

Inhalt

1 Einleitung..... 1

1.1 Motivation..... 1

1.2 Aufbau der Arbeit 2

2 Digitalisierung im Engineering..... 5

2.1 Digitalisierung..... 5

2.2 Von der Industrie 4.0 zu Engineering 4.0 7

2.3 Engineering..... 13

2.4 Der Weg zum System Lifecycle Management..... 15

2.4.1 Product Data Management..... 15

2.4.2 Product Lifecycle Management 16

2.4.3 System Lifecycle Management..... 18

2.4.4 Model Based Systems Engineering..... 19

2.4.5 Lösungen zur Systemgestaltung..... 21

2.4.6 Die ^{VPE}System DevelopmentMethodology 24

2.5 Digitale Lösungsmodelle 26

2.5.1 Digital Twin 27

2.5.2 Digital Model 28

2.5.3 Digital Thread 29

2.6 Soziotechnischer Ansatz für die Entwicklung technischer Systeme..... 30

2.6.1 Technische Arbeitssysteme..... 31

2.6.2 Systemgestaltung unter Beachtung des soziotechnischen Ansatzes 34

2.6.3 Komplexitätstreiber in Arbeitssystemen..... 36

2.6.4 Auswirkungen der Digitalisierung auf technische Arbeitssysteme 37

2.7 Reifegraderfassung als ein Instrument für Digitalisierung im Unternehmen 38

3 Bestehende Reifegradmodelle 41

3.1 Industry 4.0 Maturity Index Model 43

3.2 Industry 4.0 Readiness Model..... 46

3.3 Maturity Model for assessing Industry 4.0 readiness 48

3.4 Reifegradmodell Industrie 4.0..... 50

3.5 SIMMI 4.0 Systems Integration Maturity Model Industry 4.0 52

3.6 PLM Model und verwandte Modelle 53

3.7 Software Process Improvement and Capability Determination SPICE 56

3.8 Reifegradmodell für die Digitalisierung der Lieferkette in der
Fertigungsindustrie..... 59

3.9 VDMA Werkzeugkasten Industrie 4.0..... 60

3.10 Digital Maturity & Transformation Studie 62

3.11 Maturity Model for Assessing the Product Lifecycle 65

3.12 MBSE- Reifegradmodell Systems and Software Engineering 66

3.13 InAsPro-Transformationskonzept..... 69

4 Vergleich der bestehenden Modelle und Problemanalyse..... 73

4.1 Vergleich der Modelle nach Struktur und Fokus 73

4.2 Vergleich der Modelle nach inhaltlicher Eignung 82

4.3	Anforderungen an das ^{VPE} EDMM-Reifegradmodell	85
5	Vorgehen zum Aufbau des Engineering Digitalisierung Reifegradmodells (^{VPE} EDMM)	87
5.1	Implementierung von Engineering 4.0.....	87
5.2	Modellentwurfsprozess	92
5.3	Eigenes Vorgehen	94
5.4	Reifegradstufen	95
5.5	Aufbau der Dimensionen und Reifegradkriterien	98
5.6	Bewertungsmethodik	99
6	^{VPE} EDMM-Inhalt der Dimensionen und Reifegradkriterien	103
6.1	Dimension „Digitalisierung der Prozesse und Tools im Engineering“	104
6.1.1	Vertikale Integration	107
6.1.2	Horizontale Integration	114
6.2	Dimension „Digitalisierung der Produkte und Services	126
6.3	Dimension „Daten und Datentechnologien.....	132
6.4	Arbeitssystem Dimensionen	137
6.4.1	Organisationsstruktur	137
6.4.2	Organisationskultur	139
6.4.3	Der Mensch; Ingenieur als kompetenter Mitarbeiter	142
6.5	Vorgehen zur Reifegradmodellbasierten Planung von Digitalisierung im Engineering	147
7	Fazit	153
8	Limitierung und Ausblick	155
	Abbildungsverzeichnis	159
	Tabellenverzeichnis	161
	Abkürzungsverzeichnis.....	163
	Literatur	165
	Anhang	181
	Liste der betreuten Studien- und Abschlussarbeiten.....	190
	Lebenslauf.....	191