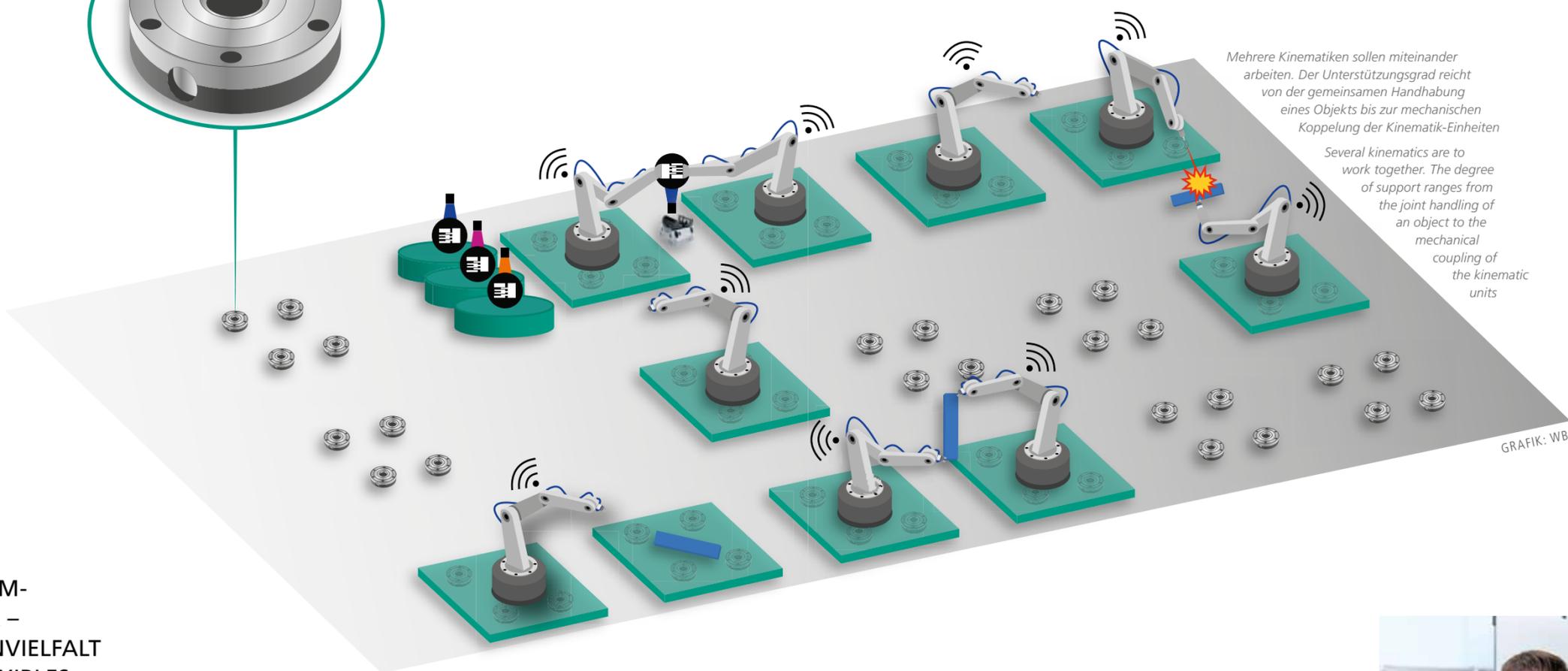


# Koppeln und kooperieren

## WERTSTROM-KINEMATIK – VARIANTENVIELFALT DURCH FLEXIBLES PRODUKTIONS- SYSTEM

VON ANJA FRISCH



Mehrere Kinematiken sollen miteinander arbeiten. Der Unterstützungsgrad reicht von der gemeinsamen Handhabung eines Objekts bis zur mechanischen Koppelung der Kinematik-Einheiten

Several kinematics are to work together. The degree of support ranges from the joint handling of an object to the mechanical coupling of the kinematic units

GRAFIK: WBK



GRAFIK: WBK

Die Idee ist, die Leistungsfähigkeit der Spezialmaschinen und die Wandlungsfähigkeit der Roboter zu kombinieren  
 The idea is to combine the performance of special machines and the versatility of robots

Kunden und Konsumenten wünschen sich immer individuellere Produkte. Der Trend zur größeren Variantenvielfalt erfordert Produktionsprozesse, die auch in kleineren Stückzahlen wirtschaftlich und konkurrenzfähig sind. Die Wertstromkinematik kombiniert als neuartiges Produktionssystem die hohe Produktivität und Genauigkeit von Spezialmaschinen mit der Flexibilität und Wandlungsfähigkeit von Industrierobotern.

Vom individuell gestalteten Sportschuh, der in Farbe und Material dem persönlichen Geschmack entspricht, bis zur Möglichkeit, beim Autokauf die Ausstattung bis ins letzte Detail den eigenen Wünschen anzupassen – für viele Unternehmen wird es zunehmend wichtig, ihre Produkte in einer großen Variantenbreite anzubieten. Dies gilt für die Fertigung von Industriekomponenten ebenso wie für Endprodukte im Konsumgüterbereich



FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE

Edgar Mühlbeier, Maschinenbauer mit Schwerpunkt Steuerungstechnik, koordiniert am wbk Institut für Produktionstechnik die Entwicklung des innovativen Produktionssystems

Edgar Mühlbeier, mechanical engineer with focus on control engineering, coordinates the development of the innovative production system at the wbk Institute for Production Engineering



FOTO: SANDRA GOETTISHEIM

Professor Jürgen Fleischer,  
Leiter des wbk Instituts für  
Produktionstechnik des KIT  
und Leiter der Maschinen,  
Anlagen und Prozessauto-  
matisierung am wbk

Professor Jürgen Fleischer,  
head of the wbk Institute  
of Production Science of  
KIT and Director of wbk's  
Machines, Equipment, and  
Process Automation Group

und erfordert ein Umdenken auch in der Produktionstechnik.

Herkömmlich werden Industrie- und Konsumgüter besonders kostengünstig als Massenprodukte hergestellt, kleine Auflagen individualisierter Produkte machen die Fertigung hingegen deutlich aufwändiger und teurer. Unternehmen, die auf die steigende Nachfrage nach größerer Variantenvielfalt reagieren, haben einen Wettbewerbsvorteil, aber ihre Preise müssen sich häufig mit denen von Konkurrenzprodukten aus hocheffizienter, automatisierter und starrer Produktion messen. „Die Herausforderung liegt darin, ein Produkt mit hohem Individualisierungsgrad und entsprechend kleinen Stückzahlen wirtschaftlich und konkurrenzfähig herzustellen“, sagt Edgar Mühlbeier. Der Maschinenbauer mit dem Schwerpunkt Steuerungstechnik koordiniert am wbk Institut für Produktionstechnik des KIT die Entwicklung eines innovativen Produktionssystems, das zugleich eine hohe Flexibilität und einen hohen Automatisierungsgrad bietet. Es kombiniert die Produktivität und Präzision von Spezialmaschinen, die vor allem beim Drehen, Fräsen und Bohren benötigt werden, mit der Flexibilität von Industrierobotern, die vorwiegend für das Greifen und Bewegen von Material, Werkzeugen und Werkstücken eingesetzt werden. „Die Idee ist es, von beidem das Beste zu nehmen: die Leistungsfähigkeit der Spezialmaschinen und die Wandlungsfähigkeit der Roboter“, erläutert Mühlbeier.

## Cooperating and Coupling

### Value Stream Kinematics to Produce a Variety of Variants Using a Flexible Production System

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Whether it is an individually designed sports shoe, the color and material of which match your personal taste, or a car, the detailed equipment features of which correspond to your wishes, offering greater variety of variants is of increasing importance to many companies.

At KIT's Institute of Production Science (wbk), Edgar Mühlbeier, a mechanical engineer specialized in control technology, coordinates the development of an innovative production system characterized by both high flexibility and a high degree of automation. It combines the productivity and precision of special machines needed for turning, milling, and drilling with the flexibility of industrial robots mainly used for gripping and moving material, tools, and workpieces. The production system referred to as value stream kinematics is composed of a number of uniform standard kinematic systems. In addition to the usual robotics handling tasks, these standard units can also perform other diverse processes, such as assembly, 3D printing, cutting, joining, as well as machining. "Standard kinematic production setups allow frequent and flexible rearrangements of a production system without the need to purchase additional equipment," the doctoral researcher says.

To execute complex machining processes, the standard kinematic systems have to be optimized compared to conventional vertical articulated-arm robots. With innovative gear technologies and software support, a milling precision of a few tenths of a micrometer could be within reach. "A robot with its slim arms actually is hardly suited for tasks needing high forces. The special feature of our production system is that the kinematic systems can be coupled to cooperate," Mühlbeier says. According to this principle, several kinematic systems would work together. The degree of support can range from the joint handling of an object to the mechanical coupling of kinematic systems for synchronous cooperation by use of modern automation and control technology. Having completed their task, these systems can be decoupled again, rearranged quickly, and used separately. ■

Contact: juergen.fleischer@kit.edu and edgar.muehlbeier@kit.edu

Das Wertstromkinematik genannte Produktionssystem ist aus einer Vielzahl einheitlicher Standardkinematiken aufgebaut – Universal-einheiten, die neben den in der Robotik üblichen Handhabungsaufgaben diverse weitere Prozesse ausführen können. Darunter fallen Aufgaben wie Montage, 3D-Druck, Trenn- und Fügeverfahren sowie Zerspanungsaufgaben. „Der Aufbau aus einheitlichen Kinematiken ermöglicht eine häufige und flexible Neu-anordnung des Produktionssystems, ohne kostspielige zusätzliche Anlagen hinzukaufen zu müssen“, betont der Doktorand.

Um auch anspruchsvolle Prozesse wie Zerspanungsoperationen ausführen zu können, müssen die Kinematiken auf verschiedene Weise gegenüber herkömmlichen Vertikal-Knickarmrobotern optimiert werden. So ist geplant mithilfe innovativer Getriebetechnologien und Software-Unterstützung eine auf wenige Hundertstel Millimeter genaue Bahnführung, zum Beispiel beim Fräsen, zu erreichen. „Ein Roboter ist mit seinen schlanken Armen für Aufgaben, die hohe Kräfte erfordern, eigentlich ungeeignet. Die Besonderheit unseres Produktionssystems ist: die Kinematiken lassen sich koppeln, um zu kooperieren“, sagt Mühlbeier. „Vorbild ist der Mensch. Wer etwas Schweres oder schlecht zu Greifendes nicht alleine tragen kann, klingelt beim Nachbarn und lässt sich von ihm helfen“, so der Wissenschaftler. Nach diesem Prinzip sollen mehrere Kinematiken gemeinsam arbeiten. Der Unterstützungsgrad reicht von der gemeinsamen Handhabung eines Objekts bis zur mechanischen Koppelung der Kinematik-Einheiten, die durch moderne Steuerungs- und Regelungstechnik synchron zusammenarbeiten. Nach Erledigung der Aufgabe lassen sie sich wieder entkoppeln, zügig neu anordnen und getrennt einsetzen.

Die schnelle, einfache und exakte Positionierung der flexiblen Wertstromkinematiken im Raum wird möglich durch ein Raster aus Nullpunktspannsystemen, „vergleichbar einer Legoplatte, auf der sich die Bausteine beliebig feststecken lassen“, so Mühlbeier. Dieses Raster erstreckt sich über die gesamte Produktionsfläche. „Die Anlaufzeit für ein neues Produktionslayout kann so erheblich reduziert werden“, betont der Wissenschaftler. Auf diese Weise lassen sich in Gestalt, Material oder Passform variierende Produkte ohne lange Umrüstzeiten des Maschinenparks als kundenindividuelle Massenproduktion herstellen. Ein Produktionssystem aufzubauen und ständig neu anzuordnen ist komplex und zeitintensiv. Um die Planungs- und Inbetriebnahmezeit deutlich zu verkürzen, soll zudem eine

intuitiv und einfach zu bedienende Engineering Plattform die Ingenieure auch in der mittelständischen Unternehmenspraxis ganzheitlich unterstützen – von der Erstellung eines Produkts im CAD über die Planung von Anzahl und Anordnung der Kinematiken bis zur Simulation des Produktionssystems.

Ihre Entwicklung treiben die Wissenschaftler des KIT gemeinsam mit den Industriepartnern Siemens in der Steuerungstechnik und dem Werkzeugmaschinenhersteller GROB als Hardwareentwickler und Integrator voran. „Produktionstechnologien müssen den sich ändernden Bedingungen des Marktes und den stetig steigenden technologischen Anforderungen gerecht werden. Unser Ziel ist es, für neue Prozesse und Anforderungen innovative Lösungen zu identifizieren und zu entwickeln“, sagt Professor Jürgen Fleischer, Leiter des wbk Instituts für Produktionstechnik und Initiator der Wertstromkinematik. Fleischer ist

## Racing on 5G.

Our network technology enables you a smooth evolution from 4G to 5G. Start running today to win the race tomorrow.



Look out for our continuous offers of internships, thesis or student possibilities, and graduate positions at our various locations within Germany!

[www.ericsson.com/careers](http://www.ericsson.com/careers)



ANZEIGE

davon überzeugt, dass der anwendungsorientierte Wissens- und Kompetenztransfer am besten über gemeinsame Projekte funktioniert, die die Vorteile methodisch systematischer Forschung mit der „industriellen Denke“ zusammenbringen. ■

Kontakt: juergen.fleischer@kit.edu und edgar.muehlbeier@kit.edu