



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

# Ein Bewertungsmodell für den Digitalisierungs- und Automatisierungsgrad produzierender Unternehmen

Dipl.-Ing. Andreas Schumacher

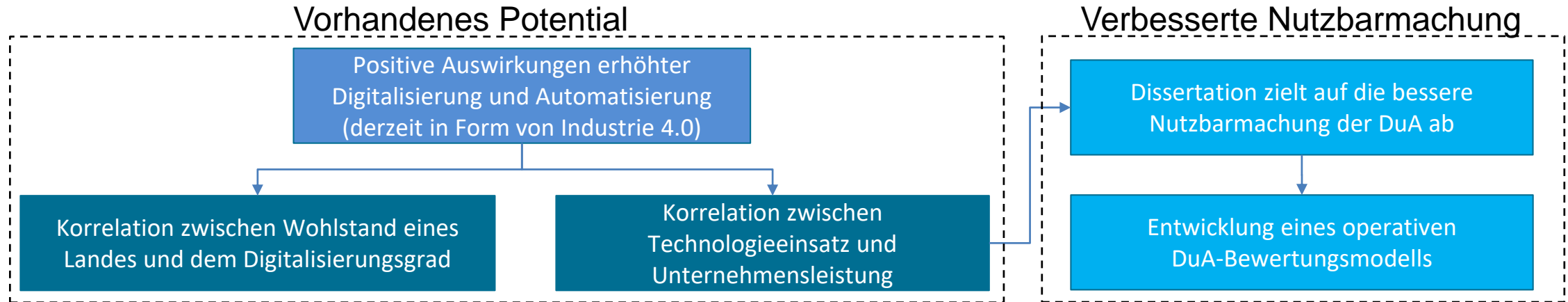
Techno-Ökonomieforum 07.02.2020

Abschlusspräsentation

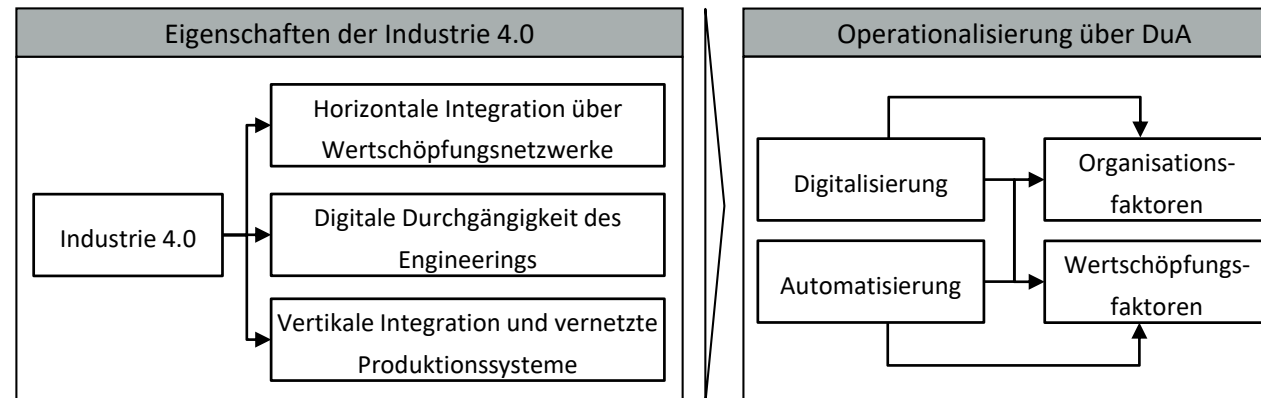
- Motivation
- Problemstellungen und Validierung
- Ziele und Nutzen der Dissertation
- State of the Art im Bereich der DuA-Bewertung
- Forschungsdesign und Methoden
- Entwicklung des DAWO-Modells
- Anwendungsergebnisse in der Praxis
- Validierung der Forschungsergebnisse
- Conclusio und Outlook

# Motivation – Nutzbarmachung von DuA\*-Potentialen

- Voranschreitende Digitalisierung von Daten und Informationen, als auch die Automatisierung vormals manueller Prozesse bestimmen die Entwicklung der Gesellschaft und Wirtschaft in den letzten Jahrzehnten maßgeblich.

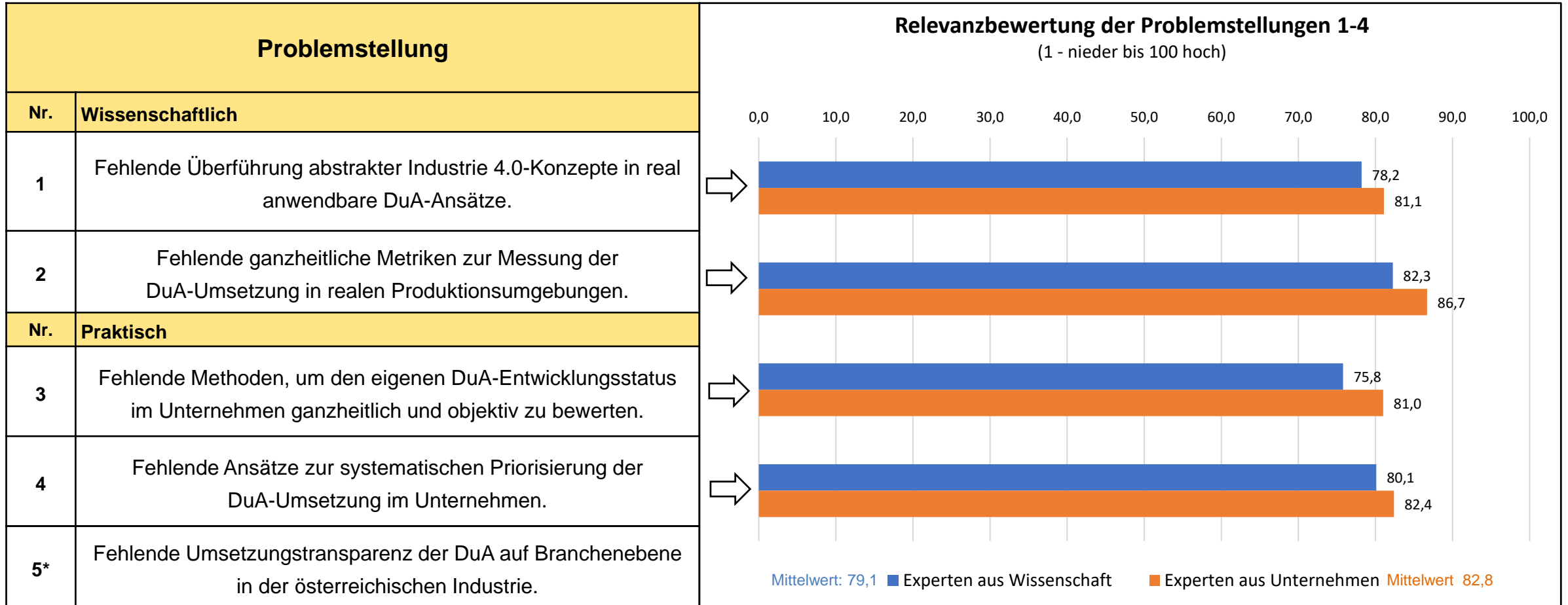


- Die verbesserte Nutzbarmachung soll über die Operationalisierung abstrakter Wertschöpfungskonzepte wie jenem der Industrie 4.0 über Digitalisierungs- und Automatisierungskonzepte erreicht werden:



- Definition von 5 Problemstellungen:

- Befragung von 51 Experten zur Validierung:



- Im Folgenden Detaillierung von 10 Sub-Problemstellungen und den jeweiligen Forschungsbedarfs.

\*Für Problemstellung 5 keine Bewertung aufgrund internationaler Befragung

- Überführung der Problemstellungen in Ziele, Resultate und einen erwarteten Nutzen (Wissenschaft und Praxis):

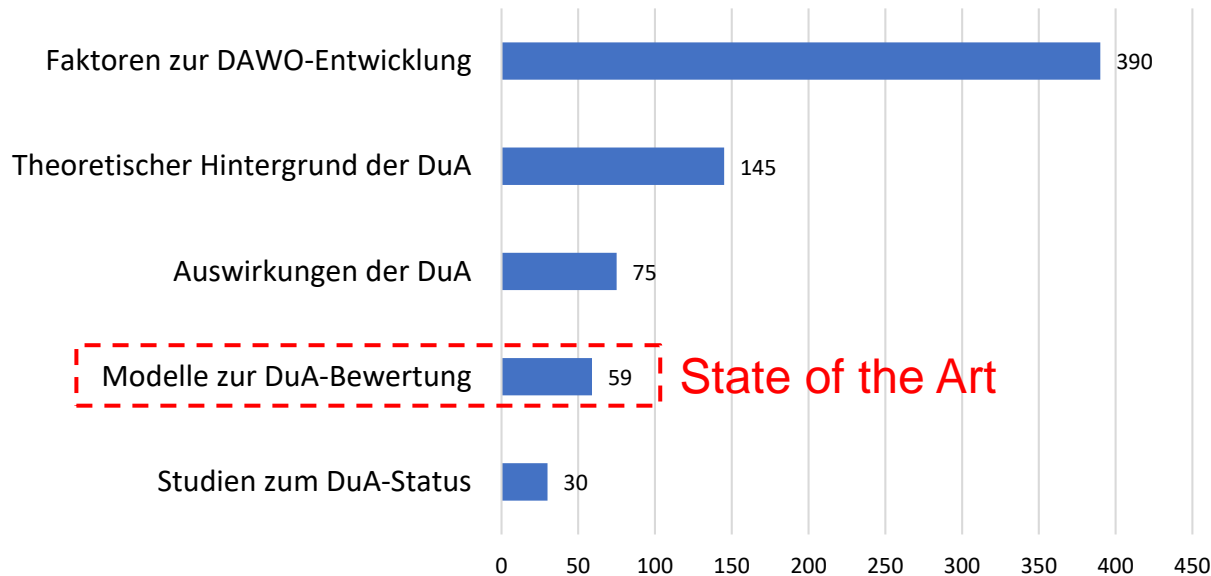
Problemstellung		Ziele der Dissertation	Resultat	Nutzen
<b>Nr.</b>		<b>Wissenschaftlich</b>		
1	Fehlende Überführung abstrakter Industrie 4.0-Konzepte in real anwendbare DuA-Ansätze.	Entwicklung eines integrierten DAWO-Ansatzes.	DAWO-Operationalisierungsansatz	Möglichkeit der Transformation der Industrie 4.0 auf reale Implementierungsumgebungen
2	Fehlende ganzheitliche Metriken zur Messung der DuA-Umsetzung in realen Produktionsumgebungen.	Entwicklung einer Metrik zur Messung des DAWO in realen Industrieumgebungen.	DAWO-Metrik	Bereitstellung eines „Transformators“ von theoretischen DuA-Konzepten in die Realität.
<b>Nr.</b>		<b>Praktisch</b>		
3	Fehlende Methoden, um den eigenen DuA-Entwicklungsstatus im Unternehmen ganzheitlich und objektiv zu bewerten.	Entwicklung einer praktischen Methode zur Bewertung des DAWO-Implementierungsgrades.	DAWO-Erhebungsmethode	Möglichkeit für Unternehmen den DAWO eigenständig zu bewerten.
4	Fehlende Ansätze zur systematischen Priorisierung der DuA-Umsetzung im Unternehmen.	Entwicklung einer Methode zur strategischen Planung der DAWO-Umsetzung.	DAWO-Priorisierungsmethode	Möglichkeit für Unternehmen DuA angeleitet zu planen.
5	Fehlende Umsetzungstransparenz der DuA auf Branchenebene in der österreichischen Industrie.	Erhebung des DAWO-Reifegrades in der österreichischen Industrie.	DAWO-Studien	Zielgerichteter Einsatz von Hilfestellungen zur DuA-Reifegrad-erhöhung in Unternehmen.

# State-of-the-art im Bereich der DuA-Bewertung – Literaturrecherche

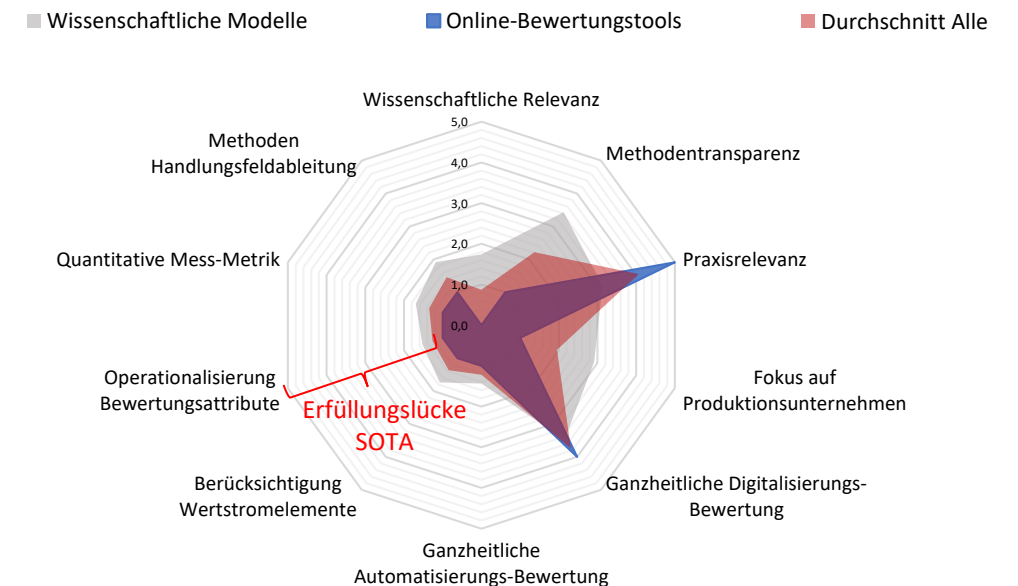
- Festlegung eines eigenen 6-schrittigen Vorgehensmodells zur Durchführung der systematischen Literaturrecherche
- Definition von 4 Fragen an die Literatur, 15 Suchbegriffen, 6 Suchdatenbanken und 5 Sucheinschränkungen
- Festlegung von 3 Kriterien für das Literatur-Online Screening und Screening von 5000+ Publikationen
- Entwicklung eines Suchprotokolls sowie eines Kategoriensystems zur Einordnung von Literaturquellen

Resultat: In Summe wurden 699 relevante Publikationen lokal gespeichert und die 59 Arbeiten der Kategorie „Modelle zur DuA-Bewertung“ für die SOTA\*-Analyse weiter berücksichtigt

Anzahl relevante Publikationen nach Kategorien



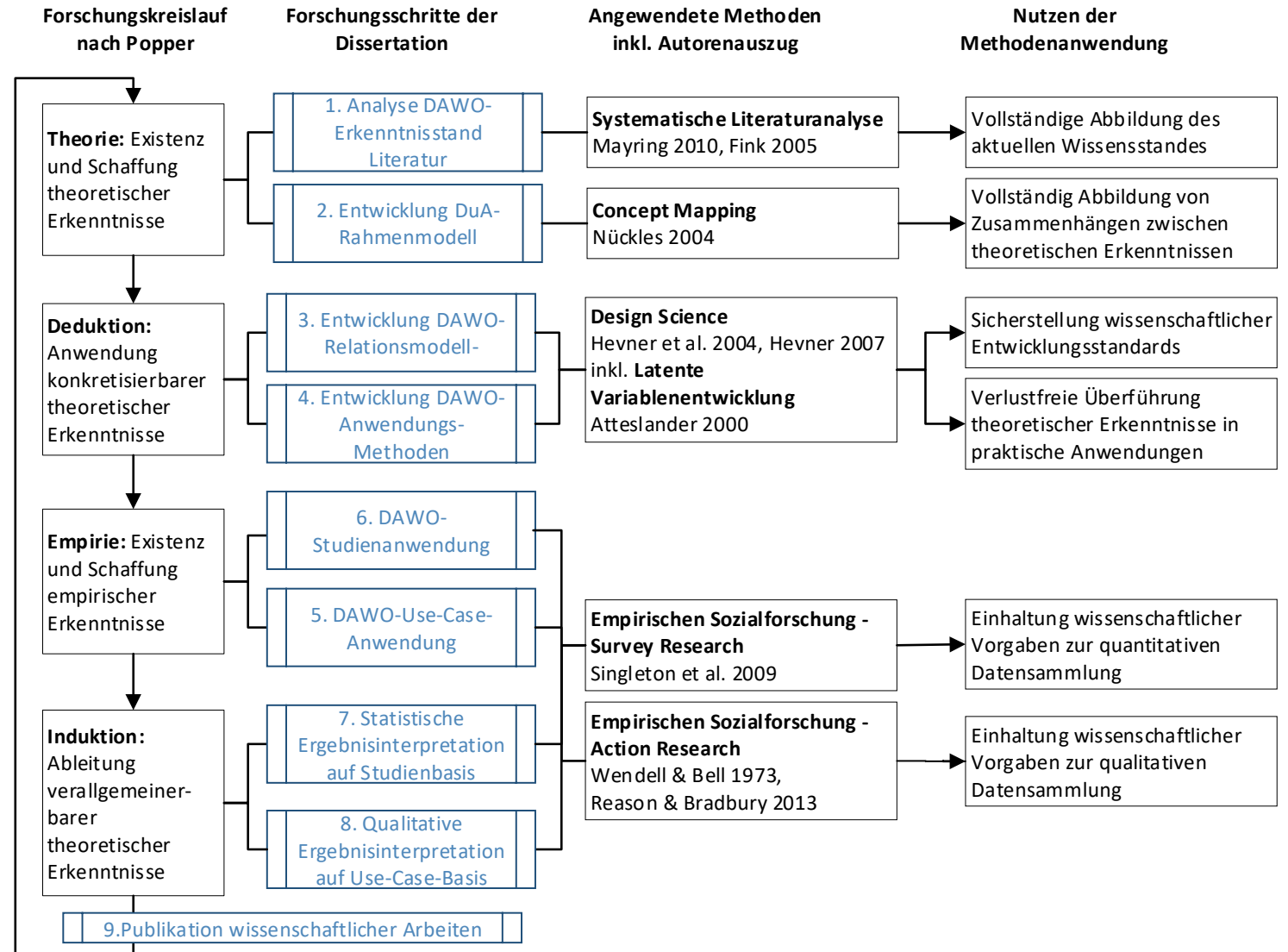
Gegenüberstellung Erfüllungsgrad 10 Kriterien an SOTA



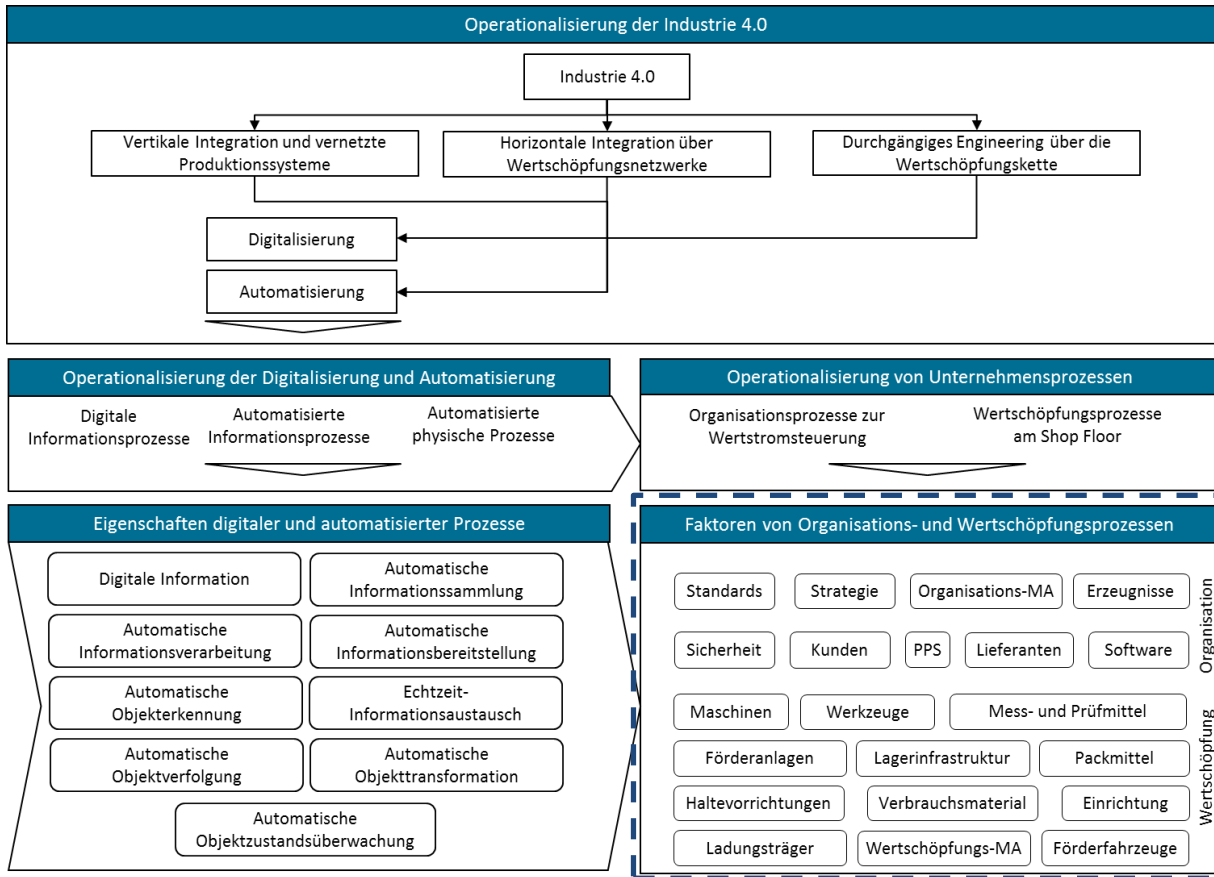
- Ansiedlung der Dissertation im angewandten Forschungsbereich
- Nutzung eines Mixed-Methods-Ansatzes mit Fokus auf qualitative Methoden im Theorieteil und zur quantitativen im Methoden im praktischen Teil der Arbeit:

	Qualitativ	Quantitativ
Theoretisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Literaturanalyse</li> <li>• Concept Mapping</li> <li>• Design Science</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung Latente Variablen</li> </ul>
Empirisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Action Research</li> <li>• Komparative Fallstudienanalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Survey Research</li> <li>• Deskriptive Statistik</li> </ul>

## Übersicht Forschungsdesign:



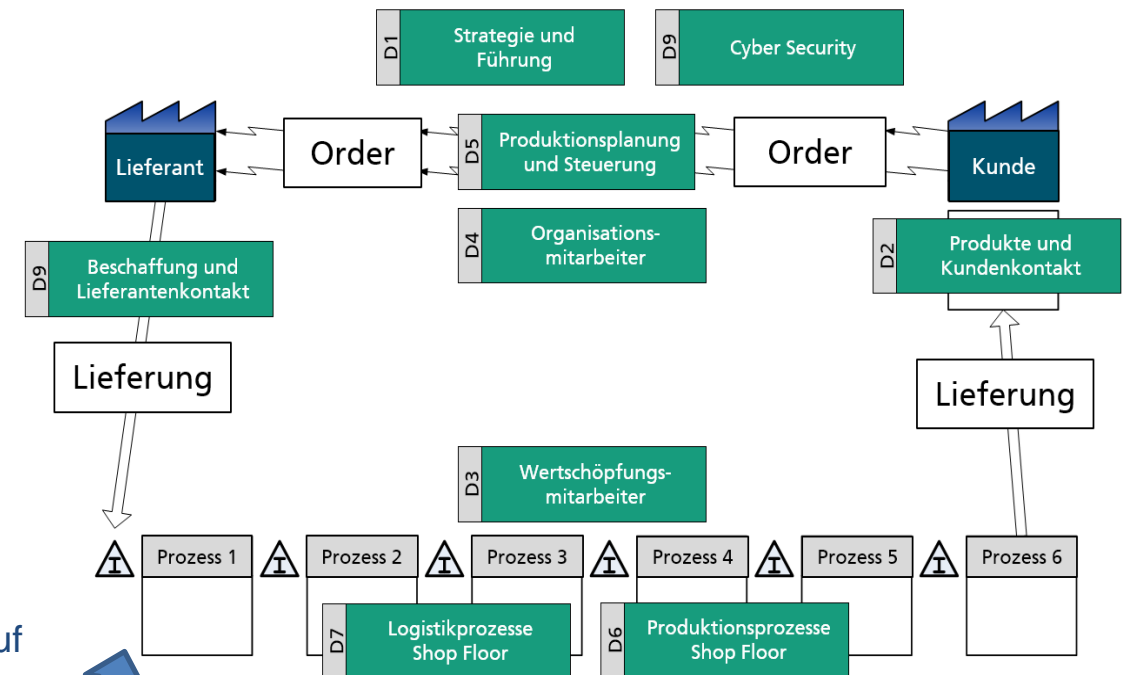
- Entwicklung des Bewertungsmodells erfolgte über ein festgelegtes 5-Schritte-Vorgehensmodell



- Entwicklung einer Relationsmatrix mit 189 Verknüpfungen

Reduktion auf 9 Faktoren

- Entwicklungsbasis ist ein Rahmenmodell zur Verknüpfung von 9 Anforderungen der DuA mit 12 Wertschöpfungsfaktoren und 9 Organisationsfaktoren in Produktionsunternehmen



# Entwicklung des DAWO-Modells – Struktur der Bewertungsattribute

Attribut D6.05	Automatischer Datenaustausch zwischen Produktionsmaschinen und übergeordneten IT-Systemen				
<b>Bewertungsfrage:</b> Welcher Anteil der Produktionsmaschinen tauscht automatisch Daten mit übergeordneten IT-Systemen wie MES, ERP oder BDE aus?					
<b>Automatischer Datenaustausch:</b> Austausch von Sensordaten der Maschine, Übermittlung von Betriebsdaten an IT-Systeme, Empfang von Auftragsdaten durch Maschinen, Übermittlung von Qualitätsdaten, Erhalt von Maschinen-Einstellungsdaten etc.					
<b>Beispiel:</b> Automatische Übermittlung erhobener Sensordaten zu Qualitätsparametern der Erzeugnisse an eine MES-Software, welche die Daten auswertet und abgeleitete Daten zur Maschineneinstellung zurücksendet.					
Umsetzung automatischer Datenaustausch mit IT-Systemen bis dato nicht untersucht	Umsetzung automatischer Datenaustausch mit IT-Systemen konkret geplant				
Automatischer Datenaustausch mit <1% der Produktionsmaschinen	Automatischer Datenaustausch mit 1-10% der Produktionsmaschinen				
Automatischer Datenaustausch mit 11-20% der Produktionsmaschinen	Automatischer Datenaustausch mit 21-30% der Produktionsmaschinen				
Automatischer Datenaustausch mit 31-40% der Produktionsmaschinen	Automatischer Datenaustausch mit 41-50% der Produktionsmaschinen				
Automatischer Datenaustausch mit 51-60% der Produktionsmaschinen	Automatischer Datenaustausch mit 61-70% der Produktionsmaschinen				
Automatischer Datenaustausch mit 71-80% der Produktionsmaschinen	Automatischer Datenaustausch mit 81-90% der Produktionsmaschinen				
Automatischer Datenaustausch mit 91-100% der Produktionsmaschinen	Keine (weitere) Umsetzung wegen durchgeführter negativer Nutzenbewertung				
Attribut sehr irrelevant für das Unternehmen	Attribut eher irrelevant für das Unternehmen	Attribut mittelmäßig relevant für das Unternehmen	Attribut eher relevant für das Unternehmen	Attribut sehr relevant für das Unternehmen	
Wenn Sie den Implementierungsgrad dieses Attributes mit mehr als 40% bewertet haben, geben Sie bitte in Stichworten Umsetzungsbeispiele aus Ihrem Unternehmen an:					
(Empty space for implementation examples)					

Bewertungs-Frage (Variable)

Konkretisierung der Variable

Praxis-Beispiel

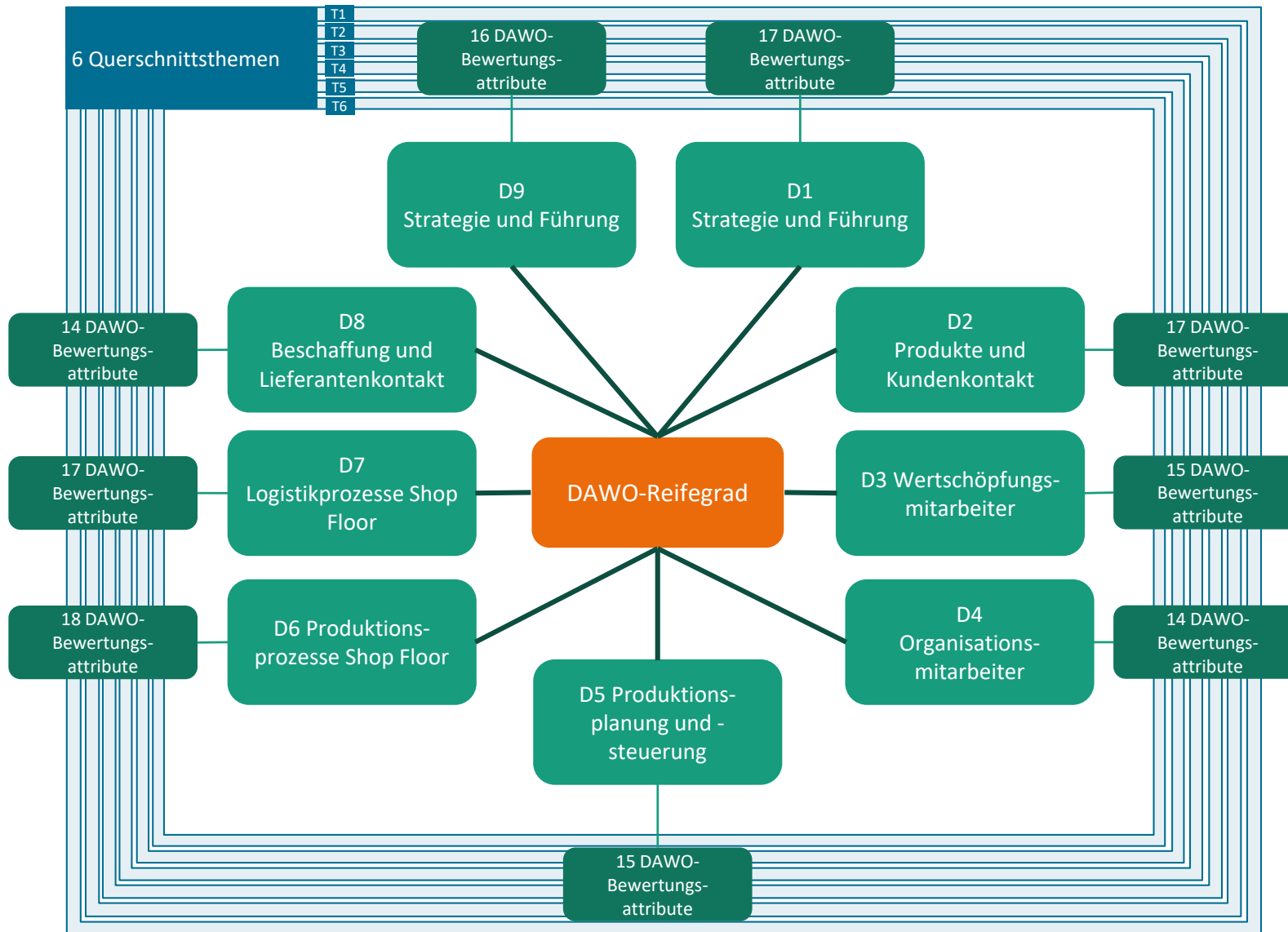
Zeile 1: 2 qualitative Implementierungs-Level (Indikatoren)

Zeile 2-6: 11 quantitative Implementierungs-Level (Indikatoren)

Negative Nutzenbewertung

Relevanz-Bewertung des Attributes für das Unternehmen

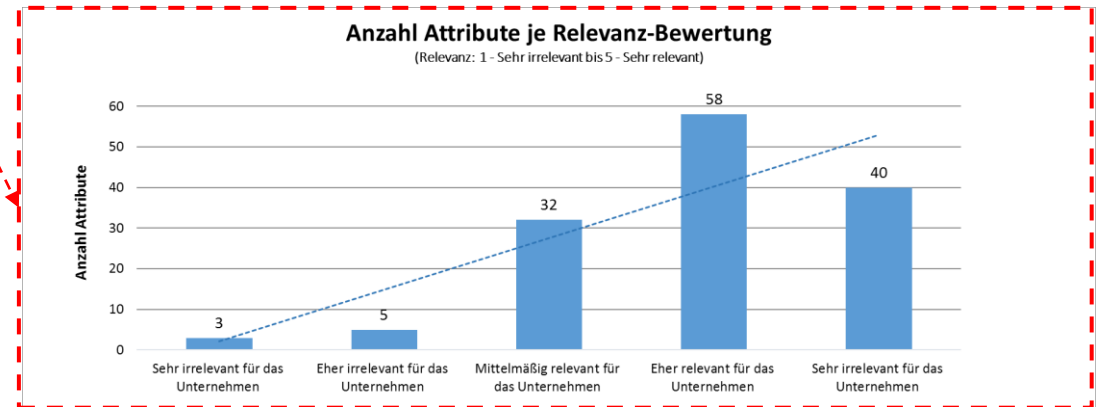
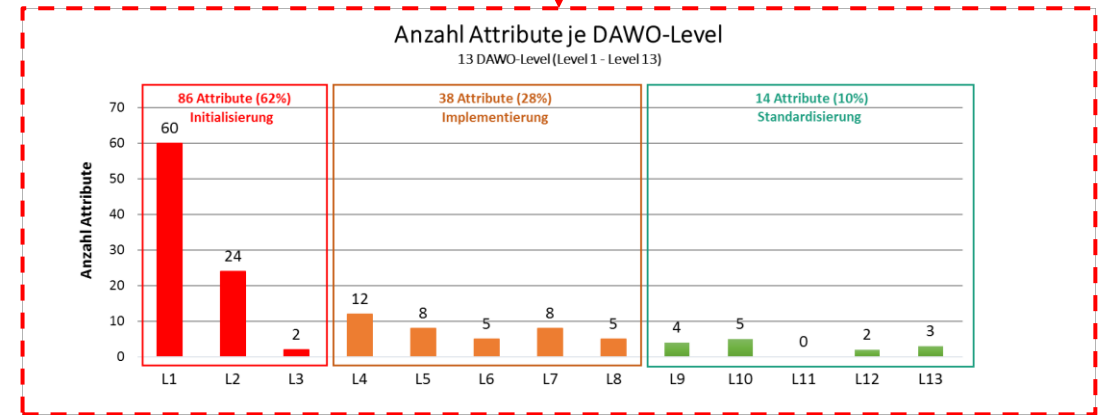
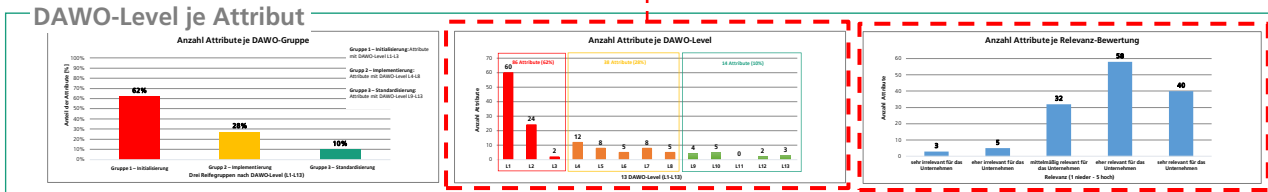
Begründung bei hoher Implementierungsstufe



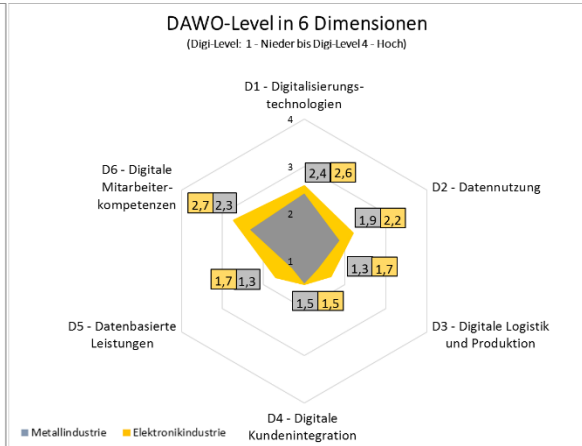
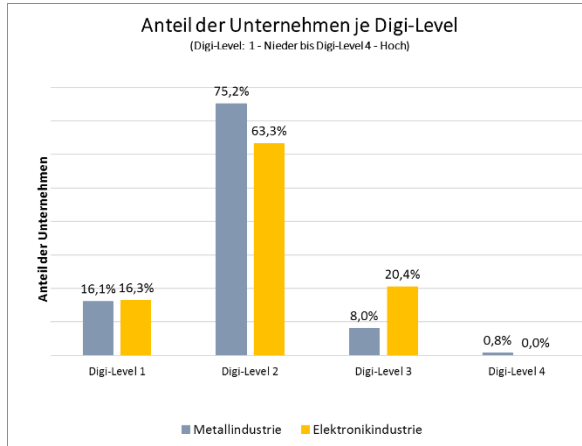
- Anwendungsmodell für produzierende Unternehmen diskreter Güter
- Bewertungsmodell mit 9 Dimensionen und 6 Querschnittsthemen
- Bewertung von 143 Reifeattributen mit jeweils 13 Implementierungsstufen
- Ausgabe eines Handlungsbedarf-Indexes (0-100) für jedes Attribut
- Onlineabfrage der DAWO-Attribute und automatisierte Dashboard-Darstellung

## DAWO-Bewertungsdashboard Unternehmen „Maschinenbau“:

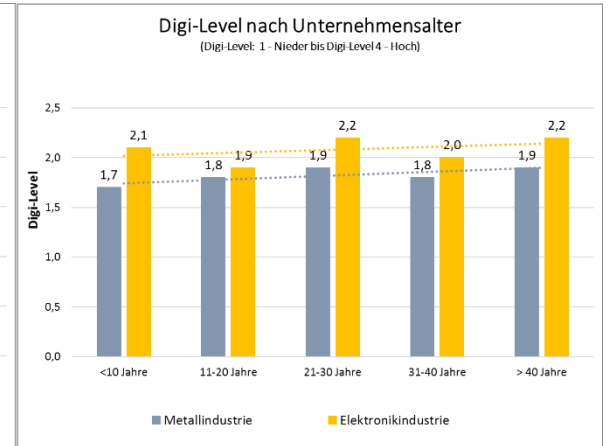
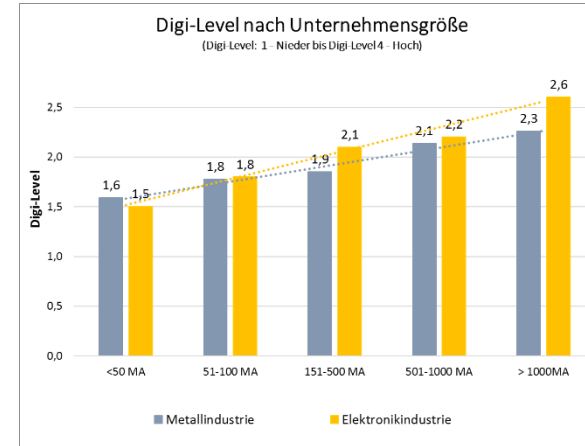
## Detailansichten:



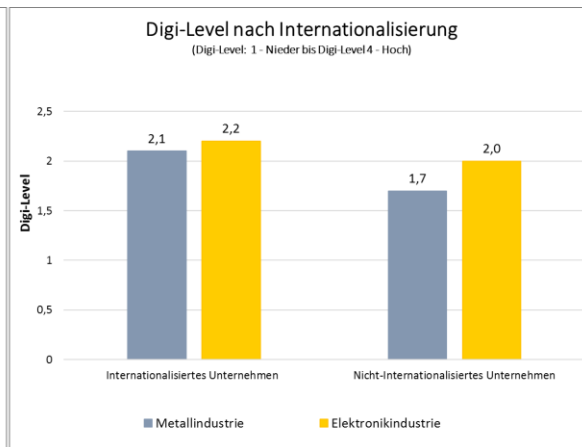
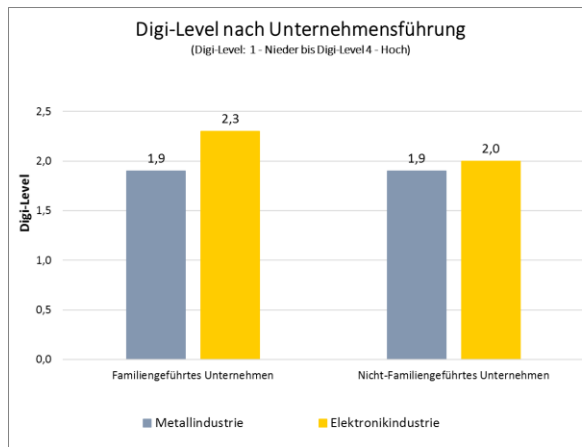
## Übersicht Digi-Level nach Branche:



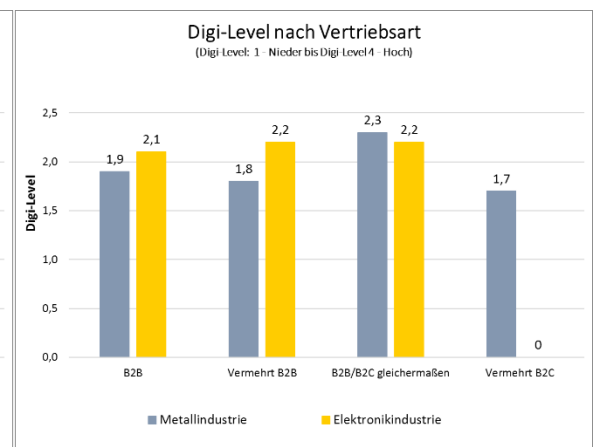
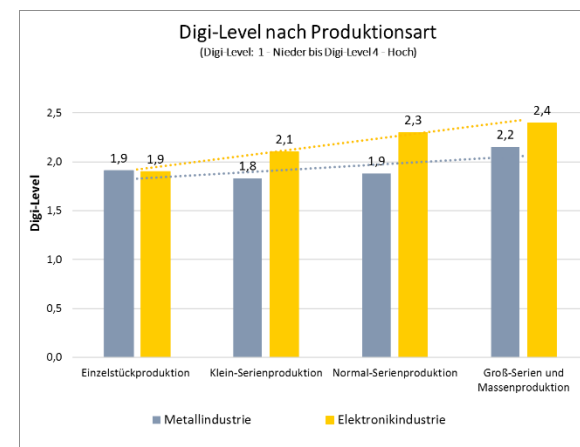
## Digi-Level nach Größe und Alter:



## Digi-Level nach Führung und Internationalisierung:



## Digi-Level nach Produktionsart und Vertriebsart:



- Die Validierungen erfolgten im theoretischen als auch im praktischem Teil der Ausarbeitung:

Theoretisch	<b>Relevanz und Konsistenz der Problemstellung und Forschungsfragen</b>	<b>Systematik und Konsistenz der Entwicklungsschritte der Dissertation</b>	<b>Validierung der Konsistenz der Operationalisierung industrieller DuA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konzeptpräsentation TÖK</li> <li>Relevanzbewertung mit 51 Experten</li> <li>Erstellung Forschungsskizze und Freigaben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Festlegung von 4 Rahmenmodellen</li> <li>Festlegung von 8 Vorgehensmodellen</li> <li>Festlegung von 9 Concept-Maps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interviews mit 18 Experten aus Wissenschaft und Praxis</li> <li>Veröffentlichung von 4 wiss. Publikationen mit Fokus auf die Operationalisierung</li> </ul>
Praktisch	<b>Validierung der hinreichend ganzheitlichen Abbildung industrieller DuA für die Bewertung</b>	<b>Validierung der hinreichenden Reliabilität bei der Anwendung des DAWO-Modells in der Praxis</b>	<b>Validierung der hinreichenden Objektivität durch quantitatives Self-Assessment des DAWO-Levels</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewertung der Ganzheitlichkeit über 9 Fachexperten</li> <li>Anwender-Feedbackstudie mit 25 Teilnehmern aus Unternehmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleichsanalysen zwischen der DAWO-Einzelanwendung</li> <li>Analyse Ergebnisse Branchenvergleich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleich von 5 Studien des Dissertanten über 4 Jahre</li> <li>Gegenüberstellung verwendeter Bewertungsskalen der Studien</li> </ul>

- In Summe wurden zu den Inhalten der Dissertation 10 wissenschaftliche Publikationen verfasst

- Mit dieser Dissertation konnte zu allen 11 identifizierten Forschungslücken ein Beitrag geleistet werden, sowie auf die definierten 4 Forschungsfragen umfassende Antworten gegeben werden.
- Das Feedback der Praxisanwender (z.B. Validierungsumfrage) zeigt, dass das DAWO-Modell einen klaren Mehrwert zur Planung und Umsetzung der DuA-Implementierung leistet.

## Conclusio 1:

Moderne Wertschöpfungskonzepte (z.B. Industrie 4.0) können nur über die integrierte Betrachtung der Digitalisierung und Automatisierung abgebildet werden

## Conclusio 2:

Die DuA als latente abhängige Variablen können nur über ein umfassendes Variablensystem abgebildet werden. Natürliche Grenzen der Abbildungsgenauigkeit sind durch erforderliche manuelle Erhebung im Unternehmen gesetzt

## Conclusio 3:

Die operative und quantitative Bewertung der DuA-Implementierung führt zu niedrigeren Reifegraden im Vergleich zu Bewertungen mit abstrakteren und qualitativen Bewertungsskalen

- Outlook 1: Die Automatisierung von DuA-Implementierungsbewertungen ist absehbar
- Outlook 2: Das DAWO-Modell wird im nächsten Schritt zum empirischen Nutznachweis der DuA angewendet
- Outlook 3: Aus Unternehmenssicht wird nun die operative Bewertung digitaler Mitarbeiterkompetenzen gefordert

## Literatur:

- Diese Dissertation berücksichtigt 16 Publikationen des Dissertanten
- Im Zuge der Ausarbeitung wurden 146 Literaturquellen berücksichtigt und im Literaturverzeichnis angeführt
- Hierbei stammen ca. 20% der Quellen aus dem deutschen Sprachraum und 80% aus dem Internationalen Raum

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



Dipl.-Ing. Andreas Schumacher

+43 676 888 616 35

andreas.schumacher@fraunhofer.at