



RUB

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

ZUKUNFT DER ROBOTIK IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE

4. WORKSHOP „MENSCH-ROBOTER-ZUSAMMENARBEIT“

5. September 2018 BAuA, Dortmund

Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter



RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

Senkrechtstarter der ersten »Neuen«

- 1965 als erste Universität der BRD eröffnet
- Heute eine der 10 größten deutschen Universitäten
- Forschungsstarke Universität mit vielen Fachrichtungen

Fakultät für Maschinenbau

- 5 Institute mit insgesamt 23 Lehrstühlen
- 250 wissenschaftliche Mitarbeiter, davon 170 drittmittelfinanziert

ZENTRUM FÜR PRODUKTIONSSYSTEME



ZENTRUM FÜR
PRODUKTIONSSYSTEME



LEHRSTUHL FÜR
PRODUKTIONSSYSTEME



LPS LERN- UND
FORSCHUNGSFABRIK



FÖRDERVEREIN
PRODUKTIONSTECHNIK E.V.



FORSCHUNGSZENTRUM FÜR DAS ENGINEERING
SMARTER PRODUKT-SERVICESYSTEME



Institut für
Wertschöpfungsexzellenz

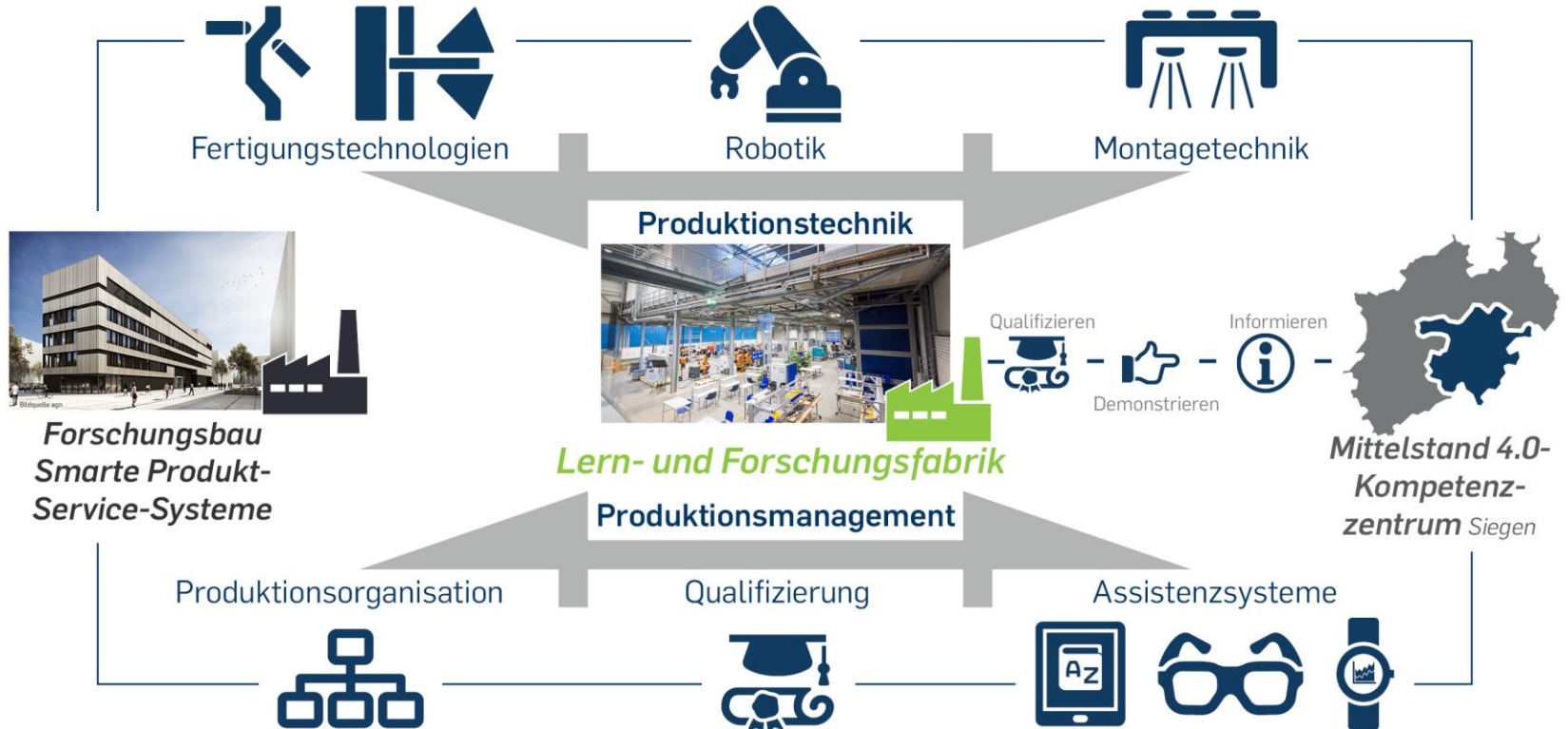


Institut für Forschung
und Transfer
Produktionsautomatisierung



Gesellschaft für Engineering
und industrielle
Automatisierungslösungen mbH

ANWENDUNGS- UND FORSCHUNGSFELDER DES ZPS



ROBOTER IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE DER ZUKUNFT

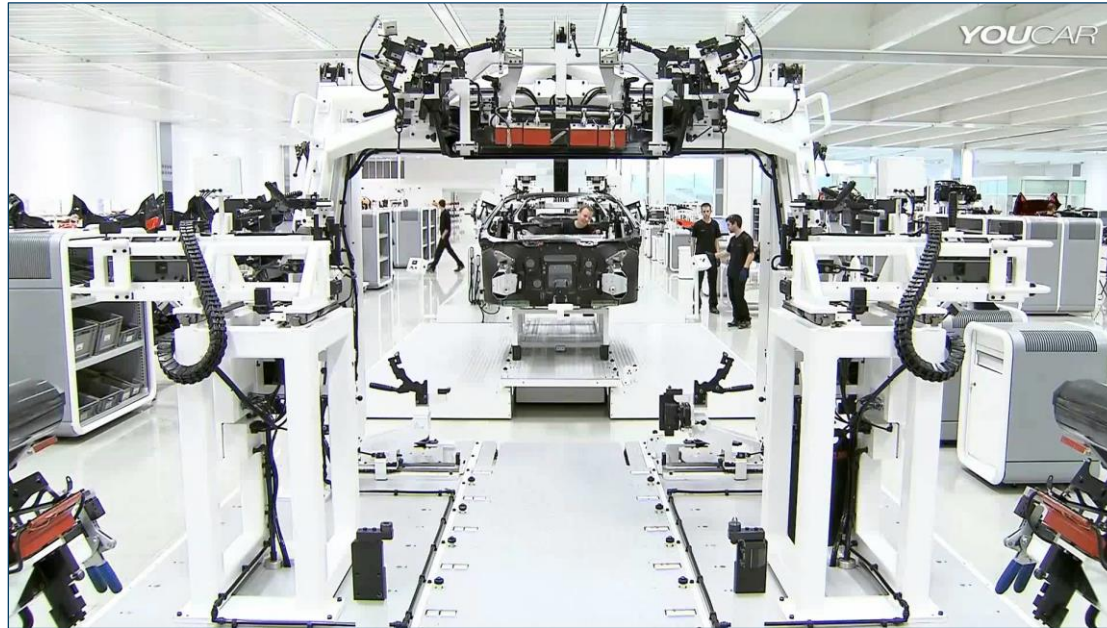


[Bildquelle: ABB]

ROBOTER IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE DER ZUKUNFT?



- ... individuelle, manuelle Fertigung



[Quelle: Online: <https://youtu.be/U79MILWJigU>]

RANDBEDINGUNGEN IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE



- **Der Trend in der Automobilindustrie: Individualisierung**

- Am Beispiel des Audi A3, also nur einer Baureihe, ergeben sich durch die verschiedenen Extras, die geordert werden können, sagenhafte

**110.338.690.475.432.439.829.762.481.848.320.000.000 (= $1,1 \times 10^{38}$)
unterschiedliche Fahrzeugvarianten**

- ... und damit genau genommen die Losgröße "1". Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Audi in seinem Autoleben einem identisch ausgestatteten Audi begegnet, ist damit praktisch Null.

ROBOTER IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE DER ZUKUNFT?



- ... im Karosseriebau auf einer Linie

5



BMW 5er Limousine



BMW 5er Touring



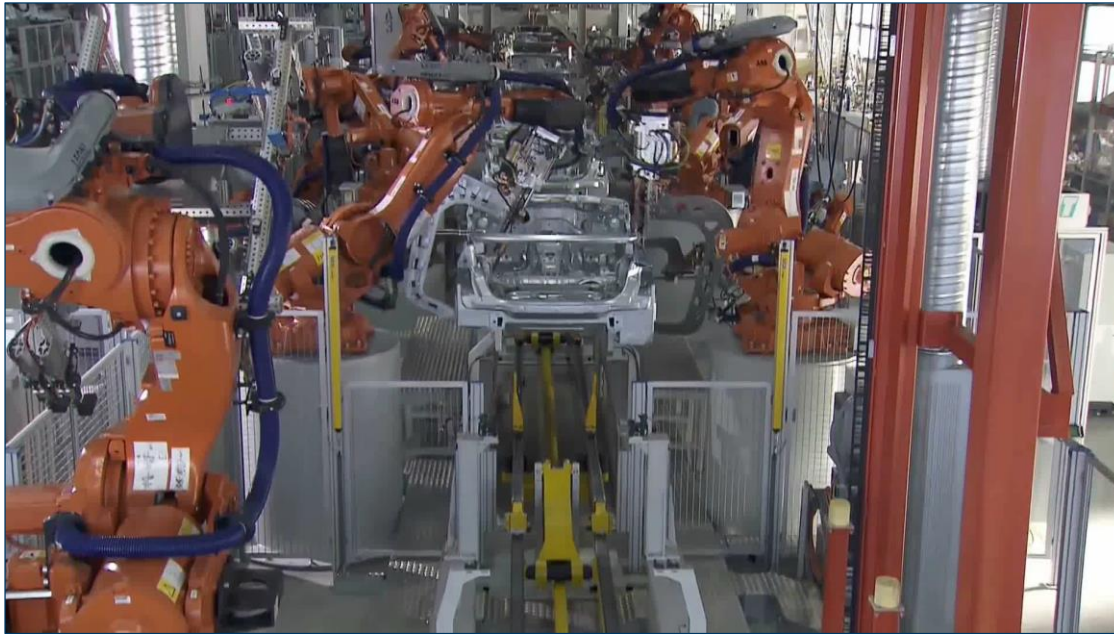
BMW 5er Limousine Hybrid

6



BMW 6er Gran Turismo

- ... große Linien mit komplexen Arbeitszellen



[Quellen: YouTube, (1) BMW 3er Serie, (2) VW Golf Mk 7, (3) VW Golf Mk 7]

INDIVIDUALISIERUNG IM AUTOMOBILBEREICH



- ... komplexe, bauteilspezifische Greiftechnik



[Quellen: YouTube (1) Mercedes S-Klasse, (2) Mercedes S-Klasse, (3) MW 3er Serie, (4) BMW i3, (5) BMW i3, (6) BMW i3, (7) VW Golf Mk 7]

INDIVIDUALISIERUNG IM AUTOMOBILBEREICH



- ... Herausforderung: Inbetriebnahme



[Bildquelle: pixelmedia.bg]

HERAUSFORDERUNGEN AUTOMOBILINDUSTRIE



- ... **Problemstellung**
 - Anzahl der Roboter pro Werk steigt
 - Anzahl der Applikationen pro Roboter steigt (Schweißen, Kleben, Handling, Schrauben ...)
 - Anzahl der Fahrzeugvarianten pro Roboter steigt (bis zu 20: Linkslenker, Rechtslenker, Schiebedach, Cabrio ...)



[Bildquelle: pixelmedia.bg]

HERAUSFORDERUNGEN AUTOMOBILINDUSTRIE



- Die Erst-/ bzw. Re-Kommissionierung der Roboter wird hierdurch komplexer
 - Softwarekomponenten für Applikation (Tech-Pakete/Kuka, Prozessware/ABB)
 - Hardwarekonfiguration der Peripherie (z. B. Schweißsteuerung, Schraubersteuerung, etc.)
 - Feldbuskonfiguration abhängig von Applikation (Problem: Definition von Adressbereichen für Signale, SPS-Kommunikation)



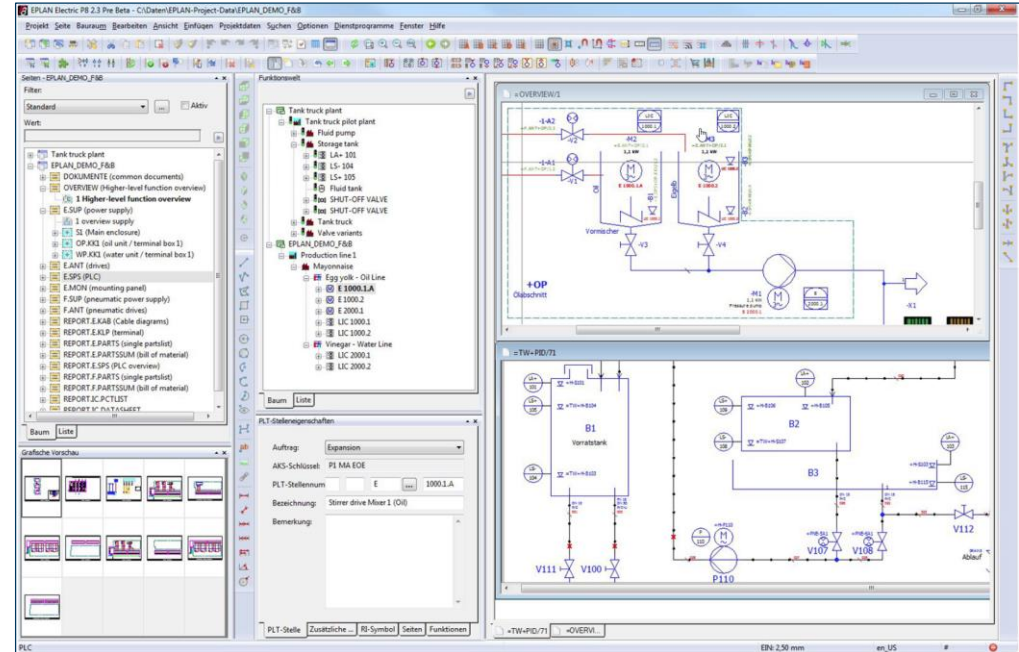
HERAUSFORDERUNGEN AUTOMOBILINDUSTRIE



- Häufig angewandte Methode über „universelles Engineering Tool“ Excel
 - fehleranfällig, personalintensiv und langsam. (Weg: OEM und Ausrüster und Linebuilder: Excelliste von zu konfigurierenden Robotern mit Equipment und Applikation -> Übergabe an Inbetriebnahme (diese entwickeln eigene Tools))
 - „Massen“-Kommissionierung von Roboterlinien mit diesen Tools nur schwer möglich



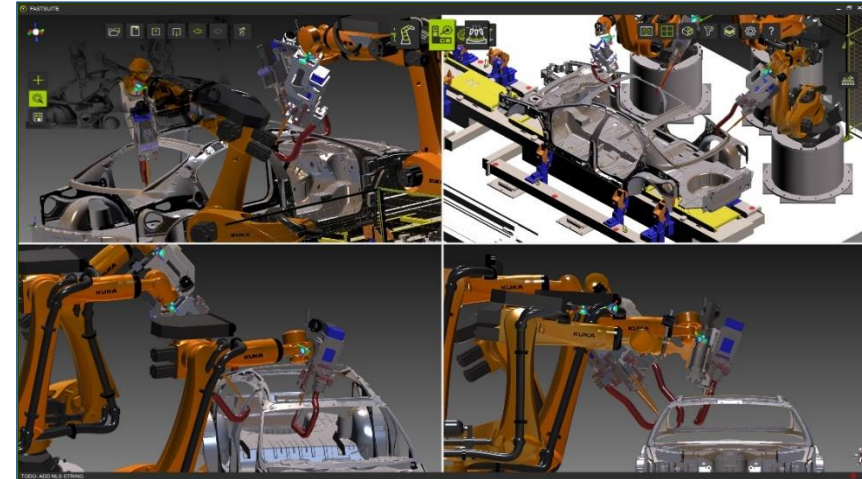
- **Ableitung der Roboterkonfiguration aus Elektroplanung**
- **Positiv**
 - semi-automatische Konfigurationserstellung für Applikationen möglich
 - semi-automatische Konfigurationserstellung für Signallisten möglich



- **Ableitung der Roboterkonfiguration aus Elektroplanung**
 - **Negativ**
 - Konfigurationen für Digitale Fabrik meist zu spät: Digitale Planung startet ca. 1 Jahr vor der IBN, E-Planung ist hier noch nicht vollständig fertig
-> Virtuelle IBN nur eingeschränkt nutzbar
 - Elektroplanung wird zu Bottleneck bei der Roboterkommissionierung
 - Systemkonfigurationen mit externen Achsen schwierig (Servozangen, Verfahrachsen, Positionierer), da Parametrierung ext. Achsen nicht im E-Plan
 - 'Late change' Anpassungen schwierig



- Integration in Roboterherstellerwerkzeuge zur Roboterinbetriebnahme, z.B. ABB RobotStudio oder Kuka WorkVisual
- Durchgängige, einheitliche Nutzung von diesem Konfigurationstool für externe Achsen über die Digitale Fabrik bis zur Inbetriebnahme
- Implementierung von „Massen“-Kommissionierung über Netzwerke



HERAUSFORDERUNGEN AUTOMOBILINDUSTRIE



- ... vom Rohbau in die Montage



[Bildquelle: <http://www.scheible.de/de/industriefotografie>]

INDIVIDUALISIERUNG IM AUTOMOBIL ... DURCH DIE AUSSTATTUNG



Polsterungen, Sitze



- Sitzheizung für Fahrer und Beifahrer 380,00 € oder 3,47 € /M [> Details](#)
- Sportsitze für Fahrer und Beifahrer 630,00 € oder 5,76 € /M [> Details](#)
- Aktive Sitzbelüftung vorn 850,00 € oder 7,77 € /M [> Details](#)
- Sitzverstellung, elektrisch mit Memory für... 1.200,00 € oder 10,97 € /M [> Details](#)
- Komfortsitze vorn, elektrisch verstellbar 2.290,00 € oder 20,93 € /M [> Details](#)

Klima, Heizung



- Lenkradheizung 250,00 € oder 2,28 € /M [> Details](#)
- Klimaautomatik 400,00 € oder 3,66 € /M [> Details](#)
- Sonnenschutzrollos für Heckscheibe... 590,00 € oder 5,39 € /M [> Details](#)
- Klimaautomatik mit 4-Zonenregelung 820,00 € oder 7,49 € /M [> Details](#)
- Standheizung mit Fernbedienung 1.850,00 € oder 16,08 € /M [> Details](#)

Fahrerassistenz



- Park Distance Control (PDC) 0,00 € [> Details](#)
- Fernlichtassistent 160,00 € oder 1,46 € /M [> Details](#)
- BMW Gestiksteuerung 250,00 € oder 2,28 € /M [> Details](#)
- Active Protection 350,00 € oder 3,20 € /M [> Details](#)
- Parking Assistant 590,00 € oder 5,39 € /M [> Details](#)
- Driving Assistant 1.090,00 € oder 9,96 € /M [> Details](#)

Komfort/Nutzen



- Durchladesystem 0,00 € [> Details](#)
- Sport-Lederlenkrad 0,00 € [> Details](#)
- Fußmatten in Velours 0,00 € [> Details](#)
- Raucherpaket 50,00 € oder 0,46 € /M [> Details](#)
- Zusätzliche 12-V-Steckdosen 60,00 € oder 0,55 € /M [> Details](#)
- Ski- und Snowboardtasche 170,00 € oder 1,55 € /M [> Details](#)



- Parking Assistant Plus 1.100,00 € oder 10,05 € /M [> Details](#)
- BMW Head-Up Display 1.180,00 € oder 10,88 € /M [> Details](#)
- Aktive Geschwindigkeitsregelung mit... 1.200,00 € oder 10,97 € /M [> Details](#)
- BMW Night Vision mit Personenerkennung 2.000,00 € oder 18,28 € /M [> Details](#)
- Driving Assistant Plus 2.900,00 € oder 25,99 € /M [> Details](#)



- M Lederlenkrad 200,00 € oder 1,83 € /M [> Details](#)
- Garagentoröffner, integriert 260,00 € oder 2,38 € /M [> Details](#)
- Lordosenstütze für Fahrer und Beifahrer 270,00 € oder 2,47 € /M [> Details](#)
- BMW Display Key 290,00 € oder 2,65 € /M [> Details](#)
- Ambientes Licht 310,00 € oder 2,83 € /M [> Details](#)
- Ambient Air Paket 320,00 € oder 2,92 € /M [> Details](#)

[Quelle: BMW-Konfigurator, www.bmw.de]

INDIVIDUALISIERUNG IM AUTOMOBIL ... DURCH DIE AUSSTATTUNG

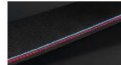







					
<input type="checkbox"/> Erweitertes Außenspiegelpaket 390,00 € oder 3,56 € /M	<input type="checkbox"/> BMW Individual Fond-leseleuchten 400,00 € oder 3,66 € /M	<input type="checkbox"/> Automatische Heckklappenbetätigung 560,00 € oder 5,12 € /M	<input type="checkbox"/> Soft-Close-Automatik für Türen 640,00 € oder 5,85 € /M	<input type="checkbox"/> Sitzheizung vorne und hinten 780,00 € oder 6,95 € /M	<input type="checkbox"/> Komfortzugang 890,00 € oder 8,13 € /M
> Details	> Details	> Details	> Details	> Details	> Details

			
<input type="checkbox"/> Massagefunktion vorn 1.100,00 € oder 10,05 € /M	<input type="checkbox"/> Anhängerkupplung mit schwenkbarem Kugelkopf 1.200,00 € oder 10,97 € /M	<input type="checkbox"/> Integral-Aktivlenkung 1.250,00 € oder 11,42 € /M	<input type="checkbox"/> Glasdach, elektrisch mit Schiebe- und... 1.250,00 € oder 11,42 € /M
> Details	> Details	> Details	> Details



Optik innen/außen

					
<input type="checkbox"/> Einstiegsleisten mit BMW Individual... 0,00 €	<input type="checkbox"/> Chrome Line Exterior 0,00 €	<input type="checkbox"/> Entfall Zusatz-Schriftzug außen 0,00 €	<input type="checkbox"/> M Aerodynamikpaket 0,00 €	<input type="checkbox"/> Modellschriftzug Entfall 0,00 €	<input type="checkbox"/> Galvanikapplikation für Bedienelemente 200,00 € oder 1,83 € /M

					
<input type="checkbox"/> M Sicherheitsgurte 300,00 € oder 2,74 € /M	<input type="checkbox"/> BMW Individual Dachhimmel anthrazit 380,00 € oder 3,47 € /M	<input type="checkbox"/> Sonnenschutzverglasung 450,00 € oder 4,11 € /M	<input type="checkbox"/> BMW Individual Lederlenkrad Feinnarbe 500,00 € oder 4,57 € /M	<input type="checkbox"/> BMW Individual Exterior Line Aluminium... 520,00 € oder 4,75 € /M	<input type="checkbox"/> BMW Individual Hochglanz Shadow Line 520,00 € oder 4,75 € /M
> Details	> Details	> Details	> Details	> Details	> Details

		
<input type="checkbox"/> Keramikapplikation für Bedienelemente 550,00 € oder 5,03 € /M	<input type="checkbox"/> Instrumententafel in Sensatec 750,00 € oder 6,85 € /M	<input type="checkbox"/> BMW Individual Instrumententafel... 1.260,00 € oder 11,42 € /M
> Details	> Details	> Details






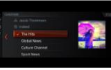
Getriebe



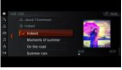



	
<input checked="" type="checkbox"/> Automatic Getriebe Steptronic 0,00 €	<input type="checkbox"/> Automatic Getriebe mit Schaltwippen 150,00 € oder 1,37 € /M


INDIVIDUALISIERUNG IM AUTOMOBIL ... DURCH DIE AUSSTATTUNG



Radio, Audio, Kommunikation, Info

 <input type="checkbox"/> WLAN Hotspot 0,00 €	 <input checked="" type="checkbox"/> CD-Laufwerk 0,00 €	 <input type="checkbox"/> Navigationssystem Professional 0,00 €	 <input checked="" type="checkbox"/> Navigationssystem Business 0,00 €	 <input type="checkbox"/> Apps 0,00 €	 <input type="checkbox"/> DAB-Tuner 390,00 € oder 3,56 € /M
> Details	> Details	> Details	> Details	> Details	> Details






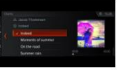
 <input type="checkbox"/> Multifunktionales Instrumentendisplay 390,00 € oder 4,48 € /M	 <input type="checkbox"/> HiFi- Lautsprecher system 490,00 € oder 4,48 € /M	 <input type="checkbox"/> Komforttelefonie mit erweiterter... 490,00 € oder 4,48 € /M	 <input type="checkbox"/> Telefonie mit Wireless Charging 590,00 € oder 5,38 € /M	 <input type="checkbox"/> Harman Kardon Surround Sound System 1.090,00 € oder 9,96 € /M	 <input type="checkbox"/> TV-Funktion 1.150,00 € oder 10,51 € /M
> Details	> Details	> Details	> Details	> Details	> Details



 <input type="checkbox"/> Fond-Entertainment Professional 2.300,00 € oder 21,02 € /M	 <input type="checkbox"/> Bowers & Wilkins Diamond Surround Sound... 4.850,00 € oder 42,50 € /M
---	---

Räder, Reifen

 <input type="checkbox"/> Bereifung mit Notauflegenschatten 0,00 €	 <input checked="" type="checkbox"/> Radschraubensicherung 0,00 €
> Details	> Details

Services&Apps

 <input checked="" type="checkbox"/> Intelligenter Notruf 0,00 €	 <input checked="" type="checkbox"/> Tele Services 0,00 €	 <input checked="" type="checkbox"/> ConnectedDrive Services 0,00 €	 <input checked="" type="checkbox"/> Remote Services 0,00 €	 <input type="checkbox"/> Real Time Traffic Information 150,00 € oder 1,46 € /M	 <input type="checkbox"/> Online Entertainment 230,00 € oder 2,01 € /M
> Details	> Details	> Details	> Details	> Details	> Details

 <input type="checkbox"/> Concierge Services 250,00 € oder 2,28 € /M	 <input type="checkbox"/> Apple CarPlay Vorbereitung 300,00 € oder 2,74 € /M
---	--

INDIVIDUALISIERUNG IM AUTOMOBIL ... DURCH DIE AUSSTATTUNG



Sicherheit



Reifendruckanzeige
0,00 €

> Details



Alarmanlage
0,00 €

> Details



Warndreieck und
Verbandkasten
0,00 €

> Details



LED-
Nebelscheinwerfer
0,00 €

> Details



Reifenpannsatz
80,00 € oder 0,46 €
/M

> Details



Notrad
300,00 € oder 2,74 €
/M

> Details



Scheinwerfer-
Waschanlage
320,00 € oder 2,92 €
/M

> Details



Adaptives
Kurvenlicht
500,00 € oder 4,57 €
/M

> Details



Adaptiver LED-
Scheinwerfer
1.480,00 € oder
13,82 € /M

> Details

Sportlichkeit



Serienfahrwerk
0,00 €



M Heckspoiler
210,00 € oder 1,92 €
/M



M Sportfahrwerk
420,00 € oder 3,84 €
/M



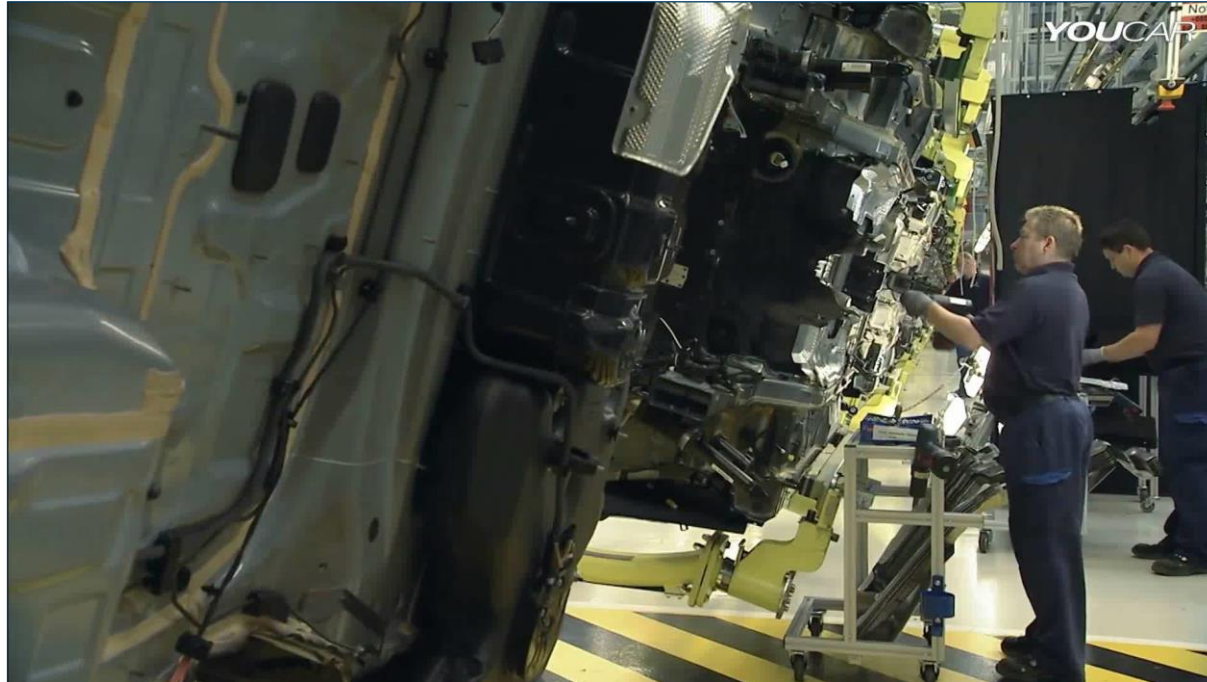
Adaptives Fahrwerk
1.190,00 € oder
10,88 € /M

INDIVIDUALISIERUNG IM AUTOMOBIL ... DURCH DIE MONTAGE



- Für die BMW 5er-Linie gibt es – neben den Motor- und Getriebevarianten - knapp 100 Ausstattungskomponenten
 - Davon werden über 80 Komponenten durch die Montage individuell verbaut
 - Innenausstattung
 - Design-Elemente / Exterieur
 - Umgebungserfassung (Kamera, ...)
 - Fahrwerk und Räder
 - ...
 - Nur knapp 20 Merkmale erfolgen durch Software-Konfiguration
 - Entertainment-System
 - Connected Services
 - Apps
 - ...

MONTAGE IM AUTOMOBILBEREICH ... HOHER ANTEIL MANUELLER TÄTIGKEITEN



... INNENRAUMMONTAGE MIT ROBOTERN



[Quelle: YouTube, „Future production assembly technology at Daimler/Mercedes with Human-Robot Cooperation (HRC)“]

... MOTORENBAU MIT ROBOTERN



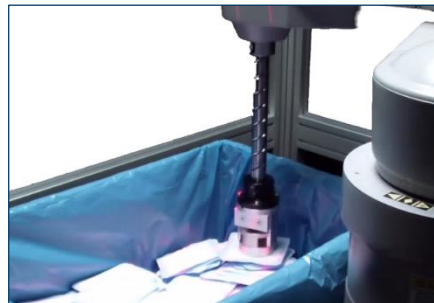
[Quelle: YouTube, „Future production assembly technology at Daimler/Mercedes with Human-Robot Cooperation (HRC)“]

BIN-PICKING

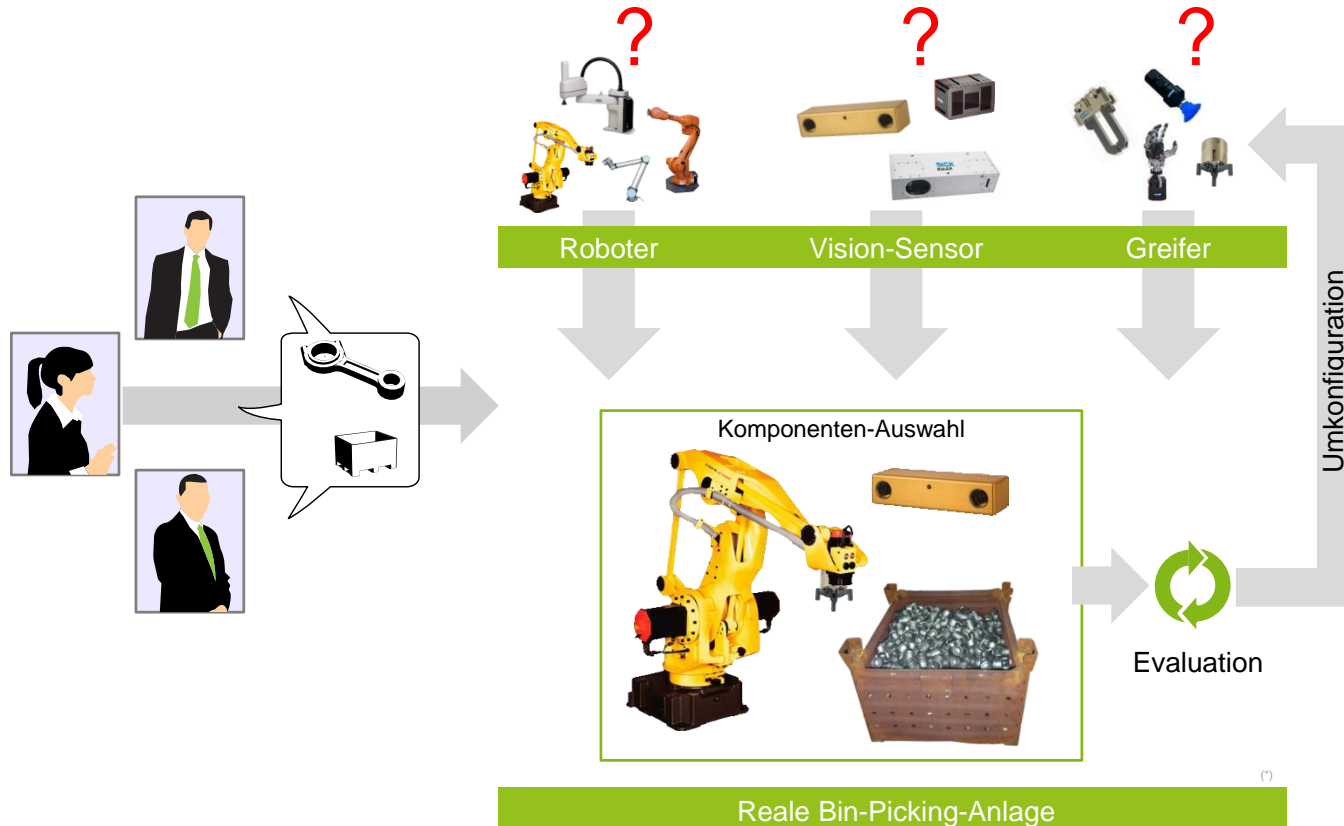
Der Griff in die Kiste als Zuführtechnik



- **Aufgabe: Entnahme von ungeordneten Teilen aus Kisten**
- **Beispiel-Anwendungen:**
 - Warenentnahme zur Kommissionierung in der Logistik
 - Lebensmittelindustrie
 - Handhabung medizinischer Utensilien
 - Metallverarbeitende Industrie
- **Ziel: Automatisierte, vollständige Leerung von Kisten**



HERAUSFORDERUNGEN BEI DER PROZESSUMSETZUNG



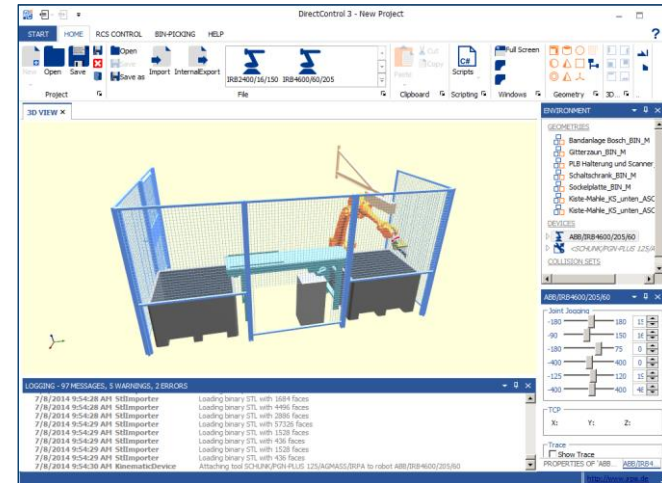
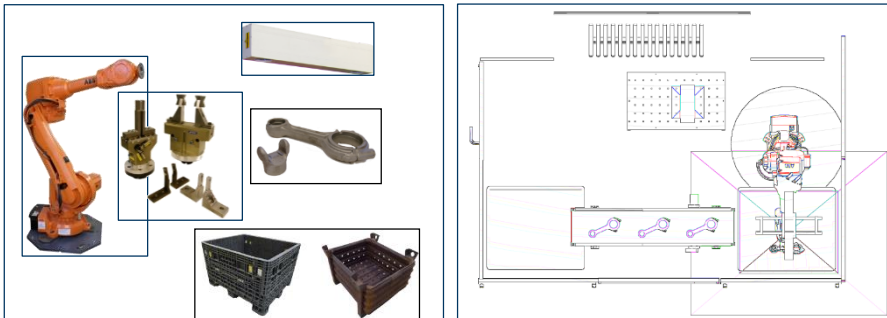
- Bin-Picking im Einsatz



BIN-PICKING – DER GRIFF IN DIE KISTE



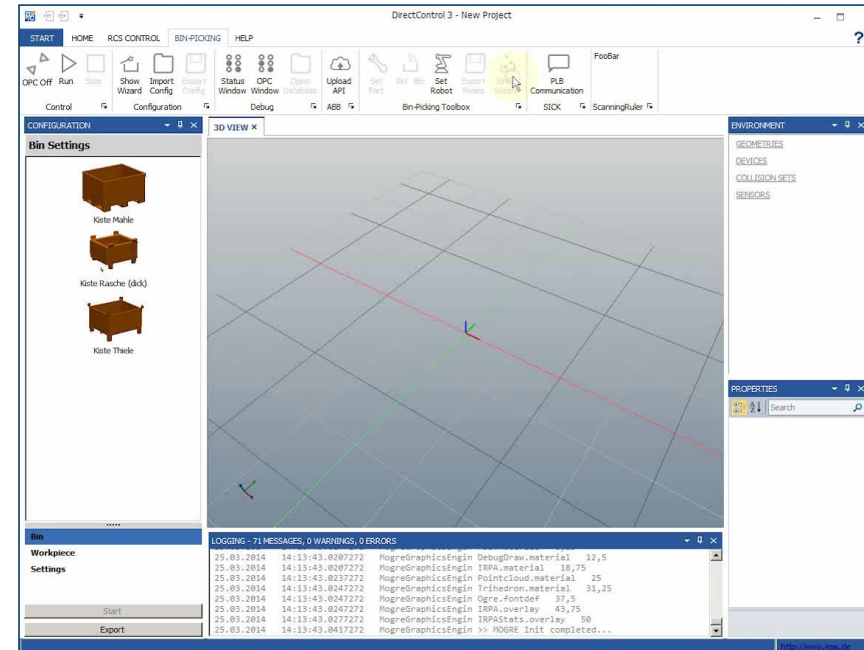
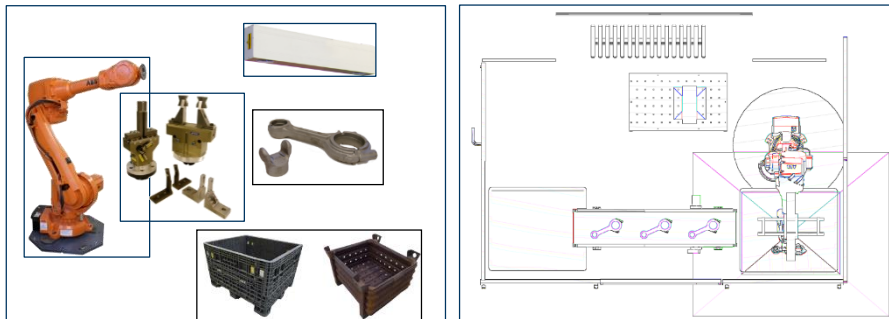
- **Einsatz von Digitalisierung und Simulation**
 - Layout-Planung & Kollisionsprüfung
 - Erreichbarkeitsprüfung
 - Greiferevaluation
- **Vollständiges 3D-Modell der Zelle mit Werkstücken und Umgebung**
- **Virtueller Griff in die Kiste**



BIN-PICKING – DER GRIFF IN DIE KISTE



- Einsatz von Digitalisierung und Simulation
 - Layout-Planung & Kollisionsprüfung
 - Erreichbarkeitsprüfung
 - Greiferevaluation
- Vollständiges 3D-Modell der Zelle mit Werkstücken und Umgebung
- Virtueller Griff in die Kiste



HEBEHILFEN IM AUTOMOBILBEREICH

Mensch-Roboter Kollaboration:
Roboter als flexible Hebehilfen



[Bildquelle: BMW]

- ... hochgradig typspezialisierte Konstruktionen



[Quellen: YouTube, (1) Mercedes-Benz S-Klasse, (2) BMW 3er Serie, (3) BMW i3, (4) BMW i3, (5) BMW i3, (6) Porsche 911 Carrera, (7) Mercedes-Benz C-Klasse, (8) BMW i3]

SCHWEIßTECHNISCHE FERTIGUNG IN DER INDUSTRIELLEN PRODUKTION

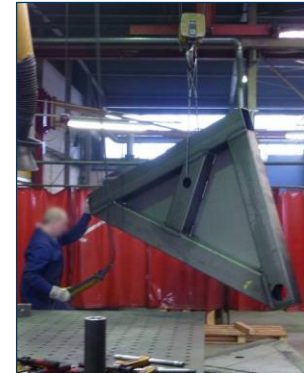


■ Auswirkungen

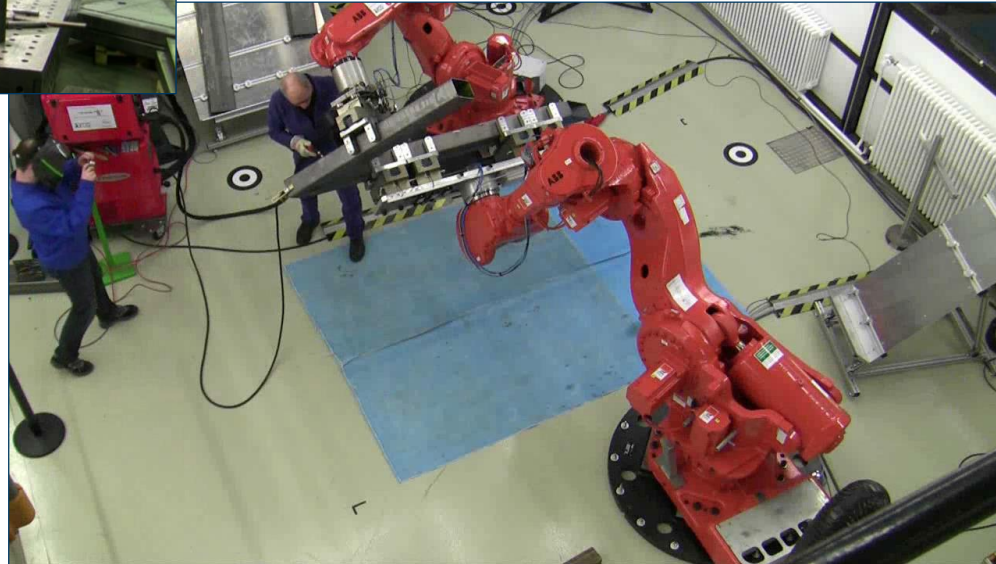
- Arbeitsintensive und körperlich belastende Tätigkeiten
- Hoher Anteil an Nebentätigkeiten
- Bauteilgeometrie bestimmt die Schweißposition
- Schweißen in Zwangslagen führt zu Belastungen und beeinflusst die Schweißqualität

■ Schweißen von Rohr- und Rahmenkonstruktionen

- Kundenspezifische Anlagen, Einzelanfertigungen
- Hohe Anforderungen an die Schweißnahtqualität
- Unergonomische Körperhaltungen der Mitarbeiter
- Hohe Bauteilgewichte



ROBOTERGESTÜTZTES ASSISTENZSYSTEM



[Quelle: IPS / Prof. Dr.-Ing. Kuhlenkötter]

PROZESSABLAUF MIT ERGONOMIESIMULATION



Software interface for ergonomic simulation (Femtec robotic V8.5.1.7.2) showing a 3D model of a worker and robotic arms in a factory setting. The interface includes a menu bar, toolbars, and a main simulation area.

OWAS - Ergonomieanalyse

Maßnahmenklassen für Arbeitshaltungskombinationen
 Die Körperhaltung ist normal. Maßnahmen zur Arbeitsgestaltung sind nicht notwendig! 99

Die Körperhaltung ist belastend. Maßnahmen, die zu einer besseren Arbeitshaltung führen, sind in der nächsten Zeit vorzunehmen! 1

Die Körperhaltung ist deutlich belastend. Maßnahmen, die zu einer besseren Arbeitshaltung führen, müssen so schnell wie möglich vorgenommen werden! 1

Die Körperhaltung ist deutlich schwer belastend. Maßnahmen, die zu einer besseren Arbeitshaltung führen, müssen unverzüglich getroffen werden! 2

Rücken	Arme	Beine	Last
Gerade: 0%	Beide unterhalb der Schulter: 0%	Stehen, Beine gerade: 0%	Unter 10 kg: 0%
Gebeugt: 0%	Ein Arm oberhalb der Schulter: 0%	Stehen auf einem Bein: 0%	Über 10 kg bis unter 20 kg: 0%
Verdreht: 0%	Beide Arme oberhalb der Schulter: 0%	Stehen, Beine gebeugt: 0%	Über 20 kg: 0%
Gebeugt und Verdreht: 0%		Stehen auf einem Bein, Bein gebeugt: 0%	
		Knie: 0%	
		Gehent: 0%	

120 Aktueller Haltungscode: 1 (R) 1 (A) 2 (B) 1 (L) - Aktuelle Haltungs-kate-
 140 Aktueller Haltungscode: 1 (R) 1 (A) 2 (B) 1 (L) - Aktuelle Haltungs-kate-
 160 Aktueller Haltungscode: 1 (R) 1 (A) 2 (B) 1 (L) - Aktuelle Haltungs-kate-
 180 Aktueller Haltungscode: 1 (R) 1 (A) 2 (B) 1 (L) - Aktuelle Haltungs-kate-

09:43:59 Aktueller Haltungscode: 1 (R) 1 (A) 2 (B) 1 (L) - Aktuelle Haltungs-kategorie: 1 - Verteilung: Grün 99 %, Gelb 1 %, Orange 1 %, Rot 2 %
 Aktueller Haltungscode: 1 (R) 1 (A) 2 (B) 1 (L) - Aktuelle Haltungs-kategorie: 1 - Verteilung: Grün 99 %, Gelb 1 %, Orange 1 %, Rot 2 %

[Quelle: IPS / Prof. Dr.-Ing. Kuhlentkötter]

SIMULATION UND PLANUNG IN DER MENSCH-ROBOTER-KOLLABORATION



Aktueller Stand der Technik:
Manuelle Klemmenleistenmontage



Software zur MTM- und Ergonomiebewertung
(bspw. ema – Editor menschlicher Arbeit)



Aber: keine integrierte MRK-Planung (Roboterbahnen, Sicherheit, Ausstattung, ...) enthalten

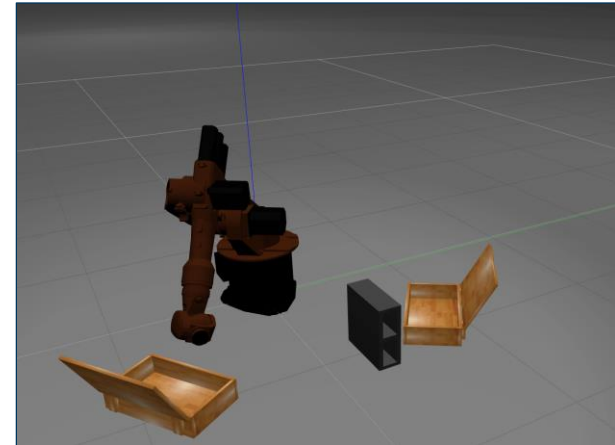
SIMULATION UND PLANUNG IN DER MENSCH-ROBOTER-KOLLABORATION



Aktuelle Entwicklungen:
Vollautomatisierte Ausführung von
Einzelschritten



Algorithmen zur kollisionsfreien
Bahnplanung mit dynamischen
Hindernissen (bspw. ROS)

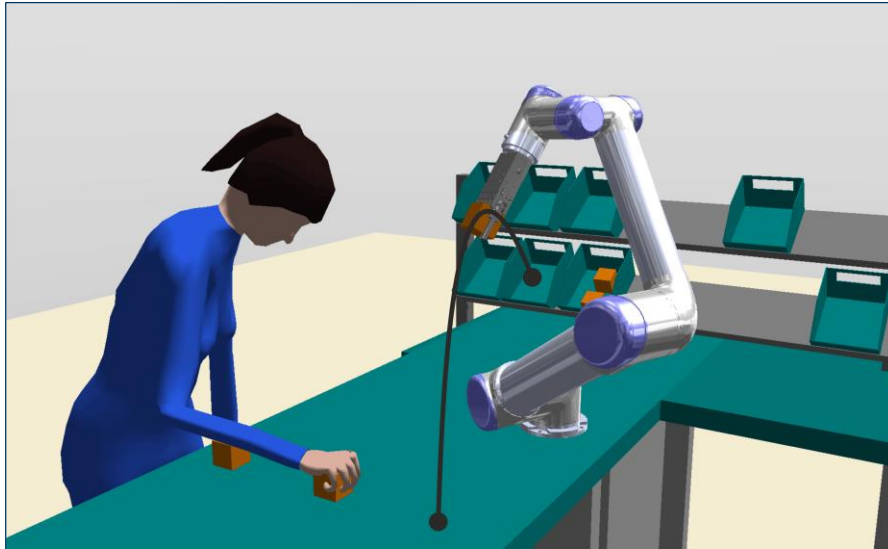


Aber: keine integrierte **MRK**-Planung (Ergonomie, Manuelle Verrichtungsbausteine, ...) enthalten

SIMULATION UND PLANUNG IN DER MENSCH-ROBOTER-KOLLABORATION



Nächste Schritte: Integration ema und ROS – eines der Ziele von KoMPI



INDIVIDUALISIERUNG IM AUTOMOBILBEREICH

... in Zukunft



[Bildquelle: <http://www.trucktrend.com/>]

INDIVIDUALISIERUNG IM AUTOMOBILBEREICH



- ... in der Zukunft: individuelle Karosserieteile

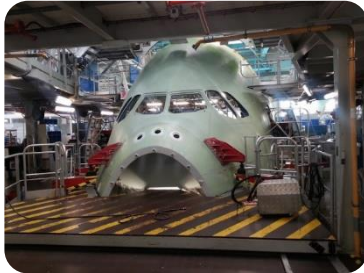


[Bildquellen: larte-design.eu, tuningblog.eu,
<http://md-exclusive-cardesign.com>]

EINSATZ DER INKREMENTELLEN BLECHUMFORMUNG



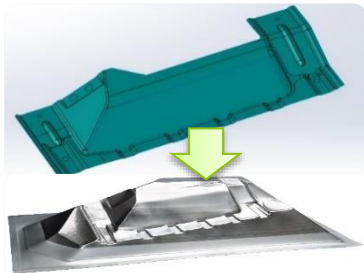
Kleinserienfertigung



Reengineering



Prototyping



Implantate

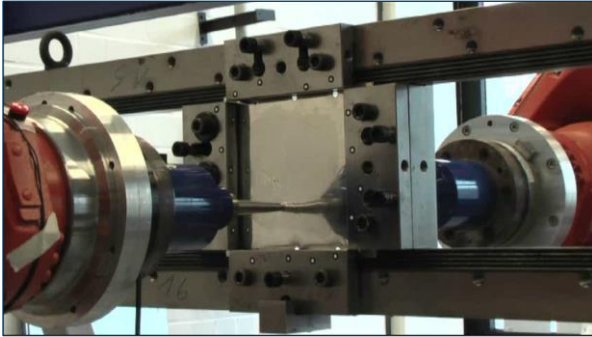


[Quellen:
Tristan932, <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>;
Stefan Krause, <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>]

ROBOFORMING - WORKFLOW



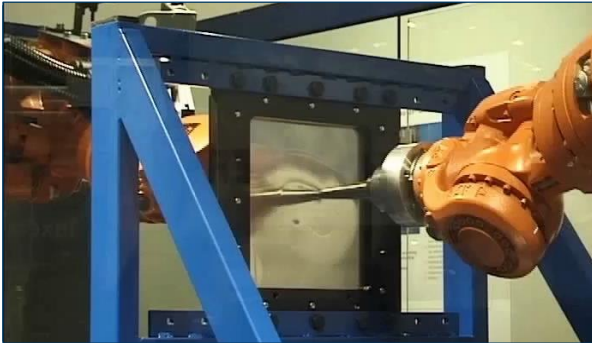
ROBOFORMING - REALISIERUNGEN



2 KUKA KR 360



ABB IRB 4400 und IRB 6620



2 KUKA KR 16



2 KUKA KR 600

- Die Robotik hat eine Zukunft in der Automobilindustrie.
- Die wesentlichen Änderungen passieren nicht in der klassischen Robotik, sondern in der Roboterperipherie und den Prozessen.
- Hier ist insbesondere die Kombination bekannter Technologien (BinPicking, ForceControl etc.) und neuer Technologien zu deutlich niedrigeren Kosten erforderlich.
- Die MRK ändert Anforderungen an die Industrierobotik, Safety und sichere Sensorik treten mehr und mehr in den Vordergrund.
- Es werden neue Planungswerkzeuge für die Inbetriebnahme, die Mensch-Roboter-Kollaboration und die Sicherheitstechnik benötigt.

KONTAKT

Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Produktionssysteme (LPS)
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter
Universitätsstr. 150
44801 Bochum

Telefon: +49 234 32 - 26310
Telefax: +49 234 32 - 14157
E-Mail: Kuhlenkoetter@lps.ruhr-uni-bochum.de

