
Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeit und Kompetenzen

Bernd Dworschak

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation

Tagung Digitalisierte Arbeitswelt & berufliche Bildung, Wien, 15. März 2016



Technologische Triebkräfte der Digitalisierung

Übersicht ausgewählter Beispiele



Technologische Triebkräfte der Digitalisierung

Social Media



Chancen

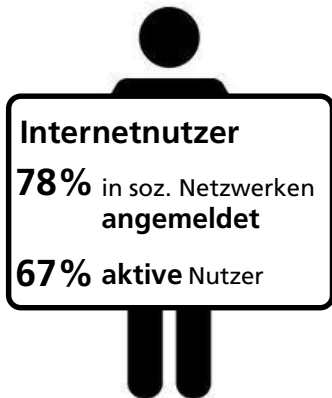
Demokratisierung von Wissen
Many-to-many

Steigende Kundenintegration:
Kunde wird vom Konsument zum Prosument

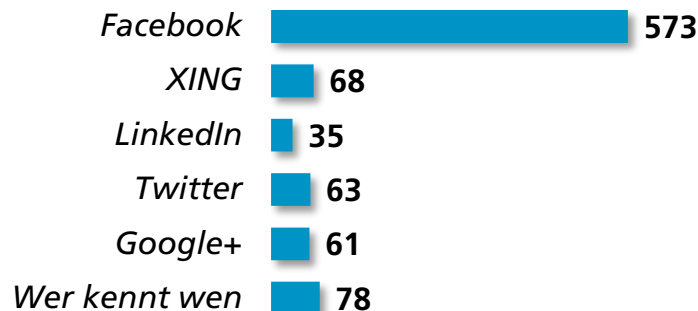
Transparente & authentische Außendarstellung
Erzeugt Vertrauen

Große Reichweite & zielgruppenspezifische Ansprache
preiswert

Marktdurchdringung*



In welchen der folgenden sozialen Netzwerke sind Sie angemeldet und aktiv?



n = 1016 (alle Altersklassen)

Spitzenreiter bei privater Nutzung:

Spitzenreiter bei beruflicher Nutzung:

Herausforderungen

Mal-/ Spyware-Einschleppung

Nutzungs-Guidelines
v.a. für Unternehmen

Gleiche Zugangsmöglichkeiten für alle
Gerätezugang, Medien- und Kommunikationskompetenz

Datenvalidität/ Datenmissbrauch

*Quelle: BITKOM, Soziale Netzwerke, 2013. Daten beziehen sich auf Deutschland



Technologische Triebkräfte der Digitalisierung

Mobility



Chancen

Zugriff auf
Nachrichten &
Informationen in
Echtzeit

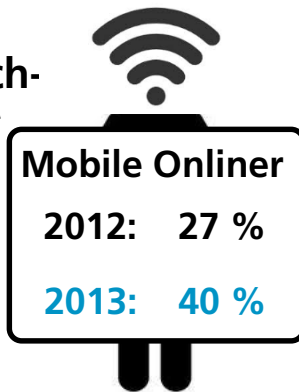
24/7

Bequeme, ort- und
zeitunabhängige
Verfügbarkeit von
Informationen

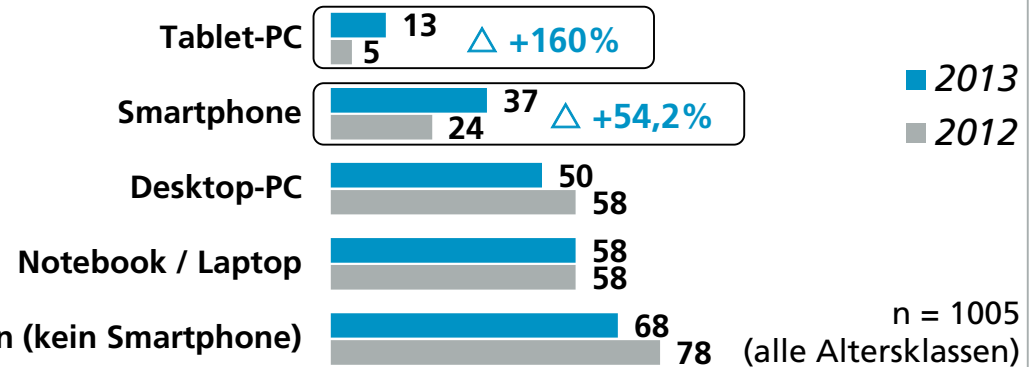
Einfachere
Vernetzung
mit Freunden

Neue
Geschäftsmodelle
.....
Neue Möglichkeiten
der Collaboration

Marktdurch- dringung*



Gerätebesitz 2013 im Vergleich zu 2012 (in % der Befragten)



- ➔ Besitz mobiler Endgeräte stark steigend ⇒ Internetnutzung ↑, beschleunigte Digitalisierung
- ➔ Rückgänge bei Besitz von Mobiltelefonen und Desktop-PCs

Heraus- forderungen

Mobile Device
Management
& Service
Partner

Geräte- und
Softwarekompatibilität

Heterogene Betriebs- und
Kommunikationssysteme

Zugriff auf Unternehmensdaten

Sicherheitsaspekte

v.a. bei Mobile Commerce,
Industrie 4.0

*Quelle: Initiative D21, Mobile Internetnutzung, 2013



Technologische Triebkräfte der Digitalisierung

Big Data & Data Analytics



Chancen

Mehr Effizienz
Entscheidungen in Echtzeit

Wettbewerbsvorteile / Neue Geschäftsmodelle

Neue Marktpotenziale

Risiko-identifikation

Marktpotenzial

Entwicklung des deutschen Big Data-Marktes in Mio. €

Jährliches Wachstum: 48%

Weltweit: 36% p.a.

197,9

2011

351,2

2012

650,6

2013

956,3

2014

1281,7

2015

1685,9

2016

Herausforderungen

Datenvolumen

Datenmenge wächst unaufhaltsam

Datenquellen

Datenstruktur wird zunehmend heterogen (vgl. Treiber)

Geschwindigkeit

Schneller Informationsexzerpt aus Daten wird zum Wettbewerbsfaktor

Datenschutz / Privatsphäre

Gesetzlicher Regelrahmen

Data Analytics

Mittels **automatisierter Analyse-Tools** (z.B. *Data-Mining*) werden in großen Datenmengen Zusammenhänge, Bedeutungen und Muster identifiziert, zu Informationen verdichtet und in Vorhersagemodelle überführt.

Technologische Triebkräfte der Digitalisierung

Cloud Computing



Chancen

Mobiler Zugriff
auf geogr.
verteilte
IT-Ressourcen

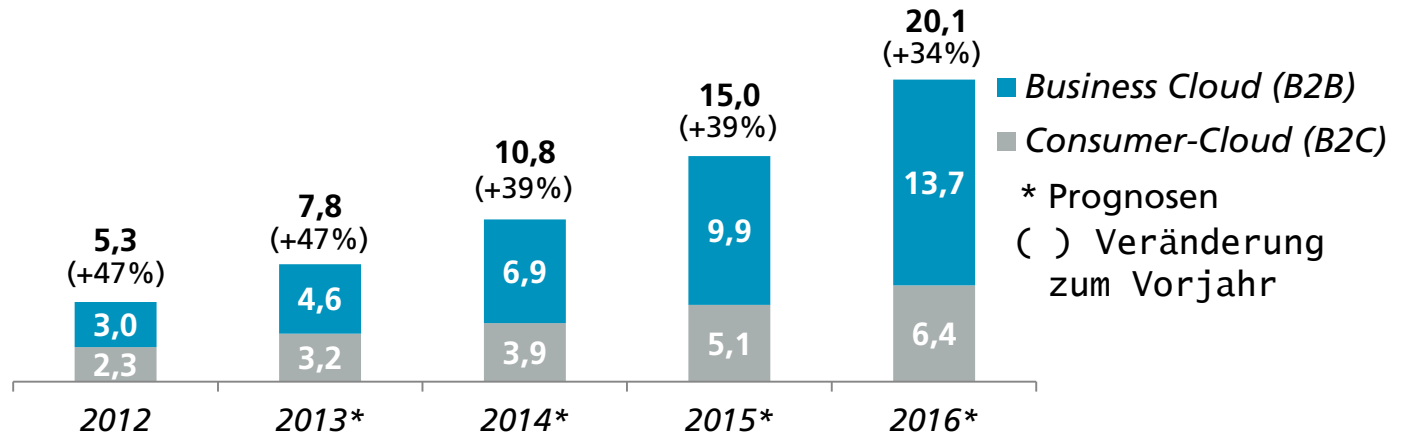
Schnellere
Skalierbarkeit
der IT-
Leistungen

Organisatorische
Flexibilität

Geringerer IT-
Administrationsaufwand/
geringere IT-Kosten

Umsatz mit Cloud Computing in Deutschland in Mrd. €

Markt- potenzial



- ➔ Flexibler Zugriff auf Online-Services immer wichtiger, insbesondere für Unternehmen.
- ➔ Mit Ausbreitung von Clouds steigen auch die Anzahl & Vielfalt an Verbindungen im Netz.

Heraus- forderungen

Rahmenbedingungen
für Informations-
sicherheit,
Datenschutz,
Compliance

Standardisierung der
Dienste
(Synergieeffekte!)
z.B. Unified Service
Description Language (USDL)

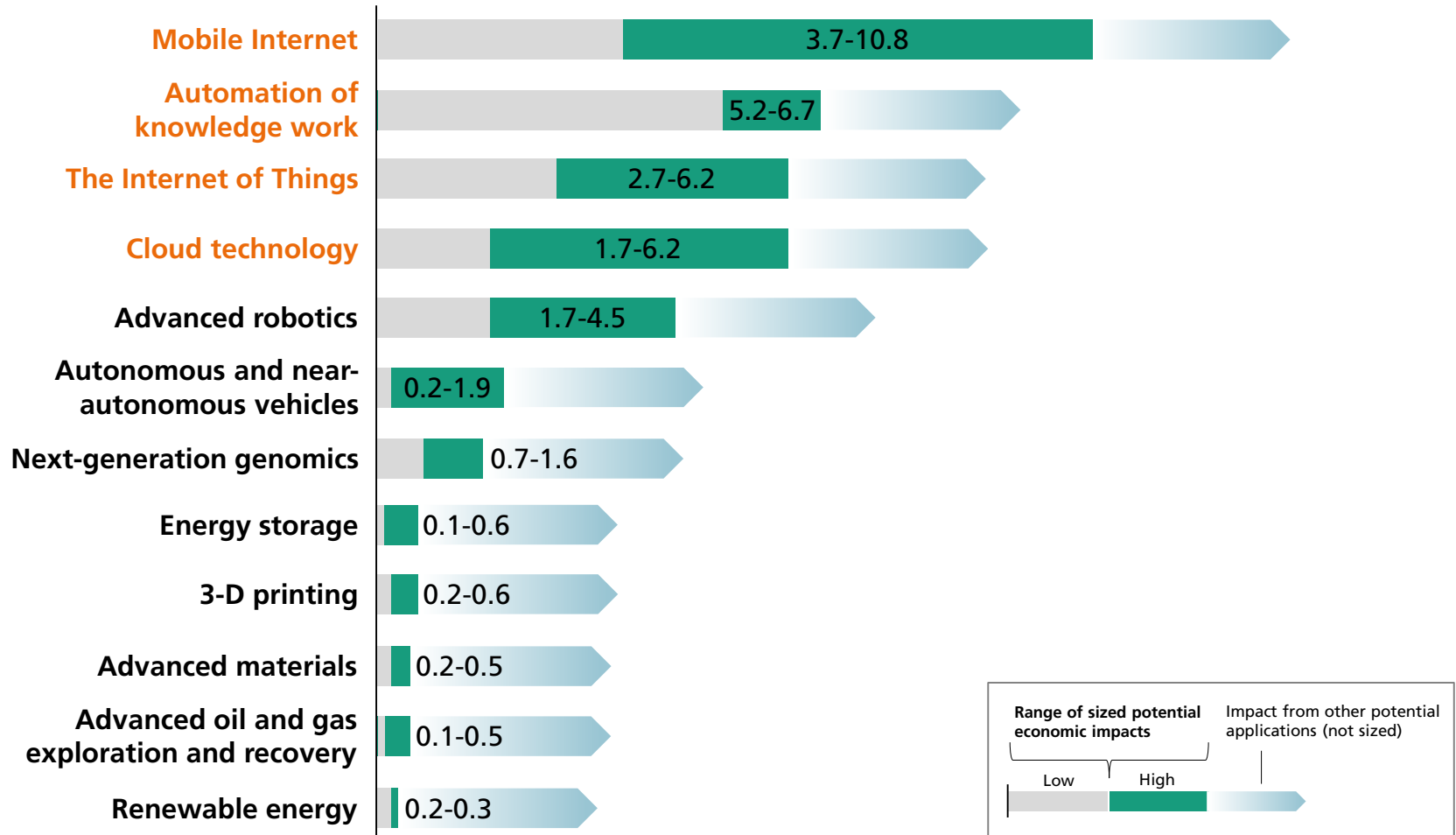
Integrations-
fähigkeit
eigener IT-
Lösungen

Auslastung der
IT-Kapazitäten

Wirtschaftlicher Einfluss von Schlüsseltechnologien 2025

Das Digitale verändert die Welt radikal

Estimated potential economic impact of technologies from sized applications in 2025,
\$ trillion, annual



Quelle: McKinsey Global Institute analysis, 2013

© Fraunhofer IAO, IAT Universität Stuttgart

Seite 7



Universität Stuttgart

Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement IAT

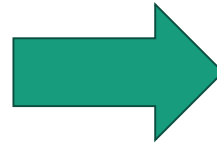
 **Fraunhofer**
IAO

Die Digitalisierung als treibende Kraft

Wissensarbeit...



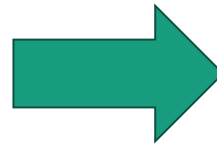
...ist **Tätigkeit der Massen**



Ca. 15 Mio. Wissensarbeiter in Deutschland (Tendenz steigend)



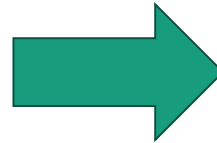
...ist **im Wandel**



Ein Drittel der Wissensarbeiter erledigt seine Arbeit weitgehend ohne Papier



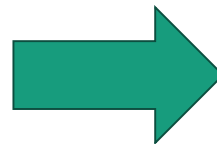
...wird **zunehmend anspruchsvoll**



Weltweites Datenvolumen verdoppelt sich alle zwei Jahre



...ist **mobil**

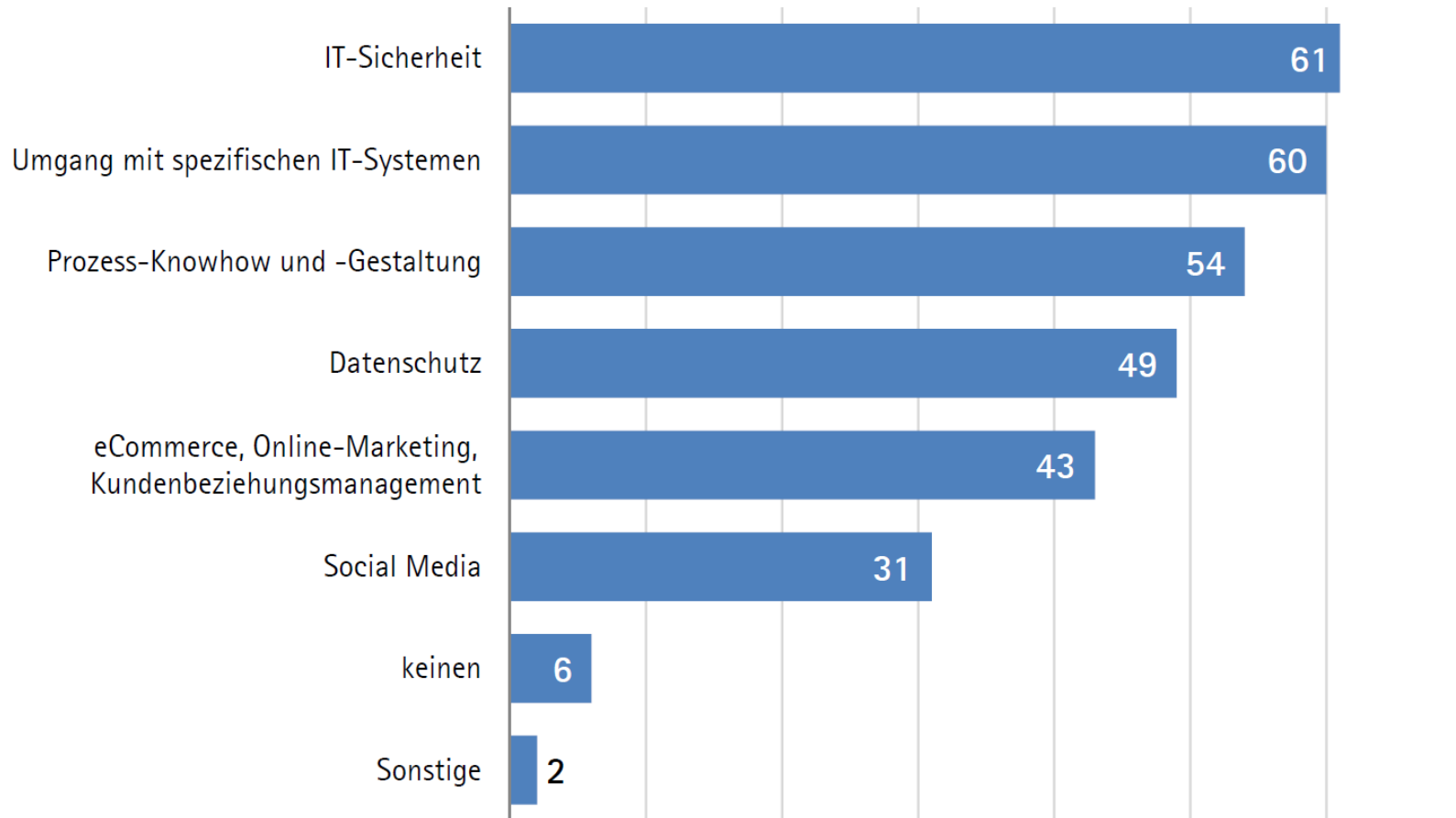


85% der Wissensarbeiter arbeiten auch außerhalb des Büro bzw. von unterwegs

Digitale Kompetenz

Qualifizierungsbedarf für Fachkräfte steigt massiv

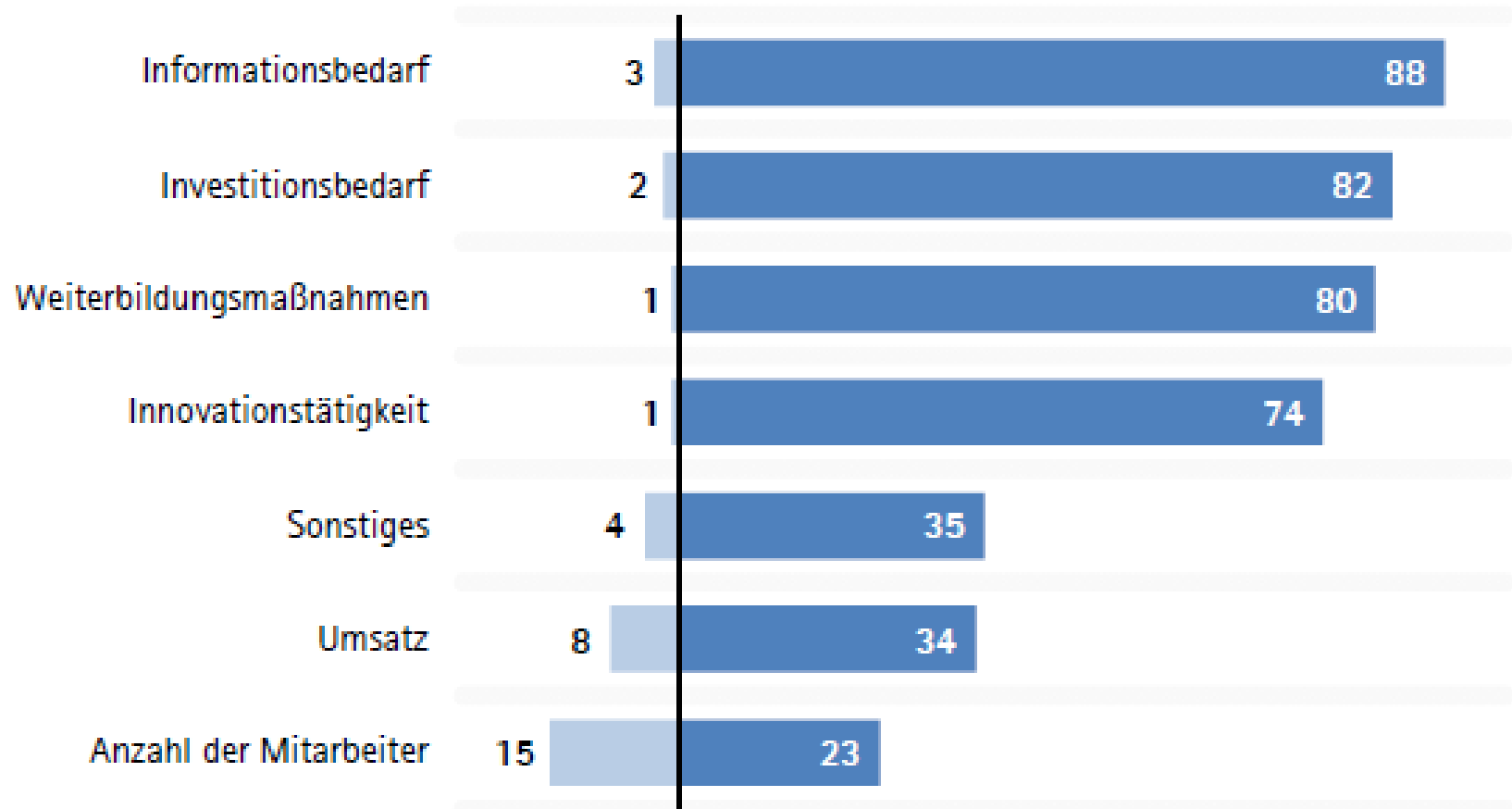
In welchen Bereichen sehen die Unternehmen Qualifizierungsbedarf für ihre Mitarbeiter? (in Prozent, Mehrfachantworten möglich)



Quelle: IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung, Januar 2015; Basis: Umfrage vom 27. November bis 4. Dezember 2014; N = 1.849 Unternehmen

Einfluss der zunehmenden Digitalisierung auf die Geschäfts- und Arbeitsprozesse der Unternehmen

■ Erhöhung
■ Reduzierung



*Angaben in Prozent, fehlende Prozentanteile gleich Unternehmensangabe "Keine Veränderung"

Industrie 4.0: Rahmen



Quellen: www.kuka.de; DFKI; McKinsey; www.kem.de; jh-profishop.de

Produktion der Zukunft: Industrie 4.0

Erste Anwendungsfälle

- Technologien sind weitestgehend vorhanden – entscheidend wird sein:
 - **Wirtschaftliche Anwendungsfälle** zu finden und
 - Tragfähige **Geschäftsmodelle** zu entwickeln
- **Beispiele:**
 - Mobilgeräte
 - Handling-Assistenten
 - Smart Factories und intelligente Objekte
 - Predictive Maintenance
 - Smart Data (z. B. Smart Data Innovation Lab)
 - Unternehmens-App Stores
 - Ganzheitliche Ansätze: »4.0-enterprises« (Bosch, Wittenstein)



Was ist Industrie 4.0?

Eine Annäherung an einen viel benutzten Begriff

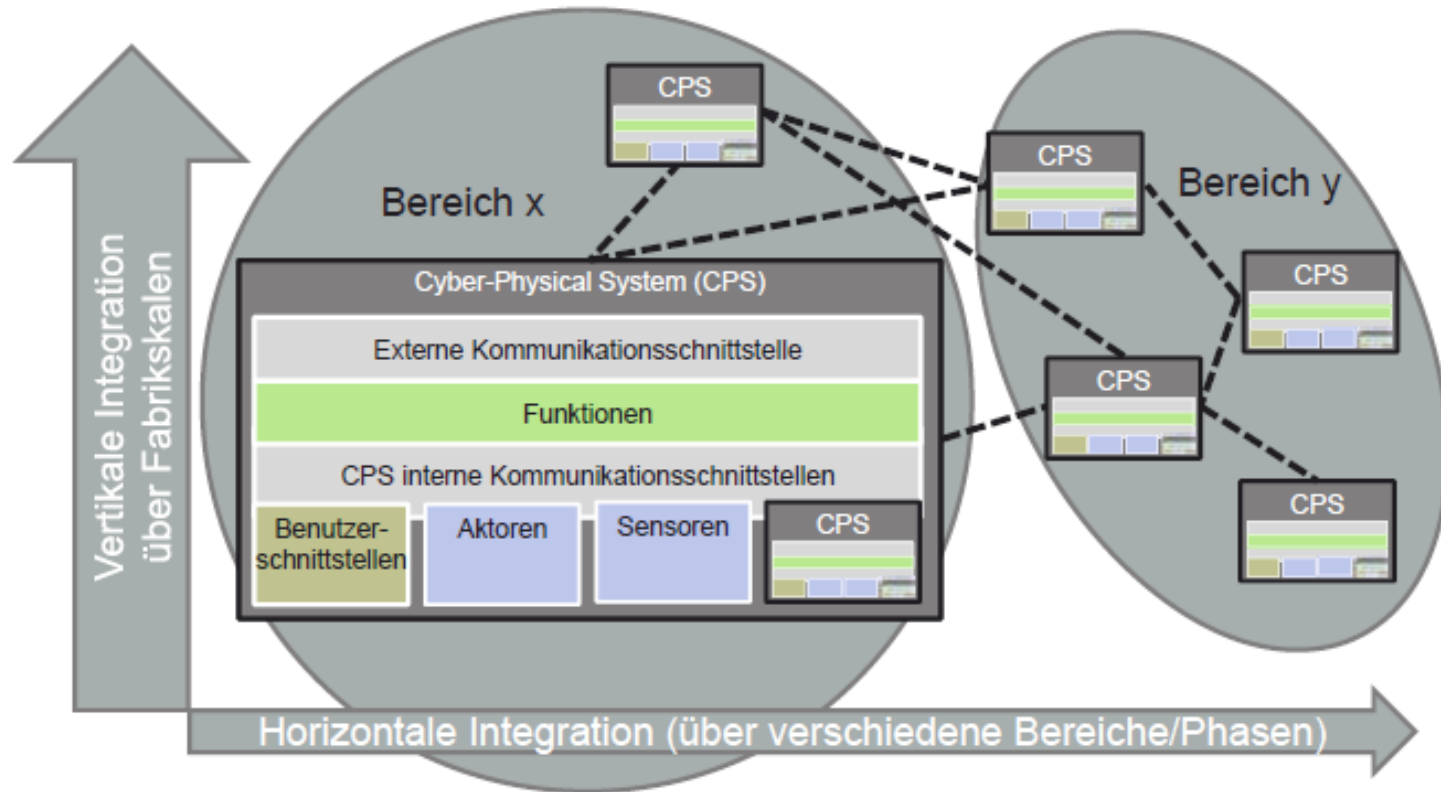
- Eine ganzheitliche Herangehensweise ausgehend vom Produktlebenszyklus
- Die echtzeitnahe Synchronisierung der physischen Welt mit den Modellen in der digitalen Welt
- Eine flexible und sichere Vernetzung der Informationen in unterschiedlichen Werkzeugen und Systemen

IKT-Enabler: Service-Orientierte Softwarearchitekturen (SOA), das Internet of Things, Breitband- und Mobilkommunikationstechnologien, Apps und die Verlagerung von Software in die Cloud

Zwei grundsätzliche Aspekte einer Industrie 4.0-Anwendung:

- Das Lebenszyklusmodell zur ganzheitlichen Betrachtung und Einordnung einer Industrie 4.0-Anwendung
- Cyber-Physical Systems (CPS) als technischer Ansatz für Industrie 4.0-Anwendungen zur Informationserfassung und -verarbeitung sowie zur Vernetzung der Lebenszyklusphasen

Aufbau von Cyber-Physical Systems



Funktionen von CPS

Datenübernahme und -aufbereitung

Datenverwaltung

Erstellung, Bearbeitung

Simulation

Überwachung, Monitoring

Analyse, Auswertung

Visualisierung

Regelung

Maßnahmeneinleitung

Kategorisierung von Industrie 4.0-Anwendungen

Einsatzbereiche	Funktionen	Räumliche Verteilung Funktionen	
		Lokal	Verteilt
Strategische Investitionsplanung	Datenerfassung und -übernahme	Lokal	Verteilt
Produktentwicklung	Datenverwaltung	Lokal	Verteilt
Prozessplanung und -entwicklung	Erstellung, Bearbeitung	Lokal	Verteilt
Fabrikplanung	Simulation	Lokal	Verteilt
Produktionsplanung	Überwachung	Lokal	Verteilt
Supply Chain Management	Analyse, Auswertung	Lokal	Verteilt
Beschaffung, Einkauf	Visualisierung	Lokal	Verteilt
Kundenauftragsmanagement	Steuerung, Regelung	Lokal	Verteilt
Marketing, Vertrieb	Maßnahmeneinleitung	Lokal	Verteilt
Fertigung, Montage			
Logistik			
Lager, Versand			
Instandhaltung			
After Sales, Service			
Management, Verwaltung			
Aus- und Weiterbildung			

Der Mensch in der Industrie 4.0

Arbeitsorganisation

Identitätsmanagement

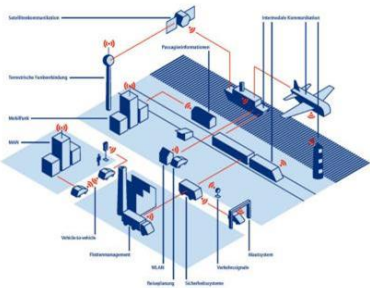


Kompetenzentwicklung

Assistenzsysteme

Mögliche Entwicklungsrichtungen Arbeitsorganisation

Automatisierungsszenario



- Kontroll- und Steuerungsaufgaben werden durch die digitale Technik gelöst
- Mitarbeiter werden durch die digitale Technik gelenkt und sind vorrangig für ausführende Tätigkeiten zuständig
- Digitale Technik übernimmt Entscheidungen, Erfahrung ist nicht wichtig
- Verbleib vergleichsweise einfacher »Restaufgaben« auf mittlerer Qualifikationsebene, Dequalifizierung

Spezialisierungsszenario

- Die digitale Technik und vernetzte Objekte initiieren und liefern Informationen für Entscheidungen
- Mitarbeiter entscheiden, einzeln und in Gruppen
- Digitale Technik ist entscheidungsfördernd, wird als Werkzeug genutzt, Erfahrung ist Grundlage für koordinative Entscheidungen
- Potential zur Aufgabenerweiterung und ganzheitlichen Tätigkeiten

Bild: acatech (Hrsg): Cyber-Physical Systems, 2011, S.21 Szenarien in Anlehnung an Windelband, Spöttl, FreQueNz Newsletter, 2011

Anwendungsbeispiel: Intelligente Assistenzsysteme

ITIZZIMO+X: Detaillierte Arbeitsanweisungen über Datenbrille

Funktionen

Opt./ akust.
Anweisungen:
Ein-/Aus-
buchen
Artikel
Navigation
im Lager
Stapler-
bedienung
Technik-
hotline

Ansicht Datenbrille



Arbeitsinhalte

Planen



Entscheiden



Kooperieren



Video: <http://www.itizzimo.com/business-glasses/#!/#informationen>

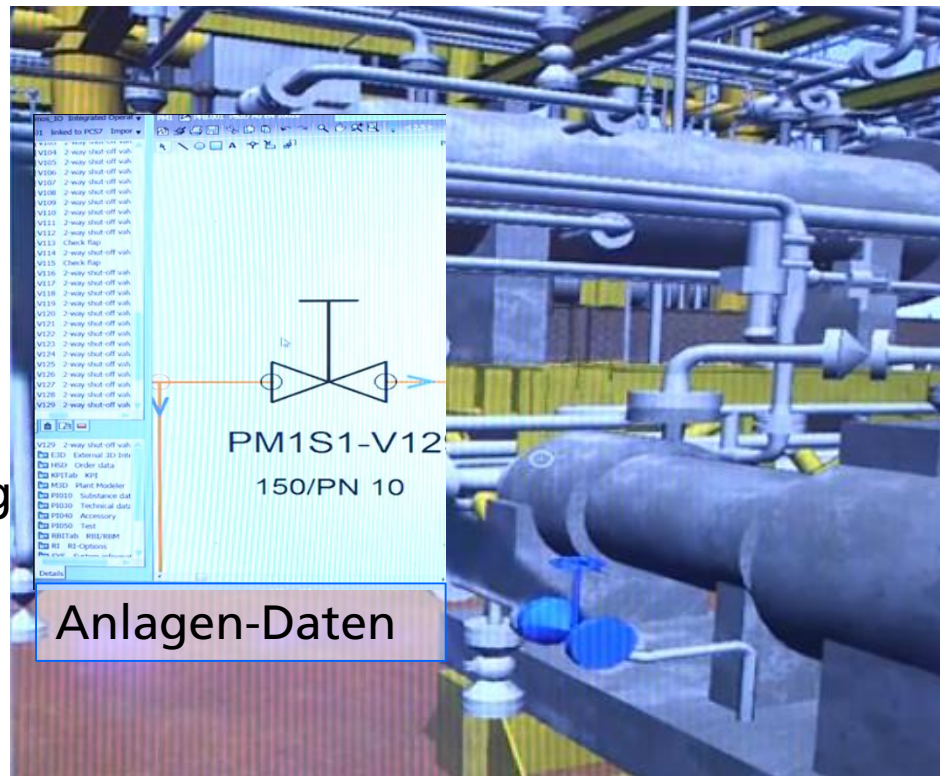
Anwendungsbeispiel: Intelligente Assistenzsysteme

Comos Walkinside: Anlagenmanagement mit Datenbrille

Funktionen

Aktuelle
Engineering-
und Anlagen-
Daten
Planung,
Überwachung,
Schulung
Wartung/
Instandhaltung
Kooperation
Sicherheit

Ansicht Datenbrille



Anlagen-Daten

Arbeitsinhalte

Planen



Entscheiden



Kooperieren

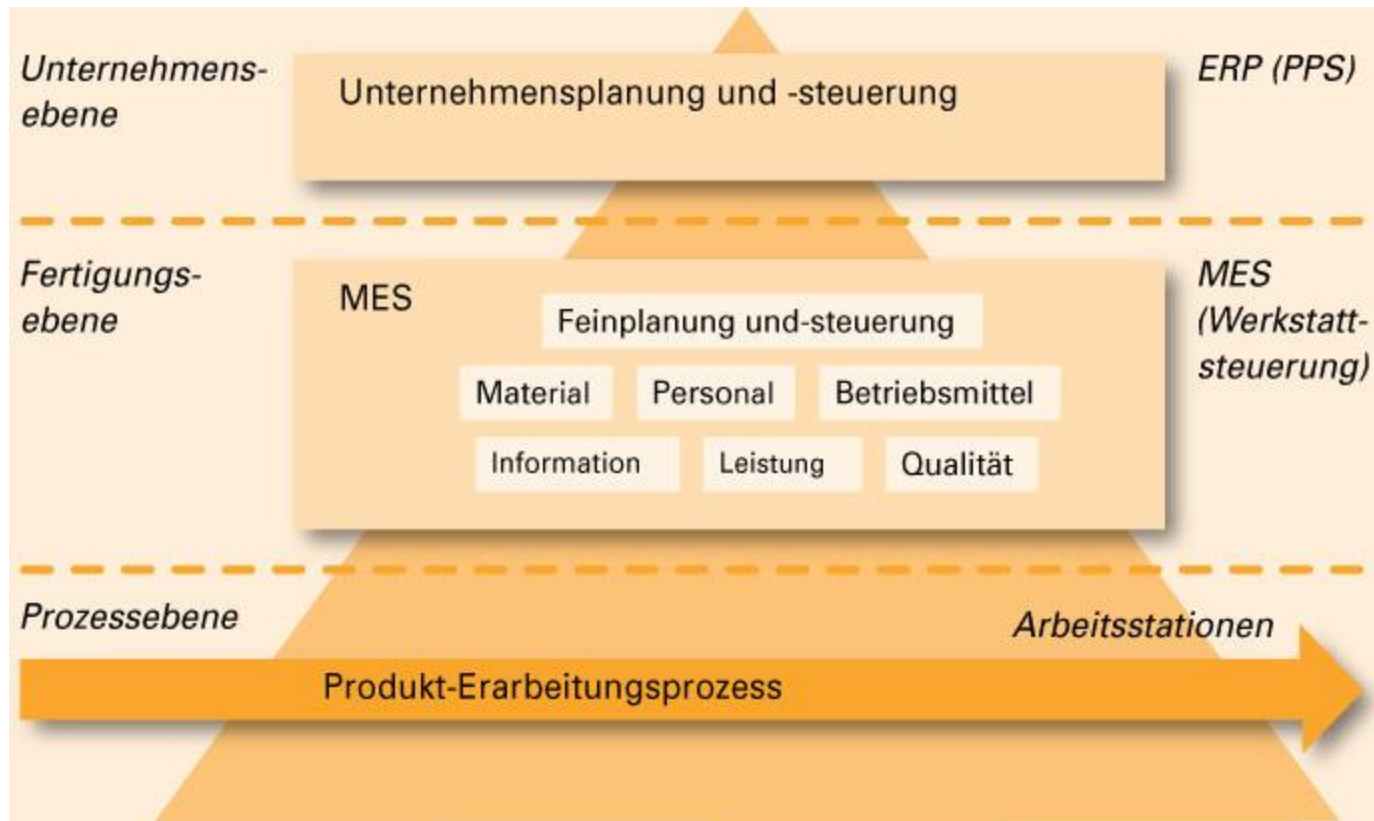


[Powerful 3D Virtual Reality Visualization.mp4](#)

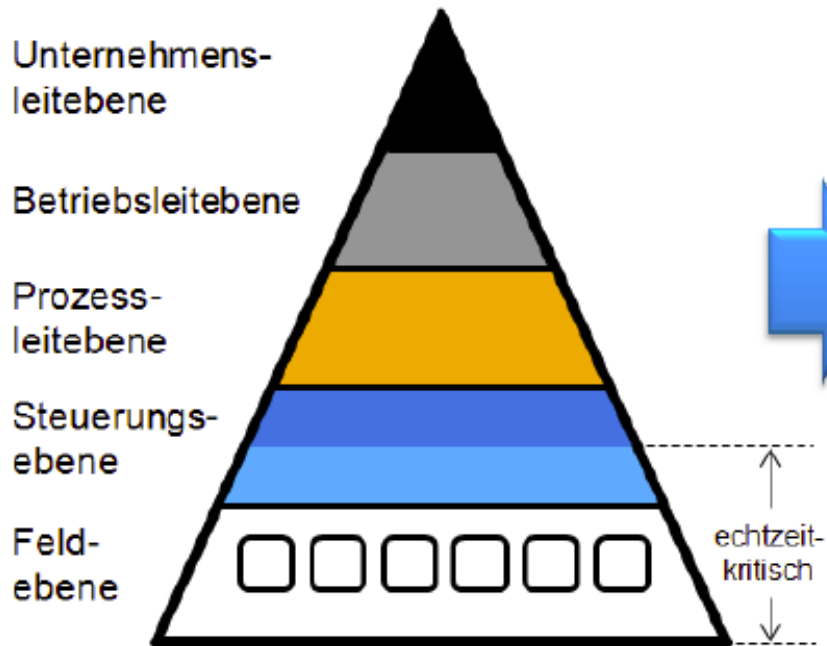
Veränderungen der Qualifikationsanforderungen durch CPS - Hohes Qualifikationsniveau



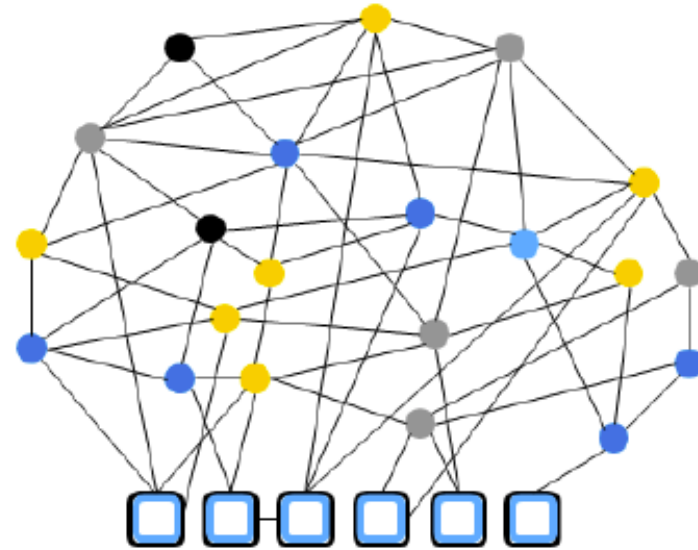
Automatisierungspyramide



Auflösung der Automatisierungspyramide

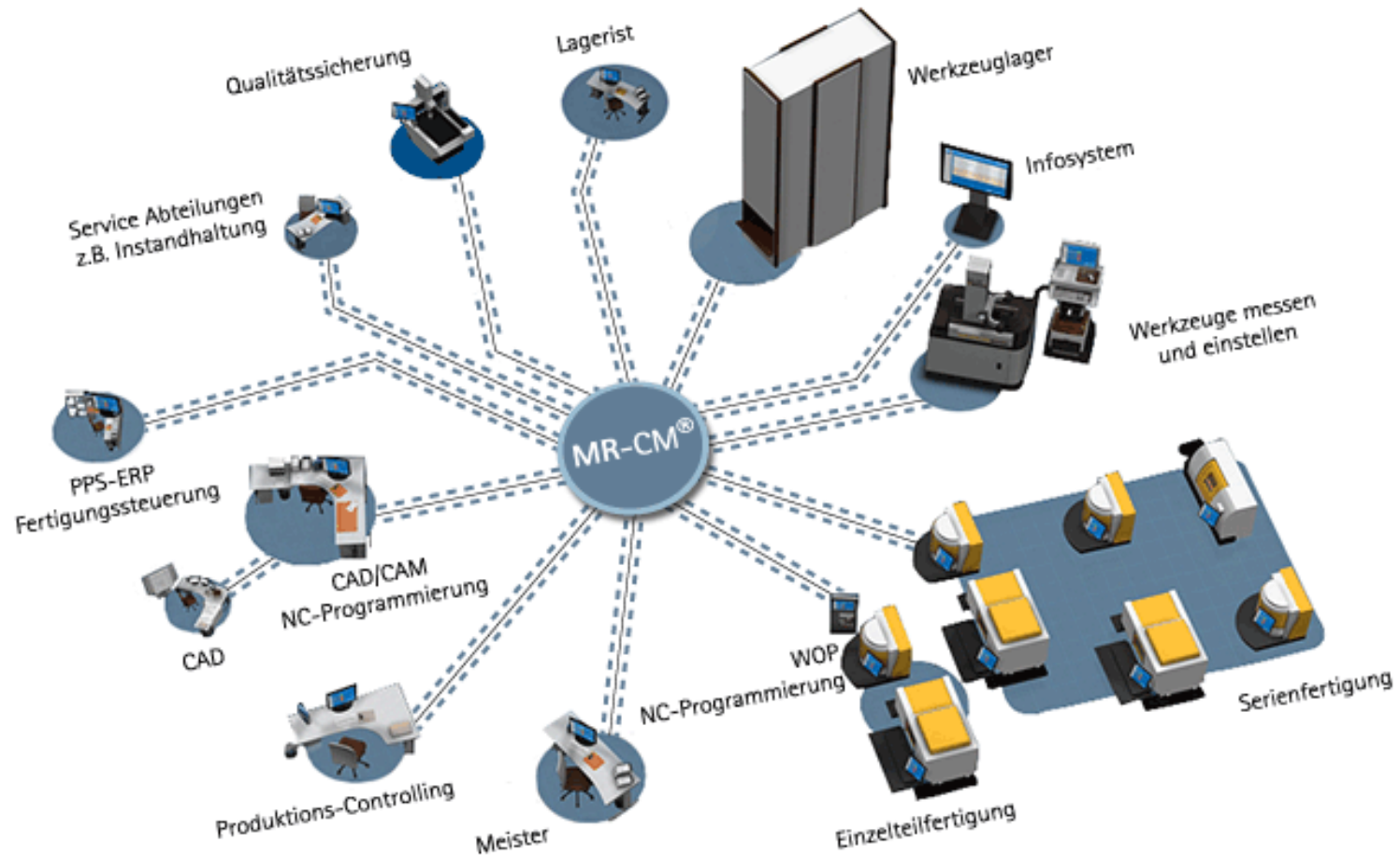


Automatisierungspyramide



CPS-basierte Automation

Maschinenfabrik Reinhausen - MES



Anforderungsprofile – Hohes Qualifikationsniveau

- Umgang mit Interdisziplinarität, Arbeiten in interdisziplinären Teams (Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik in Kombination)
- Verbindung von „realem“ und „virtuellem“ Verständnis
- Verständnis verschiedener betrieblicher IT-Systeme und deren Schnittstellen (ERP, MES)
- Verständnis Mensch-Technik Interaktion
- Kenntnisse Gestaltung von HMI und Arbeitssysteme
- Verständnis der Steuerung einer selbstorganisierenden Produktion
- Überwachung intelligent kommunizierender Maschinen
- Kenntnis entsprechender Systeme, Modelle und Simulationen

Veränderungen der Qualifikationsanforderungen durch CPS - Mittleres Qualifikationsniveau

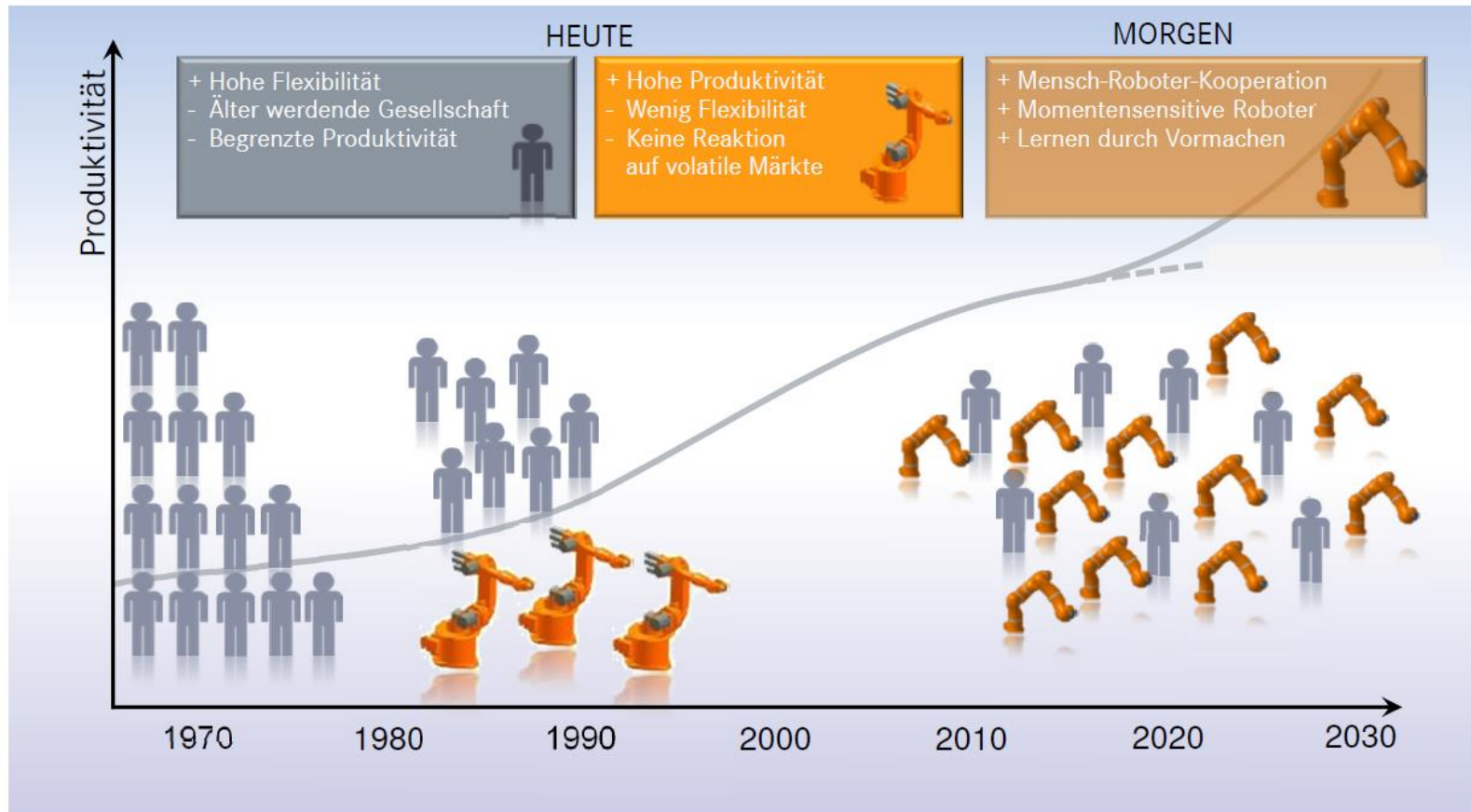


SEW Eurodrive – Industrie 4.0

- Intralogistik
 - Konzentration auf FTS („fahrende Werkbank“)
- Fertigung
 - Voll vernetzt, Zugriff auf sämtliche Informationen auch durch Facharbeiter
 - Industriemechaniker parametrisieren und programmieren Anlagen
- Montage
 - „Montagearbeitsplatz der Zukunft“
 - Ergonomisch, technologisch auf höchstem Niveau
 - Anordnung nach Best-Point-Prinzip
 - Voll vernetzt, technisches Assistenzsystem für Facharbeiter

Daimler – Robot Farming

Die Entwicklung läuft von der Handarbeit zur Mensch-Roboter-Kooperation.



Bosch - Produktionsassistent APAS



- Einsatz in der Montage
- Übernahme monotoner Aufgaben durch APAS
- APAS-Programmierung und -Parametrisierung durch Facharbeiter
- „Teach-In“ durch Facharbeiter

Industrie 4.0: Neue Qualifikationsanforderungen

Kompetenzen der Produktionsmitarbeiter verändern sich

Automatisierungsszenario

- Kontrolle und Steuerung durch Technologie
- CPS lenkt MA (vornehmlich ausführend tätig)
- Hochqualifizierte Fachkräfte für Installation, Modifikation und Wartung von CPS

Spezialisierungsszenario

- CPS unterstützt Entscheidungen
- MA lenken CPS
- Weiterhin dominante Rolle der Facharbeit
- Verstärkt informatorische, organisatorische, mechatronische Inhalte

WerkerInnen:

Fachkräfte allgemein:

Fachkräfte spezialisiert:

Hochqualifizierte:



WerkerInnen:

Fachkräfte allgemein:

Fachkräfte spezialisiert:

Hochqualifizierte:



Werker und Werkerinnen: An- und Ungelernte; Fachkräfte allgemein: Fachkräfte mit Berufsfachschulabschluss; Fachkräfte spezialisiert: Fachkräfte mit Weiterbildungsabschluss (Techniker, Meister); Hochqualifizierte: Beschäftigte mit akademischem Abschluss (FH, HS, Uni)

Fazit: Kompetenzentwicklung in der Industrie 4.0

Anforderungen

- Prozessverständnis, Integration und echtzeitnahe Synchronisierung von Prozessen entlang des Produktlebenszyklus
- Bereichsübergreifende Vermittlung von Kompetenzen (IT, Elektrotechnik, Mechanik)
- Überfachliche Kompetenzen zur Organisation, Kommunikation und Kooperation
- Eigenverantwortung, Entscheidungsfähigkeit



Kompetenzentwicklungsformate: Produktionsnahes Lernen

Projektarbeit,
Lernspiele, -simulationen



Lernfabriken 4.0



Partizipation Ramp-up



Herausforderung: Potenziale von I4.0-Anwendungen für Kompetenzentwicklung nutzen und „echte“ Lernmöglichkeiten bieten!