



Der SARA-Leichtbauroboter zeigt neue Funktionalitäten in der kraftgeregelten Robotik für die reibungslose Zusammenarbeit von Mensch und Roboter. Anwendungen im Rahmen der Industrie 4.0 werden so effizienter, kostengünstiger und sicherer.

#### Systemdaten:

DLR-SARA:	Safe Autonomous Robotic Assistant
Anwendungsfelder:	Mensch-Maschine Kooperation

#### Technische Daten:

Gesamtlänge:	1250 mm
Dynamische Auslegung:	1,4 g bei 12 kg Last
Achsgeschwindigkeit:	bis zu 400 °/s
Kinematische Länge:	1024 mm (Schulter zu Handgelenk)
Kürzeste Konfiguration:	297 mm
Kraftauflösung:	Besser als 0,1 N
Eigengewicht:	22,6 kg

## 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

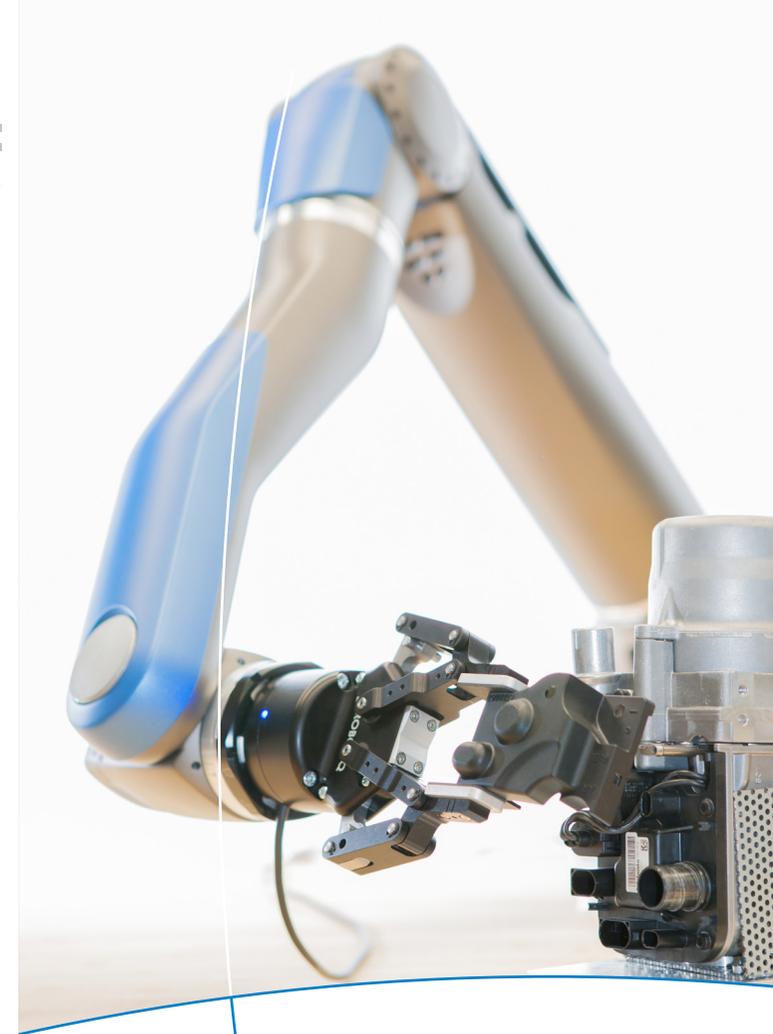
Anschrift:

Oliver Eiberger  
Münchner Str. 20, 82234 Weßling  
Telefon +49 8153 28-3310  
E-Mail [oliver.eiberger@dlr.de](mailto:oliver.eiberger@dlr.de)

[DLR.de/rm/sara](https://www.dlr.de/rm/sara)

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

SARA\_D\_06/2018



# SARA Safe Autonomous Robotic Assistant

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## SARA - Der Leichtbauroboter der Zukunft

Die neueste Generation Leichtbauroboter des DLR trägt den Projektnamen SARA – Safe Autonomous Robotic Assistant. Diese Roboter-Generation vereint moderne Elektronik und Mechanik mit innovativen Regelungsverfahren. Ziel ist die funktionale Erweiterung des Ausgabegeräts Roboter zum vernetzten Sensor-/Aktorsystem in einer hochgradig von digitalen Überwachungs- und Steuerungsprozessen geprägten Fabrik der Zukunft.



### Mehr Effizienz durch den SARA-Arm

Der SARA-Arm ist ein drehmomentgeregelter Roboterarm mit sieben Achsen und 12 kg Traglast. Seine gute faltbarkeit und kurze Handachse ermöglichen eine hervorragende Nutzung des großen Arbeitsraums und eine gute Erreichbarkeit von verschiedenen Seiten, selbst für große Werkstücke. Die feinfühligere Drehmomentsensorik und die auf Dynamik optimierten Antriebe eröffnen ein breites Einsatzspektrum und erlauben zügige Bearbeitungen.

## Kraftsensor-Kinematik: Kraft, Kontrolle und Gefühl

Eine besondere wissenschaftliche Neuerung ist die redundante Kraftsensor-Kinematik. Diese erlaubt einerseits eine hochauflösende Kraft- und Drehmomentmessung am Roboterflansch, unabhängig von der Pose des Roboters. Andererseits ermöglicht sie die Messung von Kontaktkräften während des handgeführten Anlernbetriebs



### Programmierung durch Vormachen: 3D<sup>2</sup>

Während mit bisherigen Robotern in handgeführten Fahrten nur Positionen angelernt werden können, ist es möglich mit SARA Positions- und Krafttrajektorien simultan aufzuzeichnen. Dies beschleunigt die Programmierung durch Vormachen um ein Vielfaches, und erlaubt eine wesentlich intuitivere Programmierung, als durch nachträgliche, numerische Eingabe von Kraftrichtungen und Größen.

Der Bediener zeigt dem Roboter also nicht nur was er tun soll, sondern auch wie er eine Aufgabe zu verrichten hat.

Eine weitere Neuerung ist die hochabgetastete Überwachung der Kraftverläufe bei Fügevorgängen durch die Kombination von Sensorik und hoher Bandbreite. Dadurch können Fügefehler zukünftig schon während des Fügevorgangs erkannt werden.

Experimente haben gezeigt, dass durch die neue Sensorik Kontakte und Kollisionen am 'Endeffektor' wesentlich früher, richtungsunabhängig und trennschärfer erkannt werden können. Dies erlaubt nicht nur dynamischere Fügevorgänge, sondern erhöht auch die Sicherheit im kollaborativen Betrieb.

Die Erhöhung des Regeltaktes mit minimaler Latenz, sowie die auf Dynamik optimierte Auslegung der Antriebe und Strukturen hat die Kraftregelung zu höchsten Leistungen geführt. So kann die kartesische Steifigkeit in beliebigen Raumrichtungen von null bis 20.000 N/m geregelt werden, was der Steifigkeit der klassischen Positionsregelung nahe kommt.

Dies macht sich bei der Beherrschung instabiler Kontakte bemerkbar, wie bei Arbeiten mit einem konvexen Werkzeug entlang einer konvexen Kante.



### Highlights der SARA-Technik

Eine endlos drehbare siebte Achse mit Energie- und Datenübertragung, sowie ein integrierter Schnellwechselmechanismus mit Werkzeugerkennung, Energie- und Datenanschluss erlauben die selbständige Rekonfiguration für komplexe Aufgabenfolgen.

Eine Nutzereingabe mit Tasten und Display am Roboter, soll die Programmierung vom PC aus zukünftig weitgehend durch intuitive Eingaben vor Ort ersetzen.

Versteckt in der Struktur des Roboters arbeiten zwei Vierfach-Gelenkreglerblöcke mit 8 kHz Systemtakt. Die Gelenkregler sind direkt per PCI Express mit dem Steuerungsrechner verbunden, der im gleichen Takt die Gesamtarmregelung betreibt. Diese Architektur erlaubt die Echtzeitüberwachung aller inneren Größen, sowie jederzeit die Einbindung weiterer Komponenten über mPCIe-Steckplätze.

Eine integrierte Kondensatorbank ermöglicht die Weiterverwendung der beim Bremsen rückgespeisten Energie (KERS), und ein mechanisches Überlastschutz-System bewahrt den Roboter vor Schäden bei ungewollten harten Kollisionen.