

Ansatz zur ganzheitlichen Optimierung des Anlagenmanagements nach den drei Zielgrößen der Ressourceneffizienz, Resilienz- und Leistungsfähigkeit (OR<sup>2</sup>L)

Framework zur ganzheitlichen Bewertung aus Sicht des Anlagenmanagements

Luisa Reichsthaler, Daniel Toth, Robert Glawar, Tim Schulz, Wilfried Sihm

Leoben, 06. Oktober 2022



Leistungsfähigkeit

Resilienz

Ressourceneffizienz

# Agenda

---



- Motivation & Ausgangslage in der Instandhaltung
- OR<sup>2</sup>L-Framework
- Praxisanwendung
- Conclusio und weitere Forschungsagenden

# It's time for Changes!

## Ausgangslage in der Instandhaltung

---



# Ausgangslage in der Instandhaltung

## Herausforderungen

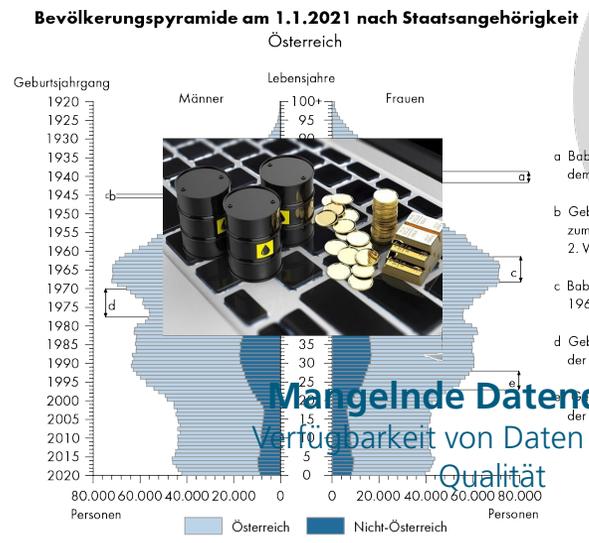
**Mangel an qualifizierten  
Arbeitskräften**  
in der industriellen Instandhaltung

1



Technologie

2



- a Baby-Boom nach dem Anschluss
- b Geburtenausfall zum Ende des 2. Weltkrieges
- c Baby-Boom der 1960er Jahre
- d Geburtenrückgang der 1970er Jahre
- e Geburtenrückgang der 1990er Jahre

**Mangelnde Datenqualität**  
Verfügbarkeit von Daten und deren Qualität

Q: STATISTIK AUSTRIA, Statistik des Bevölkerungsstandes. Erstellt am 27.05.2021.  
<https://bit.ly/3tACrSI>

Mensch



5

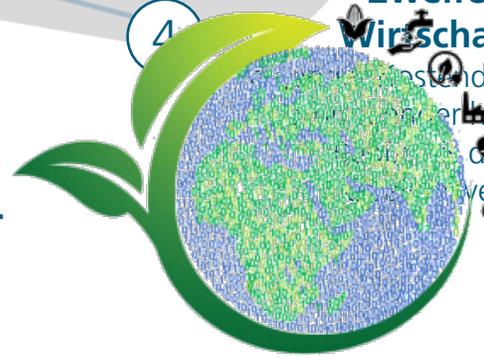
Fehlende Betrachtung der  
**Digitalisierung als Katalysator für  
die Nachhaltigkeit**  
in der Instandhaltung

3



Organisation

4



**Mangelnde Flexibilität**

Produktionssysteme werden fortlaufend komplexer & anfälliger für externe und interne Störgrößen



<https://www.vdi.de/news/detail/resiliente-produktion-steht-nicht-erst-seit-corona-im-vordergrund>

**Zweifel an der  
Wirtschaftlichkeit**

Wachstumsdruck bei konstant zu  
steigenden Kosten für höherer Leistung &  
steigender Flexibilität durch ständigen  
technologischen Verbesserungen

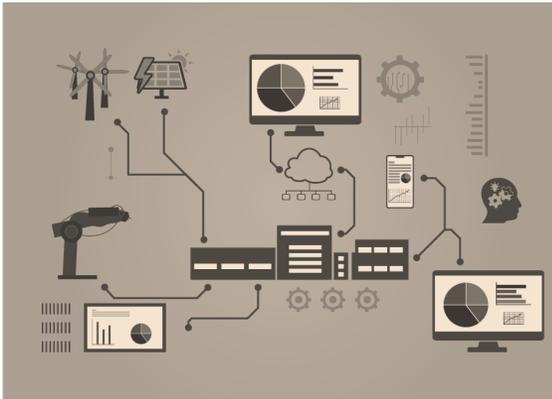
Mondejar et. All.: Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet

# Konzept und Elemente des OR<sup>2</sup>L-Frameworks

## Gestaltungsparadigmen



### Leistungsfähigkeit



<https://www.praotec.de/en/projekte/>

- Wertschöpfende Instandhaltung:
  - Datenbasierte & digitale Instandhaltung
  - Produktivität
  - Vermeidung von Verschwendung
  - Kundenorientierung
  - Sicherstellung der Qualität
  - Menschzentrierte Systemgestaltung

### Resilienzfähigkeit



<https://www.vdi.de/news/detail/resiliente-produktion-steht-nicht-erst-seit-corona-im-vordergrund>

- Antizipation
- Agilität / Flexibilität / Adaptivität
- Robustheit
- Regenerations-/ Lernfähigkeit
- In jeder Situation systematisch handlungsfähig bleiben

### Ressourceneffizienz & Nachhaltigkeit

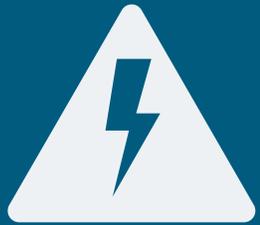


<https://bit.ly/3tDcMs4>

- Ressourceneffiziente IH-Prozesse, ermöglicht durch datenbasierte Entscheidungsunterstützung
- Circular Economy für Ersatzteile
- Systematisches LCC/LCA
- Papierlose Prozesse & Remote Support

# Identifizierung des aktuellen OR<sup>2</sup>L-Reifegrades

... durch Anwendung des OR<sup>2</sup>L-Frameworks



## Problemstellung

- **Fehlendes systematisches Vorgehen** zur Identifikation von Handlungsfeldern (→Ableitung von Optimierungsmaßnahmen)
- Mangelnde **Transparenz** über die vorhandenen Datenquellen und operativen Prozesse der Organisation



## Ziele

- **Systematische Analyse und Bewertung** der drei Gestaltungsparadigmen in der Wertschöpfungskette
- Identifikation geeigneter Optimierungspotentiale zur **Kostensenkung, Steigerung der Ressourceneffizienz, Leistungs- und Resilienzfähigkeit**
- **Absicherung** der nachhaltigen Wettbewerbsfähigkeit durch gezielte Nutzung von Digitalisierung

# Leistungsfähigkeit

## Sicherstellung der Anlagenproduktivität



## Monitoring und Visualisierung der Overall-Equipment Effectiveness (OEE)

Kunde:

- Österreichisches Bäckerei-Unternehmen *Streck*

Projektdauer:

- 09.2019 - 02.2020

Methoden/Ansätze:

- OEE-Evaluierung
- Ableiten von Optimierungspotentialen und Handlungsempfehlungen
- Retrofitting der veralteten Anlagen

Projektergebnis:



- Evaluierung der aktuellen Anlagenproduktivität (OEE)** und Erstellen eines **Konzepts zur Umsetzung** eines **standardisierten und einheitlichen** Monitorings
- Ableitung von Optimierungspotentialen zur Produktivitätssteigerung**
- Quantifizierung von Kosteneinsparungspotentialen**
- Identifikation konkreter **technologischer Lösungen** und Evaluierung von Anpassungen am Prozess zur Reduktion von Ausschuss und Nacharbeit



# Resilienzfähigkeit

Wie resilient ist mein Unternehmen und wie viel Resilienz brauche ich?



Leistungsfähigkeit

Resilienz

Ressourceneffizienz

## Was?

Erforderliche Eigenschaften entlang der Resilienzphasen

### Schaffung von resilienzförderlichen Grundeinstellungen

#### Antizipation

Vorbereiten

#### Agilität / Flexibilität / Adaptivität

Verhindern / Reagieren

#### Robustheit

Schützen

#### Regenerationsfähigkeit / Lernfähigkeit

Wiederherstellen

### Das Rahmenwerk für resiliente Wertschöpfungssysteme

## Wie?

Optimierungsziele für Resiliente Wertschöpfung

### In jeder Situation systematisch handlungsfähig bleiben

„Erkenne Ereignisse und Auswirkungen bevor sie auftreten“

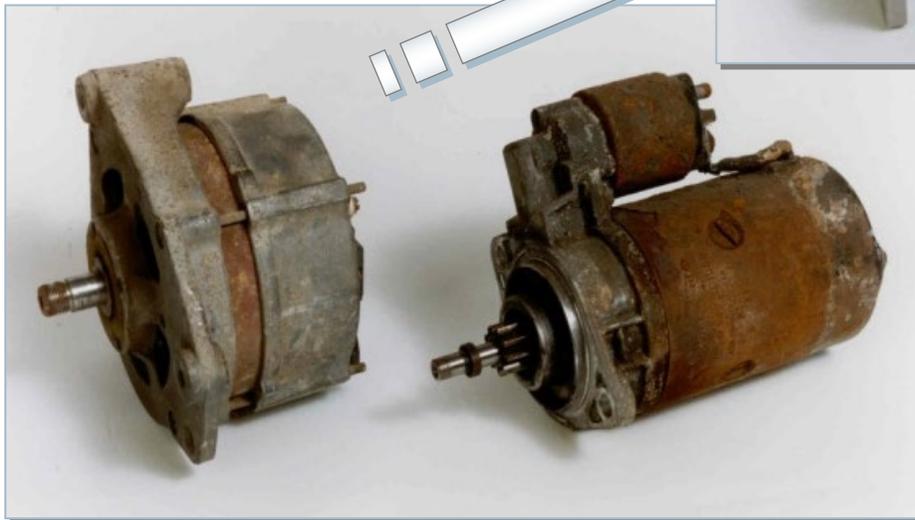
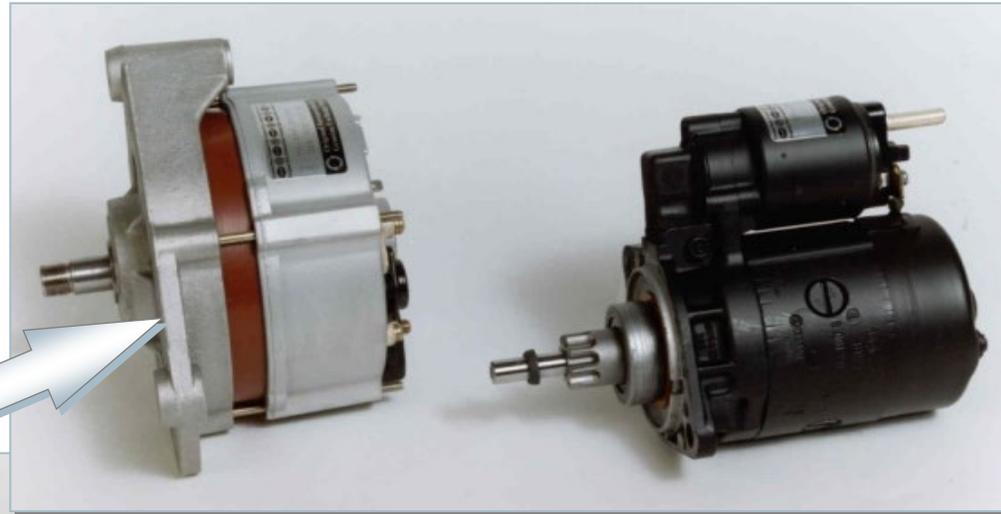
„Passe dich schnell den neuen Anforderungen an“

„Kompensiere die Ereignisse möglichst ohne Redundanz“

„Stelle einen –verbesserten– Ausgangszustand möglichst schnell wieder her“

# Ressourceneffizienz

## Remanufacturing



Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper



# Agenda

---

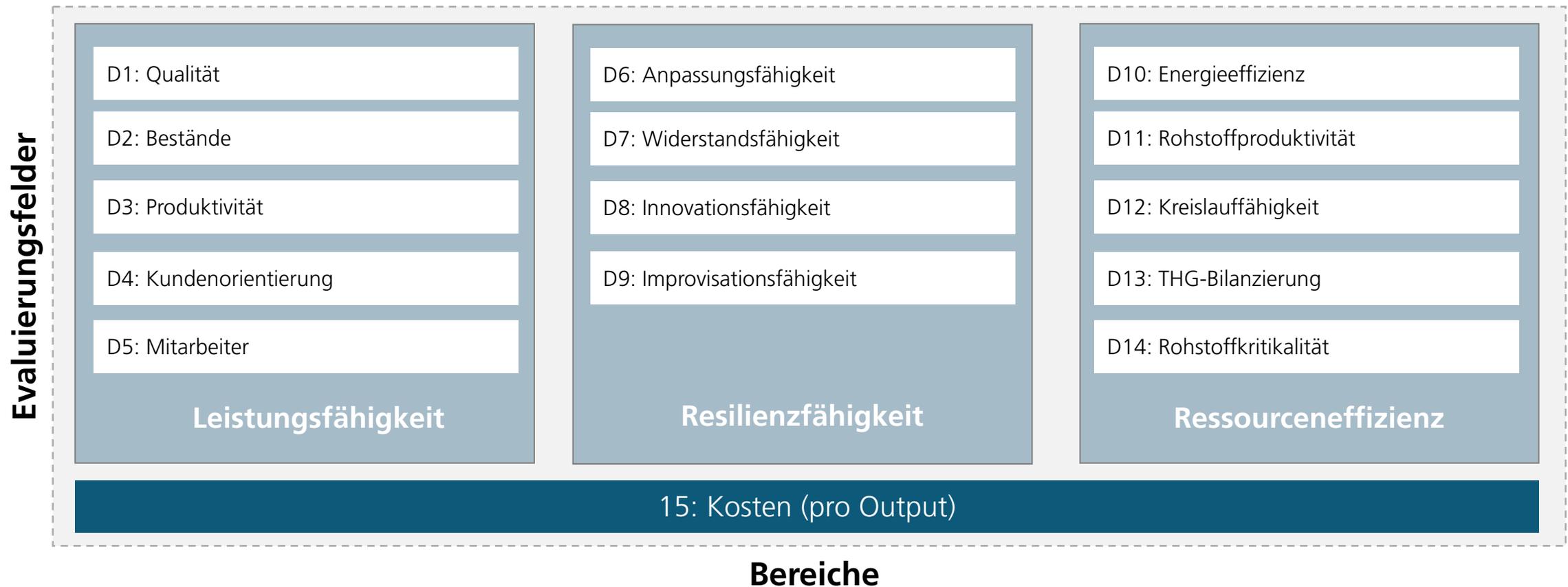


- Motivation & Ausgangslage in der Instandhaltung
- OR<sup>2</sup>L-Framework
- Praxisanwendung
- Conclusio und weitere Forschungsagenden

# OR<sup>2</sup>L-Framework

## Übersicht der Dimensionen

### Optimierungspotentiale und Handlungsfelder



# OR<sup>2</sup>L-Framework

## Dimension D3 – Produktivität | Attributsbeispiel D3.2

Attribut D3.2		Datenerhebung und Datenverarbeitung									
<p><b>Sind Sie in der Lage aus Ihren Maschinen und Anlagen Produktionsdaten zu erheben (Anlage Stand der Technik, Sensorik, Retrofitting, Anbindung an ein MES System, Automatisierte Produktionsplanung)?</b></p>											
<p><b>Kategorien für die Reifegradbewertung</b></p>											
1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es besteht keine Anbindung an ein Manufacturing Execution System (MES) o.ä. sowie kaum eine Kommunikation der Maschinen und Anlagen untereinander.</li> <li>• Es werden keine Daten über Prozesse/Arbeitsschritte gesammelt.</li> <li>• Die Produktivität der Anlage lässt sich nicht/nur unter manuellem Aufwand bestimmen.</li> </ul>										
3-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es werden möglichst viele Daten der Arbeitsschritte/Prozesse erhoben, jedoch nicht aktiv zur Optimierung der Produktivität genutzt.</li> <li>• Einige der Maschinen/Anlagen sind untereinander vernetzt oder an ein MES-System o.ä. angebunden – das Potenzial wird noch nicht vollständig genutzt.</li> </ul>										
5-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinen/Anlagen kommunizieren selbstständig untereinander und mit einem MES-System o.ä. - und können Aufträge automatisiert zuteilen sowie ausführen.</li> <li>• Möglichst alle verfügbaren Daten der Arbeitsschritte/Prozesse werden gesammelt und zur Optimierung der Produktivität verarbeitet.</li> <li>• Es wird regelmäßig kontrolliert, um die Anlagen auf dem Stand der Technik zu halten.</li> </ul>										
<b>Level</b>	<b>Anmerkungen zum ermittelten Reifegrad-Level d. Unternehmens:</b>										
	Attribut sehr irrelevant für das Unternehmen		Attribut eher irrelevant für das Unternehmen		Attribut mittelmäßig-gering relevant für das Unternehmen		Attribut mittelmäßig-hoch relevant für das Unternehmen		Attribut eher relevant für das Unternehmen		Attribut sehr relevant für das Unternehmen

# OR<sup>2</sup>L-Framework

## Entwicklungsbedarfindex

- Aus **Ist-Level Abfrage und Relevanz** der einzelnen OR<sup>2</sup>L-Attribute lässt sich der **Entwicklungsbedarf-Index (EBI)** eines Attributs innerhalb einer Dimension berechnen
- Ein geringes OR<sup>2</sup>L-Level mit einer hohen Relevanz impliziert einen hohen EBI und ein hohes OR<sup>2</sup>L-Level mit einer geringen Relevanz einem geringen EBI
- Dieser kann **Werte zwischen 0** (kein Handlungsbedarf) und **100** (hoher Handlungsbedarf) annehmen.

$$EBI_{Di.Ak} = (Level_{max} - Level_{Di.Ak}) * Relevanz_{Di.Ak} * g$$

$EBI_{Di.Ak}$  ... Entwicklungsbedarf-Index der  $i$ -ten Dimension des  $k$ -ten Attributs

$Level_{max/min}$  ... maximal/minimal zu erreichendes Level

$Level_{Di.Ak}$  ... Ist-Level der  $i$ -ten Dimension des  $k$ -ten Attributs

$Relevanz_{Di.Ak}$  ... Relevanz der  $i$ -ten Dimension des  $k$ -ten Attributs

$$g \text{ ... Normierungsfaktor} = \frac{100}{(Level_{max} - Level_{min}) * Relevanz_{Anzahl}}$$

EBI	Reife					
	1	2	3	4	5	6
Relevanz						
1			•			
2						
3						
4						
5						
6						

# Agenda

---



- Motivation & Ausgangslage in der Instandhaltung
- OR<sup>2</sup>L-Framework
- Praxisanwendung
- Conclusio und weitere Forschungsagenden

# Praxisanwendung

## Kleinunternehmen Holzerarbeitungsindustrie

- Österreichisches Kleinunternehmen
- Herstellung und Sanierung von Holzfußböden (Parkett)
- Betrieb ist einschichtig
- Produktionsanlagen sind durchschnittlich nicht ausgelastet, aber partielle Bottlenecks je nach Produktionsprozess
- Große Abhängigkeiten von Lieferketten
  - Rohmaterial Holz
  - Betriebshilfsmittel
- Fokus auf nachhaltige Produktion
  - biologisch abbaubaren Materialien (Lack, Kleber etc.)
  - nachhaltig angebauten Holzarten
  - alternativen Materialien (Kork, Bambus etc.)

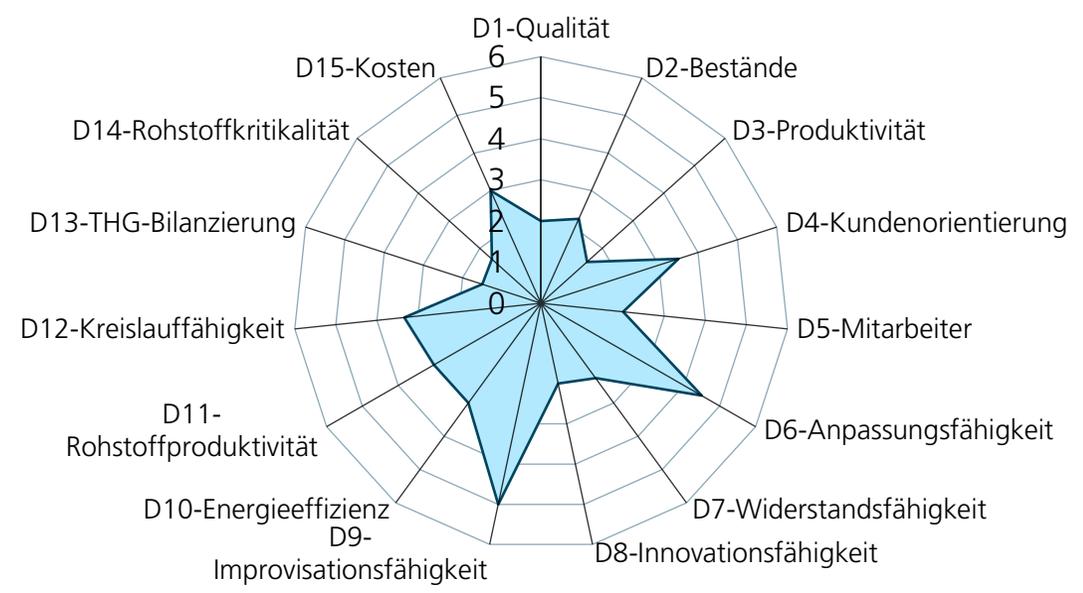




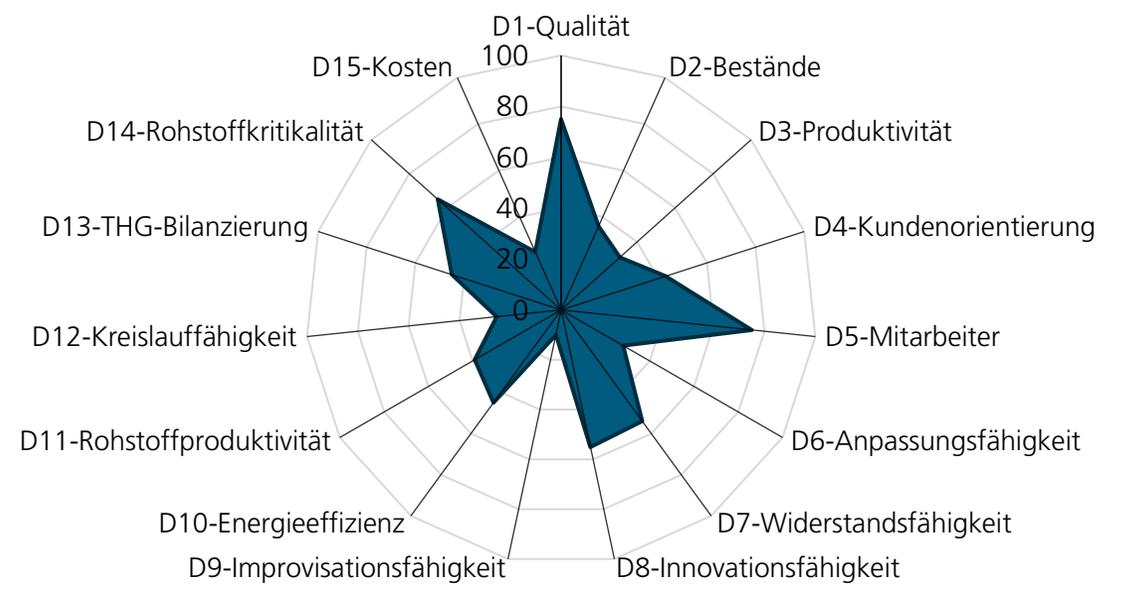
# Praxisanwendung

## Kleinunternehmen Holverarbeitungsinidustrie | Auswertung

### OR<sup>2</sup>L-Level [1-6] in 15 Dimensionen



### Entwicklungsbedarf-Index [1-100] in 15 Dimensionen

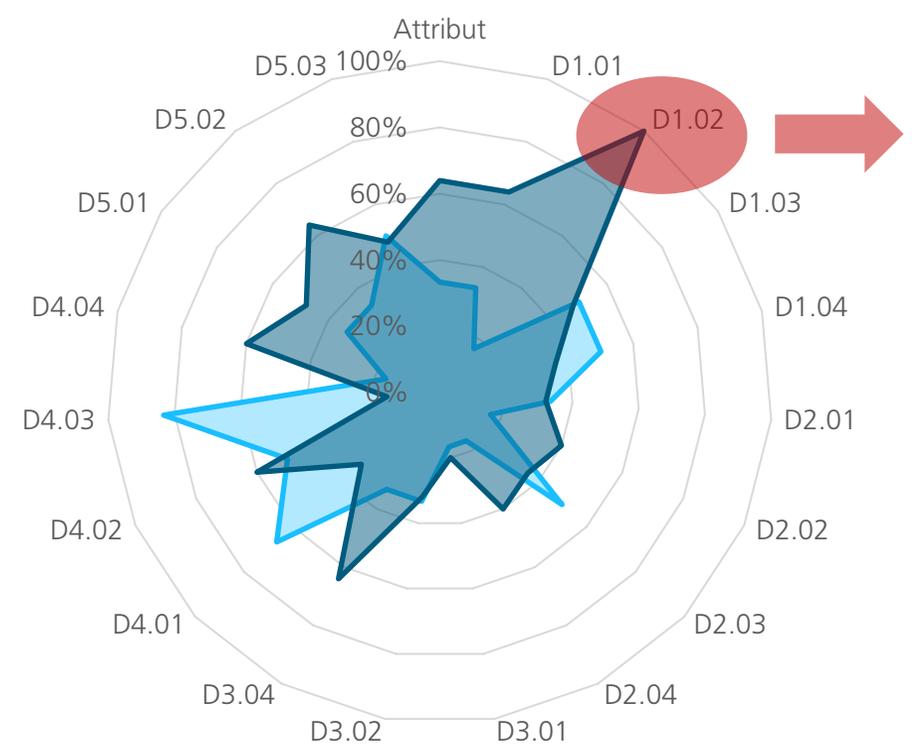


# Praxisanwendung

## Kleinunternehmen Holverarbeitungsinidustrie

### D1: Leistungsfähigkeit OR<sup>2</sup>L Level- und Entwicklungsbedarf

OR<sup>2</sup>L-Level [%]    Entwicklungsbedarf-Index [%]



Attribut D1.2	Qualitätsmanagementsystem (QMS)						
Wie wird die Qualität Ihrer Produkte/Prozesse in Ihrem Unternehmen gewährleistet?							
Kategorien für die Reifegradbewertung							
1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Prozesse sind nicht primär/explicit auf Qualitätsoptimierung ausgerichtet.</li> <li>Die Produkte werden teilweise/keiner/einer Qualitätskontrolle unterzogen.</li> </ul>						
3-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Qualität ist ein wichtiger Faktor und Prozesse/Produkte werden nach den branchentypischen Kennzeichnungen (z.B. ISO 9001, ...) zertifiziert.</li> <li>Methoden wie die statistische Prozesskontrolle (SPC) werden zur Qualitätskontrolle eingesetzt.</li> </ul>						
4-5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die kompletten Organisationsabläufe sind auf Qualität ausgerichtet.</li> <li>Strukturierter Ansatz: Total Quality Management (TQM) wird im Unternehmen tagtäglich gelebt.</li> </ul>						
Level	Anmerkungen zum ermittelten Reifegrad-Level d. Unternehmens:						
1							
	<table border="1"> <tr> <td>Attribut sehr irrelevant für das Unternehmen</td> <td>Attribut eher irrelevant für das Unternehmen</td> <td>Attribut mittelmäßig-gering relevant für das Unternehmen</td> <td>Attribut mittelmäßig-hoch relevant für das Unternehmen</td> <td>Attribut eher relevant für das Unternehmen</td> <td>Attribut sehr relevant für das Unternehmen</td> </tr> </table>	Attribut sehr irrelevant für das Unternehmen	Attribut eher irrelevant für das Unternehmen	Attribut mittelmäßig-gering relevant für das Unternehmen	Attribut mittelmäßig-hoch relevant für das Unternehmen	Attribut eher relevant für das Unternehmen	Attribut sehr relevant für das Unternehmen
Attribut sehr irrelevant für das Unternehmen	Attribut eher irrelevant für das Unternehmen	Attribut mittelmäßig-gering relevant für das Unternehmen	Attribut mittelmäßig-hoch relevant für das Unternehmen	Attribut eher relevant für das Unternehmen	Attribut sehr relevant für das Unternehmen		

- Qualität messbar machen – um Qualität zu optimieren:
  - Statistische Prozesslenkung / Prozesskontrolle
  - Fehleranalyse(n)
  - Total Productive Maintenance (TPM)
  - Generelle Entwurfsplanung für die Änderung oder Neueinführung von Prozessen

→ Wirksamkeit ist aber in der Praxis immer abhängig vom Erfahrungs- und Wissensstand des Anwendenden

# Agenda

---



- Motivation & Ausgangslage in der Instandhaltung
- OR<sup>2</sup>L-Framework
- Praxisanwendung
- Conclusio und weitere Forschungsagenden

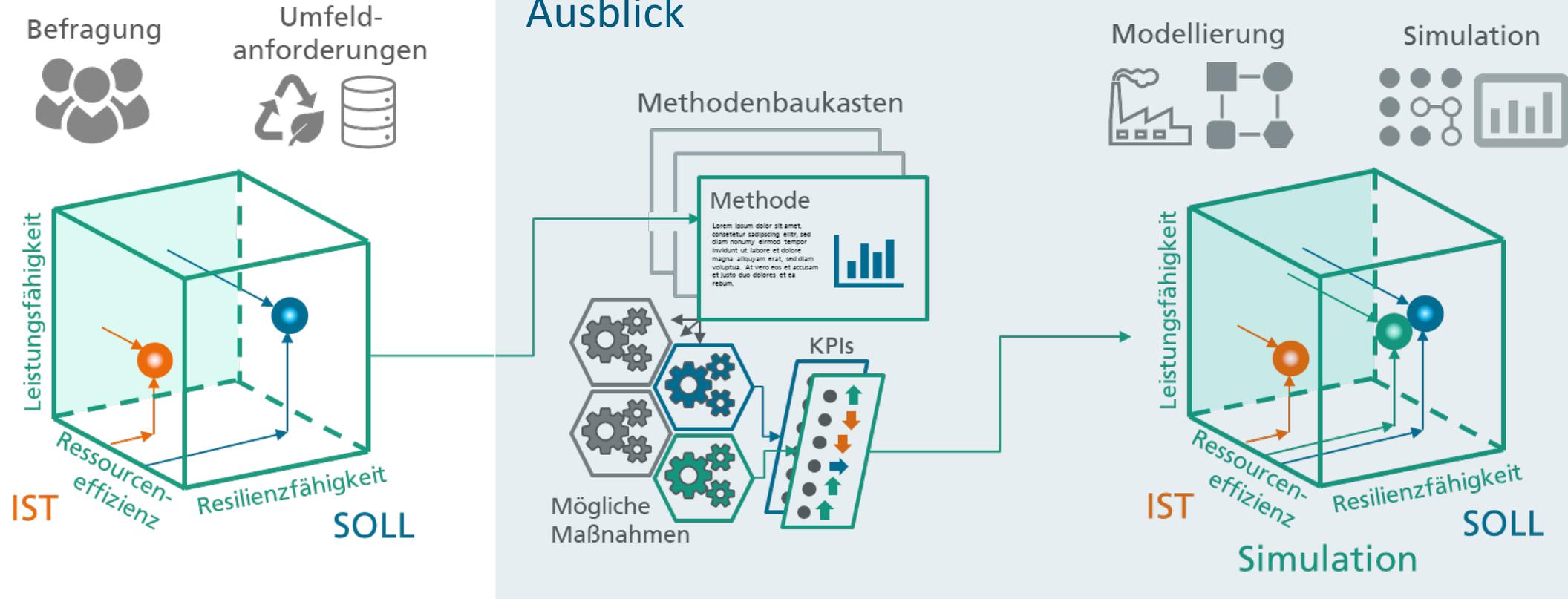


- Das OR<sup>2</sup>L-Framwork ermöglicht die **strukturierte, systematische IST-Analyse und Bewertung** der drei Gestaltungsparadigmen in der Wertschöpfungskette
- Identifikation und Ableitung geeigneter **Optimierungspotentiale (Maßnahmen)** zur Kostensenkung, Steigerung der Ressourceneffizienz, Leistungs- und Resilienzfähigkeit
- Ganzheitlicher Ansatz, welche die **operative und strategische Ebenen** verbindet
  - Top Down: Aufnahme der Management-Themen
  - Bottom Up: Befragung und Integration der Shopfloor-Mitarbeitende
  - Gemeinsame Zielsetzung des Unternehmens
- **Pain Point:** Wenn das Management oder der Shopfloor nicht mitmachen und/oder die Analyse nicht wahrheitsgetreu durchgeführt wird, so können keine geeigneten Handlungsfelder abgeleitet und Optimierungsmaßnahmen vorgenommen werden



# Weitere Forschungsagenden

## Big Picture OR<sup>2</sup>L

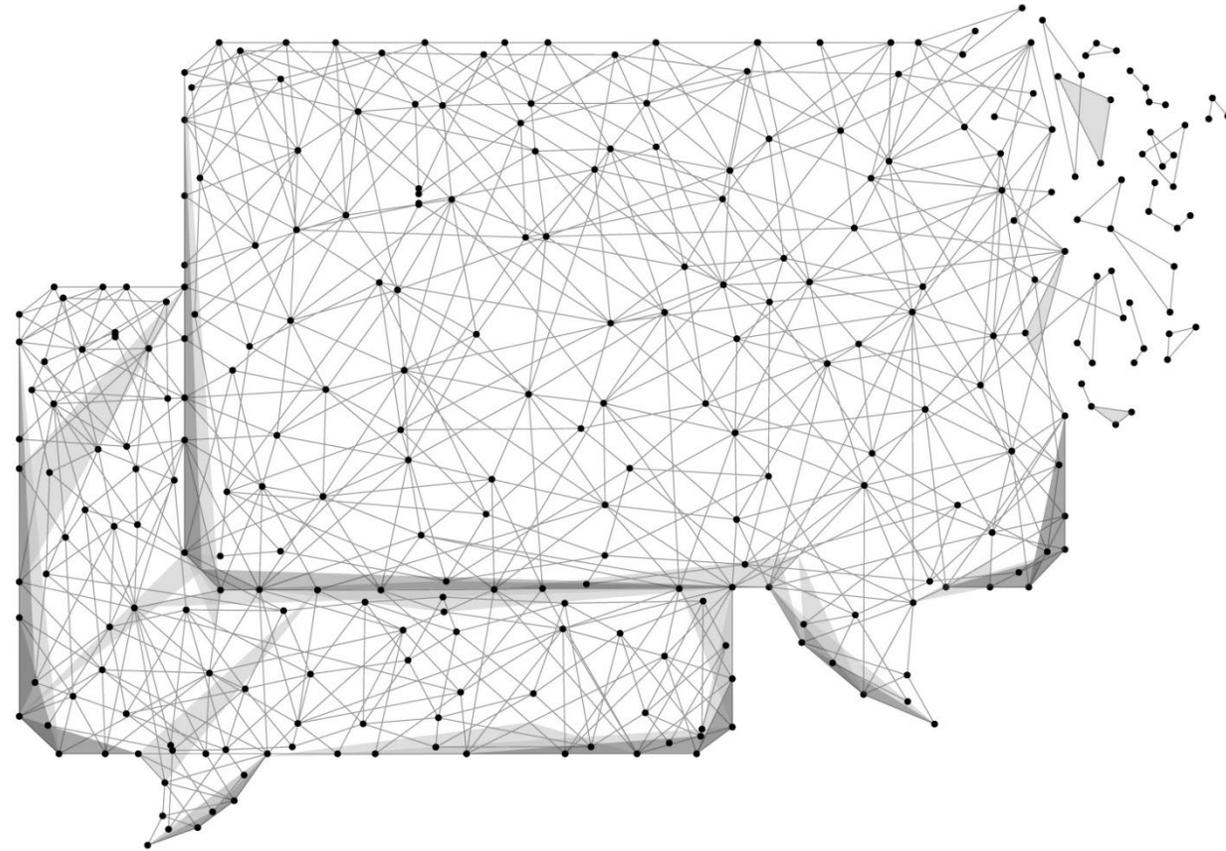


# Literature (excerpt)



- **Aslanova et al. (2020):** Digital Maturity: Definition and Model. In: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference “Modern Management Trends and the Digital Economy”
- **Bauernhansl (2020):** Fabrikbetriebslehre 1: Management in der Produktion, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Springer Vieweg. ISBN 9783662445389
- **Biedermann et al. (2019):** Lean Smart Maintenance—Value Adding, Flexible, and Intelligent Asset Management. In: BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, Jg. 164 (Nr. 1, S. 13–18.)
- **Bongomin et al. (2020):** Exponential Disruptive Technologies and the Required Skills of Industry 4.0. In: Journal of Engineering, S. 1–17.
- **Choudhury et al. (2021):** Digital supply chain to unlock new agility: a TISM approach. In: Benchmarking: An International Journal, Jg. 28, Nr. 6, S. 2075–2109.
- **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. (2021):** White Paper »RESYST« Resiliente Wertschöpfung in der produzierenden Industrie – innovativ, erfolgreich, krisenfest.
- **Glawar et al. (2019):** Conceptual Design of an Integrated Autonomous Production Control Model in association with a Prescriptive Maintenance Model (PriMa). In: Procedia CIRP, S. 482–487.
- **Ansari, F., Nixdorf, S., Sihm, W., 2020.** Insurability of Cyber Physical Production Systems: How Does Digital Twin Improve Predictability of Failure Risk? 53, p. 295.
- **Menon et al. (2020):** Total Interpretive Structural Modelling: Evolution and Applications. In: Raj, J. S.; Bashar, A.; Ramson, S. R. J. (Hrsg.): Innovative Data Communication Technologies and Application. Cham: Springer International Publishing. ISBN 978-3-030-38039-7, S. 257–265.
- **Öhlinger et al. (2021):** Vorgehensmodell für risikobasierte Resilienzstrategien. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jg. 116, Nr. 4, S. 198–202.
- **Schumacher et al. (2020):** Development of a Monitoring System for Implementation of Industrial Digitalization and Automation using 143 Key Performance Indicators. In: Procedia CIRP, Jg. 93
- **Steinlechner et al. (2021):** A maturity model to assess digital employee competencies in industrial enterprises. In: Procedia CIRP, Jg. 104, S. 1185–1190.
- **Vivares et al. (2018):** A maturity assessment model for manufacturing systems. In: Journal of Manufacturing Technology Management, Jg. 29, Nr. 5, S. 746–767

# Fragen?



# Kontakt

---

Dipl.-Ing. Luisa Reichsthaler

Project Associate

Produktionsoptimierung und Instandhaltungsmanagement

+43 (676) 888 61 664

[luisa.reichsthaler@fraunhofer.at](mailto:luisa.reichsthaler@fraunhofer.at)

Fraunhofer Austria Research GmbH

Theresianumgasse 7 | 1040 Wien

Tel: +43 1 504 69 06

[office@fraunhofer.at](mailto:office@fraunhofer.at)

[www.fraunhofer.at](http://www.fraunhofer.at)

Follow us on

