

Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Herausgebers.....	III
Vorwort des Autors	V
Inhaltsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	XII
Abkürzungsverzeichnis	XIII
Symbolverzeichnis	XV
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation und Problemstellung	2
1.2 Zielsetzung	5
1.3 Aufbau der Dissertation.....	8
2 Grundlagen und Stand der Technik.....	9
2.1 Digitalisierung und Industrie 4.0	9
2.1.1 Cyber-physische Systeme	13
2.1.2 Cyber-physische Produktionssysteme	16
2.1.3 Digitaler Zwilling	17
2.1.4 Cyber-Physische Zwillinge.....	21
2.2 Produkt-Service Systeme	22
2.2.1 Definition und Bestandteile von Produkt-Service Systemen.....	23
2.2.2 Nutzen und Anwendung von Produkt-Service Systemen	26
2.2.3 Smart Services.....	29
2.3 Additive Fertigung.....	30
2.3.1 Definition Additiver Fertigung.....	31
2.3.2 Prozesskette der Additiven Fertigung	33
2.3.3 Produktlebenszyklus der Additiven Fertigung	36
2.3.4 Konstruktionsprozess additiv gefertigter Bauteile.....	38
2.3.5 Übersicht additiver Fertigungsverfahren.....	40
2.3.6 Pulverbettbasiertes Schmelzen metallischer Werkstoffe	42
2.3.7 Potentiale und Herausforderungen Additiver Fertigung	45

2.4	Fazit und Forschungspotential	49
3	Handlungsbedarf und Anforderungsprofil.....	51
3.1	Handlungsbedarf	51
3.2	Zieldefinition	53
3.3	Anwendungsfall	54
3.4	Anforderungen.....	59
3.4.1	Anforderungen an die Service- und Potentialfelder.....	59
3.4.2	Anforderungen an die Funktion, Nutzung und Struktur des Cyber Zwillings.....	62
3.4.3	Anforderungen an das Informationsmodell.....	64
3.4.4	Anforderungen an die Implementierung des Cyber Zwillings	67
3.4.5	Anforderungen an die Validierung.....	70
3.4.6	Übersicht der Anforderungen.....	71
4	Konzeption eines Cyber Zwillings als Grundlage für Produkt- Service Systeme.....	77
4.1	Definition der Begrifflichkeiten	78
4.2	Konzeptionelle Vorgehensweise	79
4.3	Konzeptstruktur	83
4.4	Entwicklung der Service- und Potentialfelder	87
4.4.1	Definition der allgemeinen Servicefelder	89
4.4.2	Definition der Potentialfelder der Additiven Fertigung	91
4.4.2.1	Qualität	95
4.4.2.2	Zuverlässigkeit.....	100
4.4.2.3	Ökologische Nachhaltigkeit	104
4.4.2.4	Ökonomische Nachhaltigkeit	109
4.4.2.5	Soziale Nachhaltigkeit	113
4.4.3	Servicebildung mithilfe der Service- und Potentialfelder ..	115
4.5	Entwicklung der Anwendungsschicht für die Bereitstellung von Services.....	120
4.5.1	Modellierung der Servicebereitstellung.....	121
4.5.2	Funktionalität der Benutzungsoberfläche.....	124
4.6	Entwicklung der Operationsschicht zur Verarbeitung der Serviceanfragen	127
4.6.1	Kategorisierung der Beurteilungskriterien	127
4.6.2	Konfiguration der Operationsschicht.....	129
4.7	Entwicklung der Informationsschicht zur Bereitstellung notwendiger Informationen	131
4.7.1	Kernmodell Informationsmanagement im Cyber Zwilling.	133

4.7.2	Partialmodell Servicebildung.....	136
4.7.3	Partialmodell Physischer Zwilling.....	137
4.8	Gesamtkonzeption des Cyber Zwillings	138
4.9	Fazit und Zusammenfassung	141
5	Prototypische Implementierung.....	145
5.1	Vorgehen und Struktur der technischen Umsetzung.....	145
5.2	Technische Umsetzung der Implementierung	147
5.2.1	Webserver	148
5.2.2	Modellierungssystem.....	150
5.2.3	Datenbank.....	152
5.2.4	Sicherheit.....	152
5.3	Fazit	154
6	Validierung und Verifikation.....	157
6.1	Service- und Produktentwicklung	157
6.1.1	Kundenspezifisches Anforderungsprofil und Zusammenhänge im Entwicklungsprozess der Zwillinge ...	158
6.1.2	Entwicklung des Cyber Zwillings.....	160
6.1.2.1	Entwicklung des kundenindividuellen Service	160
6.1.2.2	Entwicklung der Schichten im Cyber Zwilling	162
6.1.3	Entwicklung des Physischen Zwillings.....	164
6.2	Durchführung der Validierung.....	166
6.2.1	Servicebereitstellung im Cyber Zwilling	167
6.2.2	Servicenutzung im Cyber Zwilling.....	171
6.3	Bewertung der Validierung.....	174
6.4	Verifikation des Anforderungsprofils	176
6.5	Fazit	182
7	Ausblick.....	185
8	Zusammenfassung	189
9	Literatur	193
10	Anhang	222
10.1	Anhang A	222
10.2	Anhang B.....	223