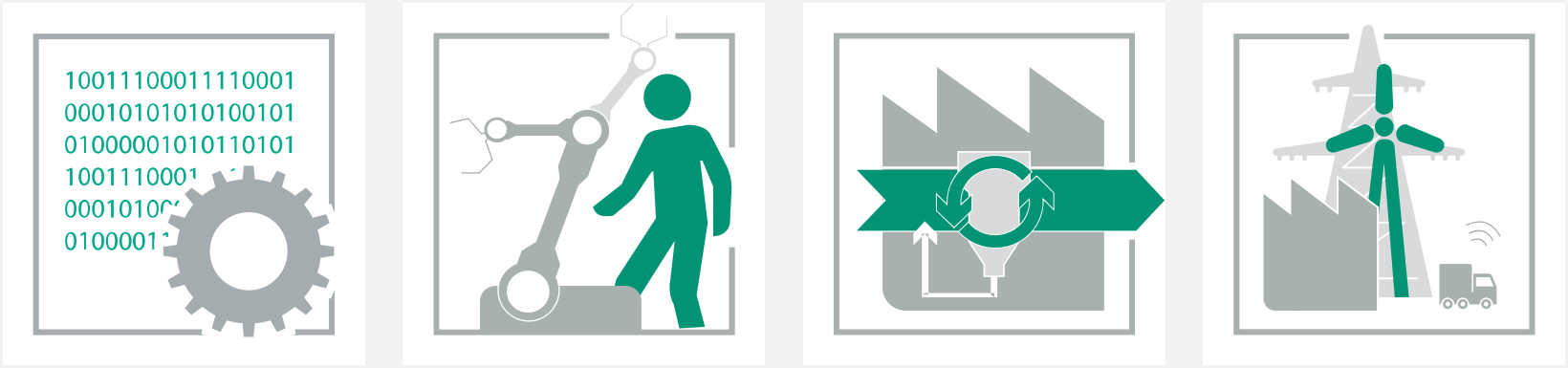
INDUSTRIE DER ZUKUNFT

Reale und virtuelle Arbeitswelt



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk
Dipl.-Ing. Tina Haase

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Berlin, 5. November 2015

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer
IFF

Agenda

- Industrie 4.0 und die Veränderungen für die Arbeitswelt
- Herausforderungen für Mensch und Organisation
- Intelligente Arbeitssysteme
- Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Agenda

- Industrie 4.0 und die Veränderungen für die Arbeitswelt
- Herausforderungen für Mensch und Organisation
- Intelligente Arbeitssysteme
- Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Veränderungen der Arbeitswelt infolge Industrie 4.0
Definition Industrie 4.0

„Industrie 4.0 meint im Kern die technische Integration von Cyber-Physical-Systems in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen – einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation."

Quelle: „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0", Forschungsunion, acatech 2013

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Veränderungen der Arbeitswelt infolge Industrie 4.0

Das erwarten die Unternehmen…

Quelle: Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung, Studie ©Fraunhofer IAO

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Agenda

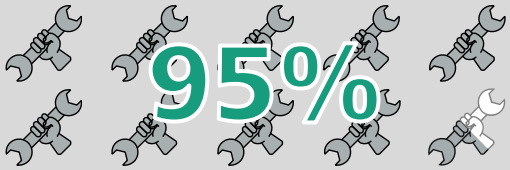
- Industrie 4.0 und die Veränderungen für die Arbeitswelt
- Herausforderungen für Mensch und Organisation
- Intelligente Arbeitssysteme
- Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Herausforderungen für Mensch und Organisation

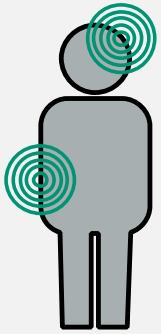
Zahlen und Fakten

Endmontage von Automobilen über

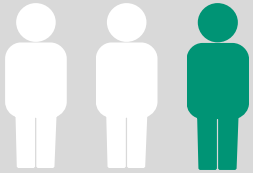


manuell

Holweg, M.; Pil, F.K. : The Second Century – Reconnecting Customer and Value Chain through Build-to-Order.Cambridge: MIT Press 2004.



1/3 aller Fehltage durch Muskel-Skelett-Leiden und psychische Erkrankungen



Jeder **3.** Arbeiter im Maschinenbau ist zwischen 45 und 55 Jahren alt.

Statistisches Handbuch für den Maschinenbau, Ausgabe 2012, VDMA Volkswirtschaft und Statistik.

84% der Industrie-Unternehmen finden keine technischen Fachkräfte.

DIHK-Arbeitsmarktreport 2013

20 Mrd.

Produktionsausfallkosten

Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, baua 2012

Anteil Generation 50+ an Erwerbstätigen

Heute **25%**

2025 **35%**

Demografiemanagement 2011, Pricewaterhouse-Coopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, 2012.

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

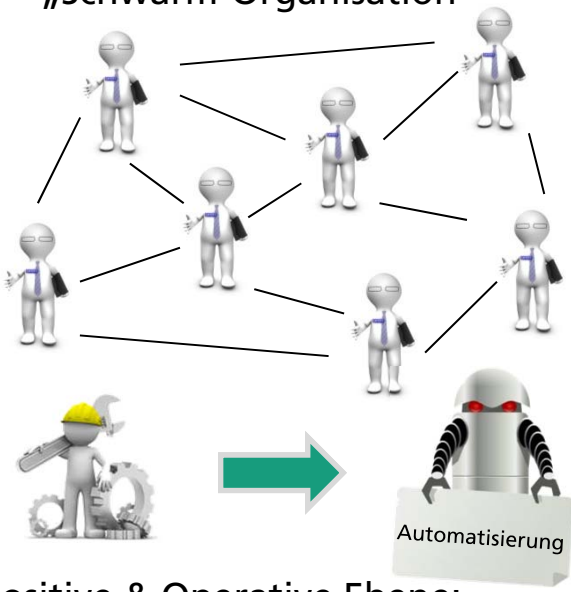
Herausforderungen für Mensch und Organisation
Organisationale Entwicklungsszenarien

„Polarisierte Organisation“

Dispositive Ebene:
- Hochqualifizierte Akteure
- Großer Handlungs-spielraum

Operative Ebene:
- Einfache Tätigkeiten
- Eher gering qualifizierte Beschäftigte
- Einfache Überwachungs-tätigkeiten
- Geringer Handlungs-spielraum

„Schwarm-Organisation“



Dispositive & Operative Ebene:
- Vernetzte Organisation hoch qualifizierter und annähernd gleichberechtigt handelnder Beschäftigter
- Einfache Tätigkeiten automatisieren

in Anlehnung an: Hirsch-Kreinsen 2014: http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/is/de/forschung/

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Agenda

- Industrie 4.0 und die Veränderungen für die Arbeitswelt
- Herausforderungen für Mensch und Organisation
- Intelligente Arbeitssysteme
- Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Intelligente Arbeitssysteme

Was ist ein intelligentes Arbeitssystem?

Beschäftigte ist

gestresst,
körperlich beansprucht,
unfallgefährdet,
unkonzentriert

Beschäftigte arbeitet

fehlerfrei und produktiv,
gesund und motiviert,
schnell und sicher

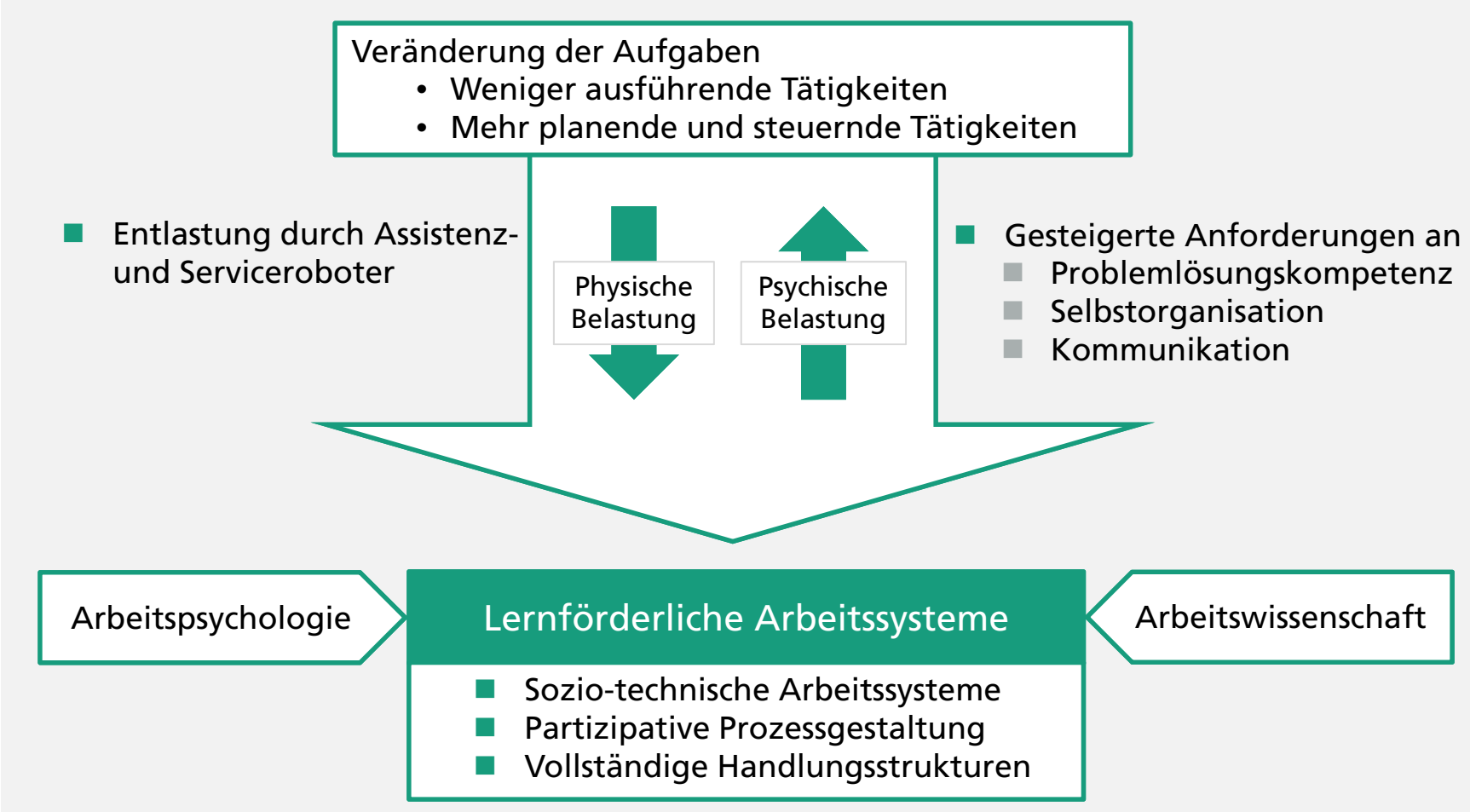
Qualitäts- und Produktions-steigerung

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

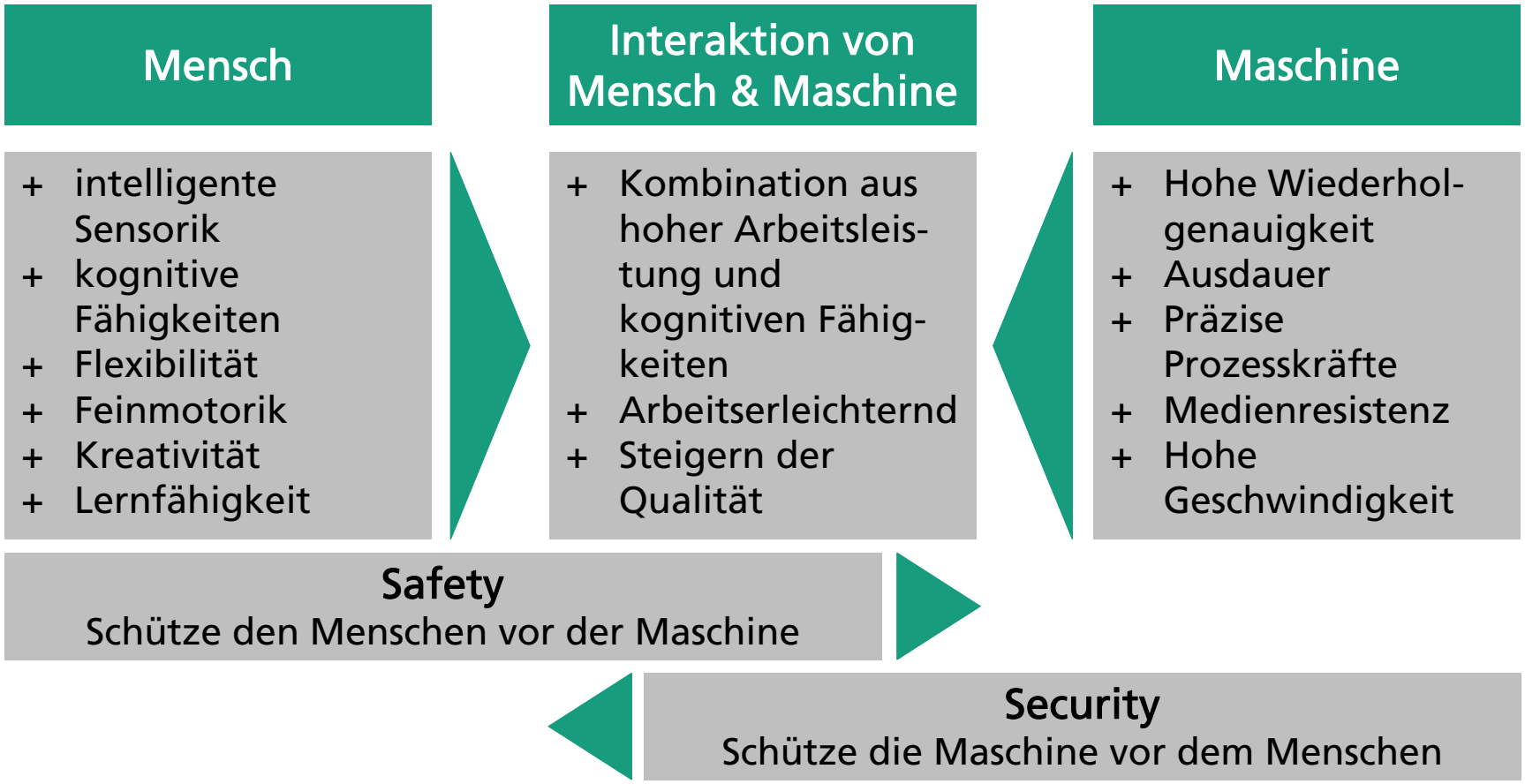
Intelligente Arbeitssysteme
Anforderungen



© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

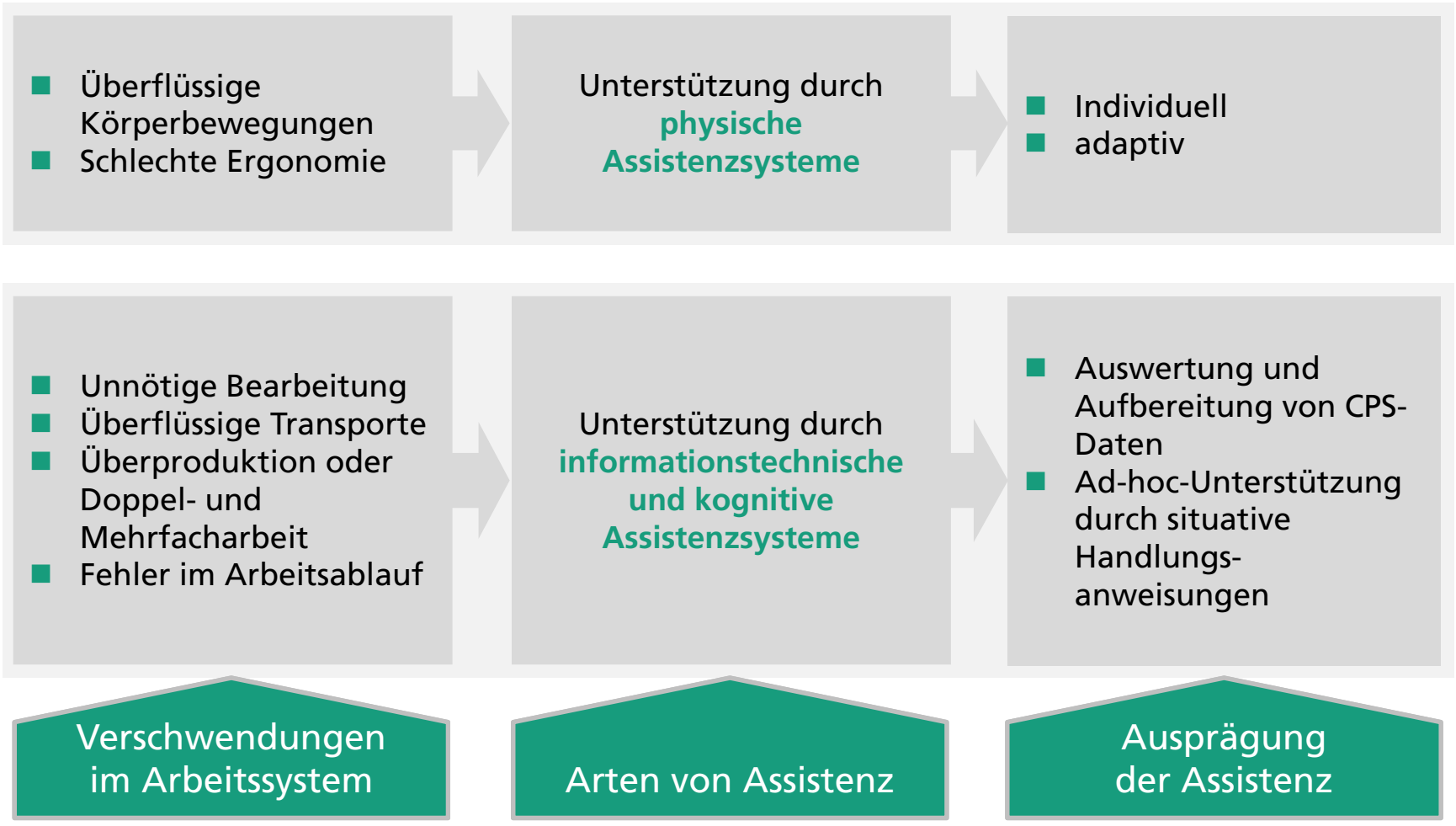
Intelligente Arbeitssysteme
Mensch-Technik-Interaktion



© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme
Potentiale von Assistenzsystemen



© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

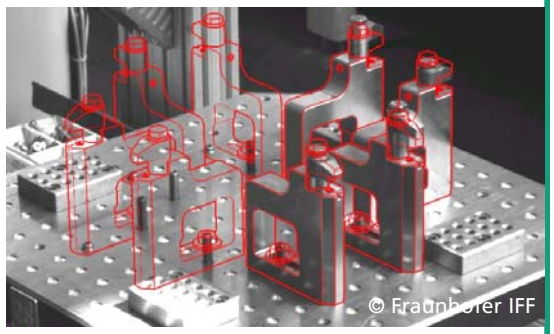
Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele
Verschiedene Arten von Assistenz

Physische Assistenz

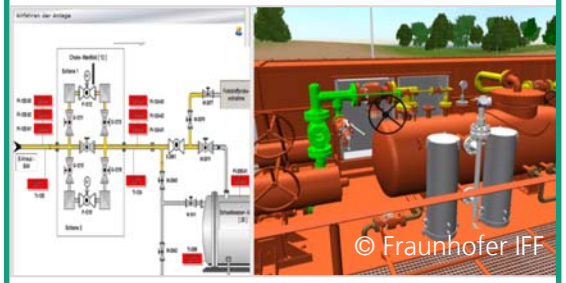
- Unterstützung durch Assistenz- und Service Roboter
- kooperative und sichere Zusammenarbeit von Mensch und Maschine

Informationstechn. Assistenz



- Unterstützung bei großer Variantenvielfalt und hoher Komplexität der Aufgaben
- Flexible Montageprüfung
- Modellbasierte Prüfung

Kognitive Assistenz



- Unterstützung bei Entscheidungen im Arbeitsprozess
- Problemlösungen für ad-hoc auftretende Fehlersituation, z.B. in der Instandhaltung

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

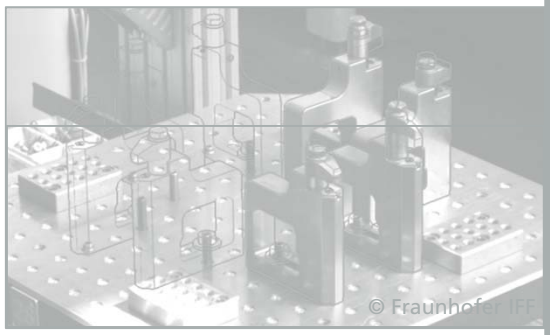
Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele
Verschiedene Arten von Assistenz

Physische Assistenz

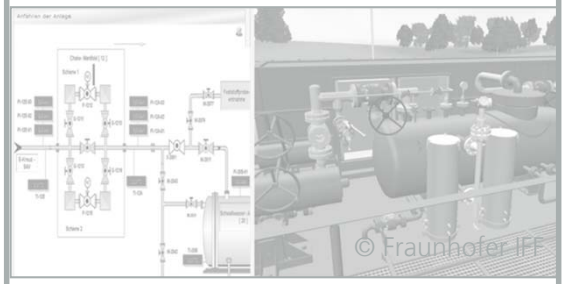
- Unterstützung durch Assistenz- und Service Roboter
- kooperative und sichere Zusammenarbeit von Mensch und Maschine

Informationstechn. Assistenz



- Unterstützung bei großer Variantenvielfalt und hoher Komplexität der Aufgaben
- Flexible Montageprüfung
- Modellbasierte Prüfung

Kognitive Assistenz



- Unterstützung bei Entscheidungen im Arbeitsprozess
- Problemlösungen für ad-hoc auftretende Fehlersituation, z.B. in der Instandhaltung

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele

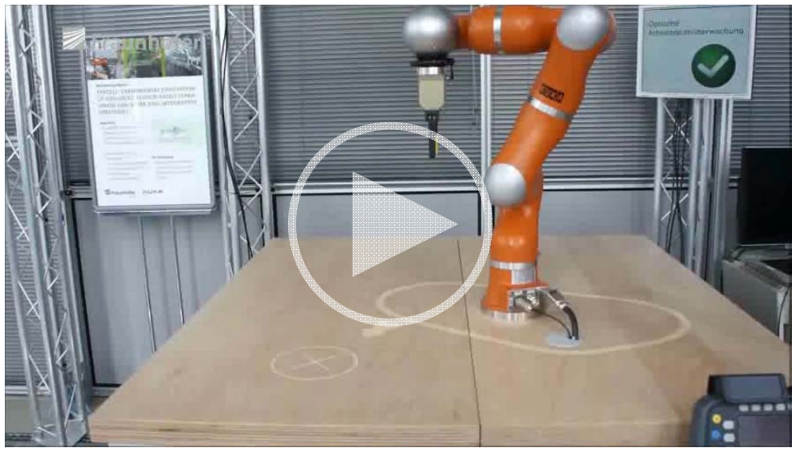
Arbeitsraumüberwachung für mehr Sicherheit

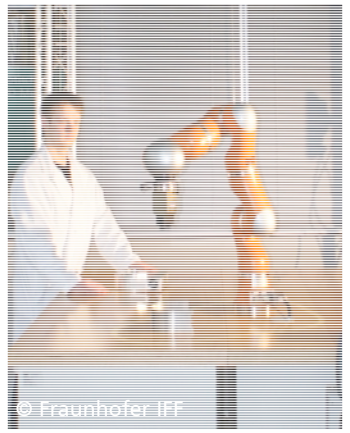
Gemeinsame Arbeitsräume von Mensch und Maschine

? kooperative und sichere Zusammenarbeit von Mensch und Maschine

☑ Projektions- und kamerabasiertes Sensorsystem

- erzeugt optische Warn-/ Sichtschutzfelder
- Einblendung von z.B. Zustand des Roboters, Hinweisen zu Prozessschritten





Sicherheitsbereiche für jeden erkennbar

ergonomische Interaktion

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele
Stationäres Roboter-Assistenzsystem STROBAS

Ziel

- Handgeführter Roboter für das Zusammenfügen von Druckgussformen
- Physische Entlastung durch Teilautomatisierung

Aufbau

- Industrieroboter mit 45 kg Traglast
- Kraft-Moment-Sensor und Lenkrad
- darüber: Projektionssystem zur optischen Arbeitsraumabsicherung

Nutzen

- Physische Entlastung und erhöhte Sicherheit

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

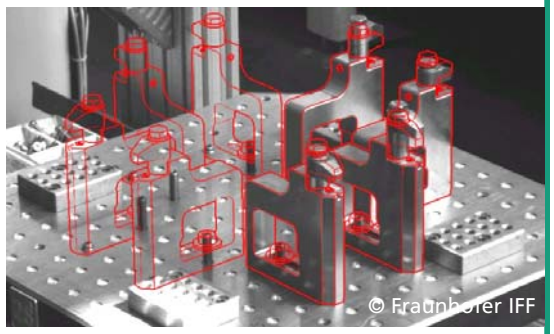
Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele
Verschiedene Arten von Assistenz

Physische Assistenz

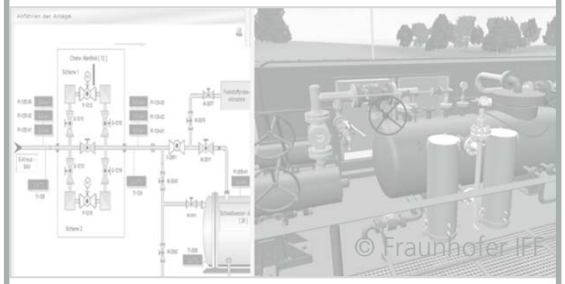
- Unterstützung durch Assistenz- und Service Roboter
- kooperative und sichere Zusammenarbeit von Mensch und Maschine

Informationstechn. Assistenz



- Unterstützung bei großer Variantenvielfalt und hoher Komplexität der Aufgaben
- Flexible Montageprüfung
- Modellbasierte Prüfung

Kognitive Assistenz



- Unterstützung bei Entscheidungen im Arbeitsprozess
- Problemlösungen für ad-hoc auftretende Fehlersituation, z.B. in der Instandhaltung

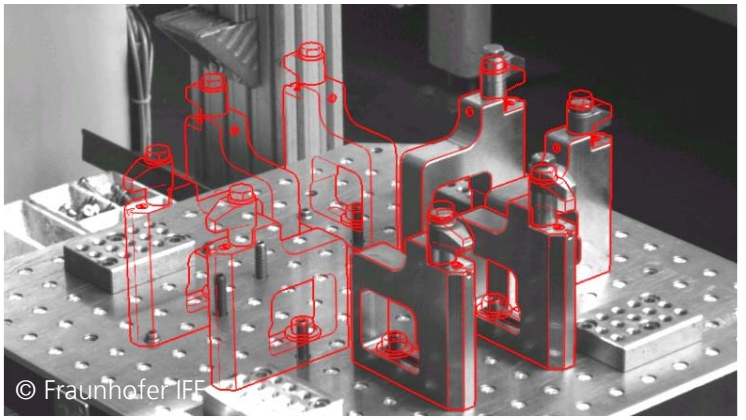
© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele

Visuelle und optische Assistenz – während der Prüfens

- Vermeidet Fehler durch das visuelle Assistenzsystem während der Montage
- Einsetzbar bei hoher Produktvarianz durch Nutzen von Modellinformationen (3D-CAD Daten, Modelsimulation durch visuelle Assistenz)
- Echtzeit-Visualisierung der Montageschritte



© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele

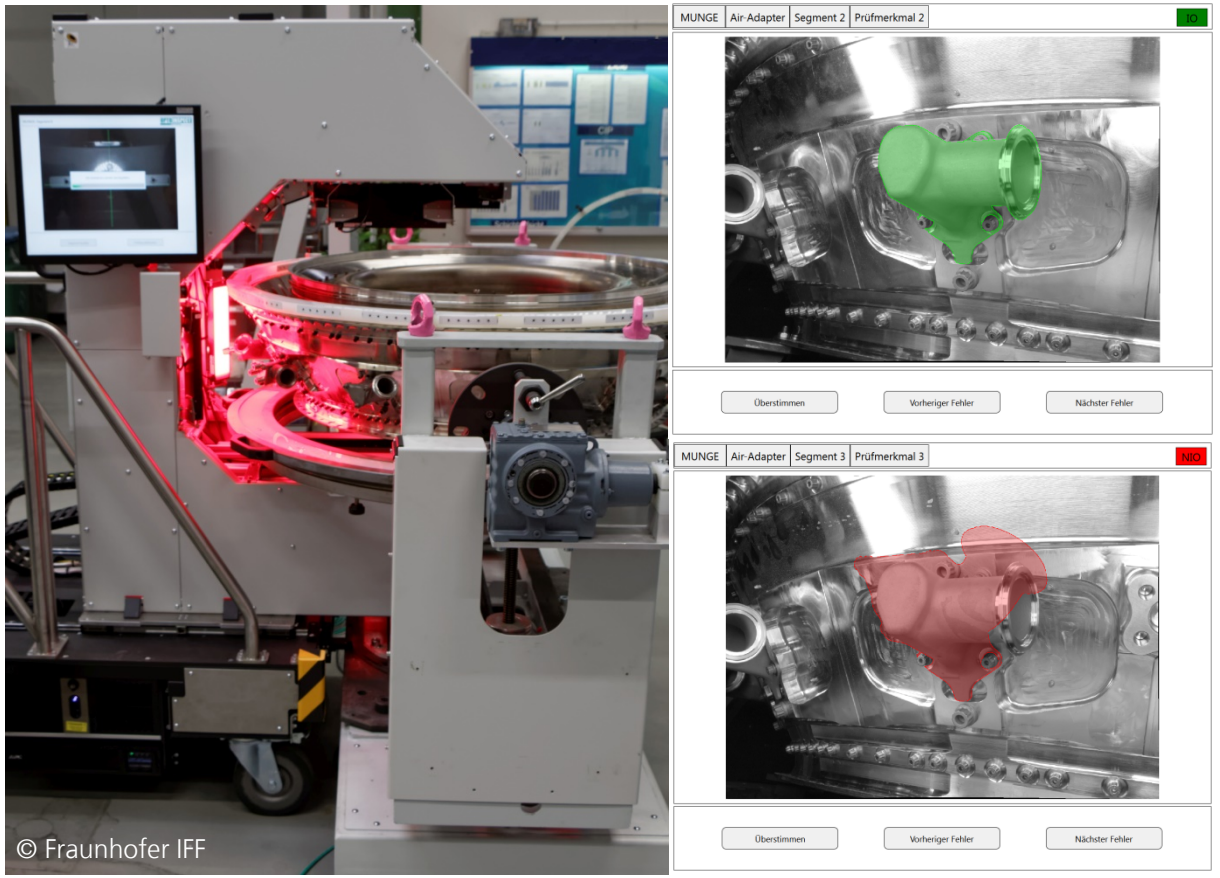
Visuelle und optische Assistenz – während der Prüfens

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele

Visuelle und optische Assistenz – nach der Montage

- Deckt Fehler in der Montage durch eine handgeführte Prüfassistenz auf
- Automatische Identifikation und Klassifikation der Fehler
- Visualisierung der Fehler für die Nachbearbeitung



© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele

Assistierende Mess- und Prüfsysteme im Flugzeugbau

Ausgangssituation

- Am A380: bis zu 40.000 Nieten an 20 Rumpfschalen zu prüfen
- Außerdem 2.500 Anbauteile auf korrekte Lage prüfen

Lösung

- Modellbasiertes Mess- und Prüfsystem

Nutzen

- Zuverlässige und reproduzierbare Prüfergebnisse (Fehlerrate < 1%)
- Verbesserte Auslieferqualität

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele

Assistierende Mess- und Prüfsysteme im Flugzeugbau

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

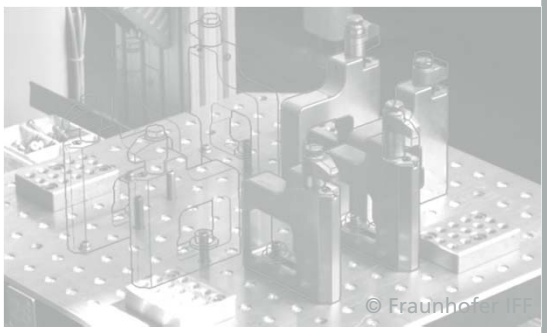
Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele
Verschiedene Arten von Assistenz

Physische Assistenz

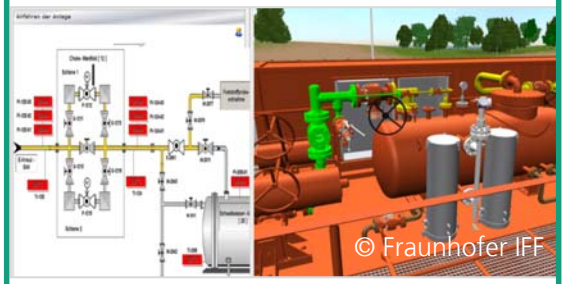
- Unterstützung durch Assistenz- und Service Roboter
- kooperative und sichere Zusammenarbeit von Mensch und Maschine

Informationstechn. Assistenz



- Unterstützung bei großer Variantenvielfalt und hoher Komplexität der Aufgaben
- Flexible Montageprüfung
- Modellbasierte Prüfung

Kognitive Assistenz



- Unterstützung bei Entscheidungen im Arbeitsprozess
- Problemlösungen für ad-hoc auftretende Fehlersituation, z.B. in der Instandhaltung

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele
Assistenzsysteme in der Prozessindustrie

Ausgangssituation

- Entwicklung einer mobilen Freiförderanlage für Erdgasbohrungen
- Vermittlung der Lerninhalte nur eingeschränkt im praktischen Betrieb möglich

Lösung

- Interaktives Lernsystem auf Basis aktueller Konstruktionsdaten

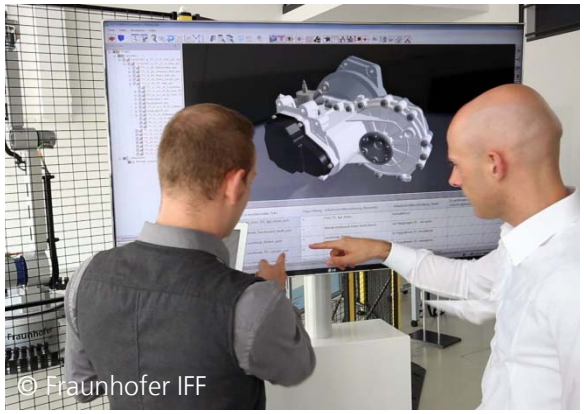
Nutzen:

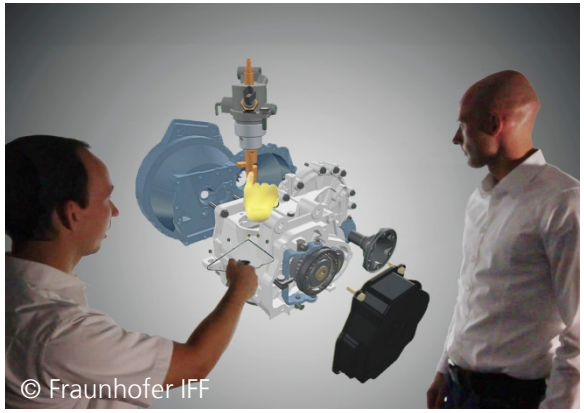
- Verkürzung der Entwicklungszeit um 25%
- Frühzeitige Qualifizierung der Mitarbeiter
- Verkürzung der Inbetriebnahmezeit um 20%

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Intelligente Arbeitssysteme - Beispiele
Virtuelle Technologien für die Produktfreigabe





Automobil- und Zulieferindustrie

Produktfreigabe absichern und beschleunigen

Kommunikation zwischen OEM und Zulieferer mit virtuellen Technologien unterstützen

- interaktive Planung und Dokumentation
- automatisierte Verknüpfung von CAD-Daten und Montageablaufinformationen
- Bündelung von Informationen und Wissen in einer Datenbasis

Absicherung und Optimierung kritischer Prozesse	frühzeitige Sicherheit bei Lieferanten und OEM

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Agenda

- Industrie 4.0 und die Veränderungen für die Arbeitswelt
- Herausforderungen für Mensch und Organisation
- Intelligente Arbeitssysteme
- Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Zusammenfassung

- **Digitalisierung** ist der **große Innovationstreiber** unserer Zeit.
- Das **konsequente Zusammenführen der realen und virtuellen Welt** ermöglicht neue Formen der Assistenz
- **Intelligente Arbeitssysteme**
  - entlasten den Menschen physisch und psychisch.
  - ermöglichen längere und flexiblere Erwerbstätigkeit.
- **Industrie 4.0 kann nur gelingen, wenn der Mensch als**
  - Impulsgeber und
  - zur kritischen Risikoanalyse

  einbezogen wird!
- **Deutschland** hat beste Voraussetzung, **Leitanbieter und Leitmarkt** zu werden.

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF

Ihr Technologiepartner für angewandte Forschung in Sachsen-Anhalt

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Telefon: +49 391 4090-0

ideen@iff.fraunhofer.de
www.iff.fraunhofer.de

Virtual Development and Training Centre des Fraunhofer IFF Magdeburg

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 1
39106 Magdeburg

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2015

Fraunhofer IFF