



© Ansgar van Treeck

# Ressourceneffizienz

## Grundlagen und Praxisbeispiele aus dem Bereich der Digitalisierung

**Dr.-Ing. Jan Philipp Menn**  
VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

**Winterschool**  
19.03.2021, Hochschule Trier Umwelt-Campus Birkenfeld

## Agenda

---

- VDI ZRE
- Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung
- Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen
- Einführung von Digitalisierungslösungen
- Werkzeuge des VDI ZRE
- Studien
- Praxisbeispiele
- Trends I4.0 und RE
- Weiterbildungsmöglichkeiten

## Verein Deutscher Ingenieure (VDI)

150.000 Mitglieder

**VDI e. V.**

12.000 Ehrenamtliche

12 VDI-Fachgesellschaften



Bildung



© VDI/Thomas Ernsting

ca. 200 neue/überarbeitete  
VDI-Richtlinien pro Jahr



© Jorma Borg/www.pixelio.de

## VDI-Gruppe

Innovationsförderung

Technologieberatung

Medien

Weiterbildung

## VDI Zentrum Ressourceneffizienz (VDI ZRE)

- Fokus auf Ressourceneffizienz in der **betrieblichen Praxis** durch Anbindung an den VDI
- Kompetenzzentrum für **bedarfsgerechte Aufbereitung** von **technischem RE-Wissen** für **KMU**
- Setzung von Standards durch Entwicklung von **VDI-Richtlinien** zur Ressourceneffizienz in Zusammenarbeit mit dem VDI e. V.



© Norsk Hydro



© VDI/Thomas Ernsting

# VDI ZRE – Produkte und Schwerpunkte

### Ressourcenchecks

Ergebnis 3 von 6

Steigern Sie kontinuierlich die Materialeffizienz der Vorbehandlungsprozesse in Ihrem Unternehmen?

Ihre Antwort: Wir haben Potenziale erkannt und versuchen den Einsatz von Reinigungsmitteln und Prozesschemikalien zu reduzieren.

Checkliste

Beispiele

Ergebnis 4 von 6

Haben Sie bereits Prozessoptimierungen zur Steigerung der Materialeffizienz vorgenommen?

Ihre Antwort: Ja, wir arbeiten kontinuierlich an Materialeinsparungen durch Optimierung unserer Prozesse



### Kostenrechner

Kostenrechner  
Dazu steht ein ZIP-Download zur Verfügung. Alternativ kann der Kostenrechner auch auf CD bestellt werden.

Aufbau des Rechners

Das Tool besteht aus drei Modulen, die je nach Bedarf einzeln oder aufeinander aufbauend angewandt werden können.

Kostenstrukturrechner

Dieses Modul erlaubt dem Nutzer, die Kostenstruktur in seinem Betrieb darzustellen. Dem Anwender soll dabei aufgezeigt werden, welche Bereiche in seinem Betrieb die Kostentreiber sind und welchen Anteil Material- und Energiekosten im Unternehmen haben. Zusätzlich kann die betriebliche Kostenstruktur mit den jeweiligen Branchendurchschnitten (Statistisches Bundesamt) verglichen werden. Kostenstrukturrechner



### Innovationsradar

Innovationsradar

Neue Technologien und Prozesse

Interesse: Forschung und praxistaugliche Lösungen sind der Schlüssel für ein ressourceneffizientes Pflegen. Das Innovationsradar verfügt Informationen zu neuesten Technologieentwicklungen und optimierten Prozessen, die das Potenzial haben, den Material- und Energieverbrauch zu senken.

Filtern nach:  Neue Technologien  Neue Verfahren

Rückgewinnung von abgelegten Feinsanden mittels neuer, innovativer Verfahren

Beitrag und Ressourcen-Effizienzsteigerung

Mit Hilfe des Innovationsradars-Programms wird die Chemietechnik GmbH & Co. KG eine Ressourcenzugewinnung in Verbindung mit innovativen Sozialleistungen.

### Filme

Zentrum Ressourceneffizienz

Mit Wasser Energie erzeugen - Abwassertechnik

Aktuelle Themen:

- Abwasser
- Ressourcennutzung
- Reinigung
- Umwelttechnik

### Qualifizierung & Veranstaltungen

Zentrum Ressourceneffizienz

Webinar: Qualifizierung Ressourceneffizienz 2014

Die globale Herausforderung, Ressourcen effizienter zu nutzen, ist ein zentrales Thema der Ressourceneffizienz. In diesem Webinar werden die Grundlagen der Ressourceneffizienz im Unternehmen dargestellt und die Möglichkeiten der Qualifizierung im Unternehmen aufgezeigt.

Das Webinar wird am 14.03.2014 abgehalten. Die Teilnahme ist kostenlos. Die Registrierung ist bis zum 10.03.2014 möglich. Die Teilnahmegebühr beträgt 100,- € (inkl. MwSt.).

Das Webinar wird am 14.03.2014 abgehalten. Die Teilnahme ist kostenlos. Die Registrierung ist bis zum 10.03.2014 möglich. Die Teilnahmegebühr beträgt 100,- € (inkl. MwSt.).

### VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

in Kooperation mit dem VDI e.V.

Methodische Grundlagen der Bewertung von Ressourceneffizienz

RE in KMU

Produktionsreife Umweltschutz

Reifegrad-Screening (im Rahmen der künftigen Überprüfung)

VDI in Kooperation mit dem VDI e.V.

## Agenda

---

VDI ZRE

- Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung
- Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen
- Einführung von Digitalisierungslösungen
- Werkzeuge des VDI ZRE
- Studien
- Praxisbeispiele
- Trends I4.0 und RE
- Weiterbildungsmöglichkeiten

## drei Gründe für Ressourceneffizienz

### Klimaschutz

- Verantwortung für globalen Ressourcenverbrauch
- Entkopplung von Ressourcenverbrauch und ökonomischem Wachstum



stadt-delbrueck.de

### Wirtschaftsstruktur

- Stärkung durch die Reduktion des Verbrauchs von Primärrohstoffen
- Rohstoffunabhängigkeit



gewinn.com

### Vorteile für Unternehmen

- Reduktion von Rohstoff- und Energiekosten
- Steigerung des finanziellen Spielraums



omicroner-garagen.de

# Herausforderungen bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Ressourceneffizienzsteigerung

- Mangelnde Transparenz
    - Meist keine detaillierten Daten zum Ressourcenverbrauch
    - Energieflüsse nicht direkt sichtbar
    - ➔ Einsparpotentiale bleiben verdeckt
  - Auswirkungen auf Prozesssicherheit
    - Wechselwirkung mit den Zielgrößen Zeit, Kosten und Qualität
    - Kein entkoppeltes Thema (aber oft entkoppelte innerbetriebliche Bereiche)
  - Mangel an Methoden und Werkzeugen
    - Erschwert die Prognose von Auswirkungen auf andere Zielgrößen
- ➔ Digitalisierung schafft Transparenz, ermöglicht Prozessüberwachung und bietet neue Methoden

# Einsatz von Digitalisierung bei Materialeffizienzmaßnahmen - Beispiele

## **Digitalisierung von Herstellprozessen**

→ kontextsensitive Assistenzsysteme zur Begleitung und Führung des Fertigungsprozesses

## **Verwendung von Techniken und Technologien**

→ Automatisierung, Einsatz von Robotern

## **Einsatz neuer Materialien**

→ Verwendung druckbarer Rohstoffe

## **ressourcenschonendes Produktdesign**

→ Anwendung bionischer Strukturen mit berücksichtigten Lastverläufen

## **interne Kreislaufführung**

→ prozessgesteuerte Beimischung von Reststoffen in den Produktionsprozess

## **neue Geschäftsmodelle**

→ kundenindividuelle Fertigung trotz Massenproduktion

Quelle: FABRIKtester.de

## Agenda

---

VDI ZRE

Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung

- Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen

Einführung von Digitalisierungslösungen

Werkzeuge des VDI ZRE

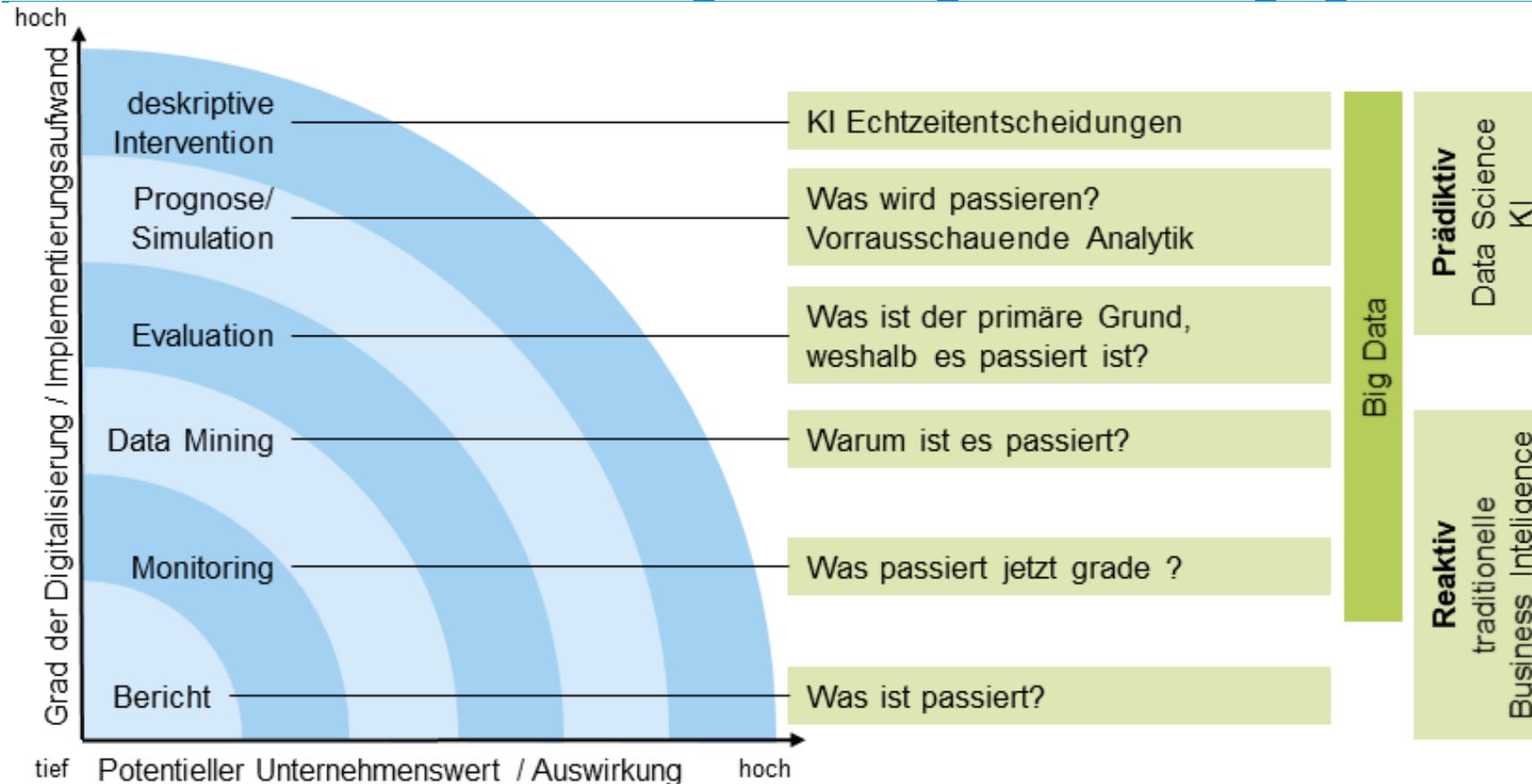
Studien

Praxisbeispiele

Trends I4.0 und RE

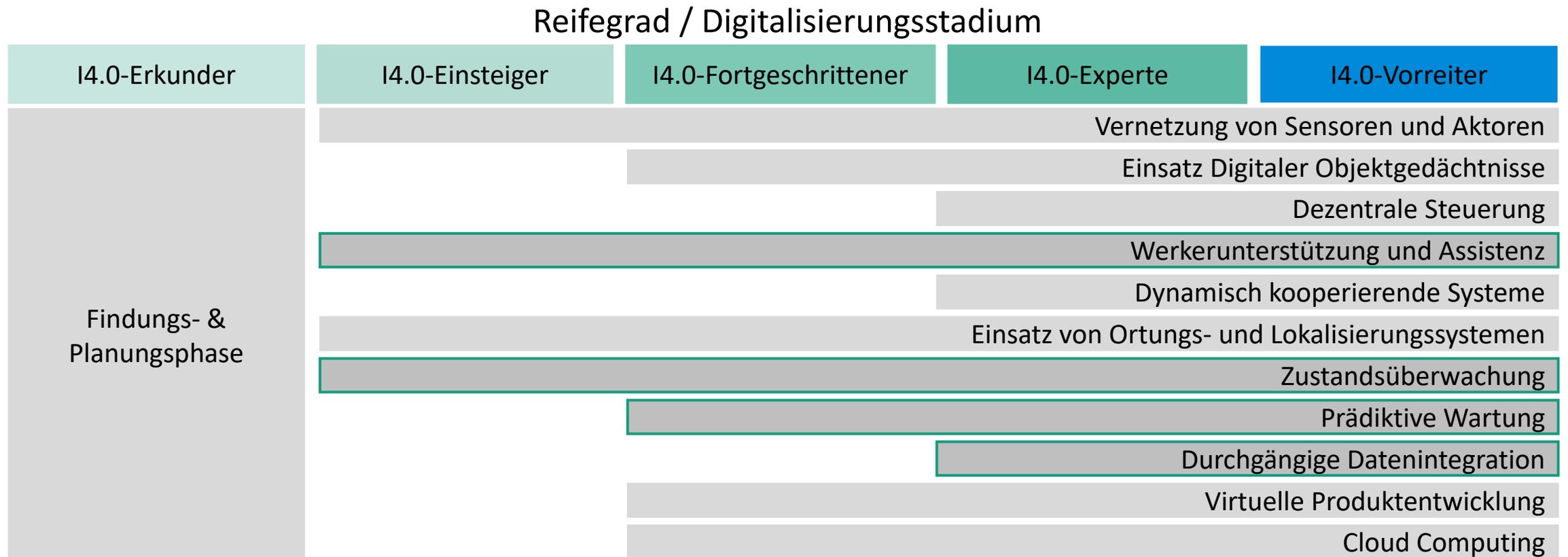
Weiterbildungsmöglichkeiten

## Datenbasierte Einteilung des Digitalisierungsgrads



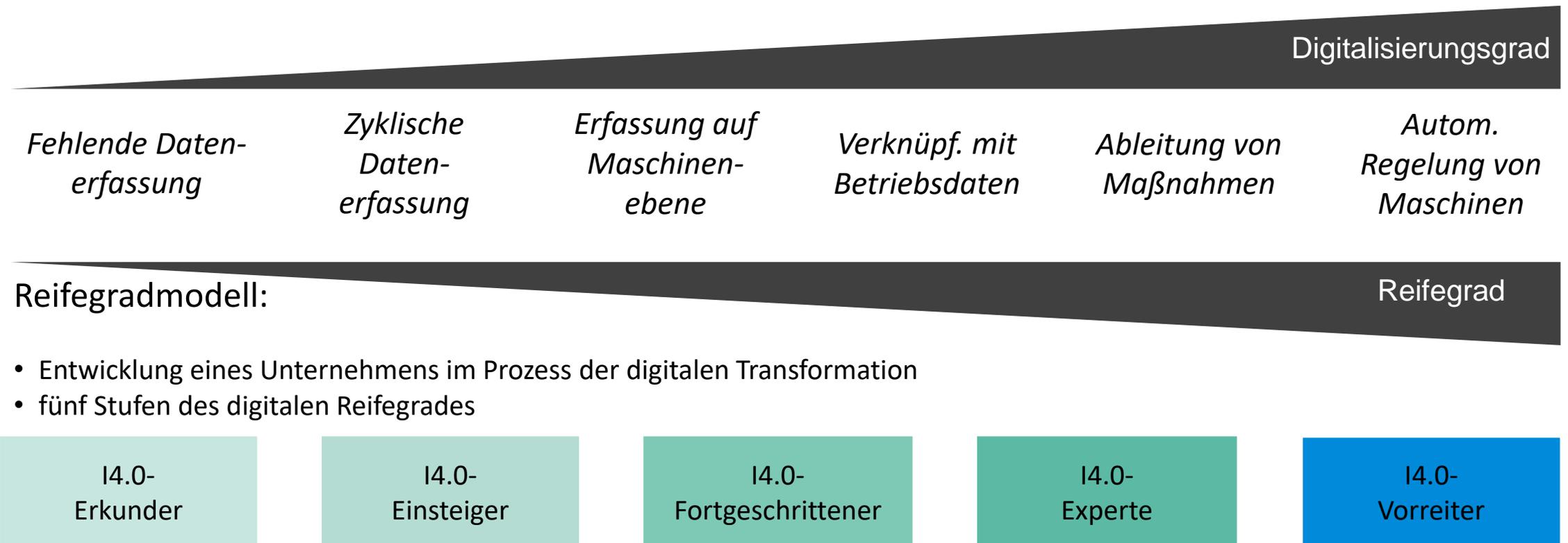
Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0:  
Potenziale für KMU des verarbeitenden  
Gewerbes; McKinsey&Company (Hrsg.); 2017

## Anwendungen der Digitalisierung



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

## Wo befindet sich Ihr Unternehmen?



- Entwicklung eines Unternehmens im Prozess der digitalen Transformation
- fünf Stufen des digitalen Reifegrades

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

## Reifegradmodell Einteilung

Bewertungsdimensionen für das Reifegradmodell	I4.0- Erkunder	I4.0- Einsteiger	I4.0- Fortgeschrittener	I4.0- Experte	I4.0- Vorreiter
Unternehmensstrategie	Aspekte der Unternehmensführung, strategische Digitalisierungsziele, Geschäftsmodellentwicklung sowie Investitionen in Digitalisierungstechnologien				
Mitarbeiter	Arbeitsaufgabe, Qualifikation, Motivation sowie Führung				
Technologie	IT-Infrastruktur, Vernetzung, Modularisierung, Wandelbarkeit und Big Data				
Produkt und Dienstleistung	Produktentwicklung sowie intelligente Produkte und Services				
Organisation und Prozesse	Standardisierungsgrad/ Agilität von Prozessen, Innovationsmanagement, Kooperation sowie ortunabhängiges Arbeiten				

Quellen: <http://kompetenzzentrum-kaiserslautern.digital/worldpress/readiness-check/>, Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 (VDI-Studie, 2017)

## Reifegradmodell Einteilung

Stadien der Digitalisierung für das Reifegradmodell	I4.0- Erkunder	I4.0- Einsteiger	I4.0- Fortgeschrittener	I4.0- Experte	I4.0- Vorreiter
Unternehmensstrategie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Unternehmen:</b> am Beginn des digitalen Transformationsprozesses</li> <li>• Digitalisierungsvorhaben in Findungs- und Planungsphase</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Unternehmen:</b> hat Potenziale erkannt, Erste Digitalisierungslösungen geplant</li> <li>• <b>Führungskräfte:</b> Erkenntnisse bewertet, Umsetzung eingeleitet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Unternehmen:</b> setzt bereits erste Digitalisierungslösungen ein</li> <li>• <b>Führungskräfte:</b> Potenziale identifiziert, Schwerpunkte gesetzt, Effekte bewerten anhand von Kennzahlen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Unternehmen:</b> setzt in mehreren Bereichen Digitalisierungslösungen ein</li> <li>• <b>Führungskräfte und Mitarbeiter:</b> digitale Trends erfasst und übertragen</li> <li>• Digitalisierung als Teil des Unternehmens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Unternehmen:</b> setzt Digitalisierungslösungen zielbringend ein zur zukunftsorientierten Weiterentwicklung</li> <li>• <b>Führungskräfte und Mitarbeiter:</b> digitale Chancen verinnerlicht, digitale Lösungen werden proaktiv verfolgt</li> </ul>
Mitarbeiter					
Technologie					
Produkt und Dienstleistung					
Organisation und Prozesse					

Quellen: <http://kompetenzzentrum-kaiserslautern.digital/worldpress/readiness-check/>, Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 (VDI-Studie, 2017)

## Agenda

---

VDI ZRE

Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung

Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen

- Einführung von Digitalisierungslösungen

Werkzeuge des VDI ZRE

Studien

Praxisbeispiele

Trends I4.0 und RE

Weiterbildungsmöglichkeiten

*„Stand der Digitalisierung in  
Unternehmen projektabhängig  
ausgeprägt“*

*„Klare Tendenz zur fortschreitenden  
Digitalisierung“*

*„Anwendungsorientierte Digitalisierung“*

*„Wie geht man bei der Umsetzung von  
Digitalisierungsanwendungen vor?“*

## Ansatz zur Umsetzung von Digitalisierungsanwendungen



## Vorgehensweisen zur Nutzung von Daten

Knowledge Discovery in Databasis (KDD) nach Fayyad (1996)	Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) (2000)	SEMMA (2005)
Pre KDD (Verständnisentwicklung → Domänenwissen)	Business Understanding	-----
Selektion	Data Understanding	<b>Sample</b>
Aufbereitung		<b>Explore</b>
Transformation	Data Preparation	<b>Modify</b>
Data Mining	Modeling	<b>Model</b>
Interpretation/ Evaluation	Evaluation	<b>Assessment</b>
Post KDD (Einbeziehung des Wissens in das System)	Deployment	-----

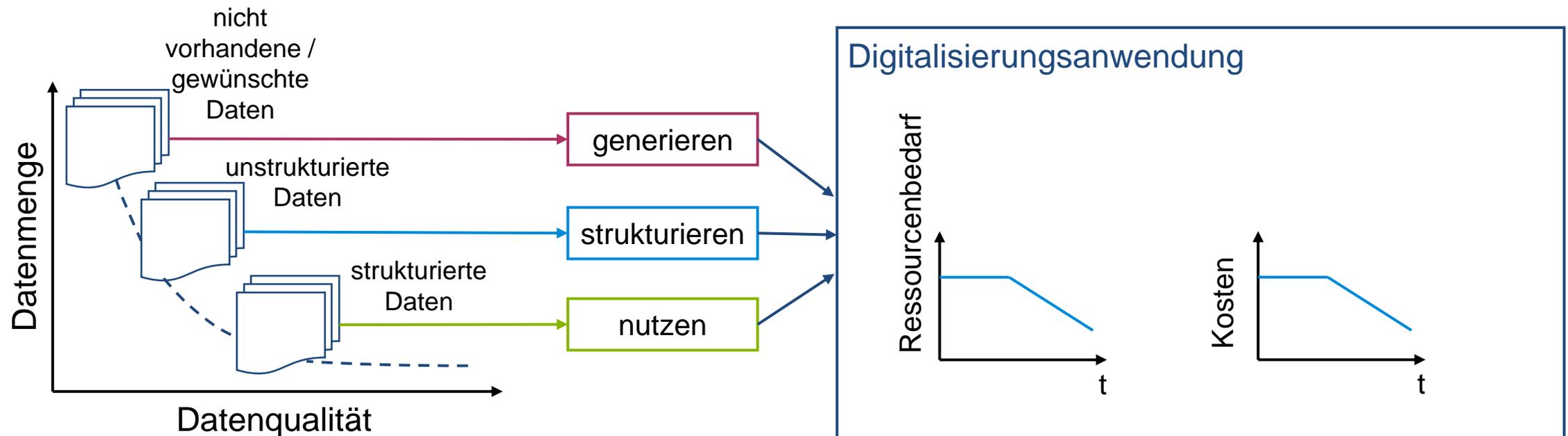
Quelle: KDD, SEMMA and CRISP-DM: a parallel overview (Azevedo,A. and Santos, M. F., 2008)

# Handlungsfelder der Digitalisierung

Datenerfassung

Datenanalyse

Datennutzung



Quelle: Fraunhofer IPA

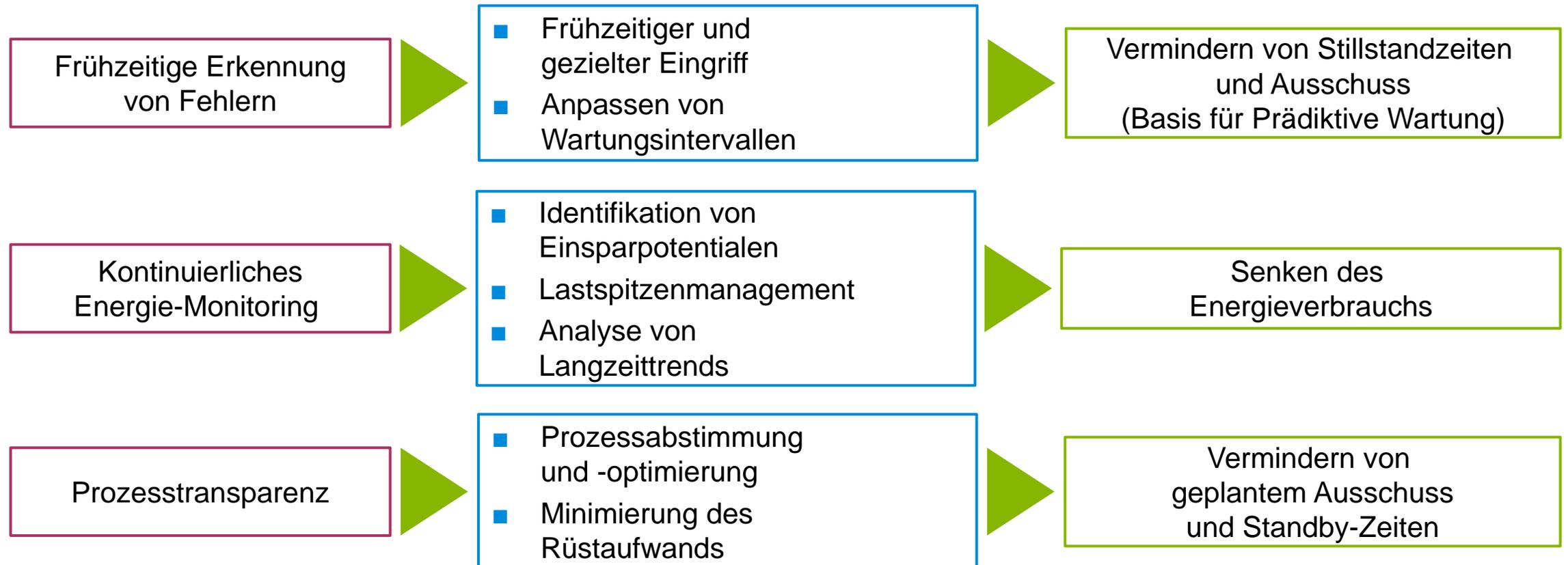
© VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

## Digitalisierung auf Anlagenebene

- Technische Anlagen bieten durch intransparente Betriebszustände Potentiale zur Steigerung der Effizienz
- Bestehende Schnittstellen ermöglichen den Zugriff auf vorhandene Daten
- Datenqualität ist oftmals nicht ausreichend, weshalb Nachvernetzung notwendig ist um Daten nutzbar zu machen



## Zustandsüberwachung



Quelle: VDI 4800

## Agenda

---

### VDI ZRE

Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung

Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen

Einführung von Digitalisierungslösungen

### ■ Werkzeuge des VDI ZRE

Studien

Praxisbeispiele

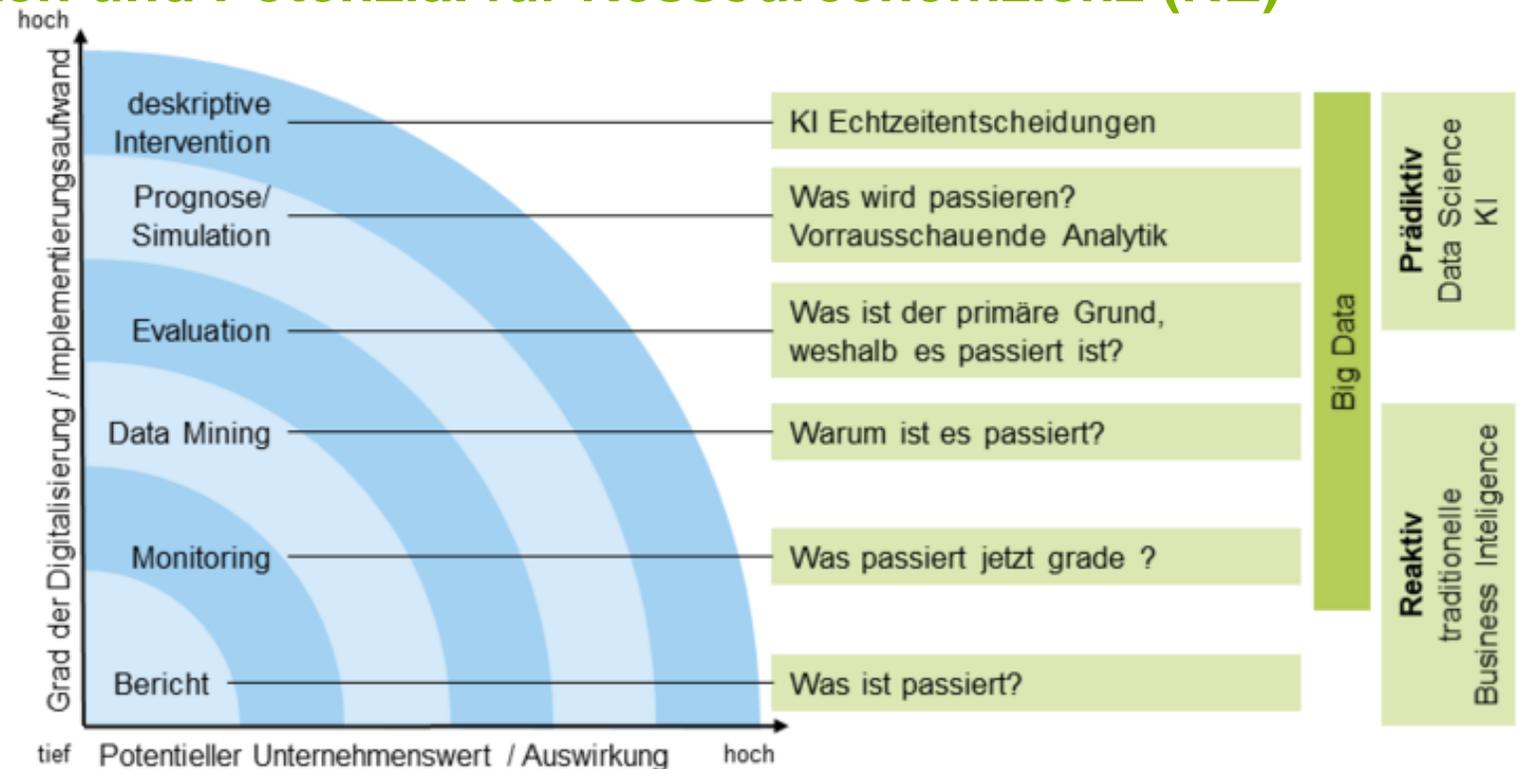
Trends I4.0 und RE

Weiterbildungsmöglichkeiten

## Werkzeuge des VDI ZRE

### Industrie 4.0 – Beitrag, Nutzen und Potenzial für Ressourceneffizienz (RE)

- Angebote des VDI ZRE
- Digitalisierungsstufen
- RE vor Produktionsbeginn
- Reaktive RE
- Prädiktive RE



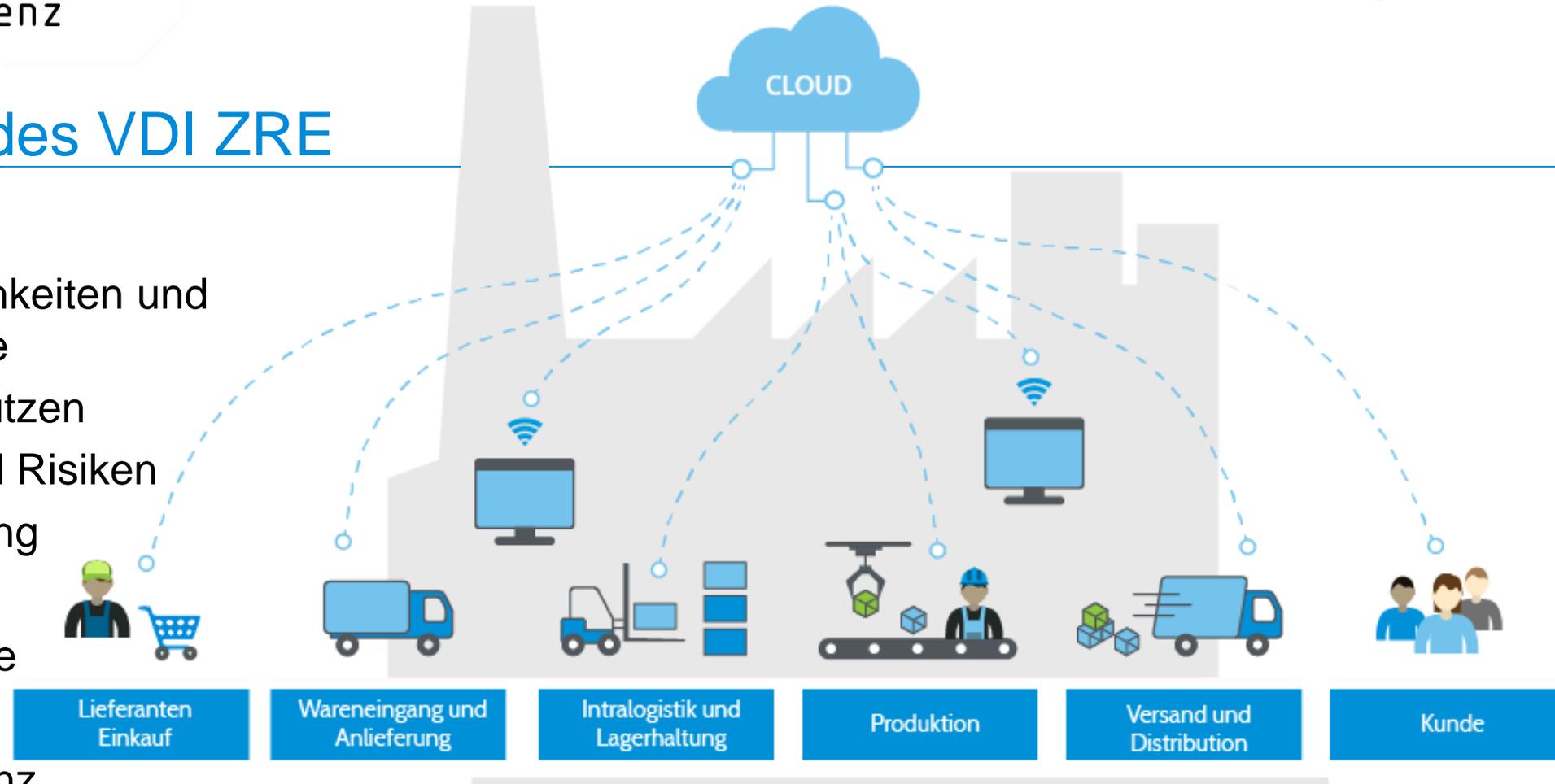
- <https://www.ressource-deutschland.de/themen/industrie-40>

nach [McK-13]

## Werkzeuge des VDI ZRE

### Echtzeitdaten

- Einsatzmöglichkeiten und Praxisbeispiele
- Kosten und Nutzen
- Potenziale und Risiken
  - Verknüpfung
  - proaktive Vorhersage
  - Agilität
  - Transparenz



in Anlehnung an [www.isax.com](http://www.isax.com)

- <https://www.ressource-deutschland.de/themen/echtzeitdaten>

## VDI ZRE-Ressourcenchecks

Ergebnis 1 von 7

Kennen Sie den Materialwert Ihrer jährlichen Verluste durch Rüstvorgänge?

Ihre Antwort: Ja und wird bereits bearbeitet

1

Checkliste

Beispiele

---

Ergebnis 2 von 7

Wird bei Ihnen der geplante Verlust in der Produktion systematisch reduziert?

Ihre Antwort: Nein

2

Checkliste

1. Kennen Ihre Mitarbeiter den Begriff "geplanter Ausschuss"?
2. Haben Sie kalkulierte (und vom Kunden letztlich bezahlte) Verluste eigenständig reduziert (z. B. Stanzgitter, Halte- und Einspannflächen, Rüstverluste)?

Web- und App-Version

### Industrie

Basismodul	Metallindustrie	Gießen	Lackieren
Spanen	Galvanisieren	Kaltwalzen	Warmwalzen
Spritzgießen	Extrudieren	Tiefziehen	Leiterplatten
Feinchemikalien	Produktions- Infrastruktur	MSR-Technik	Digitalisierung

### Bauwesen

Facility Management (Krankenhaus)	Energetische Sanierung (Krankenhaus)	Benchmark Verbrauchskennwerte (Krankenhaus)
Aufzüge	Wassermanagement Gebäude	

## Werkzeuge des VDI ZRE

### Ressourcencheck Digitalisierung

- Analyse der Ressourceneffizienzpotenziale in sechs Bereichen
  - Digitalisierungsstrategie
  - digitale Produktentwicklung
  - virtuelle Planung und Simulation
  - Datenerfassung und -analyse
  - Selbststeuerung, Automatisierung und Flexibilisierung
  - effiziente Zusammenarbeit von Akteuren

➔ [www.ressource-deutschland.de/  
instrumente/ressourcenchecks/industrie-checks/digitalisierung/](http://www.ressource-deutschland.de/instrumente/ressourcenchecks/industrie-checks/digitalisierung/)

Ihr Gesamtergebnis

Mittleres Ressourceneinsparpotenzial

Ergebnis 1 von 6



*Verfolgen Sie eine Digitalisierungsstrategie, die mit konkreten Zielen und Maßnahmen hinterlegt wurde und mit betroffenen Mitarbeitern abgestimmt ist?*

**Ihre Antwort: Ja, wir verfolgen eine Digitalisierungsstrategie. Ziele und Maßnahmen sind definiert. Die Mitarbeiter wurden bisher noch nicht einbezogen.**

1

 Checkliste

 Beispiele

## Werkzeuge des VDI ZRE

### Prozessketten

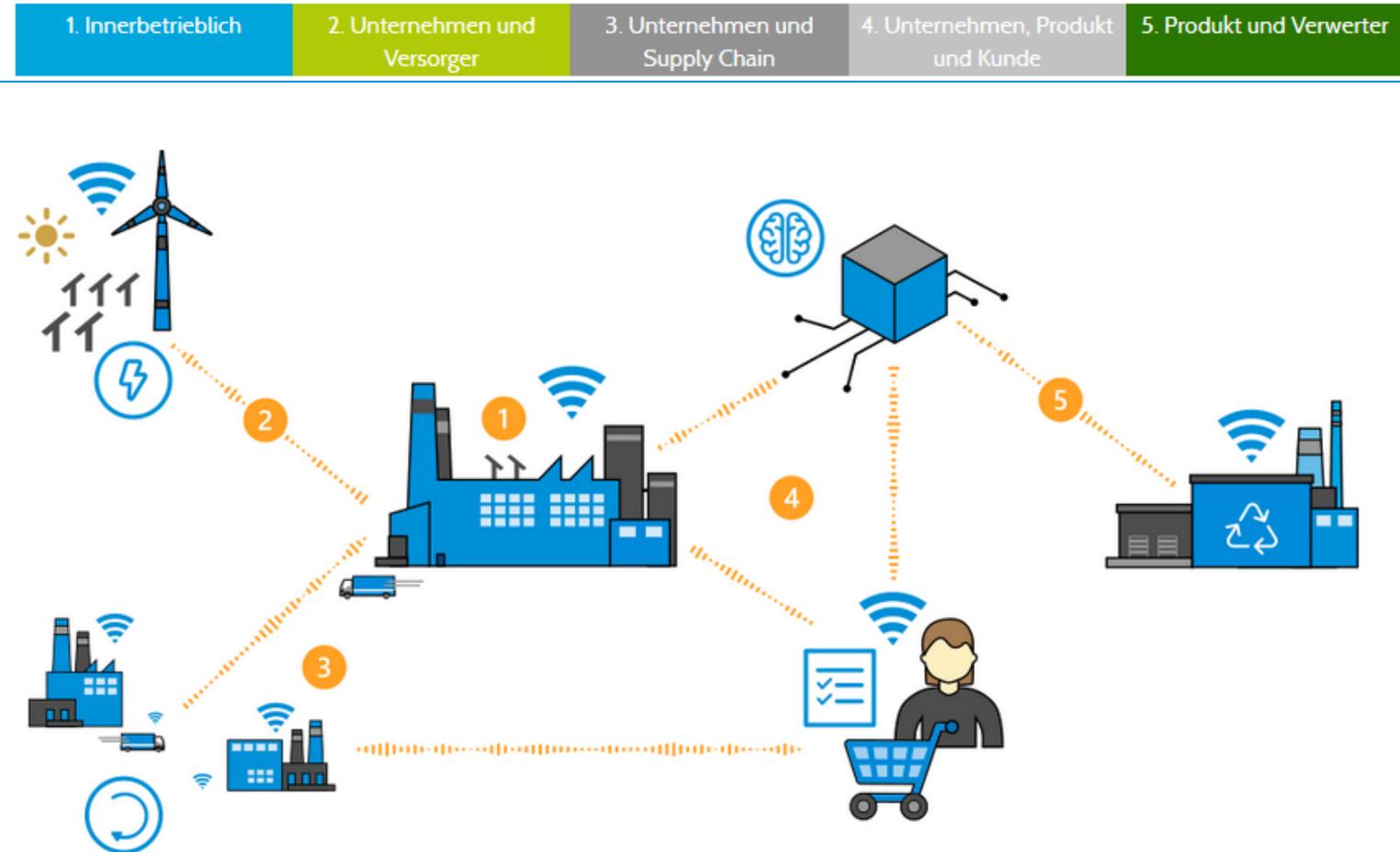
- **Bündelung** kompakter und branchenrelevanter **Informationen** für das verarbeitende Gewerbe
- Systematische Darstellung des **Wissens**
- **Aufzeigen** der Ressourceneffizienzpotenziale und Lösungsansätze.
- So bekommen Sie einen **Einblick** in genau den **Bereich**, der Sie interessiert – schnell und **ohne aufwendige Recherchen**.

## Akteure im Produktlebenszyklus und deren informationstechnische Vernetzung

## Werkzeuge des VDI ZRE

## Prozesskette Digitalisierung

- visuelle Darstellung der beteiligten Akteure und Beziehungen



## Werkzeuge des VDI ZRE

### Prozesskette Digitalisierung: Detail Innerbetrieblich

- Beste verfügbare Techniken
- Umsetzungsbeispiele
- Projekte
- Filme

Digitalisierte Produktentwicklung	
Beste verfügbare Techniken	
Entwicklung cyber-physischer Systeme und modellbasiertes Systems Engineering	
Entwicklungsbegleitende Kostenabschätzung	
Materialdatenbanken	
Simulation zur Absicherung von Energie- und Materialverbräuchen (Sicht Produktentwicklung)	
Topologieoptimierung	
Vereinfachte Ökobilanztools	
Virtueller Prototyp	
Als virtueller Prototyp wird eine Kombination von statischen (z. B. CAD) und dynamischen (z. B. FEM, MKS) Modellen eines Produktes bezeichnet [Feldhusen, J. und Gebhardt, B. (2008), S. 62]. Durch die modellhafte Abbildung kann die Gestalt und das Verhalten des Produktes bereits frühzeitig simuliert und gegenüber allen prognostizierten Beanspruchungen und gewollten Funktionsmustern abgesichert	

## Werkzeuge des VDI ZRE

### Fallbeispiele als Filme



**Industrie 4.0 am  
Beispiel -  
Ressourceneffizienz  
durch Digitalisierung**



**Material sparen  
durch Industrie 4.0**



**Industrie 4.0 leicht  
gemacht**

## Agenda

---

### VDI ZRE

Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung

Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen

Einführung von Digitalisierungslösungen

Werkzeuge des VDI ZRE

### ■ Studien

#### ➤ Industrie 4.0

Potenziale künstlicher Intelligenz im verarbeitenden Gewerbe

Praxisbeispiele

Trends I4.0 und RE

Weiterbildungsmöglichkeiten

## Studie zu Ressourceneffizienz und Industrie 4.0

- **Titel:** „Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 – Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes“
- **Auftraggeber:**
  - VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH
  - Umweltministerien Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz,
  - Wirtschaftsministerium Hessen
- **Auftragnehmer:**
  - TU Darmstadt (IWAR, PTW, DiK)
  - Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
  - Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
- **Bearbeitungszeitraum:** 01.03.2016 – 31.03.2017

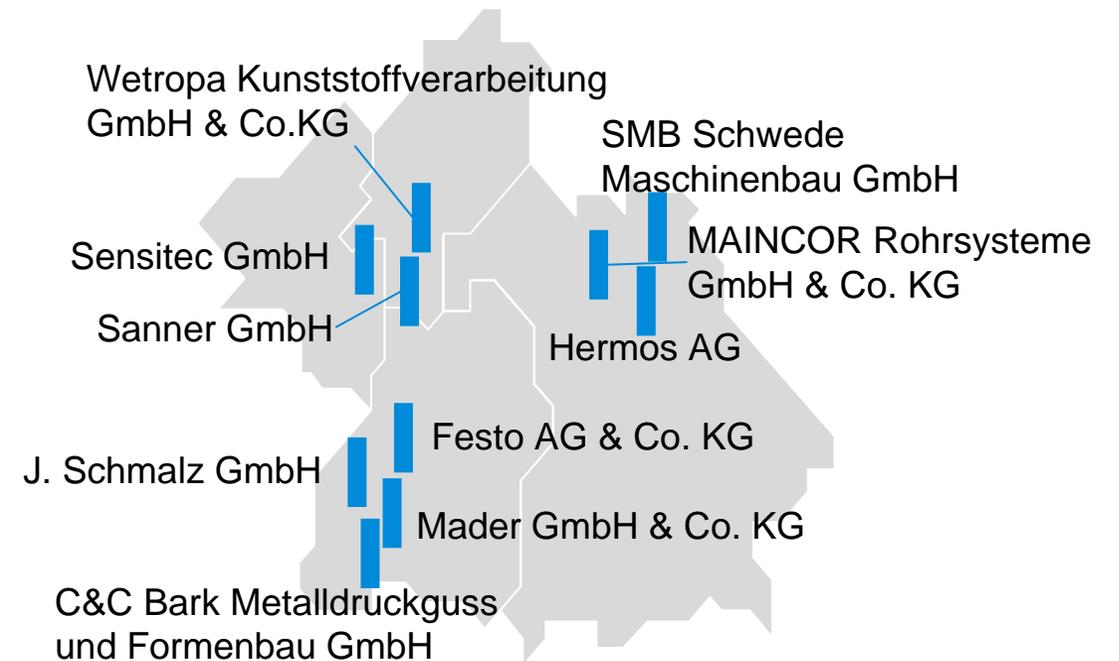


© VDI ZRE

© VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

## Studie zu Ressourceneffizienz und Industrie 4.0

- Zehn Fallstudien
- KMU des verarbeitenden Gewerbes
- Anbieter und Anwender
- Branchen:
  - Maschinenbau
  - Kunststoff
  - Elektroindustrie
- Identifikation von 10 Praxisanwendungen



# Analyse von Praxisanwendungen und Maßnahmen der digitalen Transformation

- Einspareffekte durch Unternehmer im Interview oder Fragebogen geschätzt (bis zu 25%)
- Identifikation von Einspareffekten
  - Vermeidung von Abfall
  - Einsparung von elektrischer Energie
  - Verringerung der Fehlerrate
  - Einsparung von Lagerraum
  - Verringerung des Materialeinsatzes
  - Einsparung von Transporten

M1	Vernetzung von Sensoren und Aktoren
M2	Einsatz Digitaler Objektgedächtnisse
M3	Dezentrale Steuerung
M4	Werkunterstützung und Assistenz
M5	Dynamisch kooperierende Systeme und Modularisierung
M6	Einsatz von Ortungs- und Lokalisierungssystemen
M7	Zustandsüberwachung
M8	Prädikative Wartung
M9	Durchgängige Datenintegration
M10	Virtuelle Produktentwicklung
M11	Cloud Computing

## Erkenntnisse der Studie und Handlungsempfehlungen

- Unternehmen stehen am Anfang der Digitalisierung
- Ressourceneffizienz ist (bisher) keine Motivation für Digitalisierung
- Digitalisierung der Industrie trägt zur Einsparung von Ressourcen bei
- Ressourceneinsatz der Digitalisierung kann die erreichten Einsparungen auch übersteigen
- Ressourcenverbräuche sind inner- und außerbetrieblich weitestgehend unbekannt
- ➔ **Ressourceneffizienz sollte bei der Digitalisierung von Anfang an einbezogen werden**

### Handlungsempfehlungen

- **HK1:** Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung und Auswahl von Maßnahmen
- **HK2:** Erfassung und Auswertung von Ressourcendaten
- **HK3:** Entwicklung von Strategien für Ressourceneffizienz im Unternehmen

## Agenda

---

### VDI ZRE

Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung

Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen

Einführung von Digitalisierungslösungen

Werkzeuge des VDI ZRE

### ■ Studien

Industrie 4.0

➤ Potenziale künstlicher Intelligenz im verarbeitenden Gewerbe

Praxisbeispiele

Trends I4.0 und RE

Weiterbildungsmöglichkeiten

## Potenziale der schwachen künstlichen Intelligenz für die betriebliche Ressourceneffizienz (April 2020-April 2021)

- Die Ergebnisse der Studie werden im Rahmen der NeResS-Konferenz am 07. Juni ab 11 Uhr vorgestellt.
- Weitere Informationen zur Konferenz werden zeitnah auf <https://www.neress.de/startseite/> veröffentlicht.

## Agenda

---

VDI ZRE

Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung

Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen

Einführung von Digitalisierungslösungen

Werkzeuge des VDI ZRE

Studien

- Praxisbeispiele

- Blechwarenfabrik Limburg

- Augmented Reality in der Montage

Trends I4.0 und RE

Weiterbildungsmöglichkeiten

## Blechwarenfabrik Limburg: alter Standort

- Eckdaten
  - ca. 300 Mitarbeitende
  - jährliche Verarbeitung von über 25 000 Tonnen Weißblech
  - jährliche Produktion von Millionen von Eimern, Flaschen, Kanistern und Dosen
- Situation am alten Standort
  - räumliche Begrenzung am historischen Standort in der Innenstadt Limburg
  - lange Wege durch gewachsene Strukturen



Blechwarenfabrik Limburg: alter Standort in der Innenstadt

## Blechwarenfabrik Limburg: neuer Standort

- außerhalb von Limburg
- grüne Wiese
- ganzheitliche Gestaltung unter Aspekten der ressourcenschonenden Digitalisierung
- Manufacturing Execution System (MES)
- Business Intelligence (BI) System
- Bündelung aller Informationen im Intranet
  - Transparenz
  - Effizienz



Blechwarenfabrik Limburg:  
neuer Standort außerhalb der Stadt

## Blechwarenfabrik Limburg: Konkrete Maßnahmen

- Photovoltaikanlage: deckt ca. ein Drittel des fabrikeigenen Strombedarfs
- intelligente Lagerhaltung: temporär überschüssige Energie aus der Photovoltaik wird genutzt, um die Sortierung eingelagerter Waren zu verbessern
- Nutzung der Abwärme aus der Produktion zum Kühlen und Heizen der gesamten Produktion sowie der angrenzenden Büroräume.
- fahrerlose Transportsysteme (AGV)
- Ausrüstung alter Maschinen mit neuer Sensorik und Einbindung in das MES und BI



Fahrerlose Transportsysteme in der Blechwarenfabrik

www.blechwaren-limburg.de

## Blechwarenfabrik Limburg: Deutscher Umweltpreis

- Die vielfältigen umweltschonenden technologischen Innovationen am neuen Standort wurden am 25. Oktober 2020 durch die Verleihung des Deutschen Umweltpreises gewürdigt.
- Weitere Informationen zur ressourceneffizienten Digitalisierung in der Blechwarenfabrik finden Sie im vom VDI ZRE produzierten Film auf YouTube:  
<https://www.youtube.com/watch?v=CYZxqBGss80>



Deutscher Umweltpreis 2020 für die Blechwarenfabrik

## Agenda

---

VDI ZRE

Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung

Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen

Einführung von Digitalisierungslösungen

Werkzeuge des VDI ZRE

Studien

- Praxisbeispiele

- Blechwarenfabrik Limburg

- Augmented Reality in der Montage

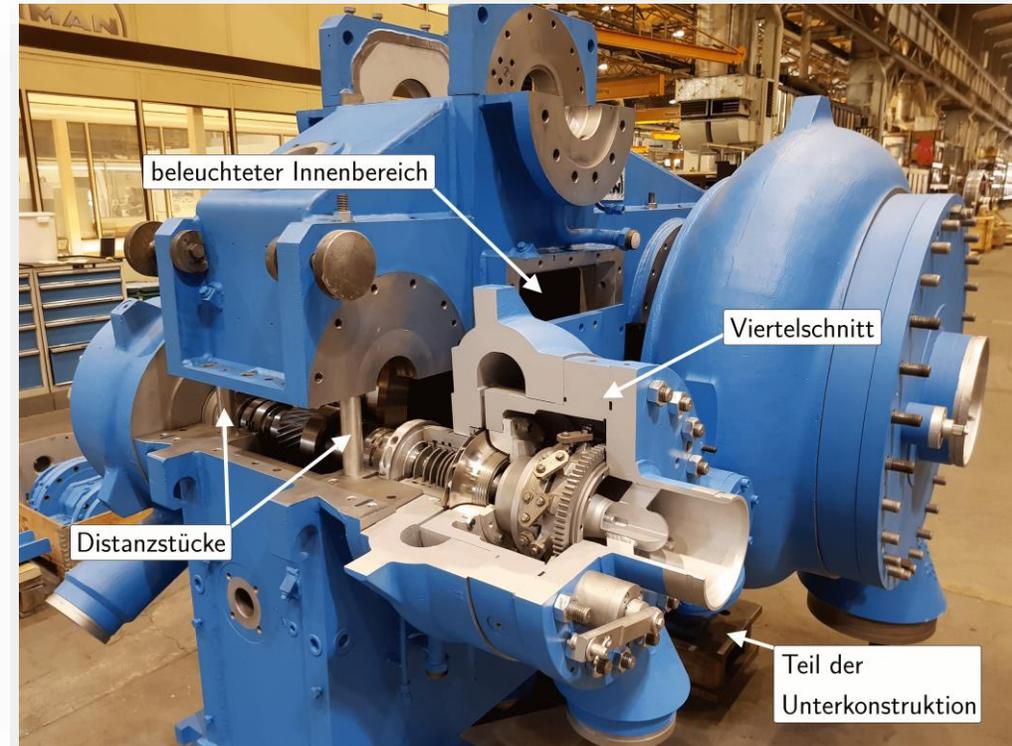
Trends I4.0 und RE

Weiterbildungsmöglichkeiten

## MAN Energy Solutions SE, Berlin

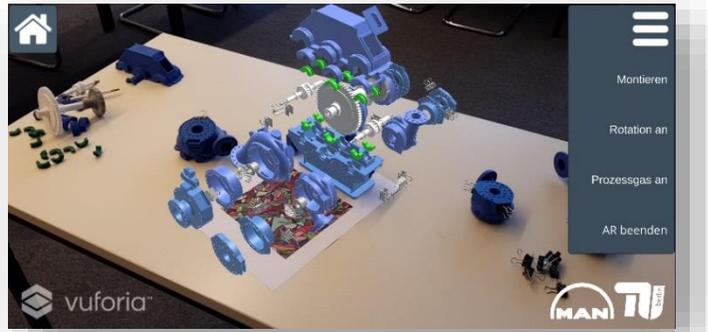


Getriebekompressor  
mit freundlicher Genehmigung von  
MAN Energy Solutions SE



Trainings-Getriebekompressor  
mit freundlicher Genehmigung von  
MAN Energy Solutions SE

## Beispiele für AR-Anwendungen in der Instandhaltung



AR-App

© MAN ES



© MAN ES

additiv gefertigtes und  
vereinfachtes Kompressormodell

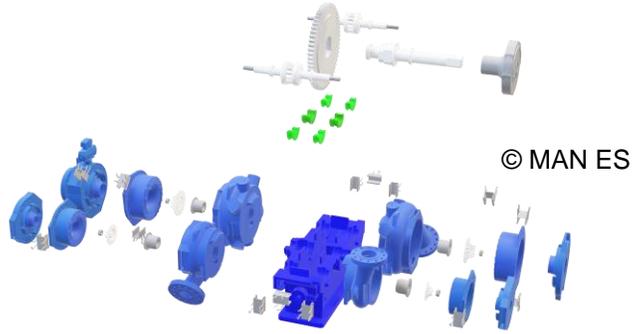


AR-HoloLens



© MAN ES

originaler Getriebekompressor



## Getriebekompressormodell



## Smartphone



## Controller

## AR/VR-Brille





- Darstellung verschiedener Kompressorvarianten
- Bauteilmanipulation
- Komponentenschnitte
- Auswahl und Erklärung einzelner Komponenten
- Montageanimationen
- Kooperation

## Ressourceneffizienz durch Augmented Reality

- Individuelle Lernmöglichkeiten im eigenen Tempo und mit eigenen Schwerpunkten
- Vermeidung von Montagefehlern durch digitale Unterstützung
  - weniger Ausschuss → weniger Materialverbrauch
  - kürzere Montagezeiten → weniger Energieverschwendung und CO<sub>2</sub>-Ausstoß
- Digitalisierung der Prozesskette
  - von der Konstruktion direkt in die Montage
  - Einsparung von Prozessen und Ressourcen wie bspw. Papier für Montagezeichnungen
  - Aktualität der Montageinformationen
    - immer die neueste Version an der Montagestation
    - Fehlervermeidung

## Agenda

---

VDI ZRE

Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung

Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen

Einführung von Digitalisierungslösungen

Werkzeuge des VDI ZRE

Studien

Praxisbeispiele

- Trends I4.0 und RE

Weiterbildungsmöglichkeiten

## Trends (1/4)

### Social Machines

- vergleichbar mit sozialen Netzwerken im Internet
- Maschinen und Mitarbeiter teilen Verfügbarkeit
  - Maschinen melden Wartungsbedarf
  - Mitarbeiter teilen Verfügbarkeit mit Maschinen und Kollegen
- Maschinen wissen, ob und wann Mitarbeiter für eine Wartung überhaupt verfügbar sind
- Verbreitung
  - bei 28% der Unternehmen im Einsatz (Automobilbranche 38%)
  - bei 20% in Planung oder in Diskussion
- Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz
  - weniger Fehler durch bessere Planung
    - ➔ weniger Materialverlust
  - Bündelung von Wartungsaufträgen
    - ➔ Einsparung von Energie und Treibstoff

[OHa-17] [Mad-18] [Bit-20]

© VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

## Trends (2/4)

### Global Facilities

- Vernetzung von Produktionssystemen über Unternehmensgrenzen hinweg, bspw. mit Kunden und Lieferanten
- kurzfristige Produktänderung eines Kunden → System erkennt, welche Teile für die Umsetzung benötigt werden.
- System kann sich selbständig auf dem Markt nach dem Lieferanten erkundigen und Vorschläge für die Bestellung machen.
- Verbreitung
  - bei 4% der Unternehmen im Einsatz
  - bei 17% in Planung und 30% diskutieren darüber
- Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz
  - effiziente Bedarfsplanung
    - Reduzierung benötigter Lagerflächen
  - Bündelung von Lieferungen Just in Time
    - Einsparung von Treibstoff und Energie

[Bit-20]

© VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

## Trends (3/4)

### Smart Products

- intelligente, programmierbare Gegenstände, die zum Beispiel mit den Anlagen kommunizieren und diesen mitteilen, wie sie bearbeitet werden müssen.
- Smart Products können auch nach der Auslieferung durch Software-updates quasi unbegrenzt weiterentwickelt werden.
- Verbreitung
  - bei 20% der Unternehmen im Einsatz (Maschinen- und Anlagenbau 23%)
  - bei 13% in Planung und bei 27% in Diskussion
- Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz
  - Speicherung effizienter Fertigungsvorgehensweisen im Produkt
    - ➔ Materialeinsparungen für jedes Produkt individualisierbar
  - Energieeinsparungen können durch Updates auch beim Kunden realisiert und erhöht werden

[Bit-20]

© VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

## Trends (4/4)

### Augmented Operators

- Mitarbeiter, die IT-basierte Assistenzsysteme nutzen, um ihre Sicht auf die Fabrik zu erweitern und so die Produktion besser zu steuern.
- Verwendung von Datenbrillen: Brille erkennt, welche Maschine der Mitarbeiter anschaut, und liefert ihm in Echtzeit Informationen zum aktuellen Produktionsschritt.
- Verbreitung
  - bei 11% der Unternehmen im Einsatz (Vorsprung der Elektrotechnik gegenüber anderen Branchen)
  - bei 20% in Planung und bei 17% in Diskussion
- Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz
  - menschlicher Fehler werden verringert → weniger Ausschuss
  - Vorschläge zum Einsparen von Energie und Material werden dem Mitarbeiter in Echtzeit geliefert

[Bit-20]

© VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

## Agenda

---

VDI ZRE

Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung

Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen

Einführung von Digitalisierungslösungen

Werkzeuge des VDI ZRE

Studien

Praxisbeispiele

Trends I4.0 und RE

- Weiterbildungsmöglichkeiten

## Weiterbildungsmöglichkeiten zu Digitalisierung und Ressourceneffizienz

### GRUNDLAGENKURS RESSOURCENEFFIZIENZ

Kleine Maßnahmen, große Wirkung

1 Tag | 98 EUR (zzgl. MwSt.) 

Mitarbeitende aus KMU des verarbeitenden Gewerbes lernen, wie sie bereits mit einfachen, meist nicht investiven Maßnahmen Ressourcen sparen können.

### 2-TAGES MITARBEITERKURS RESSOURCENEFFIZIENZ MIT PRAXISTAG

Für Mitarbeitende in Unternehmen

2 Tage | 196 EUR (zzgl. MwSt.) 

In der Theorie und Praxis werden Methoden zur Analyse sowie mögliche Strategien und Maßnahmen für mehr Ressourceneffizienz im Unternehmen vorgestellt.

### 3-TAGES MITARBEITERKURS RESSOURCENEFFIZIENZ MIT PRAXISTAG (Inhouse-Seminar)

Intensivkurs für Mitarbeitende in Unternehmen

3 Tage | Preis auf Anfrage 

Am Beispiel des eigenen Unternehmens werden Methoden zur Analyse sowie mögliche Strategien und Maßnahmen für mehr Ressourceneffizienz im Unternehmen vorgestellt. Wesentliches Merkmal dieses Kurses ist die konkrete Anwendung in der eigenen Unternehmenspraxis.

### SPEZIALISIERUNG MATERIALFLUSSKOSTEN- RECHNUNG NACH DIN EN ISO 14051

Anwendung für die Unternehmenspraxis

1 Tag | 98 EUR (zzgl. MwSt.) 

+ komplette Ausgabe  
der DIN EN ISO 14051

Dieser Kurs bietet eine praxisnahe Einführung in die ressourcenbezogene Kostenrechnung mit der Materialflusskostenrechnung. Es werden praxisbezogene Übungen mit Hilfe des Kostenrechners des VDI ZRE durchgeführt.

### SPEZIALISIERUNG RESSOURCENEFFIZIENZ DURCH DIGITALISIERUNG

Strategien und Implementierung

1 Tag | 98 EUR (zzgl. MwSt.) 

Anhand des Prozess-Modells CRISP-DM wird die Vorgehensweise bei der Implementierung von betrieblicher Ressourceneffizienz durch Digitalisierung vermittelt. Darauf aufbauend erlernen die Teilnehmenden Strategien der Ressourceneffizienz durch Digitalisierung kennen, wie diese zusammenhängen und welche Maßnahmen wichtig sind.

### LERNFABRIK AUGSBURG

Ressourceneffizienzsteigerung durch energetische Optimierung in der Produktion

2 Tage | 69 EUR (zzgl. MwSt.) 

In der Lernfabrik in Augsburg erlangen die Teilnehmenden anwendungsorientiertes Methodenwissen. Ergänzend werden Gute-Praxis-Beispiele zur Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion gezeigt.

### NIEDERSÄCHSISCHE LERNFABRIK FÜR RESSOURCENEFFIZIENZ

**Kurs 1:** Ressourceneffizienz durch Digitalisierung

2 Tage | 69 EUR (zzgl. MwSt.) 

Es wird aufgezeigt, wie die Digitalisierung in die Unternehmensprozesse eingebettet werden kann, um Ressourcen zu sparen.

**Kurs 2:** Über Lean Management zur material-effizienten Produktion

2 Tage | 69 EUR (zzgl. MwSt.) 

Die Teilnehmenden lernen Methoden des Lean-Production als Weg zu einer materialeffizienten Fertigung kennen.

**Kurs 3:** Energieeffiziente Prozessoptimierung – Energiewertstrom

2 Tage | 69 EUR (zzgl. MwSt.) 

Anhand der Produktionsumgebung der Lernfabrik in Wolfenbüttel lernen die Teilnehmenden, wie eine energieeffiziente Prozessoptimierung in der Theorie und Praxis funktioniert.

[www.qualifizierung-re.de](http://www.qualifizierung-re.de)

# Spezialisierung Ressourceneffizienz durch Digitalisierung

- Für Anfänger und Fortgeschrittene: Wie Sie betriebliche Ressourceneffizienz durch Digitalisierung ermöglichen, erfahren Sie anhand eines bewährten Prozess-Modells.
- **Zielgruppe**
  - Mitarbeitende in Industrieunternehmen
  - Ingenieurinnen und Ingenieure mit Bezug zur Produktentwicklung oder Produktion
  - Mitarbeitende mit interner Beraterfunktion
  - Mitarbeitende, die Effizienzmaßnahmen und Managementsysteme begleiten (z.B. Qualitäts- und Umweltmanagement)
  - Beratende, speziell Ingenieurinnen und Ingenieure
  - Unternehmensberatende
  - Energieberatende
- **Kursinhalte**
  - Grundlagen zu Ressourceneffizienz und Digitalisierung
  - Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung im Unternehmen
  - Einführung von Digitalisierungslösungen mit Hilfe des CRISP-DM Modells (Cross-industry standard process for data mining)
  - Reifegradgerechte Wissensvermittlung anhand von Praxisbeispielen aus der Ressourceneffizienz
  - Handlungshilfen für die Umsetzung in der betrieblichen Praxis

[www.qualifizierung-re.de](http://www.qualifizierung-re.de)

## Kontakt

---

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH  
Bülowstraße 78  
10783 Berlin

Dr.-Ing. Jan Philipp Menn  
Tel.: +49 30 27 59 506-23  
menn@vdi.de

[www.vdi-zre.de](http://www.vdi-zre.de)  
[www.ressource-deutschland.de](http://www.ressource-deutschland.de)

## Quellen

- Deloitte Consulting GmbH, Hamburg
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) Abteilung Nachhaltige Produktion und Qualität, Stuttgart
- [Por-17] Porter, M. E.; Heppelmann, J. E.; *Why every organization needs an Augmented Reality strategy*; in *Harvard Business Review*, 2017(6), 2017:47–57.
- MAN Energy Solutions SE, Berlin
- Technische Universität Berlin, Fachgebiet Handhabungs- und Montagetechnik, Berlin
- MAN-AR-APP: <https://www.youtube.com/watch?v=Z3Dw0KqNS-w>
- Steckdosenmontage mit AR: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_Bs9QttXtoQ](https://www.youtube.com/watch?v=_Bs9QttXtoQ)
- Hannover Messe Industrie 2019: <https://www.youtube.com/watch?v=-cZF-pAYx5M>