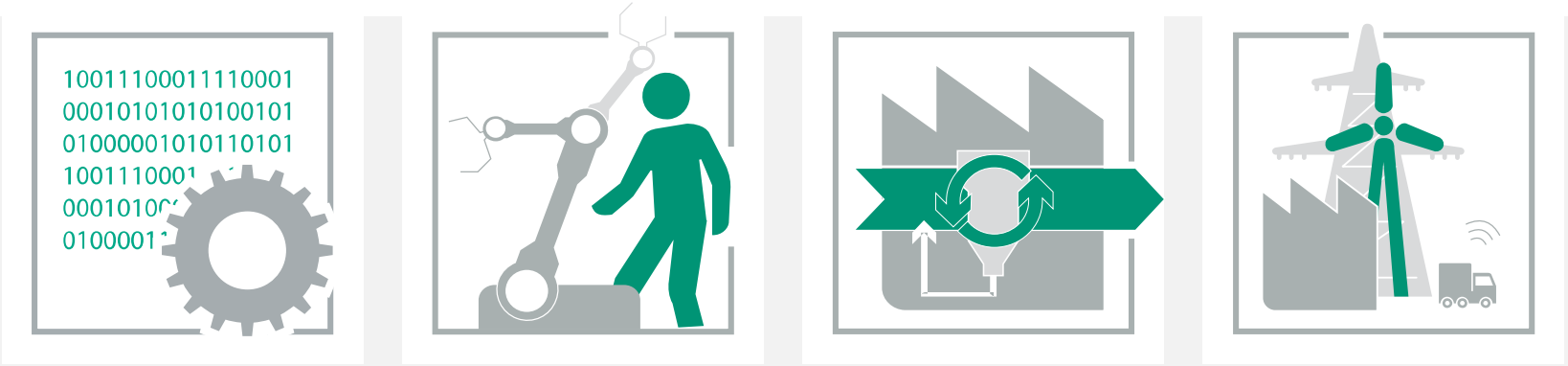
FABRIKSYSTEM 4.0: INTELLIGENT - EFFIZIENT - VERNETZT

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk



Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb
und -automatisierung IFF

Leipzig, 8. März 2017

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

FABRIKSYSTEM 4.0: INTELLIGENT - EFFIZIENT - VERNETZT

1 Ausgangssituation

2 Fabriksystem 4.0

3 Beitrag des E^3-Leitprojekts

4 Ausblick

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

FABRIKSYSTEM 4.0: INTELLIGENT - EFFIZIENT - VERNETZT

1 Ausgangssituation

2 Fabriksystem 4.0

3 Beitrag des E^3-Leitprojekts

4 Ausblick

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

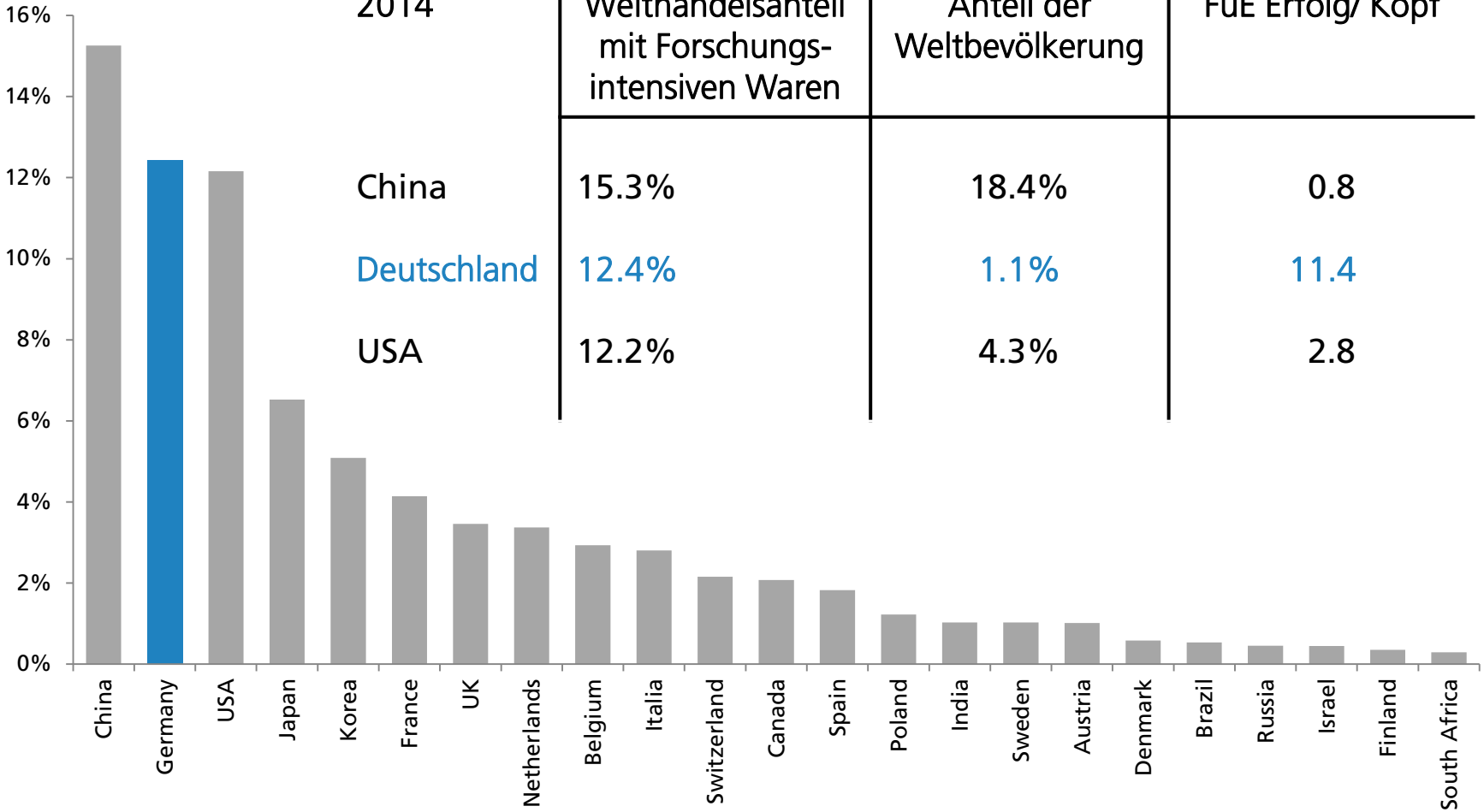
25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Ausgangssituation

Deutschland: Erfolgreich durch F&E

E³-PRODUKTION



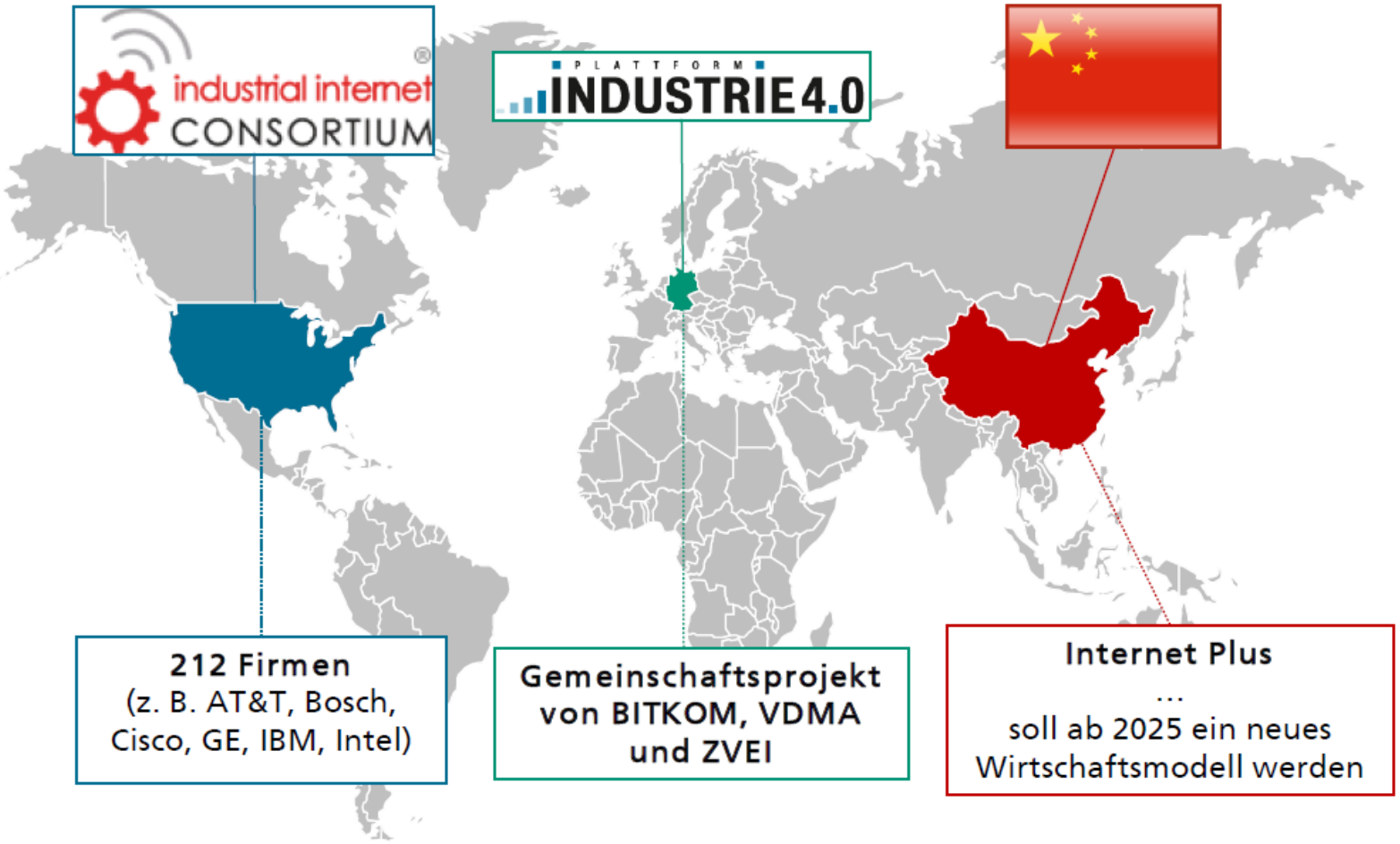
2014	Welthandelsanteil mit Forschungs-intensiven Waren	Anteil der Weltbevölkerung	FuE Erfolg/ Kopf
China	15.3%	18.4%	0.8
Deutschland	12.4%	1.1%	11.4
USA	12.2%	4.3%	2.8

Quelle: Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V., 2016

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017

Ausgangssituation
Internationale Aktivitäten im Vergleich

E³-PRODUKTION



© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

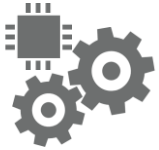
25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Ausgangssituation

Ausrichtung der zukünftigen Produktionstechnik

E³-PRODUKTION

	Akteure	Situation	Ziele	Mittel
Industrie 4.0	Deutschland	Wachsender Wettbewerb	Aufrechterhaltung der starken industriellen Basis	Integration von IuK und Produktion
Industrial Internet 	USA, UK	Service-orientierte Wirtschaft	Re-Industrialisierung	Hinzufügen von Produktionstechnik zu IuK
Vollauto-matisierung	Ostasien	Arbeitskräfte-mangel, Steigende Arbeitskosten	Kostensenkung, Schnelligkeit, weniger Arbeitskraft	Ausbau Robotereinsatz

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

FABRIKSYSTEM 4.0: INTELLIGENT - EFFIZIENT - VERNETZT

1 Ausgangssituation

2 Fabriksystem 4.0

3 Beitrag des E^3-Leitprojekts

4 Ausblick

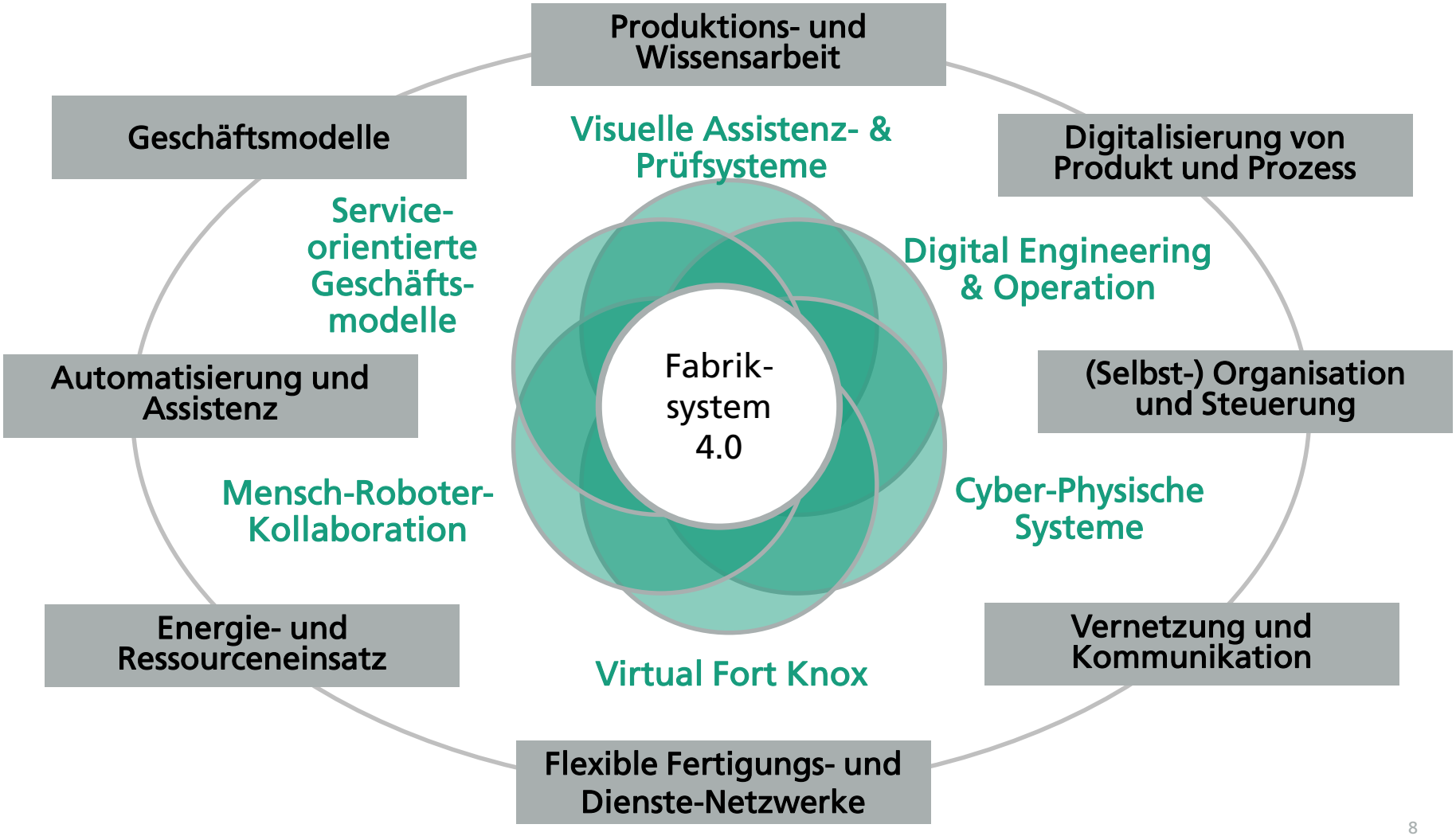
© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Fabriksystem 4.0
Handlungsfelder

E³-PRODUKTION



© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

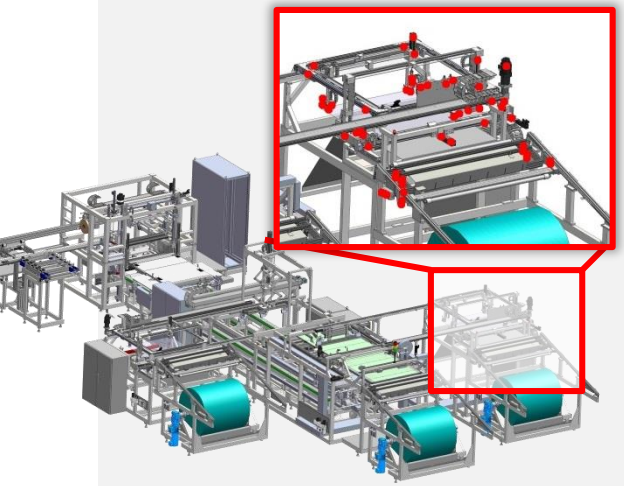
25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Fabriksystem 4.0
Digital Engineering and Operation

E³-PRODUKTION

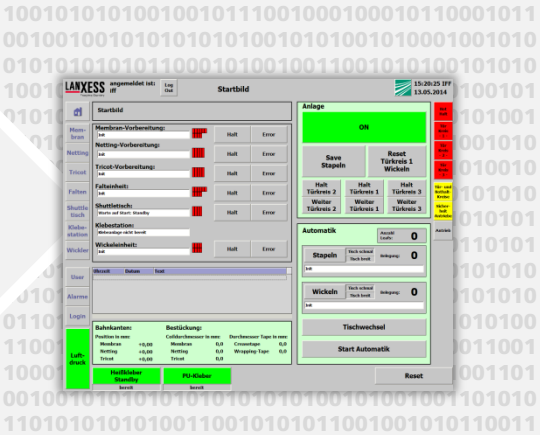
Komplexität



AutoWinder 1 – bestehend aus insgesamt 13 Baugruppen

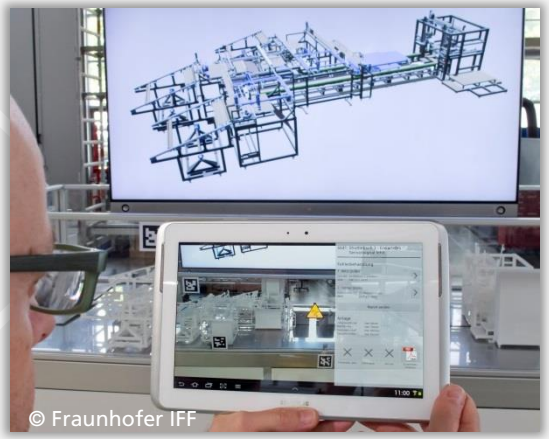
- 10.000 Bauteile
- 800 Sensoren
- 150 pneumatische Aktoren
- 30 elektrische Antriebe

Digital Engineering and Operation



- ständige Auswertung: Vergleich von Soll- und Ist-Daten – von virtueller und realer Anlage

Nutzen



Übermittlung des Anlagenzustands, z.B.:

- Fehlercodes inkl. Lösungsstrategien
- Wartungsinformationen

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Fabriksystem 4.0
Cyber-Physische Systeme (CPS)

E³-PRODUKTION

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

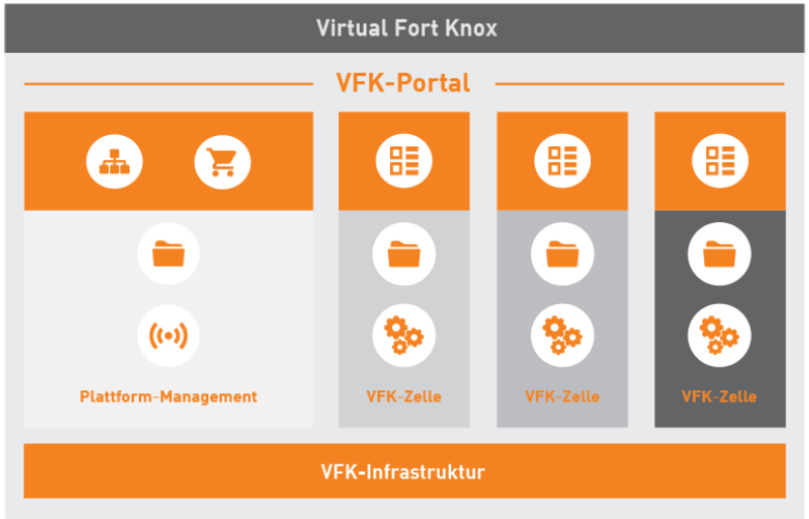
Fabriksystem 4.0

Virtual Fort Knox - Manufacturing-IT-as-a-Service

E³-PRODUKTION

Research Virtual Fort Knox

- Aufbau einer verteilten Cloud-Plattform für Produktionsanwendungen mit aktuell sieben Verbund-Instituten
- App-Center für passgerechte service-on-demand Lösungen
- Bereitstellung von Services und Solutions für Produktion & Logistik & Automatisierung
- Integration von CPS und CPPS zur Digitalisierung der Maschinensteuerung
- Aggregation und Verwertung von Produktions- und Supply Chain Daten



https://www.virtualfortknox.de/de/

Positionierung von Fraunhofer und des Verbunds Produktion als führender Partner für I4.0 Cloud-Lösungen in der Produktion

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Fabriksystem 4.0
Mensch-Roboter-Kollaboration

E³-PRODUKTION

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Fabriksystem 4.0
Service-orientierte Geschäftsmodelle

E³-PRODUKTION

Medizintechnik

- Ursprüngliches Geschäftsmodell: Verkauf von **Messgeräten** pro Stück
- Neues Geschäftsmodell : Bezahlung pro **Messwert**
- Aufnahme der Betriebsdaten aller **Analysegeräte** im Feld, Datenanalyse, zustandsabhängige Wartung

Anlagenbau

- Ursprüngliches Geschäftsmodell: Verkauf von **Rohrleitungen** pro Stück / pro Länge
- Neues Geschäftsmodell : Bezahlung pro **geförderter Menge Fluid (€/m³)**
- Aufnahme der Betriebsdaten aller **Rohrleitungen** im Feld, Datenanalyse, zustandsabhängige Wartung

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017

Fabriksystem 4.0

Visuelle Assistenz- und Prüfsysteme

E³-PRODUKTION

- Virtuelle Schablone für Bauteilposition und -ausrichtung
- Augmented Reality: Informationsbereitstellung durch Kamerabilder der Montageszene, überlagert mit 3D-CAD-Modellen
- Erweiterung mit Prüfassistent möglich

Fehler-reduzierung ↓ 100%	Verkürzte Montagezeit ↓ 20%	↑ Zuverlässigkeit in der Prozesskette

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

FABRIKSYSTEM 4.0: INTELLIGENT - EFFIZIENT - VERNETZT

1 Ausgangssituation

2 Fabriksystem 4.0

3 Beitrag des E^3-Leitprojekts

4 Ausblick

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Beitrag des E3-Leitprojekts

Modellbasierte Planungs- und Visualisierungs-umgebung

E³-PRODUKTION

- Planung der Parameter
  - Energiebedarfe
  - Durchlaufzeiten
  - Kosten
- erfolgt auf Basis der Prozessstrukturen
- Ergebnisse werden mittels erweiterter Attributstruktur für das gesamte Prozessnetz berechnet
- Auswertungen und Kennzahlen werden auf Basis der historischen und Live-Daten aus der Cloud generiert und in Monitoring-Umgebung visualisiert

Prinzipdarstellung

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

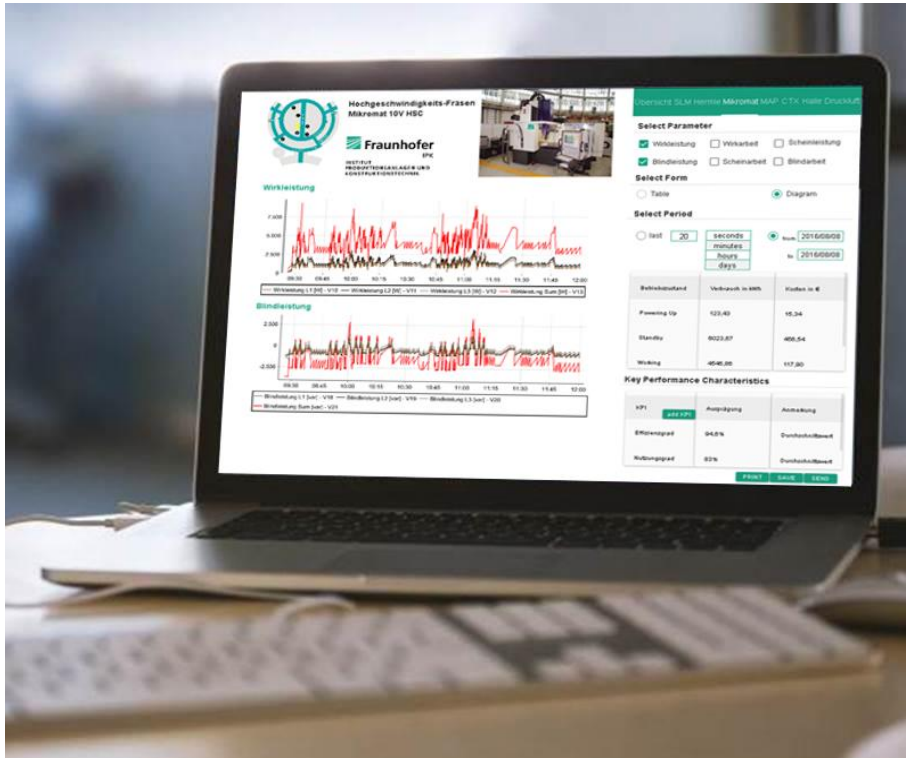
25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Beitrag des E3-Leitprojekts
Dynamischer Energiepass

E³-PRODUKTION

- Zuordnung der Energieverbräuche zu Anlagenkomponenten
- Erfassung von Veränderungen der Energieverbräuche (Condition Monitoring)
- zeitliche Verteilung der Energieverbrauchszustände
- Effizienzvergleich für den gleichen Prozess auf verschiedenen Anlagen
- Datenbasis für kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP)



Screenshot Dynamischer Energiepass

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

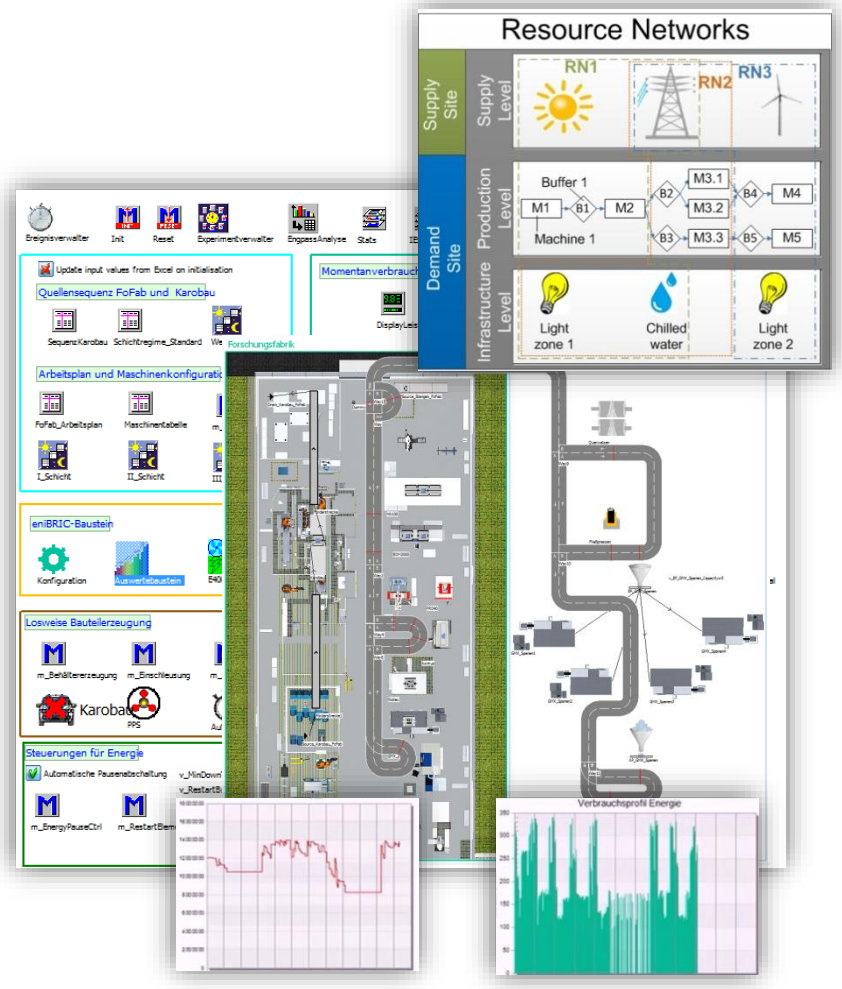
Fraunhofer IFF

Beitrag des E3-Leitprojekts
Energiesensitive Produktionsplanungs- und Steuerungsstrategien

E³-PRODUKTION

- Hybrides Simulationsmodell
  - echte Energiedaten
  - simulierte Abläufe

  verbunden durch Linked Factory
- Erweiterung der bestehenden Betriebs- um Energietechnologien
  - energetische Analyse der Fertigung
  - Aufdecken der Flexibilität
- Energiesensitives Produktionsmanagement
  - Auftragsfreigabe nach Prioritätsregeln
  - Steuerung der Aufträge anhand des Energiekapazitätslimits



Energiesensitive Produktionsplanung & -steuerung

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Beitrag des E3-Leitprojekts

Dynamisches Energiemanagementsystem (DEMS)

E³-PRODUKTION

Vor E³ ← klassische EMS | DEMS → **Nach E³**

Betrachtungszeitraum

EMS (Standard)

- *a posteriori* Entscheidungswerkzeug (ISO 50001)
  - Analyse
  - Bewertung
  - Optimierung
- Mehrere Energieträger und -formen werden separat erfasst, bewertet und statisch optimiert

DEMS (Entwicklung)

- Monitoring, Prognose und Steuerung von
  - Energieerzeugern
  - Energieverbrauchern und
  - Energiespeichern
- holistische Betrachtung der Energieträger und -formen (Cross-Energy) zur Steigerung der Energieeffizienz

Resultierende Potenziale

- Integration volatiler Energie in industrielle Prozesse (bis 100%)
- Senkung der Energiekosten um bis zu 20%, CO2 um bis zu 100%
- Berücksichtigung der Energieeffizienz im Fabrikplanungsprozess
- Fähigkeit zum Management unternehmensübergreifender Prozesse

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

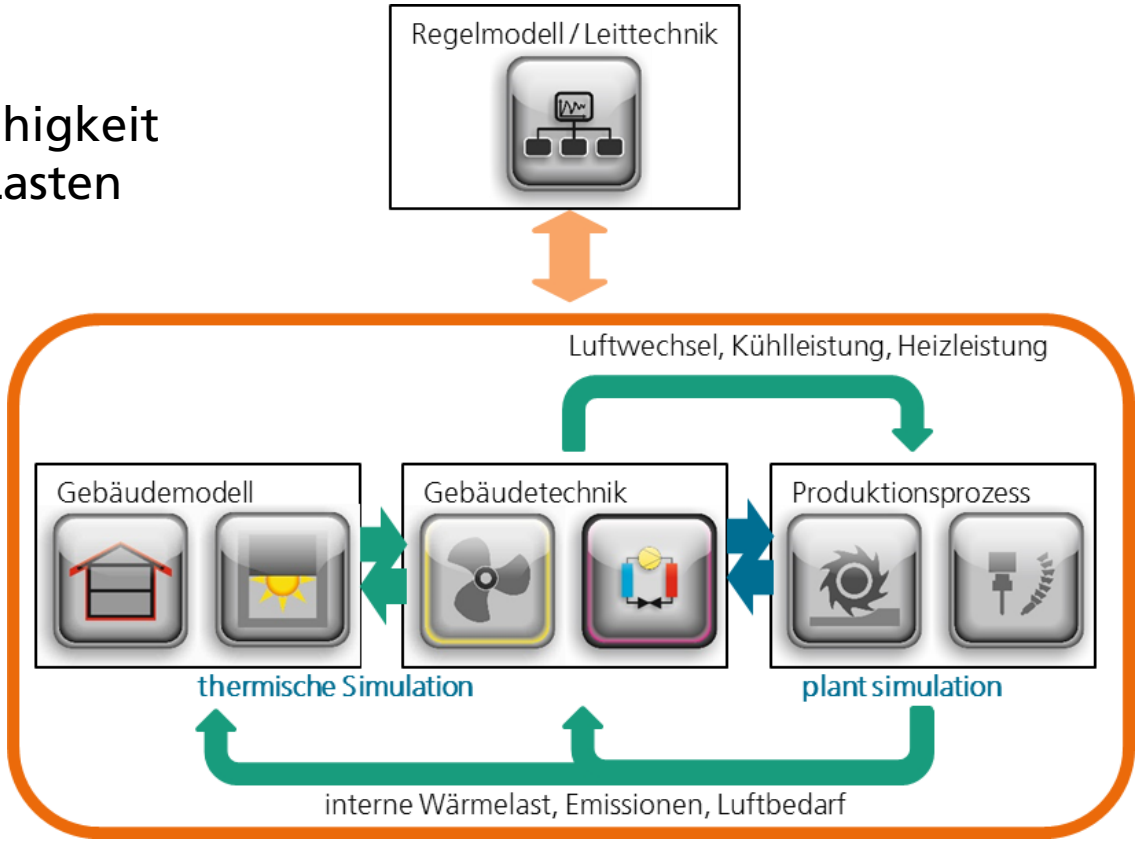
Fraunhofer IFF

Beitrag des E3-Leitprojekts

Werkzeug zur Integrierten energetischen Planung

E³-PRODUKTION

- Verknüpfung von Gebäude, technischer Gebäudeausrüstung und Produktionsprozess
- Thermische Simulation
- Ergebnis: Hohe Aussagefähigkeit hinsichtlich zeitvariabler Lasten
- Gebäudeanlagentechnik (Heizen, Kühlen, Lüften) kann wesentlich passgenauer ausgelegt werden



Darstellung integrierte energetische Planung

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Beitrag des E3-Leitprojekts

Linked Factory – Verknüpfung von Energie- und Prozessdaten

E³-PRODUKTION

- Digitale Modelle für Maschinen, Prozesse und Infrastruktur
- Effiziente Verwaltung von Maschinen-, Prozess- und Energiedaten
- Live-Visualisierungen und langfristige Auswertungen
- Zugang zu Daten und Modellen über die Abfragesprache SPARQL und REST-Schnittstellen
- **Semantischer Data Lake für Produktions- und Energiedaten**

Screenshot Linked Factory

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

FABRIKSYSTEM 4.0: INTELLIGENT - EFFIZIENT - VERNETZT

1 Ausgangssituation

2 Fabriksystem 4.0

3 Beitrag des E^3-Leitprojekts

4 Ausblick

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF

Ausblick

Digitalisierung koppelt physische und digitale Welt

E³-PRODUKTION

- **Effizienz-Technologien** sind als Perspektive alternativlos.
- **Arbeitsplätze, Tätigkeiten** und **Fähigkeiten** werden sich verändern.
- Aktivitäten sind gekennzeichnet durch **kollaborative Prozesse** zwischen Mensch und Maschine.
- **Maschinen** werden **manuelle Aufgaben** ausführen und **komplexe Datenarbeit** verrichten.
- **Lernfähige, interaktive, adaptive Maschinen** passen sich an die individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse des Menschen an.

Mehr Effizienz,
neue Prozessketten,
neue Produkte und
neue Geschäftsmodelle.

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017

Technologiepartner Fraunhofer IFF

Lassen Sie uns gemeinsam anwendungsnah forschen!

E³-PRODUKTION

Michael Schenk
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof.
E. h. Dr. h. c. mult.

Institutsleiter

Telefon +49 391 4090-470
Fax +49 391 4090-93-473
michael.schenk@iff.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Telefon: +49 391 4090-0

ideen@iff.fraunhofer.de
www.iff.fraunhofer.de

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

25 JAHRE

Fraunhofer IFF