

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNGII
ABSTRACTIII
ABBILDUNGSVERZEICHNISVI
TABELLENVERZEICHNISIX
ABKÜRZUNGSVERZEICHNISXI
ZENTRALE DEFINITIONENXII
1 EINLEITUNG1
1.1 MOTIVATION.....1
1.2 ZIELSTELLUNG.....2
1.3 AUFBAU UND WISSENSCHAFTLICHE METHODIK.....5
2 BEGRIFFSBESTIMMUNG UND THEORETISCHES RAHMENWERK9
2.1 NACHHALTIGE ENTWICKLUNG UND CIRCULAR ECONOMY.....9
2.1.1 ÖKOLOGISCH-NACHHALTIGE ENTWICKLUNG9
2.1.2 KONZEPTE UND RAHMENWERKE DER CIRCULAR ECONOMY10
2.1.3 R-RAHMENSTRUKTUREN UND R-STRATEGIEN13
2.1.4 POTENTIALE UND HERAUSFORDERUNGEN19
2.2 DIGITALISIERUNG UND SMART PRODUCTS.....21
2.2.1 SMARTNESS UND DATENGETRIEBENE FUNKTIONEN.....21
2.2.2 VOM TRADITIONELLEN PRODUKT ZUM SMART PRODUCT24
2.2.3 IMPLIKATIONEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION UND INDUSTRIE 4.028
2.2.4 POTENTIALE UND HERAUSFORDERUNGEN31
2.3 SMART PRODUKT-SERVICE-SYSTEMS.....33
2.3.1 VON DER TRADITIONELLEN DIENSTLEISTUNG ZUM SMART SERVICE33
2.3.2 IMPLIKATIONEN VON SMART SERVICES38
2.3.3 VON TRADITIONELLEN PRODUKT-SERVICE-SYSTEMEN ZU SMART PSS.....38
2.3.4 POTENTIALE UND HERAUSFORDERUNGEN45
2.4 SMART-CIRCULAR PRODUKT-SERVICE SYSTEMS47
2.4.1 NUTZENPOTENTIALE VON SMART-CIRCULAR PRODUCT SERVICE SYSTEMS.....47
2.4.2 SYSTEMELEMENTE ZUR ENTWICKLUNG VON SMART-CIRCULAR PSS57
3 FORSCHUNGSKLÄRUNG61
3.1 WORKSHOP I: ZUKÜNFTIGE PROZESSMODELLE61
3.2 WORKSHOP II: PROFESSIONAL PLM62
3.3 MBSE-REIFEGRADANALYSE64
3.4 SYNTHESE DER STUDIEN UND ABLEITUNG DER FORSCHUNGSHYPOTHESE65
4 STAND DER TECHNIK67
4.1 VORGEHENSWEISE BEI DER SYSTEMATISCHEN LITERATURANALYSE.....67
4.2 MODEL-BASED SYSTEMS ENGINEERING69
4.2.1 ENTWICKLUNGSRAHMENWERKE70
4.2.2 DIE SYSTEMARCHITEKTURDEFINITION74
4.2.3 SYSTEMMODELLIERUNGSSPRACHEN UND -NOTATIONEN77
4.2.4 METHODEN DES MODEL-BASED SYSTEMS ENGINEERING78
4.2.5 STAND DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG83
4.2.6 IMPLIKATIONEN IM HINBLICK AUF DIE FORSCHUNGSHYPOTHESE85
4.3 PSS-ENTWICKLUNG88
4.3.1 PSS-ENTWICKLUNGSMETHODEN88
4.3.2 SMART SERVICE ENGINEERING92
4.3.3 SERVICE-MODELLIERUNGSSPRACHEN94
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 SYSTEMELEMENENTEN	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 EVALUIERUNGSSTUDIE 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 EVALUIERUNGSSTUDIE II	195
6.3 EVALUIERUNGSSTUDIE III	198
6.4 EVALUIERUNGSSTUDIE IV	202
6.4.1 STUDIENDESIGN	202
6.4.2 ERGEBNISSE	203
6.5 EVALUIERUNGSSTUDIE 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 EVALUIERUNGSSTUDIEN II	XLII
ANHANG J: FRAGEBOGEN ZUR EVALUIERUNGSSTUDIE III.....	XLIV
ANHANG K: FRAGEBOGEN ZUR EVALUIERUNGSSTUDIE IV.....	XLVI