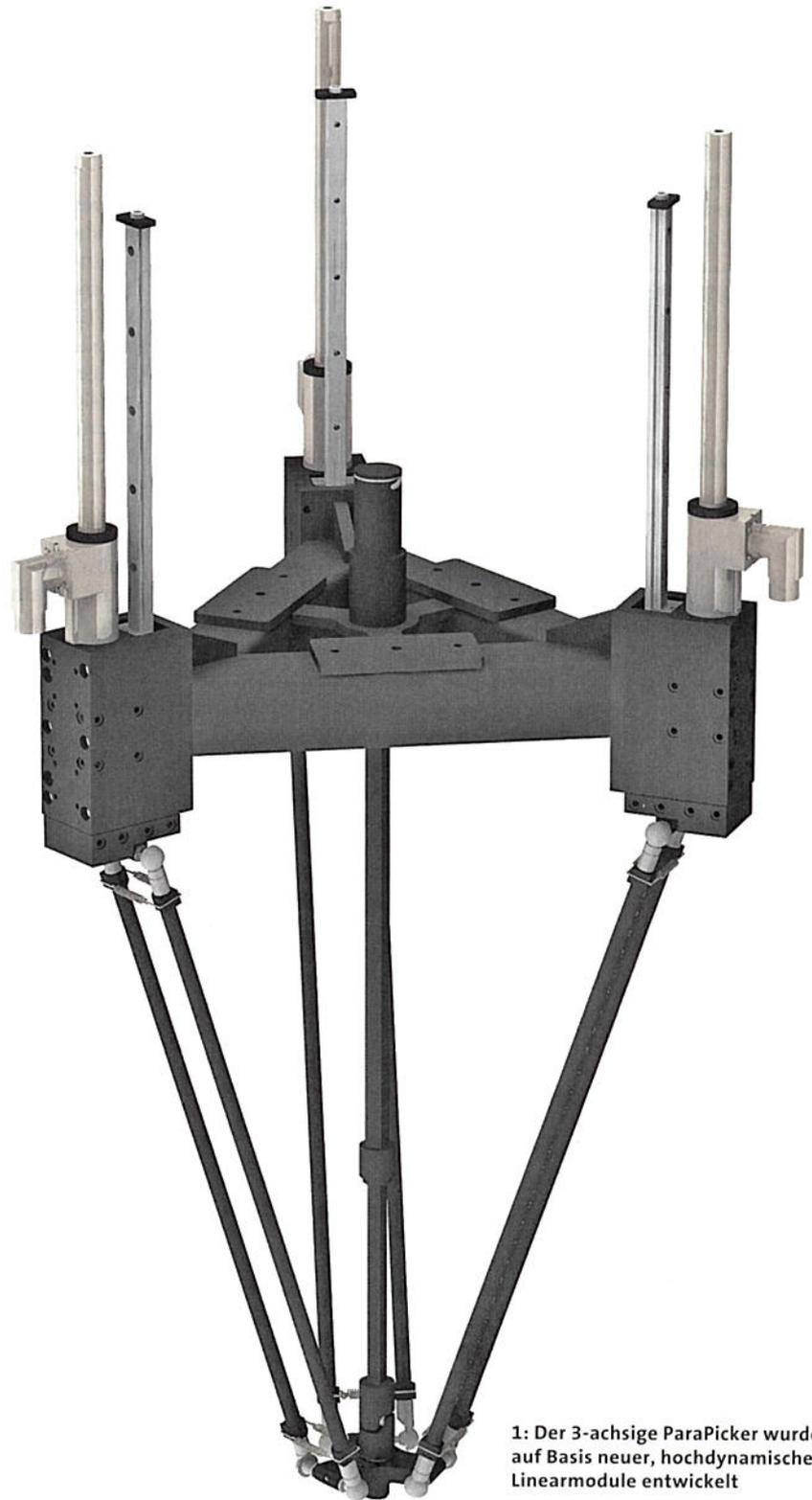


# Die vierte Dimension

Hohe Dynamik und geringe Massen ermöglichen hohe Taktraten von Pick-&-place-Robotern

*Wilhelm Jung*

*Pick-&-place-Roboter finden in der Industrie immer weitere Verbreitung. Neben Zuverlässigkeit sind die von einem Roboter erzielte Taktrate sowie der Systempreis entscheidende Anschaffungskriterien. Mit einem hochdynamischen System basierend auf Standard-Linearaktuatoren ist es gelungen, diese Anforderungen zu erfüllen.*



1: Der 3-achsige ParaPicker wurde auf Basis neuer, hochdynamischer Linearmodule entwickelt

Dipl.-Phys. Wilhelm Jung ist Geschäftsführer der Jung Antriebstechnik u. Automation GmbH in 35435 Wetztenberg

Im Jahr 2005 hat Jung Antriebstechnik unter dem Namen ParaPicker einen 2-achsigen X-Z-Parallelkinematik-Roboter (Bild 2) als Versuchsträger vorgestellt, bei dem zwei tubulare lineare Direktantriebe die Aktuatoren bildeten. Diese waren in handelsüblichen Linearführungen integriert. 2009 hat das Unternehmen das Linearmotor Modul HighDynamic in drei Baugrößen vorgestellt. Diese Baureihe zeichnet sich durch geringe bewegte Eigenmasse, hohe Dynamik und hohe Verdrehsteifigkeit aus. Es lag nahe, das Projekt ParaPicker, ausgeführt mit diesen neuen Linearmodulen, erneut aufzugreifen.

Gemeinsam mit dem Mechanik-Partner inotec AP wurde mit der Entwicklung eines 3-achsigen ParaPickers auf der Basis dieser neuen Linearmodule begonnen. Auf der Motek 2010 konnte der fertige Roboter der Öffentlichkeit vorgestellt werden. Das Baukastensystem der HighDynamic-Module erlaubt die Realisierung von drei Roboter-Baugrößen mit unterschiedlichen Arbeitsräumen und Nutzlasten. Eine zusätzliche kardanisch angetriebene Drehachse bildet eine vierte Achse.

Durch den Einsatz von hochdynamischen Linearmotoren und Führungen mit geringen bewegten Massen erreichen die Roboter eine sehr gute Performance für die Montage- und Handhabungstechnik sowie die

Verpackungsindustrie. Da größtenteils Standardkomponenten für den Aufbau Verwendung finden, zeichnet sich dieses Roboterkonzept durch geringe Systemkosten aus.

### Stand der Technik bei hochdynamischer Handhabung

Für hochdynamische Aufgaben in der Handhabungstechnik, Montageautomation und der Verpackungstechnik werden heute verschiedenste Robotertechnologien eingesetzt. Es zeichnen sich, abhängig vom eingesetzten Antriebssystem, verschiedene technische Trends ab.

Bei Automationen mit Linearmotortechnik werden heute für 3D-Anwendungen in der Regel serielle Kinematiken verwendet. Diese bestehen aus drei kartesisch angeordneten Achsen bzw. aus so genannten Gantry-Anordnungen mit vier Antrieben. Trotz des erheblichen Aufwands lassen sich mit solchen Anordnungen für eine typische Palettierungsaufgabe nur Taktzahlen von etwa  $30 \text{ min}^{-1}$  (Bild 3) und  $60 \text{ min}^{-1}$  für eine Gantry-Anordnung (Bild 4) erreichen. Der Grund für die relativ niedrigen Leistungsdaten liegt in den mitzuschleppenden Massen der Folgeachsen. Eine gravierende Verbesserung der dynamischen Kennwerte für



2: Das erste ParaPicker-Modell war in 2-achsiger X-Z-Parallelkinematik ausgeführt

diese Robotertypen ist derzeit technologisch, auch bei Verwendung moderner Verbundwerkstoffe, nicht in Sicht.

Bei rotativ angetriebenen Parallelkinematik-Robotern mit Schwenkarmen, so genannten Delta-Robotern, bietet der Markt derzeit eine breite Produktpalette. Geringe

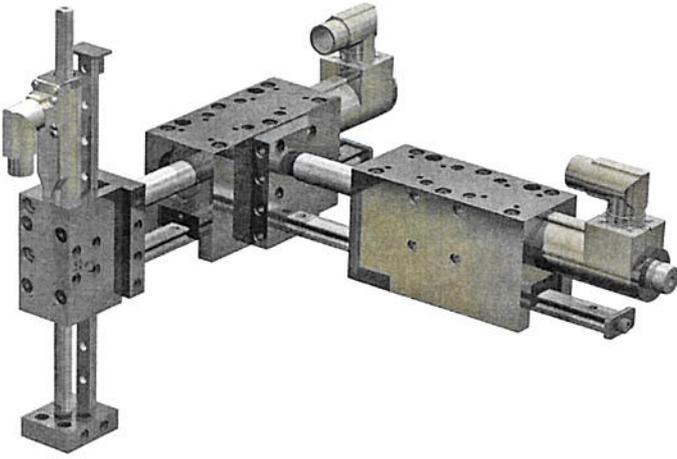
Die  
hohe  
Kunst  
des  
Verzahnens

**SCHRAY**  
Antriebstechnik

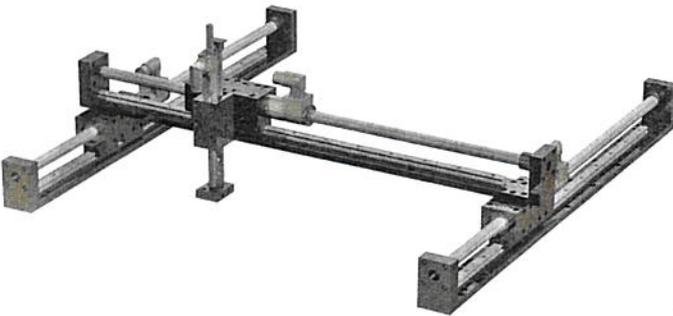
Der  
Verzahnungsspezialist  
hochpräziser  
Antriebskomponenten  
und  
Zahnräder

[www.schray-antriebstechnik.de](http://www.schray-antriebstechnik.de)

Weitere Informationen 24661140 [www.vfv1.de/24661140](http://www.vfv1.de/24661140)



3: Mit seriellen Kinematiken mit drei karthesisch angeordneten Achsen lassen sich Taktzahlen von etwa 30 min<sup>-1</sup> erreichen



4: Gantry-Anordnungen mit vier Antrieben erreichen Taktzahlen von rund 60 min<sup>-1</sup>

bewegte Massen, hohe Dynamik, gute Positioniergenauigkeit, respektable Nutzlasten und ein relativ großer Arbeitsraum sind die typischen Kennwerte dieser Bauart. Auf Grund der geringen bewegten Massen am TCP (Tool Center Point) lassen sich Taktzahlen von bis zu 200 min<sup>-1</sup> realisieren.

Technologisch stellt diese Bauart jedoch

höchste Anforderungen an die Servomotor-Getriebe-Kombination und an die Rechenleistung der Robotersteuerung. Relativ hohe Einstandskosten bedürfen einer genauen Wirtschaftlichkeitsanalyse. Häufig sind die hohe Flexibilität und die produktunabhängige Einsatzmöglichkeit die kaufentscheidenden Kriterien für diesen Robotertyp.

beschreiben. Für die Softwareentwicklung bedeutet dies einen entsprechend kleinen Aufwand und damit geringe Entwicklungskosten. Die benötigte Rechenleistung ist relativ niedrig. So kann die Robotersteuerung aus kostengünstigen Industriekomponenten zusammengestellt werden.

- Durch die senkrechte Anordnung der Aktuatoren werden Reaktionskräfte, hervorgerufen durch die bewegten Antriebsmassen, senkrecht zur Aufstellfläche des Roboters ins Maschinengestell abgeführt. Hieraus ergibt sich eine bestechende Vibrationsarmut und Standsicherheit des Roboters.
- Da Standard-Linearmodule verwendet werden, sind die Systemkosten niedrig.
- ParaPicker benötigen eine sehr kleine Aufstellfläche.

### Hohe Leistung bei geringen Entwicklungskosten

Der 3-achsige ParaPicker (Bild 1) ist ein Parallelkinematik Roboter mit drei linearen Direktantriebsaktuatoren. ParaPicker steht für Pickerroboter mit paralleler Anordnung der drei Aktuatoren. Die Innovation bei der Entwicklung des neuen ParaPicker Roboters liegt in der parallelen und senkrechten Anordnung der Aktuatoren und in der Verwendung von kostengünstigen Standard-Linearmodulen aus dem Mechatronik-Baukasten von Jung.

Hierdurch ergeben sich mehrere Vorteile:

- Wegen der parallelen Anordnung der drei Aktuatoren ist der ParaPicker-Roboter algorithmisch verhältnismäßig einfach zu

### Steuerung und Bewegungsautomation

Die Roboter-Steuerung ist IPC-basiert (Bild 5). In der ParaPicker-Software sind serienmäßig acht Trajektorien implemen-

## Für beste Verbindungen

- präzise, hochwertige Komponenten
- ständige Qualitätskontrollen
- enge Toleranzen



Individualität ist bei uns Standard

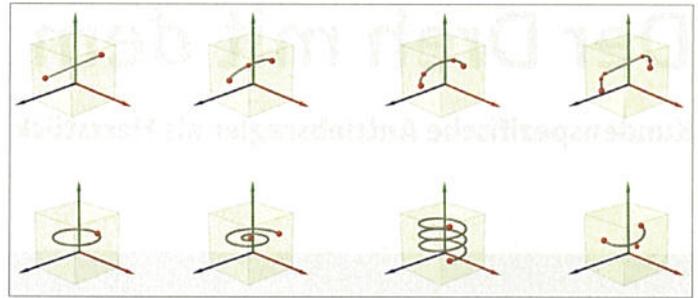
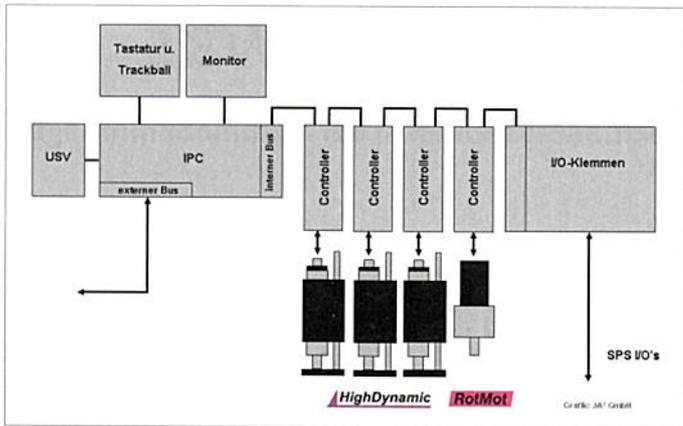


Josef Mack GmbH & Co. KG  
Gießener Straße 49 · D-35301 Grünberg · Telefon 06401/7090 · Telefax 06401/4910  
e-mail: mack-kohlebuersten@t-online.de · Internet: www.mack-kohlebuersten.de

Weitere Informationen 23360770 [www.vfv1.de/23360770](http://www.vfv1.de/23360770)

Roboter-System	mittlerer Takt [min <sup>-1</sup> ]	relative Systemkosten	Nutzenfaktor Takt / rel. Kosten
X-Y-Z-Flächenportal, klassisch karthesisch	30	24%	1,25
X <sub>1</sub> -X <sub>2</sub> -Y-Z, karthesisches Gantryportal	60	39%	1,54
Delta-Roboter mit rotativen Antrieben	200	100%	2,00
ParaPicker	180	66%	2,73

Tabelle: Vergleich der Takte und Systemkosten unterschiedlicher Robotersysteme für eine typische Palettieraufgabe



6: Acht Trajektorien sind in der ParaPicker-Software implementiert

5: Blockschaltbild der Steuerung des ParaPicker

tiert (Bild 6), mit denen sich Bewegungsaufgaben ohne spezielle Kenntnisse programmieren und lösen lassen.

Die erreichbaren Leistungsdaten sind mit denen von Delta-Robotern mit Schwenkarmen vergleichbar und liegen für eine typische Palettieraufgabe bei etwa 180 Takten pro Minute. Bei den Systemkosten liegt der ParaPicker-Roboter etwa 34% unter dem von vergleichbaren Robotern mit Schwenkarmen.

Die Tabelle vergleicht Takte und Kosten einer typischen Palettieraufgabe mit einer Nutzlast von 200 g, einer Arbeitsfläche von 300 x 200 mm und einer Arbeitshöhe von

50 mm. Als Kosten-Bezugsbasis (100%) wurde der Delta-Roboter mit rotativen Antrieben gewählt. Hier zeigt sich, dass der Nutzenfaktor (Takt/relative Kosten) beim ParaPicker in Vergleich zu anderen Robotertypen am günstigsten ausfällt.

Als Nachteil des ParaPicker-Konzepts erweist sich die offene Bauform der Aktuatoren. So ist eine hohe Schutzart und ein Hygiene-Design für Anwendungen in der Lebensmittelindustrie konstruktiv nur schwierig zu erreichen.

Roboter nach dem ParaPicker-Prinzip erobern dennoch in der Automation, der Handhabungstechnik und der Packtechno-

logie Märkte, die derzeit durch seriell kartesisch aufgebaute klassische Lösungen besetzt sind. Denn mit der ParaPicker-Technologie lässt sich in diesen Bereichen trotz vergleichbarer Systempreise eine etwa vierfache Produktivität erzielen. Gegenüber Parallelkinematik-Robotern mit Schwenkarmen ist eine deutliche Preisreduktion bei gleicher Performance erreichbar.

JUNG ANTRIEBSTECHNIK U.  
AUTOMATION 25787380

[www.vfv1.de/25787380](http://www.vfv1.de/25787380)



**SIEBENHAAR** Antriebstechnik GmbH



**PLANETARY GEAR EXPERTS**

- Winch gears
- Free fall winches
- Slew drives and Swingers
- Wheel drives
- Special gears



SIEBENHAAR Antriebstechnik GmbH, Max-Eyth-Straße 5, D-34369 Hofgeismar, Tel.: 0049 5671 9940-0, Fax: 0049 5671 9940-60  
E-mail: [siebenhaar-antriebstechnik@7ht.de](mailto:siebenhaar-antriebstechnik@7ht.de), Homepage: [www.siebenhaar-antriebstechnik.de](http://www.siebenhaar-antriebstechnik.de)