MENSCH-ROBOTIK-KOLLABORATION IN DER INDUSTRIELLEN MONTAGE

Vortragsreihe 1

Robotik für den Menschen, Abschlusstagung SeRoDi und AQUIAS, 24.09.2018, Fraunhofer IAO, Stuttgart

Agenda

Vorträge AQUIAS

10.45 Uhr **Vortragsreihe 1**

Mensch-Robotik-Kollaboration in der industriellen Montage

- Mensch-Robotik-Kollaboration mitarbeiterorientiert entwickeln

  David Kremer, Fraunhofer IAO, Stuttgart

  Christian Henkel, Fraunhofer IPA, Stuttgart

- MRK-Arbeitssysteme sicher gestalten

  Wolfgang Pomrehn, Robert Bosch Manufacturing Solutions GmbH, Stuttgart

- MRK-Arbeitsplätze für Schwerbehinderte partizipativ einführen

  Thomas Wenzler, ISAK gGmbH, Sachsenheim

© Fraunhofer IAO, IAT Universität Stuttgart

Spannungsfelder der Mensch-Roboter-Kollaboration

Motivation der Unternehmenspartner in AQUIAS

Spannungsfeld Sozialwirtschaft

Integration
von schwerbehinderten Produktionsmitarbeitern

↕

Wirtschaftlichkeit
angesichts wachsenden Wettbewerbs

Spannungsfeld Wirtschaft

Substitution von Aufgaben
durch wachsende Automatisierungspotenziale

↕

Arbeitsqualität
durch hochwertige und vielfältige Aufgaben

Arbeitsteilung zwischen Mensch und Robotik

AQUIAS: Szenarien der Arbeitsteilung Mensch-Robotik

Barrierefreie Kooperation schafft Gestaltungsspielraum

ISAK gGmbH
Schwerbehinderte Mitarbeiter

Pilot ISAK

Barrierefreies Produktionsassistenz-System APAS family von Bosch

Pilot Bosch

Robert Bosch GmbH
Mitarbeiter ohne Gesundheitseinschränkungen

Lerntransfer

Ziele

Spezifische Aufgaben-unterstützung durch Robotik
für individuelle körperliche Einschränkungen

Ziele

Szenarien der Arbeitsteilung
zw. Mitarbeitern und APAS bewerten

APAS assistant: Zusammenarbeit von Mensch und Roboter

kollaborierend

- Direkte, sichere Zusammenarbeit mit Menschen
- BG-zertifiziert
- Automatischer Stopp und Wiederanlauf

Sensorhaut

Intelligentes Greifer-Konzept

Der Mensch: Schwerbehinderte Produktionsmitarbeiter

Fiktive Personas

Hr. Hemidi | Hr. Wegner | Fr. Bäumler | Fr. Herzog

Individuelle Risikoabsicherung für Mensch-Robotik-Kollaboration

Behinderungsarten in der Belegschaft der ISAK gGmbH

Behinderungs-arten	An-teil	Unterstützungsbedarf für MRK	Ausschluss von MRK
1) Geistig-seelische Erkrankungen	30%	**Oligophrenie**: Intensive, langfristige Anleitung **Psychosen/Traumata**: Beobachten, ansprechen, klare Ansagen; Ablenkung/Hektik vermeiden **Angst/Phobie**: Entschleunigung, vertrauensfördernde/motivierende Maßnahmen	Regelmäßige/ intensive Angst-anfälle/psychotische Phasen
2) Gliedmaßen	20%	**Halbseitenlähmung**: Arm-/ Rücken-/ Seitenlehne, Fußstütze; sprachfreie Kommunikation (Licht/Ton) **Fehlende Gliedmaßen**: Haltungsunterstützung wie oben	Weniger Finger als Daumen + 1 Finger; Contergan-Schädigung; kein Sitzen möglich
3) Organe & Stoffwechsel	20%	**Fettleibigkeit/Adipositas**: Breiter/stabiler Sitz	Arbeitsbereich wegen Fettleibigkeit nicht erreichbar

Behinderungs-arten	An-teil	Unterstützungsbedarf für MRK	Ausschluss von MRK
4) Sinne	15%	**Blindheit**: Akustische/haptische Signale **Eingeschränkte Sehfähigkeit**: Lupe **Taubheit**: Optische/haptische Signale	--
5) Chronische Schmerzen	10%	**Rheuma Weichteile/Gelenke, Wirbelsäulenverkrümmung, Gelenkfehlstellung**: Arm-/ Rücken-/ Seitenlehne, Fußstütze **Skelettschädigung/Knochen-krankheit**: wie oben, Kanten vermeiden/abpolstern	--
6) Anfallsleiden	5%	**Epilepsie**: Unbedenklichkeits-bescheinigung Arzt	Regelmäßige/ intensive Anfälle

MRK-relevante Merkmale schwerbehinderter Produktionsmitarbeiter

Merkmale der Personas

Merkmal	Fr. Bäumler	Hr. Hemidi	Hr. Wegner	Fr. Herzog
Soziodemo-grafische Merkmale	Kauffrau, 35 J., verheiratet, 1 Kind, deutsch	Elektriker, 42 J., verheiratet, 4 Kinder, syrisch	Fachkraft Lager-logistik, 45 J., ledig, deutsch	Hausfrau, 62 J., geschieden, kinderlos, deutsch
Einschränkung - physisch -	Beinamputation nach Verkehrs-unfall, Rollstuhl	Keine	Kleinwüchsig, Sehbehinderung	Gehörlos, Rheuma/Schmerz
Einschränkung - psychisch -	Depressive Verstimmungen	PBTS nach Kriegserfahrung, Sprachbarriere	Lernbehinderung	Psychotische Phasen
Arbeits-verhalten	Zuverlässig; häufige Fehl-zeiten/ Krankheit	Kurze Einlern-zeiten; tlw. Leistungstiefs	Qualitäts-abweichungen, Fehlerrate	Schwankendes Arbeitstempo
Sozial-verhalten	Extrovertiert bis zurückgezogen	Zurückhaltend, bescheiden, still	Häufiges Beschweren, soziale Konflikte	Unauffällig bis reizbar, apathisch in psychot. Phase
Ergonomie Anforderungen	Tischhöhe, eingeschränkte manuelle Reichweite	Ruhige Umgebung	Anpassung Tisch-/ Stuhlhöhe, eingeschränkte Reichweite	Dynamische Arbeitshaltungen (Sitzen/Stehen), Reichweite
Sicherheit Anforderungen	Scherkanten zw. Rollstuhl/Tisch	Gewöhnung Geräusch/Nähe APAS	Keine	Verhalten in psychotischen Phasen => APAS
Führung Anforderungen	Beobachtung, Ansprache	Beruhigung, Vertrauens-aufbau, klare Instruktionen	Lange Einlern-phasen, Qualitäts-kontrolle, Kon-fliktschlichtung	Beobachtung, Ansprache
Bisherige Arbeitsplätze bei ISAK	Lackierträger-bestückung, Qualitätsprüfung Tastaturfeld	Duschkopf-montage, Formschlauch-kontrolle	Optische Qualitätsprüfung Dichtungs-ringe/Formteile	Montage/ Prüfung Kolbenringe/ Führungsbänder

Merkmal	Fr. Bäumler	Hr. Hemidi	Hr. Wegner	Fr. Herzog
Soziodemo-grafische Merkmale	Kauffrau, 35 J., verheiratet, 1 Kind, deutsch	Elektriker, 42 J., verheiratet, 4 Kinder, syrisch	Fachkraft Lager-logistik, 45 J., ledig, deutsch	Hausfrau, 62 J., geschieden, kinderlos, deutsch
Einschränkung - physisch -	Beinamputation nach Verkehrs-unfall, Rollstuhl	Keine	Kleinwüchsig, Sehbehinderung	Gehörlos, Rheuma/Schmerz
Einschränkung - psychisch -	Depressive Verstimmungen	PBTS nach Kriegserfahrung, Sprachbarriere	Lernbehinderung	Psychotische Phasen
Arbeits-verhalten	Zuverlässig; häufige Fehl-zeiten/ Krankheit	Kurze Einlern-zeiten; tlw. Leistungstiefs	Qualitäts-abweichungen, Fehlerrate	Schwankendes Arbeitstempo
Sozial-verhalten	Extrovertiert bis zurückgezogen	Zurückhaltend, bescheiden, still	Häufiges Beschweren, soziale Konflikte	Unauffällig bis reizbar, apathisch in psychot. Phase

Ausgangsarbeitsplatz: Handhebelpresse Düsenmontage

Zusammenfügen von zwei Düsenelementen für Duschkopf

Aufgabe 1

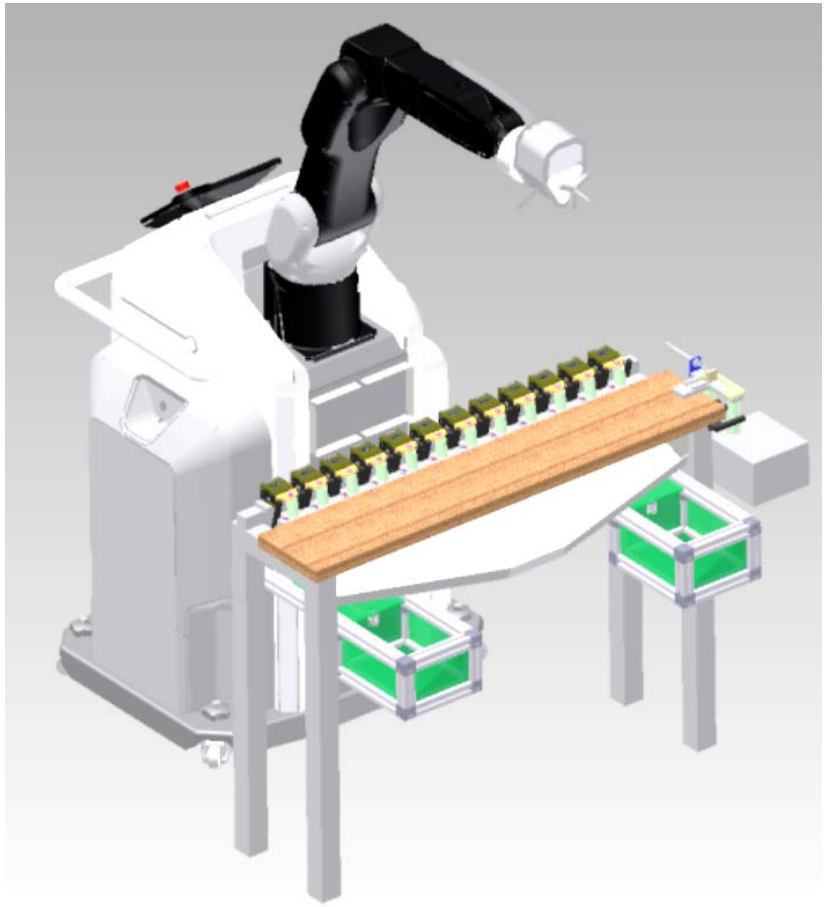
- Lagerichtige Positionierung von zwei Düsenelementen auf Handhebelpresse
- Zusammendrücken der zwei Elemente mittels Hand-hebelpresse

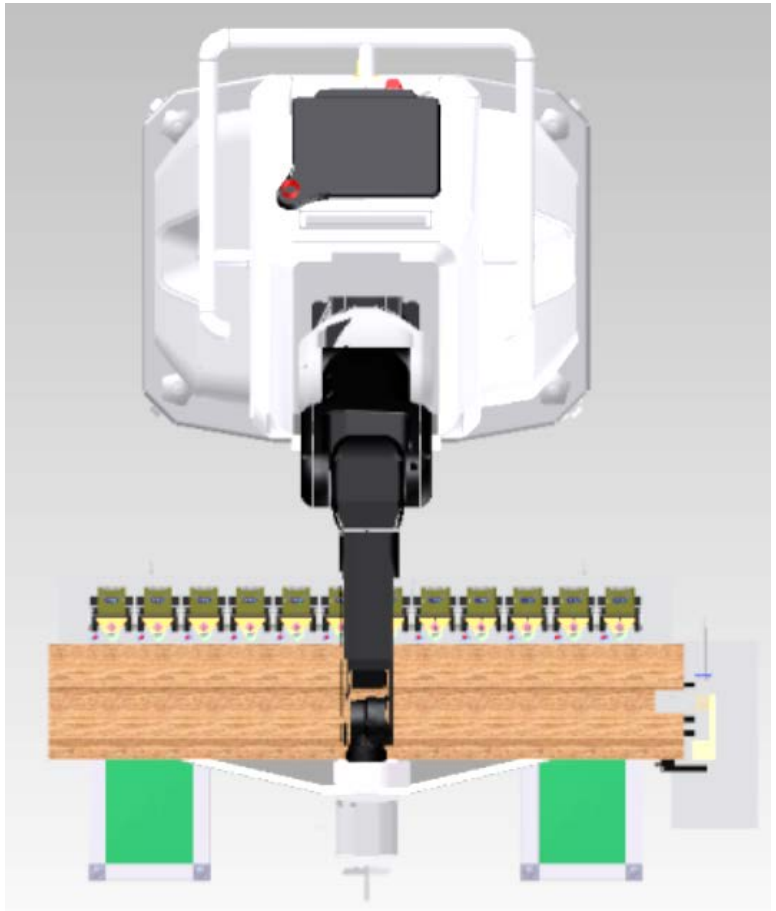
Aufgabe 2

- Prüfen der Maßhaltigkeit der zusammengefügten Düsenelemente mittels Prüfschiene
- Aussondern von fehlerhaften Teilen

Entwurf 1: Mensch-Robotik-Einzelarbeitsplatz

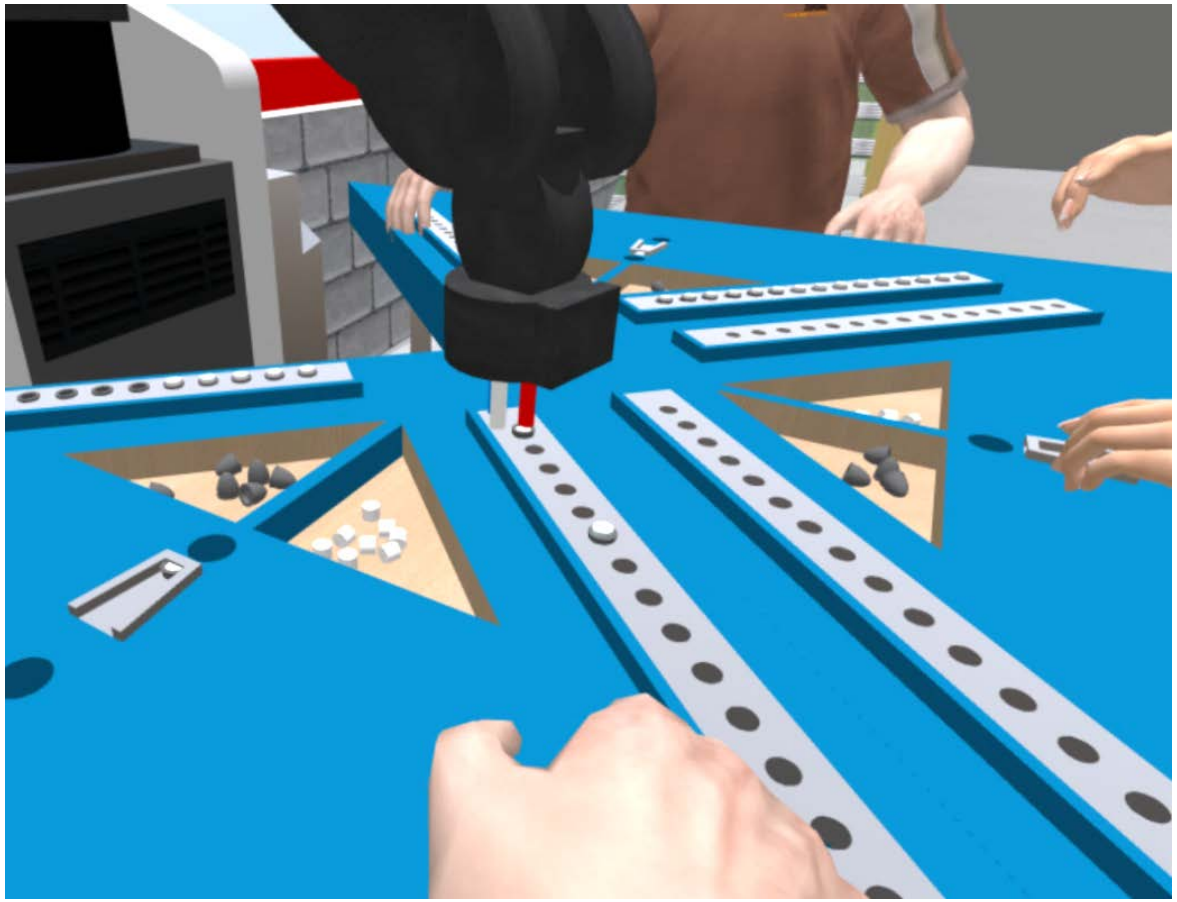
APAS prüft Düsenelemente optisch, i.O.-Teile fallen in Sammelschublade





Entwurf 2: Kooperativer Arbeitsraum

Links-/rechtseitige manuelle Bewegungseinschränkung ausgleichen

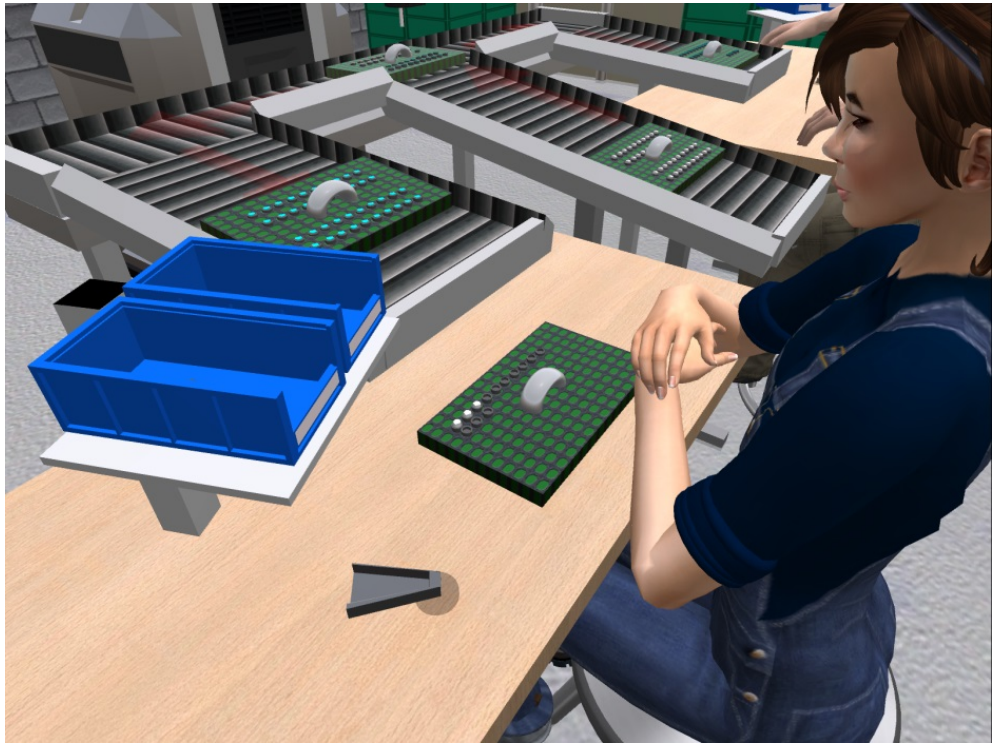


Entwurf 3: L-Form integriert Bestück- und Prüfaufgaben

Pufferfunktion durch Drehscheibe für Bestücken, Prüfen an rechtem Tisch

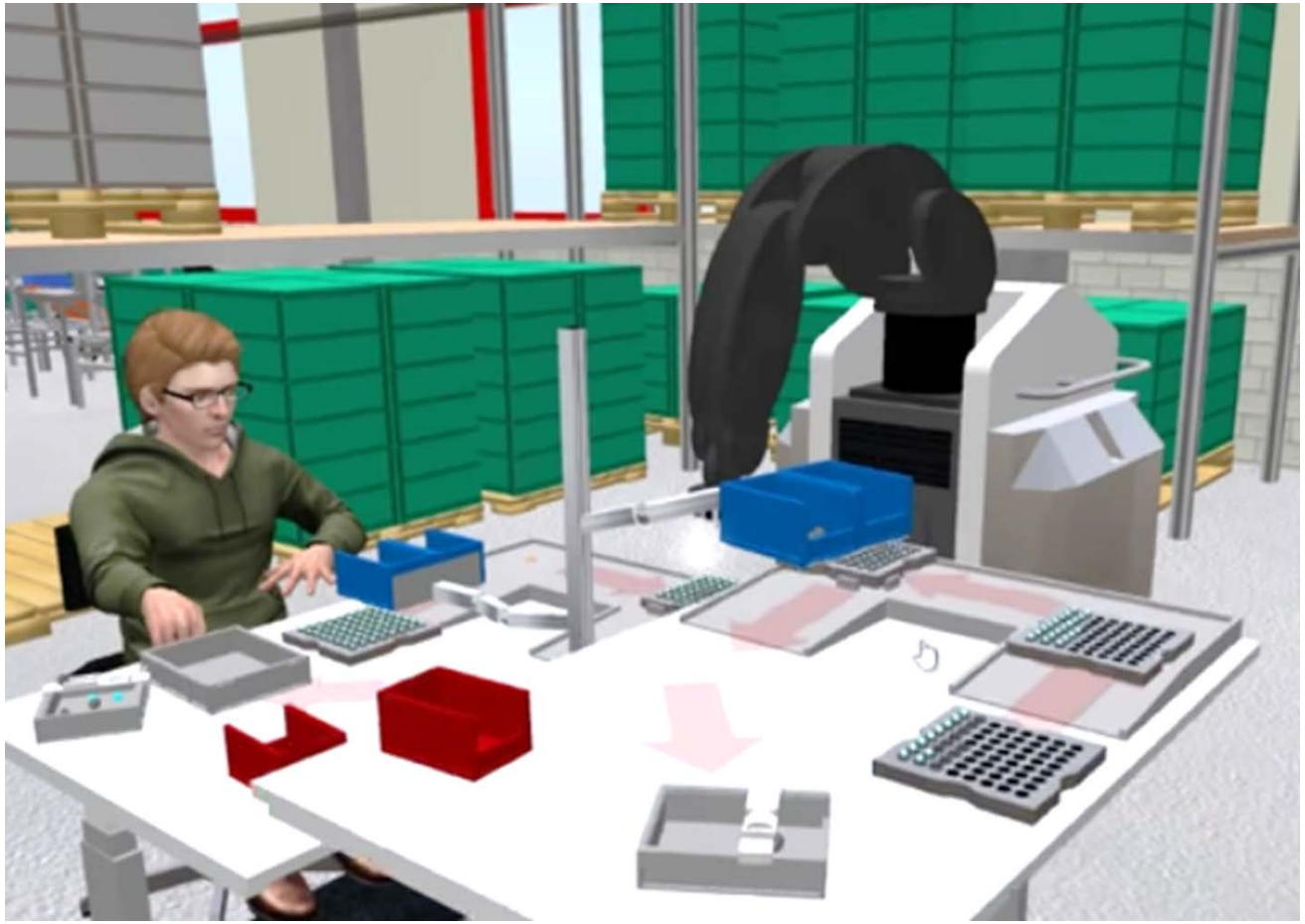
Entwurf 4: 2er-Arbeitsplatz mit Rollenbahn

Rollenbahn und Werkstückträger ermöglichen Flexibilität



Entwurf 5: 2er-Arbeitsplatz, höhenverstellbare Tische

Greifarm gleicht Tischhöhendifferenz aus – gemeinsamer Arbeitsbereich von Mensch und Roboter



Abstimmung mit den Berufsgenossenschaften

Besprechung Sicherheitskonzept im MRK-Labor der Robert Bosch GmbH

Individuelle Gefährdungsbeurteilung für Mensch-Robotik-Kollaboration

Besonderheiten der Mitarbeiter-Zielgruppe berücksichtigen

Gefährdungsbeurteilung

Kollaborierende Robotersysteme

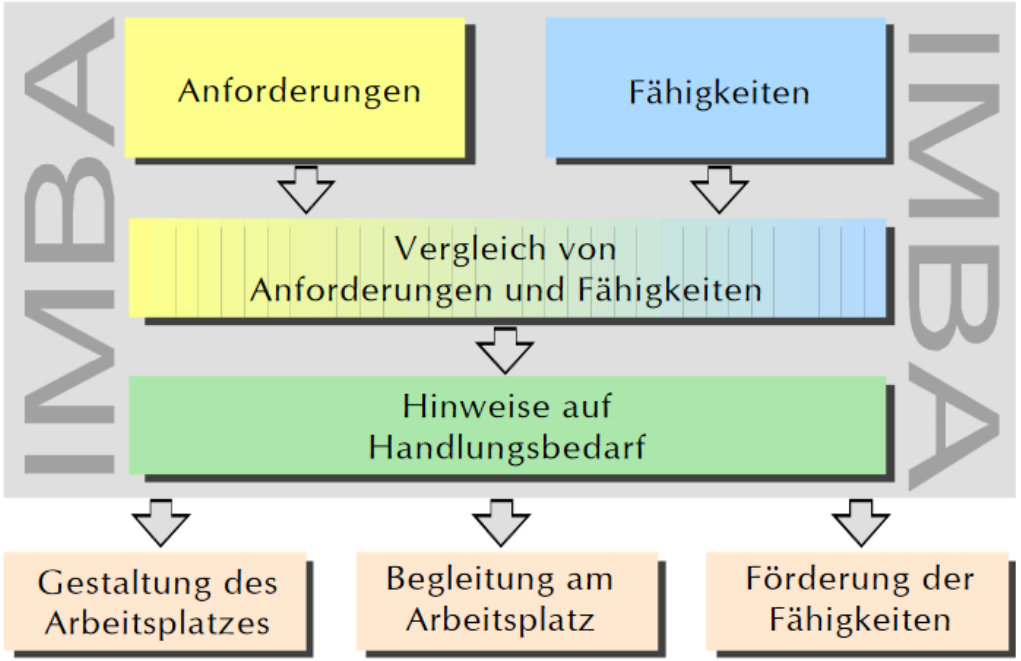
DGUV

Gefährdung	Risiko	Schutzmaßnahme
Mechanische Gefährdung des Werkers – Unbeabsichtigter Kontakt mit gefahrbringenden Bewegungen	Hoch	– Sichere Arbeitsräume für Roboter einschl. Werkzeug nach PLd, Kategorie 3, (Risikobewertung des Herstellers anfordern) – Ausschluss von Kopf und Hals vom Arbeitsbereich (Risikobewertung des Herstellers anfordern) – Messung von Kraft- und Druckgrenzwerten vor Inbetriebnahme (Messprotokolle anfordern), gerundete Kanten – Einsatz nur von gesunden Mitarbeitern Wiederkehrende Messungen durch jährl. Prüfung – Freigabe von veränderten Programmen, Werkzeugen und Werkstücken – Mitarbeiterschulung vor Inbetriebnahme – Ausreichende Beleuchtung
Mechanische Gefährdung von Programmierern, Einrichtern und Instandhaltern – Unbeabsichtigter Kontakt mit gefahrbringenden Bewegungen	Hoch	– Betriebsartenwahlschalter, Zustimmschalter und reduzierte Geschwindigkeit (Risikobewertung des Herstellers anfordern) – Safety-Programmierer qualifizieren
Mechanische Gefährdung von Besuchern – Unbeabsichtigter Kontakt mit gefahrbringenden Bewegungen	Gering	– Besucher nur in Begleitung – Schwarz/gelbe Schraffur am Boden – Vermeidung von Stolperstellen – Keine Bedienknöpfe im Arbeitsbereich – Not-Halt leicht erreichbar
Psychische Gefährdung – Eingeklemmtsein nach einem Sicherheitsstopp – Überforderung, Stress, Arbeitstempo	Mittel	– Knopf zum Entlasten der Achsen vom Hersteller fordern – Einweisung der Mitarbeiter in Notsituationen, Fluchtwege vorsehen – Betriebsanweisung leicht verständlich an der Anlage anbringen – Durch biomechanische Grenzwerte keine hohen Geschwindigkeiten möglich
Ergonomie – Ungünstige Körperhaltung	Mittel	– Positionierung des Roboters auf Sockel oder hängend – Optimierte Bahnplanung - erste Bewegung vom Werker weg (Sichtprüfung)
Elektrische Gefährdung – Elektrischer Schlag, statische Aufladung	Mittel	– Ausführung der Anlage nach EN 60204-1 (EG-Konformität)

Individuelle Risikoabsicherung für Mensch-Robotik-Kollaboration

Sicherheit mitarbeiterspezifisch gewährleisten

IMBA: Profilvergleich



	Anforderungsprofile		
IMBA Hauptmerkmale	**Handhebelpresse**	**MRK-Arbeitsplatz**	**Differenz**
Geneigt/Gebückt	0	1	1
Rumpfbewegungen	1	2	1
Armbewegungen	5	2	-3
Bewegungs- und Stellungsempfinden	2	3	1
Physische Ausdauer	4	3	-1
Feinmotorik	3	4	1
Antrieb	4	3	-1
Ausdauer	5	4	-1
Kontaktfähigkeit	0	1	1
Mißerfolgstoleranz	2	3	1
Teamarbeit	0	2	2
Verantwortung	3	4	1

Individuelle Risikoabsicherung für Mensch-Robotik-Kollaboration

Mitarbeiter-Befragung

Bewertung Ausgangs-Arbeitsplatz: Handhebelpresse

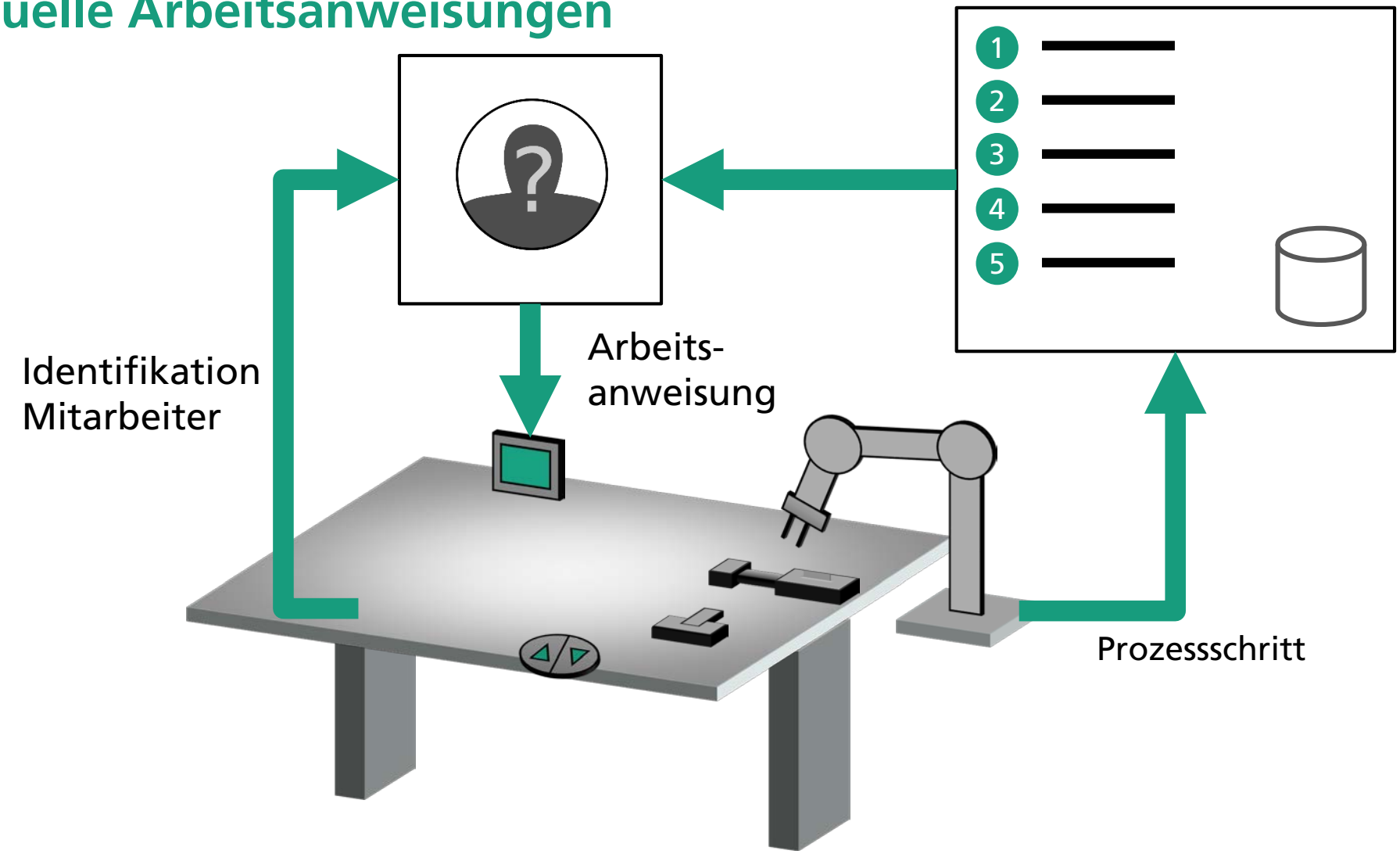
	Fragen zur Arbeit mit der Handhebelpresse	Nein	Eher Nein	Eher Ja	Ja
1.	Ich kann die Arbeit an der Handhebelpresse tun.	-	-	1	7
2.	Die Handhebelpresse kann ich einfach bedienen.	-	-	2	6
3.	Mir tut durch die Arbeit mit der Handhebelpresse nichts weh.	1	2	4	1
4.	An der Handhebelpresse kann ich das Material und die Prüfkiste so hinstellen, dass ich gut drankomme.	-	1	-	7
5.	An der Handhebelpresse bestimme ich meine Geschwindigkeit selbst.	-	-	2	6
6.	Das Wechseln zwischen Handhebelpresse und Prüfschiene finde ich gut.	1	-	3	4
7.	Beim Arbeiten mit der Handhebelpresse kann ich mit Kollegen reden.	-	2	5	1
8.	Die Arbeit mit der Handhebelpresse finde ich interessant.	-	4	2	2

Demonstrationstag AQUIAS

10.05.2017, ISAK gGmbH, Sachsenheim

Anwendungsfall

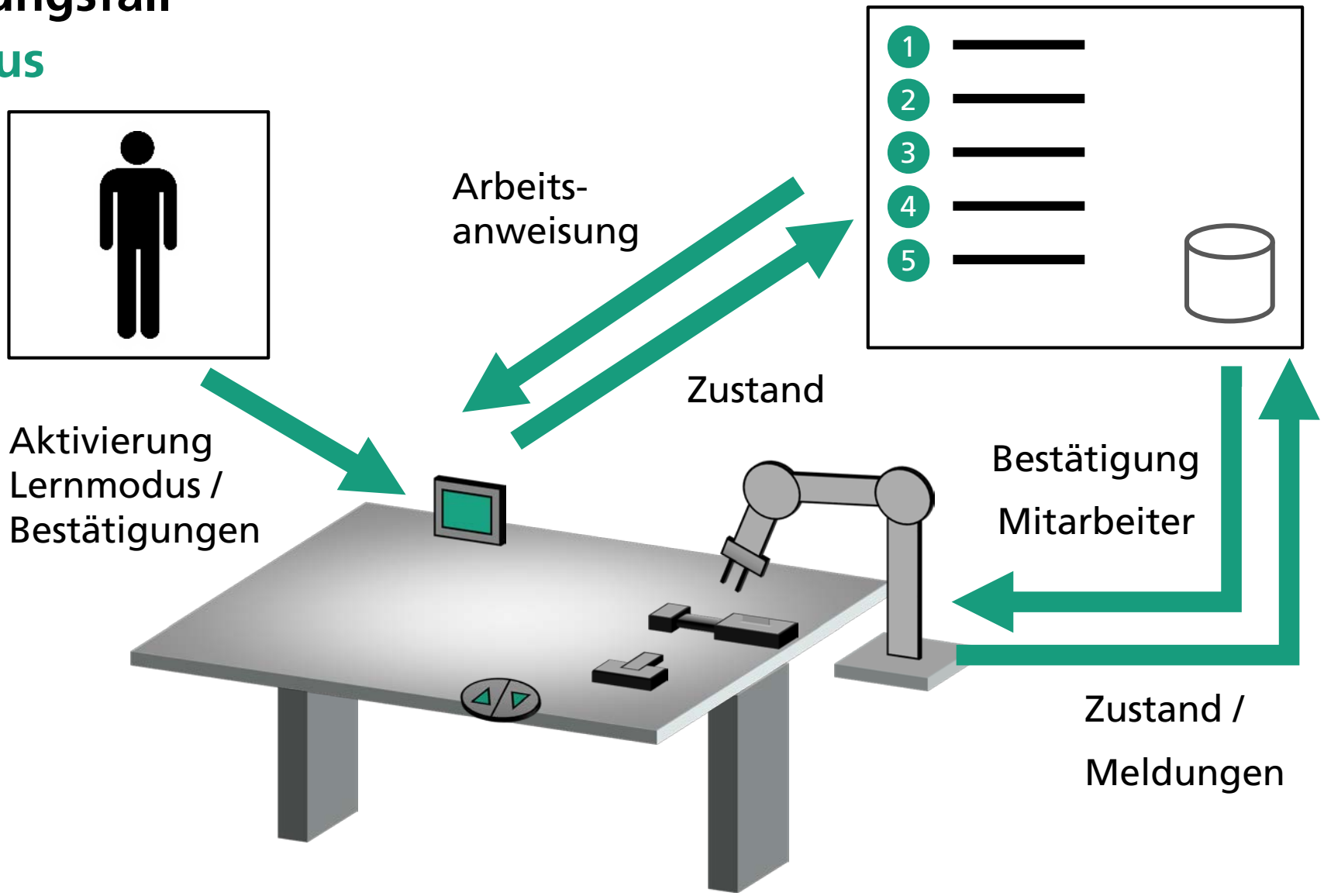
Individuelle Arbeitsanweisungen



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
Wissenschaftsjahr | 2018
ARBEITSWELTEN DER ZUKUNFT
AQUIAS Teilhabe durch Robotik
ISAK GmbH
BOSCH Technik fürs Leben
Fraunhofer IAO
Fraunhofer IPA

Anwendungsfall

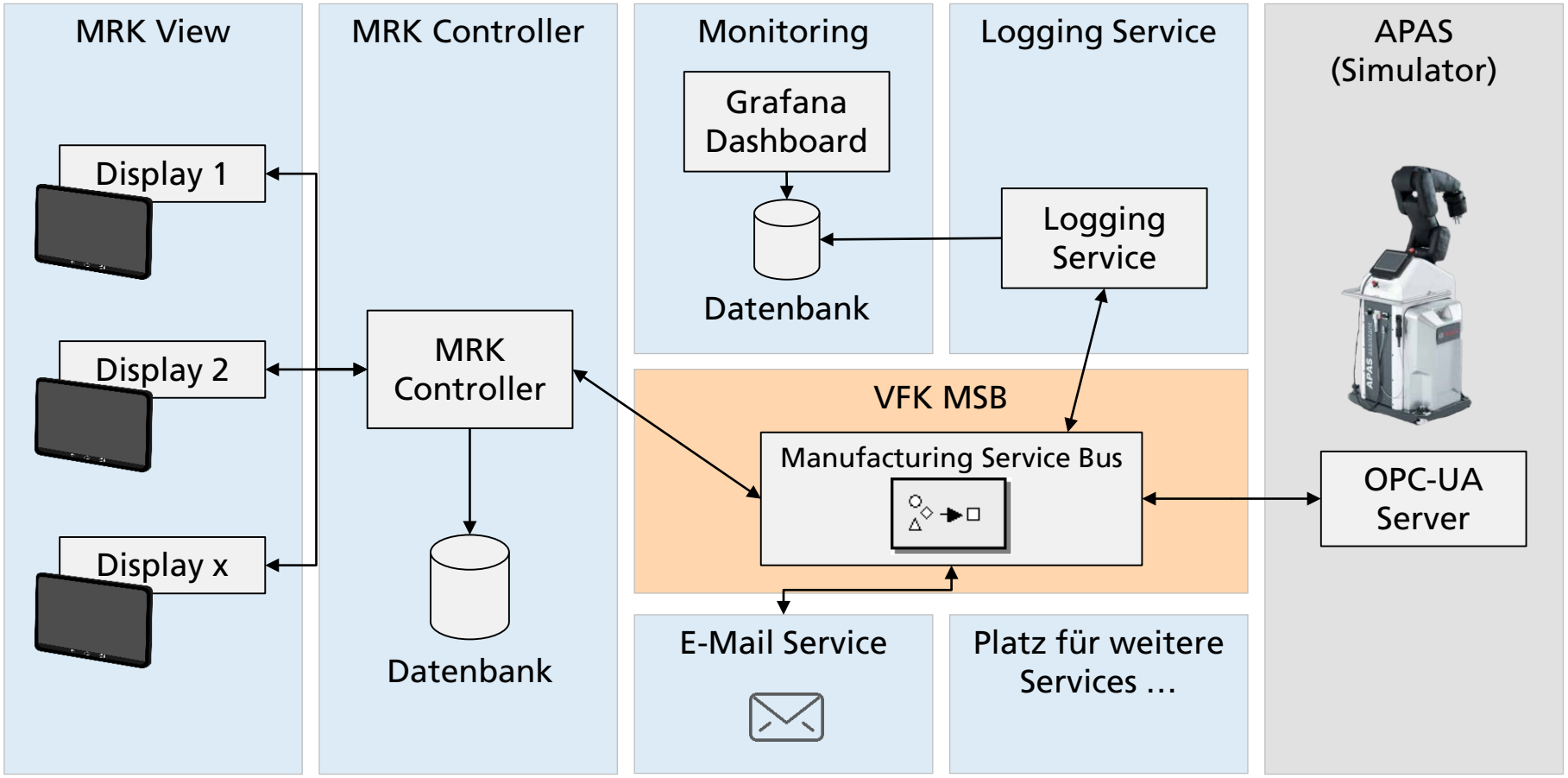
Lernmodus



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
Wissenschaftsjahr | 2018
ARBEITSWELTEN DER ZUKUNFT
AQUIAS Teilhabe durch Robotik
ISAK GmbH
BOSCH Technik fürs Leben
Fraunhofer IAO
Fraunhofer IPA

Digitaler Arbeitsplatz

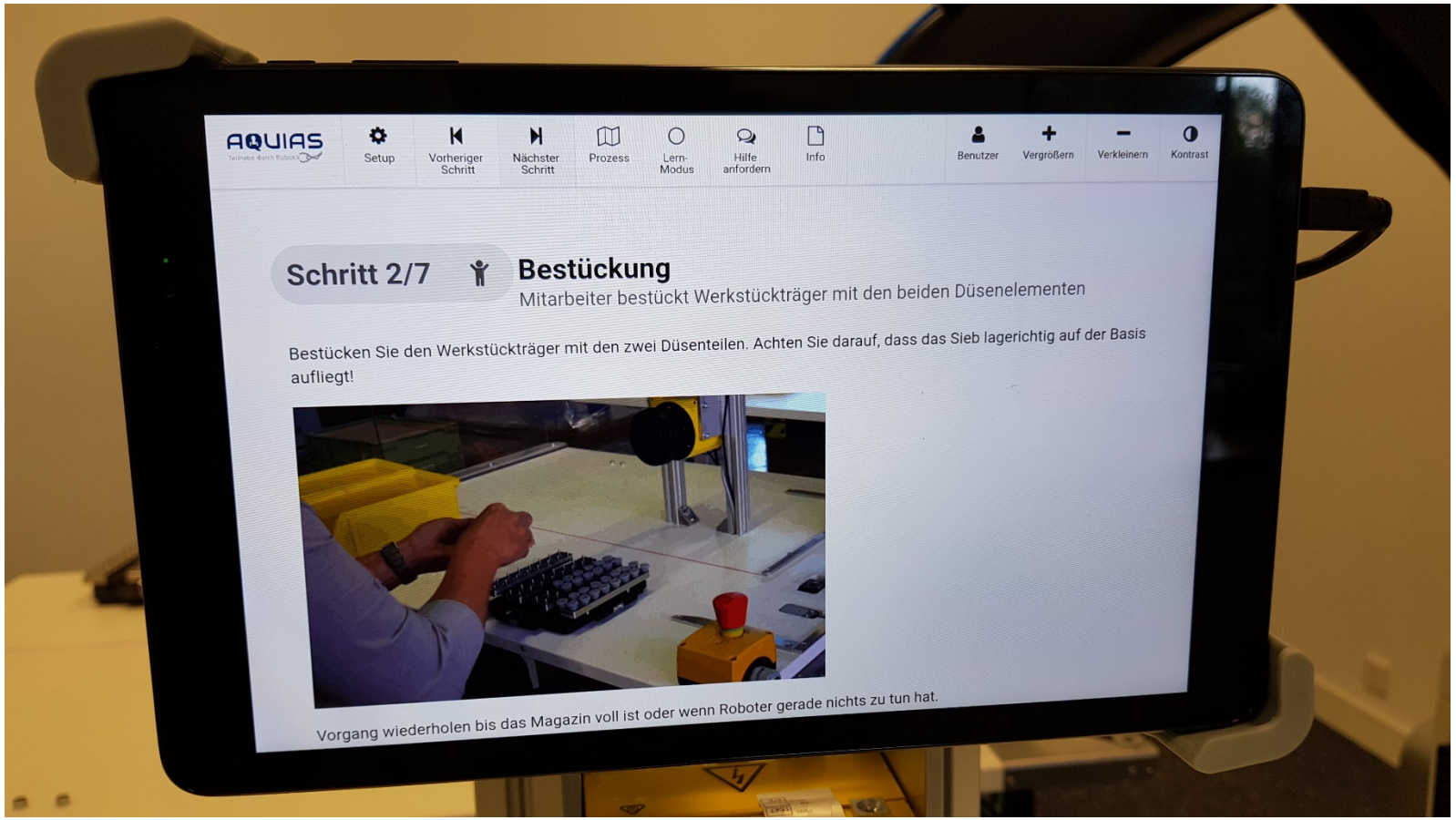
Architektur



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
Wissenschaftsjahr | 2018
ARBEITSWELTEN DER ZUKUNFT
AQUIAS Teilhabe durch Robotik
ISAK GmbH
BOSCH Technik fürs Leben
Fraunhofer IAO
Fraunhofer IPA

Digitaler Arbeitsplatz

Screenshot



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
Wissenschaftsjahr | 2016
ARBEITSWELTEN DER ZUKUNFT
AQUIAS Teilhabe durch Robotik
ISAK GmbH
BOSCH Technik fürs Leben
Fraunhofer IAO
Fraunhofer IPA

AQUIAS: MRK-Arbeitsplatz für Schwerbehinderte

Vorteile auf einen Blick

Arbeitsqualität
- Nur belastende Aufgaben wandern vom Mensch zum Roboter
- Lernsystem, Kommunikation

Ergonomie
- Dynamisch anpassbare Tischhöhe
- Roboter gleicht Reichweiten-Einschränkung von Mitarbeitern aus

Sicherheit
- Sichere Übergabe Werkstückträger
- Integrierte Kollisionsvermeidung

Inklusion
- Robotik-Arbeitsplatz für Schwerbehinderte geeignet
- Integration von Schwerbehinderten in die Arbeitswelt

Agenda
Nachmittag

12.15 Uhr	Gemeinsames Mittagessen und Erfahrungsaustausch
13.00 Uhr	**Führungen zu den Projekt-Demonstratoren**
14.00 Uhr	Kaffeepause
14.15 Uhr	**Zukunftsszenarien zur Servicerobotik und Mensch-Roboter-Kollaboration der Projekte SeRoDi und AQUIAS** *David Kremer, Fraunhofer IAO, Stuttgart* *Christian Schiller, IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart*
14.30 Uhr	**Mit Robotern macht die Arbeit Spaß: Wird die Vision Wirklichkeit?** Plenumsdiskussion *Moderation: David Kremer, Fraunhofer IAO, Stuttgart*
15.30 Uhr	Ende der Veranstaltung

© Fraunhofer IAO, IAT Universität Stuttgart

Führungen zu den Demonstratoren

Gruppeneinteilung

Beginn: AQUIAS-Demonstratoren,
Industrie-Robotik
Raum 109, Fraunhofer IAO

Beginn: SeRoDi-Demonstratoren,
Pflege-Robotik
Neubau, Fraunhofer IPA

Presse-Führung
Nur Presse-Vertreter

Führung Gelb
Gelber Punkt auf Namensschild

Führung Blau
Blauer Punkt auf Namensschild

Führung Grün
Grüner Punkt auf Namensschild

Sie werden im Foyer IAO / vom Mittagessen abgeholt!

© Fraunhofer IAO, IAT Universität Stuttgart