

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen- und Abkürzungsverzeichnis	ix
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	2
1.2 Aufgabenstellung und Aufbau der Arbeit	4
2 Stand der Forschung	7
2.1 Definitionen und Begriffseinordnung	7
2.2 Aktueller Stand der Produktentwicklung	9
2.2.1 Abgrenzung des Digital-Engineering von der virtuel-	
len Produktentwicklung	9
2.2.2 Die Rolle der Produktentwickelnden	10
2.2.3 Ingenieurtools im Wandel	11
2.2.4 Vorgehensmodelle zur Unterstützung der Produktent-	
wicklung	12
2.2.5 Das Wesen der Produktentwicklungsprozesse	14
2.3 Wissensmanagement und KBE	14
2.3.1 Wissensbasierte Produktentwicklung	15
2.3.2 Ontologien als Methode zur Wissensrepräsentation	16
2.4 Datengetriebene Methoden	17
2.4.1 Abgrenzung von Data Mining und Machine Learning	18
2.4.2 Methoden des Data Mining und Machine Learning	19
2.4.3 Validierung von Modellen des Data Mining und	
Maschinellen Lernens	25
2.4.4 Toolboxen zur Anwendung von datengetriebenen	
Methoden	29
2.4.5 Vorgehensweisen zur Realisierung von Projekten	
datengetriebener Methoden	31
2.4.6 Vorhandene Use-Cases Datengetriebener Methoden	34
2.4.7 Zwischenfazit zu datengetriebenen Methoden	37
2.5 Bestehende Herausforderungen der Integration von KBE oder	
DE Ansätzen	37
2.5.1 Herausforderungen bei der Einführung von KBE-	
Systemen	38
2.5.2 Herausforderungen bei der Einführung von Digital-	
Engineering Systemen	39
2.5.3 Zwischenfazit und Vergleich der Herausforderungen	40

- 2.6 Prozessmanagement 40
 - 2.6.1 Prozess Definition 41
 - 2.6.2 Übergordnete Methoden der Prozessoptimierung . 41
 - 2.6.3 Prozessaufnahme 44
 - 2.6.4 Prozessdokumentation 46
 - 2.6.5 Prozessbewertung und Analyse 58
 - 2.6.6 Zwischenfazit zu Prozessmanagement im Kontext des Digital-Engineering 64
- 3 Forschungsbedarf 67
 - 3.1 Fazit zum Stand der Forschung 67
 - 3.2 Zielsetzung der Arbeit und wissenschaftliche Fragestellungen 69
 - 3.3 Weiteres Vorgehen im Rahmen der Arbeit 71
- 4 Analyse der Ausgangssituation 73
 - 4.1 Anwendungskontext: Integration von datengetriebenen Methoden in die technisch-mechanische Produktentwicklung 73
 - 4.2 Analyse von Hemmnissen der Methodenintegration 75
- 5 Konzept zur Integration datengetriebener Methoden in die Produktentwicklung 83
 - 5.1 Gesamtmethodik zur Identifikation von Anwendungsfällen und Integration von Methoden 83
 - 5.1.1 Phase 0: Vorbereitende Tätigkeiten 85
 - 5.1.2 Phase 1: Prozesserfassung 87
 - 5.1.3 Phase 2: Prozessbewertung 94
 - 5.1.4 Phase 3: Potenzialanalyse 97
 - 5.1.5 Phase 4: Integration datengetriebener Methoden . . 101
 - 5.2 Ontologie zur Verknüpfung von DE und Produktentwicklung 103
 - 5.2.1 Terminologie 104
 - 5.2.2 Bewertung und Ergebnisse 109
 - 5.3 Reifegradmodell Digital Engineering 115
 - 5.3.1 Technologie 116
 - 5.3.2 Daten 118
 - 5.3.3 Qualität 119
 - 5.3.4 Organisation 120
- 6 Umsetzung der Methode am Modellbeispiel 123
 - 6.1 Case Study 1: Vorhersage von FE-Ergebnissen 123
 - 6.2 Case-Study 2: Automatisiertes Preprocessing von FE-Simulationen 130

6.3 Fazit 134

7 Diskussion 137

8 Zusammenfassung und Ausblick 143

9 Summary and Outlook 147

Anhang 149

Literaturverzeichnis 173