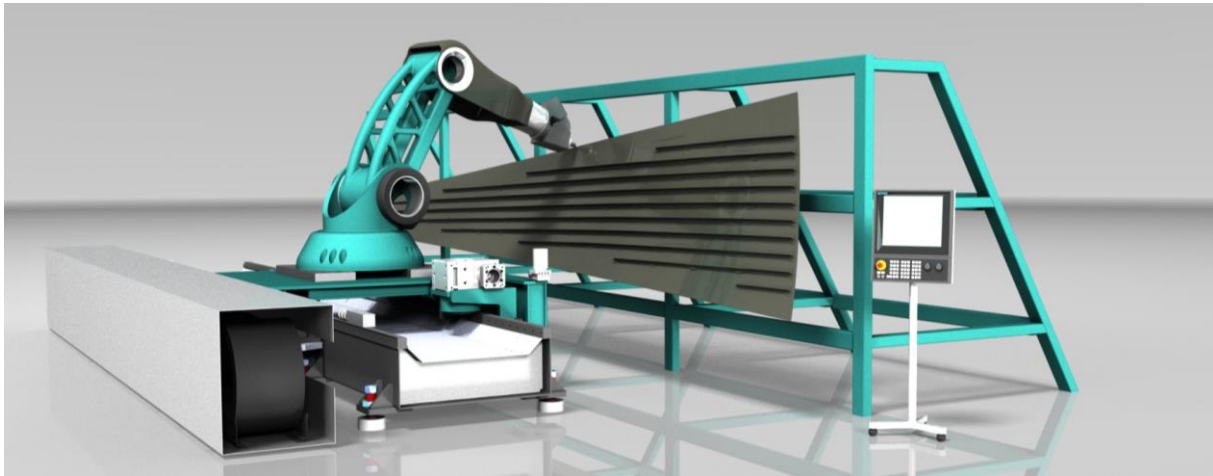


## Projekt "Flexmatik 4.1"

Marktorientierte Vorlaufforschung der Fraunhofer-Gesellschaft

Projektlaufzeit: JAN 2016 – DEZ 2018



Im Rahmen der marktorientierten Vorlaufforschung der Fraunhofer-Gesellschaft (MAVO), ist es Ziel des Verbunds aus Fraunhofer IPK, LBF und IFAM, im Zuge des Projekts „Flexmatik 4.1“ eine genauigkeitsgesteigerte Prozesskinematik für die flexible, energie- und ressourceneffiziente Produktion zu entwickeln.

Das Vorhaben befasst sich mit der Auslegung, Konstruktion und Umsetzung einer neuartigen, genauigkeitsgesteigerten seriellen Prozesskinematik mit zusätzlicher Linearachse zur Vergrößerung des Arbeitsraumes (Flexmatik 4.1). In dem Vorhaben wird das Gesamtsystem, bestehend aus Antrieben und Getrieben, Steuerungs-, Kalibrations- und Regelalgorithmen sowie Strukturkomponenten, grundsätzlich auf die Bedürfnisse von Bahnprozessen ausgelegt. Anwendungsbeispiel ist die Zerspanung von Aluminium und CFK. Ziel ist das Erreichen einer Fertigungstoleranz von mindestens  $\pm 0,1$  mm bereits ab Bauteil 1. Dies bedeutet eine Steigerung um Faktor 5 bis 10 gegenüber dem aktuellen Stand der Technik [WEI08].

Die disziplinäre Bandbreite des Vorhabens und das breite Kompetenzspektrum werden durch die komplementäre Ergänzung der Kompetenzen der Verbundpartner abgedeckt. Das Hauptziel ist in drei Teilziele gegliedert, welchen die Themenschwerpunkte nach Abbildung 1 zugeordnet sind.

### *Teilziel A - Genauigkeitssteigerung durch innovative Antriebs- und Steuerungskonzepte*

Im Gegensatz zu den derzeit primär auf sehr hohe Geschwindigkeiten (bis 90 m/min) ausgelegten Kinematiken von Robotern werden die Anforderungen entsprechend typischer Bearbeitungsprozesse ermittelt und festgelegt. Es werden verschiedene Antriebskonzepte, wie beispielsweise hydraulische Antriebe und Direktantriebe, geprüft und bewertet. Im Falle der Linearachse werden die Verwendung von an- und abtriebsseitigen Messsystemen sowie Doppelantriebe in Betracht gezogen. Es soll ein für serielle Kinematiken mit Linearachse optimiertes, auf einer offenen CNC-Steuerung basierendes, Anlagensteuerungskonzept inklusive einer entsprechenden modellbasierten Kalibrationsstrategie umgesetzt werden. Es wird darüber hinaus ein adaptives Regelungskonzept erarbeitet, dessen Regler seine Parameter in Abhängigkeit der Strukturdynamik und der anliegenden externen Last anpasst.

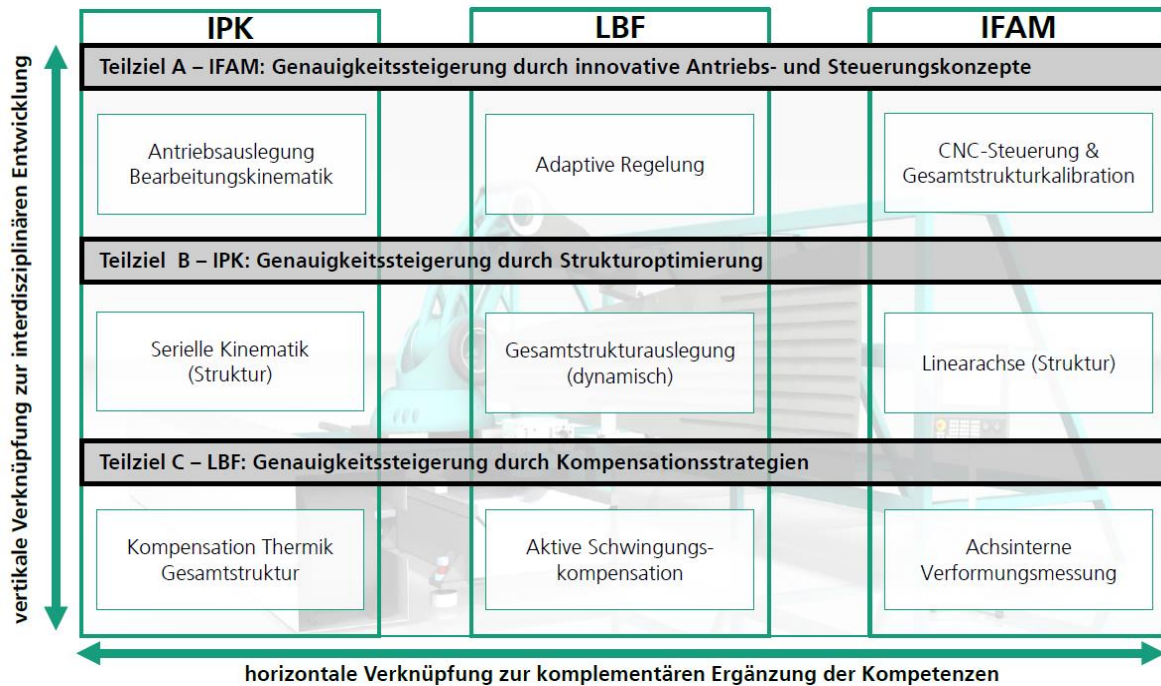


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Teilziele und Themenschwerpunkte

### Teilziel B - Genauigkeitssteigerung durch Strukturoptimierung

Die dynamischen Eigenschaften der Gesamtstruktur wie Steifigkeiten, Lage der Eigenfrequenzen, Masseverteilung, Trägheitsmomente sowie die dynamischen Anregungen durch Bearbeitungsprozesse werden von Beginn an bei der Auslegung der Kinematik berücksichtigt. Durch eine kraftflussoptimierte Auslegung der Roboterstrukturkomponenten und der Linearachse sowie der verwendeten Führungen soll die Genauigkeit im gesamten Arbeitsraum im Vergleich zu Standardrobotern verbessert werden.

### Teilziel C - Genauigkeitssteigerung durch Kompensation

Ziel ist die Reduktion der Abweichungen basierend auf Schwingungen, thermischen Effekten und den quasi-statischen Verformungen der Armelemente. Abweichungen basierend auf Schwingungen und strukturdynamischen Effekten werden mittels eines adaptiv-aktiven Schwingungskompensationssystems reduziert. Thermische Effekte werden durch eine gezielte Temperierung oder Modellierung sowie die Berücksichtigung thermischer Effekte bei der Auslegung der strukturdynamischen Komponenten kompensiert. Quasistatische Verformungen der Armelemente, resultierend aus äußeren Kräften und Trägheitserscheinungen, werden durch ein arminternes Messsystem erfasst und mit Hilfe des adaptiven Reglers der Roboterantriebe kompensiert.

### Kontakte/Ansprechpartner

Projektkoordinator

Sascha Reinkober

Abteilungsleiter  
Fertigungstechnologien

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und  
Konstruktionstechnik IPK

Pascalstraße 8-9 | 10587 Berlin  
Telefon +49 30 39006-326  
sascha.reinkober@ipk.fraunhofer.de  
www.ipk-fraunhofer.de

Projektleiter LBF

Jan Hansmann, Dipl.-Ing. (FH)

Abteilung Strukturdynamik und Schwingungstechnik

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und  
Systemzuverlässigkeit LBF

Bartlingstraße 47 | 64289 Darmstadt  
Telefon + 49 6151 705-8366 | Fax - -214  
jan.hansmann@lbf.fraunhofer.de  
www.lbf.fraunhofer.de

Projektleiter IFAM

Sven Philipp von Stürmer, M.Sc.

Automatisierung und Produktionstechnik

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM | Klebtechnik  
und Oberflächen

Forschungszentrum CFK NORD  
Ottenbecker Damm 12 | 21684 Stade  
Telefon + 49 4141 78707-256 | Fax – 682  
sven.philipp.von.stuermer@ifam.fraunhofer.de  
www.ifam.fraunhofer.de