

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 virtuellen Produktentwicklung	9
2.2.2 Die Rolle der Produktentwickelnden	10
2.2.3 Ingenieurtools im Wandel	11
2.2.4 Vorgehensmodelle zur Unterstützung der Produktentwicklung	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

Inhaltsverzeichnis

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