EINFLUSS WIRD INDUSTRIE 4.0 AUF UNSERE FABRIKEN UND FABRIKPLANUNG HABEN?

Prof. Dr.-Ing. T. Bauernhansl, Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

21. April 2016

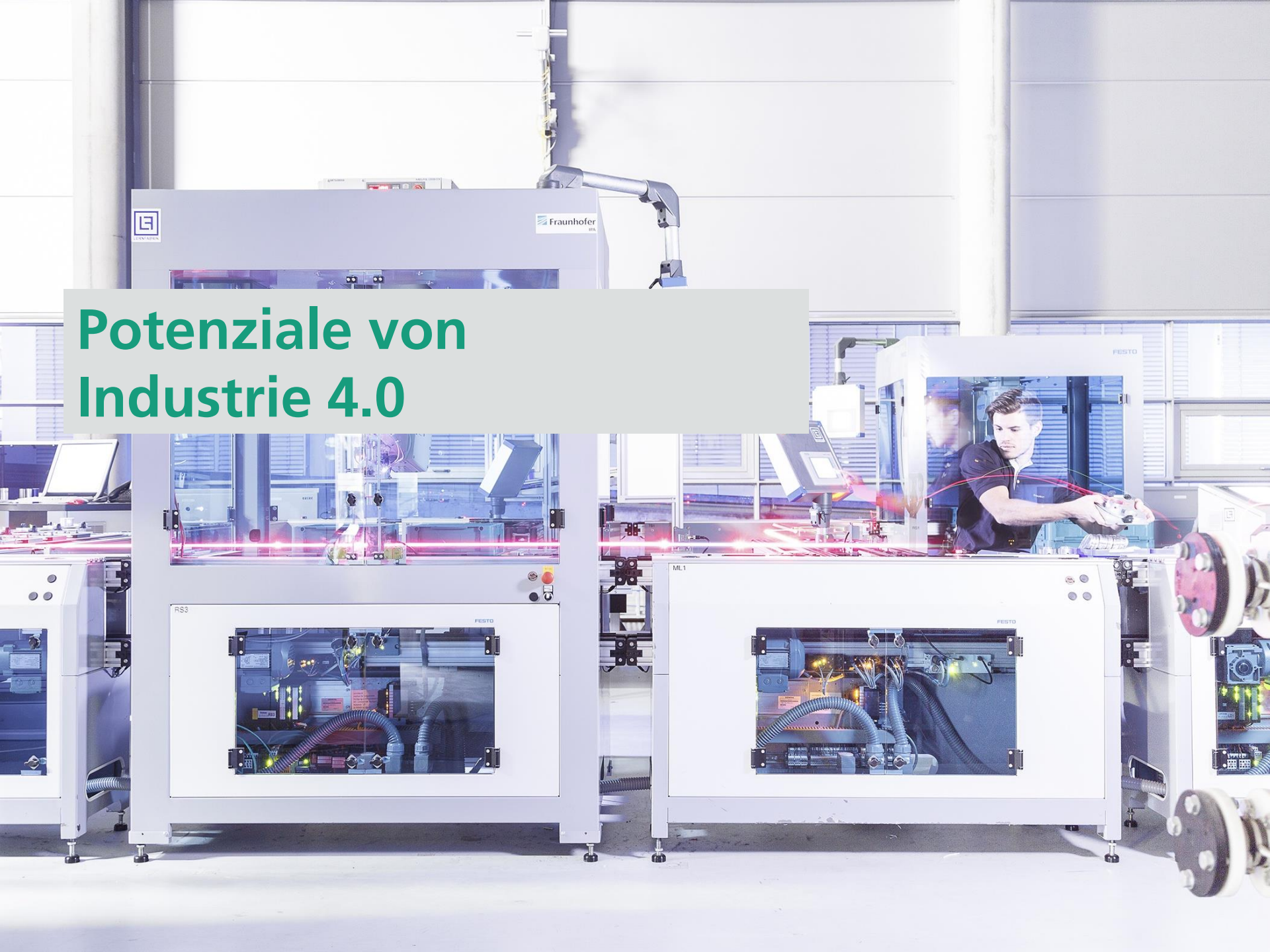
© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF

Fraunhofer IPA

Potenziale von Industrie 4.0



Herausforderungen und Erfolgsfaktoren für die Industrie

Maximale Kundennähe bei höchster Produktivität

Herausforderungen

- **Globaler Wettbewerb um Wertschöpfung**
- **Personalisierung aus Sicht des Kunden**
- **Regionalisierung von Produktarchitekturen und Wertschöpfung**
- **Time-to-market und Lieferperformance (Geschwindigkeit)**
- **Nachhaltigkeit des gesamten Produktlebenszyklus**
- **Produktivität (Ressourceneffizienz, Wertschöpfungsorientierung)**
- **Volatilität der Märkte**
- **Demographischer Wandel**
- **Fachkräftemangel**

Erfolgsfaktoren

- **Erweitertes Wertschöpfungssystem**
  (Ecosystem, Geschäftsmodell, Kunden- und Lieferantenintegration, Kundenorientierung)
- **Umfassende Transparenz**
  (Vertikale und horizontale Vernetzung in Echtzeit, Kommunikationsorientierung)
- **Schnelle Prozessfähigkeit**
  (Big Data, Predictive Analytics, Qualifikation, Lernkurvenorientierung)
- **Hohe Flexibilität und Skaleneffekte**
  (Alles wird zum Service/ XaaS, Dezentralisierung, Vernetzung, Serviceorientierung)
- **Maximale Effizienz und Verbundeffekte**
  (Zero Waste Technologien, Wandlungsbereitschaft und -fähigkeit, Autonomie, Ressourcenorientierung
- **Neue Sicherheitskultur**
  (Safety, Security und Privacy, Risikoorientierung)
- **Optimale Rahmenbedingungen**
  (Infrastruktur, Finanzierung, Forschungslandschaft, lebenslanges Lernen)

Quelle: Roland Berger, Strategy Consultants, March 2014,
[2]Adjusted for outliers Cyprus, Latvia, Luxemburg, Romania, Greece

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Bausteine der vierten industriellen Revolution

Vernetzung und Rechenleistung öffnet neue Gestaltungs- und Optimierungsdimensionen für Wertschöpfungssysteme (Vertikale Integration)

Infrastruktur (physisch, digital)

Cyber-physisches System

Produktlebenszyklus (wertschöpfend = personalisiert + nachhaltig)

Zusammenarbeit

Physische Systeme (handeln, messen, kommunizieren) | **Menschen** (entscheiden, gestalten, kommunizieren)

Reflektion

Digitaler Schatten (Echtzeitmodell)

Transaktion

Softwaredienst (Machine-Skills, Apps, Plattformdienste)

Interaktion

Cloudbasierte Plattformen (Privat, Community, Public)

Preskription

Analytik (Big Data/maschinelles Lernen)

Kommunikation

Internet of Everything (Menschen, Dienste, Dinge)

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

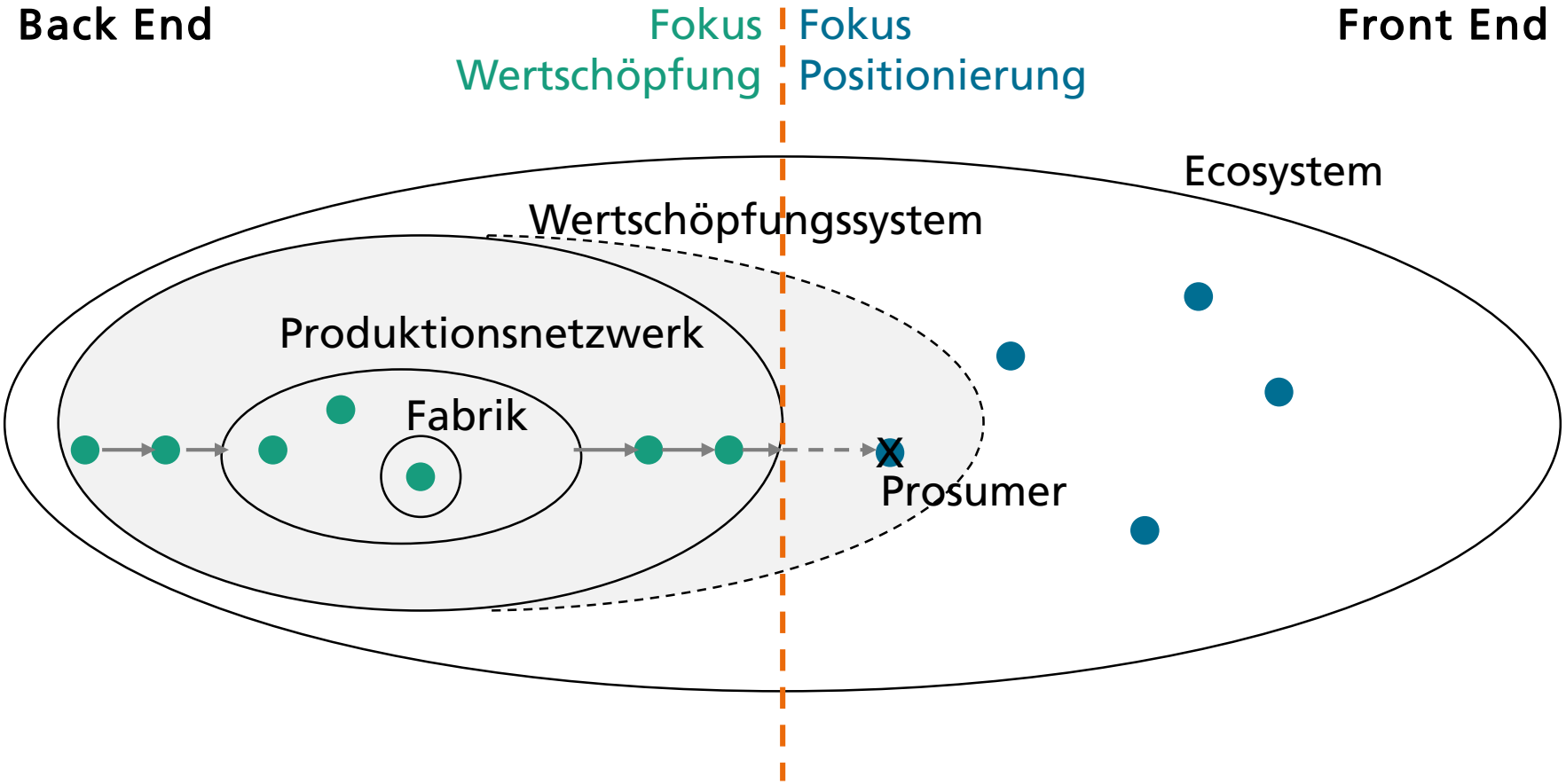
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF

Fraunhofer IPA

Aufbau von Ecosystems

Integrierte Gestaltung von Front und Back End



© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski
Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF
Fraunhofer IPA

Kernthesen für Wertschöpfungsmodelle der Zukunft

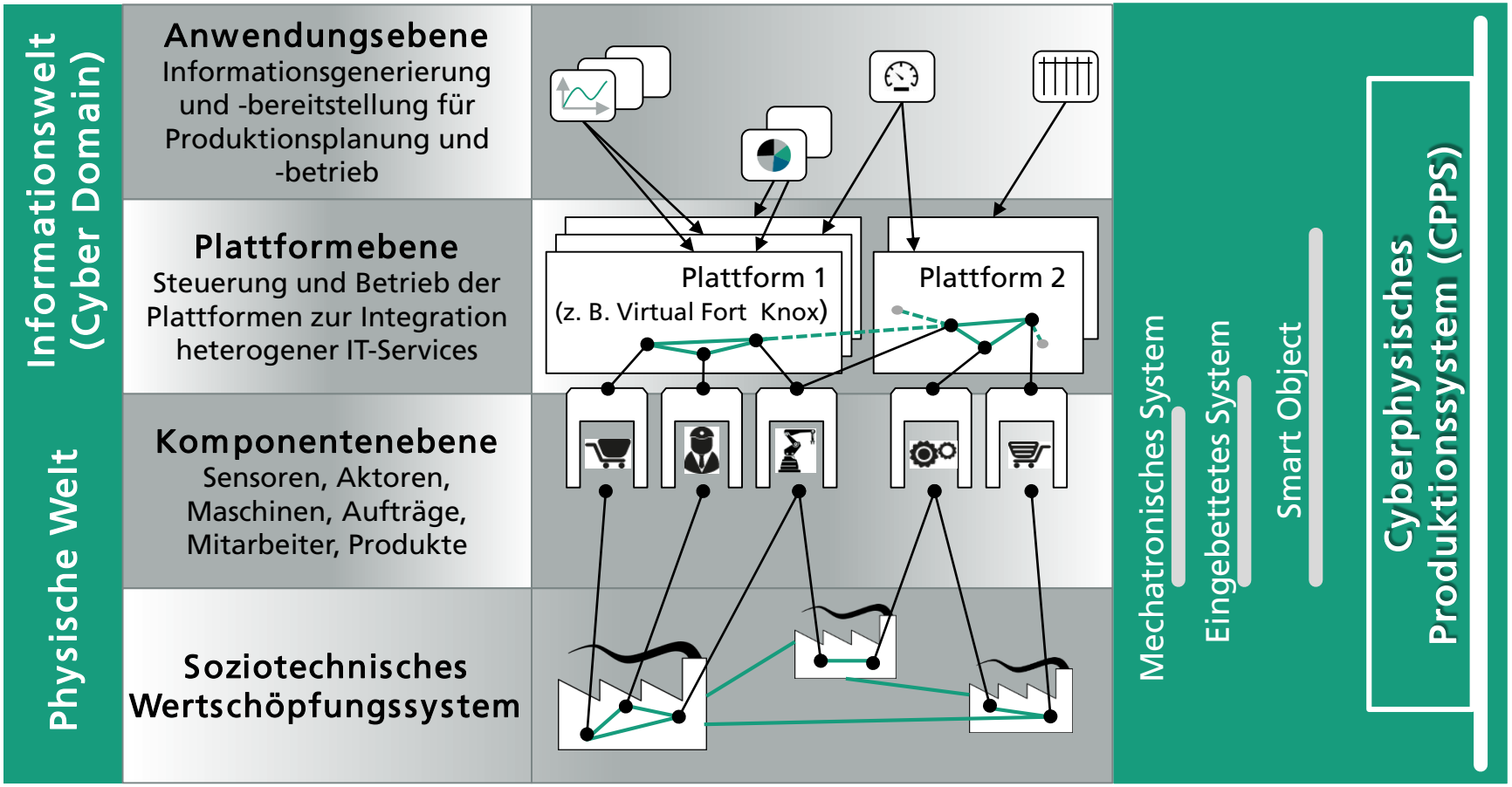
- Optimale Verteilung der Wertschöpfung im Ecosystem (Prosumer, horizontale Integration) führt zu niedrigen Komplexitätskosten und hohen Margen.
- Optimale Verteilung der Funktionalitäten (Services) in der cyber-physischen System-Architektur (Cloud vs. Fog, vertikale Integration) führt zu Skaleneffekten und hoher Funktionsadaptivität entlang des Lebenszyklus.
- Die massendatenbasierte Vorhersage von Zukünften auf Basis des digitalen Schattens der Realität (Echtzeit, Big Data) legt die Grundlage für hohe Prozessfähigkeit komplexer Systeme.
- Die Herstellung von personalisierter Hardware durch prozessfähige, generative Fertigung entscheidet über die Wirtschaftlichkeit.
- Verschwendungsfreie Einbindung der Mitarbeiter durch adaptive und selbstlernende Mensch-Maschine-Schnittstellen (remote und physische Schnittstellen) sorgt für umfassende Akzeptanz im Arbeitssystem.

Bildquelle: faz.net, google.de

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Cyberphysische Produktionssysteme (CPPS)

Das Werkzeug für den digitalen Schatten der Produktion



© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

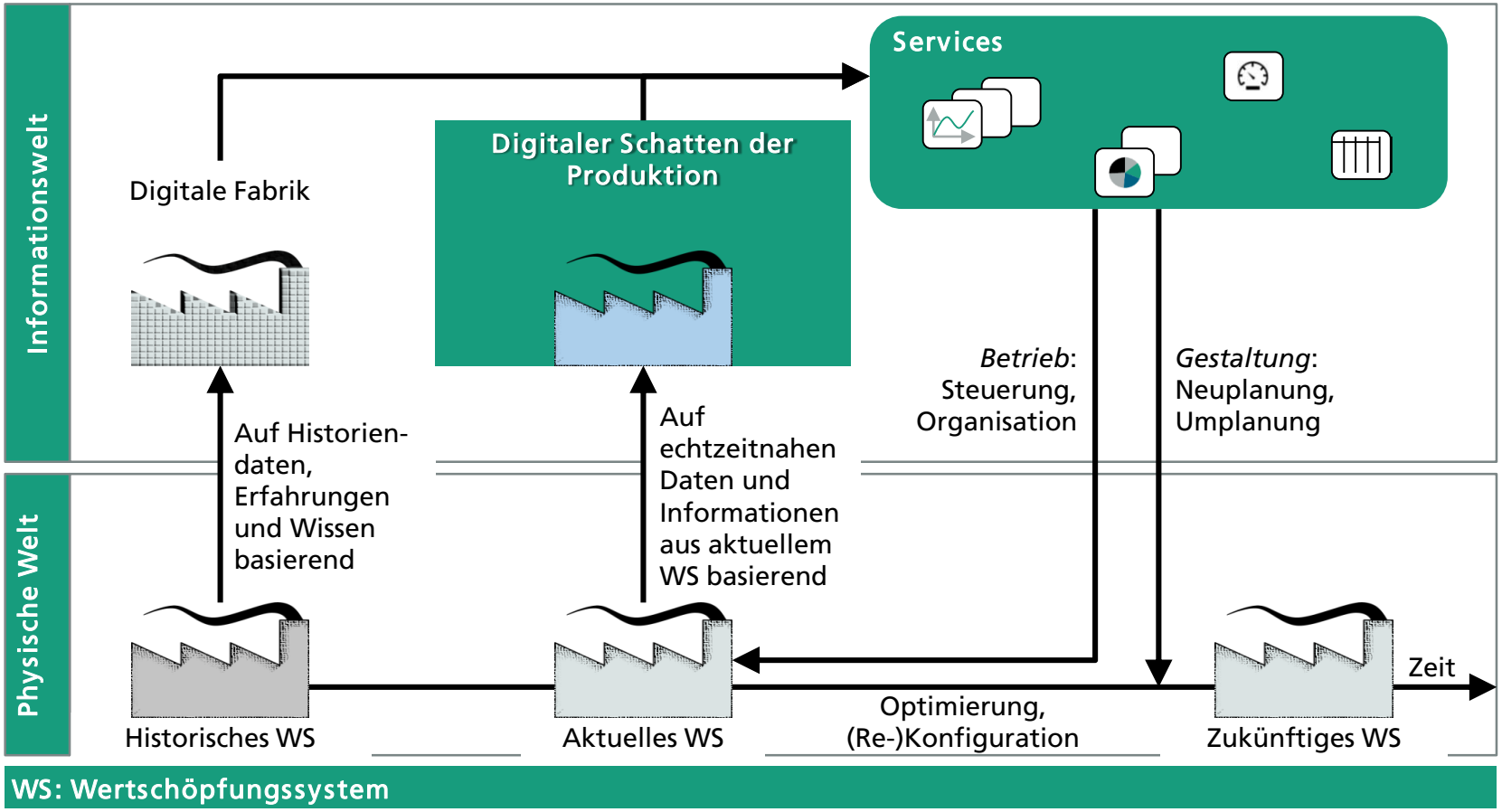
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF

Fraunhofer IPA

Der digitale Schatten der Produktion

Der nächste Schritt für die Digitale Fabrik



© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

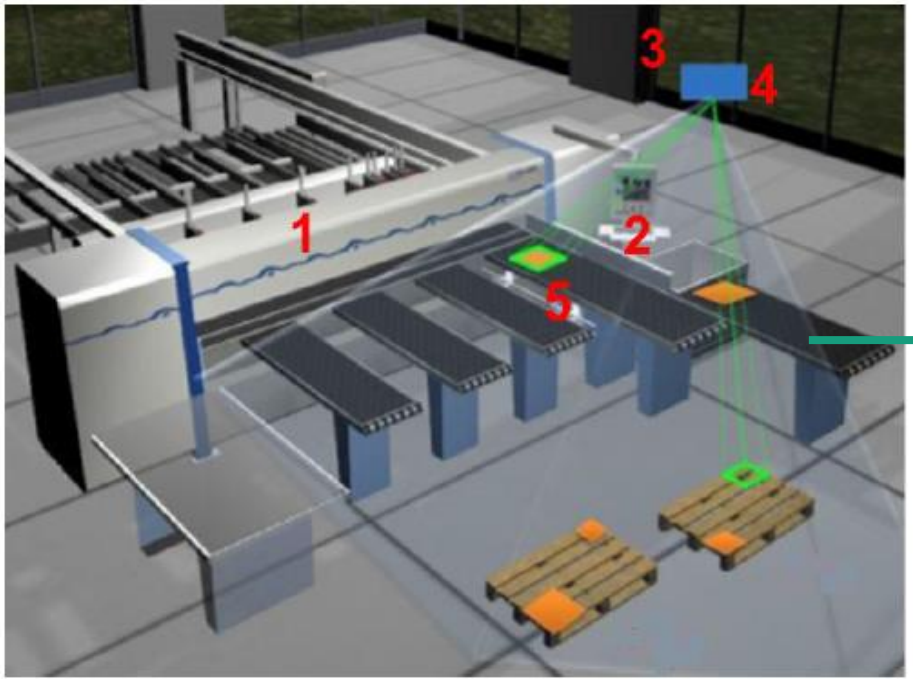
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

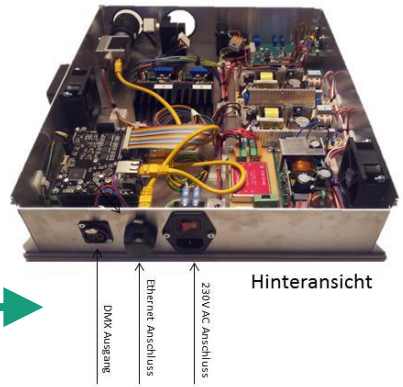
Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF

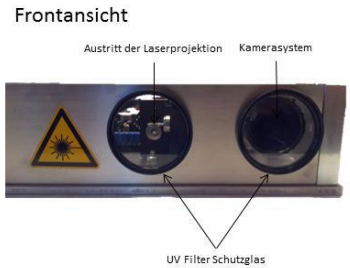
Fraunhofer IPA

Der digitale Schatten der Produktion wird Realität

Anwendungsbeispiel: Werkerführung







Beispiel:
Sensorbox mit integrierter Laserprojektion zur Werkerführung

1. Fertigungsmaschine
2. Benutzerschnittstelle (z. B. Maschinenterminal)
3. Bauteilidentifikation (z. B. optischer Sensor)
4. Werkerführung (z. B. Laser Projektion)
5. Bauteil

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski
Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF
Fraunhofer IPA

Zusammenarbeit: Physische Systeme und Menschen

Die Smarte Fabrik organisiert sich dezentral und selbst in Echtzeit

Cyber-physische Systeme (z.B. Maschinen, Anlagen)

- haben eine Identität
- kommunizieren unter-einander und mit der Umgebung
- konfigurieren sich selbst (Plug and Produce)
- speichern Informationen

dezentrale Selbst-organisation in Echtzeit

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski
Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF
Fraunhofer IPA

Beispiel: Sense&Act

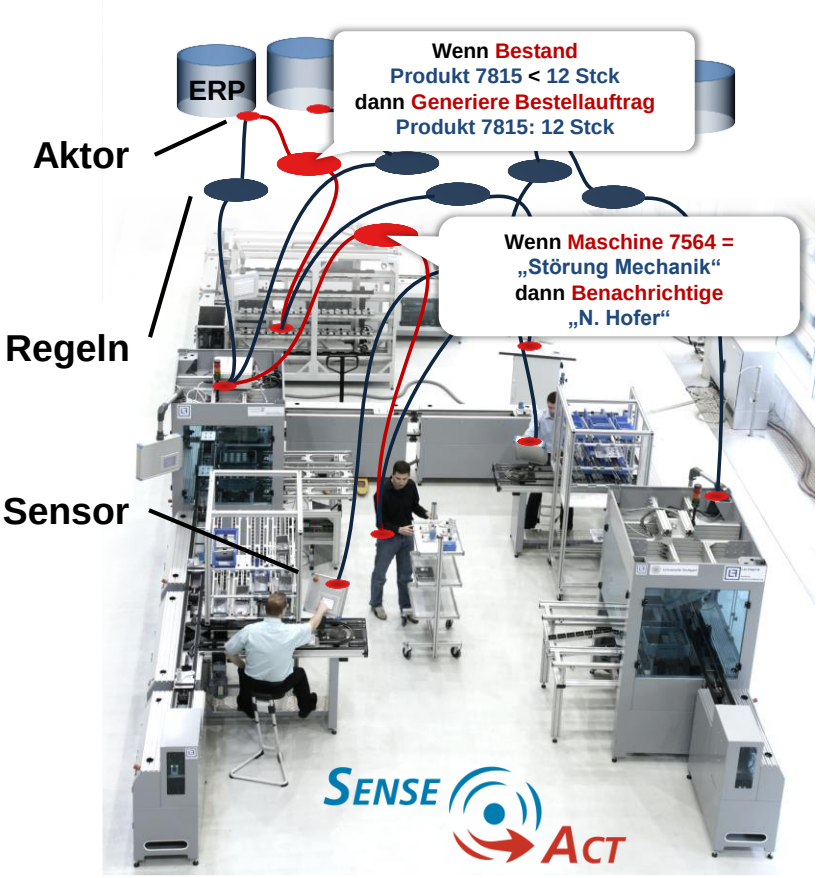
Regelbasierte Produktions- und Logistiksteuerung

Funktion

- Einfaches Erstellen von individuellen Regeln zur Vernetzung der Produktion
- Überwachung der Sensorwerte
- Automatisches Auslösen definierter Aktionen

Nutzen

- Flexibilisierung der Vernetzung
- Einfache Anpassung an Unternehmen und Situationen
- Ermöglicht regelbasierte Produktion
- Wandlungsfähige Produktions-IT



© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski
Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF
Fraunhofer IPA

Analytik: Herausforderungen im Umgang mit Big Data-Perspektivenwechsel

Umgang mit komplizierten Zusammenhängen	Umgang mit komplexen Zusammenhängen
Komplizierte Zusammenhänge werden systematisch analysiert (Kausalität)	Komplexe Zusammenhänge werden nicht mehr auf ihre Ursache hin untersucht (Korrelation ersetzt Kausalität)
Dabei wird das komplizierte Geflecht in überschaubarere Einheiten aufgeteilt und Abhängigkeiten untereinander werden untersucht	Aus der Gesamtheit der verfügbaren Daten werden Regelmäßigkeiten abgeleitet (Mustererkennung, z.B. Verhaltensmuster von Kunden)
Stichprobenanalyse, deduktives Vorgehen	Vollständiges Datenbild wird untersucht, induktives Vorgehen
Frage nach dem „Warum“	Frage nach dem „Was“

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Smarte Optimierung der Produktivität

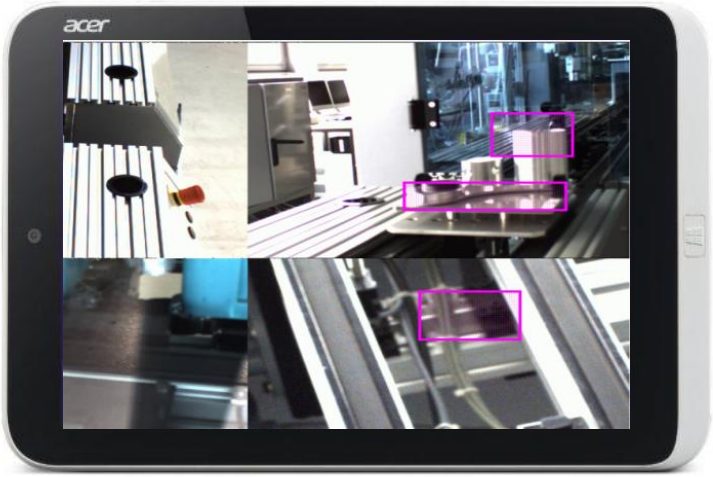
Beispiel: Automatisierte Erkennung von Abhängigkeiten zwischen Prozessen und Ableiten von Verbesserungspotenzialen

Durch

- „Minimalinvasive“ Prozessbeobachtung mit Kameras ohne aufwendige Systemintegration
- Merkmalsbasierte Konfiguration und Wiedererkennung von Zuständen in den Videos mittels adaptiver Auswertealgorithmen

Vorteile

- Echtzeitnahe Prozessanalyse mit direkter Zuordnung von Verlustursachen
- Ermittlung und quantitative Bewertung von Potenzialen zur Prozessoptimierung
- Ständige Transparenz durch Bereitstellung der Störungen und Anlagenzustände für Bediener und Planer



© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF

Fraunhofer IPA

Unternehmenspotenziale durch Industrie 4.0

Experten erwarten eine Gesamt-Performance-Steigerung von 30–50 % in der Wertschöpfung

Abschätzung der Nutzenpotenziale

Kosten	Effekte	Potenziale
Bestandskosten	■ Reduzierung Sicherheitsbestände ■ Vermeidung Bullwhip- und Burbidge-Effekt	**-30 bis -40 %**
Fertigungskosten	■ Verbesserung OEE ■ Prozessregelkreise ■ Verbesserung vertikaler und horizontaler Personalflexibilität ■ Einsatz von Smart Wearables	**-10 bis -30 %**
Logistikkosten	■ Erhöhung Automatisierungsgrad (milk run, picking, …) ■ Smart Wearbles	**-10 bis -30 %**
Komplexitätskosten	■ Erweiterung Leitungsspannen ■ Reduktion trouble shooting ■ Prosumer Modell ■ Everything as a Service (XaaS)	**-60 bis -70 %**
Qualitätskosten	■ Echtzeitnahe Qualitätsregelkreise	**-10 bis -20 %**
Instandhaltungskosten	■ Optimierung Lagerbestände Ersatzteile ■ Zustandsorientierte Wartung (Prozessdaten, Messdaten) ■ Dynamische Priorisierung	**-20 bis -30 %**

Pilotprojekt von Bosch, bei dem der gesamte Versandprozess über das werksinterne Logistikzentrum in einem Industrie 4.0-Projekt neu strukturiert wurde.

-10 % Milkruns

+10 % Produkt-ivität

-30 % Lager-abbau

Quelle: IPA/Bauernhansl, Bosch

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

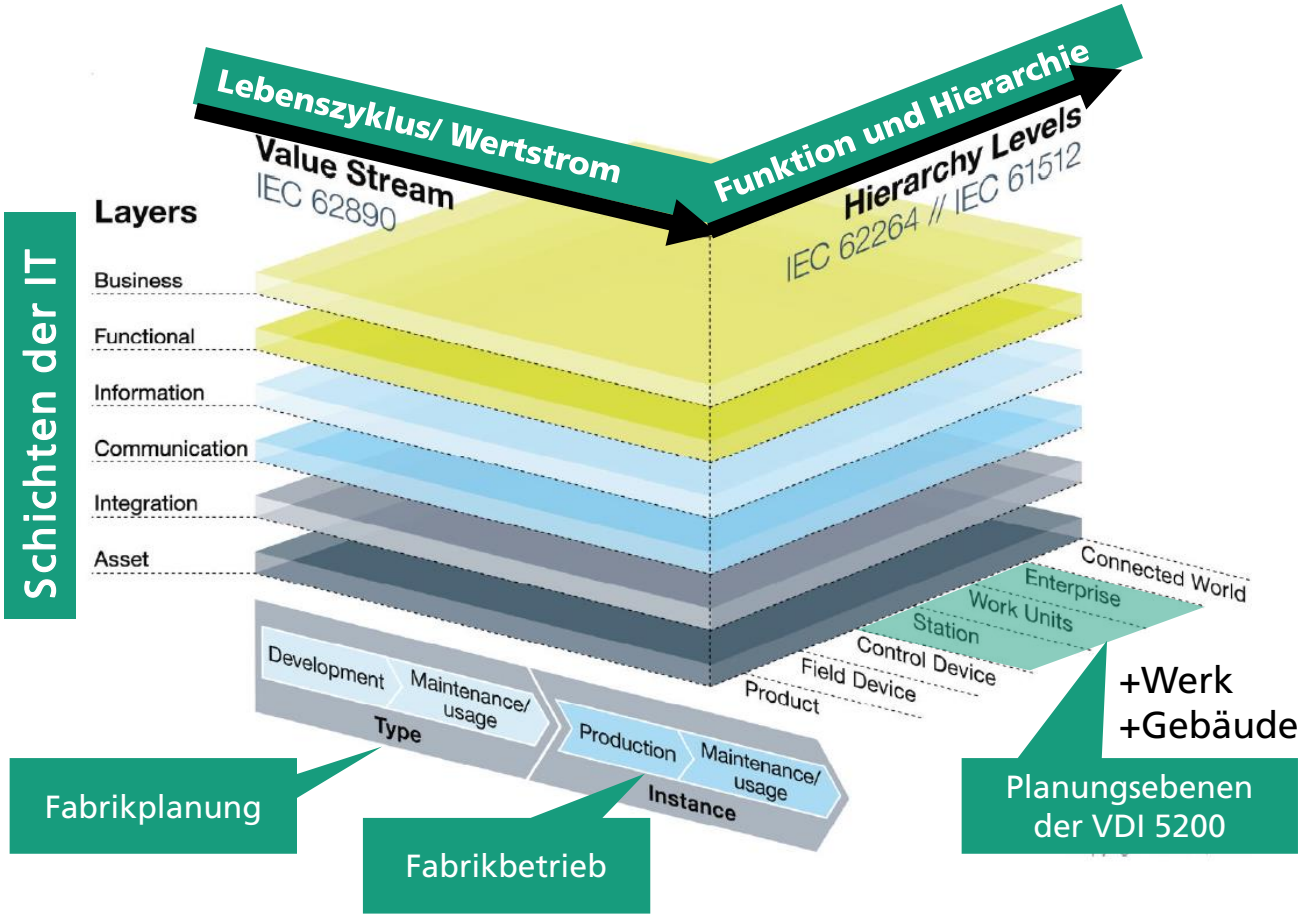
Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF

Fraunhofer IPA

Lösungsansätze der Forschung

Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0)

Wo befindet sich die Fabrikplanung?



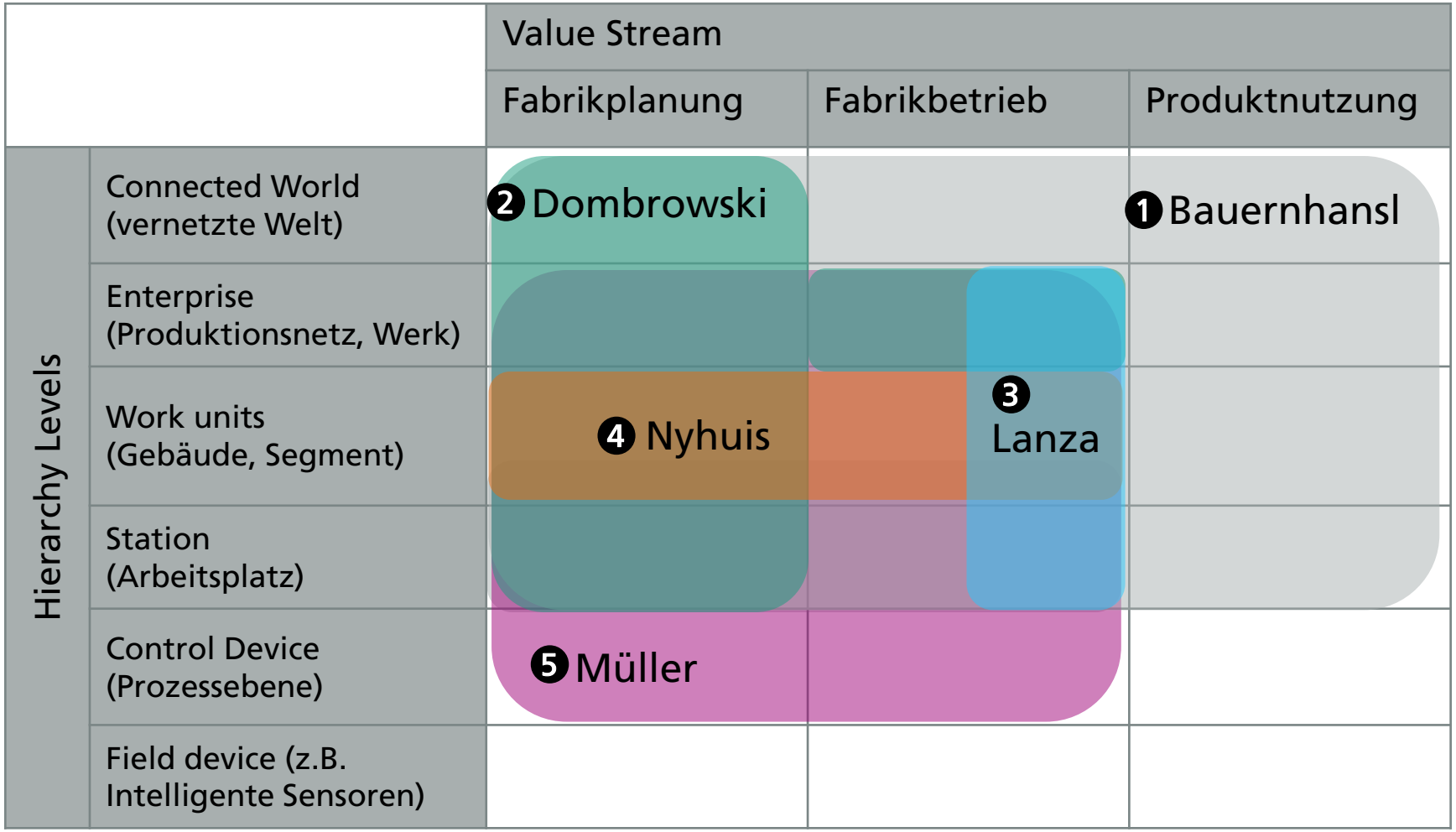
Quelle: Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski
Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF
Fraunhofer IPA

Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0)

Einordnung der Beiträge in die RAMI 4.0-Struktur (1/2)

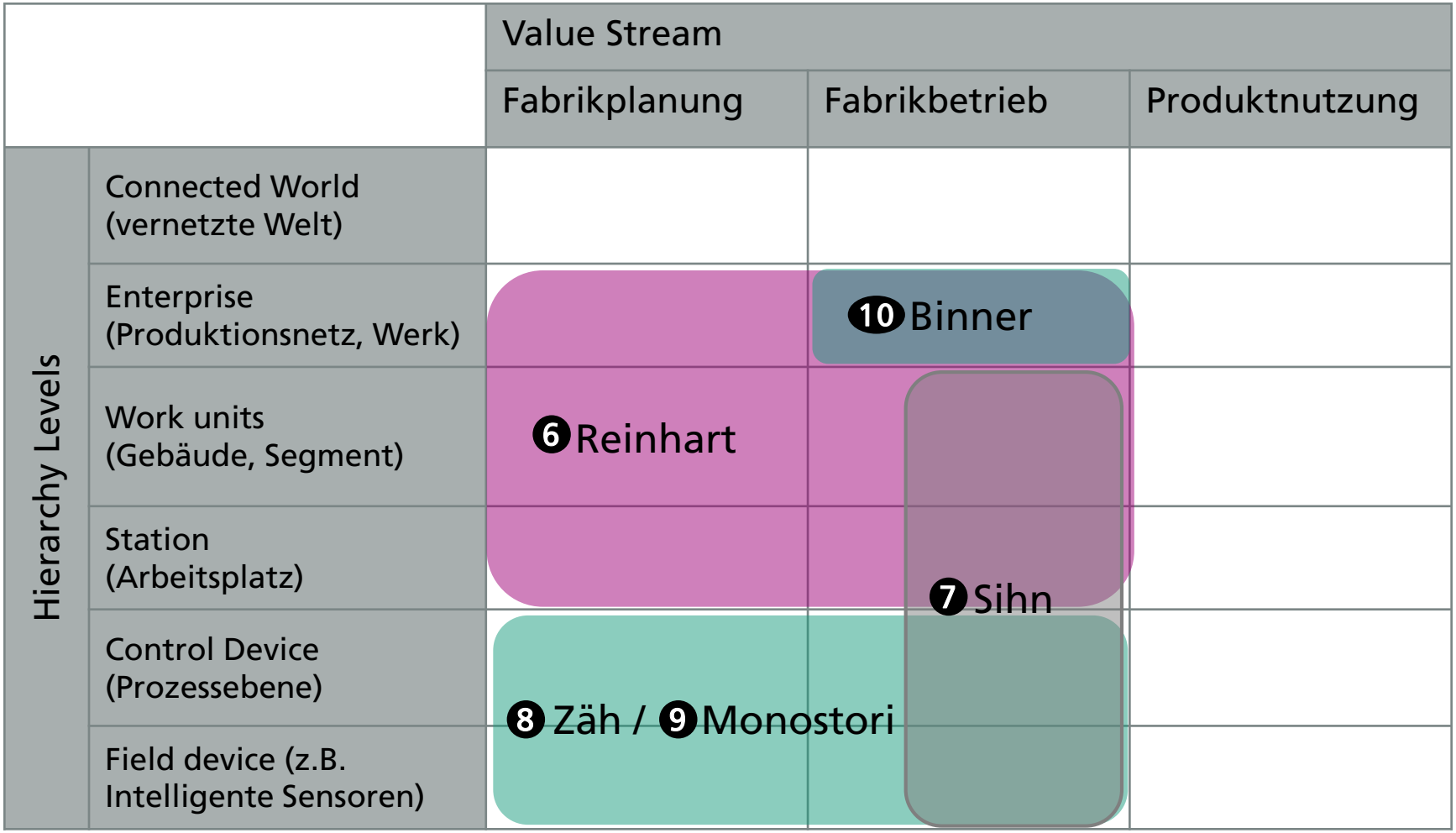


© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski
Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF
Fraunhofer IPA

Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0)

Einordnung der Beiträge in die RAMI 4.0-Struktur (2/2)



© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski
Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF
Fraunhofer IPA

Beiträge des Vortrags

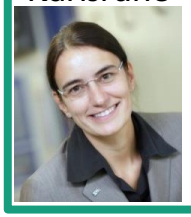
Stuttgart

Prof. T. Bauernhansl

Braunschweig

Prof. U. Dombrowski

Karlsruhe



Prof. G. Lanza

Chemnitz

Prof. E. Müller

Hannover

Prof. P. Nyhuis

München

Prof. G. Reinhart

Wien

Prof. W. Sihn

München

Prof. M. Zäh

Budapest

Prof. L. Monostori

Hannover

Prof. H. Binner

Mitglieder des Fachbeirats des Fachkongresses Fabrikplanung

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF

Fraunhofer IPA

Übersicht Lösungsansätze der Forschung

IPA	Prof. Bauernhansl	Forschungsfabrik und wandlungsfähige Wertschöpfungssysteme
IFU	Prof. Dombrowski	Lean Enterprise und IFU-Planungstisch 4.0
Wbk	Prof. Lanza	Menschzentrierte Produktionssysteme
IFA	Prof. Nyhuis	Echtzeitdatenermittlung für die Umplanung
ibf	Prof. Müller	Sozio-Cyber-Physische Systeme und synchrone Produktion
iwb	Prof. Reinhart	Datenaufnahme und Verknüpfung der Flüsse
IMW	Prof. Sihn	Softwarewerkzeug-Kette
iwb	Prof. Zäh	Optimierte Prozesse durch Sensorik
	Prof. Monostori	Virtuelle Prozesse
	Prof. Binner	Organisation 4.0

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Lösungsansätze der Forschung

IPA – Prof. Bauernhansl
Forschungsfabrik und wandlungsfähige Wertschöpfungssysteme

Steckbrief: Industrie 4.0 am IPA

ARENA 2036 | Forschungsfabrik – Gestaltung wandlungsfähiger Wertschöpfungssysteme im Kontext von Industrie 4.0

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA; Stuttgart
Institut für industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF; Universität Stuttgart
ipa.fraunhofer.de; iff.uni-stuttgart.de

Betrachtungsgegenstand

Art des Projekts: Forschungsprojekt/Forschungsfabrik
Einordung in RAMI 4.0: Enterprise, Work Units, Station

Ziele des vorgestellten Projekts

Entwicklung und Erprobung der zukünftigen Automobilproduktion in einer Forschungsfabrik
Wandlungsfähige Wertschöpfungssysteme auf Unternehmens-, Produktionssystem- und Betriebsmittelebene, u.a. durch Einsatz von Industrie 4.0 Konzepten und Technologien
„Wachsende“ Integrationsplattform für Forschungs- und Industriepartner

Quelle: Univ.-Prof. Dr.-Ing. T. Bauernhansl | Fraunhofer IPA; IFF Universität Stuttgart

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

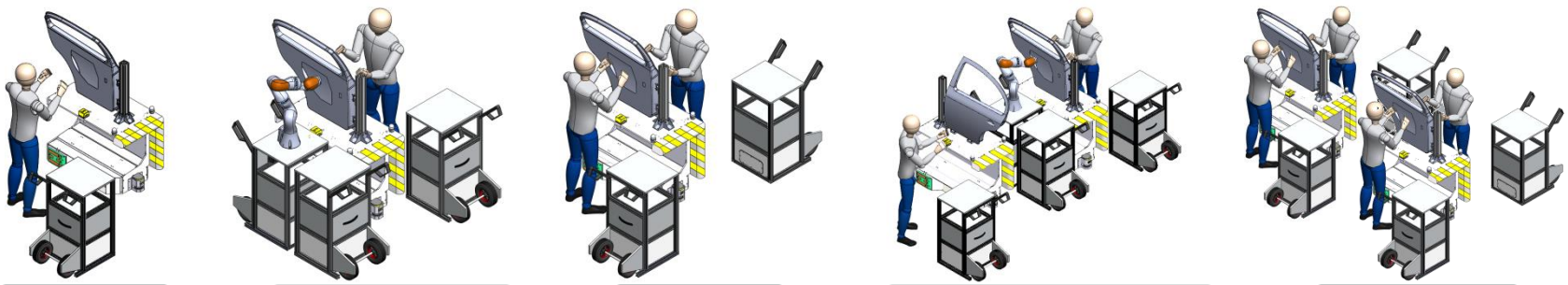
Die 10 Gestaltungsrichtlinien für das wandlungsfähige Wertschöpfungssystem im Kontext von Industrie 4.0

- **Richtlinie 1: Integriere Produktions- und Logistiksystem zu einem Wertschöpfungssystem**
  Produktions- und Logistiksysteme wirken als integrierte Einheit ganzheitlich zur Erreichung der Unternehmensziele.
- **Richtlinie 2: Löse Band und Takt in Abhängigkeit der Wertschöpfungskomplexität auf**
  Die Granularität von Strukturen und Prozessen ist an die Komplexität von Produktprogrammen und Rahmenbedingungen angepasst.
- **Richtlinie 3: Gestalte Prozesse und Strukturen mobil und skalierbar**
  Die Wertschöpfungsstrukturen können bei Bedarf aufwandsarm und dynamisch umgestaltet werden.
- **Richtlinie 4: Gestalte intelligente Systeme**
  Die Elemente des Wertschöpfungssystems können sich selbst steuern und tragen mit ihrer Fähigkeit zur Selbstheilung zu einem fehlertoleranten Gesamtsystem bei.
- **Richtlinie 5: Mache Hilfsprozesse wertschöpfend**
  Alle Hilfsprozesse (z.B. Logistik) werden in wertschöpfende Hilfsprozesse transformiert oder eliminiert.
- **Richtlinie 6: Ersetze Material- durch Informationsfluss**
  Information wird effektiv genutzt um Verschwendung und Bestände zu reduzieren und eine späte Variantenbildung zu realisieren.
- **Richtlinie 7: Verlagere Prozesskomplexität an die Stelle, an der sie am Effizientesten handhabbar ist**
  Das Wertschöpfungssystem hat flexible Systemgrenzen und integriert Lieferant und Kunde als produktiv tätige Partner.
- **Richtlinie 8: Bilde Systemelemente und Prozesse kontinuierlich im digitalen Schatten ab**
  Die notwendige Transparenz zu Beurteilung und Vorausschau von dynamischen Veränderungen ist sichergestellt.
- **Richtlinie 9: Optimiere die Produktion mit Big Data Analysemethoden**
  In komplexen Systeme ist Korrelation wichtiger als Kausalität.
- **Richtlinie 10: Fokussiere die Rolle des Menschen auf Gestaltung und Optimierung**
  Der Mensch nutzt seine Fähigkeiten im Sinne eines höheren Wertschöpfungsgrades zur Gesamtsystemoptimierung.

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Stückzahlgerechte Konfiguration des Prozessmoduls

Beispiel: Fügen eines Türmoduls mit MRK in der ARENA2036



1 Werker	1 Werker, Roboter schraubt	2 Werker	2 Werker, 1 Roboter schraubt an 2 Stationen	4 Werker in zwei Stationen
Taktzeit [sec]: 107	74	55	37	28
1 Station			2 Stationen	mehr als 2 Stationen

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Steckbrief: Industrie 4.0 am IFU-Planungstisch

Lean Enterprise | IFU-Planungstisch 4.0

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU)
Technische Universität Braunschweig
tu-braunschweig.de/ifu

Einordnung des Projekts

- **Projektfokus:** Lean Enterprise, Planungstisch
- **RAMI 4.0:** Connected World, Enterprise, Work Units, Station; Fabrikplanung, Fabrikbetrieb

Ziele des Lean Enterprises

- Verschwendungsvermeidung mit durchgängigen Planungs- und Unternehmensprozessen in allen Unternehmensbereichen
- Erreichung eines Gesamtoptimiums im Unternehmen

Ziel des IFU Planungstischs

- Intelligente Bereitstellung von Expertenwissen durch den IFU-Planungstisch
- Verkürzung der Durchführungszeit für die Layoutplanung

Quelle: Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski | IFU Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung

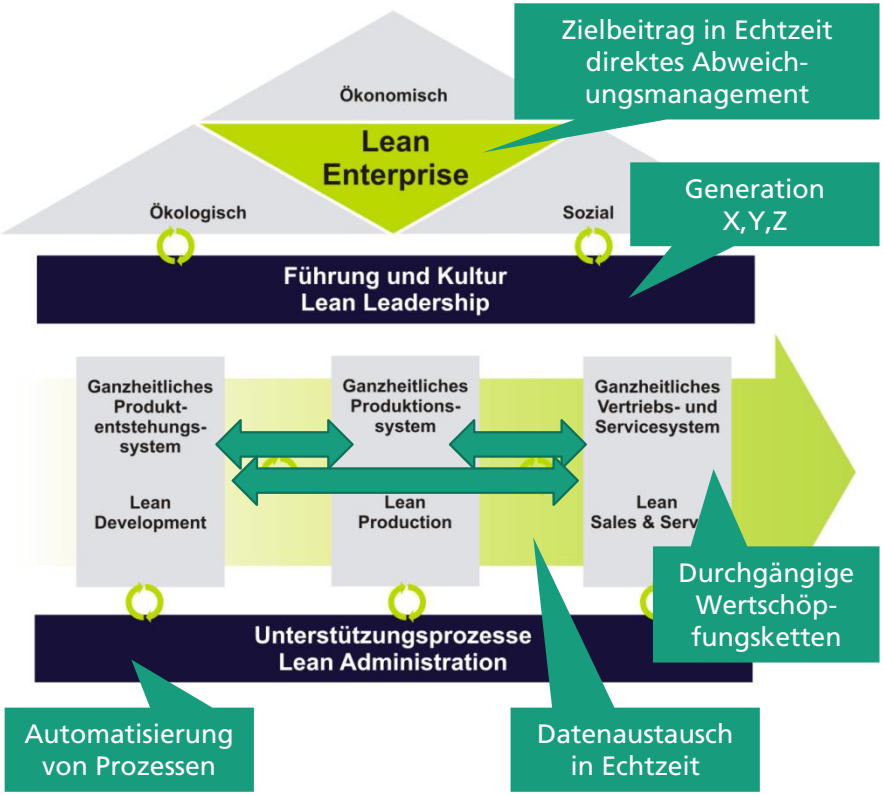
© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Industrie 4.0 und Lean Enterprise

Durchgängige Prozessorientierung

Lean Enterprise

- Betrachtung **aller Einheiten** innerhalb des gesamten Wertstroms und außerhalb des eigenen Unternehmens
- Ziele sind **vertikal und horizontal** abzuleiten und abzustimmen
- Berücksichtigung des unterschiedlichen Wertverständnisses **multipler Interessens-gruppen**
- **Durchgehende Anwendung** von Lean Prinzipien, Methoden und Werkzeugen
- Abstimmung aller Funktionsbereiche, Prozesse und Akteure innerhalb des Wertstroms zur **Etablierung einer integrierten Einheit**
- **Industrie 4.0** ist in das Lean Enterprise zu integrieren



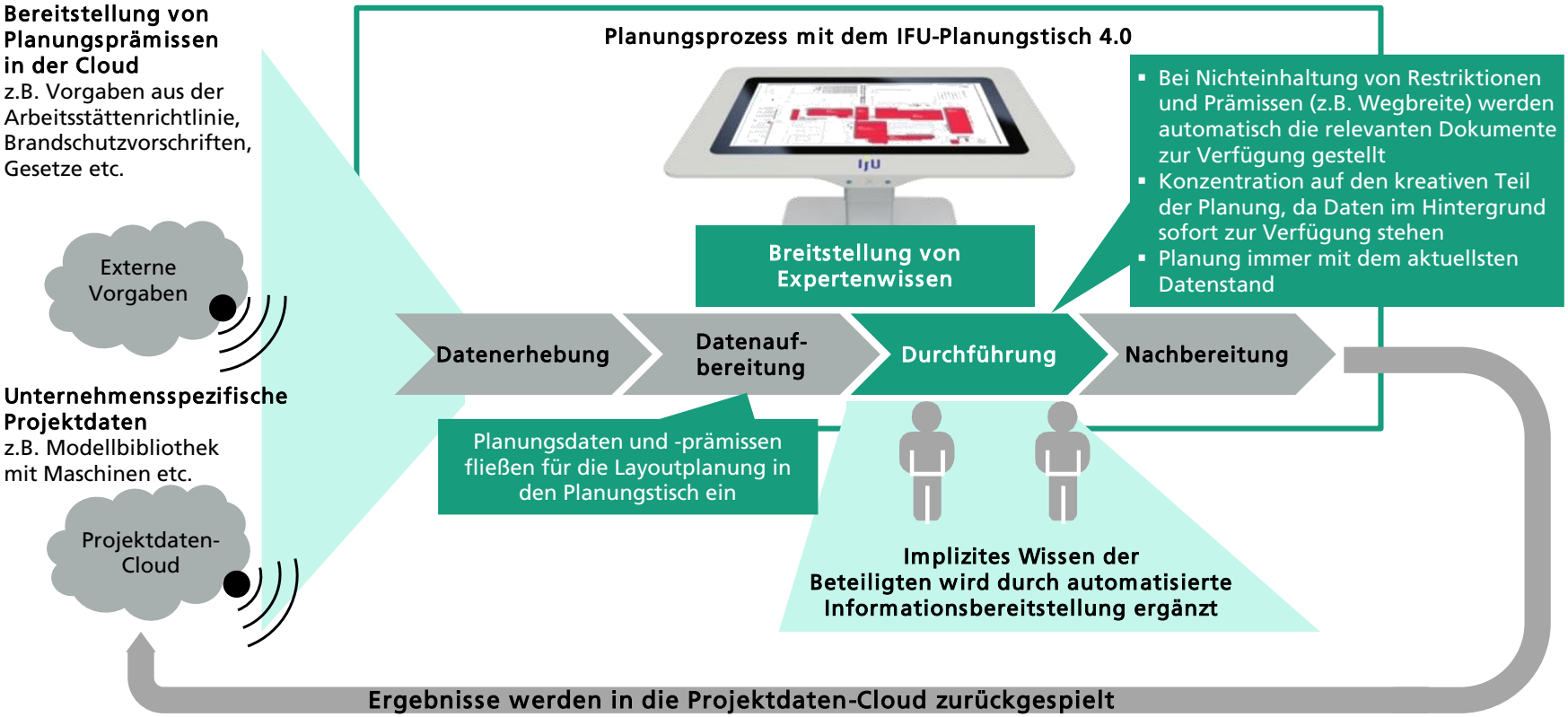
➔ Die **Prozessorientierung** ist die Voraussetzung für die unternehmensweite Koordination der einzelnen Lean Ansätze im Lean Enterprise. Industrie 4.0 unterstützt die Umsetzung des Lean Enterprise durch die **Vernetzung aller Bereiche**.

Quelle: Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski | IFU Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Industrie 4.0 am IFU-Planungstisch

Digitaler IFU-Planungstisch und Industrie 4.0



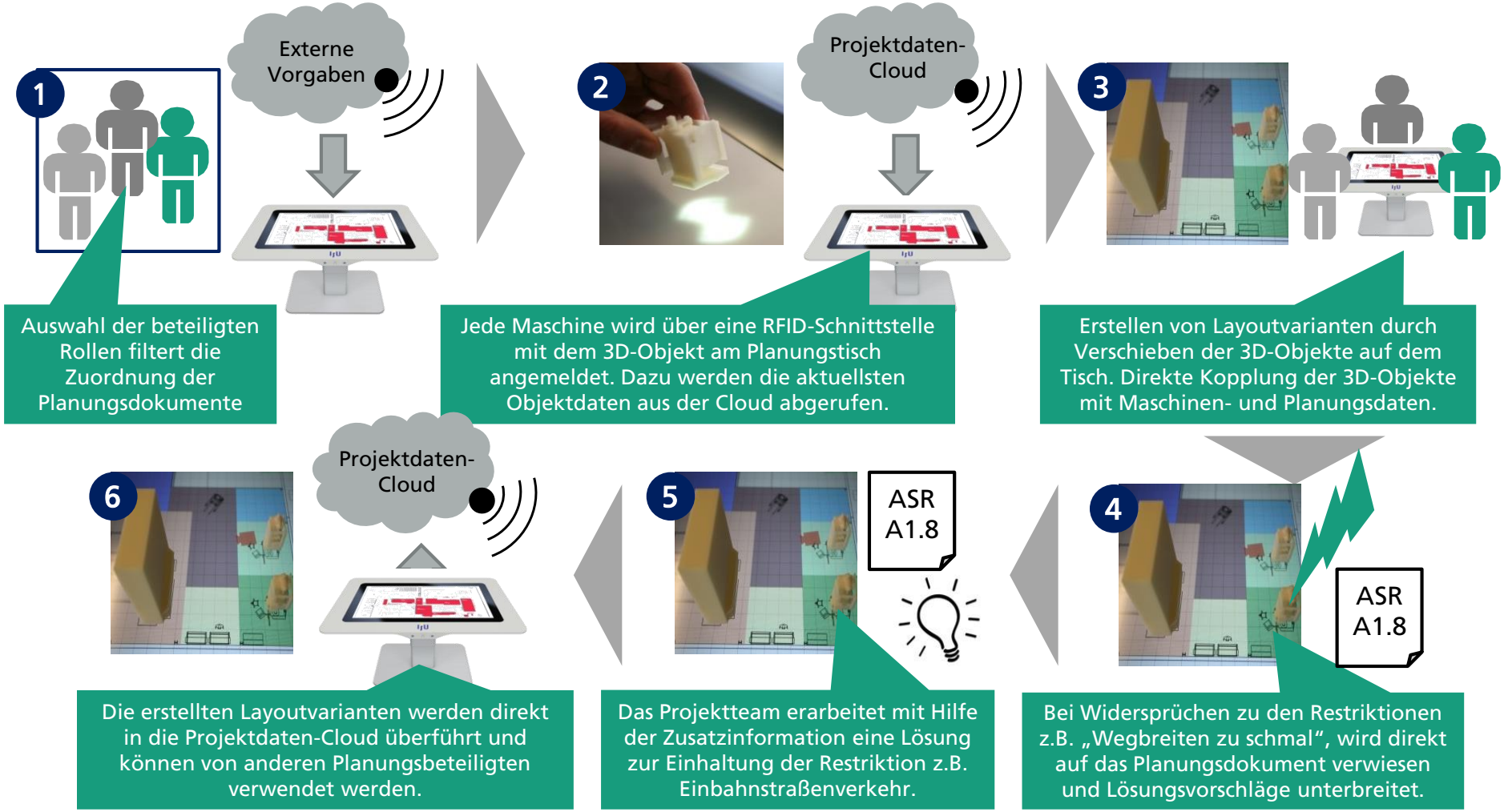
➔ Die Verknüpfung des IFU-Planungstisches mit Planungsprämissen und unternehmens-spezifischen Projektdaten ermöglicht die intelligente Bereitstellung von Expertenwissen, sodass Partizipationshemmnisse sowie die Durchführungszeit reduziert werden.

Quelle: Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski | IFU Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Industrie 4.0 am IFU-Planungstisch

Funktionsweise des Demonstrators am IFU-Planungstisch



Quelle: Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski | IFU Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung

ASR Arbeitsstättenrichtlinie

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Steckbrief: Industrie 4.0 für die Lean Production

Projekt: Intro 4.0 Menschzentrierte Regelkreise

Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

wbk – Institut für Produktionstechnik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
wbk.kit.edu/

Einordnung des Projekts

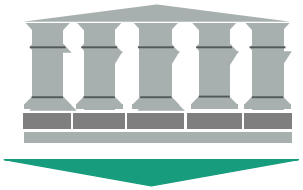
- **Projektfokus:** Einführungsstrategie
- **RAMI 4.0:** Enterprise, Work Units, Station Fabrikbetrieb

Ziele des vorgestellten Projekts

- Produktivitätssteigerung durch neuen Schub für die Lean Production durch Industrie 4.0
- Verbesserte Entscheidung am Shopfloor durch assistierende Systeme

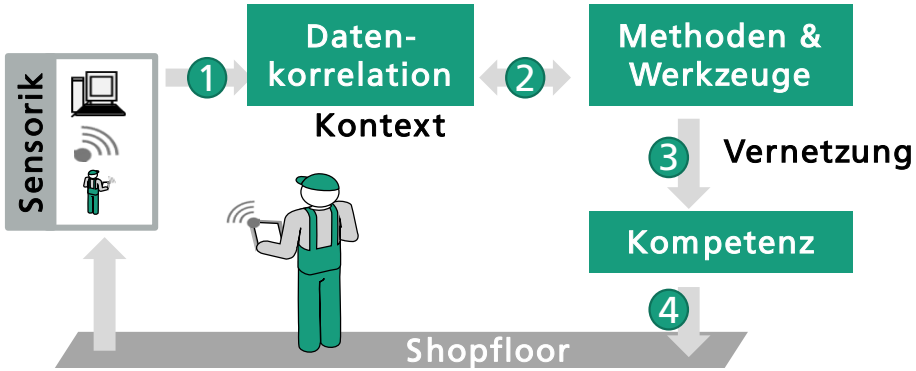
Realisierung

Lean Production



- Befähigungs- und Einführungs-strategie mit Handlungsleitfaden („Intro 4.0“)
  - Toolbox
  - Risiko und Potenziale
  - Kompetenzentwicklung

- Beispiel: Menschzentrierter Regelkreis



Quelle: Prof. Dr.-Ing. G. Lanza | wbk Institut für Produktionstechnik

1 Daten 2 Informationen 3 Entscheidungsunterstützung 4 Entscheidung

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF

Fraunhofer IPA

Steckbrief: Industrie 4.0 am IFA

Projekt: Echtzeitlokalisierung | Aufnahme von Betriebsmitteln

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA)
Leibnitz Universität Hannover
ifa.uni-hannover.de/

Einordnung des Projekts

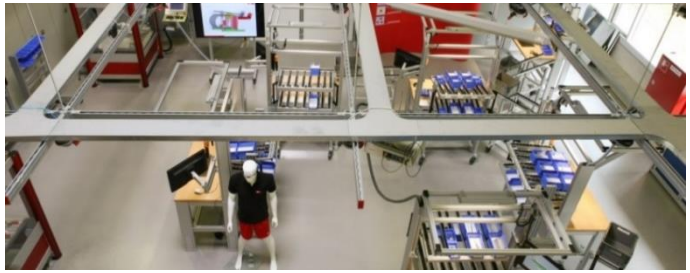
- **Projektfokus:** Echtzeitlokalisierung
- **RAMI 4.0:** Enterprise, Work Units, Station

Ziele des vorgestellten Projekts

- Verkürzung der Grundlagenermittlung durch Echtzeitlokalisierung
- Schnelle Aufnahme von 3D-Objekten mit 3D-Scannern für die Umplanung

Realisierung

- Echtzeitlokalisierung über mobile Empfangsgeräten (Anchors) auf portablen Stativen möglich, da sehr schnelles und einfaches Setup → schnelle Datenaufnahme zur Materialflussvisualisierung (+) flexibler als RFID-Lösungen allerdings (-) teuerer
- Aufnahme von Betriebsmitteln durch iPad mit 3D-Scanner für die schnelle Aufnahme von CAD-Daten in Bestandsfabriken



Quelle: Prof. Dr.-Ing. habil. P. Nyhuis | IFA Institut für Fabrikanlagen und Logistik

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Steckbrief: Industrie 4.0 in der Instandhaltung

Projekt: Ressourcen-Cockpit für Sozio-Cyber-Physische Systeme

Prof. Dr.-Ing. Egon Müller

Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme
Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb
Technische Universität Chemnitz
tu-chemnitz.de/mb/FabrPlan/

Einordnung des Projekts

- **Art des Projekts:** Instandhaltung
- **RAMI 4.0:** Enterprise, Work Units, Station

Ziele der vorgestellten Projekte

- Erhöhung der Produktions-, Wartungs- und Instandhaltungseffizienz im Unternehmen
- Effiziente Ausnutzung bestehender Instandhaltungskapazitäten

Realisierung

- Für Fernwartung werden relevante Datenströme der Produkte und Produktionsressourcen zusammengeführt
- Auf einem Tablet werden relevante Daten als mobiles Ressourcen-Cockpit für eine intuitive, kontextsensitive und aufwandsarme Kommunikation in der Instandhaltung bereitgestellt
- Ressourcen-Cockpit beinhaltet beispielsweise eine automatisierte und dynamische Übersicht der anstehenden Aufgaben, freie Ressourcen oder Maschinenzustände

Quelle: Prof. Dr.-Ing. E. Müller | IBF Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Steckbrief: Industrie 4.0 am RMV

Projekt: Automatisierte Wertstromanalyse mit mobilen Sensornetzwerk

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)

Technische Universität München

Projektgruppe RMV des Fraunhofer IWU

iwb.tum.de

Einordnung des Projekts

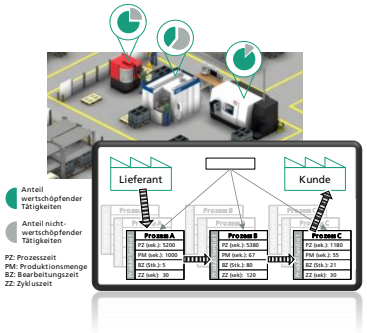
- **Art des Projekts:** Automatisierte Wertstromanalyse
- **RAMI 4.0:** Enterprise, Work Units, Station

Ziele der vorgestellten Projekte

- Aufwandsreduzierung bei der Wertstromanalyse durch eine automatisierte Datenaufnahme
- Gesteigerte Transparenz der Daten zur verbesserten Planung
- Längere Betrachtungszeiträume ermöglichen Vermeidung von struktureller Verschwendung

Realisierung

- Einsatz von realen Produktionsdaten in Folge der zunehmenden Vernetzung zur Umplanung von Produktionssystemen
- Aufnahme von wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Zeiten der Arbeitstationen über RFID
- Daten zur Lagerdauer, zum Transportverhalten etc. werden unter Verwendung der RFID automatisiert auf dem Produkt protokolliert und mit Arbeitsstation verknüpft



Quelle: Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart | © Projektgruppe RMV des Fraunhofer IWU

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF

Fraunhofer IPA

Steckbrief: Industrie 4.0 für Energieeffizienz

Projekt: Balanced Manufacturing (BaMa)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wilfried Sihn

Institut für Managementwissenschaften
Technische Universität Wien
imw.tuwien.ac.at

Einordnung des Projekts

- **Projektfokus:** Energieeffizienz
- **RAMI 4.0:** Work Units, Station, Control Device; Fabrikbetrieb

Ziele des vorgestellten Projekts

- Reduzierung des Energieeinsatzes
- Planung und Optimierung des realen Systems unter Echtzeitdateneinsatz

Realisierung

- Die der Simulation zugrundeliegenden **Datenmodelle** kombinieren Produktions-, Sensordaten (Energieverbrauchsprofile) und externe Daten (z.B. Temperaturverlaufsprognose)
- Finden günstiger **Betriebsstrategien** auch für die Peripherie der Fertigung durch simulationsgestützte Optimierung
- **Komplexitätsreduzierung** durch Verdichtung großer Datenvielfalt in einem Modell z.B. ERP-Daten, Energiemessdaten der Anlagen, Messdaten zu Energie- und Stoffflüssen, Kostenprofile für Energie, etc.
- **Heuristiken** ermöglichen integrierte Optimierung

Quelle: Prof. Dr.-Ing. W. Sihn | Institut für Managementwissenschaften | Projekt: BaMa

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF

Fraunhofer IPA

Steckbrief: Industrie 4.0 am iwb

Projekt: Bauteilgerechte Maschinenkonfiguration

Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh

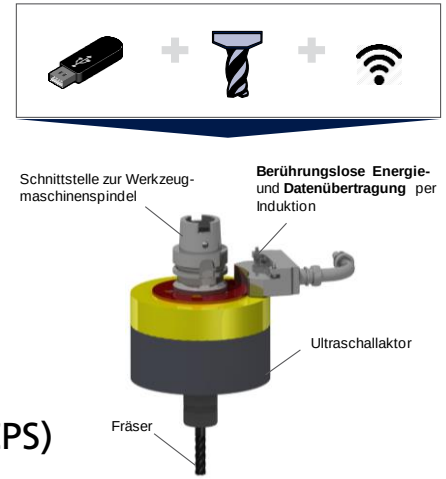
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)
Technische Universität München
iwb.tum.de

Einordnung des Projekts

- **Projektfokus**: Werkzeugmaschinen
- **RAMI 4.0**: Control Device, Field Device

Ziele des vorgestellten Projekts

- Reduktion des Werkzeugverschleißes
- Erhöhung des Zeitspanvolumens
- Verbesserungen der Oberflächenqualität
- Vereinfachung der Maschinenkonfiguration durch Standardisierung



Realisierung

- Funktionserweiterung von Werkzeugmaschinen existieren unterschiedliche sensorische und aktorische Cyber-physische Systeme (CPS)
- Integrierter Lösungsansatz für die Kommunikation zwischen Maschine, Steuerung und Produktionsumgebung über standardisierte Schnittstellen und automatisch konfigurierende Systeme

Quelle: Prof. Dr.-Ing. M. Zäh | Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften | Projekt: BazMod

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Steckbrief: Industrie 4.0 des Fraunhofer Projektzentrums

Projekt: Robotisiertes Laser-Fernschweißen (RLW)

Prof. Laszlo Monostori

Fraunhofer Project Center for Production Management and Informatics
Budapest, Hungary

fraunhofer.hu

Einordnung des Projekts

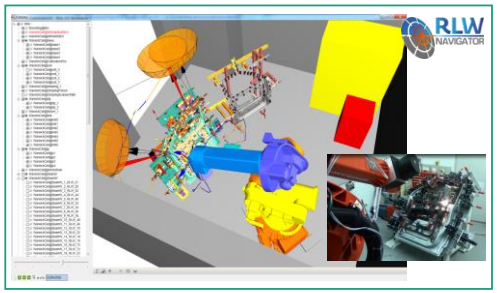
- **Projektfokus**: Virtuelle Prozesse
- **RAMI 4.0**:Station, Control Device, Field Device

Ziele des vorgestellten Projekts

- Verknüpfung virtueller und realer Prozesse beim Schweißen für eine remote-Offline-Programmierung
- Verbesserung der Bearbeitungsgeschwindigkeit, der Prozessflexibilität und der Energieeffizienz

Realisierung

- Softwaretoolbox zur detaillierte Konfiguration, Optimierung, Simulation und automatische Offline-Programmierung von RLW-Bearbeitungszellen
- Die Softwaretoolbox liefert:
  - Zugänglichkeitsanalyse der Schweißaufgaben
  - detaillierte Konfiguration der Fertigungsstation
  - Ausführbares Offline-Programm für den Roboter, welches die Schweißaufgaben in minimaler Zykluszeit ausführt
  - Simulation des Betriebs der Fertigungsstation



Quelle: Prof. L. Monostori | Fraunhofer Project Center for Production Management and Informatics | A joint initiative of Fraunhofer and SZTAKI

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Steckbrief: Industrie 4.0 in der Prozessorganisation

Projekt: Durchgängige Prozessorientierung mit dem MITO-Tool

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Binner
Prof. Binner Akademie (PBAKA)
Hannover
Gesellschaft für Organisation (GfO)

Betrachtungsgegenstand

- **Projektfokus**: Organisation 4.0
- **RAMI 4.0**: Enterprise

Ziele des vorgestellten Projekts

- Unterstützung der Prozessorientierung durch ein umfangreiches Managementtool
- Methodengestütztes Führungssystem
- Zielsicher und detailliert werden für die einzelnen Prozessschritte die Handlungsansätze lokalisiert und Verbesserungspotenziale aktiviert

Realisierung

- Die Organisationsgestaltung erfordert einen Paradigmenwechsel hin zur „Prozessorientierung“. Ein Ansatz zur Umsetzung ist das MITO-Modell.
- Das MITO-Modell verknüpft prozessbezogen miteinander Rollen, Aufgabenträger, Informationen, Ressourcen, Arbeitsmittel oder Prozesse in Form eines kybernetischen Regelkreises miteinander
- MITO-Modell unterstützt das Restrukturierungs- und Konfigurierungsmanagement durch Beschreibungs-, Erklärungs- und Vorgehensmodell erläutert,

Quelle: Prof. Dr.-Ing. H. Binner | Prof. Binner Akadamie

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig

Lösungsansätze der Forschung

Fazit

Referenten des III. Blocks

Fokus Industrie 4.0: Revolution auch in der Fabrikplanung?

Welchen Einfluss wird Industrie 4.0 auf unsere Fabriken und Fabrikplanung haben?
Prof. Dr. Thomas Bauernhansl | Institutsleiter | Fraunhofer IPA | Stuttgart
Prof. Dr. Uwe Dombrowski | Institutsleiter | IFU | TU Braunschweig

Connected Industrie: Ein Enabler für eine wandlungsfähige Fabrik
Dr. Thorsten Widmer | Hauptreferent Fertigungsstrategien und Investitionsplanung | Robert Bosch GmbH | Gerlingen-Schillerhöhe

Kaffeepause

Durchgängige Wertschöpfungsprozessketten im Werkzeugbau
Dr. Ralf Gärtner | Bereichsleiter Werkzeugbau | Phoenix Contact GmbH & Co. KG | Blomberg

Streitgespräch Wissenschaft vs. Praxis: Was ist dran an der Industrie 4.0-Fabrik?
Teilnehmer: *Prof. Dr. Thomas Bauernhansl | Prof. Dr. Gisela Lanza | Mathias Dornbrecht | Prof. Dr. Peter Nyhuis | Dr. Uwe Winkelhake*
Moderation: *Dr. Jürgen Bischoff*

Industrie4.0@WITTENSTEIN – Use Cases, Lessons Learned, Einfluss auf die Fabrikplanung
Dr. Jochen Schlick | Leiter Zukunftsfeld cyberphysische System | WITTENSTEIN AG | Fellbach

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart
IFU Technische Universität Braunschweig