

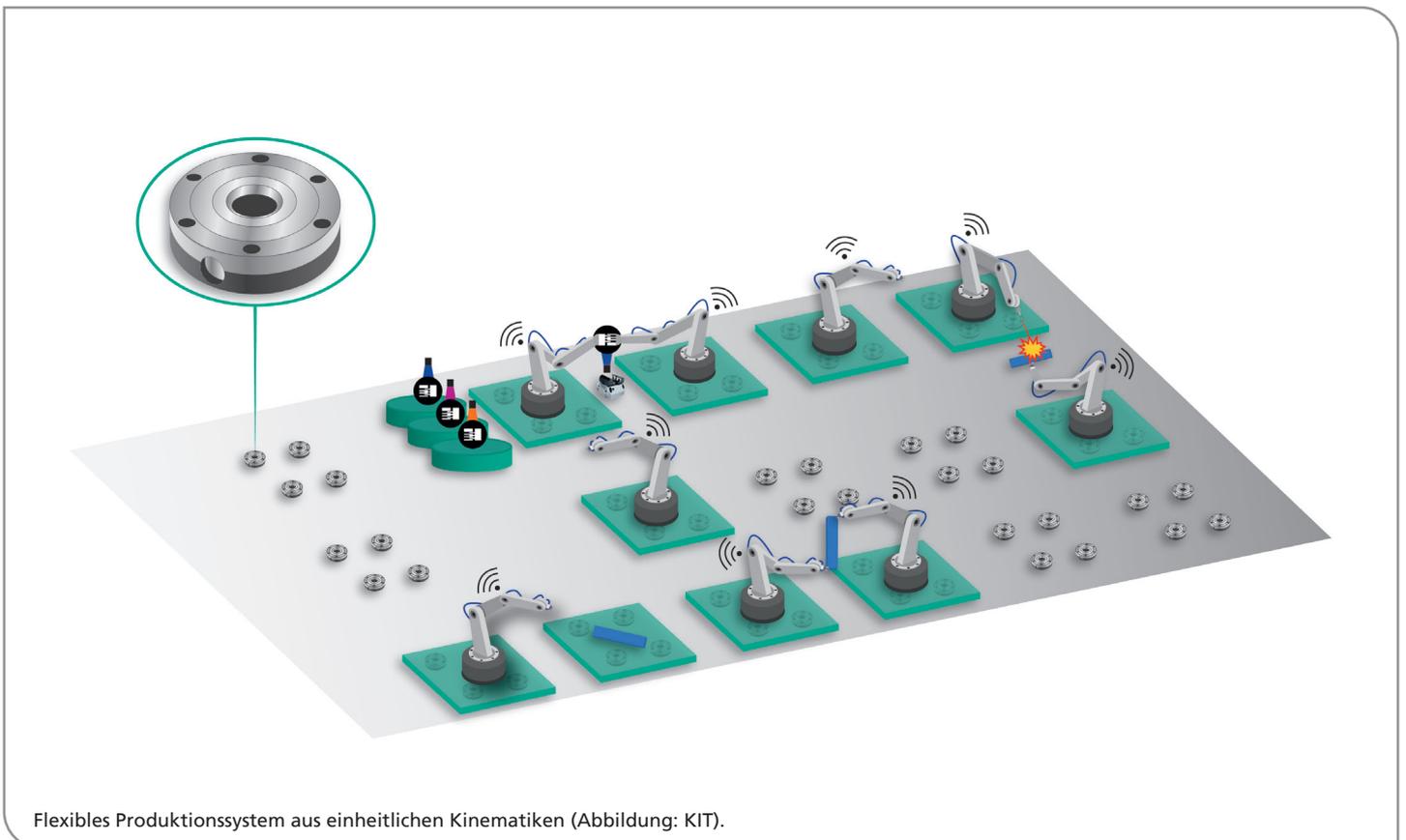
# Wertstromkinematik

Innovativ und wandlungsfähig: Produktionssysteme neu gedacht

Der Trend zu individualisierten Produkten sowie die steigende Nachfrage nach größerer Variantenvielfalt erfordern ein Umdenken im produktionstechnischen Umfeld. Unternehmen, die diesen Bedarf decken, können sich Wettbewerbsvorteile verschaffen. Allerdings müssen sich die Produkte dieser Unternehmen häufig mit Konkurrenzprodukten aus hocheffizienter, automatisierter und starrer Produktion messen. Die Herausforderung liegt darin, ein Produkt mit hohem Individualisierungsgrad und in entsprechend kleineren Stückzahlen wirtschaftlich und konkurrenzfähig zu produzieren. Geeignete Produktionssysteme, die sich durch hohe Flexibilität und hohen Automatisierungsgrad gleichermaßen auszeichnen, existierten bisher nicht oder nur in Ansätzen. Forscherinnen und Forscher des KIT wollen diese Lücke schließen: Mit der **Wertstromkinematik** entwickeln sie nun in enger Kooperation mit den Industriepartnern GROB-Werke und Siemens ein Produktionssystem, das die hohe Produktivität und Genauigkeit von Spezialmaschinen mit der Flexibilität und Wandlungsfähigkeit von Industrierobotern vereint.

## Eine Kinematik für alle Prozesse

Der Fokus dieses neuartigen Produktionssystems liegt in der Abbildung von ganzen Produktionsflüssen durch einheitliche, auf Vertikalknickarmrobotern basierende Standardkinematiken. Neben den in der Robotik üblichen Handhabungsaufgaben soll die Standardeinheit auch diverse weitere Prozesse ausführen. Darunter fallen verschiedene Aufgaben wie Montage, 3D-Druck, Trenn- und Fügeverfahren sowie Zerspanungsaufgaben. Der Aufbau einer Produktion aus Standardkinematiken erlaubt eine häufige und flexible Neuordnung des Produktionssystems ohne die Notwendigkeit, weitere Anlagen hinzuzukaufen. Die einfache und zügige Änderung eines Produktionslayouts wird durch ein Raster aus Nullpunktspannsystemen unterstützt. Dieses Raster erstreckt sich über die gesamte Produktionsfläche und ermöglicht ein schnelles Neupositionieren der Standardkinematiken auf den vorgegebenen Spannpositionen.



Flexibles Produktionssystem aus einheitlichen Kinematiken (Abbildung: KIT).

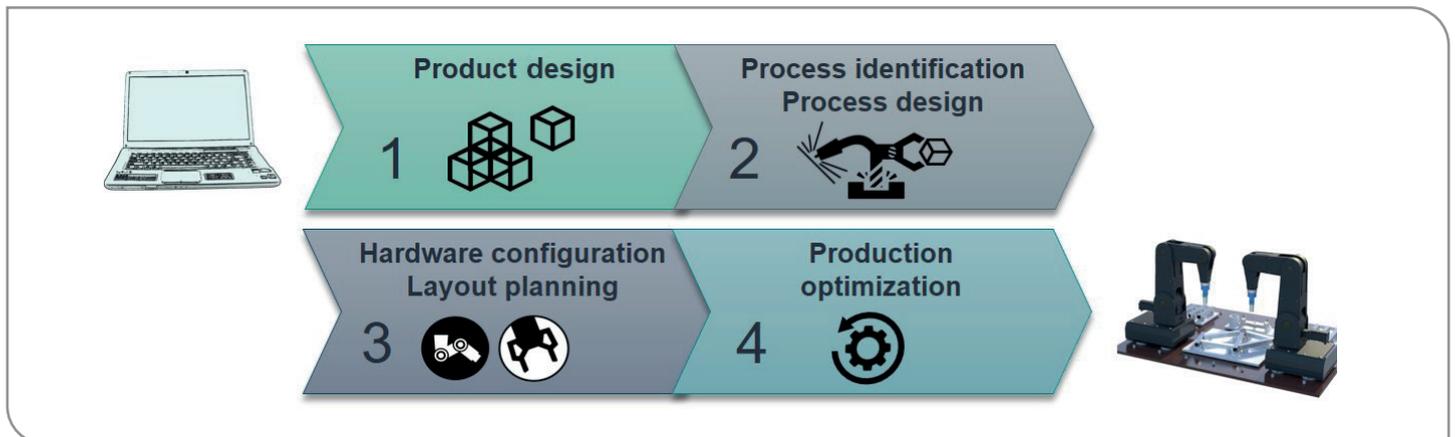
## Kooperierende Kinematiken

Damit die Kinematiken auch anspruchsvolle Prozesse wie Zerspangungsaufgaben ausführen können, sind gegenüber herkömmlichen Industrierobotern verschiedene Optimierungsmaßnahmen erforderlich, wie der Einsatz innovativer Getriebetechnologien sowie die softwareseitige Kompensation von Bahnabweichungen. Eine weitere Maßnahme zur Optimierung besteht in der Kopplung von Kinematiken. Dabei dient das Vorgehen des Menschen als Vorbild: Anspruchsvolle Aufgaben mit hohen Kräften, schweren Lasten oder schlechter Handhabbarkeit lassen sich mit der Unterstützung durch weitere Personen bewältigen. Nach diesem Prinzip können mehrere Kinematiken gemeinsam eine anspruchsvolle Aufgabe lösen. Der Unterstützungsgrad kann dabei von der gemeinsamen Handhabung eines Objekts bis hin zu einer mechanischen Kopplung von Kinematiken reichen.

## Engineering Plattform

Ein weiterer Aspekt der Wertstromkinematik ist die softwareseitige Unterstützung der Hardware. Aufbau und ständige Neuordnung eines Produktionssystems stellen komplexe und zeitintensive Prozesse dar. Eine umfassende Engineering-Plattform soll die

Produktionsingenieure dabei unterstützen und die Planungs- sowie Inbetriebnahmezeit des Produktionssystems deutlich verkürzen. Als Einstiegspunkt in die Engineering Plattform dient das CAD-Modell des Endprodukts. Aus dem Modell werden Merkmale des Produkts und die zur Fertigung benötigten Produktionsprozesse abgeleitet. Um die Prozesse umzusetzen, werden Anzahl, Anordnung und Positionierung der Kinematiken sowie notwendige Kopplungen und Endeffektoren definiert. Der Produktionsablauf lässt sich anschließend validieren, indem jeder Einzelprozess sowie das Produktionssystem als Ganzes simuliert werden. Die erhaltenen Simulationsdaten werden in die Hardwareauswahl und Prozessauslegung zur Optimierung zurückgeführt. Dieser iterative Prozess wird solange wiederholt, bis sich aufgrund der Produktionssimulation eine Produktqualität vorhersagen lässt, die den Anforderungen des Endprodukts genügt. Im letzten Schritt werden aus der Simulation die Steuerungsprogramme für die Kinematiken extrahiert. Ein wesentlicher Anteil der Planung und Inbetriebnahme kann somit auf rein virtueller Basis vorgenommen werden. Dies erlaubt es, ein Produktionssystem künftig schon von Anfang an zeit- und kostenoptimiert zu planen.



Engineering-Plattform: Vom 3D-Modell des Produkts zum fertigen Produktionskonzept (Abbildung: KIT/Siemens/GROB)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
wbk Institut für Produktionstechnik  
Prof. Dr. Jürgen Fleischer  
Kaiserstraße 12  
76131 Karlsruhe  
E-Mail: juergen.fleischer@kit.edu  
Telefon: +49 721 608-44009

Edgar Mühlbeier  
Kaiserstraße 12  
76131 Karlsruhe  
E-Mail: edgar.muehlbeier@kit.edu  
Telefon: +49 1523 9502587



Karlsruher Institut für Technologie (KIT) · Präsident Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka · Kaiserstraße 12 · 76131 Karlsruhe · www.kit.edu