

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	II
ABSTRACT	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VI
TABELLENVERZEICHNIS	IX
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XI
ZENTRALE DEFINITIONEN	XII
1 EINLEITUNG	1
1.1 MOTIVATION.....	1
1.2 ZIELSTELLUNG.....	2
1.3 AUFBAU UND WISSENSCHAFTLICHE METHODIK.....	5
2 BEGRIFFSBESTIMMUNG UND THEORETISCHES RAHMENWERK	9
2.1 NACHHALTIGE ENTWICKLUNG UND CIRCULAR ECONOMY.....	9
2.1.1 ÖKOLOGISCH-NACHHALTIGE ENTWICKLUNG	9
2.1.2 KONZEPTE UND RAHMENWERKE DER CIRCULAR ECONOMY	10
2.1.3 R-RAHMENSTRUKTUREN UND R-STRATEGIEN.....	13
2.1.4 POTENTIALE UND HERAUSFORDERUNGEN	19
2.2 DIGITALISIERUNG UND SMART PRODUCTS.....	21
2.2.1 SMARTNESS UND DATENGETRIEBENE FUNKTIONEN.....	21
2.2.2 VOM TRADITIONELLEN PRODUKT ZUM SMART PRODUCT	24
2.2.3 IMPLIKATIONEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION UND INDUSTRIE 4.0	28
2.2.4 POTENTIALE UND HERAUSFORDERUNGEN	31
2.3 SMART PRODUKT-SERVICE-SYSTEMS.....	33
2.3.1 VON DER TRADITIONELLEN DIENSTLEISTUNG ZUM SMART SERVICE	33
2.3.2 IMPLIKATIONEN VON SMART SERVICES	38
2.3.3 VON TRADITIONELLEN PRODUKT-SERVICE-SYSTEMEN ZU SMART PSS.....	38
2.3.4 POTENTIALE UND HERAUSFORDERUNGEN	45
2.4 SMART-CIRCULAR PRODUKT-SERVICE SYSTEMS	47
2.4.1 NUTZENPOTENTIALE VON SMART-CIRCULAR PRODUCT SERVICE SYSTEMS	47
2.4.2 SYSTEMELEMENTE ZUR ENTWICKLUNG VON SMART-CIRCULAR PSS	57
3 FORSCHUNGSKLÄRUNG	61
3.1 WORKSHOP I: ZUKÜNSTIGE PROZESSMODELLE	61
3.2 WORKSHOP II: PROFESSIONAL PLM	62
3.3 MBSE-REIFEGRADANALYSE	64
3.4 SYNTHESE DER STUDIEN UND ABLEITUNG DER FORSCHUNGSHYPOTHESE	65
4 STAND DER TECHNIK	67
4.1 VORGEHENSWEISE BEI DER SYSTEMATISCHEN LITERATURANALYSE.....	67
4.2 MODEL-BASED SYSTEMS ENGINEERING	69
4.2.1 ENTWICKLUNGSRAHMENWERKE	70
4.2.2 DIE SYSTEMARCHITEKTURDEFINITION	74
4.2.3 SYSTEMMODELLIERUNGSSPRACHEN UND -NOTATIONEN	77
4.2.4 METHODEN DES MODEL-BASED SYSTEMS ENGINEERING	78
4.2.5 STAND DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG	83
4.2.6 IMPLIKATIONEN IM HINBLICK AUF DIE FORSCHUNGSHYPOTHESE	85
4.3 PSS-ENTWICKLUNG	88
4.3.1 PSS-ENTWICKLUNGSMETHODEN	88
4.3.2 SMART SERVICE ENGINEERING	92
4.3.3 SERVICE-MODELLIERUNGSSPRACHEN	94
4.3.4 STAND DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG	95

4.3.5 IMPLIKATIONEN IM HINBLICK AUF DIE FORSCHUNGSHYPOTHESE	98
4.4 DESIGN FOR CE.....	99
4.4.1 ENTWICKLUNGSMETHODEN	100
4.4.2 STAND DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG	104
4.4.3 IMPLIKATIONEN IM HINBLICK AUF DIE FORSCHUNGSHYPOTHESE	105
4.5 ABLEITUNG DER ZENTRALEN FORSCHUNGSDESIDERATE.....	107
5 METHODIK ZUR DEFINITION VON SMART-CIRCULAR PSS ARCHITEKTUREN.....	113
5.1 KONZEPT.....	114
5.2 DIE MESSIAH METHODE	118
5.2.1 MESSIAH ABSCHNITT 1 - FUNKTIONSDEFINITION.....	121
5.2.2 MESSIAH ABSCHNITT 2 - FESTLEGUNG VON SYSTELEMENTEN	140
5.3 DIE MESSIAH-MODELLIERUNGSGENERIK.....	159
5.4 DER MESSIAH SERVICE BAUKASTEN.....	162
5.4.1 DER R-STRATEGIE NAVIGATOR.....	163
5.4.2 SERVICE-BAUSTEINE	166
6 EVALUIERUNG DER FORSCHUNGSERGEBNISSE.....	169
6.1 EVALUIERUNGSSSTUDIE I	173
6.1.1 STUDIENDESIGN	173
6.1.2 ANWENDUNGSBEISPIEL UND HINTERGRUND	174
6.1.3 ANWENDUNG DER METHODIK	175
6.1.4 ERGEBNISSE	192
6.2 EVALUIERUNGSSSTUDIE II	195
6.3 EVALUIERUNGSSSTUDIE III	198
6.4 EVALUIERUNGSSSTUDIE IV	202
6.4.1 STUDIENDESIGN	202
6.4.2 ERGEBNISSE	203
6.5 EVALUIERUNGSSSTUDIE V	206
6.5.1 STUDIENDESIGN	206
6.5.2 ERGEBNISSE	207
6.6 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN DER EVALUIERUNG.....	212
7 FAZIT UND AUSBlick	221
7.1 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT	221
7.2 AUSBlick	226
LITERATURVERZEICHNIS.....	231
ANHANG.....	I
ANHANG A: DETAILBESCHREIBUNG POTENTIALE UND HERAUSFORDERUNGEN DIGITALISIERUNG	I
ANHANG B: DETAILBESCHREIBUNG POTENTIALE UND HERAUSFORDERUNGEN VON PSS	IV
ANHANG C: VORGEHENSWEISE BEI DER SYSTEMATISCHEN LITERATURANALYSE.....	IX
ANHANG D: MBSE RAHMENWERKE	XV
ANHANG E: ZUSAMMENFASSUNG DER LITERATURANALYSEN	XVIII
ANHANG F: SERVICE-BAUSTEINE.....	XXI
ANHANG G: DIAGRAMME DER COMPREHENSIVE DESCRIPTIVE STUDY	XXXIII
ANHANG H: KANBAN BOARD DER METHODIK	XLI
ANHANG I: FRAGEBOGEN ZU EVALUIERUNGSSSTUDIEN II	XLII
ANHANG J: FRAGEBOGEN ZUR EVALUIERUNGSSSTUDIE III.....	XLIV
ANHANG K: FRAGEBOGEN ZUR EVALUIERUNGSSSTUDIE IV.....	XLVI