

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Magdeburg

Adaptive Assistenzlösungen für komplexe manuelle Arbeitsaufgaben

Matthias Hauptvogel

REFA-Institutstag „Beherrschung der Komplexität in produzierenden Unternehmen“

7. März 2023

Das Fraunhofer IFF unterstützt branchenübergreifend bei der Gestaltung effizienter, flexibler, nachhaltiger und sicherer Wertschöpfungsprozesse



Fertigungsmesstechnik und digitale Assistenzsysteme

Qualität und Prozesseffizienz durch Digitalisierung in Produktion und Materialfluss

Innovative Systemlösungen für fertigungsintegrierte Mess-, Prüf- und Assistenzsysteme für Aufgaben mit höchstem technologischen Anspruch und größter Flexibilität – bis zur Stückzahl 1.

Forschungsschwerpunkte & Technologien

- Optische Messtechnik
- IIoT-Lösungen und Sensornetzwerke
- Digitale Assistenz- und Lernsysteme
- Digitale Logistiktechnologien



Digitale Assistenz- und Lernsysteme

Themenfelder

1

Methoden zur Einführung & Verstetigung

- Arbeits- und Anforderungsanalysen
- Entwickeln einer gemeinsamen Vision für den Nutzen der Systeme
- Partizipative Methoden zur Förderung der Akzeptanz
- Methoden und Werkzeuge für eine langfristige Nutzung
- Organisationale Integration

2

Arbeitswissenschaftliche Gestaltung

- Didaktische und lernförderliche Gestaltung
- Angepasste Arbeitsorganisation
- Systematische Technologieauswahl und –gestaltung
- Mensch-Technik-Interaktion

3

Assistenz- und Lerntechnologien

- Ziel: kontextsensitive und nutzeradaptive Assistenz
- Methoden der Handlungserkennung
- Analyse des Montagefortschritts
- Anwendung von Technologien: Modellgestützte Montageprüfung / IoT-Sensornetzwerke
- Ausgabe der Assistenzinformationen: AR/VR, Projektion, Datenbrille, ...

4

Evaluation

- Usability
- Lernerfolg
- Kognitive Beanspruchung
- Fehler
- Bearbeitungszeit

Assistenz für manuelle Montageprozesse

Einsatzbereich: Spannmittelmontage

Anforderungen

Unterstützung der manuellen Montage von Spannmitteln, die Werkstück-Rohlinge für die Fertigung in Bearbeitungsmaschinen halten

Ziel

Reduzierung von Montagefehlern durch arbeitsplatzintegriertes Assistenzsystem

Ergebnis

Visuelle Assistenz durch Kamerabilder, die mit Bauteil-Konturen augmentiert werden, und zusätzliche CAD-Ansicht des Baufortschritts und der zu verwendenden Bauteile



Vorteile

Integration in Arbeitsablauf und Arbeitsplatz, modellbasierter Ansatz für hohe Flexibilität, signifikante Reduzierung der Montagefehler

3D-Montageassistent (BMBF-Projekt)

Anwendungsbeispiel Hydraulikventilmontage

Anforderungen

Reduzierung der Montagefehler bei variantenreichem Prozess der Hydraulikventilmontage (mehrere 10.000 Varianten möglich)

Ziel

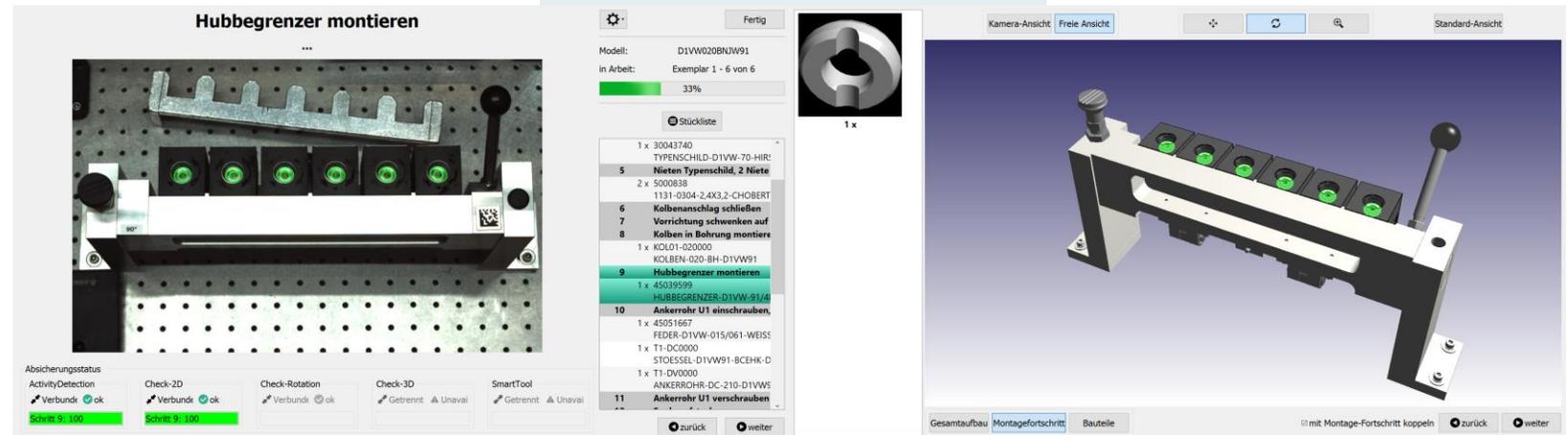
Analyse des Arbeitsprozesses und Auswahl von Assistenz- und Prüfmethoden, die die Montagequalität erhöhen

Ergebnisse

Assistenzsystem, das für jede Variante modellbasiert passende Assistenz- und Prüffunktionalitäten bietet

Vorteile

Kombination verschiedener Prüfverfahren zur Absicherung der Arbeitsschritte; automatische Fortschrittserkennung

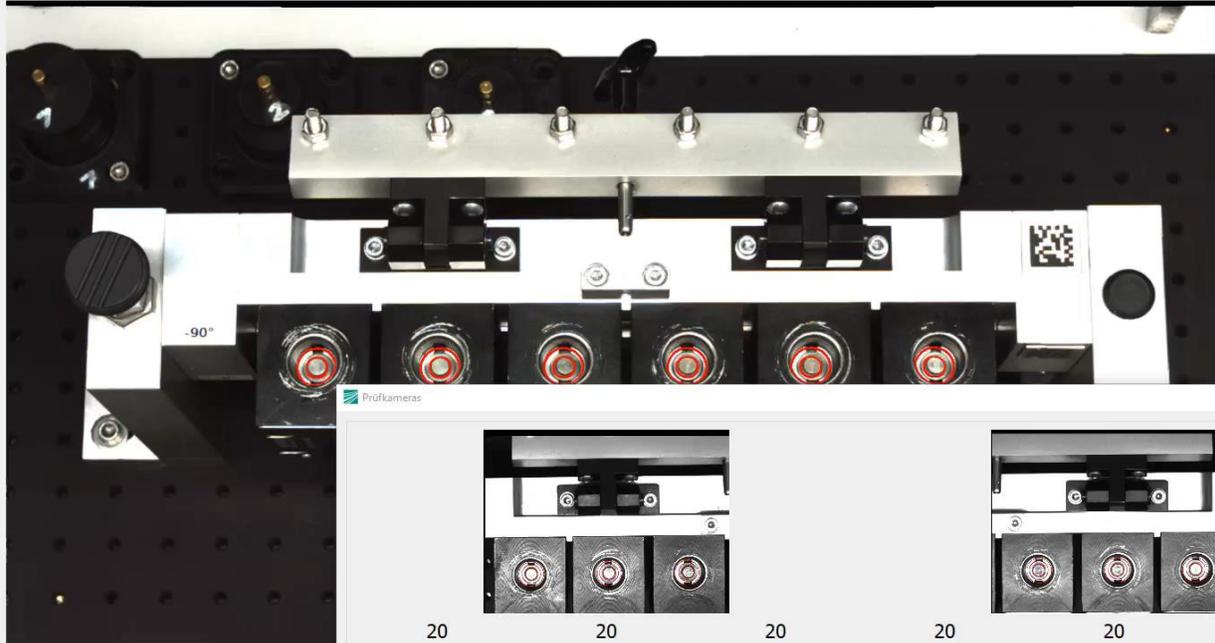


3D-Montageassistent (BMBF-Projekt)

Anwendungsbeispiel Hydraulikventilmontage

Scheibe montieren

...



Modell: D1VW020BNJW91
in Arbeit: Exemplar 1 - 6 von 6

75%

Stückliste

- 1 x S1-024000
SPULE-JW-24VDC-31W-D1VW
- 13 Ausrichtvorrichtung Spule n
- 14 Rändelmutter handfest aufs
- 1 x R1-000000
RAENDELMUTTER-DC-D1VW
- 15 Rändelmutter verschrauben
- 16 Ausrichtvorrichtung Spule d
- 17 Vorrichtung schwenken auf
- 18 Kolbenanschlag öffnen
- 19 **Scheibe montieren**
- 20 801306-D
SCHEIBE-08,3-16,0-1,6-D1VW
- 21 Feder montieren
- 22 5051667
FEDER-D1VW-015/061-WEISS
- 23 Indkappe handfest aufschra
- 24 801302-D+FKM
INDKAPPE-D1VW91-M19X1+
- 25 Indkappe verschrauben
- 26 Vorrichtung schwenken auf

Absicherungsstatus
ActivityDetection
Getrennt ▲ Unavai

Check-2D
Verbu
Schritt 15

Prüfkameras



83.00 <--> 114.06 83.00 <--> 128.81 83.00 <--> 122.98 83.00 <--> 101.14 83.00 <--> 116.57 83.00 <--> 127.00
0.98 <--> 0.00 0.98 <--> 0.00 0.99 <--> 0.00 0.98 <--> 0.00 0.98 <--> 0.00 0.98 <--> 0.00

zurück weiter

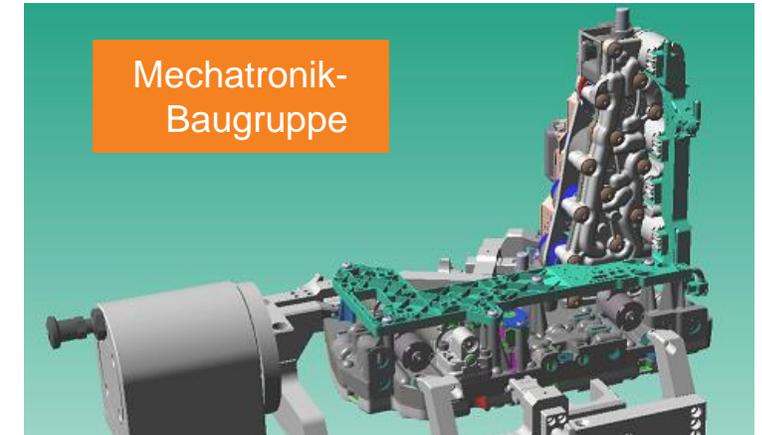
LeARn4Assembly (BMBF-Projekt)

Anwendungsbeispiel Mechatronik-Aufbereitung bei Audi

Entwicklungsszenario

- Bei Audi in Ingolstadt Aufbereitung von Mechatronik-Baugruppen, die den Gangwechsel steuern
- Funktionskontrolle am Ende des Aufbereitungsprozesses in Prüfstation
- Bei Fehler keine Freigabe, sondern Durchführung eines manuellen Nacharbeitsprozesses
- Fehlerbeschreibung nur durch Fehlercode, weshalb Nacharbeitsstation sehr erfahrene Mitarbeitende benötigt

- **Wunsch: Personenkreis für Nacharbeitstätigkeit erweitern**
- Mit dem Aufbereitungsprozess vertraute Mitarbeitende über ein Assistenzsystem im laufenden Arbeitsprozess für die neue Tätigkeit an der Nacharbeitsstation befähigen
- Keine detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitung, da bereits Qualifikation vorhanden
- Fokus: Erfahrungswissen, das Experten in der Ausführung ihrer Tätigkeit erwerben
- Bedarfsgerecht Tipps & Tricks anbieten, z.B. zum Umgang mit besonderen Situationen, die sonst häufig über Klebezettel am Arbeitsplatz sichtbar werden



LeARn4Assembly (BMBF-Projekt)

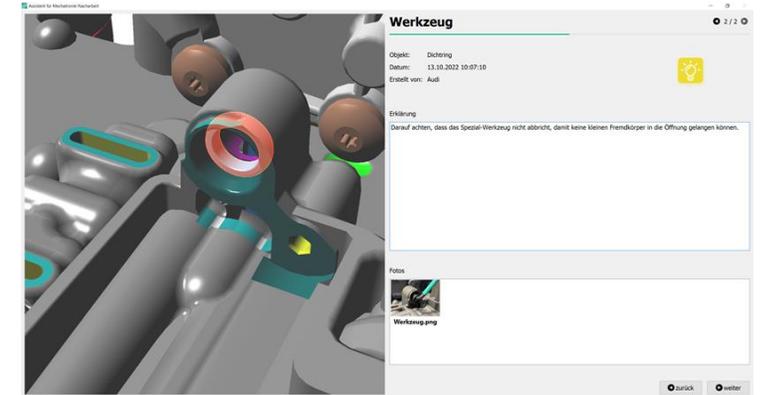
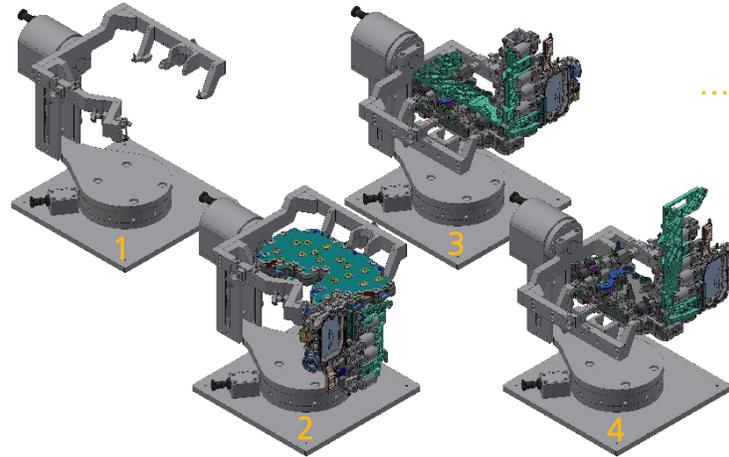
Anwendungsbeispiel Mechatronik-Aufbereitung bei Audi

Foto	Arbeitsschritt	Werkzeug
	Spannschutzkappen anbringen	
	Leadframe 4 anbringen	
	Leadframe 4 mit fünf Schrauben verschrauben	Schraubpistole 3,5 Nm +/- 0,2 Farbe: <input type="text"/>

Fehlerarten Prüfstand Mechatronik DL501
let Pump Standort: Halle A44

Was darf zusammenkommen und was nicht?
Bauenteil & verstärkendes Icon (Blitz)
„Trennen das Leadframe vom Kontakt. Damit hier kein hundert prozentiger Kontakt ist.“
„Wofür ist der Spannschutz? Der ist, dass innerhalb der Elektrik kein Kurzschluss entsteht. [...]“
Animation eines Kurzschluss
„Zuerst die Schrauben nehmen und überall reinfädeln.“
Expertentipp?

Ersteller: Schäfer Vitali (IPR-PA), Schmid Armin (IPR-PA) / Mareike Gerhardt (OVGU), Charles Meyer-Janzen (OVGU)



Analyse der Nacharbeitsprozesse

Austausch zwischen Forschungs- und Anwendungspartnern; Durchführung von Beobachtungsinterviews am Arbeitsplatz in Form von Triadengesprächen; Identifizierung von potentiellern Expertenwissen

Modellierung des Arbeitsablaufs

Beschreibung des Arbeitsablaufs durch CAD-Modelle; jeder Arbeitsschritt gekennzeichnet durch Vorhandensein und Position der Elemente (Schwenkvorrichtung, Mechatronik-Komponenten, ggf. Werkzeuge)

Erfahrungswissen in Arbeitsablauf

Einfügen der gewonnenen Wissensinhalte in modellierten Arbeitsablauf; Einbindung von Erfahrungswissen in Form von Bildern, Texten und Grafiken

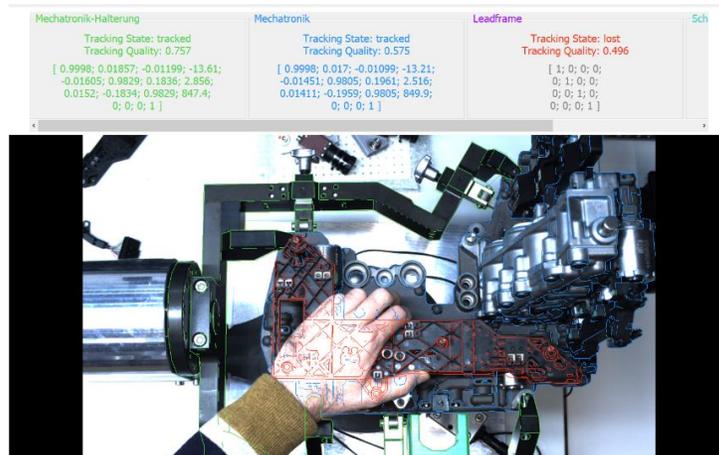
LeARn4Assembly (BMBF-Projekt)

Anwendungsbeispiel Mechatronik-Aufbereitung bei Audi



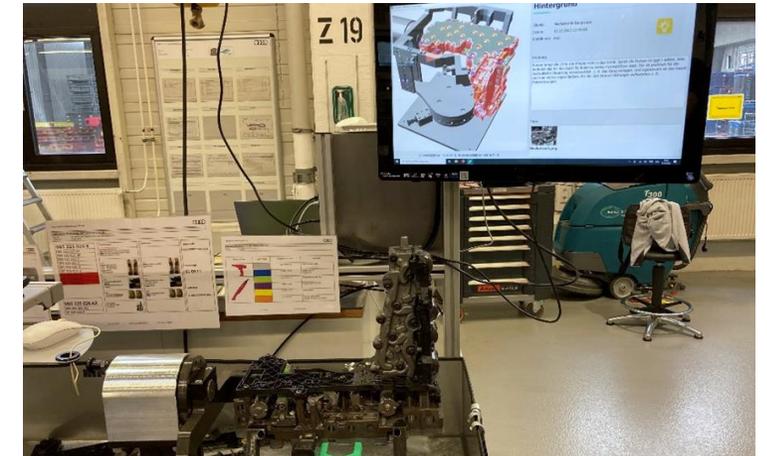
Technologieauswahl Fortschrittskontrolle

Modell-basiertes Objekt-Tracking mit VisionLib-Bibliothek; Kamerabilder als Eingangsdaten; Entwicklung einer Software-Schnittstelle passend für geplanten Einsatz



Erfassung des Arbeitsfortschritts

Kontinuierliche Erfassung aller Objekte während des gesamten Arbeitsprozesses; Tracking-Informationen erlauben Zuordnung zu aktuellem Arbeitsschritt



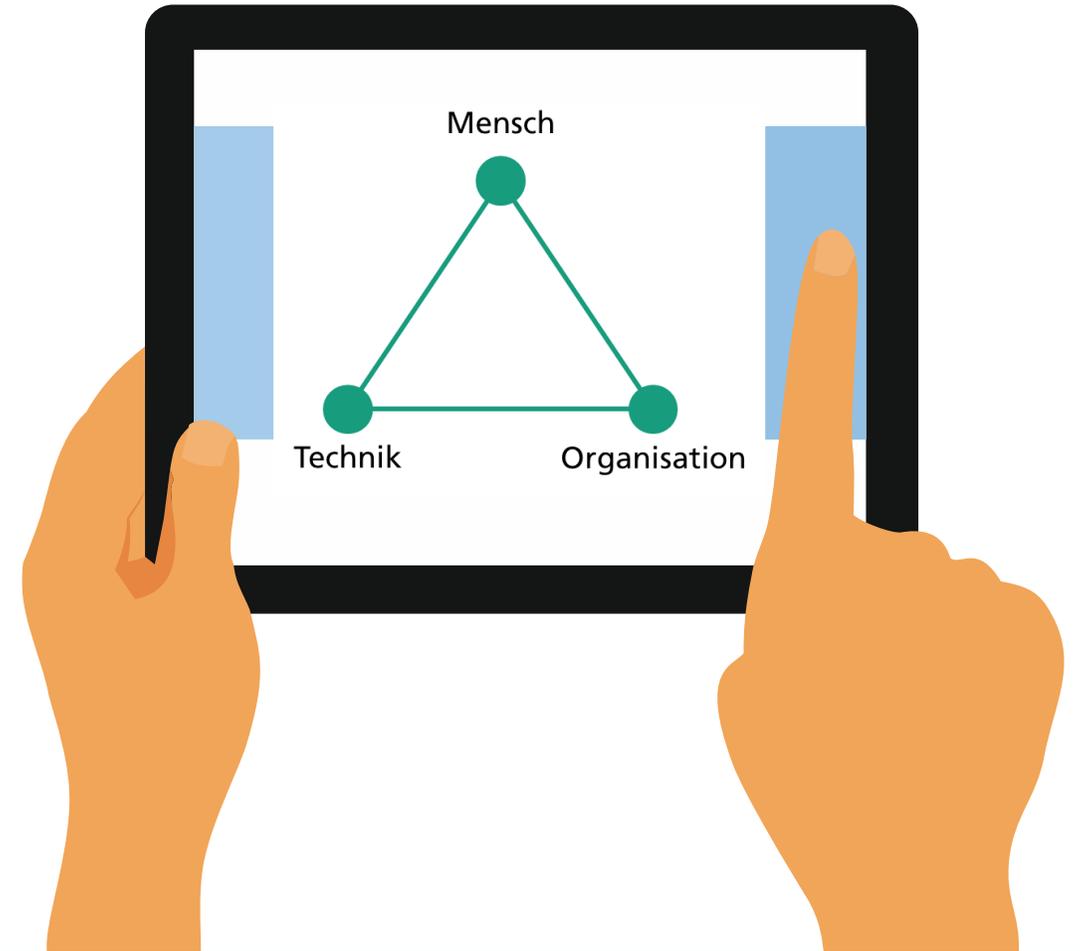
Situationsgerechte Ausgabe des Erfahrungswissens

Mitarbeitende erhalten, falls benötigt, zum aktuellen Arbeitsschritt gehörende Wissensinhalte auf dem Bildschirm am Arbeitsplatz angezeigt

Systematische Integration

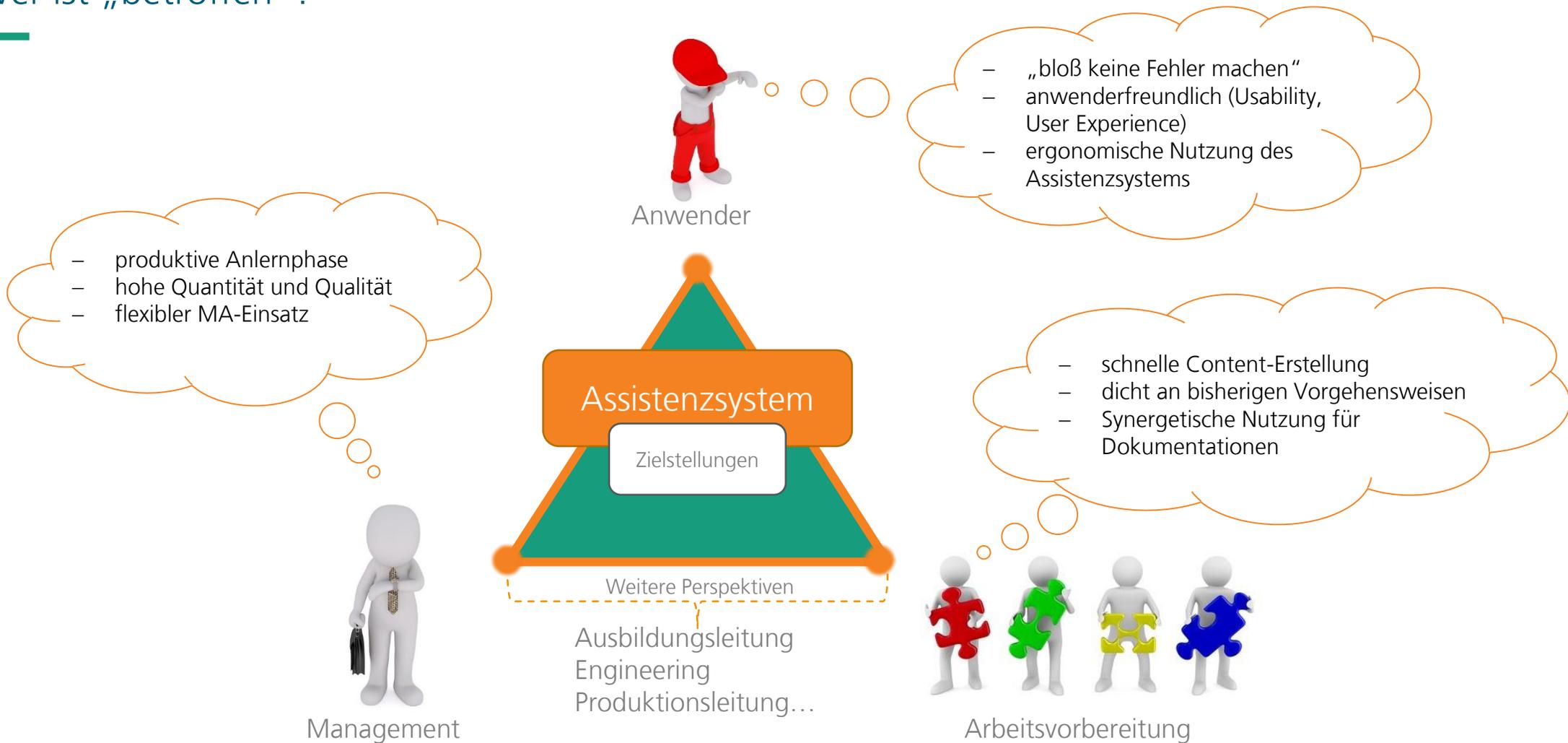
braucht mehr als exzellente Technologien

- Wer ist zukünftiger Anwender?
- Was verändert sich am Arbeitsplatz?
- Wer ist von der Einführung eines Assistenzsystems „betroffen“?
- Wer verfolgt welche Ziele?
- Unter welchen Bedingungen soll die Technologie eingesetzt werden?
- Wie wird für die neue Technologie qualifiziert?



Akzeptanz für neue Technologien fördern

Wer ist „betroffen“?



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Kontakt

Matthias Hauptvogel, M.Eng.
Abteilung Fertigungsmesstechnik und digitale Assistenzsysteme
Tel. +49 0391 4090-190
matthias.hauptvogel@iff.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung IFF
Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg
www.iff.fraunhofer.de