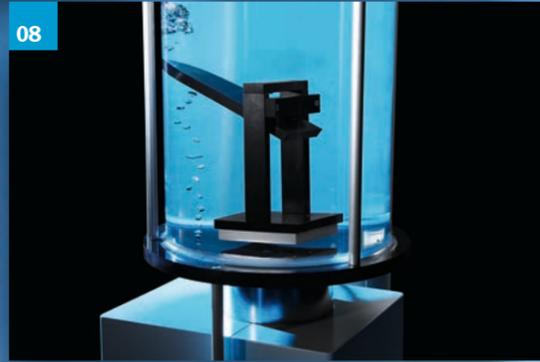
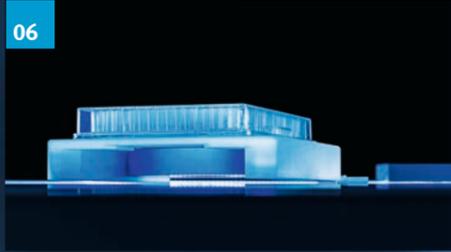
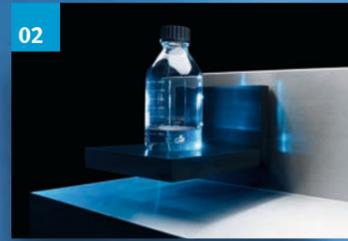
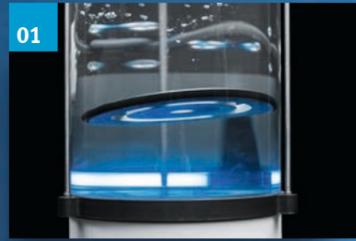
**SupraTube:** rotation in a sealed tube



**SupraHandling:** positioning in the plane without contact

# SupraMotion

Applications and motion concepts with superconductivity



01 SupraTube

04 SupraGripper

07 SupraDrive

10 SupraLoop

13 SupraDrive 2.0

16 SupraHandling

19 SupraChanger

02 SupraTransport

05 SupraHelix

08 SupraSensor

11 SupraHandling 2.0

14 SupraJunction

17 SupraCycle

20 SupraShuttle

03 SupraLinearMotion

06 SupraMultitool

09 SupraModule

12 SupraPicker

15 SupraShaker

18 SupraCarrier

# Transferring hovering objects

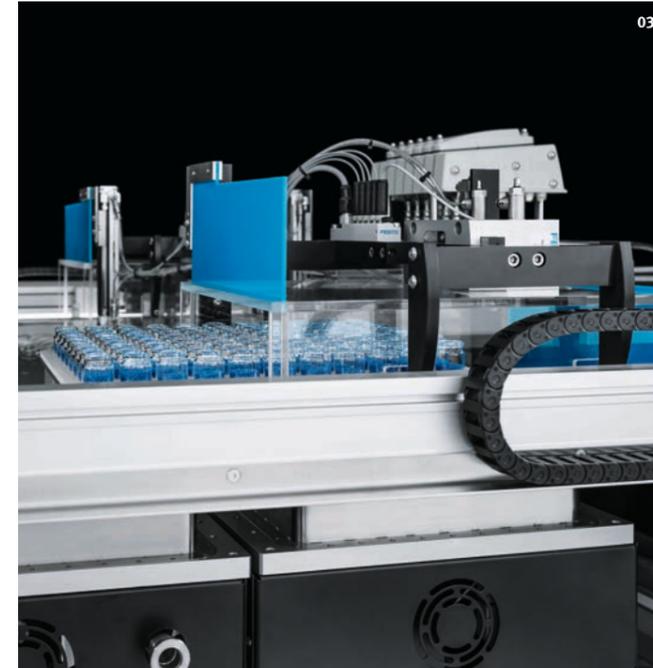
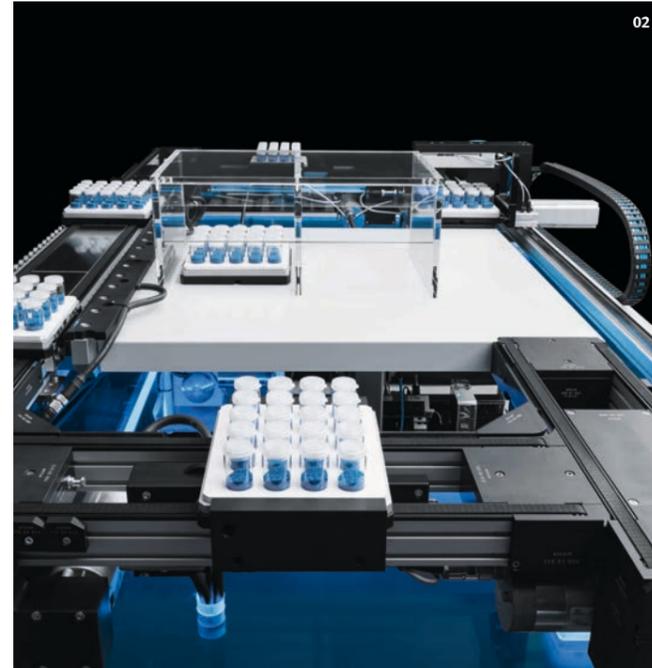
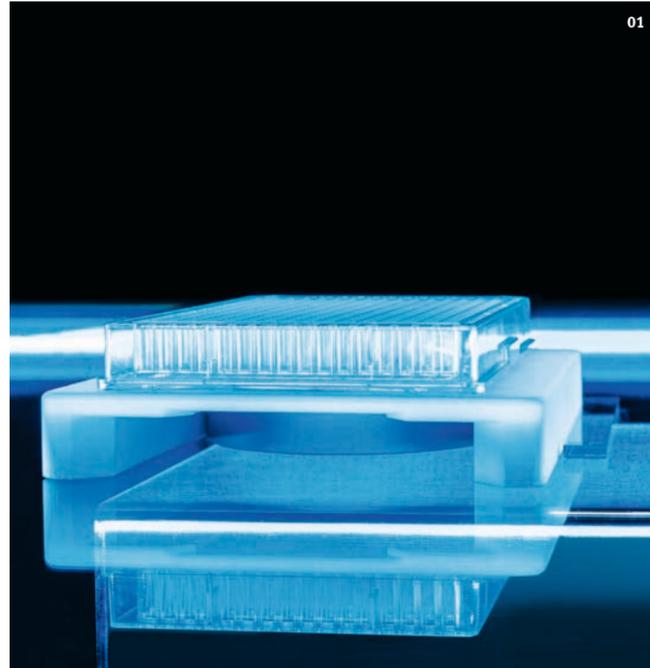
## Contactless transport beyond system limits

01: **SupraMultitool:** several functions with just one system

02: **SupraLoop:** a combination of different transport systems

03: **SupraJunction:** horizontal transfer of hovering support plates

04: **SupraCycle:** vertical transfer of hovering supports



In the future, many manufactured products will move quietly and cleanly through the production shops, with low energy consumption and without contact. The hovering transfer of objects beyond system limits not only makes longer process chains without contact possible, but it also enables low-maintenance use in surroundings with strict cleanliness requirements.

### **SupraMultitool: simultaneously carry out several functions with only one cryostat**

The SupraMultitool illustrates how different automation tasks can be simultaneously implemented with a single system flexibly and contactlessly. The stable, linear conveying and the safe, contactless rotation of a workpiece carrier can be seen.

The design clearly shows the advantages of a superconducting bearing in terms of stability and reliability compared to electromagnetic solutions. In the SupraMultitool exhibit, a handling system places a workpiece carrier one after the other on two different magnets with various bearings and movements in order to demonstrate the flexible applications.

### **SupraLoop: a combination of different transport systems**

The combination of different transport systems using superconductor technology is demonstrated by the SupraLoop exhibit. For this purpose, three different systems are installed on a circular route: a classic conveyor belt, the Multi-Carrier-System MCS® and a superconducting system.

Several carriers are transported on the SupraLoop. The magnetisation on its underside is used both for coupling it with the contactless drive of the MCS® as well as for achieving the hovering effect with the SupraMotion system. A deflector can be used to transfer a carrier from the conveyor belt onto the cryostats by means of superconductors, and the carrier can then be moved by hovering while coupled to these – even beyond separating elements and walls.

One possible application of this principle is to decouple individual transporting slides from a finishing process in order to move into a clean room with them without contact or to process the objects on them with gases or liquids in a sealed area.

### **SupraJunction: horizontal transfer of hovering support plates**

SupraJunction demonstrates how the contactless transportation of objects can be achieved beyond enclosed surfaces and through locks. Two support plates hover above the superconductors; this is thanks to magnetic rails fitted underneath them. They transport small glass containers on a circuit, whereby they are transferred from one superconductor element on a transport system to the next element on another handling system.

During the contactless transfer from one cryostat to the other, an electromagnet that is fastened to an external axis pulls the support plate to the next cryostat in the working direction of the magnetic rails. For the first time, Festo thus achieves the automatic transfer from one system to another on the horizontal plane and enables hovering transportation in long process chains and beyond system limits. During the whole process, the plates hover above a flat pool of water. The support system and automation technology are therefore completely separated from one another, which protects the components against contamination and enables very easy cleaning.

### **SupraCycle: vertical transfer of hovering supports**

In case of the SupraCycle, Festo shows the active transfer of two vertically hovering permanent magnets from one superconductor element to another. To do so, three cryostats with superconductors, which can be rotated by 360 degrees, are installed on a baseplate.

Before starting the application, the two magnetic pucks are frozen in the cryostats with a hovering gap of a few millimetres to the superconductors and then transferred in turn from one cryostat to the next. The modified front of the cryostats ensures that the saved connection can be deliberately undone and restored. The transfer is transmitted in real time on a monitor, which also shows all the data about the permanent monitoring process.

As demonstrated with the vials in the exhibit, support elements can easily be fastened to the pucks. In this way, the workpiece carriers could be transferred between two handling systems when transporting objects in future. Long process chains without contact become a reality.

# Handling with spatial separation

## Working through walls without contact

01: **SupraModule:** wireless control for variable functions

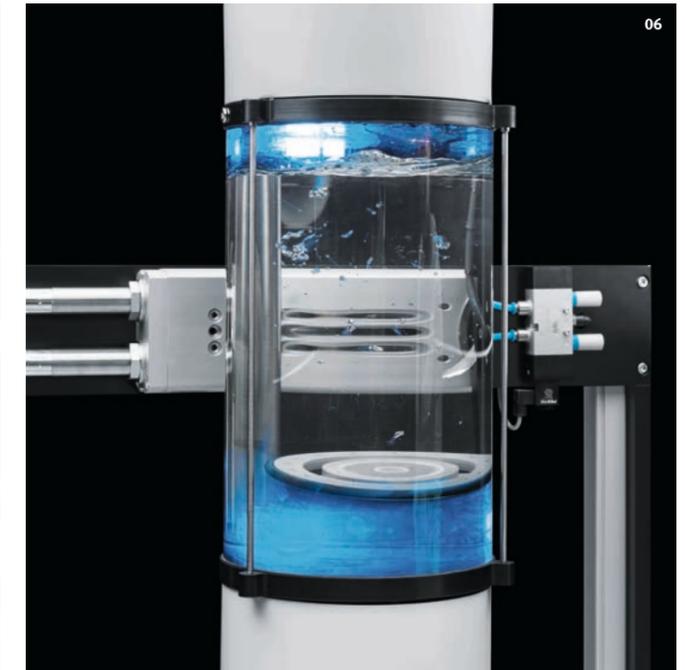
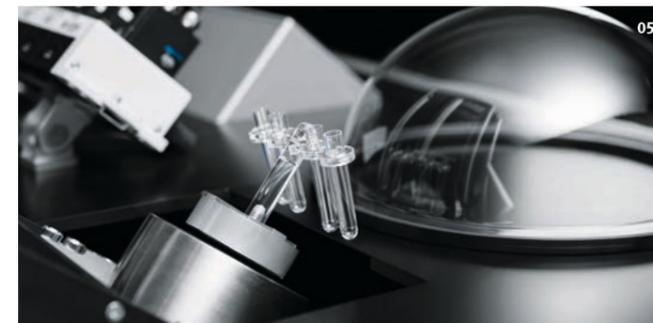
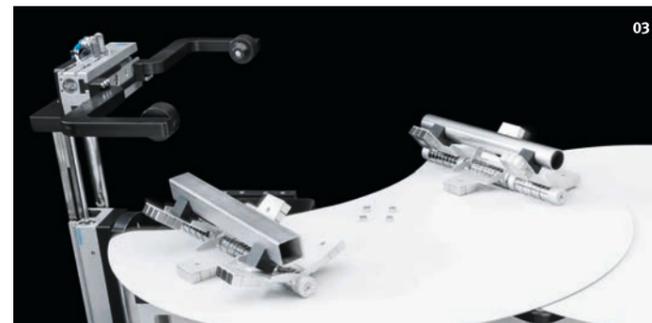
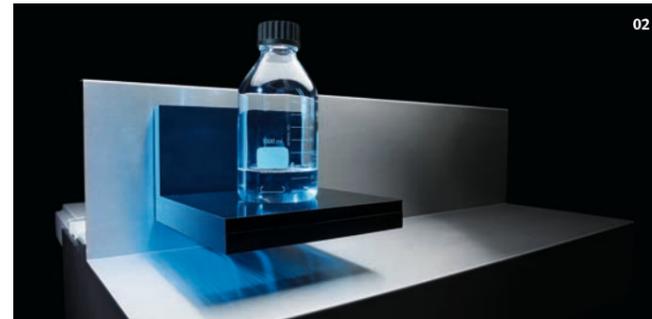
02: **SupraTransport:** moving with large hovering gap

03: **SupraGripper:** mechanical gripping with spatial separation

04: **SupraPicker:** movement in all directions and in enclosed spaces

05: **SupraShuttle:** contactless handling in a vacuum and clean room

06: **SupraTube:** rotation in a sealed tube



Thanks to the defined hovering gap, not only can superconducting systems work in all spatial planes, but they can also work through walls. This opens up completely new prospects for handling systems in protected spaces or beyond casings.

### **SupraModule: wireless control for variable functions**

With the SupraModule, different applications can be carried out with the same system whilst hovering. The basis is a magnetic support with integrated control electronics and a power supply.

This floats at a distance of up to ten millimetres above a cryostat with superconductors. Depending on requirements, various systems can be attached to the carrier, for example a compact gripper or a pipettor.

The systems can be controlled wirelessly. This means that, applications in enclosed spaces can be carried out with the SupraModule, which is particularly advantageous in laboratory automation and medical technology. Reliable cleaning is essential for hygienically safe production in these applications.

### **SupraTransport: moving with large hovering gap**

SupraTransport combines superconductor technology with permanent magnets for a particularly large hovering gap. A carrier hovers above a magnetic rail with a large gap thanks to a permanent magnet. Another magnet is attached at an angle of 90 degrees, which is coupled to a superconductor and fixes the position of the work-piece carrier above the magnetic rail.

Between the carrier and the superconductor plus the rail, covers are attached to separate the working space from the surroundings and keep it clean. Using electrical axes, both the cryostat with the superconductor, as well as the carrier coupled to it, can be moved along the magnetic rail.

### **SupraGripper: gripping with spatial separation**

In the case of the SupraGripper, two grippers hover above two crescent-shaped plates. The hovering effect is achieved by three cryostats which are fitted underneath the plates and can be moved up and down. This means the grippers either hover above the plates or are placed onto them.

Electrical coils on the cryostats emit a pulse. This releases or restores the stored connection to the magnetic gripper elements so that the gripper finger elements fold over and the grippers open or close. In this way objects can be gripped through covers and transported.

### **SupraPicker: conveying in sealed spaces**

The exhibit features a sealed room, in which handling is supposed to be completed. A superconducting gripper arm picks up small vials outside the room via a magnetic puck. The hovering gap between the puck and superconductor means the gripper arm and gripper are separated. The puck is transported with the gripped object through a lock into a closed room. Parallel to this, the superconductor moves outside the enclosure and thus carries out the handling in the sealed room without touching the walls.

### **SupraShuttle: handling in a vacuum and clean room**

The SupraShuttle demonstrates how hovering objects can be moved within hermetically sealed rooms. A dome made of acrylic glass fits over the magnetic carrier and forms an enclosed space.

The exhibit also shows the movement of a hovering object in all spatial directions. A superconductor module is attached beneath the plate. The magnetic shuttle hovers above the module at the distance saved. If the module moves to the back wall, the shuttle also glides seamlessly from the horizontal plane to the vertical plane; this happens without it ever touching the floor or being mechanically handled.

### **SupraTube: rotation in a sealed tube**

A round cryostat with superconductors is fitted at each end of a tube filled with liquid. Inside the vertical tube is a magnetic puck which is pinned to both cryostats and, at the start, hangs underneath the cryostat positioned on top.

The cryostat is set in a rotary movement, which is transferred to the hovering magnet. An electrical impulse pushes it off the cryostat. It moves downwards in a circular motion and is caught again by the second superconductor. The exhibit thus demonstrates how a movement in a tube can be executed from outside without any access.

# Contactless turning, shaking and measuring

## Weighing hovering objects and setting them in motion

01: **SupraSensor:** contactless measuring and weighing

02: **SupraShaker:** hovering vibration system with tilt option

03: **SupraHelix:** transport on a hovering conveyor shaft

04: **SupraChanger:** transfer of a rotation to hovering magnets



Superconducting automation modules can be implemented with a number of active drives. That enables them to perform even unusual motion sequences, positioning forms and handling processes whilst hovering.

### **SupraSensor: contactless measuring and weighing**

The SupraSensor is particularly interesting for laboratory applications. The exhibit consists of a sealed tube filled with liquid, which is attached above precision scales. A cryostat with a superconductor is fitted on the scales. Inside the tube there is a floatation unit with a permanent magnet on the underside, which is coupled without contact to the superconductor on the outside and hence also to the scales.

The exhibit works with the buoyancy principle: the more uplift the unit gets with the magnet, the lower its specific weight becomes. This is demonstrated by air bubbles, for example, which collect on the floatation unit and push it upwards. The scales show this, as they are connected without contact with the unit via the superconductor.

Because the density and hence also the uplift in a liquid varies depending on its composition, this principle can also be used to determine in what concentration other soluble substances are added. This effect can also be seen in seawater, for example: the more salt it contains, the bigger the uplift and the less a body sinks. The SupraSensor therefore impressively shows how separate working spaces and equipment including sensor technology can be coupled to each other without contact.

### **SupraShaker: hovering vibration system with tilt option**

On the SupraShaker, a plate hovers above a cryostat with superconductors. An electric motor with an eccentric cam utilises a magnetic coupling to initiate the shaking motion. In addition to this, a magnetic force field transmission can be used to tilt the plate in any direction.

The hovering distance between the plate and the automation system ensures that the tool and the machine are mechanically separated, and this prevents the vibrations from being transferred to the entire system.

Shaking processes, as are used with vibration conveyors, can be made much quieter and more efficient with such a construction. The plate can also very easily be replaced and cleaned, which is particularly beneficial when using it in dusty environments.

### **SupraHelix: transport on a hovering conveyor shaft**

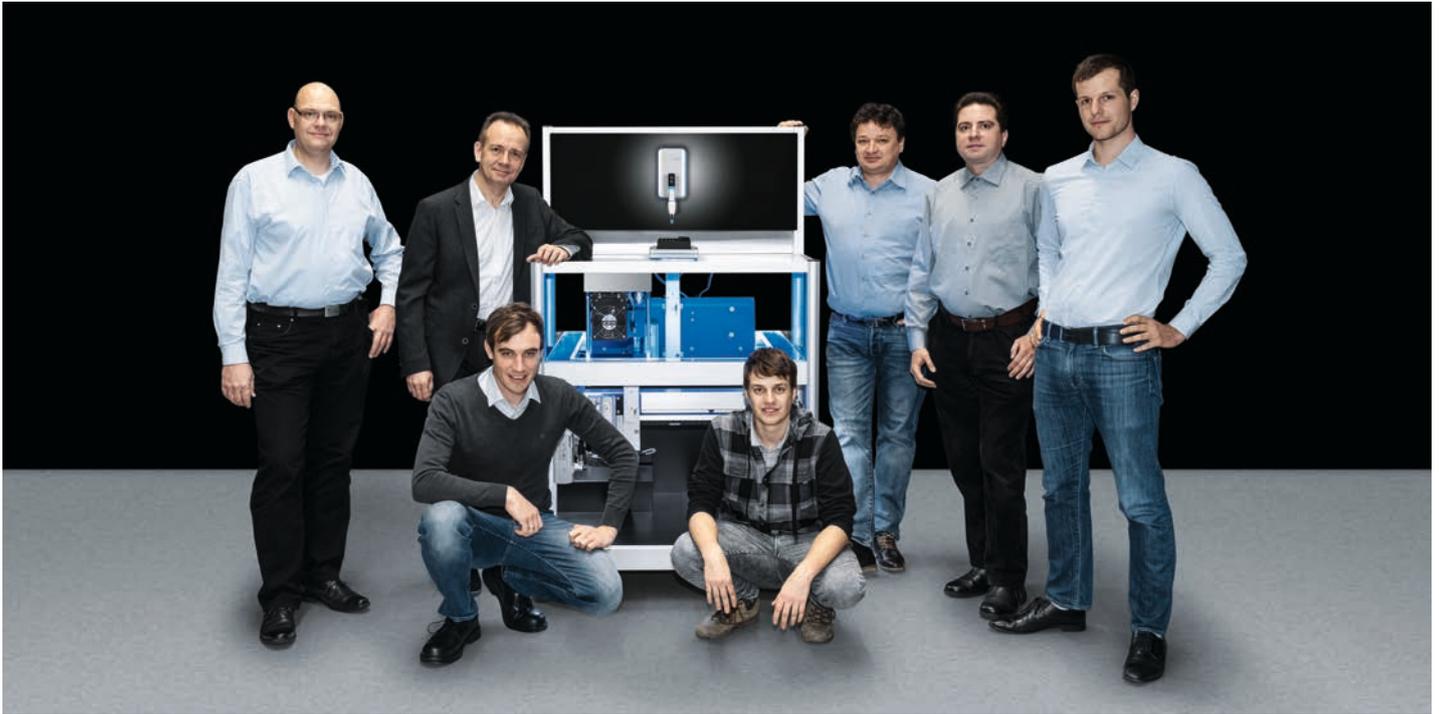
In the case of SupraHelix, two cryostats with superconductors are arranged next to each other on a semi-rotary drive, which is fastened to a support above the baseplate. Cooled down below their transition temperature, the two superconductors cause a shaft suspended underneath with integrated permanent magnets to hover and hold this at a gap of eight millimetres. With the help of the semi-rotary drive, the shaft is made to incline by 40 degrees.

An integrated, permanently energised stepper motor makes the shaft rotate without contact so that it transports individual metal rings upwards via its spiral-shaped thread. The exhibit thus shows how ring-shaped workpieces can be conveyed from one processing station to the next. Thus the spring-driven shaft could also be used to polish or sand non-ferromagnetic materials.

### **SupraChanger: transfer of a rotation to hovering magnets**

The SupraChanger transfers a controlled and contactless rotational movement across hovering magnets on three applications, which can then be smoothly changed over in turn. For this purpose, on the baseplate there are three different stations, on each of which a rotary application is attached: one centrifuge, one mixer and one rotary indexing table.

A superconductor module with a stepper motor is fitted underneath the baseplate. The plate automatically rotates so that one of the three applications is always positioned above the module. In each station there is a magnetic disc, whose hovering distance has been frozen above the actively cooled superconductor module. As soon as a station is over the module again, the disc reacts on the superconductor and begins to hover. The stepper motor and a magnetic coupling under the baseplate set the magnetic disc in the station, and thus the respective application, rotating in a specific manner. The applications therefore do not have to be electrically controlled or manually adjusted, which enables a quick and easy tool change.



## Integrated products from Festo

### SupraModule

- 1 × EXCH planar surface gantry
- 4 × CMMT-AS servo drive controllers
- 1 × CPX-E automation system
- 2 × EGSC mini slides
- 2 × EAMM axial and parallel kits
- 2 × EMMT-AS servo motors
- 1 × CDPX-S operator unit
- 1 × CACN power supply unit

## Project participants

### Project initiator:

Dr Wilfried Stoll, Managing Partner,  
Festo Holding GmbH

### Project coordination:

Georg Berner, Festo Holding GmbH  
Michael Schöttner, Festo SE & Co. KG

### Project team:

Dr Heinrich Frontzek, Martin Beier, Markus Aegerter, Sandro Marucci, Torsten Seger, Frederik Widmaier, Jochen Ritter, Simon Gröss, Dr Frohmut Rösch, Dr Uwe Pracht, Uwe Neuhoff, Frank Hauber, Stephan Schauz, Festo SE & Co. KG

### Construction and assembly:

eta Gerätebau GmbH, Wernau

### PLC programming:

Adiro Automatisierungstechnik GmbH, Esslingen

### Technology partners:

evico GmbH, Dresden

SupraMotion® is a registered trademark of Festo SE & Co. KG

### Search for pilot customers and concrete applications

After several years of intensive research and eight years of experience at trade fairs, Festo is now carrying out investigations with partners and customers, whose application ideas can be turned into pilot projects. Take the next step yourself, and join Festo in moving superconductor technology towards industrial application!



## Festo SE & Co. KG

Ruiter Strasse 82  
73734 Esslingen  
Germany  
Phone +49 711 347-0  
Fax +49 711 347-21 55  
cc@festo.com  
→ [www.festo.com/supra](http://www.festo.com/supra)

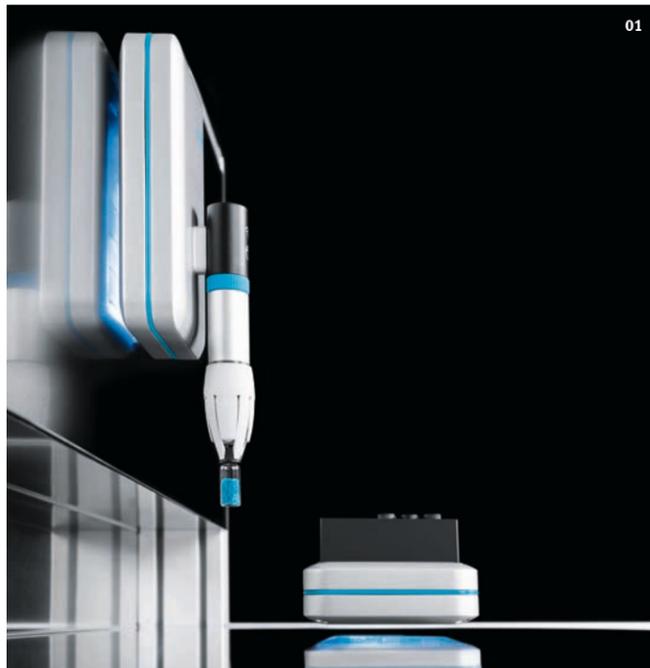
**SupraMotion 2020**  
Supraleiter in der Automatisierung

**FESTO**





Wie Supraleiter genau funktionieren? Gehen Sie auf [www.festo.com/supra](http://www.festo.com/supra) und klicken Sie sich durch die Videos auf unserer Webseite!



01: SupraModule: prädestiniert für Handhabungen in abdichtbaren Räumen ...

02: ... dank drahtloser Ansteuerung für variable Funktionen

Medizintechnik, Laborautomation, Biotechnologie und Lebensmittelherstellung: Das sind entscheidende Zukunftsfelder der Automatisierung, die für die nächsten Jahrzehnte große Wachstumspotenziale aufweisen. Mit ihnen steigen auch die Anforderungen an die Sauberkeit der Produktionsanlagen. Die zuverlässige Reinigung ist Grundvoraussetzung für eine hygienisch sichere Produktion. Längere Produktionszeiten der Anlagen, eine größere Vielfalt und steigende Ansprüche an die Haltbarkeit und Qualität der Produkte sind weitere Herausforderungen, die es zu meistern gilt.

### Berührungslose Produktion der Zukunft

Durch den Einsatz von magnetfeldbasierter Schwebetechnik – zum Beispiel mit Supraleiter-Technologie – lassen sich diese Anforderungen künftig problemlos erfüllen. In der Zukunft bewegen sich entstehende Produkte leise, sauber, energiearm und berührungslos durch die Fertigungshallen. Ein kontaktloses, reibungsfreies Handling mit Kräften von bis zu 400 N/dm<sup>2</sup> und bis zu 20 mm breiten Luftspalten durch Wände und in jeder Raumlage, wie es die Supraleiter-Technologie ermöglicht, erlaubt völlig neue Lösungen. Große Einsatzpotenziale gibt es besonders in hochreinen oder rauen Umgebungen. Die Trennung von Produkt und Handhabung im Vakuum, in Gasen oder Flüssigkeiten ermöglicht einen geschützten Transport für höchste Anforderungen.

Von diesem Paradigmenwechsel in der Automatisierung profitieren unsere Kunden und deren Kunden. Deshalb erforscht und entwickelt Festo die Technologie seit mittlerweile über zehn Jahren. Unter dem Namen SupraMotion entstehen Jahr für Jahr neue Anwendungen und Bewegungskonzepte, die das Potenzial von Supraleitung für die industrielle Automation aufzeigen.

2020 präsentiert Festo mit dem SupraModule ein Konzept, bei dem sich – aufgrund der drahtlosen Ansteuerung – unterschiedliche Applikationen mit einem System ausführen lassen.

### Materialien mit faszinierenden Eigenschaften

Supraleiter sind Materialien, die unterhalb einer bestimmten Temperatur nicht nur ihren elektrischen Widerstand verlieren, sondern auch das Feld eines Permanentmagneten in einem definierten Abstand speichern können, sodass entweder sie selbst schweben oder der Magnet. Durch diesen Effekt lassen sich Objekte berührungslos lagern und bewegen. Der Schwebespalz bleibt dabei in jeder Raumlage und selbst durch Wände hindurch stabil.

Dank ihrer Rückstellkräfte nehmen die supraleitenden Magnetlagerkomponenten ihre gespeicherte Position sogar dann wieder selbstständig ein, wenn eine davon temporär entfernt wurde – ganz ohne externe Regelungstechnik.

### Aktive Kühlung mit langer Lebensdauer

Für SupraMotion setzt Festo auf keramische Hochtemperatur-Supraleiter, deren Sprungtemperatur etwa bei 93 Kelvin (–180 °C) liegt. Das erlaubt die Verwendung von elektrischen Kühlern mit einem Energiebedarf von unter 0,5 W je kg pro Kryostat (Kühlbehälter). Dank der thermischen Isolation ist der Betrieb selbst bei einem Stromausfall für mehrere Minuten gewährleistet. Die Kühler können je nach Bauart eine Lebensdauer von zehn bis 20 Jahren erreichen.

Lernen Sie auf den folgenden Seiten vier Anwendungsfelder von Supraleitung in der Automation kennen:

- Transportieren in allen Raumlagen
- Übergeben von schwebenden Objekten
- Handhaben bei räumlicher Trennung
- berührungsloses Drehen, Schütteln und Messen



# Transportieren in allen Raumlagen

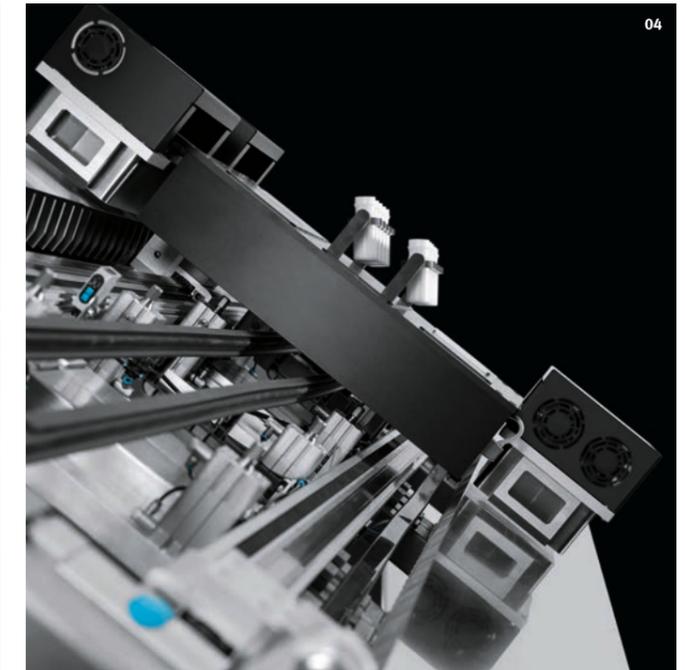
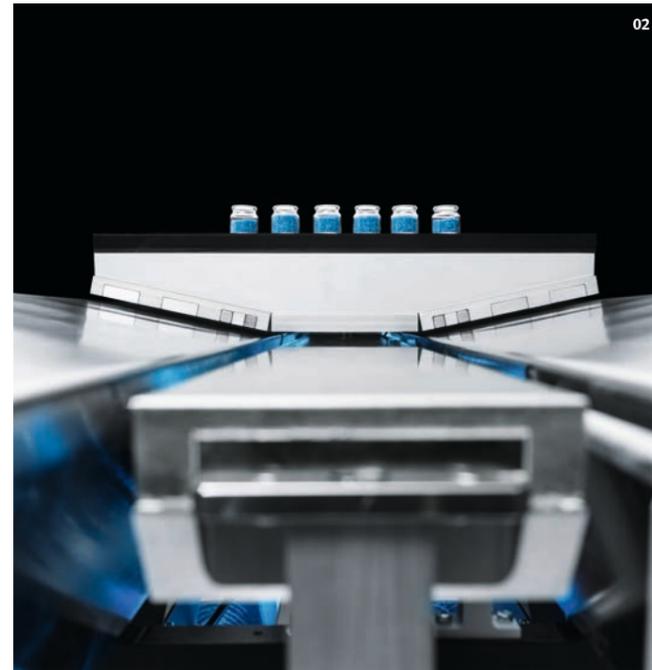
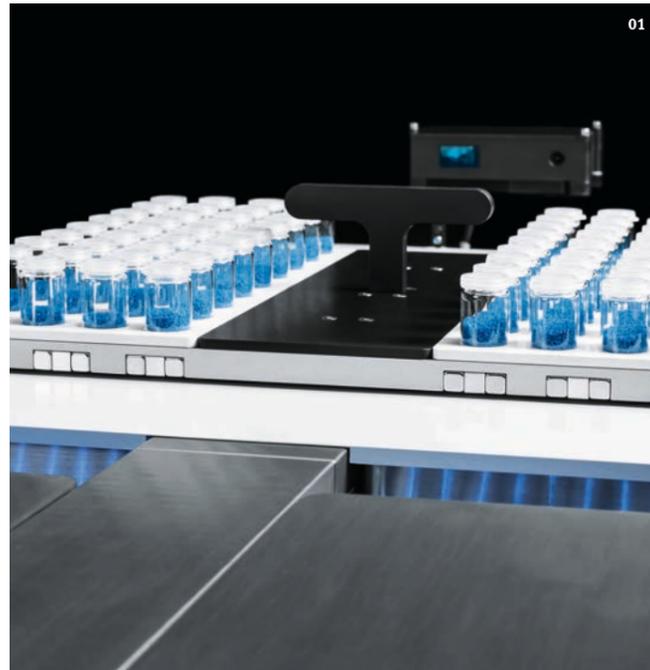
## Bewegen und Positionieren von schwebenden Trägern

01: **SupraDrive**: lineares Verfahren mit hoher Dynamik

02: **SupraDrive 2.0**: ruckfreier linearer Transport

03: **SupraCarrier**: Lagern und Führen auf schwebenden Walzen

04: **SupraHandling 2.0**: lineare berührungslose Bewegung in drei Raumlagen



Um Objekte schwebend zu bewegen, gibt es bereits verschiedene Technologien. Mit den verblüffenden Eigenschaften von Supraleitern – wie dem stabilen Schwebespalt – sind jedoch ganz neue Abläufe in allen Raumlagen und Richtungen realisierbar.

### **SupraDrive: lineares Verfahren mit hoher Dynamik**

Beim SupraDrive wird ein schwebender Transportschlitten hochdynamisch verfahren und genau positioniert. Je drei Kryostate mit Supraleitern auf beiden Seiten der Verfahrstrecke lassen ihn einige Millimeter über der Oberfläche schweben. Für die Bewegung und Positionierung sorgt der Antrieb aus dem Multi-Carrier-System MCS®, der zwischen den Kryostaten verbaut ist.

Neben der ruckfreien Beschleunigung und der nahezu verschleißfreien, dynamischen Bewegung bietet dieses Konzept den Vorteil, dass alle Antriebskomponenten unter einer Abdeckung verbaut werden können. Das System lässt sich dadurch sehr einfach reinigen, sogar ohne den Transportvorgang zu unterbrechen. Da der Schlitten schwebt, kann er nicht durch Schmutz auf der Oberfläche des Systems behindert oder verunreinigt werden.

Das Multi-Carrier-System MCS® ist ein von Festo und Siemens entwickeltes lineares Transportsystem, das frei konfigurierbar ist. Seine Wagen werden magnetisch bewegt und können die einzelnen Stationen flexibel und völlig frei anfahren. Dabei lassen sich für jeden Carrier unterschiedliche Bewegungsprofile abbilden.

### **SupraDrive 2.0: ruckfreier linearer Transport**

Aufbauend auf dem 2017 vorgestellten Exponat SupraDrive verfügt der SupraDrive 2.0 über zwei durchgehende, 1,5 m lange Kryostate mit Supraleitern, die ein besonders gleichmäßiges und dynamisches Verfahren des Transportschlittens ermöglichen. Die Kryostate sind schräg zueinander gekippt. So zentrieren und stabilisieren sie den Transportschlitten zusätzlich von beiden Seiten. Für die Bewegung und präzise Positionierung sorgt auch bei SupraDrive 2.0 der Antrieb aus dem Multi-Carrier-System MCS®.

Wie alle SupraMotion-Exponate können beide SupraDrive-Konzepte beispielsweise Anwendung in Bereichen finden, in denen Anlagen häufig oder während des laufenden Betriebs gereinigt werden müssen.

Ihre nahezu geräuschlose Bewegung, der zuverlässige Betrieb sowie die einfache Reinigung machen die beiden Applikationen besonders geeignet für den Einsatz in der Laborautomation, Medizintechnik, Nahrungsmittel- oder Pharmabranche oder der Verpackungstechnik.

### **SupraCarrier: Lagern und Führen auf schwebenden Walzen**

Auf einer horizontal verfahrenen elektrischen Achse sind zwei Supraleiter-Elemente montiert, über denen jeweils zwei magnetische Transportwalzen schweben. Auf den Walzen liegt ein flacher Werkstückträger. Zwischen ihnen und den Supraleitern befindet sich eine Abdeckung mit Öffnungen. Durch sie können die Walzen so abgesenkt werden, dass der Werkstückträger auf der Abdeckung abgelegt wird.

Das Konzept magnetischer schwebender Walzen eignet sich zur Handhabung von flachen Werkstücken oder zum Transport von Objekten auf einer Trägerplatte. Eine Anwendung wie der SupraCarrier könnte beispielsweise Glas, Holz oder Papier in sehr rauen – oder sehr reinen – Umgebungen bewegen.

Grundlage für das universelle Einsatzgebiet ist die gute Reinigbarkeit der Applikation. Sowohl die schwebenden Transportwalzen als auch die Abdeckungen zwischen ihnen und der elektrischen Achse lassen sich einzeln schnell und einfach säubern.

### **SupraHandling 2.0: lineares Verfahren in drei Raumlagen**

Beim SupraHandling 2.0 schwebt ein Supraleiter-Schlitten berührungslos und doch stabil an zwei Magnetschienen entlang. Gleichzeitig kann sich das komplette System bis zu 180 Grad um seine Längsachse drehen. Dadurch gleitet der Schlitten waagrecht über dem Boden, senkrecht an der Wand oder über Kopf hängend. Auf dem Schlitten werden Kunststoffflaschen transportiert. Ihre Halterung ist flexibel gestaltet, sodass sie auch bei Änderung ihrer Lage stets senkrecht mit der Öffnung nach oben orientiert bleiben.

Aufgrund der glatten Abdeckung aus Edelstahl sind die Schienen einfach zu reinigen. Daher ist eine Anwendung überall dort von Vorteil, wo Clean Design und eine gute Reinigungsfähigkeit gefordert sind – wie in der Lebensmittel-, chemischen oder pharmazeutischen Industrie.

# Transportieren in allen Raumlagen

Bewegen und Positionieren von schwebenden Trägern

01: **SupraLinearMotion:** reibungsfreies, lineares Gleiten durch Schwerkraft



01

02: **SupraHandling:** beliebiges kontaktloses Positionieren in der Ebene



02

## SupraLinearMotion: lineares Gleiten durch Schwerkraft

Mit SupraLinearMotion macht Festo die Eigenschaften der Technologie erlebbar: Eine Person nimmt auf dem supraleitenden Schlitten Platz, der durch die integrierte Kühlung in einem definierten Abstand über einer Magnetschiene schwebt.

Für den Antrieb wird die Wippe einmal aktiv aus der Balance gebracht. Sie kippt und der Fahrgast gleitet reibungsfrei und geräuschlos über die Magnetschiene – nur durch die Wirkung der Schwerkraft, getragen von der Supraleitung.

Gekippt wird die Wippe von einem Elektrozyylinder ESBF. Drei pneumatische Schwenkantriebe DRQD sind in die Schiene zur Endlagenbegrenzung eingebaut. In der Mitte der Wippe heben vier Elektroantriebe DNCE den Sitzschlitten in der Ruheposition an, damit der Fahrgast sicher auf- und absteigen kann. Während des Einfrierens des Magnetfeldes durch den Supraleiter halten sie den Schlitten im gewünschten Abstand zur Magnetschiene. Koordiniert werden alle elektrischen und pneumatischen Antriebe des Exponats von einem CPX-Terminal im Sockel der Wippe.

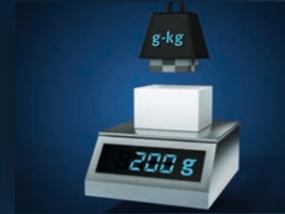
## SupraHandling: beliebige Positionierung in der Ebene

Auch das SupraHandling lässt die Schwerkraft für sich arbeiten. Das Prinzip der Wippe wird auf einen Kreuztisch zur Bewegung von Objekten in die x- und y-Richtung übertragen.

Die zwei mal zwei Meter große Grundplatte des Tisches ist auf einem Kugelgelenk befestigt. Auf der Platte ist das Portal montiert, das aus vier Magnetschienen, zwei supraleitenden Schlitten und einem Werkstückträger besteht. Unter der Platte sind im Winkel von 90 Grad zwei Servomotoren EMMS-AS von Festo angebracht.

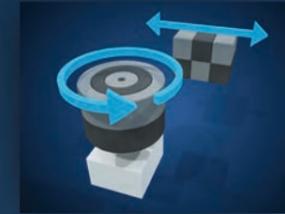
Die beiden Antriebe können die Platte unabhängig voneinander in x- und y-Richtung leicht neigen. Dadurch werden die beiden Schlitten berührungslos in Bewegung gesetzt, indem sie über die Magnetschienen schweben. Zwei optische Sensoren in den Ecken der Grundplatte erfassen dabei die Lage der Schlitten. Je nach gewünschter Positionierung des Werkstückträgers steuert ein CPX-Terminal die beiden Antriebe an, um die Platte entsprechend zu neigen.

**Berührungsloses Drehen, Schütteln und Messen**



**SupraSensor:** berührungsloses Messen und Wiegen

**Übergeben von schwebenden Objekten**



**SupraMultitool:** mehrere Funktionen mit nur einem System

**Handhaben bei räumlicher Trennung**



**SupraModule:** drahtlose Ansteuerung für variable Funktionen

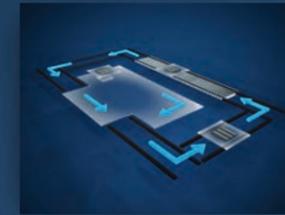
**Transportieren in allen Raumlagen**



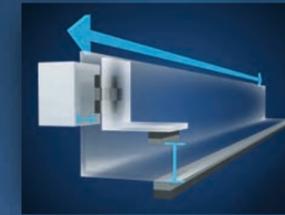
**SupraDrive:** lineares Verfahren mit hoher Dynamik



**SupraShaker:** Rüttelsystem mit Neigemöglichkeit



**SupraLoop:** Kombination verschiedener Transportsysteme



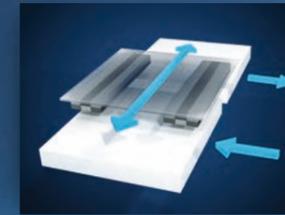
**SupraTransport:** Bewegen mit großem Schwebespaß



**SupraDrive 2.0:** ruckfreier linearer Transport



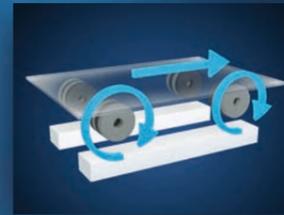
**SupraHelix:** Transport auf einer schwebenden Förderwelle



**SupraJunction:** horizontale Übergabe schwebender Träger



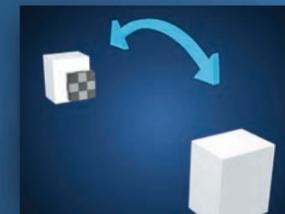
**SupraPicker:** Transport in abdichtbare Räume



**SupraCarrier:** Lagern und Führen auf schwebenden Walzen



**SupraChanger:** Übertrag einer Rotation auf Magnete



**SupraCycle:** vertikale Übergabe schwebender Träger



**SupraShuttle:** Handling in Vakuum und Reinraum



**SupraHandling 2.0:** lineares Verfahren in drei Raumlagen

## SupraMotion: Applikationen und Bewegungskonzepte mit Supraleitung

Seit mehreren Jahren befasst sich Festo mit der Supraleiter-Technologie. Mittlerweile ist eine Vielzahl von Konzepten entstanden, die ein breites Anwendungsspektrum für die Automatisierungstechnik abdecken.

Sie wollen die Exponate in Aktion sehen? Besuchen Sie [www.festo.com/supra](http://www.festo.com/supra) mit Ihrem Smartphone, Tablet oder PC und schauen Sie sich ihre Bewegungsabläufe im Video an.



**SupraGripper:** Greifen bei räumlicher Trennung



**SupraLinearMotion:** lineares Gleiten durch Schwerkraft



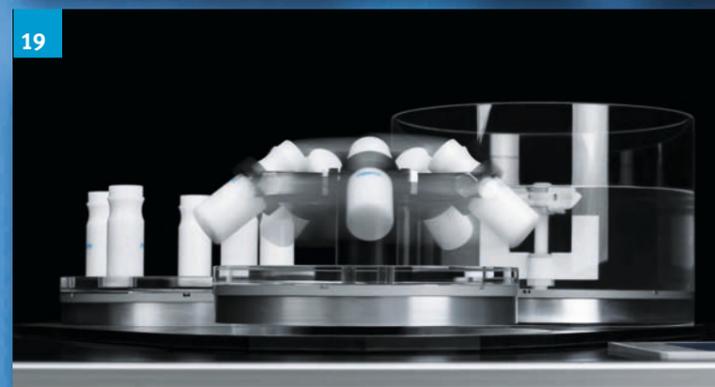
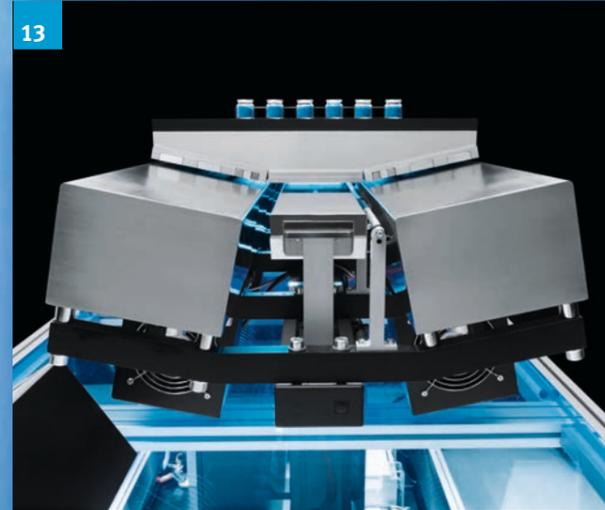
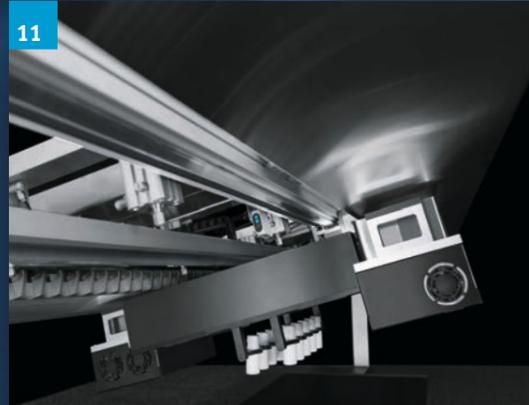
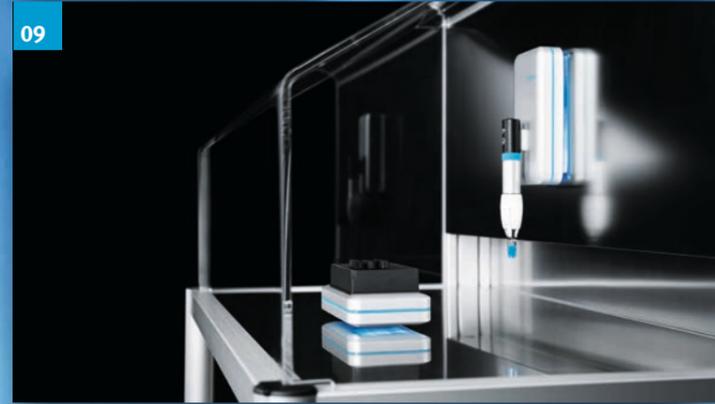
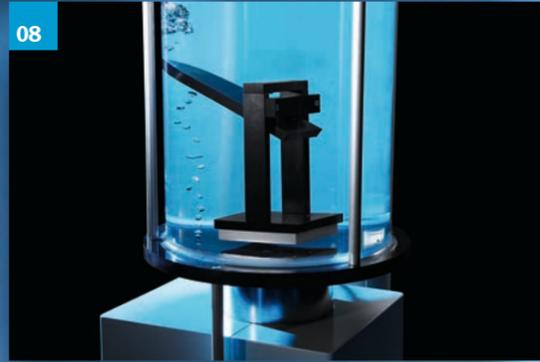
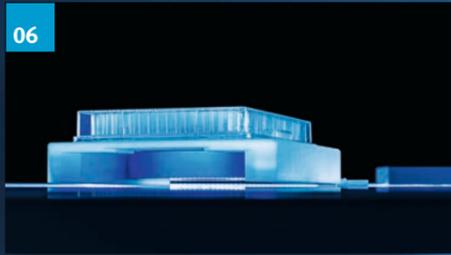
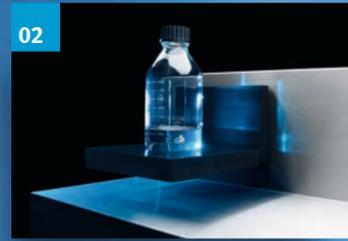
**SupraTube:** Rotation in einem geschlossenen Rohr



**SupraHandling:** beliebige Positionierung in der Ebene

# SupraMotion

Applikationen und Bewegungs-  
konzepte mit Supraleitung



01 SupraTube

04 SupraGripper

07 SupraDrive

10 SupraLoop

13 SupraDrive 2.0

16 SupraHandling

19 SupraChanger

02 SupraTransport

05 SupraHelix

08 SupraSensor

11 SupraHandling 2.0

14 SupraJunction

17 SupraCycle

20 SupraShuttle

03 SupraLinearMotion

06 SupraMultitool

09 SupraModule

12 SupraPicker

15 SupraShaker

18 SupraCarrier

# Übergeben von schwebenden Objekten

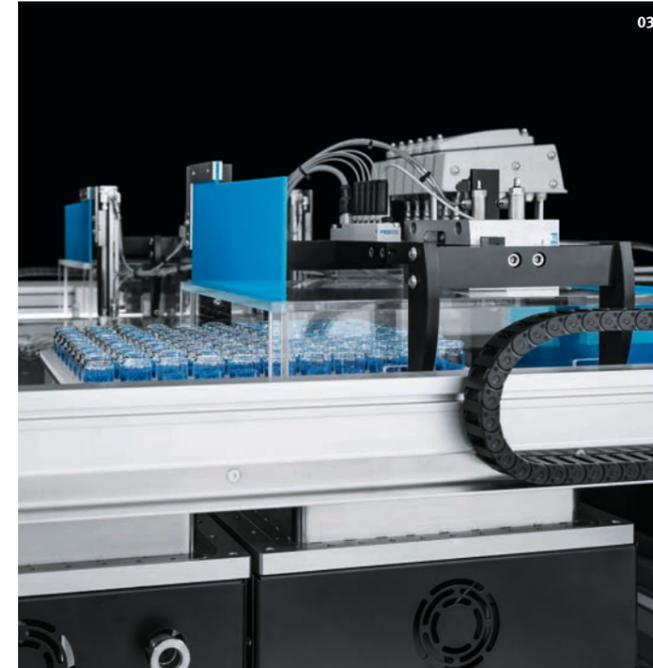
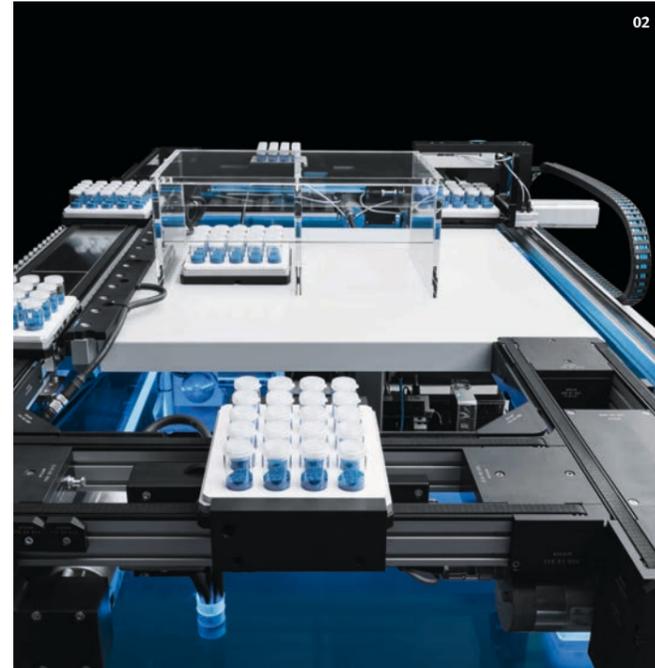
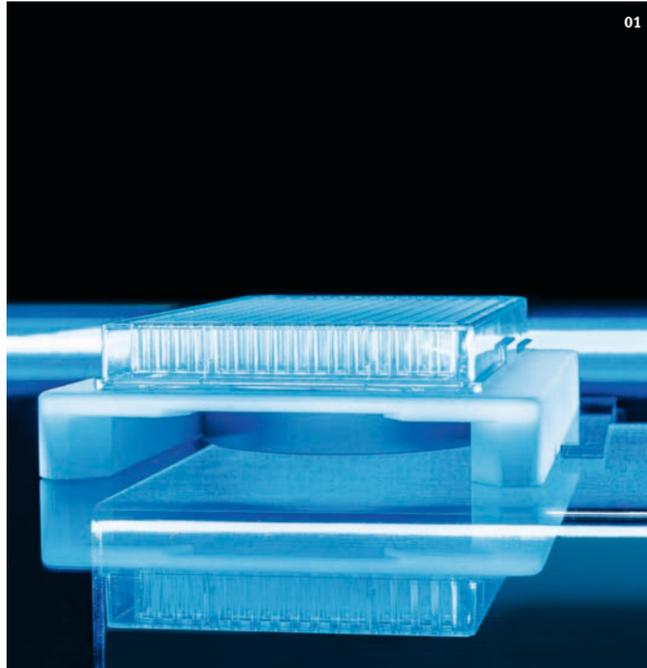
## Berührungsloser Transport über Systemgrenzen hinweg

01: **SupraMultitool:** mehrere Funktionen mit nur einem System

02: **SupraLoop:** Kombination verschiedener Transportsysteme

03: **SupraJunction:** horizontale Übergabe schwebender Träger

04: **SupraCycle:** vertikale Übergabe schwebender Träger



Durch die schwebende Übergabe von Objekten über Systemgrenzen hinweg sind nicht nur längere Prozessketten ohne Berührung realisierbar. Sie ermöglicht auch einen wartungsarmen Einsatz in Umgebungen mit strengsten Reinheitsanforderungen.

### **SupraMultitool: mehrere Funktionen gleichzeitig mit nur einem Kryostat realisieren**

Das SupraMultitool veranschaulicht, wie mit einem einzigen System gleichzeitig verschiedene Automatisierungsaufgaben flexibel und berührungslos realisiert werden können. Zu sehen sind der stabile, lineare Transport und die sichere, kontaktlose Drehbewegung eines Werkstückträgers.

Der Aufbau zeigt anschaulich die Vorteile einer supraleitenden Lagerung hinsichtlich Stabilität und Zuverlässigkeit gegenüber elektromagnetischen Lösungen. Im Exponat SupraMultitool setzt ein Handlingsystem einen Werkstückträger nacheinander auf zwei unterschiedliche Magnete mit verschiedenen Lagerungen und Bewegungen, um die flexiblen Anwendungsmöglichkeiten zu demonstrieren.

### **SupraLoop: Kombination verschiedener Transportsysteme**

Die Kombination unterschiedlicher Transportsysteme mit der Supraleiter-Technologie demonstriert das Exponat SupraLoop. Dazu sind auf einem Rundkurs drei unterschiedliche Systeme verbaut: ein klassisches Förderband, das Multi-Carrier-System MCS<sup>®</sup> sowie ein supraleitendes System.

Auf dem SupraLoop werden mehrere Wagen (Carrier) transportiert. Die Magnetisierung an ihrer Unterseite sorgt sowohl für die Kopplung mit dem berührungslosen Antrieb des MCS<sup>®</sup> als auch für den Schwebeneffekt beim SupraMotion-System. Über eine Weiche kann ein Carrier vom Förderband auf den Kryostat mit Supraleitern umgesetzt und dann an diesen gekoppelt schwebend verfahren werden – auch über Abtrennungen hinweg und durch Wände hindurch.

Eine mögliche Anwendung dieses Prinzips ist die Auskopplung einzelner Transportschlitten aus einem Bearbeitungsprozess, um mit ihnen berührungslos in einen Reinraum hineinzufahren oder die darauf befindlichen Objekte in einem abgeschlossenen Bereich mit Gasen oder Flüssigkeiten zu bearbeiten.

### **SupraJunction: horizontale Übergabe schwebender Träger**

SupraJunction zeigt den berührungslosen Transport von Objekten über geschlossene Oberflächen hinweg und durch Schleusen hindurch. Zwei Trägerplatten schweben dank der an ihrer Unterseite angebrachten Magnetschienen über den Supraleitern. Sie transportieren kleine Glasbehälter auf einem Rundkurs, indem diese von einem Supraleiter-Element auf einem Transportsystem zum nächsten Element auf einem anderen Handlingsystem übergeben werden.

Bei der berührungslosen Übergabe von einem Kryostat zum anderen zieht ein Elektromagnet, der an einer elektrischen Achse befestigt ist, die Trägerplatte in Wirkrichtung der Magnetschienen auf den nächsten Kryostat. Damit realisiert Festo erstmals die automatisierte Übergabe von einem System zu einem anderen in der Waagerechten und ermöglicht den schwebenden Transport in langen Prozessketten und über Systemgrenzen hinweg. Während des gesamten Vorgangs schweben die Platten über einem flachen Wasserbecken. Trägersystem und Antriebstechnik sind damit komplett voneinander getrennt, was die Komponenten vor Verschmutzung schützt und eine sehr einfache Reinigung ermöglicht.

### **SupraCycle: vertikale Übergabe schwebender Träger**

Mit SupraCycle zeigt Festo die aktive Übergabe von zwei vertikal schwebenden Permanentmagneten von einem Supraleiter-Element zu einem anderen. Dazu sind auf einer Grundplatte drei um 360 Grad drehbare Kryostate mit Supraleitern verbaut.

Vor Beginn der Anwendung werden die beiden magnetischen Pucks jeweils mit einem Schwebenabstand von einigen Millimetern zu den Supraleitern eingefroren und anschließend reihum von einem Kryostat zum nächsten übergeben. Die modifizierte Vorderseite der Kryostate sorgt dafür, dass sich die gespeicherte Verbindung gezielt lösen und wiederherstellen lässt. Die Übergabe wird in Echtzeit auf einen Monitor übertragen, der zudem alle Daten zur permanenten Überwachung anzeigt.

Wie im Exponat mit den Fläschchen demonstriert, lassen sich an den Pucks problemlos Trägerelemente befestigen. Zukünftig könnten so beim Transport von Objekten die Werkstückträger berührungslos zwischen zwei Handlingsystemen übergeben werden. Lange Prozessketten ohne Berührung werden Realität.

# Handhaben bei räumlicher Trennung

## Kontaktloses Arbeiten durch Wände hindurch

01: **SupraModule:** drahtlose Ansteuerung für variable Funktionen

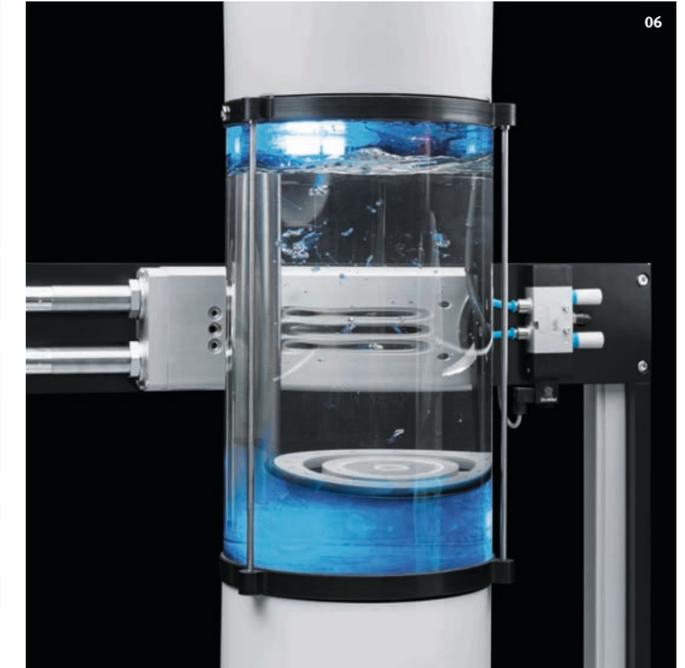
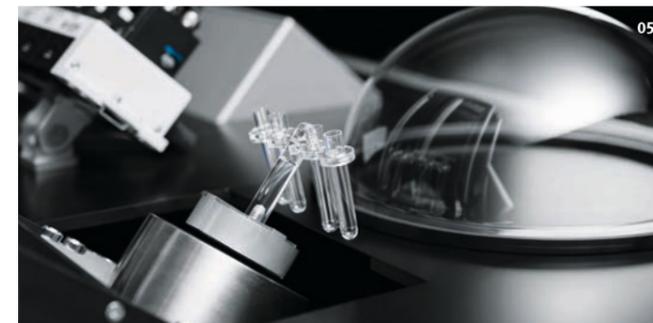
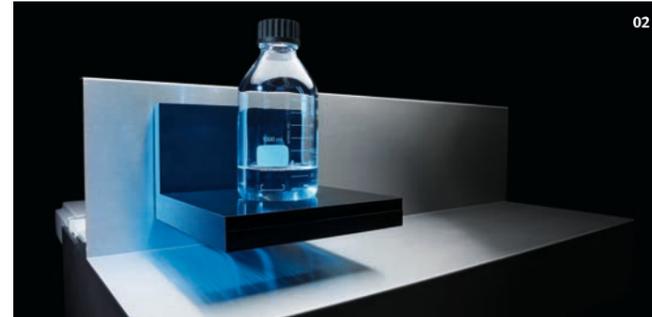
02: **SupraTransport:** Bewegen mit großem Schwebespalt

03: **SupraGrripper:** mechanisches Greifen bei räumlicher Trennung

04: **SupraPicker:** Bewegung in alle Richtungen und Transport in geschlossene Räume

05: **SupraShuttle:** berührungsloses Handling in Vakuum und Reinraum

06: **SupraTube:** Rotation in einem geschlossenen Rohr



Dank des definierten Schwebespalts können supraleitende Systeme nicht nur in allen Raumlagen, sondern auch durch Wände hindurch arbeiten. Das eröffnet völlig neue Perspektiven bei Handhabungen in geschützten Räumen oder über Verkleidungen hinweg.

### SupraModule: drahtlose Ansteuerung für variable Funktionen

Mit dem SupraModule lassen sich unterschiedliche Applikationen mit demselben System schwebend ausführen. Als Basis dient ein magnetischer Träger mit integrierter Steuerungselektronik und Stromversorgung.

Dieser schwebt in einem Abstand von 10 mm über einem Kryostat mit Supraleitern. Je nach Bedarf können an dem Träger verschiedene Systeme angebracht werden, zum Beispiel ein kompakter Greifer oder ein Pipettierer.

Die Systeme lassen sich drahtlos ansteuern. So können mit dem SupraModule Anwendungen in abgeschlossenen Räumen durchgeführt werden, was beispielsweise in der Laborautomation und Medizintechnik von Vorteil ist.

### SupraTransport: Bewegen mit großem Schwebespalt

SupraTransport kombiniert Supraleiter-Technologie mit Permanentmagneten für einen besonders großen Schwebespalt. Ein Träger schwebt dank eines Permanentmagneten mit großem Abstand über einer Magnetschiene. Im Winkel von 90 Grad ist ein weiterer Magnet angebracht, der mit einem Supraleiter gekoppelt ist und die Position des Werkstückträgers über der Magnetschiene fixiert.

Zwischen dem Träger und dem Supraleiter sowie der Schiene sind Abdeckungen angebracht, die den Arbeitsraum von der Umgebung sauber abtrennen. Mit elektrischen Achsen lassen sich sowohl der Kryostat mit dem Supraleiter als auch der daran gekoppelte Träger entlang der Magnetschiene bewegen.

### SupraGrripper: Greifen bei räumlicher Trennung

Beim SupraGrripper schweben zwei Greifer über zwei halbmondförmigen Platten. Der Schwebereffekt wird durch drei Kryostate erzielt, die unterhalb der Platten verbaut sind und sich nach oben und unten fahren lassen. Dadurch schweben die Greifer entweder über den Platten oder werden auf ihnen abgelegt.

Elektrische Spulen auf den Kryostaten geben einen Impuls ab. Dieser löst die gespeicherte Verbindung zu den magnetischen Greiferelementen oder stellt sie wieder her, sodass die Fingerelemente umklappen und sich die Greifer öffnen oder schließen. So können Objekte durch Abdeckungen hindurch gegriffen werden.

### SupraPicker: Transport in abdichtbare Räume

Das Exponat zeigt einen abgedichteten Raum, in dem eine Handhabung vollzogen werden soll. Ein supraleitender Greifarm nimmt dazu kleine Fläschchen außerhalb des Raums über einen magnetischen Puck auf. Durch den Schwebespalt zwischen Puck und Supraleiter sind Greifarm und Greifer dabei getrennt. Der Puck wird mit dem Greifgut durch eine Schleuse in den geschlossenen Raum befördert. Parallel dazu bewegt sich der Supraleiter außerhalb des Gehäuses und führt so die Handhabung im abgedichteten Raum ohne Berührung der Wände aus.

### SupraShuttle: Handling in Vakuum und Reinraum

Das SupraShuttle demonstriert, wie schwebende Objekte innerhalb hermetisch dichter Räume bewegt werden können. Dazu stülpt sich

eine Kuppel aus Acrylglas über den magnetischen Träger und bildet einen abgeschlossenen Raum. Außerdem zeigt das Exponat die Bewegung eines schwebenden Objektes in alle Raumrichtungen. Unter der Platte ist ein Supraleiter-Modul angebracht, über dem das magnetische Shuttle schwebt. Fährt das Modul an die Rückwand, gleitet das Shuttle von der Waagerechten in die Senkrechte.

### SupraTube: Rotation in einem geschlossenen Rohr

An den beiden Enden einer mit Flüssigkeit gefüllten Röhre ist außen jeweils ein Rundkryostat mit Supraleitern angebracht. Innerhalb des senkrecht stehenden Rohrs befindet sich ein Magnetpuck, der auf beide Kryostate gepinnt ist und zu Beginn unter dem oberen Kryostat hängt.

Der Kryostat wird in eine Drehbewegung versetzt, die er auf den schwebenden Magneten überträgt. Ein elektrischer Impuls stößt diesen vom Kryostat ab. Er treibt in einer Kreisbewegung abwärts und wird von dem zweiten Supraleiter wieder eingefangen. Damit zeigt das Exponat, wie eine Bewegung in einer Röhre ohne Durchgriff von außen gesteuert ausgeführt werden kann.

# Berührungsloses Drehen, Schütteln und Messen

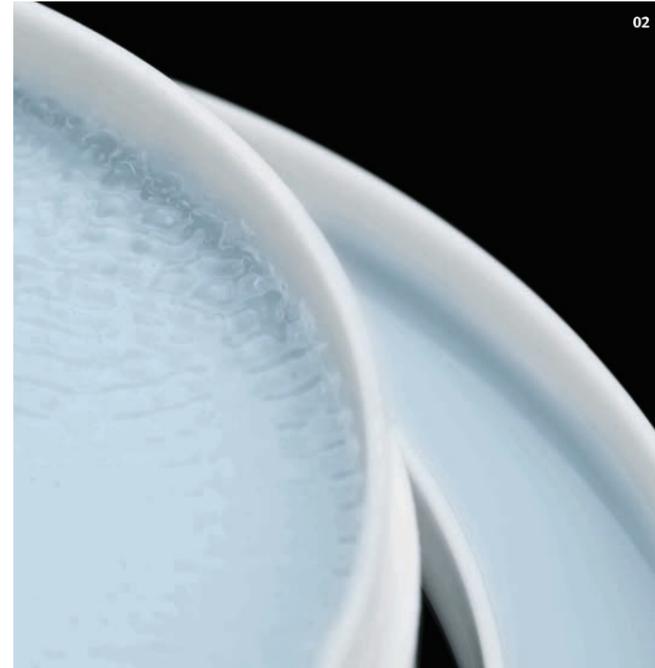
## Schwebende Objekte wiegen und in Bewegung versetzen

01: **SupraSensor:** berührungsloses Messen und Wiegen

02: **SupraShaker:** schwebendes Rüttelsystem mit Neigemöglichkeit

03: **SupraHelix:** Transport auf einer schwebenden Förderwelle

04: **SupraChanger:** Übertrag einer Rotation auf schwebende Magnete



Supraleitende Automatisierungsmodule können mit einer Vielzahl von aktiven Antrieben realisiert werden. Das ermöglicht es ihnen, selbst ausgefallene Bewegungsabläufe, Lagerungsformen und Handhabungen schwebend auszuführen.

### **SupraSensor: berührungsloses Messen und Wiegen**

Der SupraSensor besteht aus einer mit Flüssigkeit gefüllten, geschlossenen Röhre, die über einer Präzisionswaage angebracht ist. Auf der Waage ist ein Kryostat mit einem Supraleiter montiert. Im Inneren der Röhre befindet sich ein Auftriebskörper mit einem Permanentmagneten an der Unterseite, der berührungslos mit dem außerhalb liegenden Supraleiter und damit auch mit der Waage gekoppelt ist.

Das Exponat arbeitet nach dem Auftriebsprinzip: Je mehr Auftrieb der Körper mit dem Magneten erhält, desto geringer wird sein spezifisches Gewicht. Beispielhaft wird dies durch Luftbläschen demonstriert, die sich am Auftriebskörper sammeln und ihn nach oben drücken. Die Waage zeigt dies an, da sie über den Supraleiter berührungslos mit dem Körper verbunden ist.

Weil sich die Dichte und somit auch der Auftrieb in einer Flüssigkeit je nach ihrer Zusammensetzung ändert, lässt sich mit diesem Prinzip auch feststellen, in welcher Konzentration andere lösliche Stoffe hinzugegeben werden. Zu sehen ist dieser Effekt beispielsweise auch im Meerwasser: Je mehr Salz enthalten ist, desto größer der Auftrieb und desto weniger sinkt ein Körper nach unten.

Der SupraSensor zeigt damit eindrucksvoll, wie sich voneinander getrennte Arbeitsräume und Arbeitsmittel inklusive Sensorik berührungslos miteinander koppeln lassen.

### **SupraShaker: schwebendes Rüttelsystem mit Neigemöglichkeit**

Beim SupraShaker schwebt eine Platte über einem Kryostat mit Supraleitern. Ein Elektromotor mit Exzenter versetzt sie über eine Magnetkopplung in eine Rüttelbewegung. Zusätzlich kann sie über eine magnetische Kraftfeldübertragung in jede beliebige Richtung geneigt werden. Der Schwebespalz zwischen der Platte und dem Automatisierungssystem sorgt für eine mechanische Trennung von Werkzeug und Maschine und verhindert, dass sich die Schwingungen auf die gesamte Anlage übertragen.

Rüttelvorgänge, wie sie bei Vibrationsförderern angewendet werden, ließen sich mit einem solchen Aufbau deutlich leiser und effizienter vornehmen. Außerdem kann die Platte sehr einfach ausgetauscht und gereinigt werden, was insbesondere bei der Anwendung in staubreichen Umgebungen von Vorteil ist.

### **SupraHelix: Transport auf einer schwebenden Förderwelle**

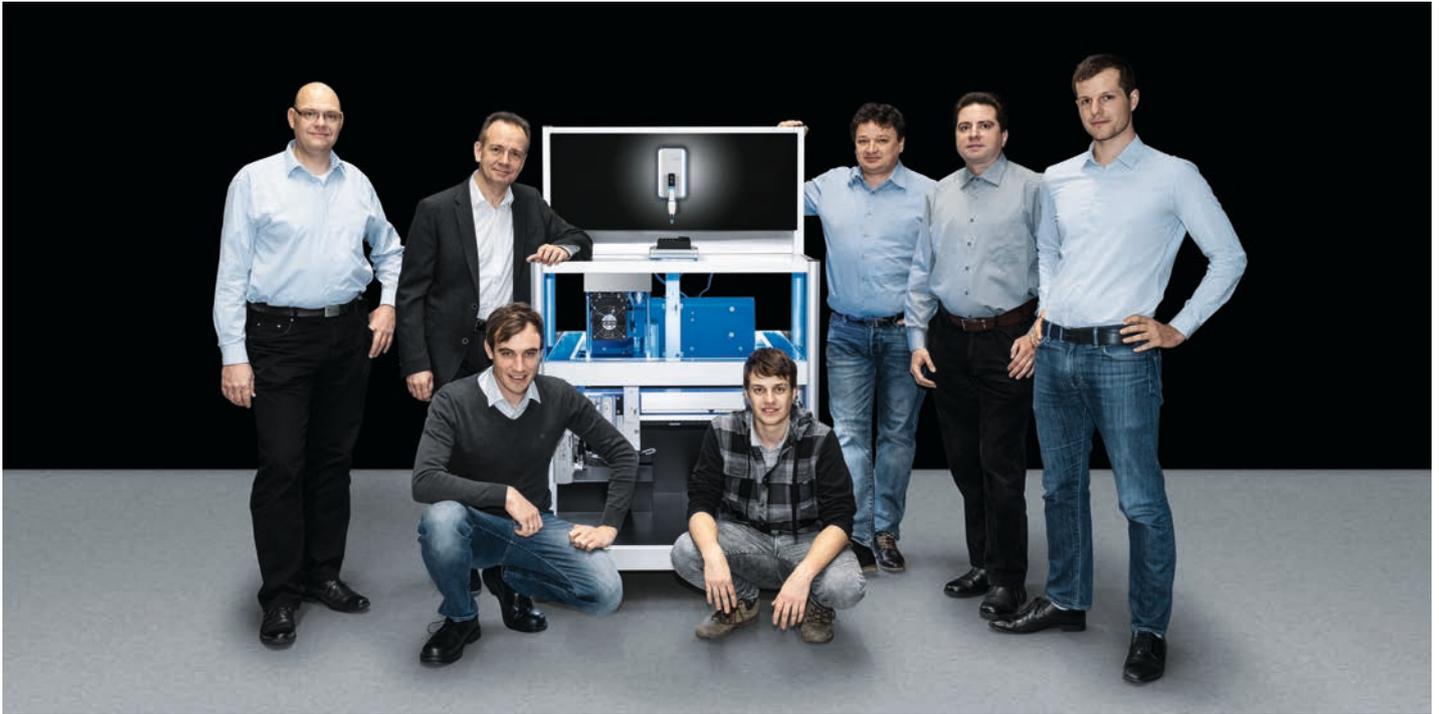
Bei SupraHelix sind zwei Kryostate mit Supraleitern nebeneinander auf einem Schwenkantrieb angebracht, der an einem Träger über einer Grundplatte befestigt ist. Unter ihre Sprungtemperatur gekühlt bringen die beiden Supraleiter eine darunterhängende Welle mit integrierten Permanentmagneten zum Schweben und halten sie in einem Abstand von 8 mm. Mit Hilfe des Schwenkantriebs wird die Welle in eine Neigung von 40 Grad gebracht.

Ein integrierter permanenterregter Schrittmotor versetzt die Welle berührungslos in eine Drehbewegung, sodass sie über ihr spiralförmiges Gewinde einzelne Metallringe nach oben befördert. Damit zeigt das Exponat, wie ringförmige Werkstücke von einer Bearbeitungsstation zur nächsten transportiert werden können.

### **SupraChanger: Übertrag einer Rotation auf schwebende Magnete**

Der SupraChanger überträgt eine kontrollierte und berührungslose Drehbewegung über schwebende Magnete auf drei Applikationen, die dadurch reibungslos reihum gewechselt werden können. Dazu sind auf einer Grundplatte drei verschiedene Stationen angebracht, an denen jeweils eine rotative Anwendung gezeigt wird: eine Zentrifuge, ein Mixer und ein Rundschalttisch.

Unter der Grundplatte ist ein Supraleiter-Modul mit einem Schrittmotor montiert. Die Platte dreht sich automatisch so, dass immer eine der drei Anwendungen über dem Modul positioniert ist. In jeder Station liegt eine Magnetscheibe, deren Schwebespalz einmal über dem aktiv gekühlten Supraleiter-Modul eingefroren wurde. Sobald sich eine Station wieder über dem Modul befindet, reagiert die Scheibe auf den Supraleiter und beginnt zu schweben. Der Schrittmotor und eine Magnetkupplung unter der Platte bringen die Magnetscheibe in der Station und damit die jeweilige Anwendung gezielt zum Rotieren. Die Anwendungen müssen so nicht elektrisch geregelt oder manuell justiert werden, was einen schnellen und unkomplizierten Werkzeugwechsel ermöglicht.



## Integrierte Produkte von Festo

### SupraModule

- 1 × Flächenportal EXCH
- 4 × Servoantriebsregler CMMT-AS
- 1 × Automatisierungssystem CPX-E
- 2 × Mini-Schlitten EGSC
- 2 × Axial- und Parallelbausatz EAMM
- 2 × Servomotor EMMT-AS
- 1 × Bediengerät CDPX
- 1 × Netzteil CACN

## Projektbeteiligte

### Projektinitiator:

Dr. Wilfried Stoll, Geschäftsführender Gesellschafter,  
Festo Holding GmbH

### Projektkoordination:

Georg Berner, Festo Holding GmbH  
Michael Schöttner, Festo SE & Co. KG

### Projektteam:

Dr. Heinrich Frontzek, Martin Beier, Markus Aegerter, Sandro Marucci, Torsten Seger, Frederik Widmaier, Jochen Ritter, Simon Gröss, Dr. Frohmut Rösch, Dr. Uwe Pracht, Uwe Neuhoff, Frank Hauber, Stephan Schau, Festo SE & Co. KG

### Konstruktion und Montage:

eta Gerätebau GmbH, Wernau

### SPS-Programmierung:

Adiro Automatisierungstechnik GmbH, Esslingen

### Technologiepartner:

evico GmbH, Dresden

SupraMotion® ist eine eingetragene Marke der Festo SE & Co. KG

### Suche nach Pilotkunden und konkreten Applikationen

Nach mehreren Jahren intensiver Forschungsarbeit und acht Jahren Messerfahrung untersucht Festo nun konkret mit Partnern und Kunden deren Anwendungsideen, die in Pilotprojekten umgesetzt werden können. Gehen auch Sie den nächsten Schritt und begleiten Sie die Supraleiter-Technologie gemeinsam mit Festo in die industrielle Anwendung!



## Festo SE & Co. KG

Ruiter Straße 82  
73734 Esslingen  
Deutschland  
Telefon 0711 347-0  
Telefax 0711 347-21 55  
cc@festo.com  
→ [www.festo.com/supra](http://www.festo.com/supra)