

Birgit Vogel-Heuser · Udo Lindemann
Gunther Reinhart *Hrsg.*

Innovationsprozesse zyklenorientiert managen

Verzahnte Entwicklung
von Produkt-Service Systemen

Innovationsprozesse zyklensorientiert managen

Birgit Vogel-Heuser • Udo Lindemann
Gunther Reinhart (Hrsg.)

Innovationsprozesse zyklenorientiert managen

Verzahnte Entwicklung von
Produkt–Service Systemen

Herausgeber

Birgit Vogel-Heuser
Lehrstuhl für Automatisierung und
Informationssysteme
Technische Universität München
Garching, Deutschland

Gunther Reinhart
Institut für Werkzeugmaschinen und
Betriebswissenschaften
Technische Universität München
Garching, Deutschland

Udo Lindemann
Lehrstuhl für Produktentwicklung
Technische Universität München
Garching, Deutschland

ISBN 978-3-662-44931-8
DOI 10.1007/978-3-662-44932-5

ISBN 978-3-662-44932-5 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.springer-vieweg.de

Vorwort

Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser; Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart; Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann

Der Sonderforschungsbereich 768 „Zyklenmanagement von Innovationsprozessen“ fokussiert sich auf die Herausforderungen, die sich aus Zyklen im Kontext von Innovationsprozessen integrativer Sach- und Dienstleistungen, sogenannter Produkt-Service Systeme (PSS), ergeben. Der Übergang vom klassischen Produkthersteller zum PSS-Anbieter ermöglicht es insbesondere Unternehmen in Industrienationen, durchdachte und auf die Kundenprobleme zugeschnittene Gesamt-Lösungen anbieten zu können und sich so von Konkurrenzprodukten zu differenzieren. Ein bekanntes Beispiel eines PSS ist das Verkaufen von verfügbaren Antriebsstunden anstelle des Motors selbst durch einen Motorenhersteller. Für den Kunden steht dabei nicht mehr der Produktbesitz (Motor), sondern das eigentlich gewünschte Ergebnis (Antriebsstunden) im Fokus. Ein weiteres PSS-Beispiel ist das Anbieten eines Messwertes in regelmäßigen Abständen anstatt das Vertreiben von Sensoren. Auch hier wird dem Kunden nicht mehr das Produkt (Sensor), sondern das benötigte Ergebnis (Messwert) als Gesamt-Lösung angeboten. Durch den Übergang zum PSS-Anbieter, ändert sich für das jeweilige Unternehmen auch der Entwicklungs- und Innovationsprozess stark.

Der Innovationsprozess unterliegt dabei zahlreichen unternehmensinternen und -externen Einflüssen, wie beispielsweise neuen Kundenbedürfnissen, Produkttechnologien oder Gesetzesänderungen. Unternehmen müssen dabei stets kürzere Innovationszyklen handhaben. Die Herausforderungen, denen Unternehmen aufgrund der Komplexität und Dynamik dieser wiederkehrenden Verlaufsmuster begegnen, äußern sich beispielsweise in einer erschwerten Planung und Koordination von PSS sowie ihren Entstehungsprozessen. Nur eine disziplinübergreifende Betrachtung der Innovationsprozesse ermöglicht es, diese unterschiedlichen Zyklen in Betracht ziehen zu können. Deshalb liegt die Grundfrage des Sonderforschungsbereich 768 darin, wie Innovationsprozesse von PSS, unter Berücksichtigung dieser diversen Zyklen, über verschiedene Disziplinen hinweg analysiert, modelliert und gestaltet werden können. Zielsetzung ist es, Modelle, Methoden und Werkzeuge zu erarbeiten, um die Effizienz und Effektivität von Innovationsprozessen von PSS zu steigern. Als Grundlage des Buchs erfolgt eine ausführliche Erläuterung der relevanten Begriffe in Kapitel 1.

Der Sonderforschungsbereich 768 (SFB 768) „Zyklenmanagement von Innovationsprozessen“ wird seit 2008 an der Technischen Universität München und der Ludwig-Maximilians-Universität München durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert. Der Sonderforschungsbereich umfasst derzeit 17

wissenschaftliche Teilprojekte an 7 Lehrstühlen beider Universitäten und befindet sich in der zweiten Förderperiode, die unter der Überschrift Modellieren steht.

Der Sonderforschungsbereich 768 ist in drei Projektbereiche gegliedert (siehe Abbildung V.1.1). Diese stellen die Prozessgrundlagen, die Lösungsentstehung und die Marktorientierung des Innovationsprozesses in den Mittelpunkt. Die Teilprojekte sind in den Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Betriebswirtschaftslehre sowie der Psychologie verortet. Somit werden Anforderungen, Trends und Tendenzen an das Gestalten von Innovationsprozessen aus unterschiedlichen Perspektiven aufgegriffen. Der Teilprojektbereich „Prozessgrundlagen“ zielt auf die Handhabung der, für die Realisierung von PSS relevanten, Zyklen ab. Im Teilprojektbereich „Lösungsentstehung“ wird die Planung und Koordination des Erstellungsprozesses innovativer PSS adressiert. Die Teilprojekte des Teilbereichs „Marktorientierung“ befassen sich mit marktbezogenen Aspekten des Zyklusmanagements von Innovationsprozessen, wie z. B. der strategischen Planung. Somit werden die wesentlichen Erfolgsfaktoren von Unternehmen in den Sonderforschungsbereich 768 integriert. Durch Transferprojekte innerhalb des Sonderforschungsbereichs werden zudem die erforschten Ergebnisse zusammen mit Industriepartnern angewendet und auf ihre Anwendbarkeit untersucht. Durch SFB-übergreifende Arbeitskreise erfolgt eine enge Verzahnung der Modelle und Methoden der einzelnen Teilprojekte. Zusätzlich wird die Arbeit des SFB 768 in Hinblick auf interdisziplinäre Vorgehensweisen und Modellierungsmethoden über das integrierte Graduiertenkolleg (MGK) unterstützt.

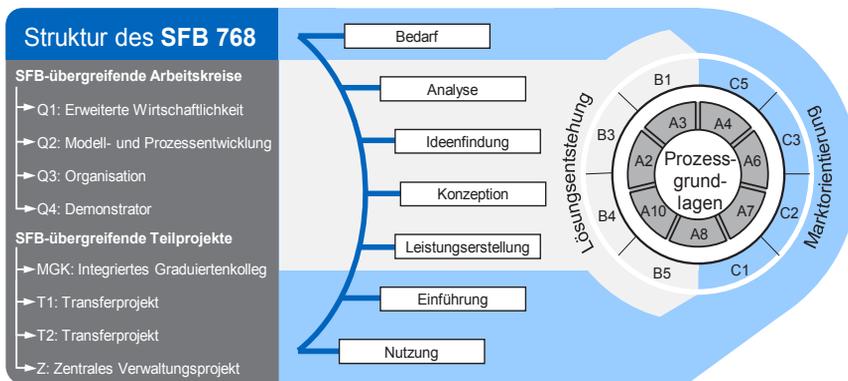


Abbildung V.1.1: Struktur des SFB 768

Der Aufbau dieses Buches orientiert sich dabei am Innovationsprozess, so dass nach den Prozessgrundlagen (Kapitel 2), die Zyklen der Planung und Entwicklung (Kapitel 3), der Produktion (3.4) und schließlich der Nutzungsphase (Kapitel 5) beleuchtet werden.

Dieses Buch soll als Inspiration für neue Ideen und Verbesserungsimpulse im Kontext von Innovationsprozessen von Produkt-Service Systemen dienen und den Lesern, insbesondere auch aus der Industrie, einen Überblick über die unterschiedlichen Perspektiven bieten. Über Ihr Feedback und Ihre Gedanken zu der Thematik würden wir uns sehr freuen.

Wir bedanken uns ganz herzlich bei allen Autoren und Reviewern, sowie insbesondere bei Herrn Dr. Timo Frank, dem Geschäftsführer des SFB 768, und Herrn Konstantin Kernschmidt, ohne die das Erstellen dieses Buchs nicht möglich gewesen wäre. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) danken wir herzlich für die Förderung des Sonderforschungsbereichs 768 „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen“.

Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann

im Juli 2014

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Inhaltsverzeichnis	VIII
Kapitel 1 Innovationsprozess komplexer Produkt-Service Systeme	1
1.1 Produkt-Service System (PSS).....	4
1.2 Zyklus	6
1.3 Innovationsprozess.....	7
1.4 Zyklenmanagement.....	9
1.5 Literatur	12
Kapitel 2 Prozessgrundlagen	14
2.1 Strukturbasierte Modellierung und Bewertung disziplinübergreifender Entwicklungszusammenhänge	15
2.1.1 Herausforderungen der strukturellen Betrachtung von Entwicklungszusammenhängen von Produkt-Service Systemen	16
2.1.2 Strukturelles Komplexitätsmanagement	16
2.1.3 Analyse von Systemeigenschaften.....	19
2.1.4 Analyse von Systemänderungen	24
2.1.5 Literatur	28
2.2 Modellbasiertes disziplinübergreifendes Management von IT-Zyklen in Innovationsprozessen	30
2.2.1 Ausgangssituation, Motivation und Zielstellung	30
2.2.2 Innovationstrigger und -hemmer der IT-Zyklen im Maschinen- und Anlagenbau	32
2.2.3 SysML4Mechatronics zur disziplinübergreifenden Modellierung mechatronischer PSS	36
2.2.4 Analyse von Änderungsauswirkungen.....	41
2.2.5 Zusammenfassung und Ausblick	42
2.2.6 Literatur	44

2.3	Systemtheoretische Grundlagen zyklengerechter Modellbildung.....	45
2.3.1	Ausgangssituation und Fragestellung	45
2.3.2	Grundbegriffe der Systemtheorie.....	46
2.3.3	Einführung in die Grundlagen der Fuzzy-Logik.....	50
2.3.4	Transitionsadaptive rekurrente Fuzzy-Systeme	53
2.3.5	Anwendungsbeispiele von TA-RFS.....	54
2.3.6	Aus Fuzzy-Logik basierte Modellierung der Teamleistung im Innovationsprozess auf Basis empirischer Daten.....	58
2.3.7	Zusammenfassung und Ausblick	61
2.3.8	Literatur	62
2.4	Analyse der Dynamik vernetzter Zyklen	63
2.4.1	Methodische Grundlagen	64
2.4.2	Ausgangssituation und Ziele.....	68
2.4.3	Ergebnisse.....	71
2.4.4	Ausblick.....	75
2.4.5	Literatur	76
2.5	Teamprozesse als erfolgskritische Faktoren im Zyklenmanagement... 77	
2.5.1	Zusammenarbeit in Teams: ein Rückblick.....	79
2.5.2	Dynamische Modelle der Zusammenarbeit im Team	79
2.5.3	Teamarbeit als zyklischer Prozess	80
2.5.4	Messung von Teamprozessen	82
2.5.5	Auswirkungen von Teamprozessen auf verschiedene Ergebniskriterien.....	83
2.5.6	Zyklische externe Einflüsse auf die Zusammenarbeit im Team	83
2.5.7	Die Anpassungsfähigkeit von Teams.....	85
2.5.8	Anpassung im Team als dynamischer Prozess.....	86
2.5.9	Die Bedeutung psychologischer Aspekte für das Zyklenmanagement von Innovationsprozessen	86
2.5.10	Literatur	88

Kapitel 3	Zyklusmanagement in der Planung und Entwicklung	90
3.1	PSS-Planung – Methodenunterstützung zur Kompatibilitätsanalyse von Lösungselementen	91
3.1.1	Theoretische Grundlagen methodenunterstützter Kompatibilitätsanalysen.....	92
3.1.2	Matrixbasierte Entscheidungsfindung bei kompatiblen Systemen der Produktplanung am Fallbeispiel von Technologien zur Reduktion von CO2-Emission	98
3.1.3	Literatur	105
3.2	Anforderungsmanagement für Produkt-Service Systeme	106
3.2.1	Grundlagen des Anforderungsmanagement	107
3.2.2	Zyklusproblematik.....	109
3.2.3	Aufgaben des Anforderungsmanagements.....	112
3.2.4	Anforderungsanalyse für PSS	113
3.2.5	Anforderungsverfolgung für PSS.....	116
3.2.6	Zusammenfassung und Ausblick	119
3.2.7	Literatur	121
3.3	Änderungsmanagement in Entwicklungsprozessen	123
3.3.1	Umgang mit Zyklen in der Entwicklung.....	124
3.3.2	Zyklische Einflüsse auf die Entwicklung – Außensicht.....	128
3.3.3	Entwicklungsinterne Zyklen – Innensicht.....	131
3.3.4	Ausblick	136
3.3.5	Literatur	138
3.4	Methodik zur Erstellung zyklengerechter Modul- und Plattformstrategien.....	139
3.4.1	Ausgangssituation, Motivation, Zielstellung	139
3.4.2	Methodik zur Erstellung zyklengerechter Modul- und Plattformstrategien.....	141
3.4.3	Phase 1: Planung der Flexibilität	143
3.4.4	Phase 2: Planung der Operationalisierung	152

3.4.5	Phase 3: Planung des Lebenszyklus-Managements	153
3.4.6	Literatur	154
Kapitel 4 Zyklenmanagement in der Produktion		155
4.1	Strategische Planung von Produktionstechnologieketten	156
4.1.1	Methodik zur strategischen Planung von Technologieketten	157
4.1.2	Zusammenfassung	169
4.1.3	Literatur	170
4.2	Ermittlung und Planung von Rekonfigurationen an Betriebsmitteln .	171
4.2.1	Methodik zur Ermittlung und Planung von Betriebsmittelrekonfigurationen	172
4.2.2	Methodik zur Ermittlung und Planung von Betriebsmittelrekonfigurationen	177
4.2.3	Exemplarische Anwendung	180
4.2.4	Zusammenfassung und Ausblick	184
4.2.5	Literatur	185
4.3	Adaption von Produktionsstrukturen unter Berücksichtigung von Lebenszyklen	186
4.3.1	Grundlagen	187
4.3.2	Methode und Modelle zur Adaption von Produktionsstrukturen	191
4.3.3	Methode zur Adaption von Produktionsstrukturen unter Berücksichtigung von Lebenszyklen	195
4.3.4	Zusammenfassung	201
4.3.5	Ausblick	202
4.3.6	Literatur	203
Kapitel 5 Zyklenmanagement in der Nutzungsphase ..		206
5.1	Die Integration des Kunden in den Innovationsprozess – Eine Untersuchung zu Mass Customization von Produkt-Service Systemen.....	207
5.1.1	Grundlagen	208
5.1.2	Methode und Ergebnisse.....	211

5.1.3	Diskussion und Ausblick	217
5.1.4	Literatur	219
5.2	Nutzer und Hersteller im Lebenszyklus disruptiver Produkt- und Service-Innovationen	220
5.2.1	Einführung	220
5.2.2	Grundlagen.....	222
5.2.3	Methodik.....	224
5.2.4	Fallstudienanalyse.....	225
5.2.5	Diskussion.....	228
5.2.6	Literatur	230
5.3	Kundenintegration in Innovationsprozesse	231
5.3.1	Kundenintegrationsprozess und methodische Werkzeuge der Kundenintegration.....	232
5.3.2	Auswahl geeigneter Kundenintegrationsmethoden.....	235
5.3.3	Ausblick	240
5.3.4	Literatur	242
	Schlagwortverzeichnis	245

Kapitel 1 Innovationsprozess komplexer Produkt-Service Systeme

Die Produktion von qualitativ hochwertigen Produkten war lange Zeit der Hauptfokus von Europäischen und US-amerikanischen Unternehmen. In der heutigen globalisierten Ökonomie können diese Unternehmen jedoch kaum mit den niedrigen Personalkosten aus Schwellenländern konkurrieren [Nee07]. Um den Mehrpreis zu rechtfertigen, sind die Unternehmen deswegen gezwungen ihren Kunden auch einen entsprechenden Mehrwert zu bieten [AFJ05].

Durch Erweiterung des Produkts um passende Dienstleistungen, zu einem integrierten Produkt-Service System (PSS), können Unternehmen fortschrittlichere Gesamtlösungen anbieten, welche auf die Anforderungen ihrer Kunden zugeschnitten sind und damit einen deutlichen Vorteil gegenüber konkurrierenden Produkten erzielen. Darüber hinaus steigt in vielen Industriezweigen der Anteil an mechatronischen Produkten an [EiSt09].

Die Komplexität von solchen mechatronischen PSS erfordert ein umfassendes Systemverständnis, welches bereits in frühen Planungsphasen nötig ist. In diesem Zusammenhang ist die Vorhersage und Analyse des gesamten Lebenszyklus des zukünftigen PSS wichtig, um schnell auf externe Einflüsse reagieren zu können. Mögliche Reaktionen können dabei Anpassungen der Unternehmensprozesse oder des PSS selbst sein [HOLM11]. Innovationsprozesse von PSS werden durch zahlreiche interne und externe Zyklen beeinflusst. Änderungen im Arbeitsumfeld wie z. B. sich verändernde Marktanforderungen, Technologiesprünge und gesamtwirtschaftliche Zyklen sind Faktoren aus unterschiedlichen Bereichen, welche einen erheblichen Einfluss auf den Innovationsprozess haben.

Somit stellt sich die Grundfrage, wie Innovationsprozesse von PSS unter Berücksichtigung der Dynamik der diversen externen und internen Einflussgrößen disziplinübergreifend analysiert, modelliert und gestaltet werden können. Die Dynamik der Einflussgrößen auf den Innovationsprozess wird in diesem Buch unter

der Perspektive der Zyklen, also wiederkehrender Verlaufsmuster, betrachtet. Der Innovationsprozess ist dabei der zentrale Betrachtungsgegenstand.

Die wesentlichen Einflussgrößen auf innovierende Unternehmen haben starke gegenseitige Abhängigkeiten, was sich in der Vielzahl und Verschiedenartigkeit von Elementen (wie dem PSS selbst, Prozessen, Organisationseinheiten etc.) und deren Verknüpfungen äußert [Web05a]. Zum anderen unterliegen die Faktoren und ihre Verknüpfungen selbst einer stellenweise intransparenten Dynamik (wie z. B. die Entwicklung von Marktbedarfen), was die Antizipation ihrer Entwicklung erschwert. Mit zunehmender Komplexität und Dynamik wird wiederum die Planung und Koordination von Innovationsprozessen beeinträchtigt [SGS03b]. Die Stärkung der Innovationsfähigkeit von Leistungen, Prozessen, Produktion und Organisation ist der wichtigste Hebel zur Erhöhung der Profitabilität und für das Unternehmenswachstum [CoEd05, SGS03b]. Eine Verbesserung der Innovationsfähigkeit äußert sich dabei zum einen in der Steigerung der Effektivität des Innovationsprozesses, indem Leistungen erbracht werden können, die Kundenbedarfe besser als die Konkurrenz decken. Zum anderen sollen die heterogenen, schnell veränderlichen Kundenbedarfe möglichst kurzfristig und effizient befriedigt werden können.

Als wesentlicher Vorteil für Unternehmen wird die Möglichkeit gesehen, einfacher zu differenzierende Lösungen mit einem höheren Gesamtwert anbieten zu können, die so einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Konkurrenten versprechen [BaLi07]. Es besteht jedoch ein Bedarf hinsichtlich einer systematischen Unterstützung durch Methoden und Werkzeuge in der Modellbildung, ebenso wie in Bezug auf die Entwicklungsplattformen [ToSW04]. Dementsprechend sind die Ziele des Handlungsfelds, die Erstellung und Erbringung von PSS unter besonderer Berücksichtigung der Zyklizität in den relevanten Prozessen und Einflussgrößen zu unterstützen, um produzierenden Unternehmen den Wandel zu Anbietern von PSS zu erleichtern. Dabei stellen zum einen die diversen Zyklen innerhalb und außerhalb des Unternehmens, ihre Abhängigkeiten und ihre Auswirkungen auf den Innovationsprozess eine zentrale Herausforderung dar. Beispiele dafür sind abzustimmende Entwicklungszyklen verschiedener Domänen, wie z. B. zwischen Elektrotechnik, Maschinenbau und Informatik, ebenso wie zyklische Verhaltensweisen externer Einflussfaktoren auf den Innovationsprozess wie Marktwünsche, Wettbewerber oder Technologien, die in Abhängigkeit zueinander stehen. Ihre Betrachtung umfasst somit sowohl die Zyklizität der Betrachtungsgegenstände als auch deren vielfältige Abhängigkeiten. Zum anderen ergeben sich aus der Unterstützung des Innovationsprozesses von PSS hinsichtlich einer Verbesserung ihrer Effektivität und Effizienz weitere entscheidende Zielgrößen für ihre disziplinübergreifende Planung und Koordination.

Zusammenfassend sind demnach der Innovationsprozess, das zu erbringende PSS sowie die einwirkenden Einflussfaktoren als ein Gesamtsystem mit diversen

inhaltlichen und zeitlichen Abhängigkeiten zu verstehen. Mit den existierenden Ansätzen in Forschung und Industrie ist allerdings eine übergreifende Betrachtung, Modellierung und Steuerung dieses Gesamtsystems bisher nur unzureichend möglich.

Die übergeordnete Zielsetzung des Lösungsansatzes „Zyklusmanagement“ ist es daher, Modelle, Methoden und Werkzeuge für die geeignete Handhabung dieses Gesamtsystems aus PSS, Innovationsprozess und den damit verbundenen Zyklen bereitzustellen. Somit soll eine übergreifende, transdisziplinäre Planung und Koordination des Innovationsprozesses vor dem Hintergrund der beschriebenen Herausforderungen und Handlungsfelder ermöglicht werden. Dies umfasst neben der Befähigung auch eine effizientere und effektivere Durchführung von Innovationsprozessen, um den Aufwand und Mehrwert des Zyklusmanagements zu optimieren und nachvollziehbar gestalten zu können.

Die Gesamtheit aller verzahnten Lösungen der verschiedenen beteiligten Disziplinen beschreibt das Gesamtkonstrukt des Zyklusmanagements von Innovationsprozessen. Die Perspektive des Zyklusmanagements stellt damit eine spezifische Sichtweise auf das Gesamtsystem Innovationsprozess und dessen Verbesserung dar. Wie im Vorwort bereits erwähnt, bilden die wissenschaftlichen Ergebnisse des Sonderforschungsbereichs 768 „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen“ die Grundlage für dieses Buch. Für ein Verständnis grundlegender Begriffe werden diese im Folgenden ausführlich erläutert. Außerdem werden die Herausforderungen der Industrie, die beim Zyklusmanagement von Innovationsprozessen von PSS entstehen, beschrieben. Auf weiterführende Literatur wird jeweils am Ende der einzelnen Kapitel im Literaturverzeichnis verwiesen.

In den folgenden Kapiteln werden die grundlegenden Begriffe, PSS, Zyklus, Innovationsprozess und Zyklusmanagement, definiert.

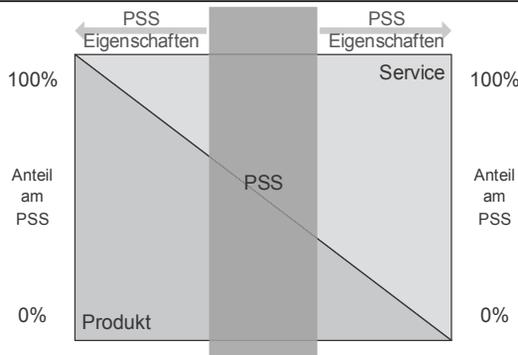


Abbildung 1.1: Produkt/Service Verhältnis eines PSS (nach [AbSc06])

1.1 Produkt-Service System (PSS)

Ein Produkt-Service System (PSS) umfasst Produkt- und Serviceanteile um gemeinschaftlich die Kundenbedürfnisse zu erfüllen [BaLi07]. Der Anteil der Produkte und der Services am Gesamt-PSS kann dabei variieren (Abbildung 1.1). Die Komponenten des Produkts können dabei aus Mechanik, Elektrik/Elektronik und Software bestehen (Abbildung 1.2), welche mit unterschiedlichen Servicekomponenten verknüpft sind. Im Kontext des Zyklusmanagements von Innovationsprozessen spielt dabei besonders die Dynamik und Komplexität, die zum Verstehen, Planen, und Verwalten von PSS beiträgt eine zentrale Rolle. Tukker [Tuk04] beschreibt drei Arten von PSS: Produkt-orientiertes PSS, Nutzungs-orientiertes PSS, und Ergebnis-orientiertes PSS. Diese sind im Folgenden genauer beschrieben:

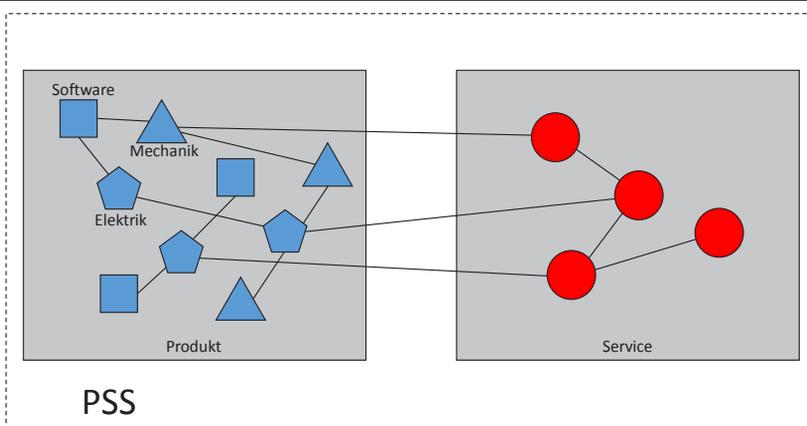


Abbildung 1.2: Prinzipieller Aufbau eines Produkt-Service Systems (PSS) [SBHL13]

- Produkt-orientiertes PSS: dieses Businessmodell konzentriert sich auf den konventionellen Verkauf von Produkten (z. B. Auto) mit dem zusätzlichen Angebot von einzelnen Dienstleistungen (z. B. Wartung). Für den Kunden ist das Produkt, nicht der Service der zentrale Aspekt (vgl. Abbildung 1.3).

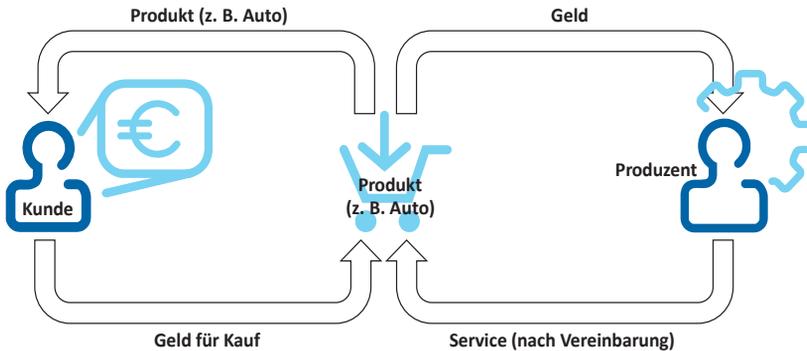


Abbildung 1.3: Produktorientiertes PSS nach [ARST09]

- Nutzungs-orientiertes PSS: das Produkt bleibt Eigentum des Anbieters und wird dem Kunden (oder möglicherweise einer Anzahl an Benutzern) verfügbar gemacht. Das Produkt spielt dabei immer noch eine Hauptrolle im Businessmodell (vgl. Abbildung 1.4).

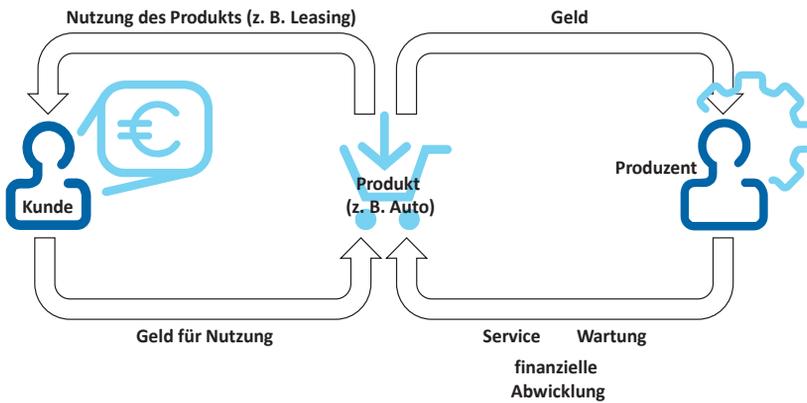


Abbildung 1.4: Nutzungsorientiertes PSS nach [ARST09]

- Ergebnis-orientiertes PSS: Anbieter und Kunden verständigen sich auf ein gewünschtes Ergebnis, anstelle eines bestimmten Produkts. Für den Kunden steht das Ergebnis (z. B. Mobilität von A nach B) nicht das Produkt (z. B. bestimmtes Auto) im Mittelpunkt (vgl. Abbildung 1.5). Die Entscheidung zur Verwendung eines bestimmten Produkts, dessen Verbrauchsmaterial, Wartung etc. liegt somit in der Verantwortung des PSS-Anbieters.

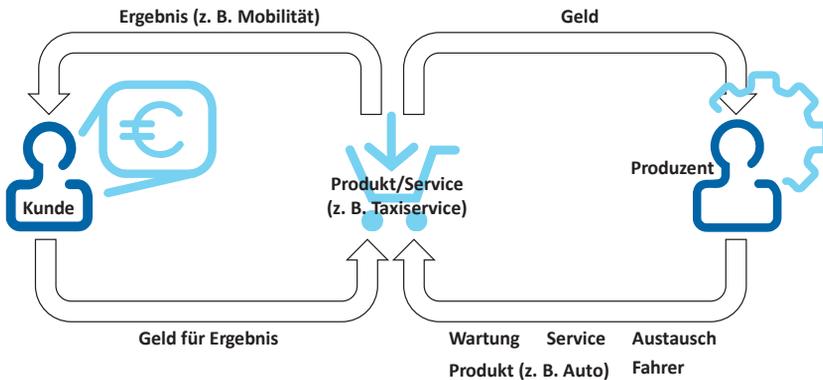


Abbildung 1.5: Ergebnisorientiertes PSS nach [ARST09]

1.2 Zyklus

Ein Zyklus wird als wiederkehrendes Verlaufsmuster (temporal und strukturell) definiert, welches sich in Phasen gliedern lässt. Ein Zyklus ist daher stets mit Wiederholung, Dauer, Auslösern und Auswirkungen verbunden.

Unter Anwendung dieser Definition können diverse Beispiele von Zyklen abgeleitet werden, die in den einzelnen Disziplinen betrachtet werden: wiederholte Durchführungen von Innovationsprojekten, Iterationen in Prozessabläufen, Lebenszyklen von PSS und ihren Bestandteilen, wiederholte Muster in den Ausprägungen unternehmensexterner Einflussfaktoren, wie z. B. des Marktbedarfes. Ebenso können Zyklen auf feingranularer Ebene, z. B. als Muster der Handlungsregulation, oder in größerer „Distanz“ zum Betrachtungsgegenstand Innovationsprozess, wie Technologiereifeveränderungen in marktfernen Bereichen, identifiziert werden. Diese Beispiele von Zyklen können in ihrem Auftreten und ihren Auswirkungen in Einzeldisziplinen von zentraler Bedeutung, in anderen Disziplinen aber bedeutungslos sein. Dementsprechend ist die wesentliche Herausforderung der Einzeldisziplinen, die Relevanz der betrachteten Zyklen für den Innovationsprozess sowie für die disziplinspezifischen Zielsetzungen zu bewerten. Die in den Einzeldisziplinen und den verschiedenen Bereichen identifizierten und gesammelten Zyklen lassen sich dafür aus einer übergreifenden Perspektive hinsichtlich ihrer Charakteristika beschreiben und zeigen die Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Abhängigkeiten der diversen betrachteten Zyklen auf.

Zyklusobjekte umschreiben die „Gegenstände“ der betrachteten Verlaufsmuster. So sind dies für Iterationen in Entwicklungsprozessen wiederholte Tätigkeiten; für Technologielebenszyklen wird darunter der Verlauf der

Technologiereife betrachtet, der sich in ähnlicher Form (als Muster) in den Reifeverläufen anderer Technologien wiederholt. In den eingebundenen Disziplinen sind die diversen möglichen Zyklenobjekte jeweils disziplinspezifisch zu identifizieren. Im Sinne der transdisziplinären Zusammenarbeit stellt die Analyse der Abhängigkeiten der Zyklenobjekte der verschiedenen Disziplinen sowie deren Bezug zum Innovationsprozess eine der wesentlichen Fragestellungen dar. So beziehen sich Zyklen der Tätigkeiten im Entwicklungsprozess unmittelbar auf den Ablauf des Innovationsprozesses. Lebenszyklen von PSS stellen dagegen ein Ergebnis der Innovationsprozessdurchführung dar, während Technologielebenszyklen das Potenzial des Innovationsprozesses zur Erbringung innovativer Leistungen beeinflussen. Dementsprechend sind die beschriebenen direkten und indirekten Abhängigkeiten von wesentlicher Bedeutung.

1.3 Innovationsprozess

Das zugrunde liegende Verständnis von Innovationsprozessen umfasst die Gesamtheit der Teilprozesse, von der Bedarfsentstehung über Analyse, Ideenfindung, Konzeption, Leistungserstellung und Einführung, bis hin zur Nutzung von PSS. Das im Folgenden beschriebene, übergreifend verwendete Grundmodell des Innovationsprozesses wurde aus verschiedenen Prozess- und Vorgehensmodellen synthetisiert [KIRo86, Lin07, Rog95, ZaDH73] und ist in Abbildung 1.6 dargestellt.

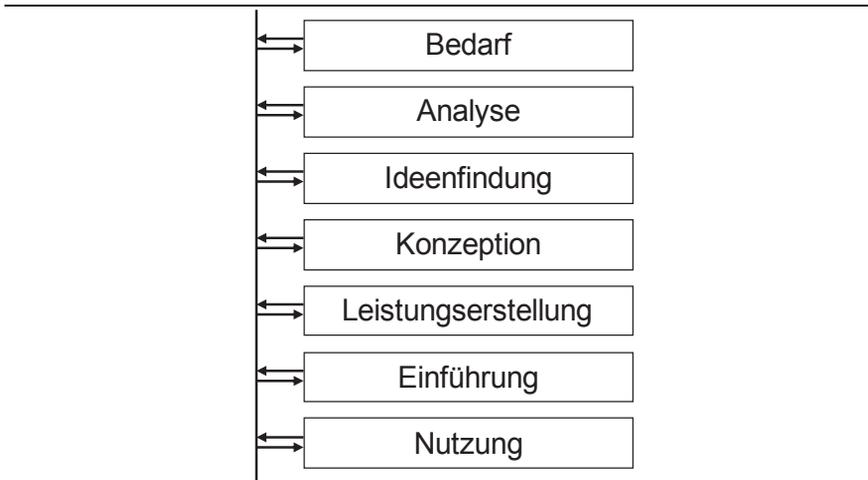


Abbildung 1.6: Grundmodell des Innovationsprozesses

Innovationen als Ergebnis des Innovationsprozesses sind hier im Sinne von Hauschildt [Hau04] „im Ergebnis qualitativ neuartige Produkte oder Verfahren, die sich gegenüber dem vorangehenden Zustand merklich [...] unterscheiden“ und

erfolgreich im Markt eingeführt wurden. Spezifisch werden dabei PSS auf Basis technischer Produkte als Ergebnis des Innovationsprozesses betrachtet. Im Folgenden sind die einzelnen Phasen, des in Abbildung 1.6 dargestellten Innovationsprozesses, detaillierter beschrieben.

Bedarf

In einem ersten Schritt werden auf Basis der Analyse des Umfeldes, des Marktes und des Unternehmens Potenziale abgeleitet, aus denen Ideen generiert und bewertet werden, so dass als Ergebnis dieser Bedarfsphase ein Entwicklungsvorschlag entsteht, der in den folgenden Phasen aufgegriffen wird.

Analyse

Die Analyse beginnt mit der Vorbereitung auf den Entwicklungsprozess, wobei Anforderungen gesammelt und definiert, sowie die Entwicklungsziele klar herausgestellt werden. Die Anforderungen werden während des Entwicklungsprozesses regelmäßig aktualisiert. Ein weiterer Punkt im Zuge der Analyse ist die Strukturierung der Problemstellung.

Ideenfindung

Der Schwerpunkt der Ideenfindung ist das Generieren von prinzipiellen innovativen Lösungen für die, in der Analyse erarbeitete, Problemstellung. Die gefundenen Lösungskonzepte werden daraufhin priorisiert, strukturiert, bewertet und detaillierter ausgearbeitet.

Konzeption

Die Konzeptionsphase besteht im Wesentlichen aus einer Detaillierung der Beschreibung des ausgewählten Lösungsvorschlags (Modell). Dabei werden sowohl die einzelnen Komponenten des Modells, sowie dessen Struktur betrachtet, bevor eine Überprüfung der Marktfähigkeit des detaillierten Konzepts erfolgt, die zeigt, ob das Produkt reif für den Markt ist. Die letzten Schritte der Konzeptionsphase sind die Planung und Vorbereitung von Serviceleistungen, sowie die Produktionsprozessvorbereitung mit den Teilaspekten Produktionsplanung, Produktionslogistik und Materialplanung.

Leistungserstellung

In der Leistungserstellung wird der ausgearbeitete Lösungsvorschlag verwirklicht, bzw. produziert. Die Produktionskontrolle begleitet den gesamten Produktionsprozess, der sich in die Fertigung, Montage und Versuch sowie Auswertung aufteilt. Zur Leistungserstellung gehört außerdem die Distribution der Produkte, welche durch Verpacken, Lagerung und Transport zum Kunden geprägt ist. Auf der Dienstleistungsseite fallen hier besonders Serviceleistungen an, die vor der Produktnutzung benötigt werden. Ziel ist, dass die innovativen

Leistungsbestandteile und Prozesse für die folgende Phase, die Einführung, bereit stehen.

Einführung

Zur Einführungsphase zählen sowohl die Inbetriebnahme, als auch die Einführung von Serviceleistungen.

Nutzung

Die Nutzung an sich besteht aus dem Gebrauch des PSS, wobei sich dieser je nach Modernisierungen bzw. Upgrades in fortlaufende Perioden einteilen lässt. Bei der Modernisierung werden die einzelnen Lebenszyklusschritte (Planung, Entwicklung, Produktion, Distribution) zum Teil nochmals durchlaufen. Während des Gebrauchs fallen erneut Serviceleistungen an, die dauerhaft angepasst und verbessert werden. Eine erweiterte Betrachtung der Nutzungsphase beinhaltet die Produktentsorgung, das heißt z. B. die Demontage, den Rückbau, das Recycling und die Entsorgung des Produkts und Serviceleistungen, die im Rahmen der Entsorgung anfallen.

1.4 Zyklenmanagement

Unter Zyklenmanagement [KPRZ13] versteht man das Planen, Organisieren, Beobachten und Handhaben von Zyklen. Berücksichtigt man nicht nur den Innovationsprozess – das Kernelement des Innovationsmanagements [HaSo10] – und seinen Kontext, sondern setzt den Fokus auf Einflussfaktoren und die Eigenschaften des Prozesses, wie z. B. die Wiederholung, geht Zyklenmanagement weit über das klassische (Innovations-)Prozess Management hinaus.

Innerhalb der unterschiedlichen Disziplinen und Funktionen, die im Innovationsprozess eine Rolle spielen, gibt es bereits erste Ansätze für das Zyklenmanagement. Die Konzepte der Produktlebenszyklen und des Life-Cycle-Managements haben sich in der Industrie schon sehr gut etabliert [FeGe08, WeAl00]. Technologische Lebenszyklen sind, darüber hinaus, ein sinnvolles Konzept zur strategischen Technologieplanung [CePP10]. Zusätzlich ist das Engineering von Lebenszyklen ein weit verbreiteter Ansatz für eine nachhaltige Fertigung [HeHe11, SeKJ11]. Das Verständnis und die Modellierung erfolgt dabei meistens aus der Sicht eines einzelnen Zyklus einer Disziplin. Basierend auf dieser Idee berücksichtigt Zyklenmanagement gleichzeitig mehrere Zyklen innerhalb des Innovationsprozesses. Mit diesem Wissen können Unternehmen aktiv in den Innovationsprozess eingreifen, um diesen anzupassen und zu optimieren. Diese Optimierung erfolgt dann auf Basis der Teilmodelle der unterschiedlichen Domänen und Zyklen.

Einher mit der Steigerung der Innovationsfähigkeit und dem Paradigmenwechsel hin zu PSS geht der Bedarf, unterschiedliche Disziplinen und Anbieter in den Innovationsprozess einzubinden. Dies verspricht Wettbewerbsvorteile, zum einen durch interdisziplinäre Lösungen, wie z. B. Querschnittstechnologien, und zum anderen durch eine schnelle Integration innovativer Inhalte in das Leistungsangebot. Dem gegenüber steht ein erhöhter Koordinationsaufwand der transdisziplinären Bearbeitung, nicht nur aufgrund der Disziplingrenzen, sondern insbesondere aufgrund der diversen, aufeinander wirkenden und abzustimmenden Zyklen unterschiedlicher Länge und Bedeutung. Dies umfasst z. B. sowohl die unterschiedlichen Lebenszyklen von Bestandteilen des PSS, als auch Entwicklungs- und Planungszyklen in Forschung und Entwicklung, Produktion oder Service.

Daraus ergibt sich die Zielsetzung, die Planung und Koordination des gesamten Innovationsprozesses unter Berücksichtigung der Ebenen der Mitarbeitenden, Kunden, Unternehmensprozesse, Technologien und Methoden sowie der dazwischen wirkenden Abhängigkeiten zu unterstützen.

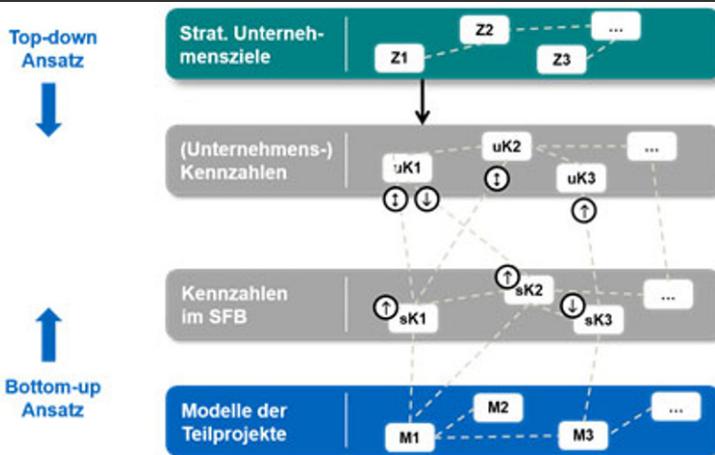


Abbildung 1.7: Integration von Top-Down und Bottom-Up Prozess

Um die unterschiedlichen disziplinspezifischen Modelle, Erkenntnisse und Zyklen mit den strategischen Unternehmenszielen zusammen zu bringen, können spezifische Kennzahlen in einem Bottom-Up bzw. Top-Down Ansatz zum Vergleich definiert werden.

Im Rahmen des Bottom-Up Ansatzes werden die spezifischen Kennzahlen/Messgrößen der Teildisziplinen entwickelt, die es ermöglichen, die ökonomischen Wirkzusammenhänge der disziplinspezifischen Modelle zu messen und abzubilden.

Der Top-Down Ansatz basiert dabei auf der Balanced Scorecard. Bei der Balanced Scorecard handelt es sich um ein in der unternehmerischen Praxis etabliertes strategisches Managementsystem, das sowohl finanzielle, als auch nicht finanzielle Kennzahlen abbildet [KaNo92]. Zusätzlich zu traditionellen finanziellen Kennzahlen werden dabei drei weitere Perspektiven – die Kundenperspektive, interne Prozesse, sowie Lernen und Wachstum – betrachtet. Die Kenngrößen innerhalb dieser vier Perspektive können untereinander vernetzt und zueinander in Beziehung gesetzt werden [KaNo92]. Dies ermöglicht nicht nur die Abbildung unmittelbarer, sondern auch mittelbarer Einflussfaktoren. Dabei gibt die Balanced Scorecard keine spezifischen Kennzahlen vor, sondern erlaubt es, flexibel nach Anforderungslage Kennzahlen auszuwählen und anzupassen. Auf Basis bestehender Konzepte zur Balanced Scorecard wurden im Top Down Ansatz spezifische Kenngrößen zur Messung des ökonomischen Einflusses erarbeitet, die relevant mit Bezug auf das Zyklenmanagement von PSS Unternehmen sind. Um ein einheitliches Verständnis der in der Balanced Scorecard enthaltenen Messgrößen zu generieren, sollten die einzelnen Kennzahlen durch alle Disziplinen gemeinsam eindeutig definiert werden.

Durch die Kombination der Konzepte lassen sich die Einflüsse aller Einzeldisziplinen (Bottom-Up Perspektive), sowie der des ganzen Unternehmens (Top-Down Perspektive) verknüpfen. Die im Bottom-Up Ansatz erarbeiteten Kennzahlen können dabei den Kennzahlen der Balanced Scorecard innerhalb der vier Perspektiven „Lernen & Wachstum“, „Interne Prozesse“, „Kunde“, und „Finanzen“ zugeordnet (siehe Abbildung 1.7) werden. Dadurch lassen sich die Einflüsse der einzelnen domänenspezifischen Zyklen und Modelle strukturiert abbilden und beschreiben.

1.5 Literatur

- [AbSc06] Abramovici, M.; Schulte, S.: Lifecycle Management für hybride Leistungsbündel (HLB). In: wt Werkstatttechnik online (2006), Nr. 7/8, pp. 467–471.
- [AFJ05] Aurich, J. C.; Fuchs, C.; Jenne, F.: Entwicklung und Erbringung investiver Produkt-Service Systeme. In: wt Werkstatttechnik online (2005), Nr. 7/8, pp. 538–545.
- [ARST09] Azarenko, A.; Roy, R.; Shehab, E.; Tiwari, A.: Technical product-service-systems: some implications for the machine tool industry. In: Journal of Manufacturing Technology Management 20 (2009), Nr. 5, pp. 700–722.
- [BaLi07] Baines, T. S.; Lightfoot, H. W. et al.: State-of-the-art in product-service systems. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 221 (2007) 10, S. 1543–1552.
- [CePP10] Cetindamar, D., Phaal, R., Probert, D., 2010. Technology Management: Activities and Tools. Palgrave Macmillan, New York, NY.
- [CoEd05] Cooper, R. G.; Edgett, S. J.: Lean, rapid, and profitable new product development. Ancaster: Product Development Institute 2005 .
- [EiSt09] Eigner, M.; Stelzer, R.: Product-lifecycle-Management: Ein Leitfaden für product development und Life-cycle-Management. 2., neu bearbeitete Auflage. Berlin: Springer 2009. ISBN: 978-3-540-44373-5.
- [FeGe08] Feldhusen, J., Gebhardt, B., 2008. Product Lifecycle Management für die Praxis: Ein Leitfaden zur modularen Einführung, Umsetzung und Anwendung. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [Hau04] Hauschildt, J.: Innovationsmanagement. München: Franz Vahlen 2004.
- [HaSo10] Hauschildt, J., Salomo, S., 2010. Innovationsmanagement, 5th ed. Vahlen, München.
- [HeHe11] Hesselbach, J., Herrmann, C. (Eds.), 2011. Globalized Solutions for Sustainability in Manufacturing: Proceedings of the 18th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering. Springer, Heidelberg
- [HOLM11] Hepperle, C.; Orawski, R.; Langer, S.; Mörtl, M.; Lindemann, U.: Temporal aspects in lifecycle oriented planning of product-service-systems. In: International Conference on Research into Design: ICoRD '11 (2011).
- [KaNo92] Kaplan, R. S.; Norton, D. P.: The Balanced Scorecard; Measures that Drive Performance. Harvard Business Review, 1992, vol. 70, no. 1, pp. 71-79.
- [KIRo86] Kline, S. J.; Rosenberg, N.: An Overview of Innovation. In: Landau, R.; Rosenberg, N. (Hrsg.): The positive sum strategy – Harnessing technology for economic growth. Washington: National Academy Press 1986, S. 275–305.
- [KPRZ13] Koch, J.; Plehn, C.; Reinhart, G.; Zäh, M. F.: Cycle Management for Continuous Manufacturing Planning. CARV 2013 – 5th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production, 2013
- [Lin07] Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte. 2. Aufl. Berlin: Springer 2007.
- [Nee07] Neely, A.: The servitization of manufacturing: An analysis of global trends. In: 14th European Operations Management Association Conference, 2007.
- [Rog95] Rogers, E. M.: Diffusion of Innovations. 4. Aufl. New York: The Free Press 1995.
- [SBHL13] Schenkl, S. A., Behncke, F. G. H., Hepperle, C., Langer, S., Lindemann, U.: Managing Cycles of Innovation Processes of Product-Service Systems. 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2013.
- [SeKJ11] Seliger, G., Khraisheh M. K., Jawahir, I.S. (Eds.), 2011. Advances in Sustainable Manufacturing: Proceedings of the 8th Global Conference on Sustainable Manufacturing. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [SGS03b] Spath, D.; Gerlach, S.; Stallkamp, J.: Kundenindividuelle Produktion – Informationen für Teams. In: Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF) 98 (2003) 10, S. 522–525.
- [Tuk04] Tukker, A., Eight types of product-service system: Eight ways to sustainability? Experiences from suspronet, Business Strategy and the Environment, vol. 13, no. 4, 2004, pp. 246-260.
- [ToSW04] Tomiyama, T.; Shimomura, Y.; Watanabe, K.: A note on service design methodology. In: ASME IDETC/CIE, Salt Lake City, Oktober 2004.

- [Web05a] Weber, C.: What is “complexity”? In: 15th International Conference on Engineering Design, ICED’05, Melbourne, August 2005.
- [WeA100] Westkämper, E., Alting, A., 2000. Life Cycle Management and Assessment: Approaches and Visions Towards Sustainable Manufacturing: Keynote Paper. CIRP Annals - Manufacturing Technology 49 (2), 501–522.
- [ZaDH73] Zaltman, G.; Duncan, R.; Holbek, J.: Innovations and Organizations. New York: Wiley 1973.

Kapitel 2 Prozessgrundlagen

Im Bereich der Prozessgrundlagen des Zyklenmanagements werden Ansätze für das grundlegende Verständnis von Zyklen und ihren Charakteristika erläutert, sowie aus einer innovationsprozessübergreifenden Perspektive untersucht.

Aus Sicht der Erfassung, Modellbildung und Analyse von Zyklen werden die strukturellen Abhängigkeiten zwischen und innerhalb prozess- und PSS-bezogener Zyklen untersucht (Kapitel 2.1). Eine übergreifende Perspektive auf das System dient der Identifikation und Analyse disziplinspezifischer und interdisziplinärer Abhängigkeiten sowie zur Abschätzung von Änderungsauswirkungen (Kapitel 2.2). Für die weiterführende, innovationsprozessübergreifende Betrachtung werden strukturelle Analysen mit Arbeiten zur Analyse der Dynamik und Stabilität von Zyklen kombiniert sowie qualitatives Wissen integriert, um sowohl quantitative als auch qualitative Modellierungen (Kapitel 2.3) und Analysen (Kapitel 2.4) des dynamischen Verhaltens von Zyklen und ihres Bezugs zum Innovationsprozess zu ermöglichen. Aus Sicht der am Innovationsprozess beteiligten Teams wird deren Umgang mit Zyklen als auch die Kopplung zu teamexternen Zyklen (d. h. zeitgebende, dynamische und Veränderungen erfordernde Umfeldfaktoren) untersucht (Kapitel 2.4).