

Technische Daten:	
Roboterarme:	2 x KUKA LBR 7 iiwa R800 - Nenn-Traglast: 7 kg - Gewicht: 23.9 kg - Maximale Reichweite: 800mm - Positionswiederholgenauigkeit: +/- 0,1mm
Greifer:	2 x Schunk WSG 50 mit angepassten Greiferbacken
Werkzeug:	Elektrischer Schraubendreher
Freiheitsgrade:	2 x (7+1) +1 = 17
Software:	Verteilte Architektur mit Komponenten implementiert in Java, C/C++ , Python
Middleware:	DLR Links und nodes (LN)

Die autonome Montage als Teil von *Factory of the Future*

Factory of the Future – die Fabrik der Zukunft – ist ein interinstitutionelles Projekt des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Das Ziel ist die digitale Transformation robotergestützter Produktionsprozesse im Rahmen der Industrie 4.0. Die Initiative des DLR verfolgt mit dem Projekt eine umfassende Strategie, indem sie Zukunftstechnologien und Ansätze aus der Forschung zu künstlicher Intelligenz und kooperativen Robotern untersucht – von neuartigen Ideen bis hin zu ausgereiften Konzepten. So wird *Factory of the Future* zum Vorreiter: Die Anwendung hochaktueller Forschungsmethoden aus Luft- und Raumfahrt macht es möglich, Produktionsabläufe zu vereinfachen und zu optimieren.

factory-of-the-future@dlr.de

Factory of the Future

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 20 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Bremerhaven, Dresden, Göttingen, Hamburg, Jena, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Oldenburg, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

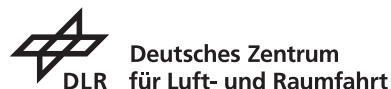
Impressum

Herausgeber:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)
Institut für Robotik und Mechatronik

Anschrift:
Korbinian Nottensteiner
Münchener Str. 20
82234 Weßling
Telefon 08153 28 4122
E-Mail korbinian.nottensteiner@dlr.de

DLR.de/rm

Bilder DLR (CC-BY 3.0), soweit nicht anders angegeben.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FlexibleMontage_D_11/2018



Flexible und autonome Montage mit Leichtbaurobotern



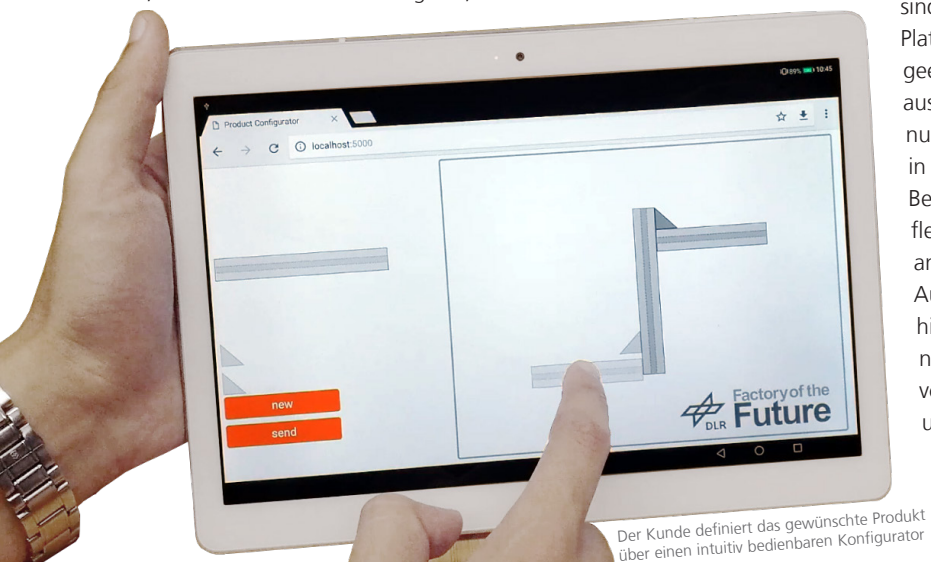
Einzelstücke aus automatisierter Herstellung

Die individualisierte Massenfertigung und kürzere Produktlebenszyklen sind aktuelle Entwicklungen, die die industrielle Fertigung maßgeblich verändern werden. Konventionelle Ansätze zur Automatisierung mit hochspezialisierten Lösungen, werden diesen Herausforderungen langfristig nicht gerecht und sind lediglich für große Stückzahlen rentabel. So rücken autonome und kognitive robotische Systeme in den Vordergrund, um die notwendige Flexibilität und Wandlungsfähigkeit für die Produktion der Zukunft zu unterstützen: Die automatisierte Herstellung von Einzelstücken wird möglich, während Mensch und Roboter in gemeinsamen Arbeitsbereichen selbstverständlich zusammenarbeiten.



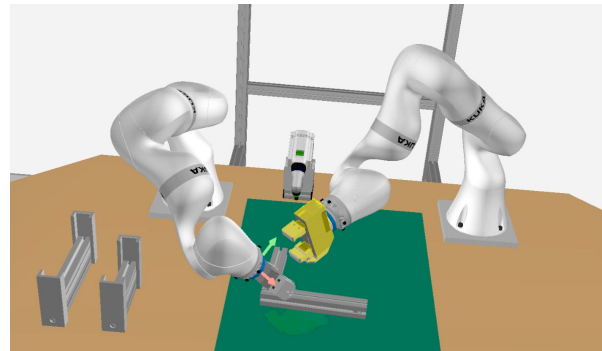
Autonomes Montagesystem des DLR mit zwei Leichtbauroboterarmen

Die Vision zielt auf eine einfache Handhabung und Integration von robotischen Systemen ab: Das Institut für Robotik und Mechatronik des DLR entwickelt ein Montagesystem, das einerseits mit weniger Fachwissen bei den Benutzern auskommt, andererseits aber in der Lage ist,



Der Kunde definiert das gewünschte Produkt über einen intuitiv bedienbaren Konfigurator

Einfacher, schneller und komplexer



Digitaler Zwilling zur automatischen Planung der Montageschritte

komplexe Produkte und verschiedene Varianten davon zu fertigen. Dabei soll der Aufwand für die Implementierung neuer Aufgaben deutlich gesenkt werden. Gleichzeitig soll das System dem Benutzer die Arbeit erleichtern, indem es Planungsaufgaben selbständig übernimmt. Im Idealfall soll lediglich das gewünschte Endprodukt durch den Kunden vorgegeben werden. Dies kann beispielsweise über eine Schnittstelle zur intuitiven Produktkonfiguration geschehen. Hochentwickelte Algorithmen zur automatisierten Planung erstellen daraufhin eine Folge von Montageschritten für das robotische System.

Das flexible und autonome System des DLR

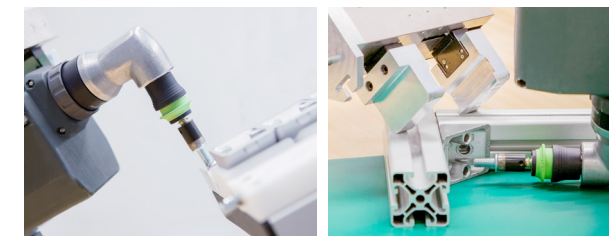
Das System des DLR basiert auf verschiedenen Planungseinheiten zur Lösung einer Montageaufgabe. Zentral sind die Flexibilität und der Grad an Autonomie der Plattform: Ein Algorithmus zur Montageplanung findet geeignete Montagesequenzen, die von dem System ausgeführt werden können. Methoden zur Greifplanung, die automatische Analyse von Erreichbarkeiten in der Arbeitszelle und die kollisionsfreie Planung von Bewegungsabläufen machen das System besonders flexibel – auch mit Blick auf verschiedene Produktvarianten. Zentral ist die Anpassungsfähigkeit an neue Aufgaben. Die Vorstellung, dass der Roboter über Fähigkeiten verfügt, die in unterschiedlichen Situationen einfach wiederverwendet werden können, wird von der Planung bis zur Ausführung durchgängig umgesetzt.

Der Aufbau besteht aus zwei Leichtbaurobotern *LBR iiwa* der Firma KUKA. Deren besondere Eigenschaften ermöglichen eine zuverlässige Ausführung, der auch Unsicherheiten in der Arbeitszelle nichts ausmachen. Durch die Impedanzregelung kann die Steifigkeit des Arms angepasst werden, so dass eine feinfühligere Montage möglich wird. Die Messung der Drehmomente in den Gelenken erlaubt es zudem, den aktuellen Zustand des Montageprozesses nachzuverfolgen und darauf zu reagieren. Daher können auch die Anforderungen an eine absolute Genauigkeit des Aufbaus heruntergesetzt werden.



Zweiarmige Montage ohne spezielle Haltevorrichtungen

Aktuell baut das System Aluminiumprofile zu komplexen Strukturen auf. Das Design des zweiarmigen Systems zielt darauf ab, die Anzahl der spezialisierten Systemeinrichtungen zu reduzieren und so die Montage von großen und unterschiedlichen Produktfamilien zu ermöglichen. Das System kann verschiedene Produkte fertigen, die über ein einfach zu bedienendes Tablet Interface konfiguriert werden. Folgende Teilaufgaben muss das System erledigen: Profile und Verbindungswinkel platzieren, Einlegemuttern einfügen und Verbindungen zusammenschrauben. Die zwei Roboterarme arbeiten dabei so zusammen, dass diese Aufgaben ohne spezielle Werkstückhalterungen gelöst werden können.



Die Winkelverbinder werden vom Robotersystem verschraubt