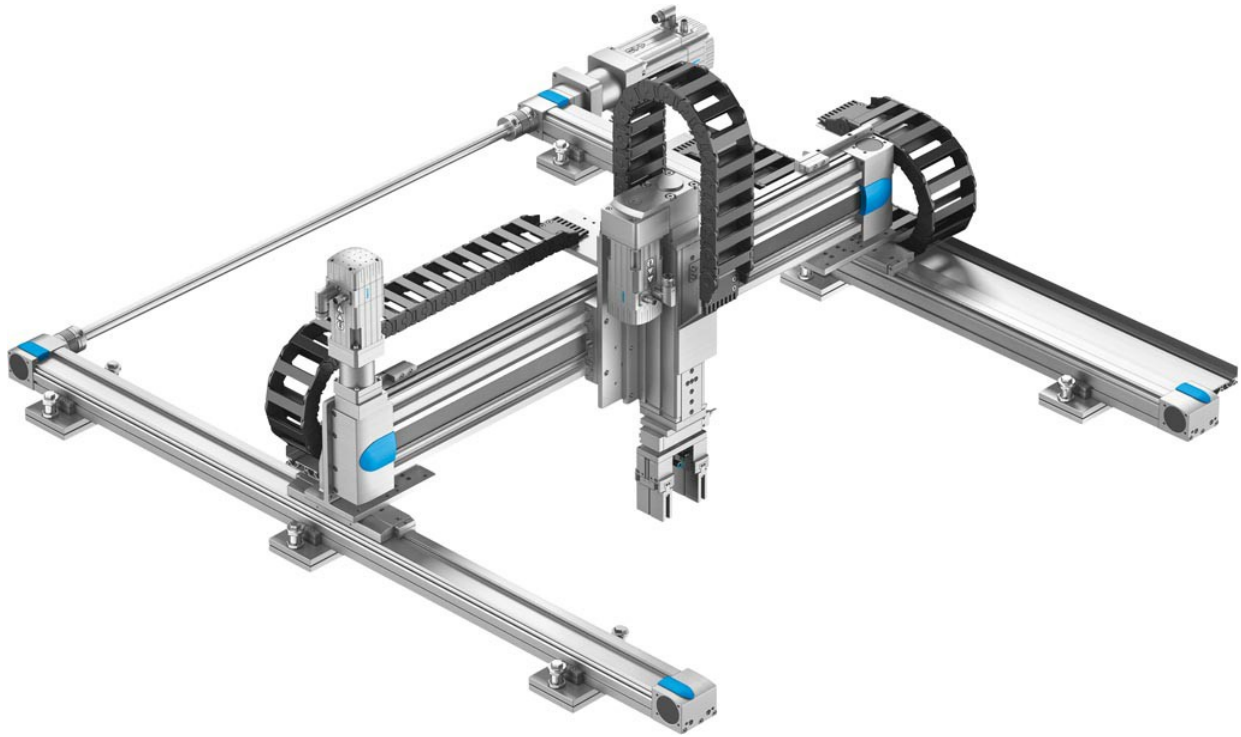


# White Paper

## Kartesische Handling Systeme

### – ein technischer Vergleich mit klassischen Robotern



#### Warum lohnt es sich, kartesische Handling Systeme einzusetzen?

Der Trend bei klassischen Montage- und Handhabungs-Lösungen führt vom Roboter hin zu energieeffizienten und kostenoptimierten Systemen. Kein Wunder: Klassische Roboterlösungen sind für viele Anwendungen überdimensioniert und bieten oftmals mehr Funktionen und Freiheitsgrade als tatsächlich benötigt.

Energieeffiziente und kostenoptimierte 2D- und 3D-Systeme, ob im Technologie-Mix mit Elektrik und Pneumatik, rein pneumatisch, rein elektrisch oder servopneumatisch sind einfacher und effizienter auf lineare und rotative Anwendungen angepasst. Optimierungen in Mechanik, Beschaffung, Programmierung und Einbauraum lassen sich verstärkt ausschöpfen.

#### Dieses White Paper informiert Sie über:

- Kartesische Handling Systeme in der Übersicht
- Funktionale Unterschiede der einzelnen Systeme
- Schlüsselfaktoren und Entscheidungshilfe bei der Wahl des Handling Systems

## Übersicht Kartesische Handling Systeme

Kartesische Handling Systeme gehören nach DIN wie die klassischen Roboter mit 4-6-Achsen (Knickarm) zu den Industrierobotern:

„Ein Industrieroboter ist ein automatisch gesteuerter, frei programmierbarer [...] Mehrzweck- [...] Manipulator [...], der in drei oder mehr Achsen [...] programmierbar ist und zur Verwendung in der Automatisierungstechnik entweder an einem festen Ort oder beweglich angeordnet sein kann“ (DIN EN ISO 8373).

Deren Segmentierung hängt von der der Funktionalität, Flexibilität und der Dynamik des Systems ab.

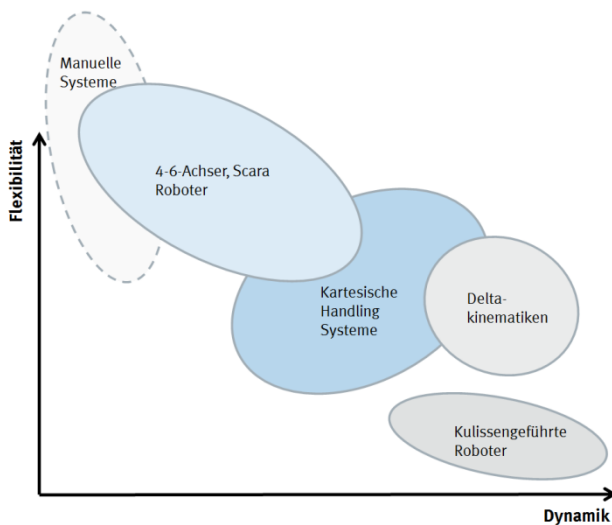


Abbildung 1: Industrieroboter in der Übersicht

Kartesische Handling Systeme und klassische Roboter mit 4-6-Achsen (Knickarm) haben eine relativ große Überdeckung in Bezug auf Flexibilität und Dynamik, unterscheiden sich jedoch in der Mechanik. Abhängig von der Anwendung werden kartesische Handling Systeme von einer einfachen SPS (oft bereits vorhanden) für Punkt-zu-Punkt Bewegungen oder von einer komplexen Steuerung mit Robotikfunktionalität, z.B. bei Bahnfahrten, angesteuert.

Die 4-6-Achsroboter benötigen grundsätzlich eine komplexe Robotersteuerung.

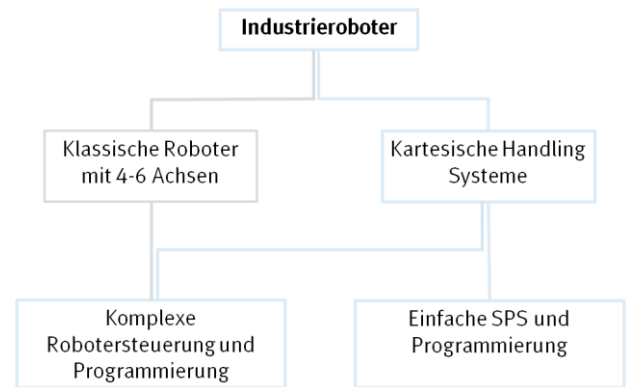


Abbildung 2: Abhängigkeit Roboter und Steuerung

Außerdem benötigen kartesische Handling Systeme weniger Raum für die Bewegung und sind leichter individuell und modular an die Applikationsbedingungen adaptierbar. Der Arbeitsbereich kann durch ändern der Achslängen einfach angepasst werden.

Damit wird die Kinematik auf die Erfordernisse der Anwendung ausgelegt – im Gegensatz zu klassischen Robotern, bei denen die Anwendungsperipherie an die Mechanik und Kinematik des Roboters angepasst werden muss.

Die Mechanik kartesischer Handling Systeme ist somit Teil der Komplettlösung und muss in das Gesamtsystem eingebunden werden.

### Individuell, modular und wirtschaftlich

Im Gegensatz zu standardisierten Lösungen von 4-6-Achs-Robotern aus dem Katalog sind kartesische Handling Systeme modular und individuell auf die Anwendung angepasst (siehe Abbildung 4). Für diese Systeme sind kaum Kompromisse notwendig, wie man sie oftmals bei klassischen Robotern findet. Dort müssen Teile der Anwendung an die Erfordernisse und Möglichkeiten des klassischen Roboters angepasst werden.

Durch den Wandel hin zur Standardisierung und der Verwendung von Volumenkomponenten ist die kartesische Individuallösung im Vergleich zum klassischen Roboter auch wirtschaftlich attraktiv.

### Elektrisch, pneumatisch, im Mix

Bei kartesischen Handling Systemen können unterschiedliche Antriebstechnologien kombiniert werden. Passend zur Anwendung werden pneumatische, servopneumatische und elektrische Antriebe für jede einzelne Achse ausgewählt, um die optimale Bewegung hinsichtlich Effizienz, Dynamik und Funktion zu erhalten.

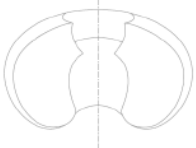
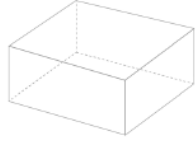
	Dynamik	Mechanik	Programmierung	Arbeitsraum
<b>Klassische Roboter</b>	Mittel (/Hoch)	4-6-Achser (Knickarm)	Komplexe Programmierung für jede Bewegung	 Nierenförmig/ kreisrund
<b>Kartesisches Handling System</b>	Hoch	Mehrachssysteme, Achsen vertikal oder horizontal verbunden	Einfache und schnelle Programmierung für Punkt-zu-Punkt Bewegungen oder komplexe Programmierung z.B. bei Bahnfahrten (abhängig von der Anwendung)	 Rechteckig/ Quaderförmig

Abbildung 3: Wichtigste Merkmale im Vergleich

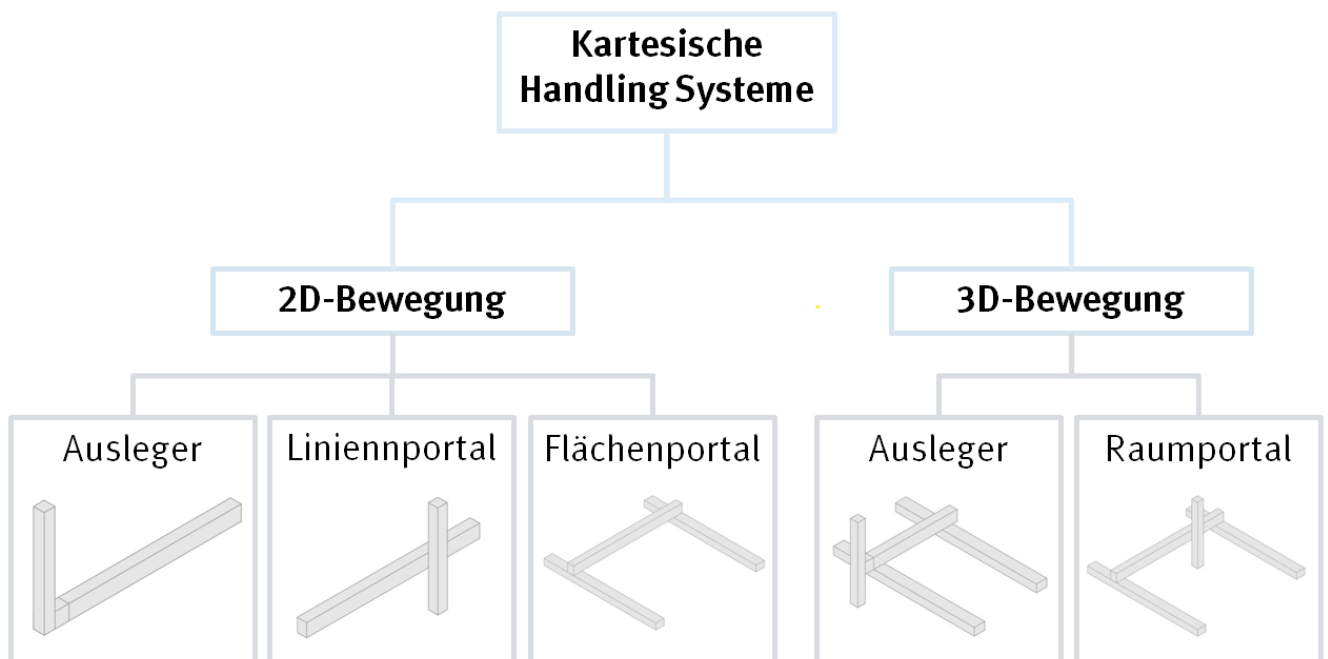


Abbildung 4: Übersicht Kartesische Handling Systeme

Kartesische Handling Systeme als serielle Kinematik besitzen Hauptachsen für Linearbewegungen und Nebenachsen z.B. für Rotation. Das System ist Führung, Träger und Antrieb gleichzeitig und muss unabhängig von seinem Aufbau in das Gesamtsystem der Anwendung integriert werden.

### Mechanischer Aufbau kartesischer Handling Systeme

Im Folgenden sind die kartesischen Handling Systeme in ihrer üblichen Einbaulage beschrieben. Alle Systeme können jedoch in beliebiger Lage im Raum eingebaut werden. Damit lässt sich die Mechanik ideal auf die Gegebenheit der Anwendung anpassen.

### 2-dimensionale Handling Systeme

Bei diesen kartesischen Handling Systemen unterscheidet man die Ausleger und die Linienportale mit ihrer Bewegung in der vertikalen Ebene, sowie die Flächenportale mit ihrer Bewegung in der horizontalen Ebene.

Ein 2D-Ausleger besteht aus einer horizontalen Achse (Y), an deren Front ein vertikaler Antrieb (Z) montiert ist.

Ein Linienportal ist eine horizontal liegende Achse (Y), die rechts und links an ihren Enden befestigt ist. Am Schlitten zwischen beiden Endpunkten der Achse ist eine vertikale Achse (Z) montiert. Das Linienportal ist in der Regel schmalbauend und besitzt einen rechteckigen vertikalen Arbeitsraum.

Ein Flächenportal besteht aus zwei parallelen Achsen (X), die mit einer Achse (Y) quer zur Bewegungsrichtung verbunden sind. Flächenportale können einen deutlich größeren Arbeitsraum abdecken als Robotersysteme in Deltakinematik oder Scara mit ihren kreisrunden/ nierenförmigen Arbeitsräumen.

Für Linienportal und Flächenportal gibt es neben dem klassischen Aufbau mit Einzelachsen auch Komplettsysteme, die eine feste mechanische Kombination mit umlaufendem Zahnriemen als Antriebselement haben. Aufgrund der geringen bewegten Masse eignen sie sich für hohe Arbeitsleistungen (picks/min) mit entsprechender Dynamik.

### **3-dimensionale Handling Systeme**

Bei diesen kartesischen Handling Systemen unterscheidet man die Ausleger und die Raumportale mit ihren Bewegungen in beiden Ebenen.

3D-Ausleger sind zwei parallel montierte Achsen (X) plus einer quer zur Bewegungsrichtung liegenden Auslegerachse (Y), an deren Front eine vertikale Achse (Z) montiert ist.

Raumportale bestehen aus zwei parallelen Achsen (X), die mit einer Achse (Y) quer zur Bewegungsrichtung verbunden sind. An dieser ist eine vertikale Achse (Z) montiert.

#### **Hinweis:**

Bei Flächen-, Linien- und Raumportalen wirkt die Kraft zwischen den beiden Auflagepunkten der horizontalen Achsen.

Die horizontale Achse beim Ausleger wirkt durch die an ihrem Ende hängende Last wie ein Hebel.

### **Programmierung**

Der Programmieraufwand ist abhängig von der Aufgabe: Solange nur einzelne Punkte angefahren werden müssen, genügt eine schnelle und einfache SPS-Programmierung.

Sind wie z.B. beim Auftragen von Kleber Bahnfahrten notwendig, reicht eine SPS-Steuerung nicht mehr aus. Hier muss auch für kartesische Handling Systeme eine klassische Roboterprogrammierung gemacht werden.

Die Steuerungswelt für kartesische Handling Systeme bietet im Vergleich zu klassischen Robotern eine große Auswahl an möglichen Alternativen.

Während für klassische Roboter immer die Herstellerspezifische Steuerung verwendet werden muss, kann bei kartesischen Handling Systemen jede SPS genutzt werden. Je nach Anwendungsanforderung/ Komplexität die Version mit dem optimalen Funktionsumfang.

Damit können Kundenvorschriften eingehalten und eine einheitliche Steuerungsplattform realisiert werden – inklusive einer einheitlichen Programmiersprache und Programmstruktur.

Bei klassischen Robotern ist eine komplexe Programmierung notwendig. Daher ist es sehr aufwendig, 4-6-Achser für Mechanikaufgaben einzusetzen. Zum Beispiel müssen für eine gerade Fahrt immer alle 6 Achsen gleichzeitig bewegt werden. Außerdem ist die Programmierung von „Rechts- auf Linksarmig“ schwierig und aufwendig. Kartesische Handling Systeme bieten hier sehr gute Alternativen.

### **Energieeffizienz**

Bereits bei der Auswahl des Systems werden die Weichen für ein energieeffizientes Handling gestellt.

Erfordert die Applikation lange Standzeiten in bestimmten Positionen stehen bei klassischen Robotern alle Achsen in Regelung und müssen dabei dauerhaft die Gewichtskraft kompensieren.

Bei kartesischen Handling Systemen ist es in der Regel nur die vertikale Z-Achse, die dauerhaft eine Kraft aufbringen muss. Diese Kraft muss die Nutzlast entgegen der Schwerkraft an der gewünschten Position halten. Sehr effizient kann das durch pneumatische Antriebe realisiert werden, da diese in den Haltephasen keinen Energieverbrauch aufweisen. Ein weiterer Vorteil von pneumatischen Z-Achsen ist das geringe Eigengewicht. Damit lassen sich oftmals X- und Y-Achsen in ihrer Mechanik und mit dem elektrischen Motor kleiner dimensionieren. Durch die reduzierte bewegte Masse verringert sich der Energieverbrauch.

Elektrische Achsen spielen ihre charakteristischen Stärken vor allem bei großen Hüben und hohen Taktraten aus. So sind sie häufig bei X- und Y-Achsen eine sehr effiziente Alternative.

## Entscheidungshilfe bei der Auswahl

	Ausleger (2D)	Linienportal (2D)	Flächenportal	Ausleger (3D)	Raumportal
<b>Arbeitsraum</b>					
<b>Form des Arbeitsraum</b>	Rechteckig vertikal	Rechteckig vertikal	Rechteckig, horizontal (durch Ergänzung um Z-Achse: Raumportal 3D)	Quaderförmig	Quaderförmig
<b>Arbeitsraumnutzung</b>	Handling und Arbeitsraum nebeneinander	Handling und Arbeitsraum überlagert	Handling und Arbeitsraum überlagert	Handling und Arbeitsraum nebeneinander	Handling und Arbeitsraum überlagert
<b>Einsatzbereich</b>	Pick and Place Aufgaben für kleine und mittlere Lasten z.B. an Rundschalttischen oder an Linienmontage-arbeitsplätzen	Pick and Place Aufgaben für kleine bis große Lasten z.B. an Linienmontage- arbeitsplätzen	Positionieren in der Horizontalen für kleine bis große Lasten z.B. mit externer Z-Bewegung beim Dosieren	Pick and Place Aufgaben für kleine bis mittlere Lasten z.B. Palettieren	Pick and Place Aufgaben für kleine bis große Lasten z.B. Palettieren
<b>max. übliche Hublänge (bei Festo) [mm]</b>	Y: 400 Z: 400	Y: 8500 Z: 2000	X: 8500 Y: 2000	X: 5000 Y: 800 Z: 400	X: 8500 Y: 2000 Z: 2000
<b>mechanische Aufbau</b>	eine horizontal liegende Achse mit vertikalem Antrieb an der Front	horizontal liegende Achse, rechts und links befestigt, am Schlitten zwischen beiden Befestigungs-punkten vertikaler Antrieb	zwei parallele Achsen verbunden mit einer Achse quer zur Bewegungs-richtung	zwei parallel montierte Achsen plus einer quer zur Bewegungsrichtung liegenden Auslegerachse, an deren Front ein vertikaler Antrieb montiert ist.	zwei parallele Achsen verbunden mit einer Achse quer zur Bewegungsrichtung an der eine vertikale Achse montiert ist

## Anwendungsbeispiele von kartesischen Handling Systemen

### 2D-Ausleger

Pick and Place bestehend aus zwei Jochantrieben.

- Hohe mechanische Steifigkeit und robuster Aufbau
- Pneumatische und elektrische Komponenten kombiniert
- Elektrik für das Positionieren
- Pneumatik für geringeres Gewicht und Energieeffizienz
- Präzision in der Bewegung und beim Positionieren
- Sehr platzsparend



### Linienportal

Mit >90 Picks/min eignet sich dieses Linienportal besonders für hoch dynamische Pick and Place-Anwendungen z.B. in der Verpackungsindustrie.

- Parallelkinematisches Prinzip mit zwei feststehenden Motoren, umlaufendem Zahnriemen und geringer bewegter Masse
- Kompakt und schmal bauendes Design
- Flexible Handhabung mit freier Bewegung in der vertikalen Ebene auch bei eng begrenztem Einbauraum



### Flächenportal

Dieses Flächenportal kann jede beliebige Position in einem Arbeitsraum anfahren.

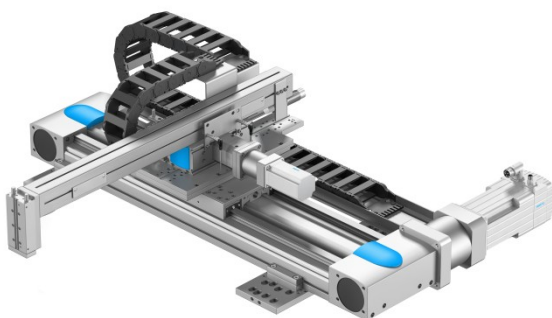
- 3 Zahnriemenachsen als Flächenportal mit umlaufendem Zahnriemen für die horizontale Bewegung und Positionierung der optionalen Z-Achse.
- Das parallelkinematische Antriebskonzept sorgt für geringe bewegte Massen.
- Die kleine Version von minimal 155 x 110 mm kommt häufig in der Elektronikindustrie oder in Laboranwendungen zum Positionieren von Trays/ Labortiterplatten zum Einsatz.
- Die große Lösung dient z.B. zum Handling von Solarwafern mit einem Arbeitsraum von max. 1800 x 2500 mm.



### 3D-Ausleger

Der 3D-Ausleger mit einer Schwerlastachse, die zwei Führungen in einer Mechanik verbindet.

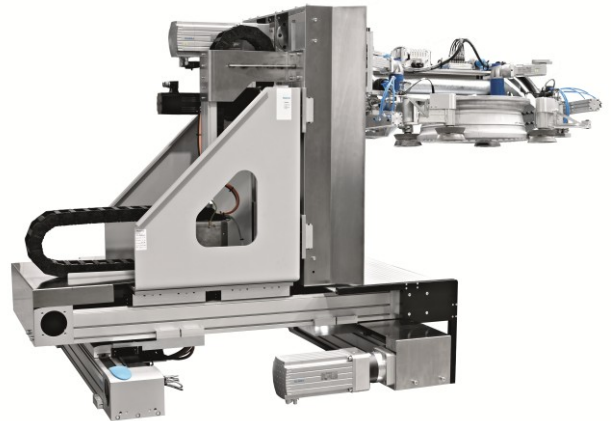
- Maximale Steifigkeit und Belastbarkeit der Antriebe durch Aluminiumprofil zur Aufnahme höchster Momente und Kräfte
- Mit Kugelumlauführung und als Zahnriemen- oder Spindelantrieb mit 2 parallelen Führungen.



### Raumportal

Sehr kompakt konzipiertes Raumportal für schwere Lasten, z. B. beim Röntgen von Alufelgen. Die genaue Prüfung bei wiederholgenauer exakter Position ist notwendig, weil kleinste Lufteinschlüsse oder Fremdkörper im Aluguss zum Brechen der Räder führen können.

- Weitere Anforderung: Durchdachte Dynamik für hohes Prozessstempo auch auf engstem Raum.
- Sechs parallel geschaltete Achsen sorgen für höchste Dynamik und Steifigkeit



### Zusammenfassung: Was spricht für kartesische Handling Systeme im Einsatz?

In vielen Fällen ist es effizienter und wirtschaftlicher, anstelle klassischer Roboterlösungen kartesische Handling Systeme einzusetzen.

Dafür ist für eine Vielzahl von Anwendungen ein ideales kartesisches Handling System konzipierbar.

- Bezogen auf die Anforderungen der Anwendung werden die Systeme optimal in Hub und Dynamik, sowie passend zur Last, ausgelegt.
- Aufgrund des mechanischen Aufbaus sind sie einfach zu programmieren: z.B. muss für Vertikalbewegungen nur eine Achse angesteuert werden.
- Durch ihre optimale mechanische Anpassung sind sie energieeffizient, z.B. durch Energieabschaltung in Ruheposition.
- Kartesische Handling Systeme sind bauraumoptimiert auf die Anwendung konzipiert.
- Standardkomponenten aus dem Volumengeschäft lassen kartesische Handling Systeme zur preisattraktiven Alternative klassischer Industrierobotern werden.

Nicht zuletzt: Bei kartesischen Handling Systemen wird die Kinematik durch die Anwendung und ihre Peripherie definiert und nicht umgekehrt.

### Herausgeber/Autor:

Festo AG & Co. KG  
Marketing Concepts  
Jörg Tertünte/ Lisa Endrijaitis

### Ihr lokaler Ansprechpartner:

Ihren lokalen Ansprechpartner finden Sie auf der Festo Webseite Ihrer Landesgesellschaft.