Stand der Digitalisierung im deutschen Werkzeug- und Maschinenbau

Prof. Dr.-Ing. Frank Döpper

Prag, 15. Mai 2019

Wer wir sind

Projektgruppe Prozessinnovation

seit 2006 an der Universität Bayreuth

- Universität Bayreuth
  - Gründungsjahr: 1975
  - 13.000 Studenten
- 7 Fakultäten
  - Mathematik, Physik und Informatik
  - Biologie, Chemie und Geowissenschaften
  - Rechts- und Wirtschaftswissenschaften
  - Sprach- und Literaturwissenschaften
  - Kulturwissenschaften
  - **Ingenieurwissenschaften**
  - Lebenswissenschaften: Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Fraunhofer Projektgruppe Prozessinnovation

Vernetzung von Wissenschaft und Praxis

Lehre → Forschung → Entwicklung → Realisierung → Anwendung

Erfahrungen aus der Industrie

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer Projektgruppe Prozessinnovation

Unsere Mission

Produktion.	Die Produktion ist im Zentrum unseres Handelns.	■ Fertigungstechnik ■ Informationsmanagement ■ Produktionsmanagement ■ Wertschöpfungsketten ■ Produktionsnetzwerke
Besser.	Wir denken im Sinne von Unternehmen und ihren Kunden.	■ Durchlaufzeit ■ Herstellkosten ■ Kundenzufriedenheit ■ Wettbewerbsfähigkeit ■ Nachhaltigkeit
Machen.	Innovation bedeutet für uns Ideen und Konzepte in die praxisgerechte Anwendung zu bringen.	■ Technologieauswahl ■ Technologieentwicklung ■ Technologieeinführung ■ Wertstromoptimierung ■ Konzeptrealisierung

© Fraunhofer IPA

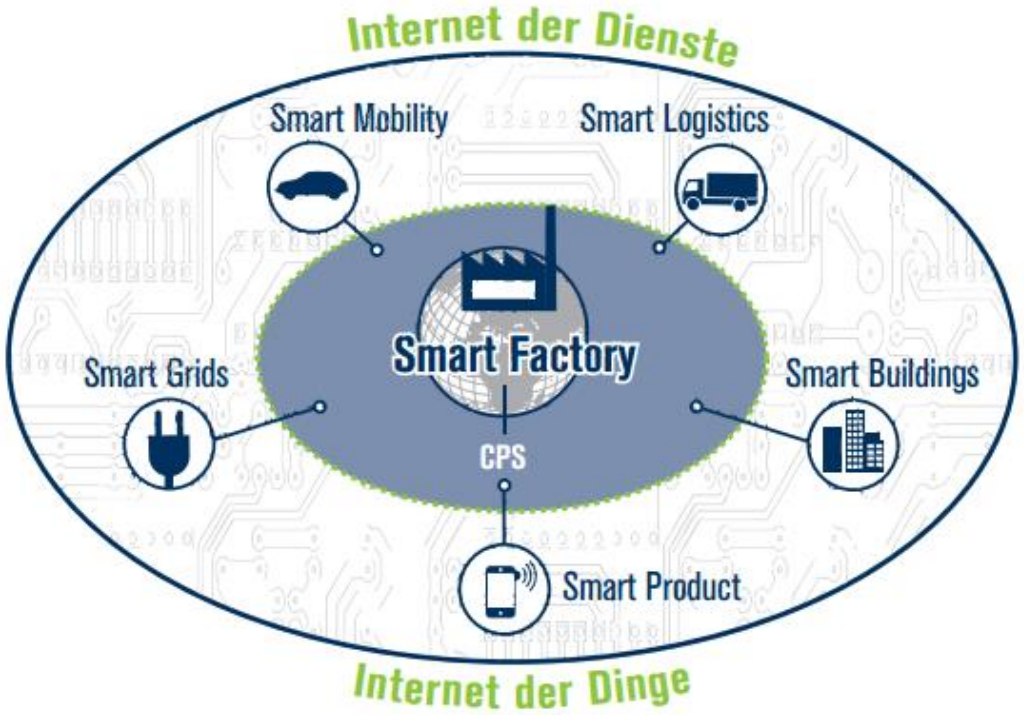
Das Internet der Dinge und Dienste

Das Internet der Dinge und Dienste

- **1999**
  „Internet of Things“
  (Kevin Ashton)

- Vernetzung von Objekten, die autonom über das Internet Informationen abrufen oder bereitstellen können
- Verschmelzung von physikalischer und virtueller Welt zu Cyber Physical Systems (CPS)

- **2007:**
  Das erste iPhone kommt auf den Markt
- **2012**:
  IPv6 bietet ausreichend Adressen* für die globale Vernetzung intelligenter Objekte
- **2020:**
  50 Mrd. vernetzte Geräte (Prognose)



Quelle: ABI Research, acatech, Bosch, Green Builder Mediaor Blessing« (2014)

* IPv6 bietet
$3{,}4 * 10^{38}$ Adressen

© Fraunhofer IPA

Digitalisierung im privaten Bereich

April 2005, Petersplatz in Rom:

Benedikt XVI. wird Papst

März 2013, Petersplatz in Rom:

Franziskus wird Papst

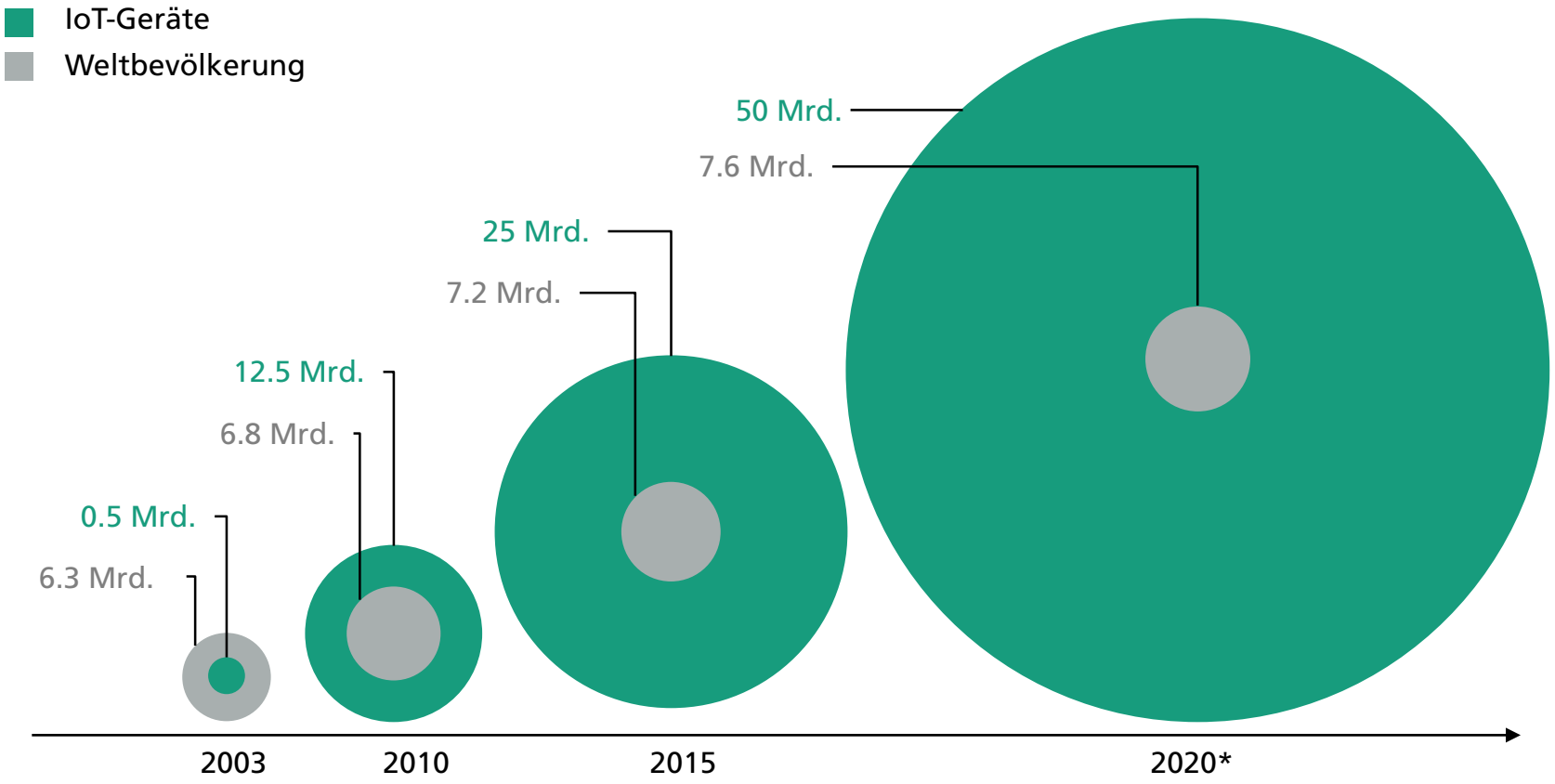
Bilder: washingtonpost.com

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Der Markt ist reif und die Verbraucher kaufen eifrig ein

50 Milliarden IoT-Geräte im Jahr 2020



Quelle: Nach Jason Parms in »Internet of Things: A Threat or Blessing« (2014)

*Prognose

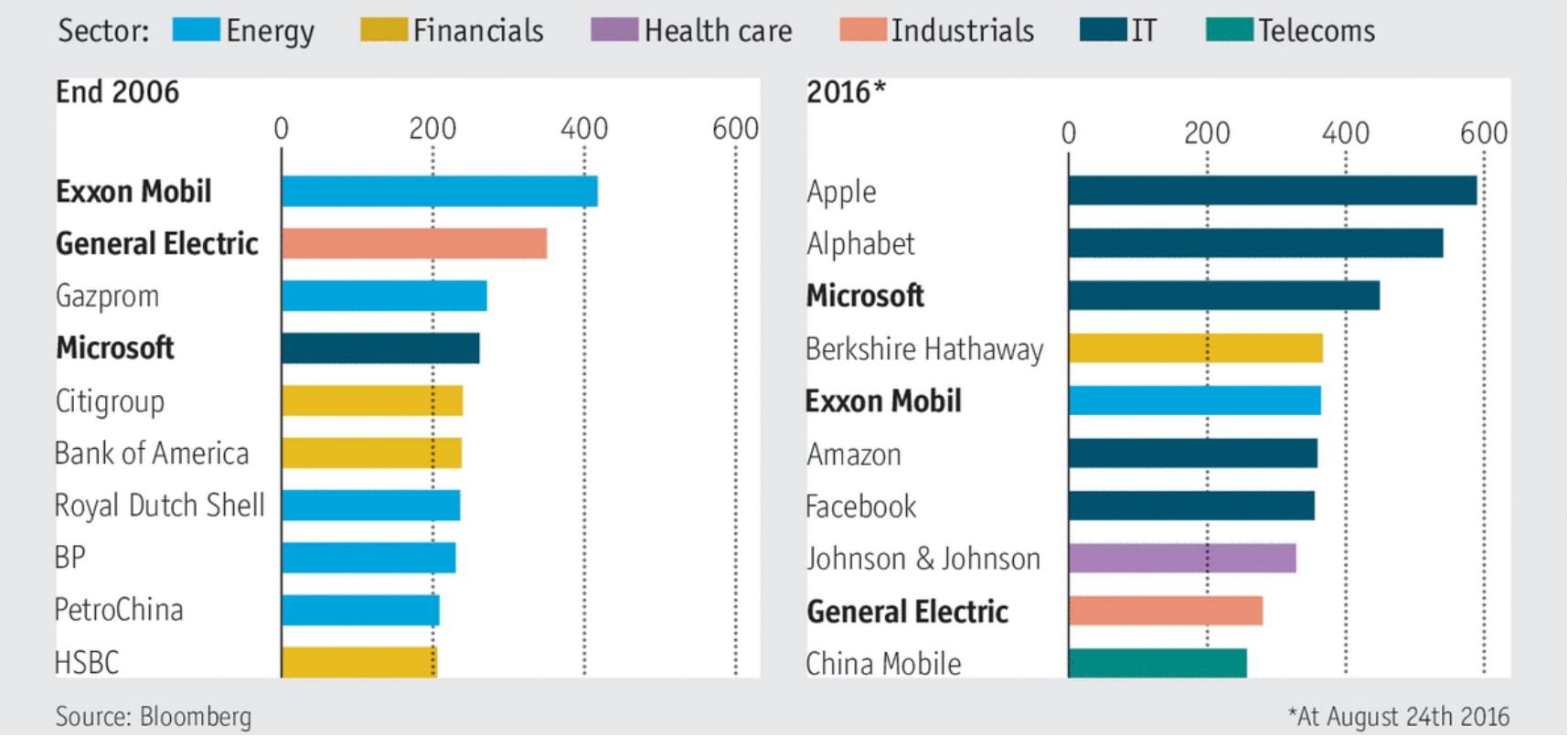
© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Digitalisierung und Wirtschaft

"A virtually new world"

Die weltweit größten Unternehmen gemessen an ihrer Marktkapitalisierung



Quelle(n): Bloomberg

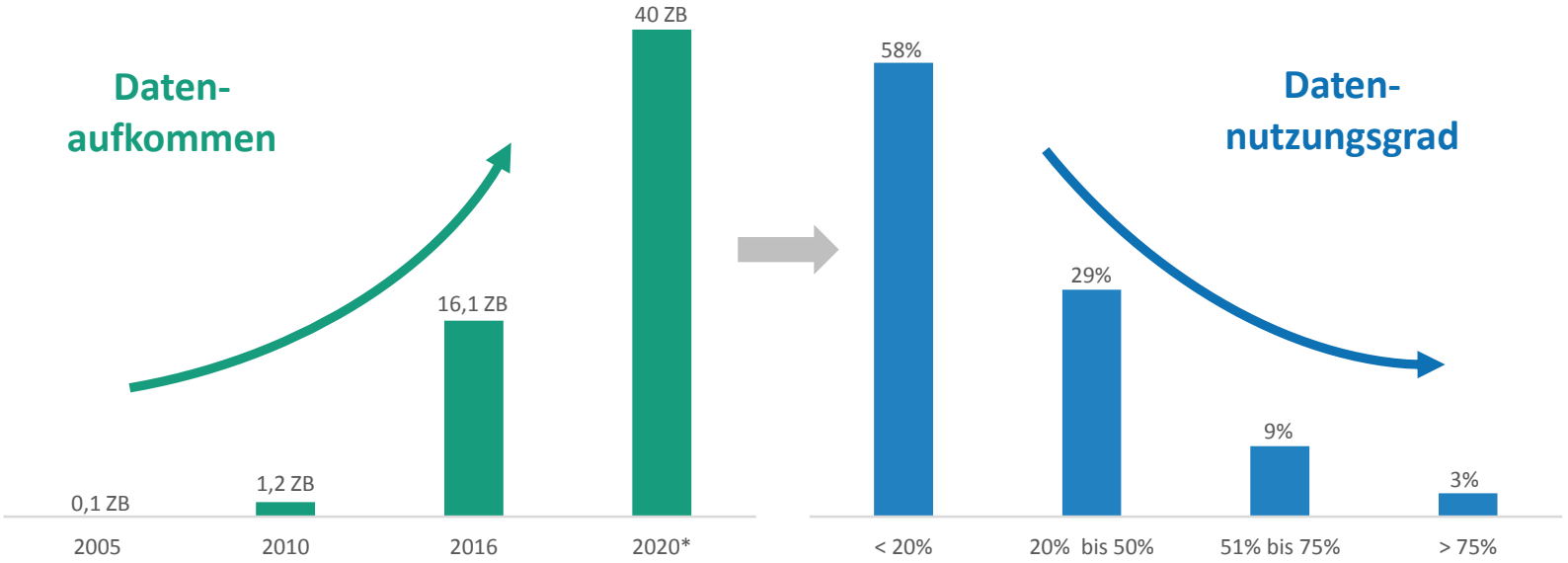
© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Digitalisierung der Wertschöpfung

Hintergrund & Handlungsbedarf

Digitalisierung in deutschen Unternehmen



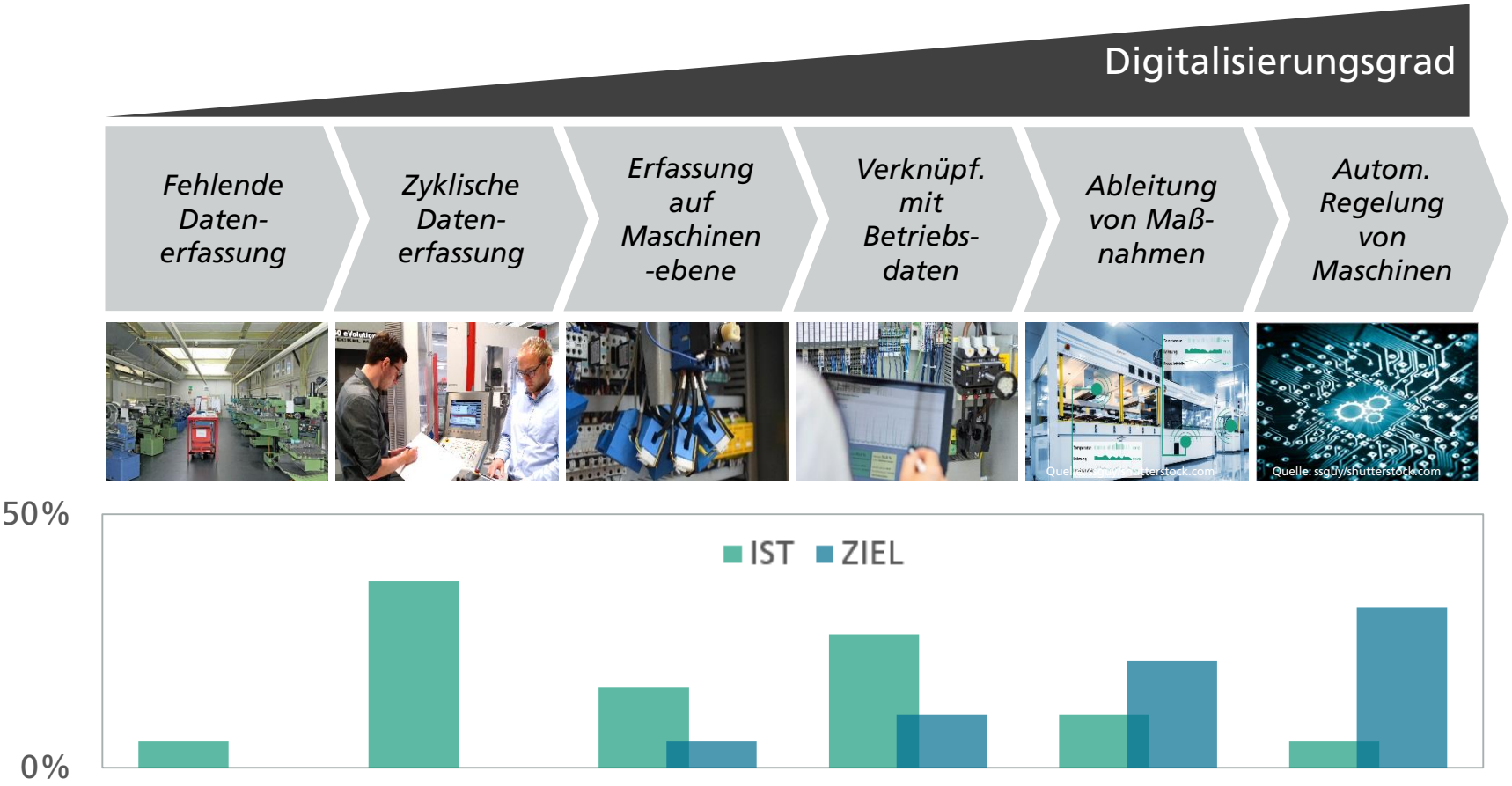
Datenaufkommen	Wahrnehmung	Datennutzungsgrad	Erfolgsbeispiele
• Exponentielles Wachstum • Verzehnfachung bis zum Jahr 2025*	• Für mehr als 90% der Unternehmen birgt die Digitalisierung Potentiale	• Über 90% der Unternehmen Nutzen weniger als 50% eigener Daten	• Voraussetzung für eine Steigerung der Datennutzung • Umsetzung < 25%

Quellen: Mc Kinsey; Universität Potsdam; F. Duscheck, R. Blameuser, S. Gehrmann, RedPaper: PredictiveMaintenance, BearingPointGmbH, IDC: Prognose zum weltweit generierten Datenvolumen 2025, ID 267974. International Data Corporation (IDC). URL: http://www.idc.de/

© Fraunhofer IPA

Reifegrad produzierender Unternehmen

Befragung von 40 Unternehmen



Quelle des Modells: Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 (VDI-Studie, 2017)

© Fraunhofer IPA

Digitalisierung und das Internet der Dinge

Abschätzung der Nutzenpotenziale

Kosten	Effekte	Potenzial
Bestandskosten	• Reduzierung Sicherheitsbestände • Vermeidung Bullwhip- und Burbidge-Effekt	-30% bis -40%
Fertigungskosten	• Verbesserung OEE • Prozessregelkreise • Verbesserung vertikaler und horizontaler Personalflexibilität	-10% bis -20%
Logistikkosten	• Erhöhung Automatisierungsgrad (Milk run, picking, …)	-10% bis -20%
Komplexitätskosten	• Erweiterung Leitungsspannen • Reduktion trouble shooting	-60% bis -70%
Qualitätskosten	• Echtzeitnahe Qualitätsregelkreise	-10% bis -20%
Instandhaltungskosten	• Optimierung Lagerbestände Ersatzteile • Zustandsorientierte Wartung • Dynamische Priorisierung	-20% bis -30%

Quelle: Fraunhofer IPA

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

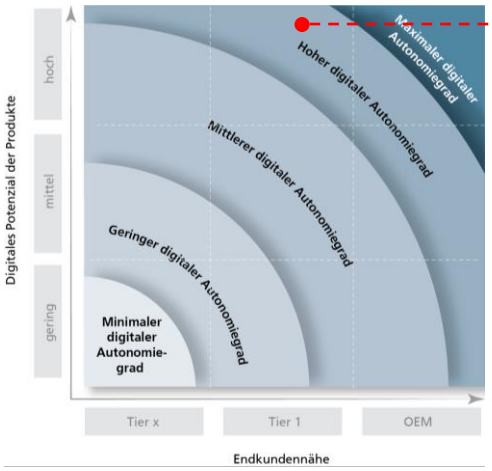
Digitalisierung im Mittelstand

Studie mit Entscheidungsgrundlagen und Handlungsempfehlungen

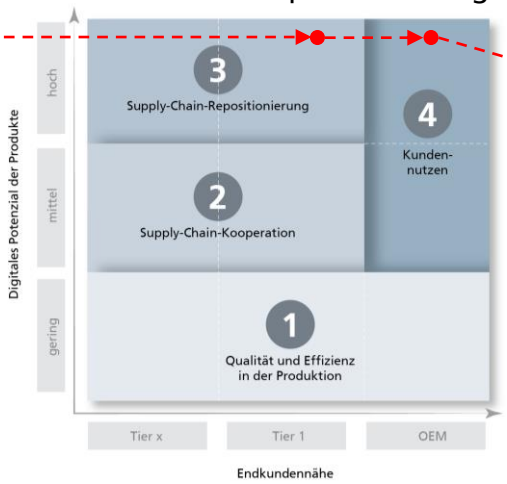
- Untersuchung anhand von Workshops mit 12 Unternehmen des Verbands Südwestmetall
- Kennzahlen zur Bestimmung des Digitalisierungsreifegrades
- Vorstellung von Charakteristika erfolgreicher Unternehmen in der Digitalisierung
- Ermittlung von Strategieklassen mit Handlungsempfehlungen

Vorgehensweise

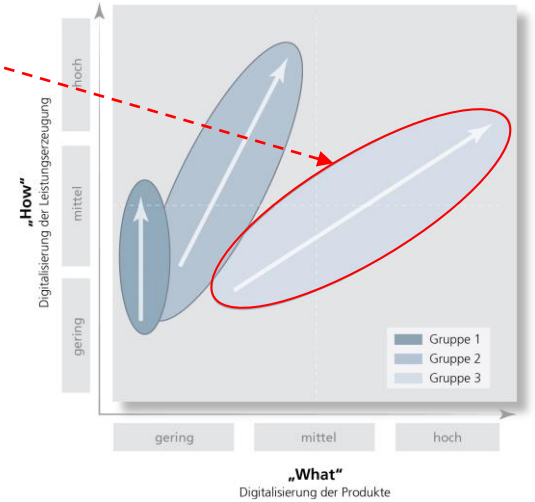
Bestimmung des *digitalen Autonomiegrades*



Identifizierung der strategischen Unternehmenspositionierung



Ausarbeitung einer konkreten Roadmap

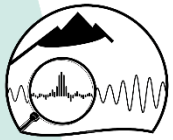


© Fraunhofer IPA

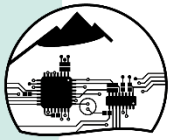
Von der Messtechnik zum digitalen Zwilling

Der digitale Zwilling

Künstliche Intelligenz
in der Produktion



Mustererkennung in
Stromprofilen



Elektronikentwicklung &
Embedded Systems

Anlagenvernetzung &
Digitalisierung

Messtechnik & „Data Analytics“

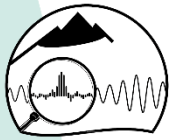
© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

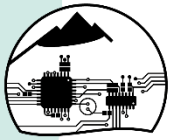
Von der Messtechnik zum digitalen Zwilling

Der digitale Zwilling

Künstliche Intelligenz
in der Produktion



Mustererkennung in
Stromprofilen



Elektronikentwicklung &
Embedded Systems

Anlagenvernetzung &
Digitalisierung

Messtechnik & „Data Analytics“

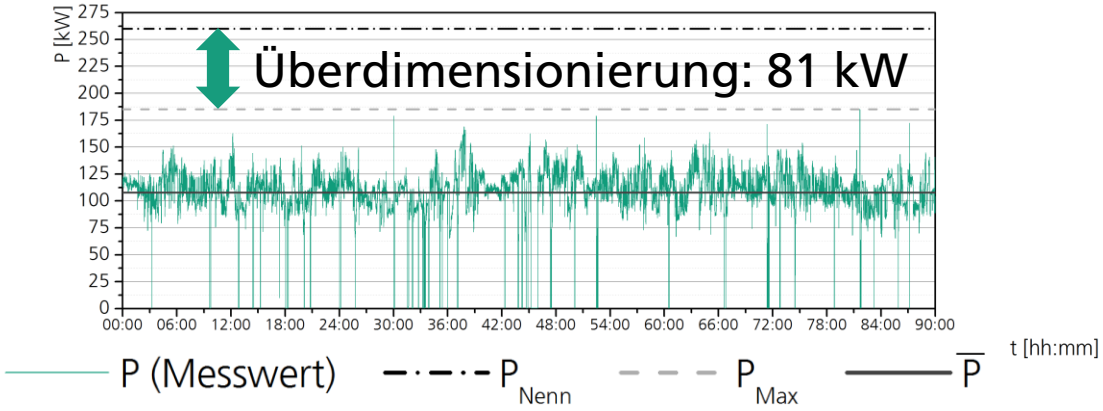
© Fraunhofer IPA

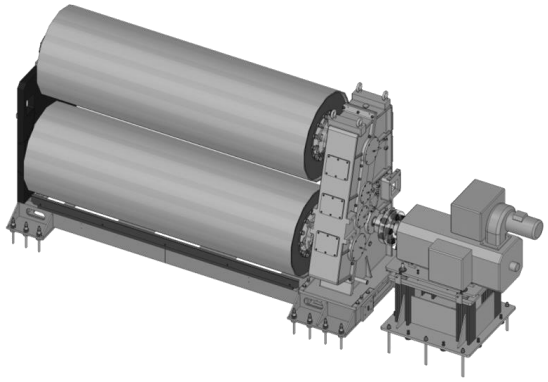
Fraunhofer IPA

Messtechnik & „Data Analytics“

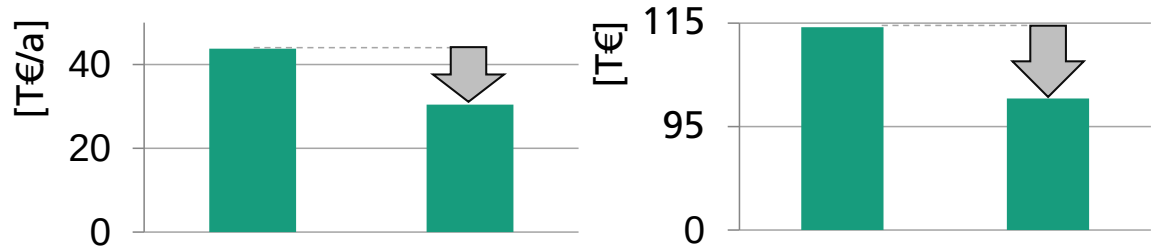
Beispiel: Komponentendimensionierung für eine Großanlage

- Vorgehen: 48-kanälige Langzeitmessung der elektrischen Leistungsaufnahme





Hauptantrieb



- Maßnahme: Ersatz des 260 kW DC-Motor durch zwei 100 kW AC-Torque Motoren
- Nutzen: **-12 %** Energiekostensenkung **-30%** Herstellkostensenkung

Quellen: Fraunhofer IPA

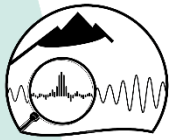
© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

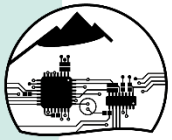
Von der Messtechnik zum digitalen Zwilling

Der digitale Zwilling

Künstliche Intelligenz
in der Produktion



Mustererkennung in
Stromprofilen



Elektronikentwicklung &
Embedded Systems

Anlagenvernetzung &
Digitalisierung

Messtechnik & „Data Analytics“

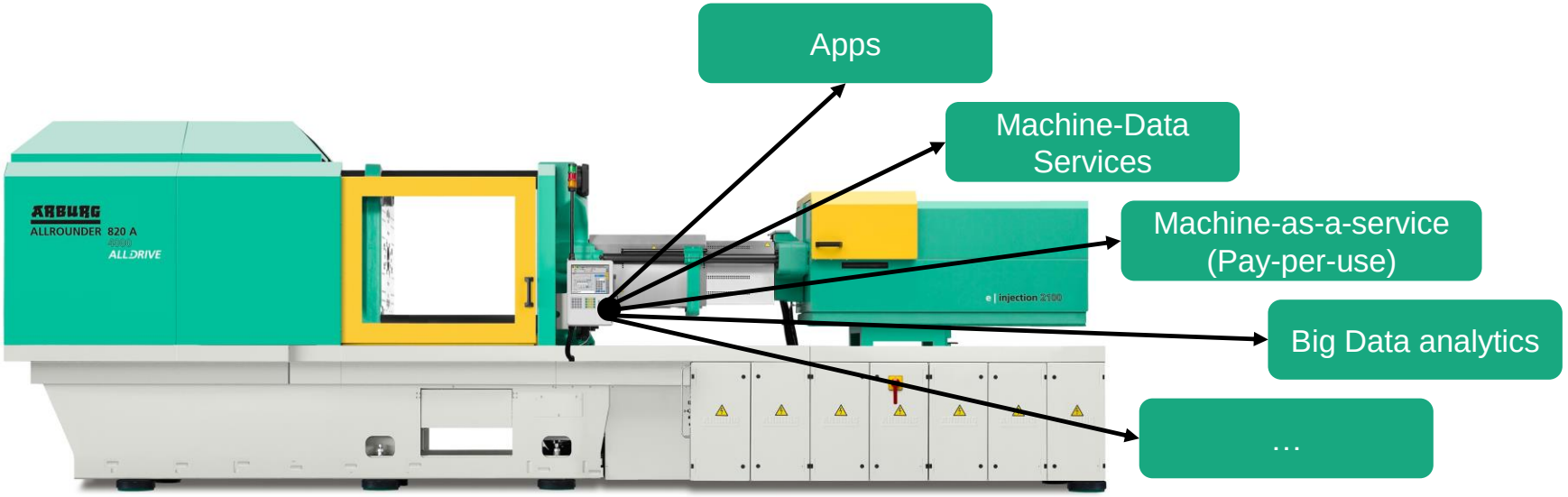
© Fraunhofer IPA

Fraunhofer
IPA

Das Angebot verändert sich

GESTERN
Verkauf von
- **Maschinen und**
- **Produkten**

MORGEN
Verkauf von
- **Dienstleistungen und**
- **Problemlösungen**



Bildquelle: arburg.com

© Fraunhofer IPA
Fraunhofer IPA

Data-driven Services

Beispiel: Druckluftversorgung für die Produktion

SIGMA AIR UTILITY – Kaeser Kompressoren SE:

- Kaeser analysiert Druckluftbedarf und bietet individuelles Konzept an
- Kaeser baut, installiert und betreibt das Druckluftsystem
- Problemlösung und Service: ständige Druckluftverfügbarkeit
- Von Fixkosten zu variablen Kosten, nur tatsächlicher Verbrauch wird bezahlt (Pay-Per-Use)

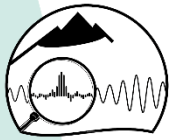
Bild-/Quelle: kaeser.de

© Fraunhofer IPA

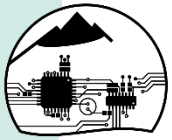
Von der Messtechnik zum digitalen Zwilling

Der digitale Zwilling

Künstliche Intelligenz
in der Produktion



Mustererkennung in
Stromprofilen



Elektronikentwicklung &
Embedded Systems

Anlagenvernetzung &
Digitalisierung

Messtechnik & „Data Analytics“

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer
IPA

Werterhaltung der installierten Produktionsanlagen

Vorausschauende Instandhaltung

- **Kevin Ashton**: „Wir werden (durch das IoT) wissen, wann Dinge repariert, ersetzt oder zurückgerufen werden müssen und ob sie noch frisch sind oder Ihr Verfallsdatum erreicht haben.“

- **gestern/heute**: unternehmens- bzw. OEM-bezogene Ansätze (z.B. TPM, Remote Service)

- **Industrie 4.0:** Produktionssysteme verbinden sich mit Cloud-basierten Plattformen (Social Machines)

acatech, Green Builder Media, Fraunhofer IWU, Fraunhofer IPA

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Werterhaltung der installierten Produktionsanlagen

Beispiel: Kühlmittelversorgung für Rechenzentrum

- **KSB und SAP**: Höchste Sicherheit „in der Cloud“ durch sichere Kühlmittelversorgung des SAP-Rechenzentrums in St. Leon-Rot

- **Datenerfassung**:
  Pumpenüberwachungseinheit PumpMeter liefert strukturierte Betriebs- und Zustandsdaten
- **Datenspeicherung:**
  SAP-Remote-Service-Management (Cloud)
- **Datenanalyse:**
  SES System Effizienz Service (KSB Analysesystem)

- **Datennutzung:** Optimierte, zustandsabhängige Instandhaltung (Anlagenverfügbarkeit, Ersatzteilversorgung, Servicetechnikereinsatz)

Quelle: KSB/SAP

© Fraunhofer IPA

Mustererkennung in Stromprofilen

Beispiel: Dezentrale Datenanalyse

COGNISENSE

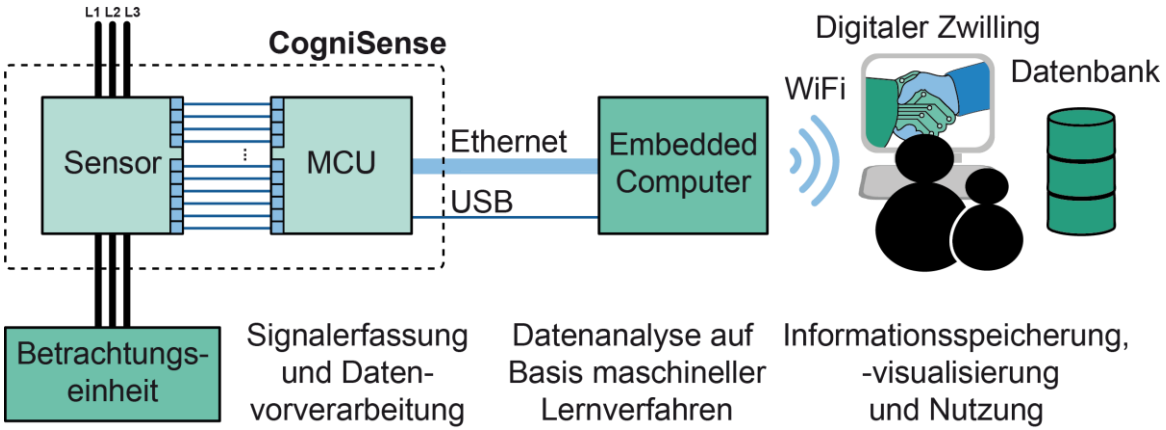
- Automatisches Anlernen von Stromprofilen verschiedener elektr. Verbraucher mittels künstlicher neuronaler Netze
- Abgleich des aktuellen Profils mit angelernten Daten zur Anomalie- und Trenderkennung sowie für Prescriptive Maintenance
- Automatisierte Ableitung von Betriebszuständen und KPIs
- Nachvernetzung in der Regel möglich

BHS

BAM

SMB one strap ahead

MAXSYMA THE SOFTWARE ENGINEERING ENTERPRISE



- Übertragung der Daten in eine übergeordnete Instanz (Digital Twin)
- Ereignisdiskrete Ablaufsimulation mit echtzeitnah aktualisierter Datenbasis

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Produktion & Digitalisierung

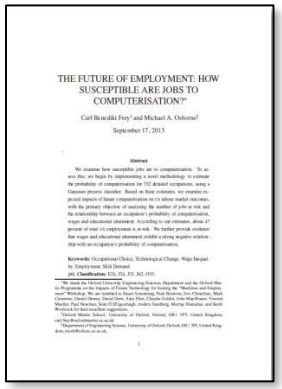
Der Mensch im Mittelpunkt?

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

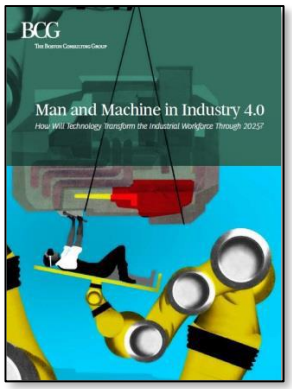
Produktion & Digitalisierung

Folgen für die Beschäftigung



47% der US-Jobs und 51% der dt. Jobs in Gefahr

18,3 Mio Arbeitsplätze sind bedroht



Bis 2025 entstehen in D netto 350.000 Jobs

12 % der deutschen und 9 % der US-Jobs in Gefahr

Bis 2025 gehen in D netto 60.000 Jobs verloren

Bis 2020 5 Mio. weniger Jobs durch Industrie 4.0

Quellen: oxfordmartin.ox.ac.uk, ing-diba.de, bcg.com, doku.iab.de, weforum.org, Bauernhansl

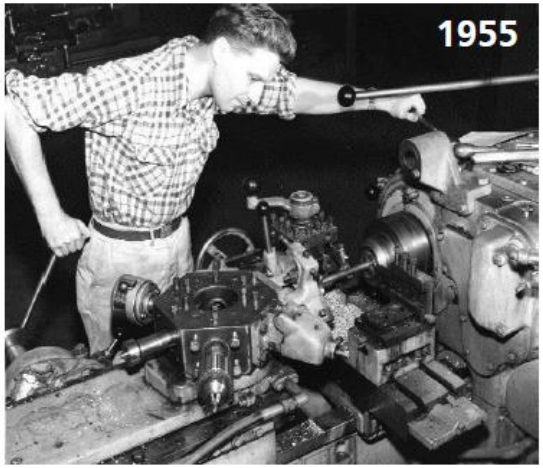
© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Mensch & Arbeitswelt

Das Verhältnis wandelt sich

Beherrscher



Kapitän

Dirigent

- Aufgaben von Produktions- und Wissensarbeitern wachsen weiter zusammen
- Routinetätigkeiten und einfache Fach- und Sacharbeit ersetzt durch Maschinen
- Neue Formen der Kooperation und Kommunikation
- Zunahme von Entscheidungsspielräumen und dispositiver Aufgaben
- Neue Qualifikationsanforderungen: Digitalkompetenz in allen Bereichen

Quellen: Fraunhofer IAO

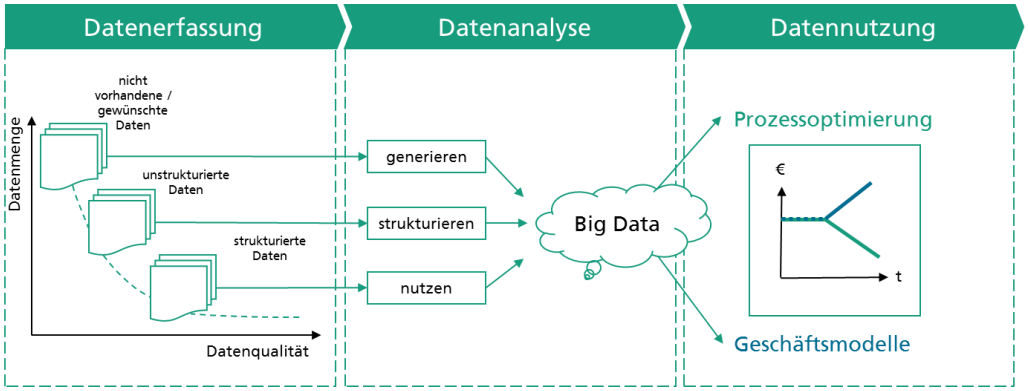
© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

BIG DATA

Predictive Maintenance im Anlagen- und Maschinenbau

- Anwendung des CRISP-DM* in **fünf** unterschiedlichen **Fallstudien** bei Projektpartnern der Metall- und Elektroindustrie



- Verallgemeinerung der Ergebnisse der Fallstudien und Überführung in einen **Leitfaden**

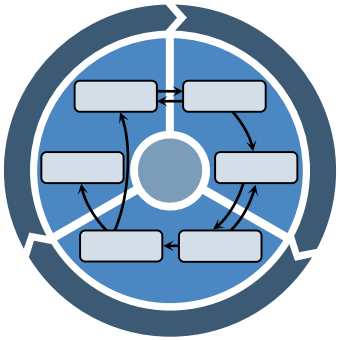
SIEMENS SCHERDEL Fraunhofer IPA
DIEHL GRENZEBACH DATA AHEAD
KATHREIN BHS SMB one strap ahead iisys Institut für Informationssysteme der Hochschule Hof
KME

*Cross-industry standard process for data mining

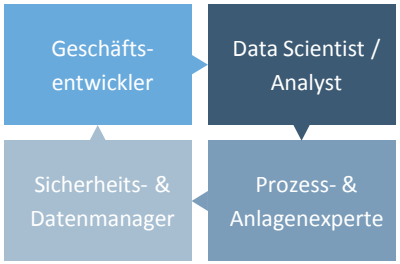
© Fraunhofer IPA
Fraunhofer IPA

BIG DATA

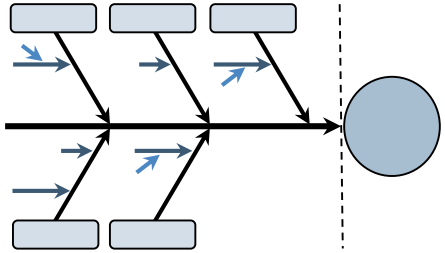
Leitfaden für den Wissenstransfer in die Unternehmen



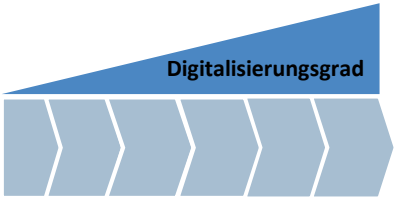
Methodik



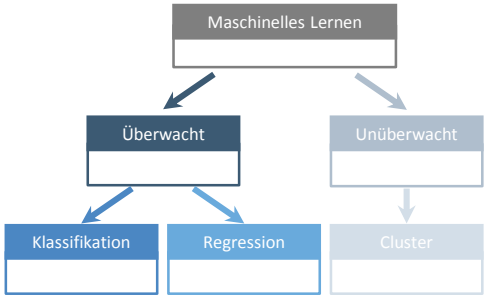
Kompetenzen



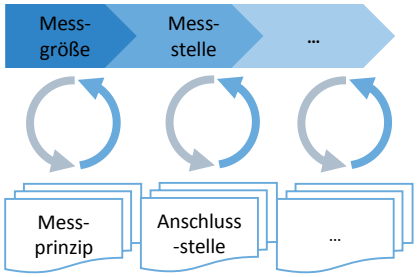
Werkzeuge



Einschätzungstools

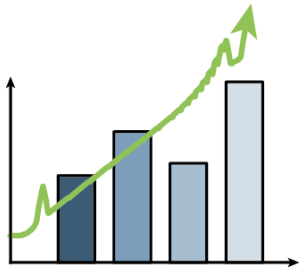


Analyseverfahren



Vorgehensmodelle

Steckbriefe



Erfolgsbeispiele

Ein Werkzeugkasten zur Bereitstellung essentieller Lösungsbausteine
für eine erfolgreiche Umsetzung von Predictive Maintenance Projekten

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Digitalisierung in der Produktion – ein Ausblick

Die Perfektion von „Just-in-Time“?

Heute

Große Distanz zwischen Produktions- und Einsatzort

Containerschiff:
Fahrtzeit von China nach Europa ca. 6 Wochen

Die 7 R der Logistik:

1. Das richtige Produkt,
2. in der richtigen Menge,
3. in der richtigen Qualität,
4. zum richtigen Ort,
5. zur richtigen Zeit,
6. zu den richtigen Kosten,
7. für den richtigen Kunden.

Morgen

Materialisierung des Produkts direkt beim Kunden ?

Aus Ozeanmüll 3D-gedruckter Sportschuh

Quellen: forum-schiff.de, finanzblatt.de

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Prof. Dr.-Ing. Frank Döpper

Prag, 15. Mai 2019