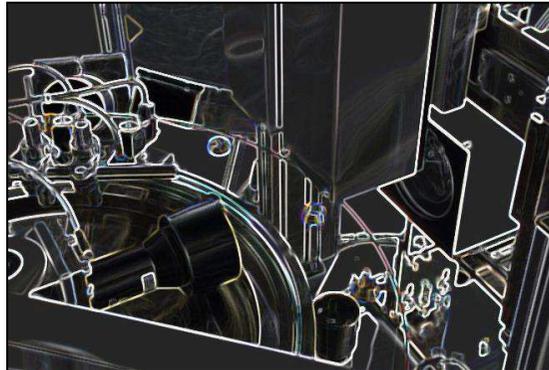

QUALITÄT 4.0: HERAUSFORDERUNGEN UND LÖSUNGSANSÄTZE



Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

SIMINA FULGA

Die Zukunft im Visier

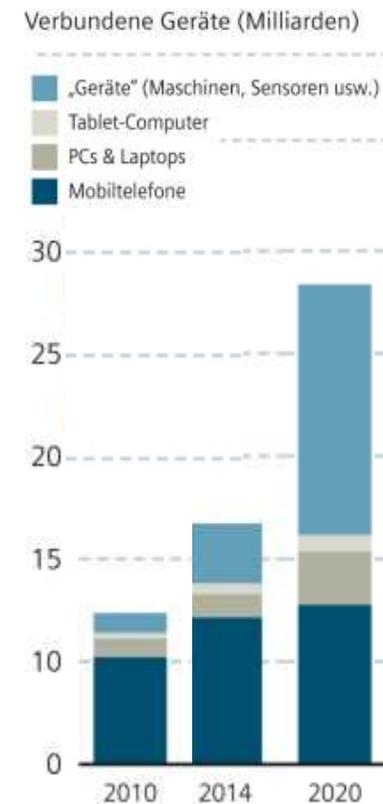


Die digitale Welt von heute und morgen

»Internet of Everything«

Holistische Vernetzung der Welt als Basis neuer Business Ecosystems

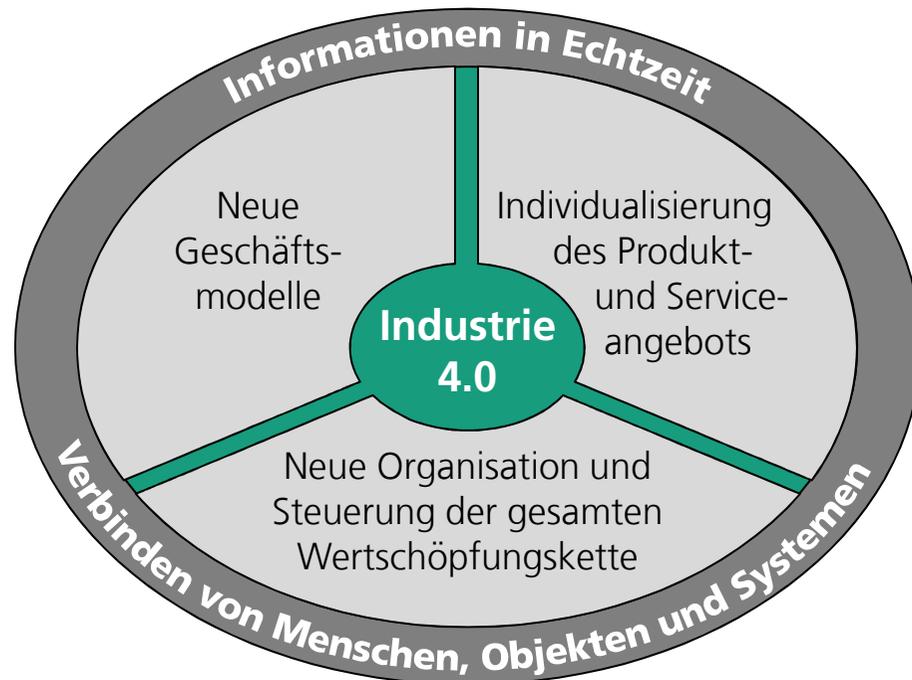
- 3 Milliarden Menschen nutzten im Jahr 2014 das Internet.
- 17 Milliarden Dinge waren im Jahr 2014 über das Internet vernetzt. Im Jahr 2020 werden es voraussichtlich 28 Milliarden Dinge sein.
- Die Anzahl der Services im Internet sind ungezählt. Beispiel Apple Store: > 1 Millionen Apps wurden mehr als 75 Milliarden mal heruntergeladen
- Neue Formen des Wirtschaftens entstehen:
 - Shared Economy
 - Prosumer
 - Industrie 4.0 ...



Quelle: The Internet of Things, MIT Technology Review, Business Report, Siemens

Von der 4. industriellen Revolution zu Industrie 4.0

Die Produktion der Zukunft



Industrie 4.0 hat das Ziel,

- dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke zu schaffen,
- um individuelle Kundenwünsche
- zu Kosten einer Massenproduktion erfüllen zu können.

In Anlehnung an: Plattform Industrie 4.0 (2014) Industrie 4.0 – Whitepaper FuE-Themen

Qualität 4.0: Herausforderungen



Die vierte industrielle (R-)Evolution

Warum?

Wettbewerbsvorteile und Unternehmenserfolge der Industrie durch Fortschritt langfristig sichern!

Globalisierung-Digitalisierung-Individualisierung treiben Wettbewerb!

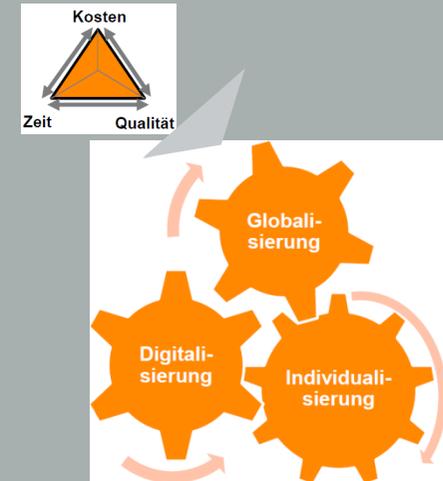
Wettbewerb in der Produktion gewinnen
⇔ **Unternehmen schrittweise modernisieren**

Intelligente Maschine

Intelligente Fabrik

Intelligente Produkte

Intelligente Produktion

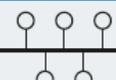


Werkzeugkasten Industrie 4.0



Industrie 4.0

Produktion

Datenverarbeitung in der Produktion	 Keine Verarbeitung von Daten	 Speicherung von Daten zur Dokumentation	 Auswertung von Daten zur Prozessüberwachung	 Auswertung zur Prozessplanung / -steuerung	 Automatische Prozessplanung / -steuerung
Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M)	 Keine Kommunikation	 Feldbus-Schnittstellen	 Industrial Ethernet-Schnittstellen	 Maschinen verfügen über Zugang zum Internet	 Webdienste (M2M-Software)
Unternehmensweite Vernetzung mit der Produktion	 Keine Vernetzung der Produktion mit anderen Unternehmensbereichen	 Informationsaustausch über Mail / Telekommunikation	 Einheitliche Datenformate und Regeln zum Datenaustausch	 Einh. Dateiformate und Abteilungsübergreifend vernetzte Datenserver	 Abteilungsübergreifende, vollständig vernetzte IT-Lösungen
IKT-Infrastruktur in der Produktion	 Informationsaustausch über Mail/ Telekommunikation	 Zentrale Datenserver in der Produktion	 Internetbasierte Portale mit gemeinsamer Datennutzung	 Automatisierter Informationsaustausch (z.B. Auftragsnachverfolgung)	 Zulieferer / Kunden sind vollständig in Prozessgestaltung integriert
Mensch-Maschine-Schnittstellen	 Kein Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine	 Einsatz lokaler Anzeigeräte	 Zentrale / dezentrale Produktionsüberwachungssteuerung	 Einsatz mobiler Anzeigeräte	 Erweiterte und assistierte Realität
Effizienz bei kleinen Losgrößen	 Starre Produktionsmittel und geringer Anteil von Gleichteilen	 Nutzung von flexiblen Produktionsmitteln und Gleichteilen	 Flexible Produktionsmittel und modulare Baukästen für die Produkte	 Bauteilgetriebene, flexible Produktion modularer Produkte im Unternehmen	 Bauteilgetriebene, modulare Produktion in Wertschöpfungsnetzen

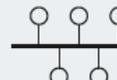
VDMA

Werkzeugkasten Industrie 4.0



Industrie 4.0

Produkte

Integration von Sensoren / Aktoren	 Keine Nutzung von Sensoren/Aktoren	 Sensoren/Aktoren sind eingebunden	 Sensordaten werden vom Produkt verarbeitet	 Daten werden vom Produkt für Analysen ausgewertet	 Das Produkt reagiert auf Basis der gewonnenen Daten eigenständig
Kommunikation / Connectivity	 Keine Schnittstellen am Produkt	 Das Produkt sendet bzw. empfängt I/O-Signale	 Das Produkt verfügt über Feldbus-Schnittstellen	 Das Produkt verfügt über Industrial Ethernet-Schnittstellen	 Das Produkt verfügt über Zugang zum Internet
Funktionalitäten zu Datenspeicherung und Informationsaustausch	 Keine Funktionalitäten	 Möglichkeit zur eindeutigen Identifikation	 Produkt verfügt über passiven Datenspeicher	 Produkt mit Datenspeicher zum autonomen Informationsaustausch	 Daten- und Informationsaustausch als integraler Bestandteil
Monitoring	 Kein Monitoring durch das Produkt	 Detektion von Ausfällen	 Erfassung des Betriebszustands zur Diagnose	 Prognose der eigenen Funktionsfähigkeit	 Selbstständige Maßnahmen zur Steuerung
Produktbezogene IT-Services	 Keine Services	 Services über Online-Portale	 Service-Ausführung direkt über Produkt	 Selbstständige Ausführung von Services	 Vollständige Eingliederung in IT-Service-Infrastruktur
Geschäftsmodelle um das Produkt	 Gewinne durch Verkauf der Standardprodukte	 Verkauf und Beratung zum Produkt	 Verkauf, Beratung und Anpassung des Produktes an Kundenwünsche	 Zusätzlicher Verkauf produktbezogener Dienstleistungen	 Verkauf von Produktfunktionen

VDMA

Qualität 4.0 Herausforderungen

Qualitätsmanagement 4.0

Qualitätssicherung 4.0

Qualitätsmanagement 4.0

Intelligente Produktion - Herausforderungen

- **Datenverarbeitung in der Produktion**
 - automatische Prozessplanung/-steuerung
- **Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M)**
 - Webdienste - M2M Software
- **Unternehmensweite Vernetzung mit der Produktion**
 - vollständig vernetzte IT-Lösungen
- **Infrastruktur in der Produktion (IKT)**
 - Zulieferer/Kunden sind vollständig in Prozessgestaltung integriert
- **Mensch-Maschine-Schnittstelle**
 - erweiterte und assistierte Realität
- **Effizienz bei kleine Losgrößen**
 - Bauteilgetriebene, modulare Produktion in Wertschöpfungsnetzen

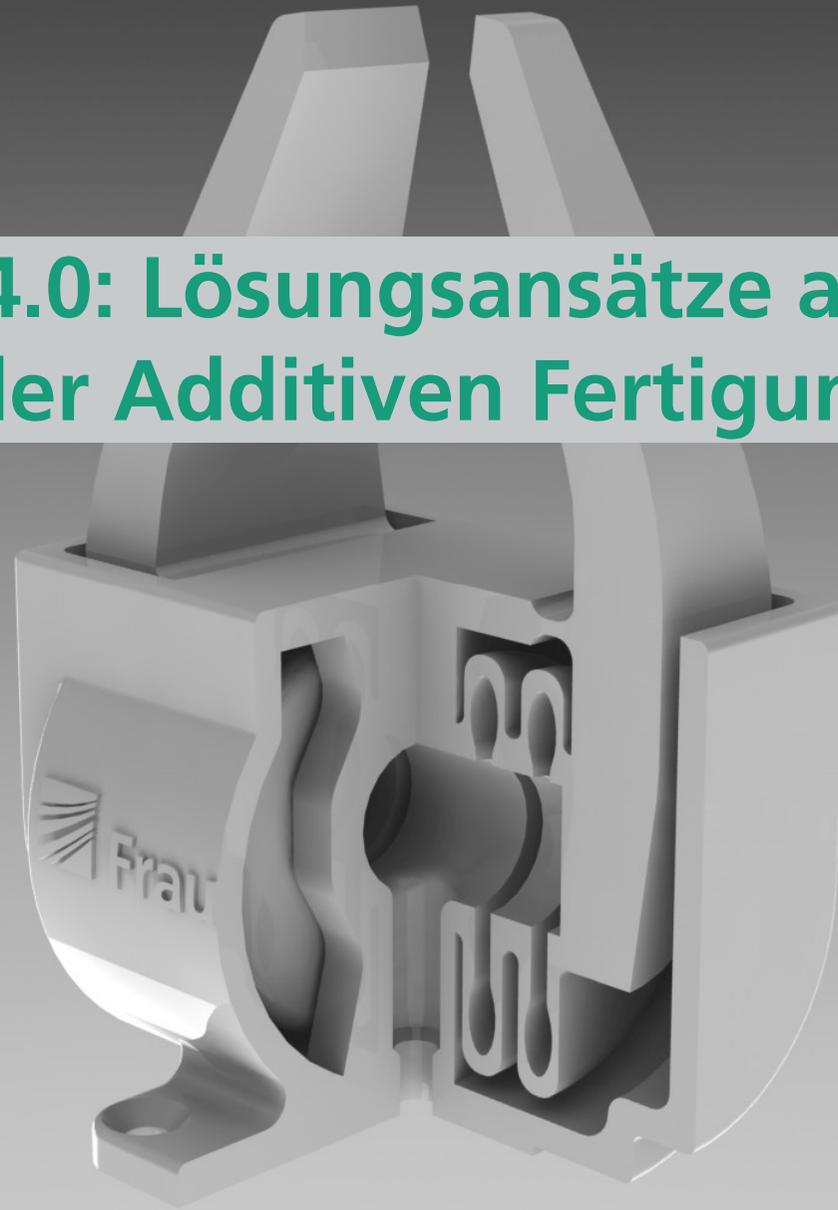
Qualitätssicherung 4.0

Intelligente Produkte - Herausforderungen

- **Integration von Sensoren/ Aktoren**
 - Produkt reagiert auf Basis der gewonnenen Daten eigenständig
- **Kommunikation**
 - Produkt verfügt über Zugang zum Internet
- **Funktionalitäten zu Datenspeicherung und Informationsaustausch**
 - Daten und Informationsaustausch als integrierter Bestandteil
- **Monitoring**
 - selbständige Maßnahmen zur Steuerung
- **Produktbezogene IT-Services**
 - vollständige Eingliederung in IT-Service-Infrastruktur
- **Geschäftsmodelle um das Produkt**
 - Verkauf von Produktfunktionen

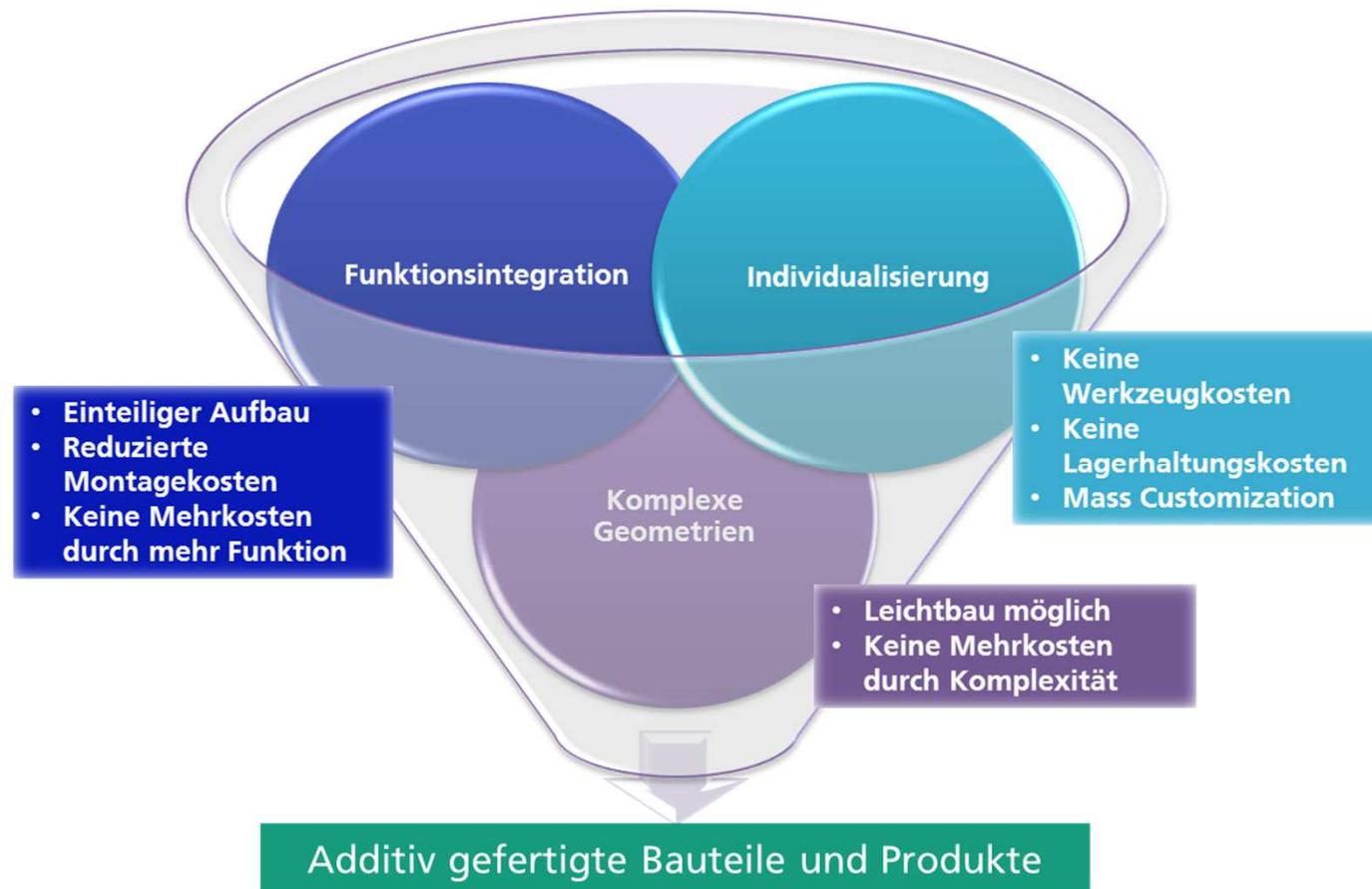
VDMA: Leitfaden Industrie 4.0

Qualität 4.0: Lösungsansätze am Beispiel der Additiven Fertigung



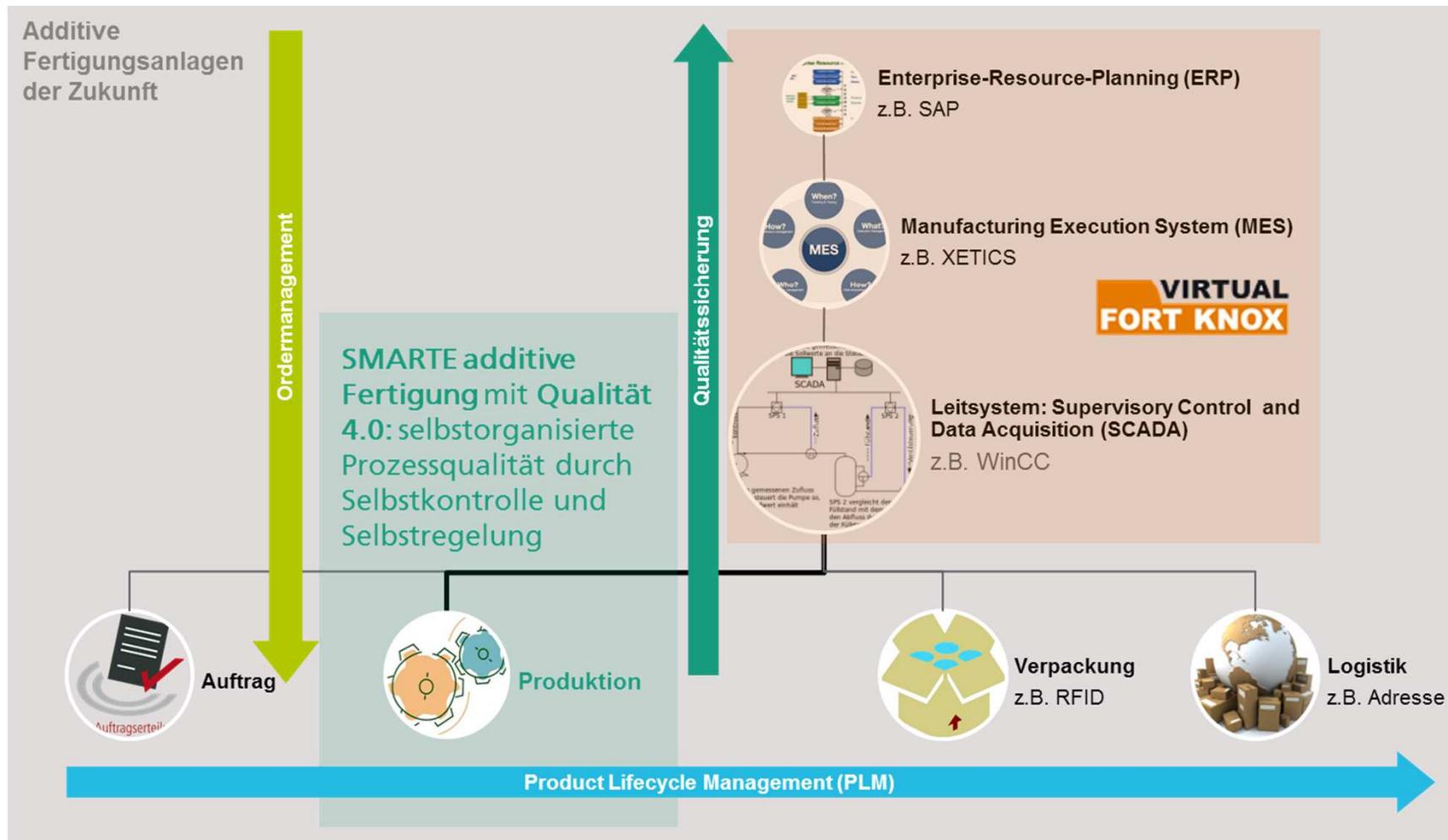
Additive Fertigung - Hoffnungsträger der vierten industriellen Revolution

Funktionalität, Flexibilität, Komplexität, Individualität



Qualität 4.0

Smarte Additive Fertigung der Zukunft



Quelle: Simina Fulga; Fraunhofer IPA;

Qualität 4.0

Lösungsansätze

- **Qualitätssicherung 4.0 - IQ4AP:** Inline-Qualitätskontrolle für die Additive Produktion der Zukunft durch **maschinelles Sehen**

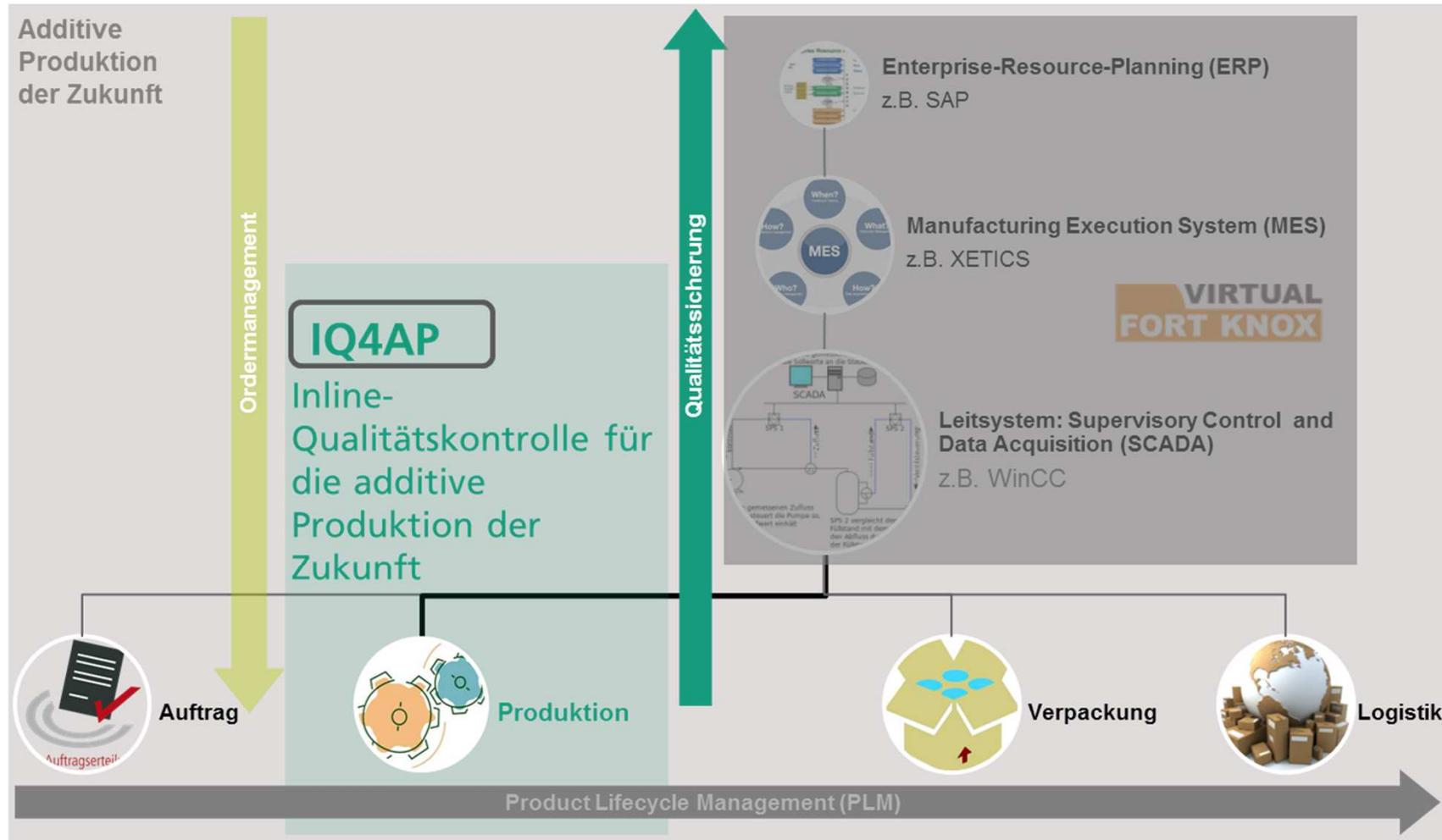


- **Qualitätsmanagement 4.0 - AM 4.0:** Qualitätssteigerung, Reproduzierbarkeit und horizontale Fertigungsintegration mittels **intelligenter Daten**



Qualitätssicherung 4.0 - IQ4AP

Synopse



Quelle: Simina Fulga; Fraunhofer IPA;

IQ4AP...

...am Beispiel des Selektiven Lasersinterns (SLS)



Modulare Hardware-Plattform ↔ Technologien und Sensoren für die Datenerfassung

Modulare Software-Plattform ↔ Industrial Image Processing (IIP) Software Engine

Entwicklung von **Algorithmen zur Bildaufnahme und Fehlerdetektion**

Bauteil Qualitätsprotokoll

Quelle: Simina Fulga; Fraunhofer IPA;

IQ4AP

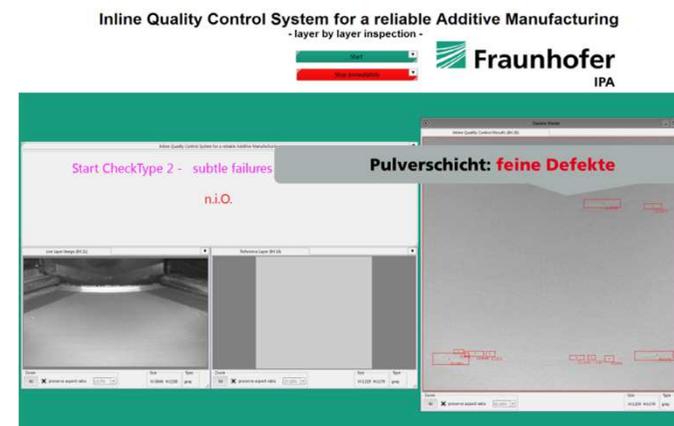
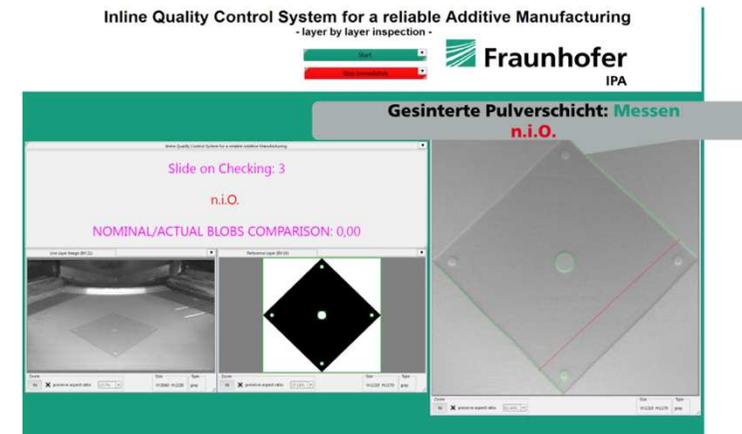
Schnelle Implementierung und vorhersagbare Zuverlässigkeit und Qualität durch Bauteilprotokoll auf Schichtebene

Funktion

- **Inline**-Qualitätskontrolle **während** der Bauteilherstellung
- Umsetzung für **pulverbasierte Verfahren** am Beispiel des SLS

Vorteile

- **Maschinenunabhängig**
- **Ausgezeichnetes Preis-Leistungs-Verhältnis**
- **Modulares Plattform-Design**



Quelle: Simina Fulga; Fraunhofer IPA

Qualitätsmanagement 4.0 - AM 4.0

Synopse

Additive
Fertigungsprozesse -
Triebfeder der vierten
industriellen Revolution

AM4.0

sichert **eine smarte additive Fertigung** mittels **intelligenter Daten** ⇔ optimierter und erweiterter Datensatz:

- **kalibrierte 3D-Daten, Prozess- und Produktionsparameter inklusive Produkt-ID und Optimierung der Produkt- bzw. Anwendungsparameter**
- **Auftragsdaten**
- **Verpackungs- und Logistikinformationen**

**VIRTUAL
FORT KNOX**

Produktlebenszyklus-Management (PLM)



Quelle: Simina Fulga; Fraunhofer IPA;

AM 4.0

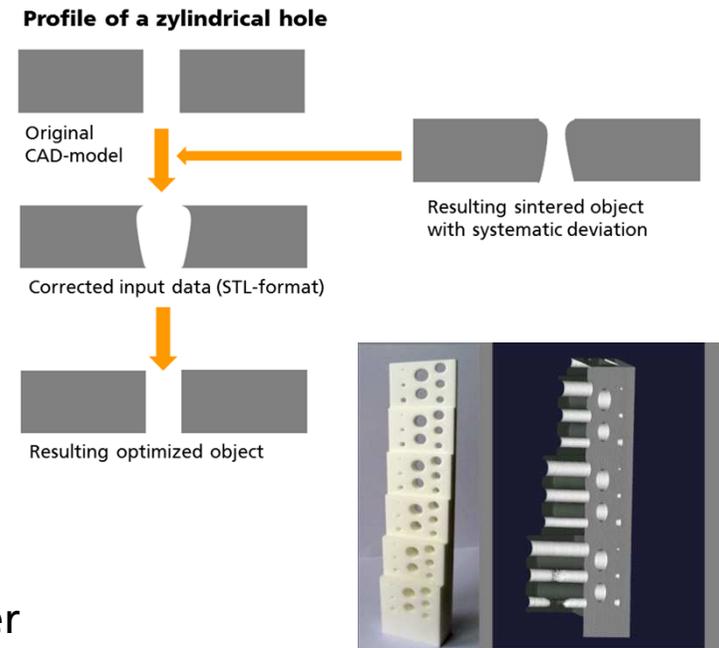
Smarte additive Fertigung mittels intelligenter Daten

Funktion

- **intelligente Daten:**
 - kalibrierte 3D-Daten, Prozess- und Produktionsparameter inklusive Produkt-ID bzw. optimierte Produkt- bzw. Anwendungsparameter
 - integrierte Auftragsdaten, Verpackungs- und Logistikinformationen

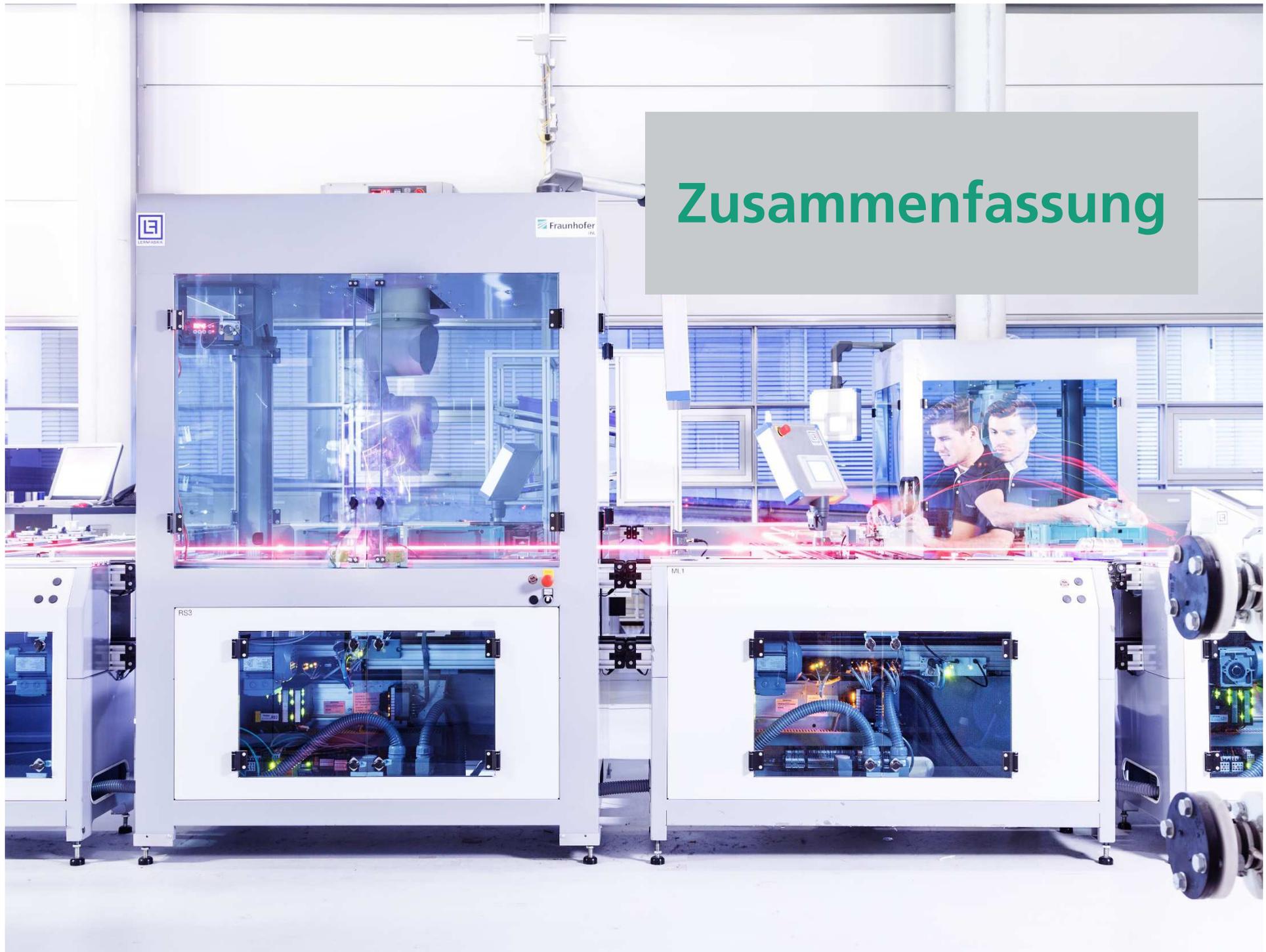
Vorteile

- **erhöhte Qualität** und **sichere Reproduzierbarkeit** durch einen produktklassen- und produktionsanlagenspezifischen Korrekturdatensatz des STL-Datensatzes
- **Steuerung des Produktionsprozesses** über eine **Industrie 4.0 Infrastruktur** basierend auf einer Cloud Plattform (Virtual Fort Knox)



Quelle: Julia Denecke; Fraunhofer IPA

Zusammenfassung



Werkzeugkasten Industrie 4.0

Industrie 4.0

Produktion

Datenverarbeitung in der Produktion					
	Keine Verarbeitung von Daten	Speicherung von Daten zur Dokumentation	Auswertung von Daten zur Prozessüberwachung	Auswertung zur Prozessplanung / -steuerung	Automatische Prozessplanung / -steuerung
Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M)					
	Keine Kommunikation	Feldbus-Schnittstellen	Industrial Ethernet-Schnittstellen	Maschinen verfügen über Zugang zum Internet	Webdienste (M2M-Software)
Unternehmensweite Vernetzung mit der Produktion					
	Keine Vernetzung der Produktion mit anderen Unternehmensbereichen	Informationsaustausch über Mail / Telekommunikation	Einheitliche Datenformate und Regeln zum Datenaustausch	Einh. Dateiformate und Abteilungsübergreifend vernetzte Datenserver	Abteilungsübergreifende, vollständig vernetzte IT-Lösungen
IKT-Infrastruktur in der Produktion					
	Informationsaustausch über Mail/ Telekommunikation	Zentrale Datenserver in der Produktion	Internetbasierte Portale mit gemeinsamer Datennutzung	Automatisierter Informationsaustausch (z.B. Auftragsnachverfolgung)	Zulieferer / Kunden sind vollständig in Prozessgestaltung integriert
Mensch-Maschine-Schnittstellen					
	Kein Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine	Einsatz lokaler Anzeigeräte	Zentrale / dezentrale Produktionsüberwachung/-steuerung	Einsatz mobiler Anzeigeräte	Erweiterte und assistierte Realität
Effizienz bei kleinen Losgrößen					
	Starre Produktionsmittel und geringer Anteil von Gleichteilen	Nutzung von flexiblen Produktionsmitteln und Gleichteilen	Flexible Produktionsmittel und modulare Baukästen für die Produkte	Bauteilgetriebene, flexible Produktion modularer Produkte im Unternehmen	Bauteilgetriebene, modulare Produktion in Wertschöpfungsnetzen

VDMA

Werkzeugkasten Industrie 4.0

Industrie 4.0

Produkte

Integration von Sensoren / Aktoren					
	Keine Nutzung von Sensoren/Aktoren	Sensoren/Aktoren sind eingebunden	Sensordaten werden vom Produkt verarbeitet	Daten werden vom Produkt für Analysen ausgewertet	Das Produkt reagiert auf Basis der gewonnenen Daten eigenständig
Kommunikation / Connectivity					
	Keine Schnittstellen am Produkt	Das Produkt sendet bzw. empfängt I/O-Signale	Das Produkt verfügt über Feldbus-Schnittstellen	Das Produkt verfügt über Industrial Ethernet-Schnittstellen	Das Produkt verfügt über Zugang zum Internet
Funktionalitäten zu Datenspeicherung und Informationsaustausch					
	Keine Funktionalitäten	Möglichkeit zur eindeutigen Identifikation	Produkt verfügt über passiven Datenspeicher	Produkt mit Datenspeicher zum autonomen Informationsaustausch	Daten- und Informationsaustausch als integraler Bestandteil
Monitoring					
	Kein Monitoring durch das Produkt	Detektion von Ausfällen	Erfassung des Betriebszustands zur Diagnose	Prognose der eigenen Funktionsfähigkeit	Selbstständige Maßnahmen zur Steuerung
Produktbezogene IT-Services					
	Keine Services	Services über Online-Portale	Service-Ausführung direkt über Produkt	Selbstständige Ausführung von Services	Vollständige Eingliederung in IT-Service-Infrastruktur
Geschäftsmodelle um das Produkt					
	Gewinne durch Verkauf der Standardprodukte	Verkauf und Beratung zum Produkt	Verkauf, Beratung und Anpassung des Produktes an Kundenwünsche	Zusätzlicher Verkauf produktbezogener Dienstleistungen	Verkauf von Produktfunktionen

VDMA

Qualität 4.0 Herausforderungen

Qualitätsmanagement 4.0

Qualitätssicherung 4.0

Qualität 4.0: Herausforderungen und Lösungsansätze

Zusammenfassung

- **Qualität 4.0** ist mit einer der **wichtigsten** Schlüsselfaktoren für eine **erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0**



Interesse an einer Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPA ?

1. Strategische Kooperation

- Entwicklung einzigartiger Lösungen für die Fabrik der Zukunft
- Enge Kooperation zwischen Forschung und Industrie zur Entwicklung innovativer Lösungen mit wissenschaftlichem Fundament und industriellem Pragmatismus
- Intensiver, gegenseitiger Wissens-, Erfahrungs- und Kompetenzaustausch
- Zugang zu einer hervorragenden Infrastruktur und zu umfangreichem Pool an Experten

2. Projektspezifische Beauftragung

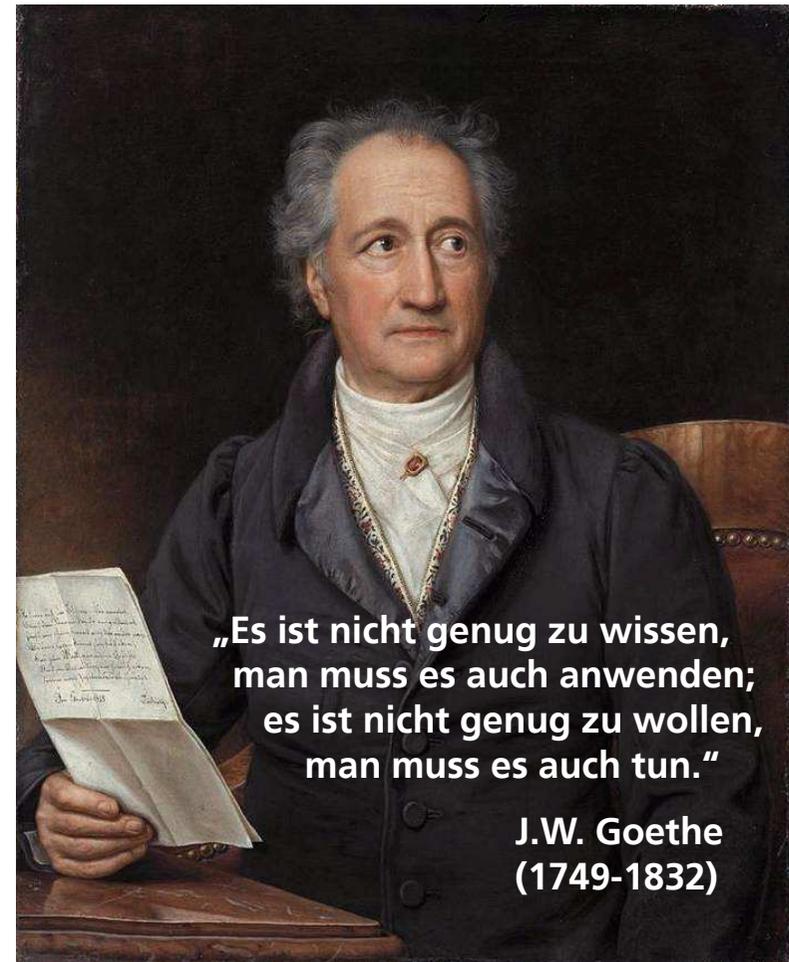
- Klares Ziel mit eindeutig definiertem Entwicklungs- oder Beratungsergebnis

3. Rein informativer Wissens- und Erfahrungsaustausch

- Keine Entwicklung innovativer Lösungen
- Zusammenarbeit im Rahmen gemeinsamer Diskussions- und Beratungsgremien



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!



**„Es ist nicht genug zu wissen,
man muss es auch anwenden;
es ist nicht genug zu wollen,
man muss es auch tun.“**

**J.W. Goethe
(1749-1832)**

Qualität 4.0 für die additive Fertigung

Ihr Ansprechpartner



Wir produzieren Zukunft

Nachhaltig. Personalisiert. Smart.

Sie bleiben wettbewerbsfähig

Nachhaltig. Flexibel. Wirtschaftlich.

Simina Fulga
Projektleitung Rumänien |
Bild- und Signalverarbeitung

Phone +49 711 970-1856
Simina.Fulga@ipa.fraunhofer.de

www.ipa.fraunhofer.de