

Die Robotik von morgen in der digitalen, vernetzten Welt

Alin Albu-Schäffer

DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Robotik-und Mechatronik Zentrum (RMC)

München, 12.11.2014

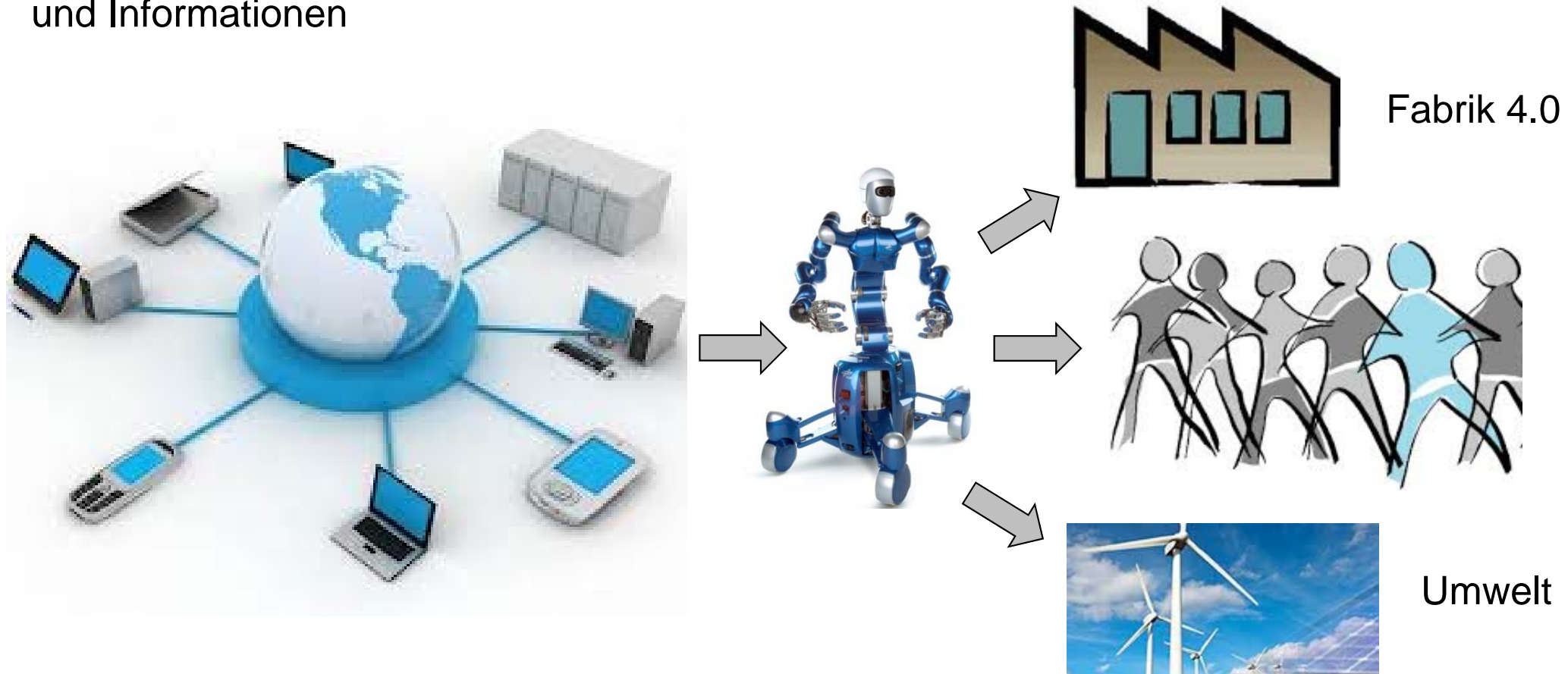


Wissen für Morgen



Roboter – „Boten“ aus der digitalen Welt

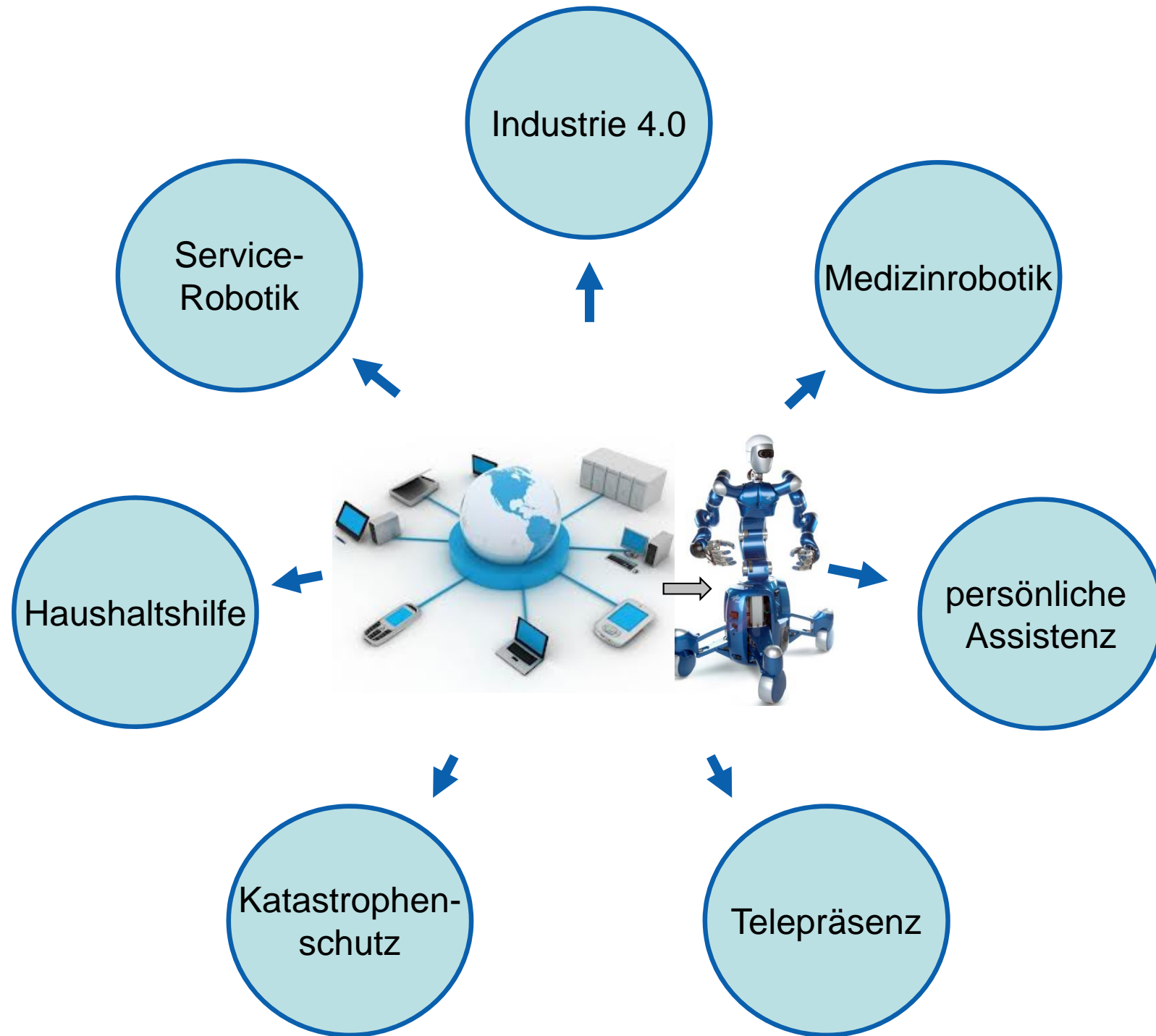
Die digitale, voll vernetzte Welt sichert zunächst die Allgegenwärtigkeit von Daten und Informationen



Roboter könne eine Schlüsselrolle spiele, als universell wirkende Agenten aus der digitalen in die physikalische Welt



Applikationen der vernetzten Robotik



Feinfühligkeit Leichtbauroborik

Grundlegende Forschungsarbeit des DLR

Forschungsprojekt
„Justin“

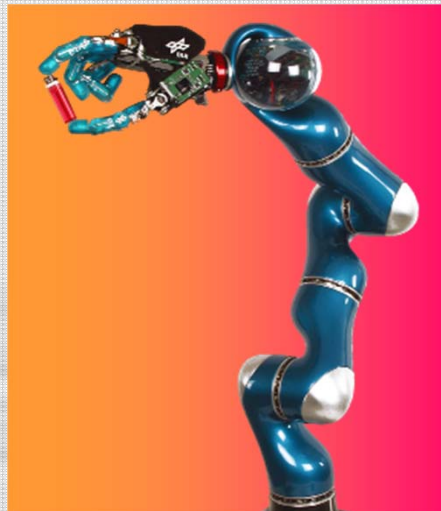
Drei Generationen von Leichtbaurobotern



1995



1999



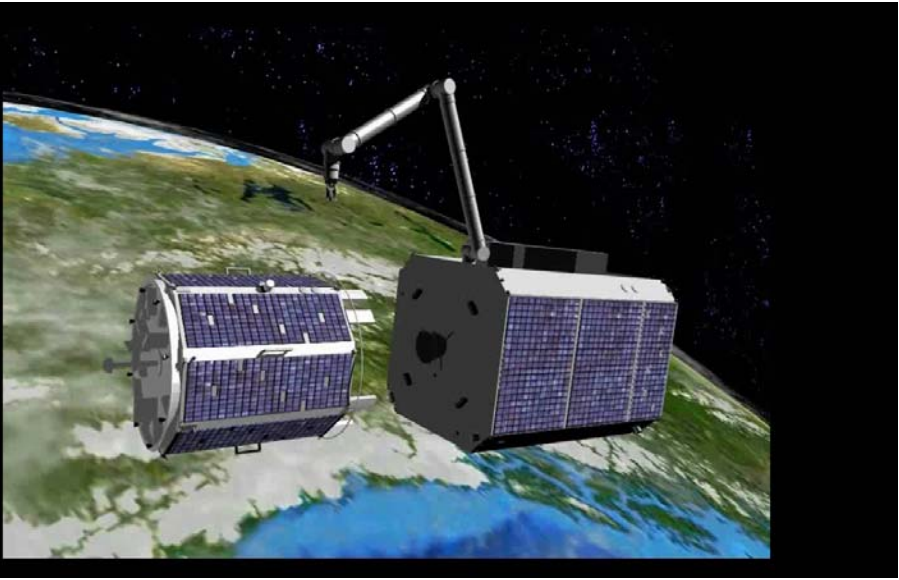
2003



Grundlagen-Forschung



Raumfahrt-Robotik als Technologientreiber



Soft Robotics

Paradigmenwechsel in der Robotik:
von groß, starr, absolut genau
zu Leichtbau, nachgiebig, feinfühlig

Dafür haben wir den Begriff **“Soft Robotics”**
Geprägt

EURON Tech-Transfer Award 2011



programmierbare Steifigkeit und Dämpfung



Schwerkraftkompensation

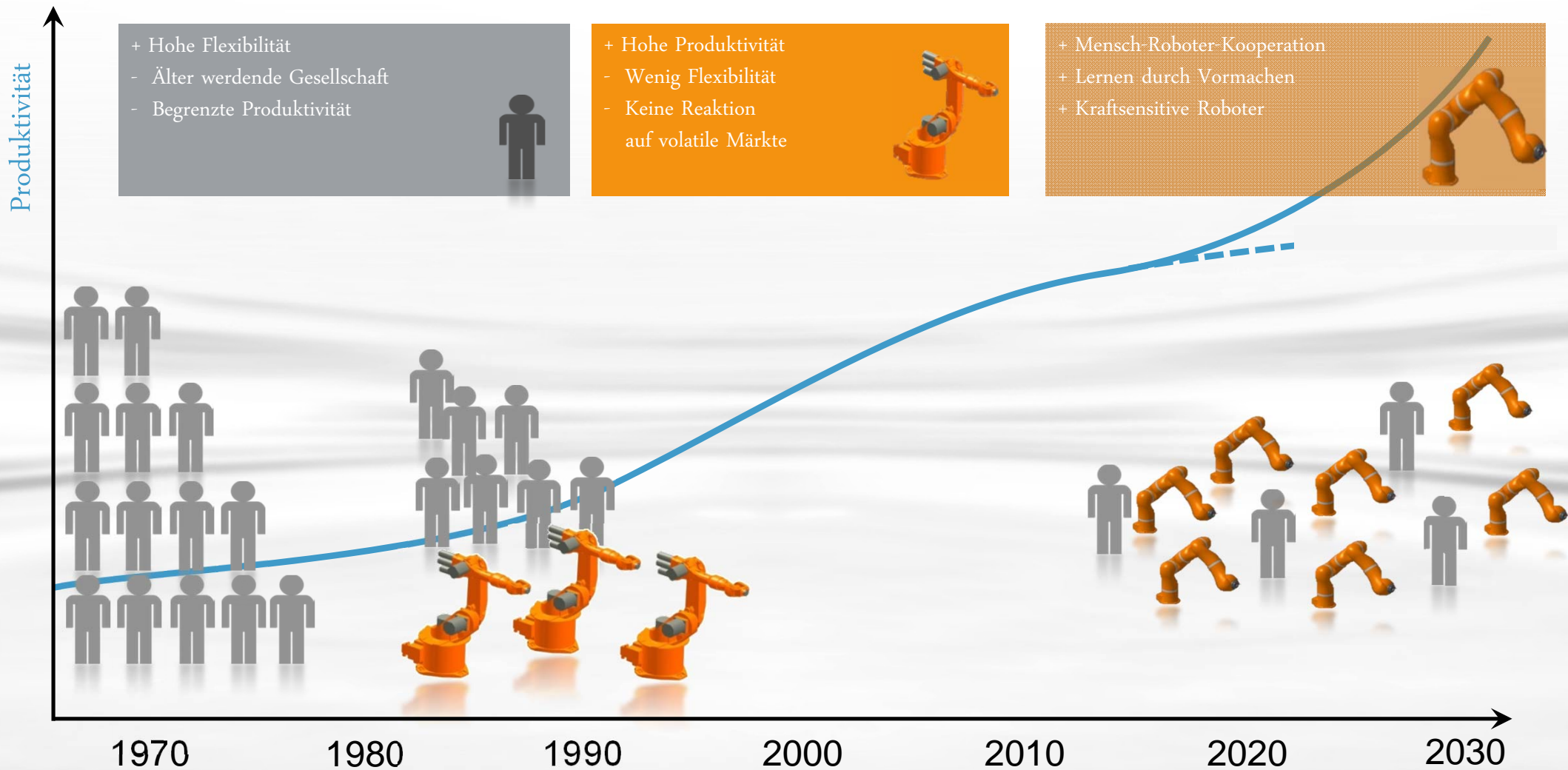


sichere Roboter

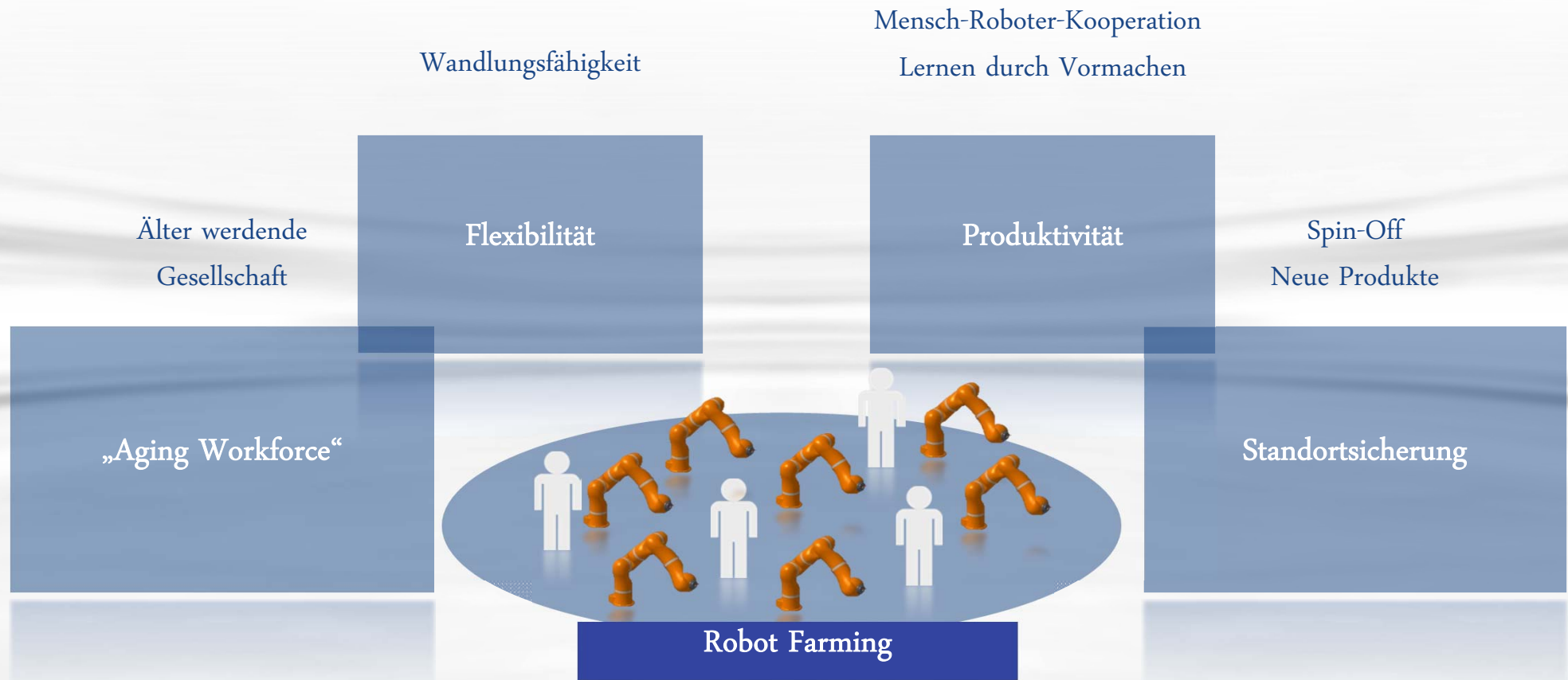


Evolution der Automobil-Produktion: Quo vadis?

Von der Handarbeit zur Mensch-Roboter-Kooperation



Die vier Herausforderungen für die Produktion 2020 erfordern ein zukunftsweisendes Konzept



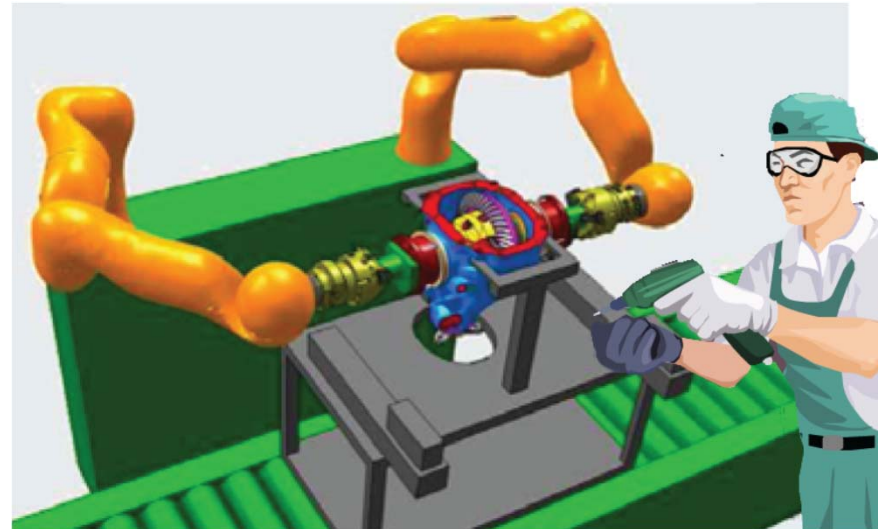
Kooperation und Technologietransfer seit 2006

Es wurden zahlreiche Hightech-Arbeitsplätze durch die Technologie und über Spin-off Firmengründungen geschaffen



Fabrikautomation der Zukunft – Fabrik 4.0 und Robotik

Produktionsassistent



[KIVA Systems]

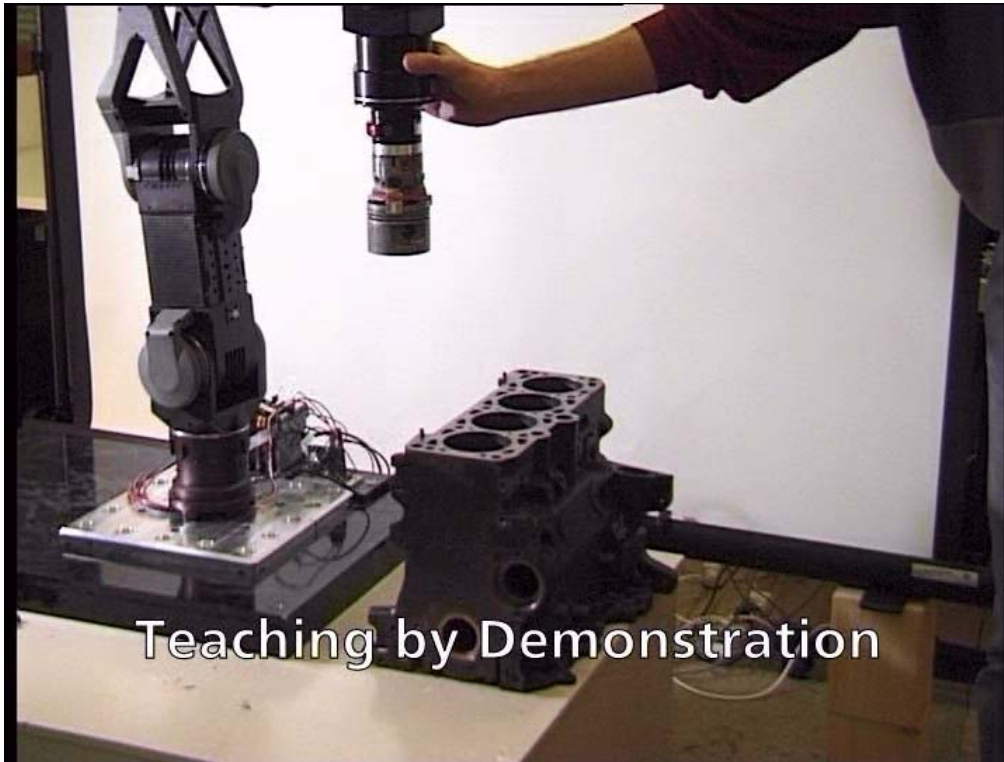


Skalierbares Produktionskonzept
Menschen und Roboter interagieren direkt
Mobile Manipulation – keine Förderbänder – volle Flexibilität



Produktionsassistent

(2000)



Forschung

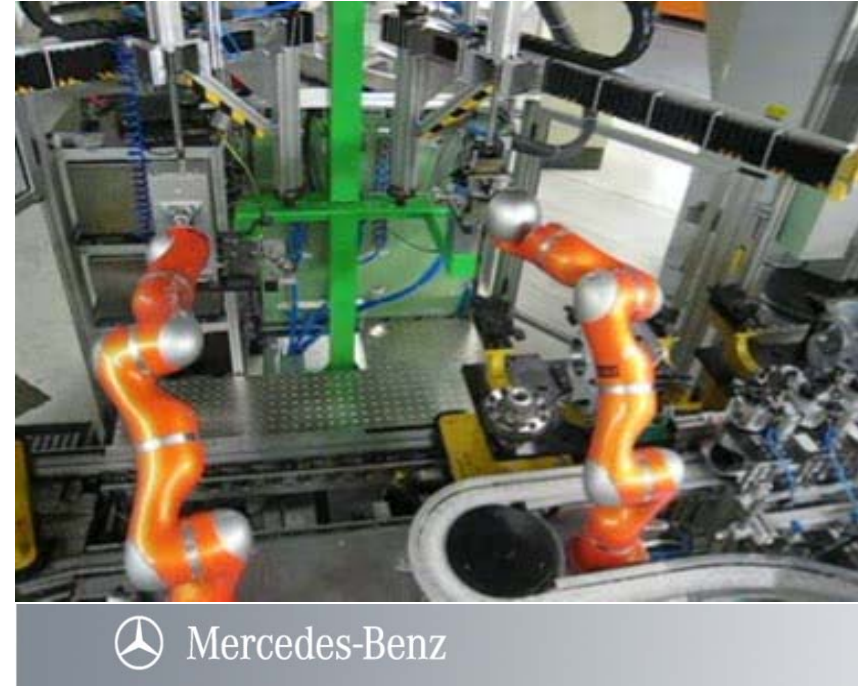
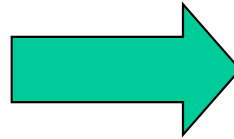
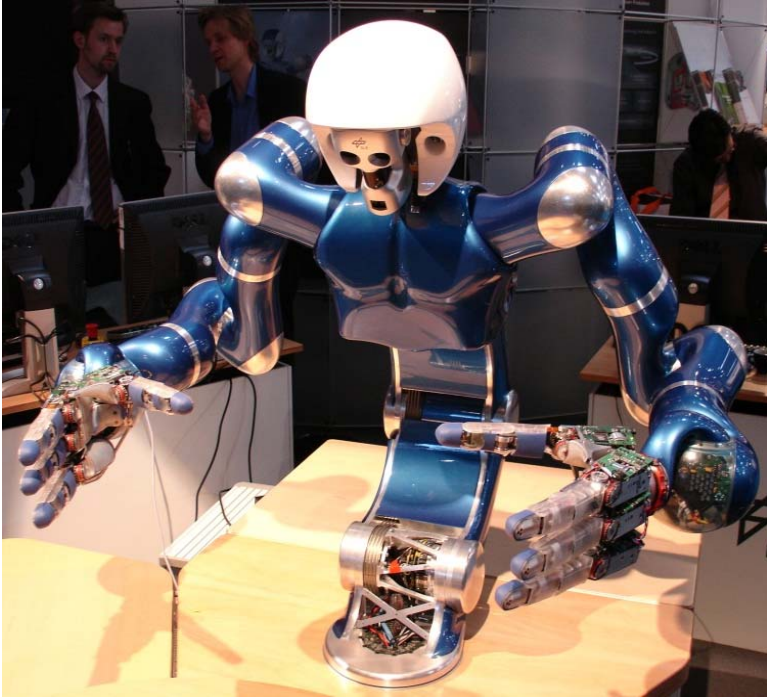
(2007)



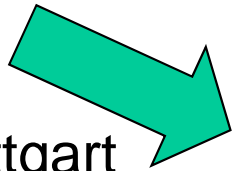
Produkt nach Technologietransfer



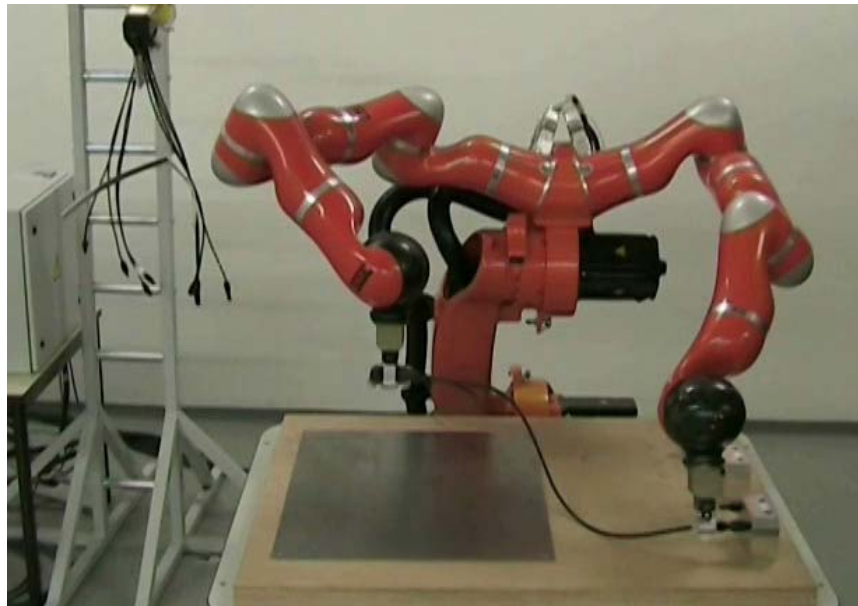
Technology Transfer zu KUKA und Daimler



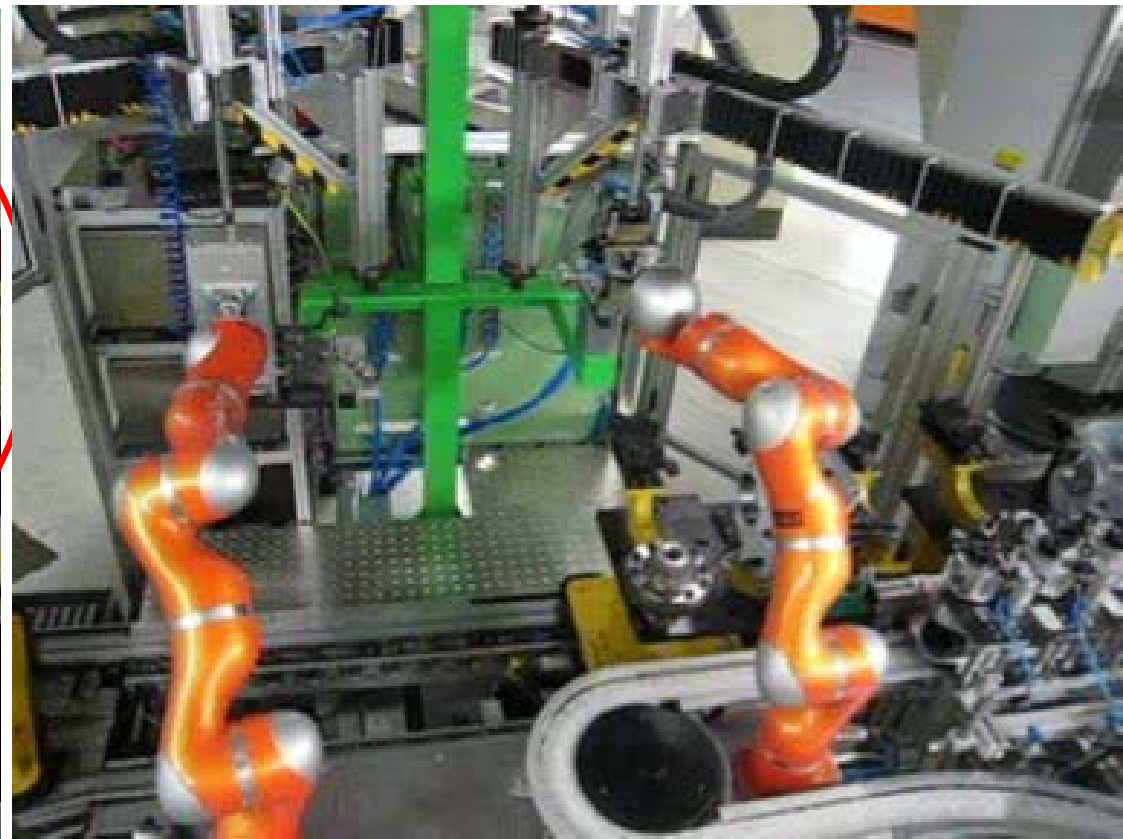
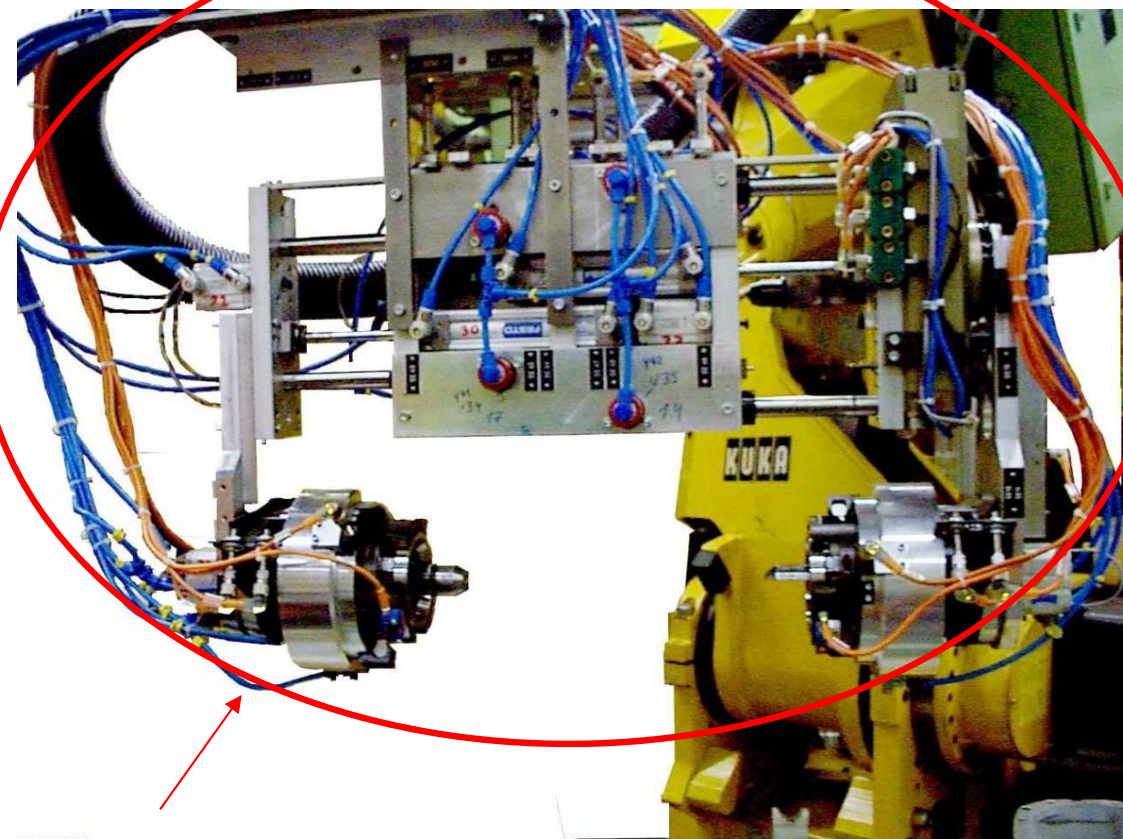
Mehr als 500.000 Automatik-
getriebe wurden bereits in Stuttgart
aufgebaut



Strategische Partnerschaft KUKA-
Daimler-DLR bezüglich Mensch-
Roboter-Interaktion in der
Automobilfertigung



Getriebemontage bei Daimler



Frühere Lösungen mit Spezialgreifer

- Produktion 2009 gestartet – erste 24/7 Applikation mit dem LBR
- Produktion ohne Schutzzäune, Menschen können direkt mit dem Roboter interagieren



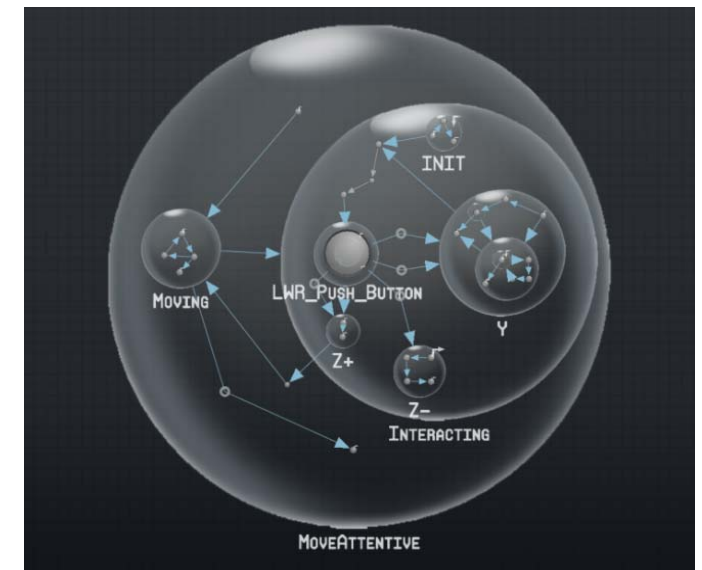
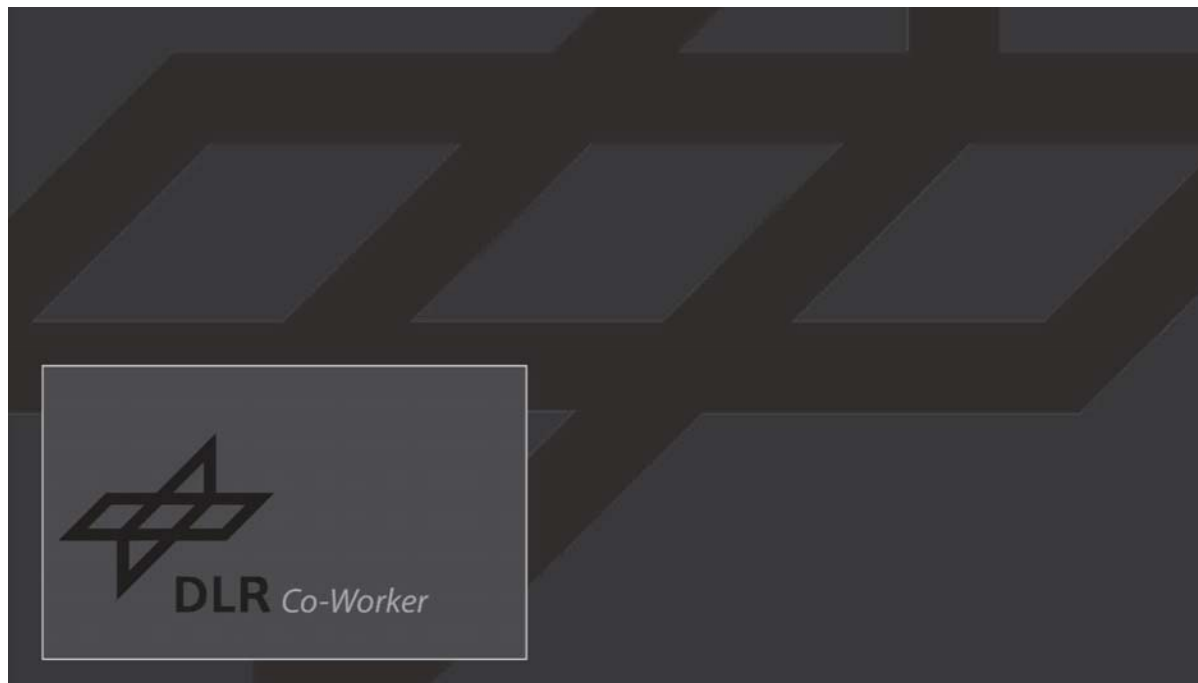
Intuitive, Hands-on Roboterprogrammierung

Integration der “Soft Robotics” features in einer konsistenten, einheitlichen Bedienerschnittstelle

Wie lässt sich das iPhone-Konzept auf Roboter übertragen?



Wie macht man die Vielzahl der Betriebsmodi intuitiv bedienbar für die Nutzer?



X-Box – KINECT zur Detektion und Interaktion mit dem Menschen



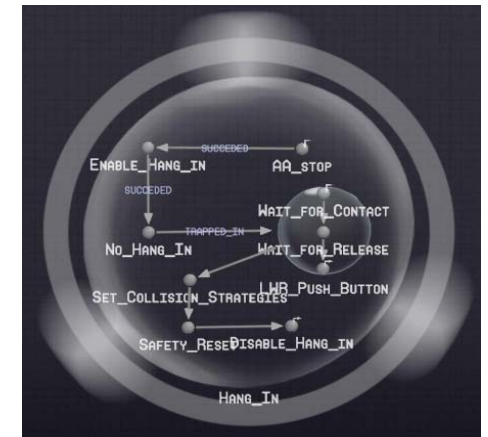
Beasty – interaktive Roboterprogrammierung



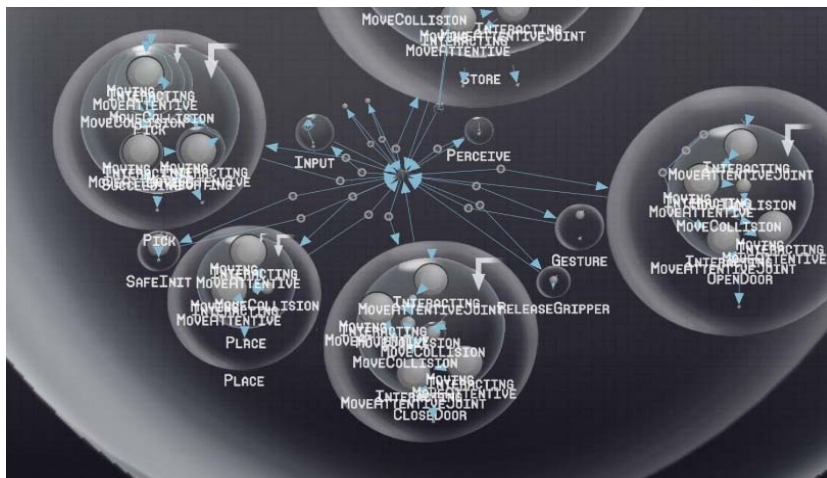
Programmierung



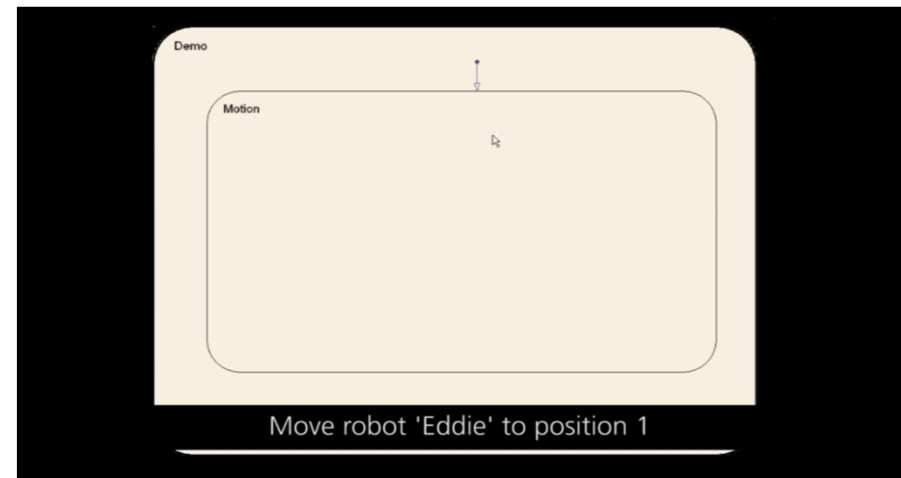
Interaktion



Fähigkeits-Library



Autonome Planung



Dynamische Programmierung



Assistenzrobotik

Sicherer, geschickter und intuitiv programmierbarer Roboterassistent



Entwicklung neuer anthropomorpher Systeme

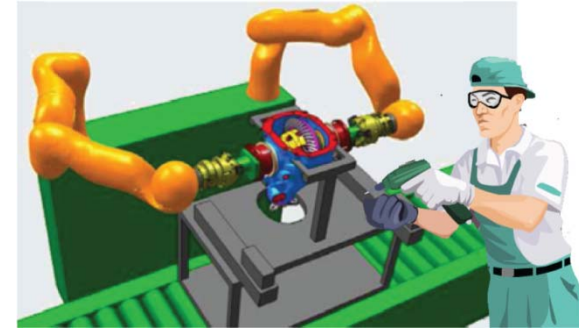
Nachgiebige, sichere Mensch-Roboterinteraktion



Echtzeit-Perzeption, Planung und KI



Produktionsassistent



persönlicher Assistent

iRobot

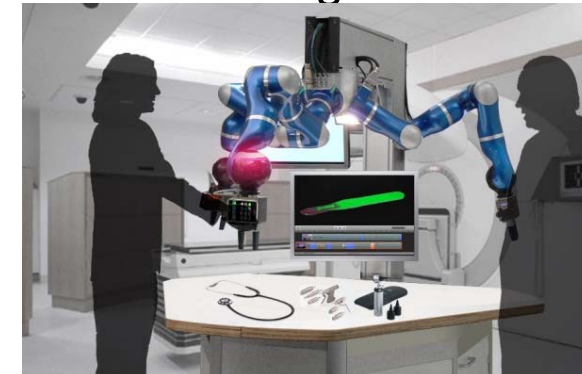


Dienstleistungsassistent



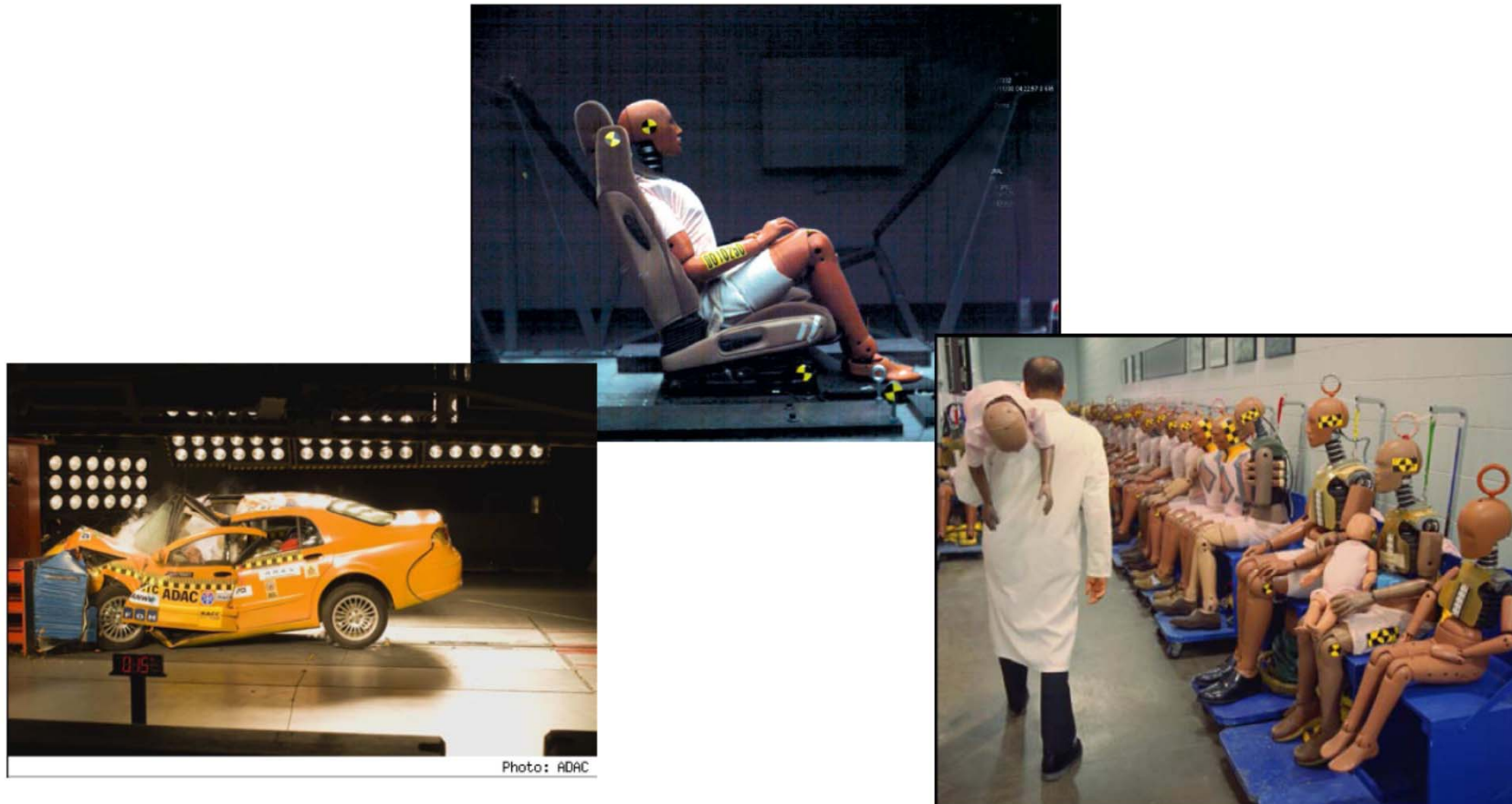
Intuitive, einfache Programmierung für „Laien“

Interaktion basierend auf Kraft- und Bildinformation



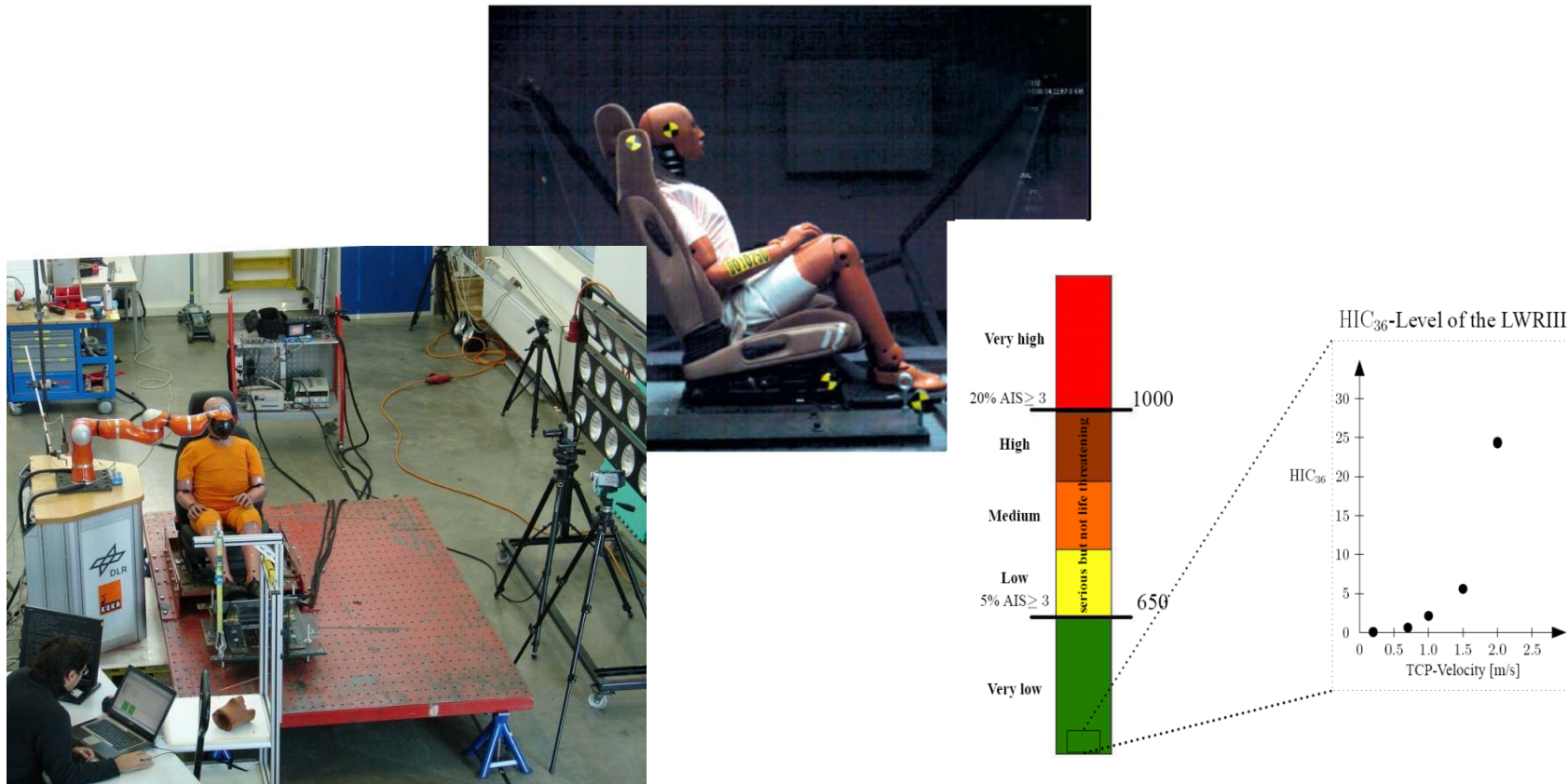
Wie kann man Sicherheit gewährleisten, ohne die Performance massiv einzuschränken?

ISO – Standardisierung in der Robotersicherheit



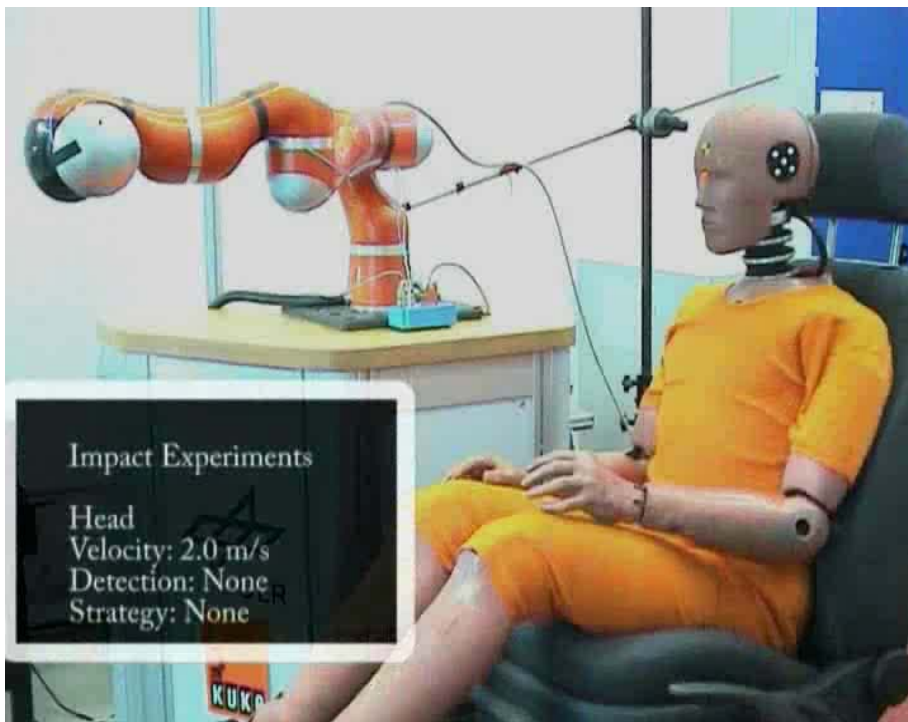
Wie kann man Sicherheit gewährleisten, ohne die Performanz massiv einzuschränken?

ISO – Standardisierung in der Robotersicherheit



Erste standardisierte Crash-Tests in der Robotik





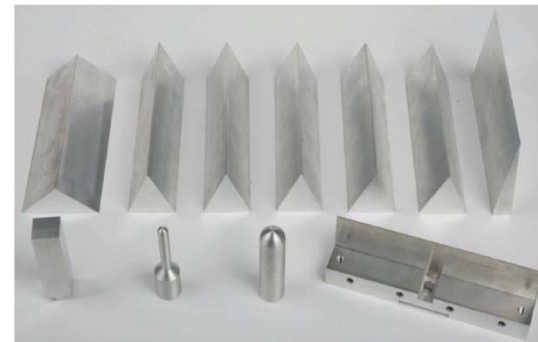
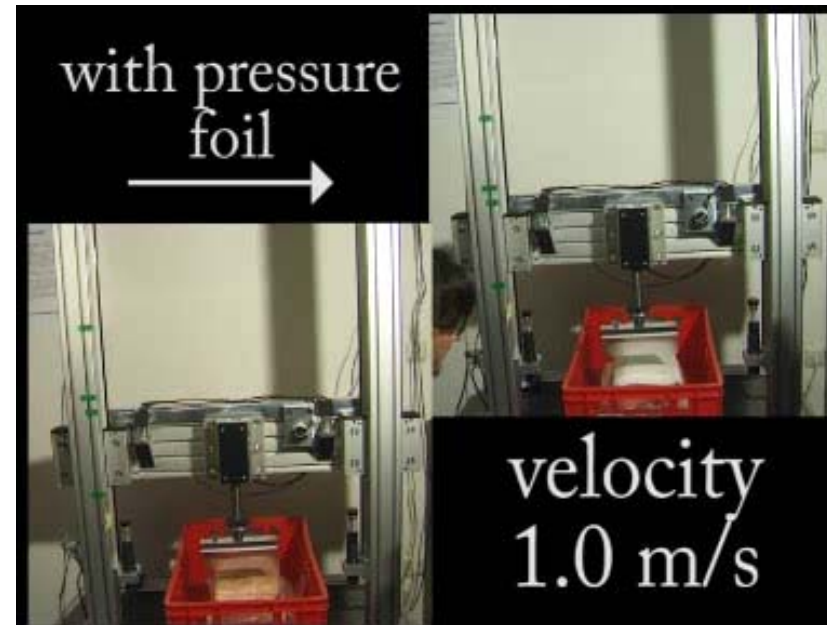
Das “Verletzungshandbuch in der Robotik”

Gegeben

- Werkzeuggeometrie
- Robotergewicht
- betroffener Körperteil

- Welche Verletzung finden bei welcher Geschwindigkeit statt?
- Wie schnell darf der Roboter noch fahren um noch sicher für den Menschen zu sein?

⇒ Sicherheitszertifizierung kommerzieller Roboter

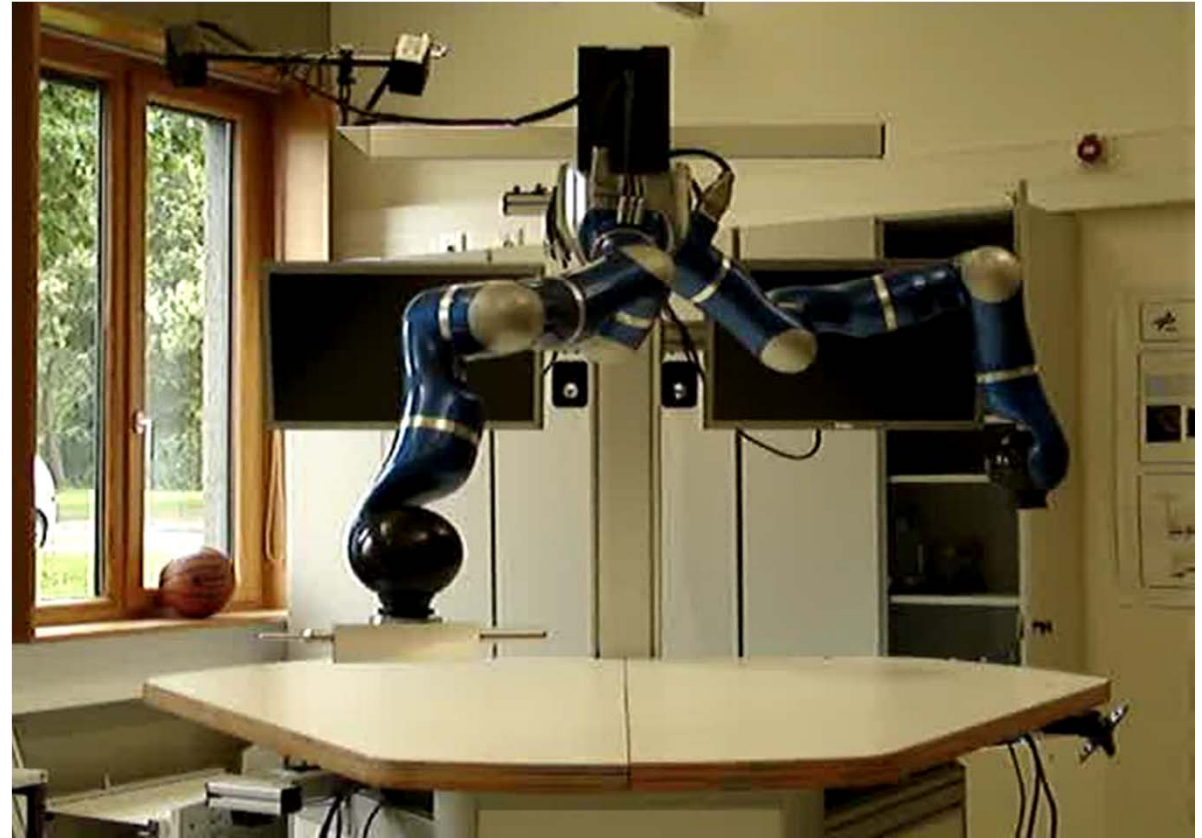


Safe Motion Unit - Software

In der digitalen Fabrik sind alle relevanten Daten online verfügbar:

- CAD Werkstücke
- Roboterdaten
- Arbeitsplatzdaten
- Biomechanische Datenbank

Roboter fährt immer mit der sicheren Geschwindigkeit

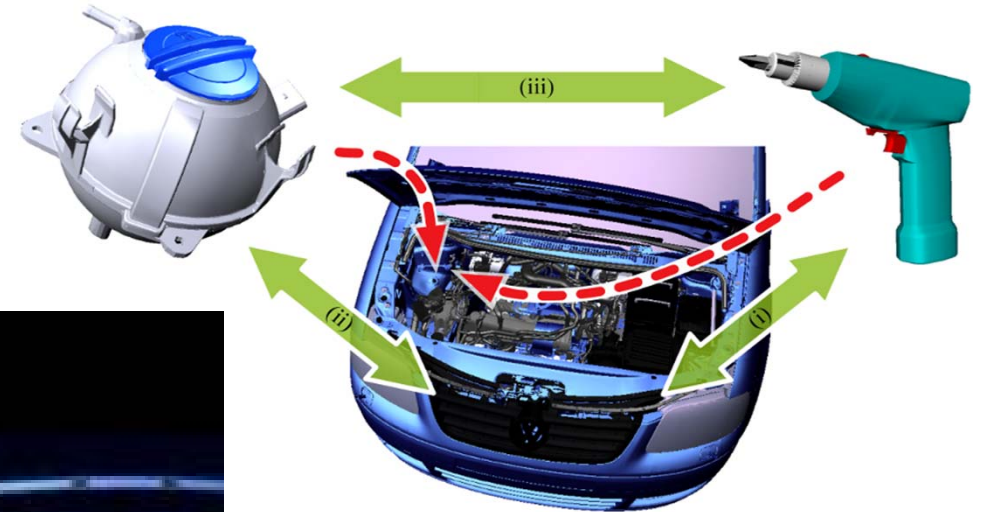


DLR-Ausgründung – **Kastanienbaum GmbH** – vertreten mit einem Stand in der Ausstellung



Applikationen

Virtuelle Montageüberprüfung



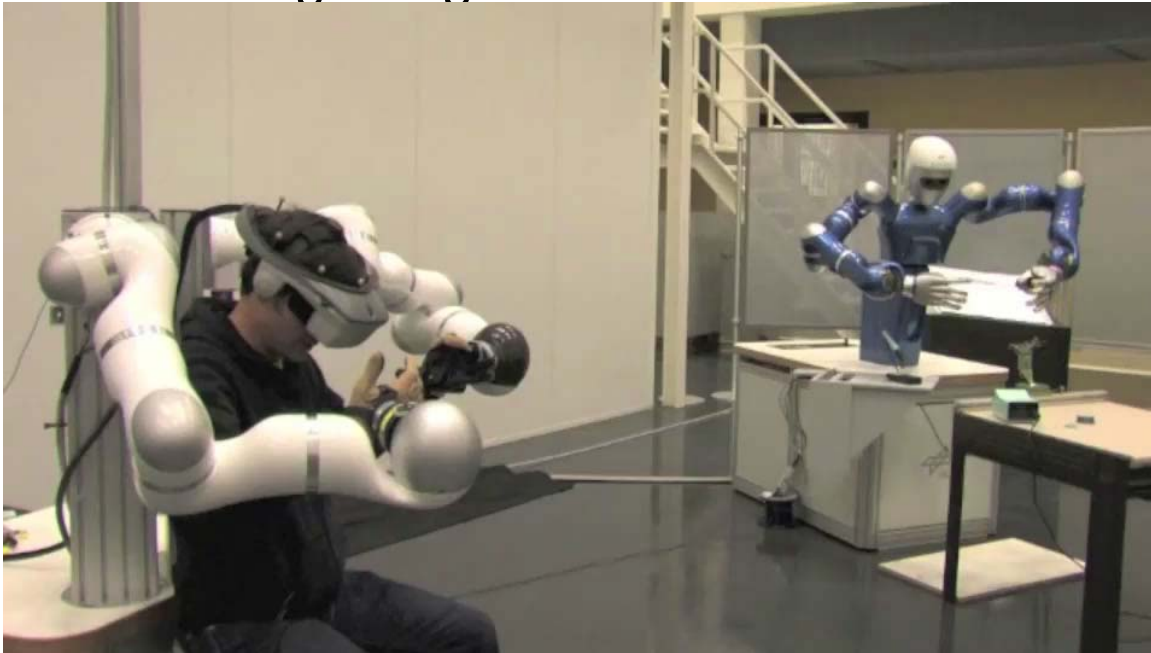
2 Leichtbauroboter
als kraftreflektierende
Eingabegeräte



Applicationen

Telemanipulation mit Kraftrückgabe

- Fernsteuerung über Internet weltweit möglich, falls schnelle Internetverbindungen vorhanden
- Effektives Arbeiten möglich, für Zeitverzögerungen bis 0.8s

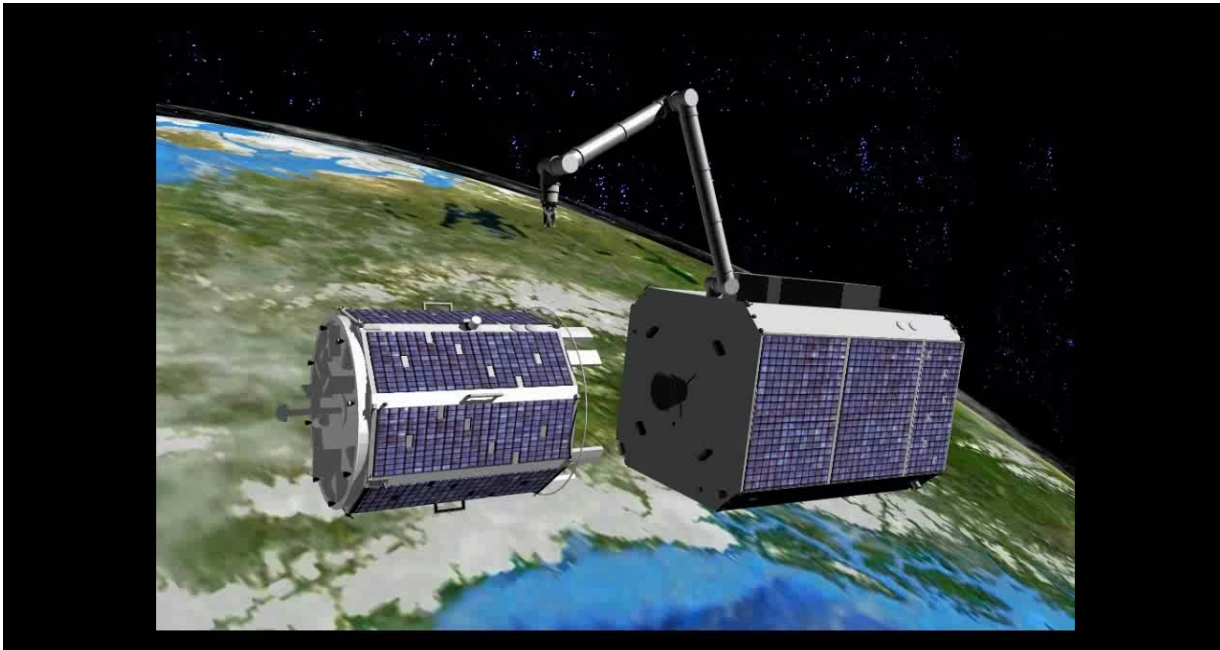
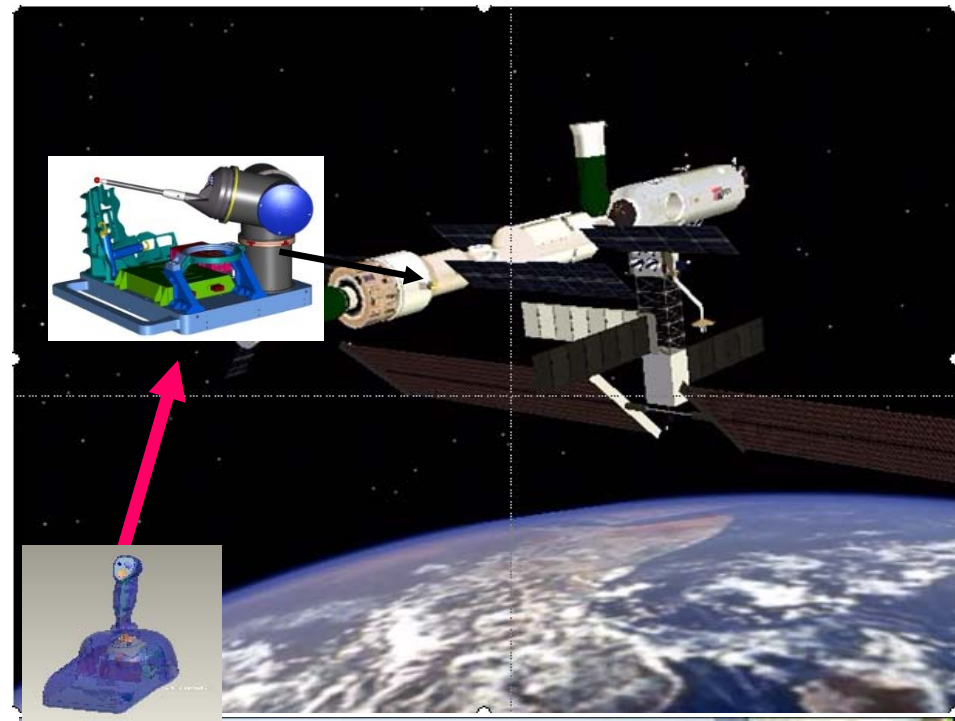


Applikation der Technologie im Weltraum

ROKVISS auf der Raumstation 2004 - 2011

Fernsteuerung von Roboter von der Erde aus in jedem Orbit

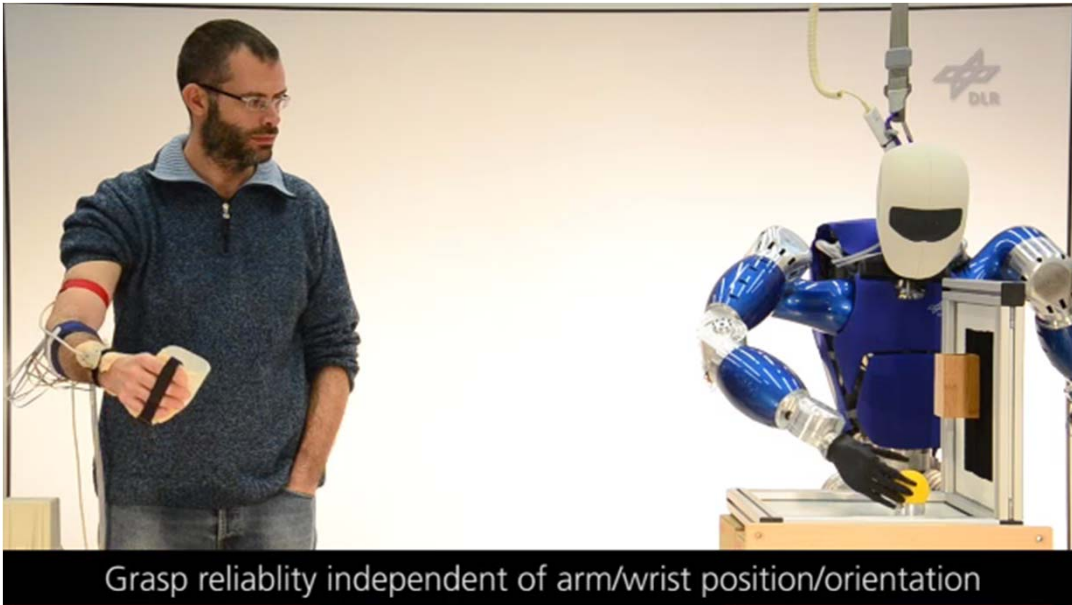
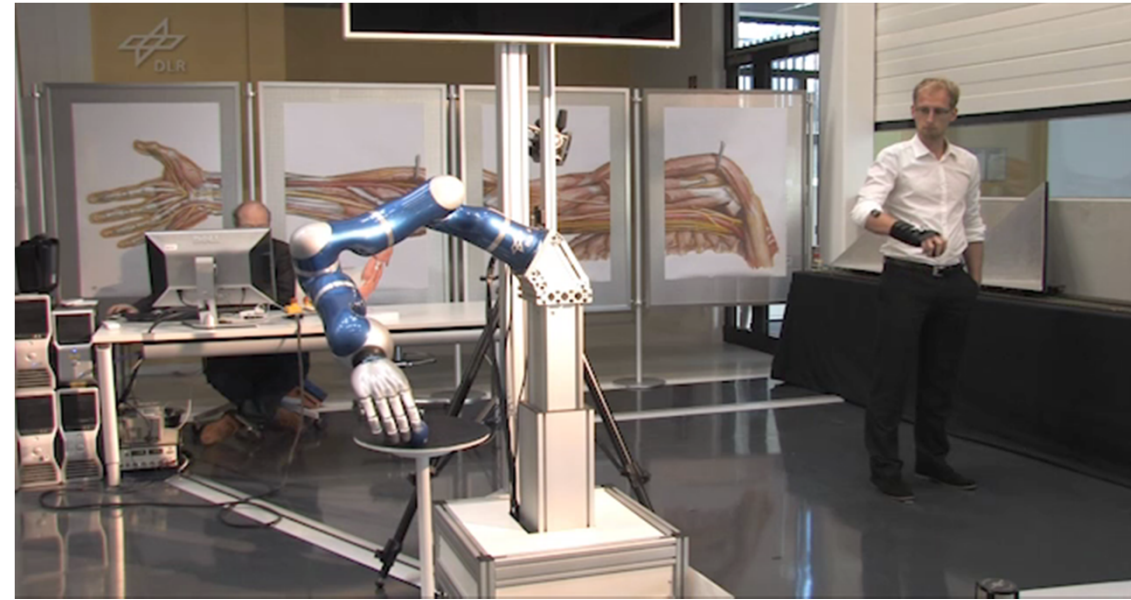
sogar aus privatem Haushalt möglich



Tele-Manipulation mit Gehirnschnittstellen oder EMG Signale

Die Zukunft der Fernsteuerung:

- verteilte Autonomie
- natürliche Schnittstellen (EMG, Gehirn)



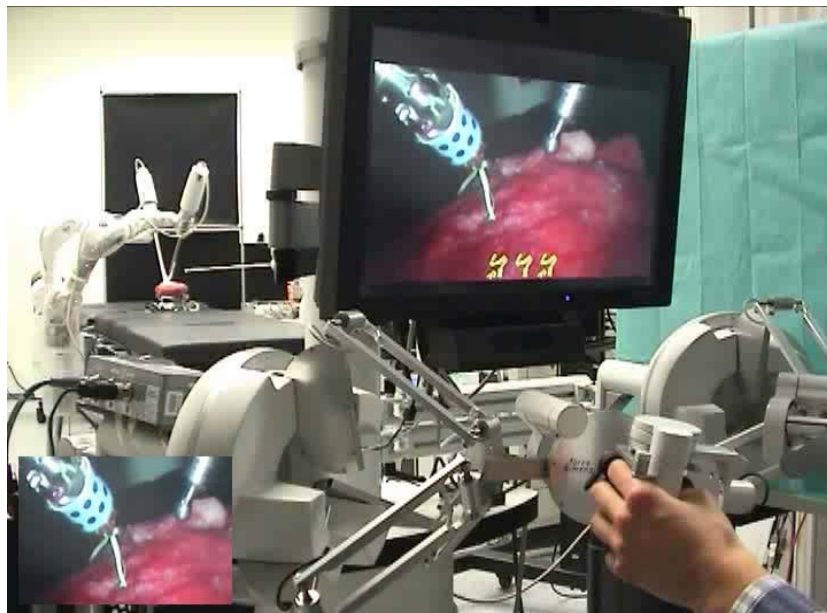
Zusammen mit der Brown University/USA, 2011



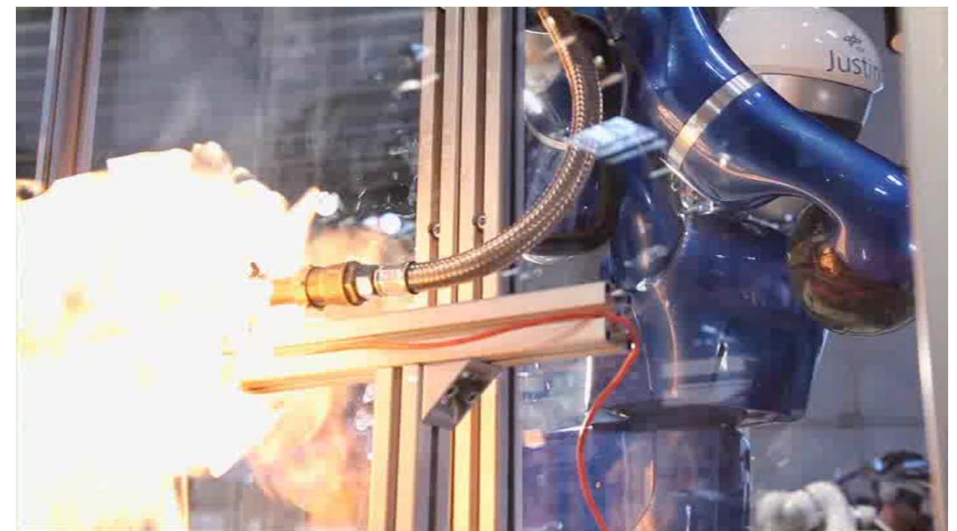
Fernsteuerung mit Kraftrückkopplung – eine Schlüssel-technologie

Gleiche Technologie in der:

- Raumfahrt
- Chirurgie
- Durchbruch ist auch in der Wartung von Atom- und Off-Shore-Anlagen erwartet

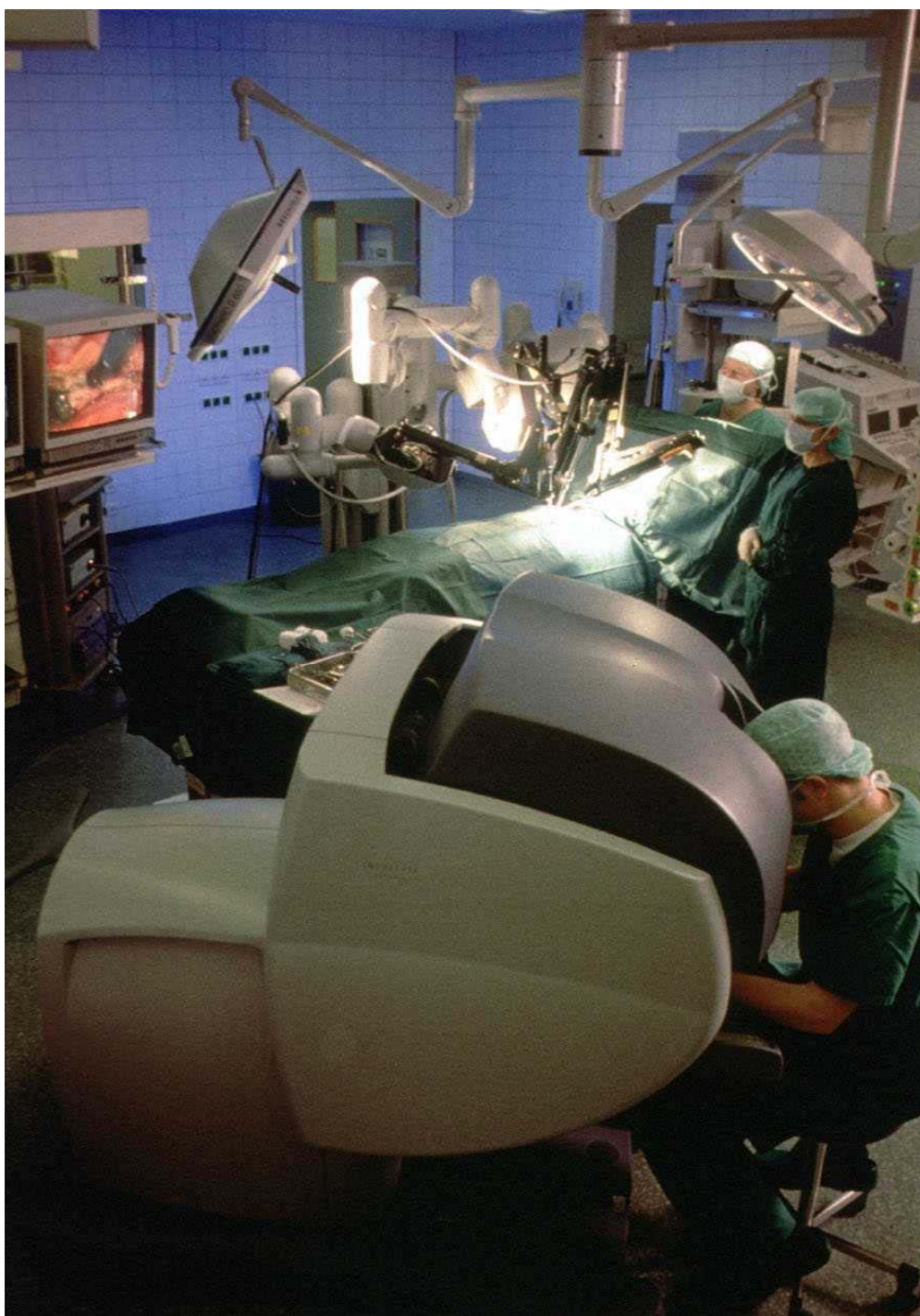


Roboter für minimal invasive Chirurgie

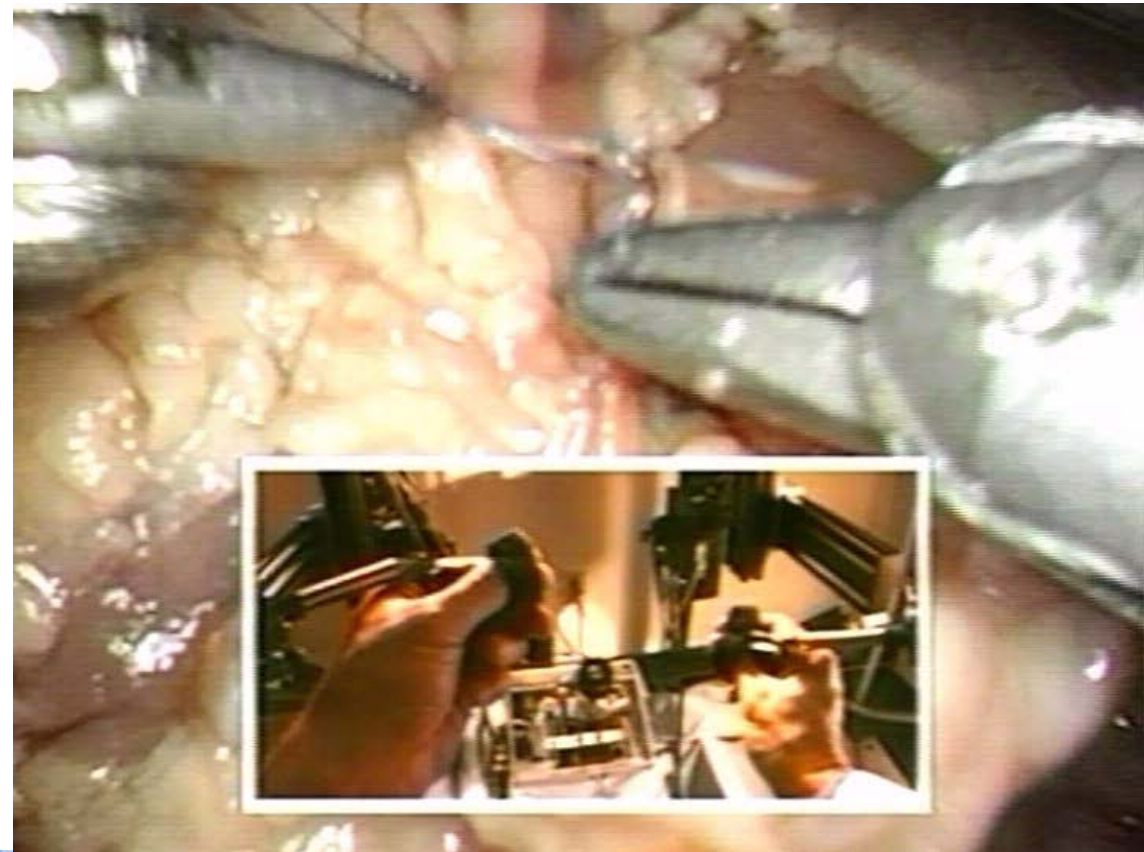
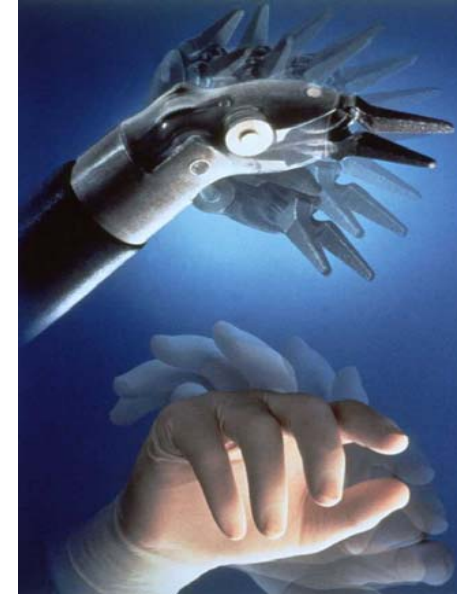


Wartung und Reparatur von Industrieanlagen





Da Vinci Telepräsenz In der Chirurgie





Der DLR-Chirurgie-Roboter MIRO



Medizinrobotik

Das MIROSURGE System



- nachgiebige geregelte Leichtbauarme
- Operation mit Krafrückkopplung
- verteilte Autonomie



Grundlage der Therapie des Schlaganfalls ist die Neuroplastizität des Gehirns



Artemed



„durch repetitives üben Bewegungen wieder erlernen“

„Armlabor“



„Ganglabor“



Für „kurative“ Gangroboter besteht aus klinischer Perspektive noch erhebliches Entwicklungspotenzial



„Kurative“ Gangroboter für Einsatz bei Schlaganfallpatienten

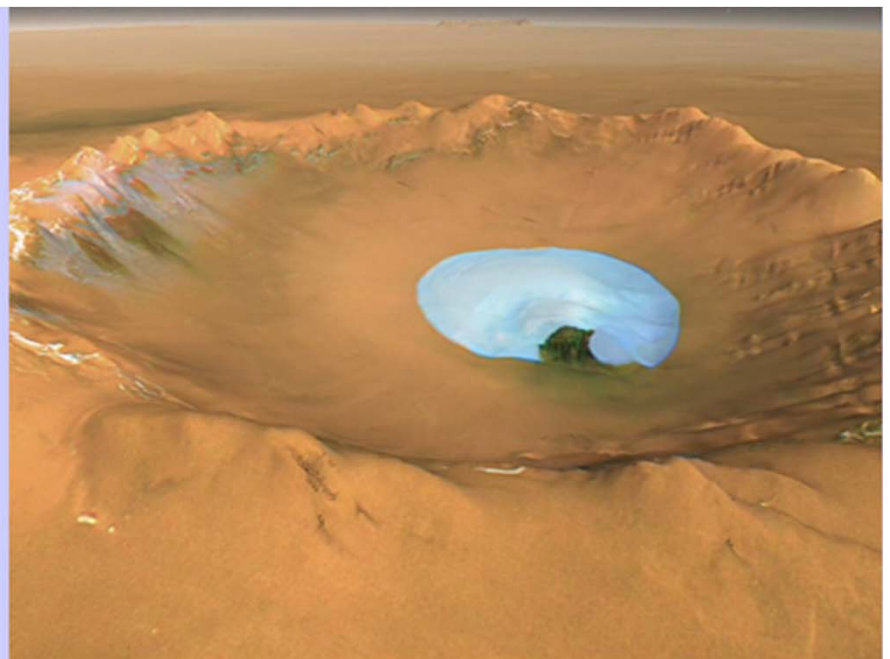
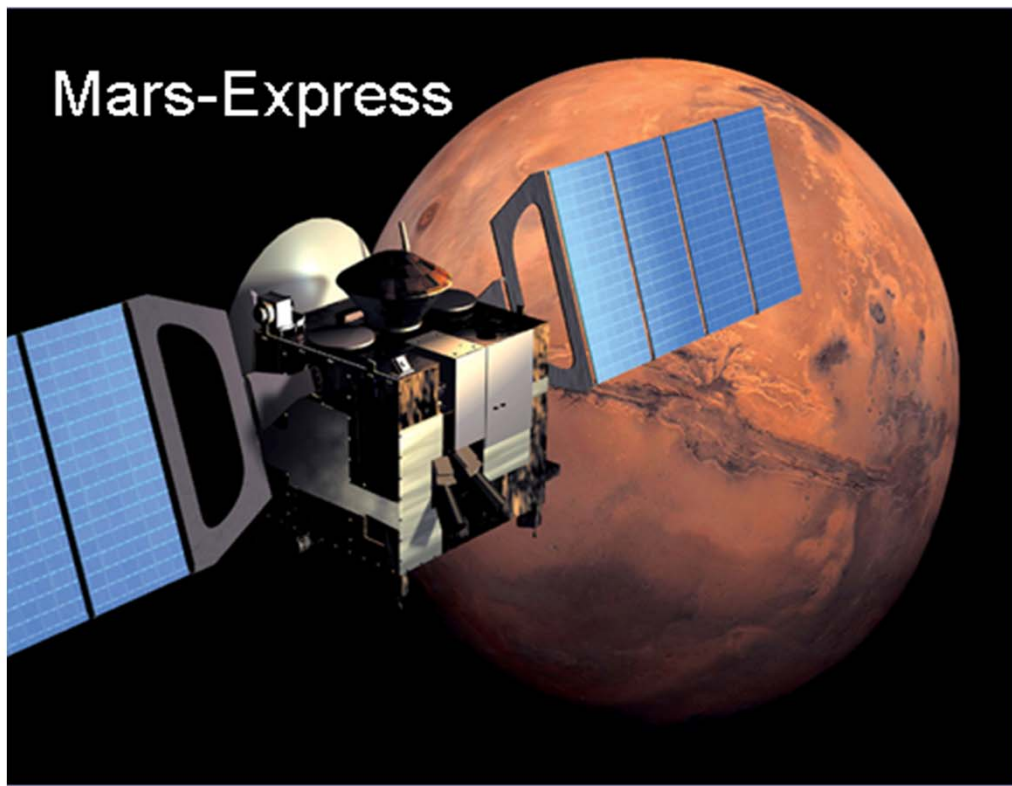
Verbesserung **Stationärer** Lokomat:

- Noch physiologischeres Gangbild
- einfacheres, intuitiveres Handling mit kürzeren Set-Up Zeiten
- Steuerung mit einem Therapeuten (ggf. Einsatz im Rahmen von Gruppentherapien)
- geringeres Eigengewicht und Größe
- geringe Kosten um den Kauf von mehr als einem Gerät zu ermöglichen (bzw. großzügigerer Einsatz in Krankenhäusern)

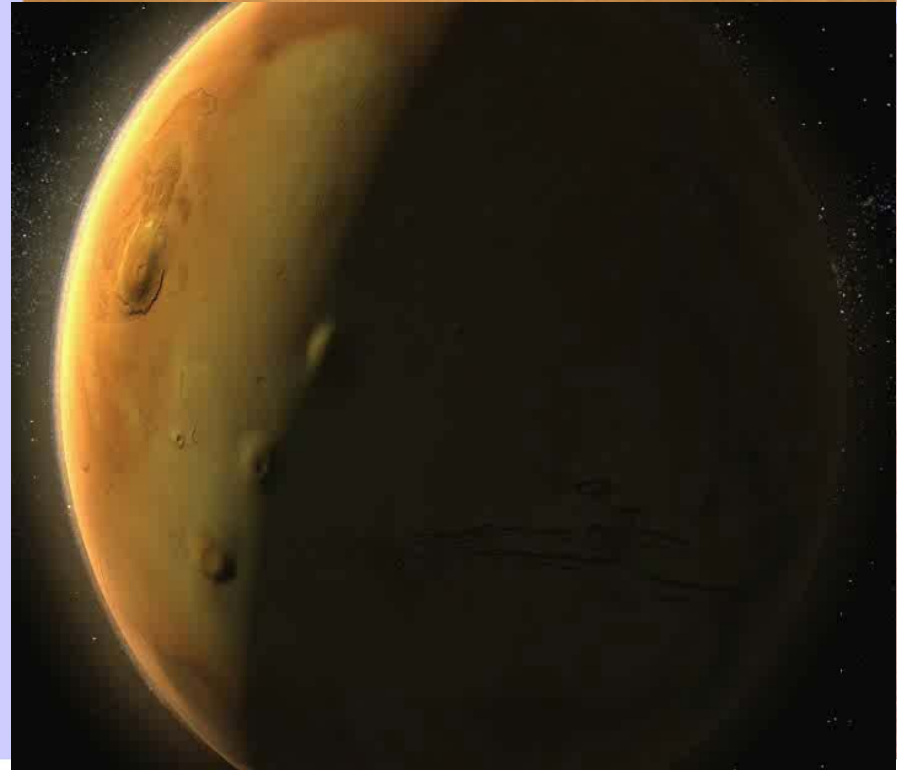
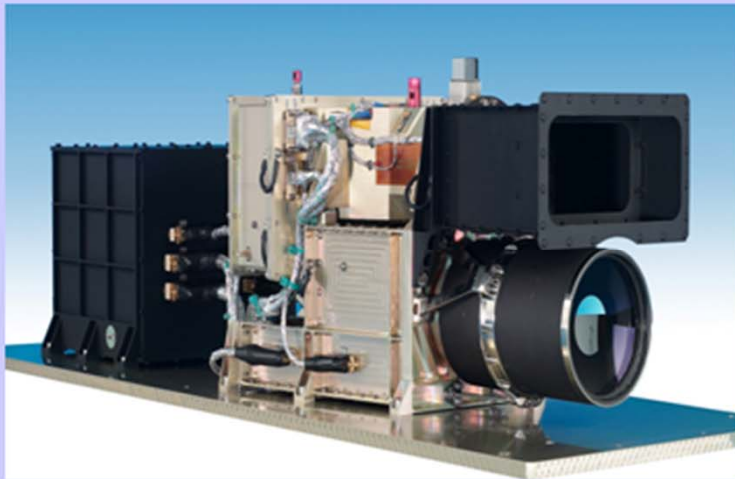
Mobiler Lokomat als Weiterentwicklung (inkl. Balance Kontrolle)

Analog für
Armroboter

Mars-Express



HRSC-Stereo-line-camera





Rettung und Bergung von Vermissten, Katastrophenschutz



Katastrophenhilfe



Robots in Search and Rescue Missions
and Autonomous Exploration of Unknown Terrain

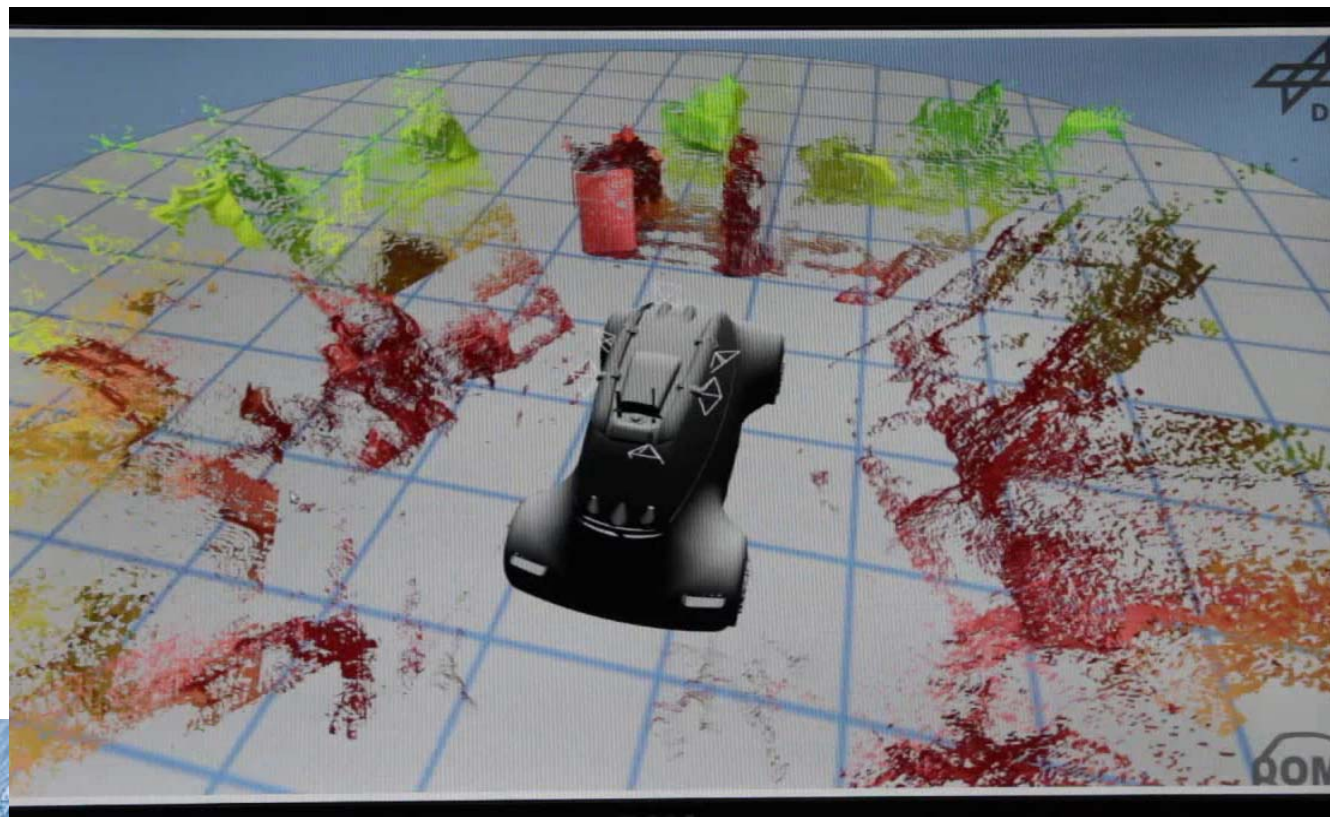




ROMO

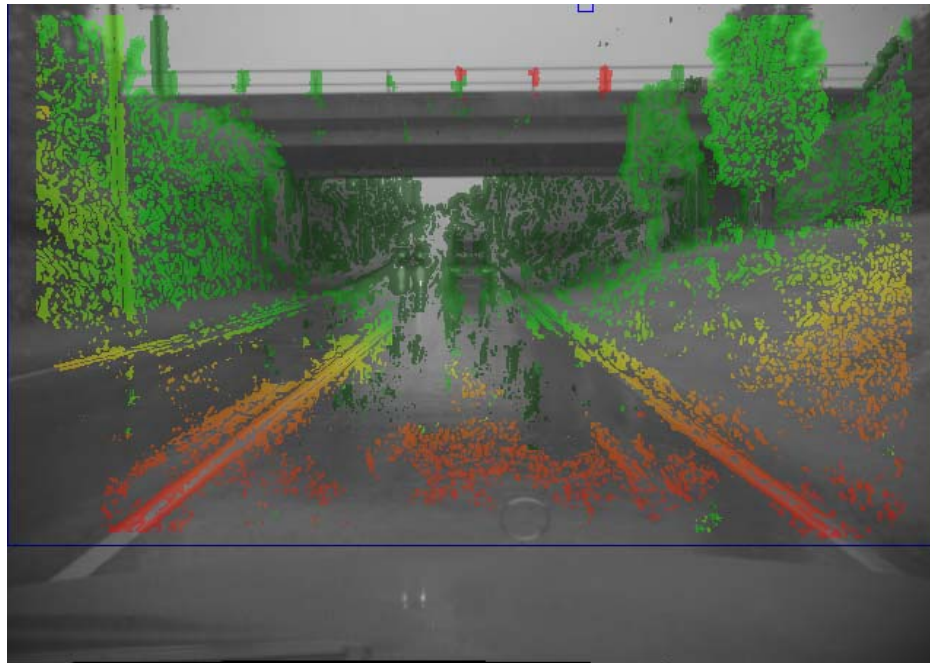
Robotisches Elektromobil
mit Rundum 3D-Welt

ECARTEC AWARD 2012
„Innovativste
Produktvision“ in der
Elektromobilität

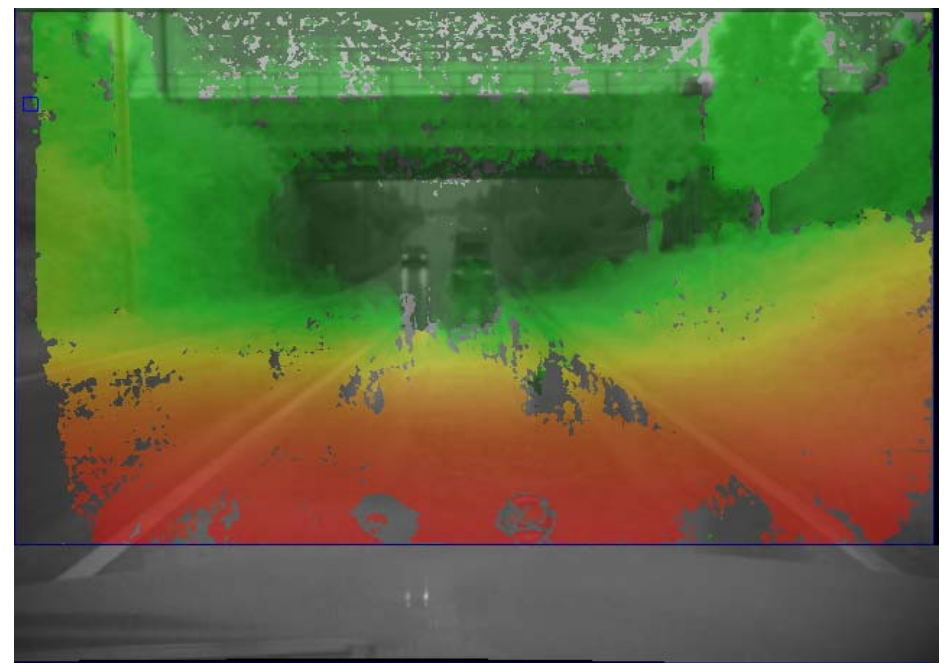


SGM Echtzeit-Anwendung: Fahrerassistenzsysteme

- Kooperation mit Daimler AG bezüglich SGM
- Daimler entwickelt Low-cost-Prozessor-Implementierung
- SGM wird benutzt als Basis des 6D-Vision Systems (www.6d-vision.com)



Korrelationsbasiertes Stereo



SGM

(Bildmaterial der Daimler AG)



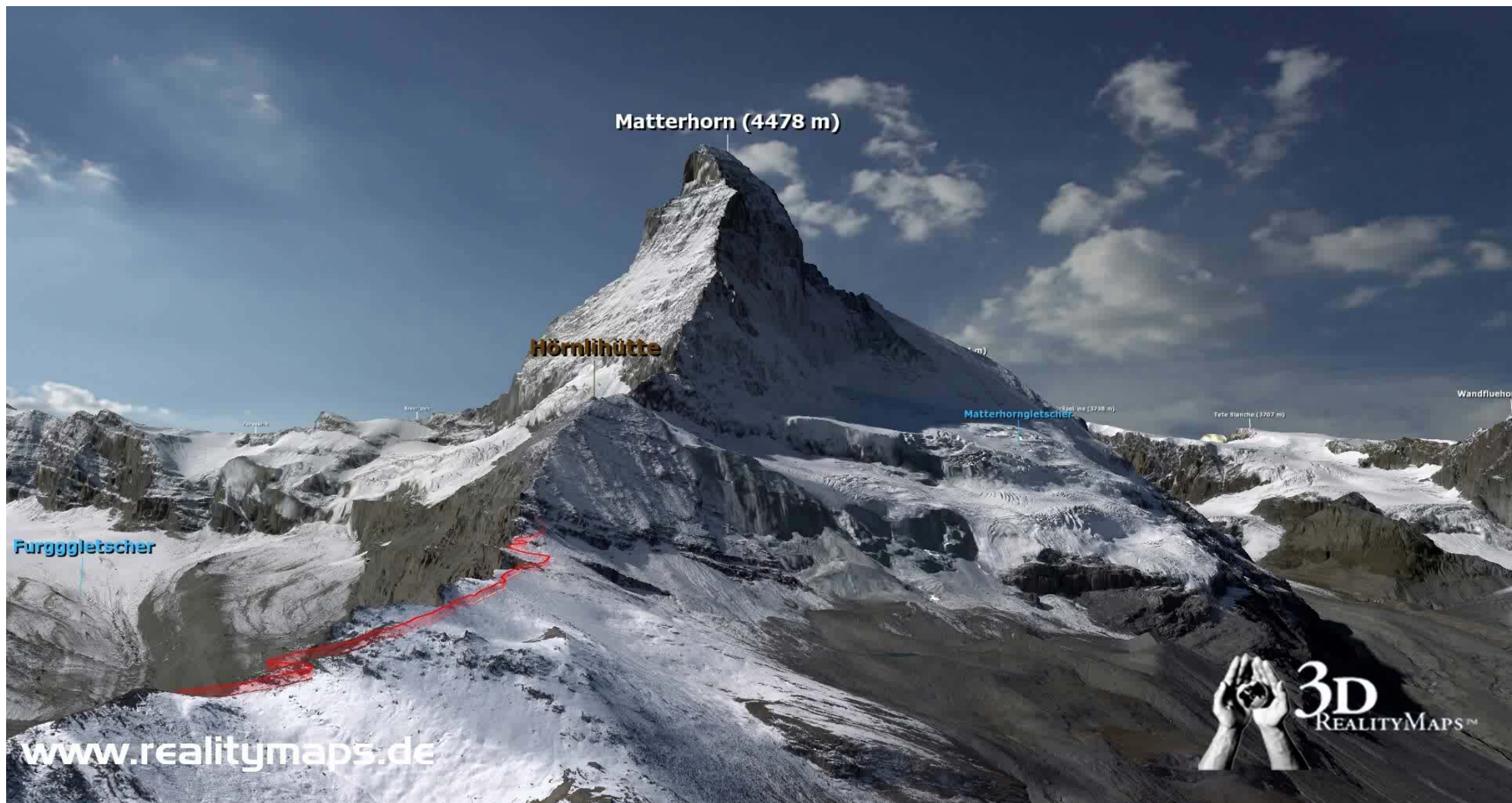


Der auf SGM basierend Daimler-
Ausweichassistent „6D-Vision“

Finalist im
Deutschen Zukunftspreis 2011

Gewinner des
Beckurts-Preises 2012





3D Weltmodellierung mit SGM aus Flugzeugen





Laserscanner
und Kameras

3D-Modellierung: das digitale Kulturerbe (hier Kloster Andechs)



Neuschwanstein Thronsaal



**DLR- Panoramakamera
und ZF Laserscanner**



Herrenchiemsee Spiegelsaal



Laserscanner und Schwenk-Neige-Kamera

Paradeschlafzimmer in Schloss Linderhof



Markgräfliches Opernhaus
Bayreuth-Weltkulturerbe



Fotorealistische 3D-Modellierung von Landschaften, berühmten Gebäuden und Museums-Archiven, interaktiv zu Hause am 3D-Fernsehschirm „begehrbar“ für jedermann, könnten zum Vorzeige-Projekt für ein digitales Bayern und sein kulturelles und historisches Erbe sein