

WEGE ZUR ZUKUNFT IM MASCHINENBAU

Transportsystem mit Magnetschwebetechnik revolutioniert Maschinenkonzepte: Die Vision, dass sich in der Industrie 4.0 das Produkt den Weg durch die Produktion selbst suchen soll, wurde oft als Hirngespinnst abgetan. Doch nun bringt B&R ein Transportsystem mit Magnetschwebetechnologie auf den Markt, das Produktmanipulationen und -transporte mit sechs Freiheitsgraden ermöglicht und dadurch diese Vision in die Tat umzusetzen hilft. B&R spricht in diesem Zusammenhang von der Geburtsstunde der Schwarmproduktion.

Von Ing. Peter Kemptner, x-technik



B&R bringt das hochdynamische, präzise und wartungsfreie Transportsystem ACOPOS 6D auf den Markt. Dessen **Werkstückträger schweben mittels Magnetschwebetechnologie über einer ebenen Fläche.**



Im globalen Wettbewerb sind Produkthersteller mit ständig steigenden Anforderungen konfrontiert: Ihre Erzeugnisse sollen immer individueller werden und trotzdem qualitativ hochwertig und preislich im Rahmen bleiben. Diesen Druck geben sie direkt an die Hersteller von Maschinen und Anlagen weiter. Also versuchen Maschinenbauer, immer mehr Bearbeitungsschritte innerhalb einer geschlossenen Maschine oder Anlage zu vereinen.

Grenzen der Transportmechanik

Allerdings verlangt die individualisierte Serienproduktion auch, dass unterschiedliche Produktionsschritte in unterschiedlicher Reihenfolge abgearbeitet werden. Das bringt den klassischen Maschinenbau an seine Grenzen, denn eine solche Flexibilität macht extrem raumgreifende und hochkomplexe mechanische Konstruktionen für den Werkstücktransport erforderlich.

Transportmechaniken mit komplexer Kinematik brauchen in Relation zum Werkstück-Verfahrbereich sehr viel Raum. Hinzu kommt, dass einander addierende Bauteiltoleranzen von Förderbändern, Rundtischen und Transportkarussellen es erschweren, hohe Präzisionsanforderungen zu erfüllen. Sie sind einem Verschleiß unterworfen und müssen gewartet werden. Wo Hygienestandards oder höchste Präzision eine hohe Reinheit erforderlich machen, stellen Schmierung und Abrieb ein Problem dar. Kurz: Die Forderung nach der Kombination aus höchster Geschwindigkeit, Flexibilität, Präzision und Einfachheit des Werkstücktransportes lässt sich mit klassischer Mechanik kaum umsetzen.

Lösungsansatz Maglev-Prinzip

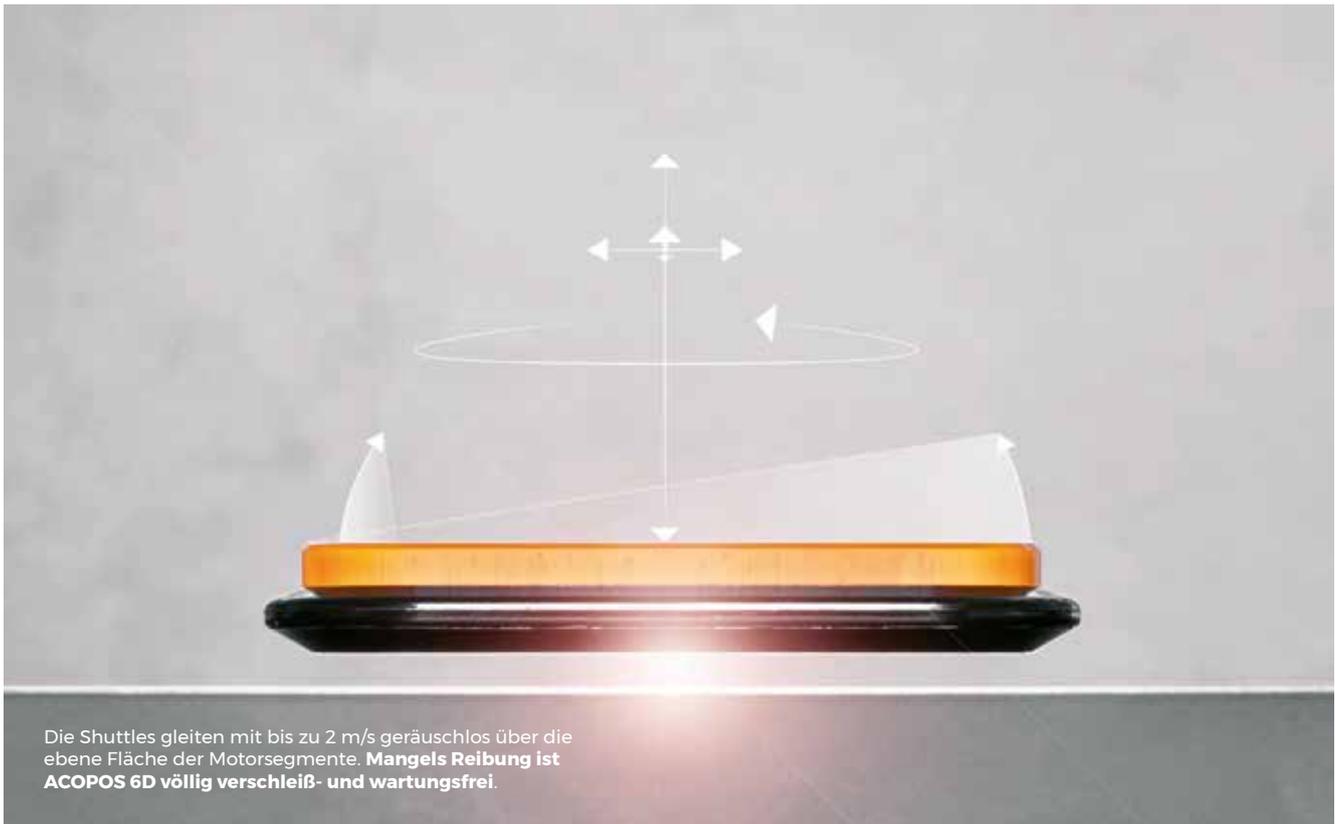
Auswege aus der Sackgasse verspricht die 1914 erstmals vom französischen Erfinder Emile Bachelet öffentlich präsentierte Magnetschwebetechnik (Ma- >>

ACOPOS 6D kann die Werkstückträger **einzel** **oder in Gruppen mit hoher Geschwindigkeit und Präzision um sechs Achsen bewegen** und dabei exakt verwiegen. Das Transportsystem ist vollständig in das Automatisierungssystem von B&R integriert und lässt sich durch Echtzeit-Synchronisation mit Tracksystemen, Robotern und Vision-Systemen effektiv zu einer automatisierten Produktionseinheit zusammenfassen.



Das Transportsystem ACOPOS 6D mit freischwebenden Werkstückträgern schafft die Voraussetzungen für die Entwicklung völlig neuer, bisher nicht umsetzbarer Maschinenkonzepte für die wirtschaftliche Umsetzung der individualisierten Massenfertigung.

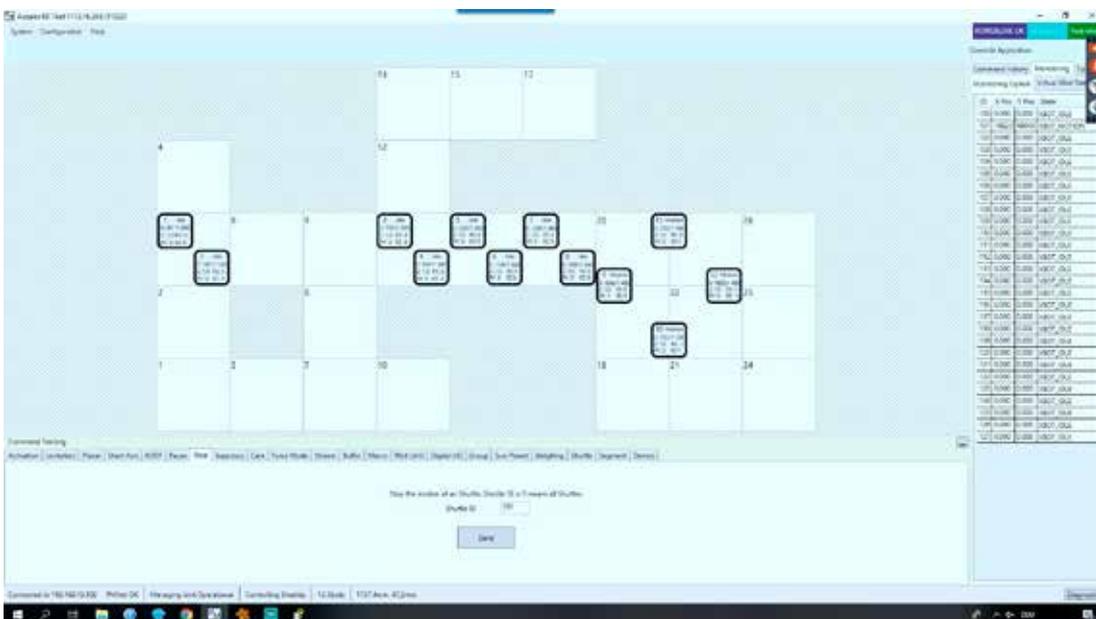
Dario Rovelli, Head of Product Management - Motion & Mechatronic Systems, B&R



gnetic Levitation; Maglev). Bekannt ist das Prinzip von Hochgeschwindigkeitszügen wie dem Transrapid, der Shanghai mit dem 30 Kilometer entfernten Flughafen Pudong verbindet und dabei bis zu 430 km/h schnell fährt. Solche Geschwindigkeiten sind möglich, weil die Reibung zwischen Fahrbahn und Fahrzeug entfällt. Magnetfelder lassen den Zug wenige Millimeter über der Fahrbahn schweben und treiben ihn an.

Nach allen Seiten schweben

Seit mehr als 15 Jahren beschäftigt sich der Gründer des Unternehmens Planar Motor Incorporated (PMI) mit der Erforschung und Weiterentwicklung der Magnetschwebetechnologie für die industrielle Produktion. B&R hat sich nun an diesem kanadischen Unternehmen beteiligt und bringt auf Basis der Magnetschwebetechnologie sein neuestes Produkt auf den Markt: ACOPOS 6D. Da-



Aus den 240 x 240 mm großen Motorsegmenten von ACOPOS 6D lässt sich **die Manövrierfläche in beliebiger Form und Größe zusammensetzen**. Sie erzeugen selbsttätig weg- und energieoptimierte, kollisionsfreie Pfade. Das Steuerungssystem berechnet die Bahnparameter für Systeme mit bis zu 200 Segmenten und 50 Shuttles und lässt sich zum Aufbau größerer Systeme kaskadieren.



Die Werkstückträger von ACOPOS 6D können mit $\pm 5 \mu\text{m}$ Positioniergenauigkeit **beinahe beliebige Pfade abfahren, die „Flughöhe“ variieren und um sich ihre X-, Y- und Z-Achse drehen.** Das ermöglicht die Bearbeitung mit feststehenden Werkzeugen und kann so den Aufbau von Bearbeitungsmaschinen stark vereinfachen.

bei handelt es sich um ein hochdynamisches, präzises und wartungsfreies modulares Transportsystem, dessen Werkstückträger mittels Maglev-Technologie über einer ebenen Fläche schweben.

Das Funktionsprinzip von ACOPOS 6D ist je nach Betrachtungsweise genial einfach oder einfach genial: Die Werkstückträger enthalten Permanentmagnete und in der Fahrbahn sind Spulen verbaut, die Magnetfelder erzeugen. So ist es möglich, dass die Werkstückträger über der Fläche schweben und bewegt werden können.

Sechs Freiheitsgrade

„Wir waren zwar nicht die Ersten, die ein derartiges System auf den Markt gebracht haben“, sagt Dario Rovelli, Experte für mechatronische Systeme bei B&R. „Dafür hat ACOPOS 6D zahlreiche Eigenschaften, die anderen ähnlichen Systemen fehlen, und ist diesen dadurch in der Anwendung deutlich überlegen.“

Die Werkstückträger – B&R nennt sie Shuttles, obwohl sie viel mehr können als nur hin- und herpendeln wie Weberschiffchen – bringen es auf insgesamt sechs Bewegungsachsen; daher der Name 6D. Sie können sich frei in allen Richtungen horizontal bewegen und dabei beinahe beliebige Pfade abfahren. Den nächsten Freiheitsgrad bringt die Fähigkeit, unabhängig von der Beladung die „Flughöhe“ zwischen 0,5 und 4 mm zu variieren. Das

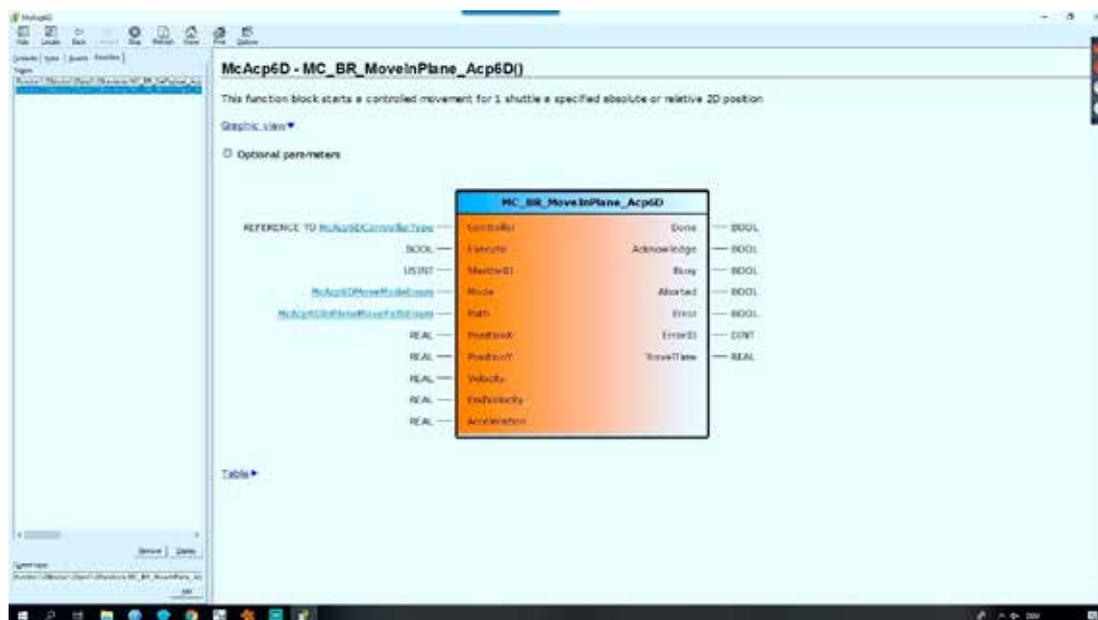
ermöglicht z. B. das Andocken an Füllstationen oder die Bearbeitung mit feststehenden Werkzeugen.

Dafür ist auch die Möglichkeit von Nutzen, die Shuttles um die X- und Y-Achse zu drehen und das selbstverständlich gleichzeitig mit anderen Bewegungen. „Mit der vertikalen Neigung können sich die Shuttles z. B. auch mit offenen Behältern in die Kurve legen, um trotz hoher Geschwindigkeit ein Verschütten der enthaltenen Flüssigkeit zu vermeiden“, erklärt Dario Rovelli und nennt auch ein Anwendungsbeispiel für die sechste Dimension, die Drehung um die Z-Achse: „Die horizontale Rotation ermöglicht auch das Ausrichten nicht exakt im Winkel aufgesetzter Werkstücke für die Weiterverarbeitung.“

Intelligenz in der Fahrbahn

Die Manövrierfläche – das Wort Fahrbahn greift hier eigentlich zu kurz – setzt sich aus einzelnen $240 \times 240 \text{ mm}$ großen Motorsegmenten zusammen, die sich nahtlos zu beliebigen Formen aneinanderfügen lassen. In diesen „Kacheln“ befinden sich in kurzen Abständen die Elektromagnete, deren Kraft die Shuttles hebt, dreht und mit bis zu 2 m/s fortbewegt.

Diese Elektromagnete werden einzeln angesteuert. Um diese Details müssen sich Anwender jedoch nicht selbst kümmern, das erledigt die in den Segmenten integrierte Eigenintelligenz in Zusammenarbeit mit >>



Wie in der B&R-Entwicklungs-umgebung gewohnt, erfolgt die **Applikations-erstellung mit vorgefertigten Softwarekomponenten**. Das reduziert wesentlich den Aufwand für klassische Programmierarbeit.

dem ACOPOS 6D Controller. Dieser berechnet weg- und energieoptimierte, kollisionsfreie Pfade auf Basis der Vorgaben des Steuerungssystems. Ein 6D-Controller berechnet die Bahnparameter für Systeme mit bis zu 200 Segmenten und 50 Shuttles. Für größere Systeme lassen sich mehrere ACOPOS 6D-Controller einfach verketteten.

Flexibler Präzisionstransport

Die Stromaufnahme für das Heben eines Shuttles ist zu jeder Zeit ebenso bekannt wie dessen Eigengewicht. So kann ACOPOS 6D ein Werkstück mit einer Genauigkeit von +/-1 g wiegen. Das ist z. B. für Füllprozesse sehr hilfreich. Die wohldurchdachte Anordnung der Spulen und die der Permanentmagneten in den Shuttles ermöglicht nicht nur eine Positioniergenauigkeit von +/-5 µm in jeder Achse. Sie gestattet dem System darüber hinaus, bis zu vier Shuttles auf demselben Motorsegment gleichzeitig zu bewegen. „Das ist einzigartig auf dem Markt“, bestätigt Dario Rovelli. Da jedes Shuttle mit einer eindeutigen Kennung versehen ist, weiß der ACOPOS 6D-Controller immer, wo sich welches von ihnen befindet. Dadurch entfallen Homing-Sequenzen, Referenzfahrten oder manuelle Eingaben.

Die Shuttles bietet B&R in zehn Standardgrößen von 120 x 120 bis 450 x 450 mm an, die jeweilige Nutzlast reicht von 0,6 bis 14,4 kg. Sie können ohne Abstand betrieben und im Verbund bewegt werden. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die Last schwererer Werkstücke auf mehrere Träger aufzuteilen. Das macht ACOPOS 6D zu einem voll skalierbaren Transportsystem.

Kontaktlos, geräuschlos, wartungsfrei

Die Shuttles gleiten geräuschlos über die ebene Fläche der Motorsegmente. Die fehlende Reibung ermöglicht

nicht nur eine Beschleunigung mit bis zu 20 m/s², sie macht auch eine Schmierung überflüssig. Zudem fällt auf diese Weise kein Abrieb an. Das Transportsystem ist daher völlig verschleiß- und wartungsfrei und lässt sich sogar in Situationen einsetzen, in denen Staub unerwünscht ist, etwa in Reinräumen.

Für Produktionsbereiche mit erhöhten Hygieneanforderungen, etwa in der Lebens- oder Arzneimittelherzeugung, sind die üblicherweise in IP67 gehaltenen Shuttles auch in Edelstahlausführung und Schutzart IP69K erhältlich. Die Fahrbahn lässt sich durch nichtmagnetische Abdeckungen etwa aus Edelstahl für das Reinigen mittels Druckwasser ertüchtigen.

Kernstück künftiger Maschinengenerationen

ACOPOS 6D ist vollständig in das Automatisierungssystem von B&R integriert. Wie alle Produkte des Hauses nutzt das Maglev-Transportsystem für die Kommunikation das Ethernet-Protokoll POWERLINK. So lässt es sich durch Echtzeit-Synchronisation mit Tracksystemen, Robotern und Vision-Systemen effektiv zu einer automatisierten Produktionseinheit zusammenfassen.

Aktuell befindet sich ACOPOS 6D in der Prototypenphase und wird von selektierten Kunden getestet. Mit der Aufnahme der Serienproduktion rechnet B&R im vierten Quartal 2021. „Das Transportsystem ACOPOS 6D mit freischwebenden Werkstückträgern schafft die Voraussetzungen für die Entwicklung völlig neuer, bisher nicht umsetzbarer Maschinenkonzepte“, ist Dario Rovelli überzeugt. „Die individualisierte Massenproduktion wird Realität.“

www.br-automation.com/ACOPOS6D