

Tagung zur digitalen Produktion – Hochschule Rhein-Waal

---

# **Nutzenversprechen digitaler Technologien in den Wertschöpfungsketten industrieller Unternehmen**

Prof. Dr.-Ing. Christoph Haag – TH Köln

Kamp-Lintfort, 10. Oktober 2018

# **„Von einem Zustand der Volldigitalisierung sind deutsche Unternehmen heute noch weit entfernt.“**

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (2017)



## Beherrschung der Variantenvielfalt mittels Montage-Assistenz-System

Kundenindividuelle Montage von Scheuersaugmaschinen in 40.000 Varianten

### **RFID-basierte Werkstückträgererkennung und dezentrales Produktdatenmanagement**

- Beherrschbare Losgröße 1 durch Ad-hoc-Montageanweisungen auf Tablets
- Reduzierung der Fehlerquote und Durchlaufzeiten in der Montage
- Just-in-Time-Anlieferung aller Teile mittels Kanban und Pick-by-Light-Unterstützung
- Unmittelbare Erfassung aller relevanten Produktdaten mittels RFID und SAP-Schnittstelle

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (bmwi.de)

### **Nutzen im Vergleich zum vorherigen Zustand:**

- Schnellere Informationsbereitstellung (ad-hoc in Echtzeit)
- Keine Kosten für die Informationsbereitstellung (ohne menschlichen Aufwand)
- Vollkommene Mobilität der Information (papierlos)
- Höhere Genauigkeit (bzw. Fehlerfreiheit) der Materialflussinformationen (sensorbasiert)



## Closed-Loop-Ansatz zur Selbstoptimierung von Drehprozessen

Automatisierte Fertigung zur Herstellung von Titan-Knochenägeln:  
Zerspanung, Reinigung und Vermessung (100-prozentige Inspektion)

### **Selbstkorrektur in Echtzeit durch Datenfeedback aus Inspektion**

- Vollautomatisierter, mannloser Fertigungs- und Qualitätssicherungsprozess
- Optimale Prozessfähigkeit und Minimierung von Werkzeugverschleiß

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (bmwi.de)

### **Nutzen im Vergleich zum vorherigen Zustand:**

- Schnellere Datenerfassung (ohne Messschieber bzw. manuelles Zutun)
- Höhere Datengenauigkeit /-kapazität (100%-Inspektion anstatt Stichprobe)
- Verzögerungsfreie Reaktion des Aktuators auf Messergebnisse (in Echtzeit)
- Datenbasierte Regelung ohne Transaktionskosten (Closed-Loop)

Echtzeiterfassung und -visualisierung von Fertigungsdaten mittels „ActiveCockpit“

### **Effiziente Entscheidungen zur Prozessverbesserung**

- Browser-basierte Kennzahlenvisualisierung und Fehlerdiagnose (OEE, ppm, CT, Menge)
- Informationsstreuung und Eskalationsfunktion via Mobile, Email-Funktion

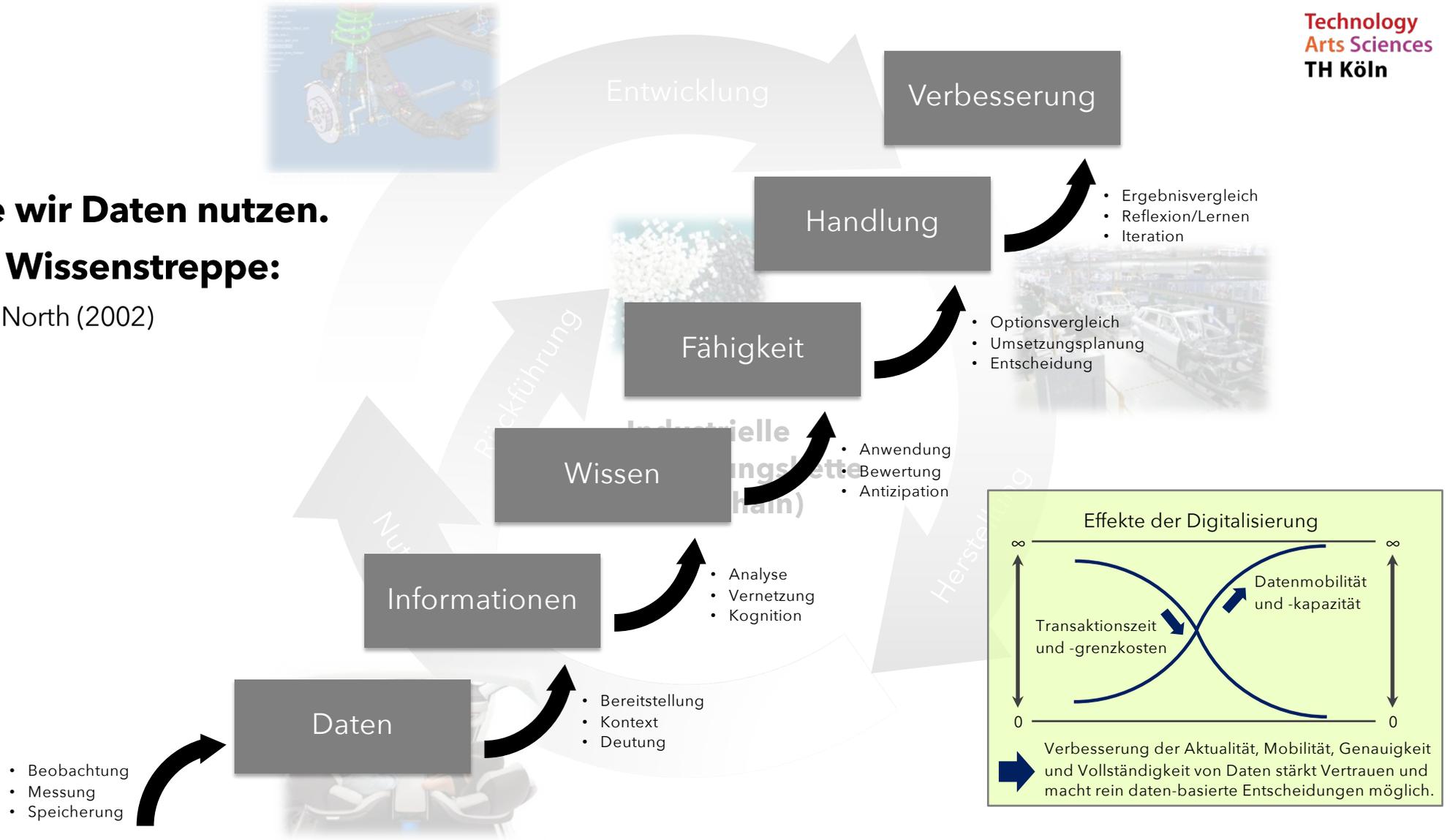
Quelle: boschrexroth.com

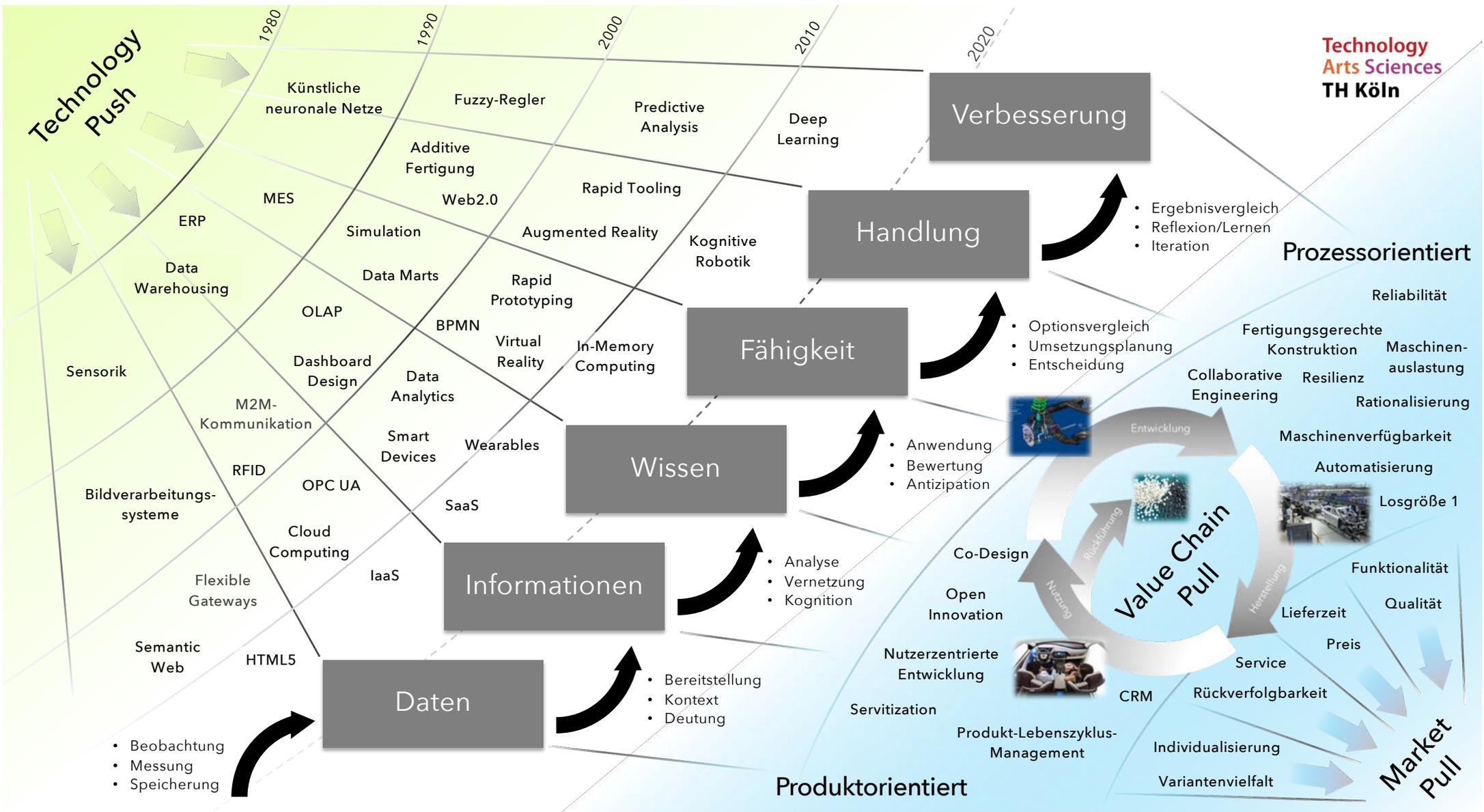
### **Nutzen im Vergleich zum vorherigen Zustand:**

- Schnelle Datenerfassung (sensorbasiert in Echtzeit statt periodischer Soll-Ist-Abgleich)
- Unmittelbare Datenauswertung und -verdichtung zu Kennzahlen ohne Transaktionskosten (algorithmisch)
- Globale, adressatengerechte Verfügbarkeit der verdichteten Informationen

# Wie wir Daten nutzen. Die Wissenstreppe:

i.A.a. North (2002)





# Reifegradmodell der Digitalisierung

Industrie 4.0 Maturity Index

Wissenstreppe

## Adaptabilität

(Optimal) reagieren auf das, was passieren wird

Verbesserung

Handlung

### Auftragsabwicklung

- Autonom-dynamische Reihenfolgenplanung
- Autonome Beauftragung der Produktion aus dem Leitsystem
- Autonome Bestands- und Auslastungsüberwachung und Planungsoptimierung

### Produktionsplanung und -steuerung

- Algorithmus-basierte PPS und kontinuierliche Optimierung
- Autonome Materialflusslenkung durch die Produktion
- Dynamische Anpassung bei Soll-Ist-Abweichung

### Maschinen- und Prozessüberwachung

- Autonome Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen (Wartung und Instandsetzung)
- Vorher-Nachher-Vergleich zur Instandhaltungsoptimierung
- Datennutzung für „perfektive“ Instandhaltung

### After Sales Service

- Autonome Steuerung der Produkte im Optimum
- Selbstständige, datenbasierte Optimierung der Produkte
- Rückschluss von Betriebsdaten auf Produktionsbedingungen
- Nutzung von Betriebsdaten zu Produktoptimierung

## Prognosefähigkeit

Vorbereitet sein auf das, was passieren wird

Fähigkeit

- Automatischer Anstoß der Arbeitsvorbereitung
- Automatische Banf / Bestellung
- Automatischer CAD-CAM-Datentransfer

- Bereichsübergreifende, datenbasierte PPS
- Automatische Umdisponieren bei Ad-hoc-Störungen
- Lieferzeitvorhersage und Information an Kunden

- Zustandsorientierte Instandhaltung
- Antizipation: Einfluss von Maschinenzustand auf Qualität
- Ersatzteilaustausch anhand Daten über Abnutzungsvorrat

- Kunden-Services mittels „digitalem Zwilling“ (IB, CM etc.)
- Datenbasierte Bedienungshinweise an Kunden
- Fernsteuerung der Produkte zwecks Optimierung

## Transparenz

Verstehen, warum es passiert

Wissen

- Transparenz über Status und Liefertermin
- Automatische Modellierung (2D/3D) und Simulation
- Papierlose Abwicklung ohne Medienbrüche

- Transparenz durch digitales Produktionsabbild
- Soll-Ist-Vergleich für alle Entscheidungssträger
- Auslastungsprognose über alle Fertigungsstufen

- Erkennung von Zustandsanomalien anhand von Mustern
- Zuordenbarkeit Anomalien zu Verschleißphänomenen
- Prognose von Verschleißentwicklung Ausfallzeitpunkten

- Betriebsdatenauswertung zur Zustandserkennung
- Zeitreihenanalyse zur Trend- und Ursachenanalyse
- Musterbasierte Anomalieerkennung im Betrieb

## Sichtbarkeit

Sehen, was passiert

Informationen

Daten

- Globaler Zugriff auf Artikelstammdaten
- Automatische Erstellung „digitaler Artikel“
- Systemübergreifendes Revisionsmanagement

- Konsolidierte Betriebsdaten in Echtzeit (OEE, Auslastung etc.)
- Globale Verfügbarkeit der Echtzeit-Informationen
- Horizontaler Datenaustausch zwischen Maschinen

- Visualisierung verdichteter Zustandsinformationen
- Globaler Zugang zu Zustandsinformationen
- Ansteuerbarkeit der Maschinen aus Leitsystem

- Kontextabhängige Informationen an Kunden
- Monitoring laufender Betriebsdaten in Echtzeit
- Aufbereitung der Monitoring-Daten für Kunden

- Parameterbasierte Produktspezifikation
- Webbasierte Konfigurierbarkeit
- Iterationsfreie (mannlose) Auftragserfassung

- Sensorik zur Betriebsdatenerfassung (Takt, Leerläufe etc.)
- Sensor-basiertes Tracking von Materialfluss und Beständen
- Anbindung aller Maschinen ans Leitsystem der Produktion (MES)

- Sensorik an Maschinen und Anlagen (kritischen Modulen)
- Kontinuierliche Datenerfassung über Betriebszustände
- Übertragung in Leitsystem und nicht-volatile Speicherung

- Digitale Verfügbarkeit aller Produktinformationen
- Sensorbasierte Erfassung von Betriebsdaten
- Speicherung historischer Betriebsdaten

# Reifegradmodell der Digitalisierung

Industrie 4.0 Maturity Index

Wissenstreppe

Auftragsabwicklung

Produktionsplanung  
und -steuerung

Maschinen- und  
Prozessüberwachung

After Sales Service

## Adaptabilität

(Optimal) reagieren auf das, was passieren wird

Verbesserung

Handlung

## Prognosefähigkeit

Vorbereitet sein auf das, was passieren wird

Fähigkeit

## Transparenz

Verstehen, warum es passiert

Wissen

## Sichtbarkeit

Sehen, was passiert

Informationen

Daten



Digitaler Reifegrad Im After Sales Service	niedrig	mittel	hoch
<b>Stufe 1:</b> Strukturiertes Erfassen und Speichern von Daten - Digitale Verfügbarkeit aller Produktinformationen - Sensorbasierte Erfassung von Betriebsdaten - Speicherung historischer Betriebsdaten	●		
<b>Stufe 2:</b> Verdichten der erfassten Daten und Bereitstellung als Informationen - Kontextabh. Informationsbereitstellung an Kunden - Monitoring laufender Betriebsdaten in Echtzeit - Aufbereitung der Monitoring-Daten für Kunden	●		
<b>Stufe 3:</b> Generierung von Wissen aus den verdichteten Informationen - Betriebsdatenauswertung zur Zustandserkennung - Zeitreihenanalys. zur Trend- und Ursachenanalyse - Musterbasierte Anomalieerkennung	●		
<b>Stufe 4:</b> Autonomes, wissensbasiertes Treffen von Entscheidungen - Kunden-Services mittels „digitalem Zwilling“ (Inbetriebnahme, Condition Monitoring etc.) - Datenbasierte Bedienungshinweise an Kunden - Fernsteuerung der Produkte zwecks Optimierung	●		
<b>Stufe 5:</b> Autonomes Ausführen der Entscheidungen und ständige Verbesserung - Autonome Steuerung der Produkte im Optimum - Rückschluss von Betriebsdaten auf Produktion - Betriebsdaten-basierte Produktoptimierung	●		
<b>Gesamtreifegrad</b>	●		

Reifegrad Ihres Unternehmens    ● durchschnittlicher Reifegrad aller Cluster-Unternehmen

# Reifegradmodell der Digitalisierung

Industrie 4.0 Maturity Index

Wissenstreppe

## Adaptabilität

(Optimal) reagieren auf das, was passieren wird

Verbesserung

Handlung

## Prognosefähigkeit

Vorbereitet sein auf das, was passieren wird

Fähigkeit

## Transparenz

Verstehen, warum es passiert

Wissen

## Sichtbarkeit

Sehen, was passiert

Informationen

Daten

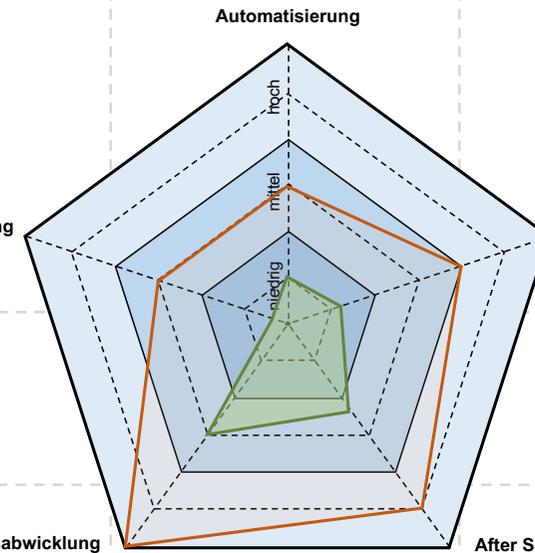
### Auftragsabwicklung

### Produktionsplanung und -steuerung

### Maschinen- und Prozessüberwachung

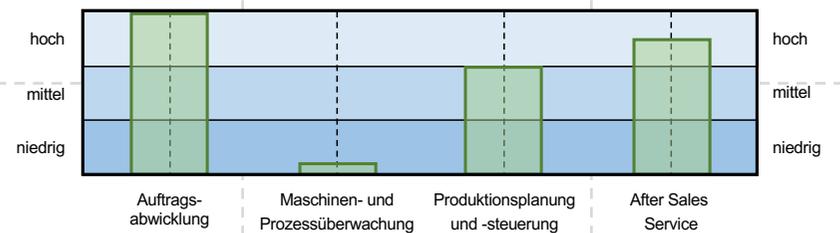
### After Sales Service

Maschinen- und Prozessüberwachung



Reifegradprofil Potenzialprofil

### Reifegrad in der Datensicherheit



**Ihre Teilnahme an der Benchmarking-Studie ist uns herzlich willkommen!**

**Sie erhalten dadurch eine individuelle Reifegrad- und Potenzialanalyse.**

**Sprechen Sie mich gerne an!**



Prof. Dr.-Ing. Christoph Haag  
Technologie- und Innovationsmanagement  
Institut für Allgemeinen Maschinenbau  
Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften

christoph.haag@th-koeln.de  
+ 49 (0) 2261-8196-6438

