ISSN 1869-9251 – Januar 2011 – Jahrgang 02 – Nr. 01

SFB 768

ZYKLENMANAGEMENT AKTUELL
INNOVATIONEN GESTALTEN

Grußwort

Sehr verehrte Leserinnen und Leser aus Wissenschaft und Industrie,

einzelne Industrien sowie die Gesamtwirtschaft sehen sich mit einer Vielzahl von Zyklen konfrontiert, welche eine immer schnellere Anpassung an neue Gegebenheiten erfordern. Gleichzeitig wird das Angebot an technischen Lösungen, bestehend aus Produkt, Software und Dienstleistungen, zunehmend komplexer. So erfordert ein erfolgreiches Bestehen im Markt die Integration der Perspektiven interner und externer Akteure über den gesamten Innovationsprozess hinweg.
Der Sonderforschungsbereich SFB 768 an der Technischen Universität München erforscht seit 2008 in einem transdiziplinären Umfeld das „Zyklenmanagement von Innovationsprozessen – Verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte“. 14 Teilprojekte befassen sich mit dem Erkennen, Verstehen und Beherrschen von Zyklen im Rahmen der Entwicklung innovativer technischer Lösungen.
Sehr glücklich sind wir über den Erfolg des am 12. und 13. Oktober 2010 durchgeführten ersten Ergebniskolloquiums. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden anhand dreier Praxisbeispiele demonstriert und mit einem interessierten Publikum aus Wissenschaft und Praxis intensiv diskutiert. Daraus gingen auch zahlreiche Impulse für die nun vor uns liegende Beantragung der zweiten Förderphase hervor.
Im vorliegenden Newsletter freuen wir uns, Ihnen Ergebnisse aus vier Teilprojekten nahezubringen. Beteiligt sind dabei Wissenschaftler aus den Fakultäten für Maschinenwesen, Informatik und Wirtschaftswissenschaften. Wir wünschen Ihnen nun viel Freude beim Lesen!

Herzlichst,

Prof. Dr. Florian v. Wangenheim, Leiter des Teilprojekts C3
Lehrstuhl für Dienstleistungs- und Technologiemarketing
Technische Universität München

Inhalt

Seite 1
Grußwort Prof. Dr. v. Wangenheim

Seite 2
Systemtheoretische Grundlagen zyklengerechter Modellbildung und Analyse

Seite 3
Zyklenorientiertes Anforderungsmanagement bei komplexen Lösungen

Seite 5
Bewertung der Innovationsfähigkeit von Betriebsmitteln

Seite 6
Adoption von Zykleninnovationen

Seite 8
- Kurzvorstellung SFB 768
- Ausgewählte Publikationen
- Impressum

Kontakt SFB 768
Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann
lindemann@pe.mw.tum.de
Lehrstuhl für Produktentwicklung
Technische Universität München
Boltzmannstr. 15, 85748 Garching
www.sfb768.de

Gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft

DFG

Teilprojekt A3 – Systemtheoretische Grundlagen zyklengerechter Modellbildung und Analyse

Der Innovationsprozess entspricht einem komplexen dynamischen System, das aus vernetzten Teilsystemen, Prozessen sowie daran gekoppelten Produkten besteht. Das Verhalten ist maßgeblich durch die enthaltenen Zyklen geprägt, über deren zeitliche Entwicklung bislang nur wenig bekannt ist. Um das dynamische Verhalten derartiger Systeme verstehen, untersuchen sowie transparent und effizient gestalten zu können (übergeordnete Zielstellung des SFB 768), sind systemtheoretisch fundierte dynamische Modelle sowie zugehörige Analysemethoden erforderlich.

Klaus J. Diepold
Boris Lohmann

Dieser Problemstellung entsprechend beschäftigt sich das Teilprojekt A3 des Sonderforschungsbereiches 768 mit der zyklengerechten Modellbildung sowie mit der sich anschließenden modellbasierten Analyse. Zyklengerechtheit definiert sich dabei anhand einer auf die Anforderungen der Analyse des zeitlichen Verhaltens (Dynamik) der Zyklen zugeschnittenen Modellbildung. Dafür werden im Zyklus enthaltene wichtige Systemgrößen als sogenannte Zustandsgrößen definiert. Dies ermöglicht eine mathematisch fundierte Analyse der dynamischen Geschehnisse sowie deren Auswirkungen innerhalb des Innovationsprozesses unter Zuhilfenahme der Systemtheorie. Die Systemtheorie wird bereits in zahlreichen unterschiedlichen Disziplinen angewandt; eine disziplinübergreifende Sicht (transdisziplinär), nötig wegen des zunehmenden disziplinären Verflechtungsgrades, ist hingegen noch relativ neu.

Vielversprechende Ansätze werden in der Literatur unter dem Überbegriff *hybride dynamische Systeme* zusammengefasst. Darunter versteht man allgemein ein dynamisches System, das aus zeitkontinuierlichen und diskreten Subsystemen besteht, die sich gegenseitig beeinflussen. In Bezug auf den Innovationsprozess können beispielsweise der Produktlebenszyklus sowie einzelne Produktions- und Prozesszyklen zeitkontinuierlich betrachtet werden, allerdings beeinflussen selbige sich gegenseitig zu bestimmten Zeitpunkten (diskret). Somit bietet eine derartige Systemdarstellung ein breites Anwendungsspektrum, wobei Entwurfs- und Analysemethoden Gegenstand der internationalen Forschung sind.

An dieser Stelle knüpfen die Arbeiten des Teilprojekts A3 an, indem sie eine *strukturbasierte Dekomposition* sowie eine weiterführende *mathematische Modellierung* ermöglichen.

Dabei wird wie in Abbildung 1 dargestellt von einer strukturellen Systembetrachtung ausgegangen. Darauf aufbauend werden mittels eines algorithmischen Gerüstes repräsentative Gewichtungskoeffizienten berechnet, die die Signifikanz der einzelnen Kausalzusammenhänge hinsichtlich des dynamischen Verhaltens des Systems, zumindest qualitativ, widerspiegeln. Dies erfolgt auf Basis von Bewertungsgrößen (z.B. Kosten, Zeit, Qualitätseinfluss), die zusätzlich zu den strukturellen Systemeigenschaften zu berücksichtigen sind. Das Ziel in der ersten Förderphase war es hierbei, zunächst eine automatisierte Berechnung, die bezogen auf eine analyseorientierte Adaption zusätzlich eine manuelle (interaktive) Eingriffsmöglichkeit für den Benutzer (Experten) ermöglicht, umzusetzen, um dadurch variablen Rahmenbedingungen (z.B. Gesetzesauflagen, Wirtschaftswandel, Interessenfokus, etc.) gerecht werden zu können. Der entwickelte prototypische *quad-I (Interactive Interaction Importance Identification)* Algorithmus unterstützt durch die berechneten Signifikanzen nicht nur die Datenakquise prospektiv, sondern ermöglicht zusätzlich die Detektion dynamisch irrelevanter Systemteile, die für die weitere Modellierung vernachlässigt werden können. Das Ergebnis ist eine *Multiple Domain Matrix*, die nach dem zeitlichen Bezug der einzelnen Systemteile unterteilt wird. Dies ist mittels der geometrischen Elemente in Abbildung 1 (links) veranschaulicht. Entsprechend dieser Dekomposition erfolgt im Anschluss eine hybride systemtheoretische Modellbildung durch ein sukzessives Hinzunehmen

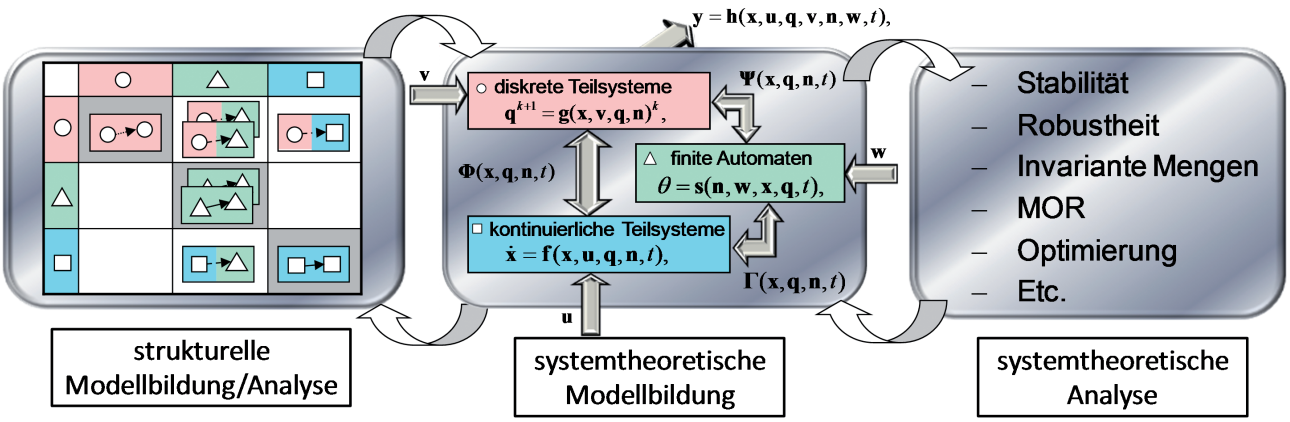

Abb. 1: Strukturbasierte Dekomposition, hybride Zustandsmodellierung und modellbasierte Analyse

von Systeminformationen. Basierend auf einer derartigen Darstellung können neben numerischen Untersuchungen (Simulation) auch analytische Methoden herangezogen werden, die kombiniert sowohl das Systemverständnis als auch transparente Systemgestaltungsmöglichkeiten deutlich erhöhen.
Neben weiteren Analysen sind vor allem die *Stabilität, die Robustheit, die Steuerbarkeit* sowie die *Beobachtbarkeit* zu nennen. Auf die Zyklen des Innovationsprozesses bezogen steht beispielsweise die Stabilität für ein sich einschwingendes, erwünschtes, sich wiederholendes Verlaufsmuster.
Das Teilprojekt A3 kooperiert intensiv mit dem Teilprojekt A2 „Modellierung und Analyse disziplinübergreifender Entwicklungszusammenhänge“, das die strukturelle Analyse der Zusammenhänge fokussiert und somit neben der initialen Systembeschreibungsform auch Input für den quad-I Algorithmus bereitstellt. Des Weiteren wird gemeinsam an der geeigneten Erweiterung der strukturellen Modelle gearbeitet, um deren Möglichkeiten der Komplexitätsreduktion effizient für die weiterführende systemtheoretische Modellbildung nutzen zu können. Die sich so ergebende kombinierte Betrachtung von Struktur- und Zustandsdynamik steigert das Systemverständnis und ermöglicht neue Wege der Systemadaption bzw. -optimierung. Dies wird durch die Tatsache bekräftigt, dass die wesentlichen Ausprägungsformen von Komplexität die *strukturelle Komplexität*, die *dynamische Komplexität* sowie deren Wechselwirkungen darstellen. So ist beispielsweise die Topologie des Stromnetzes wichtig für die Netzstabilität oder die Topologie eines sozialen Netzwerkes für die Effektivität der Informationsverbreitung.
Der bisherige Fokus lag auf einer quantifizierten Systembeschreibung, deren Potenzial anhand beispielhafter Anwendungen auf Produkte sowie Prozesse aufgezeigt werden konnte. Da allerdings eine Vielzahl der vorhandenen Daten und des vorliegenden Wissens der kooperierenden Teilprojekte hinsichtlich der Zyklen *qualitativ* ist, liegt im Weiteren der Schwerpunkt des Teilprojekts A3 auf der stärkeren Integration qualitativen Wissens. Dies wird erreicht, indem den finiten Automaten (siehe Abbildung 1) ein höherer Stellenwert eingeräumt wird. Die Betonung liegt dabei auf der Integration, da durch eine rein qualitative Betrachtung komplexer Systeme die analytische sowie die numerische Analysefähigkeit bedingt durch eine Summation von Unsicherheiten sowie von Abstraktionsfehlern mit der Systemgröße stark abnimmt.
Die so verfolgte, systemtheoretisch fundierte, flexible Modellierungsbasis ermöglicht somit verschiedenste Sichten auf die Dynamik der Zyklen, deren gezielte Analyse und transparente Gestaltung. So ist beispielsweise die Verwendung klassischer Optimierungsverfahren bei der Zyklengestaltung zur Detektion des wirtschaftlichen Optimums denkbar.

Schlagwörter
- Systemtheorie
- Hybride Zustandsmodellierung
- Zyklendynamik

Ansprechpartner
Dipl.-Ing. Klaus J. Diepold
kj.diepold@mytum.de
Tel.: +49-(0)89-289-15664
www.rt.mw.tum.de

Teilprojekt A4 – Zyklenorientiertes Anforderungsmanagement bei komplexen Lösungen

In der Entwicklung komplexer Lösungen spielt das Anforderungsmanagement eine entscheidende, jedoch auch herausfordernde Rolle. Im Rahmen des Teilprojekts A4 wurde ein Ansatz zum Anforderungsmanagement entwickelt, der auf einem Strukturmodell für Anforderungen – genannt Artefaktmodell – basiert. Durch diese Strukturierungsvorgabe wird eine stufenweise, mit dem Entwicklungsprozess abgestimmte Verwaltung von Anforderungen in einem zyklenreichen Umfeld ermöglicht.

Marina Berkovich
Jan Marco Leimeister
Helmut Krcmar

Das Teilprojekt A4 des Sonderforschungsbereichs 768 beschäftigt sich mit der Ermittlung und Verwaltung von Anforderungen bei komplexen Lösungen, die eine Kombination aus Sach- und Dienstleistungskomponenten darstellen.
Der erfolgreichen Entwicklung einer Lösung liegen ein grundlegendes Verständnis der geforderten Funktionen sowie eine konsistente Ermittlung und Verwaltung von Anforderungen zugrunde. Das macht den Einsatz des Anforderungsmanagements unabdingbar, welches Maßnahmen zur Steuerung, Verwaltung und Kontrolle von Anforderungen umfasst. Als ein essentieller Bestandteil des Innovationsprozesses soll das Anforderungsmanagement die Anforderungen an die Lösung ermitteln, analysieren, strukturieren und beschreiben. Im Rahmen des Teilprojekts A4 wird ein Verfahren entwickelt, um die Anforderungen zu konkretisieren und sie an die einzelnen Komponenten der Lösung – Hardware, Software und Dienstleistungen – aufzuteilen.
Während des Innovationsprozesses sind die Anforderungen und insbesondere die Kundenanforderungen ständigen Änderungen unterworfen und werden von verschiedenen Zyklen beeinflusst. Diese Änderungen führen häufig zum Austausch oder zur Anpassung von Komponenten der Lösung. Ändern sich die Anforderungen an die Software-Komponente der Lösung, kann das zu Änderungen an den Hardware-Komponenten führen. Davon können wiederum Anforderungen an Dienstleistungen, wie beispielsweise Wartung oder Reparatur, betroffen sein, die in engem Zu-

sammenhang zu den Software- und Hardwarekomponenten stehen. Weiterhin müssen die Auswirkungen dieser Änderungen auf die initialen Kunden- und Stakeholderanforderungen überprüft werden. Das zyklenorientierte Anforderungsmanagement soll in der Lage sein, die Einflussfaktoren, die diese Änderungen hervorrufen, und die damit im Zusammenhang stehenden Zyklen zu erkennen und entsprechende Maßnahmen zum Umgang mit den Zyklen anbieten (siehe Abbildung 2). Dabei gehören wechselnde Nutzer, geänderte Rahmenbedingungen, Technologiewechsel, Gesetzesänderungen sowie Änderungswünsche seitens des Kunden zu den häufigsten Ursachen von Änderungen von Anforderungen.
Das Ziel von Teilprojekt A4 ist die Konzeption eines zyklenorientierten Anforderungsmanagement-Modells, das die Änderungen an Anforderungen komplexer Lösungen abbilden, nachverfolgen und die Konsequenzen dieser Modifikationen aufzeigen kann. Um kostengünstig qualitativ hochwertige Lösungen entwickeln zu können, muss das Anforderungsmanagement in der Lage sein, Herkunft, Kontext und Änderungen von Anforderungen zu erfassen und abzubilden.
Zur Gestaltung des zyklenorientierten Anforderungsmanagements wurde ein Vorgehensmodell entwickelt, das die genauen Schritte vorgibt, um die Anforderungskonkretisierung, das Änderungsmanagement und die damit in engem Zusammenhang stehende Anforderungsnachvollziehbarkeit durchzuführen. Weiterhin werden durch das Vorgehensmodell die Aktivitäten der Anforderungsdokumentation und der Suche und Auflösung von Konflikten zwischen den Anforderungen beschrieben. Das Vorgehensmodell beschreibt einen iterativen Prozess, um flexibel auf die auftretenden Zyklen zu reagieren. Zur Durchführung der genannten Aktivitäten des Anforderungsmanagements werden Techniken benötigt, die in einem Technikbaukasten zusammengefasst sind. Der Technikbaukasten gibt an, wann welche Techniken für welche Aktivitäten einzusetzen sind und welche Eingangs- und Ausgangsgrößen zu erwarten sind. Die Techniken des Technikbaukastens beschreiben konkrete Verfahren, die die Anwendbarkeit des Vorgehensmodells in der Praxis sicherstellen.
Ein dritter Bestandteil des zyklenorientierten Anforderungsmanagements für komplexe Lösungen ist ein Konkretisierungsschema für Anforderungen, genannt Artefaktmodell. Dieses Konkretisierungsschema ist eine Richtlinie zur Anforderungsermittlung und Anforderungskonkretisierung. Es gibt an, welche Anforderungen zu ermitteln sind und wie sie in einer engen Verzahnung mit dem Entwicklungsprozess zu konkretisieren sind, so dass sowohl die Anforderungen an das technische Produkt als auch an die Dienstleistungen in integrierter und abgestimmter Weise an die Entwicklung übergeben werden können. Das Artefaktmodell besteht aus mehreren Abstraktionsebenen, die an den Fortschritt der Entwicklung angelehnt sind. Anhand dieser Abstraktionsebenen gliedert es die Anforderungen so, dass die Abhängigkeiten zwischen den Anforderungen zu verschiedenen Zeitpunkten des Innovationsprozesses festgestellt werden können. Das im Rahmen des Teilprojekts konzipierte Artefaktmodell wurde anhand von mehreren Beispielen aus der Wissenschaft und der Industrie erprobt. Dabei konnten folgende Vorteile des Artefaktmodells festgestellt werden. Das Artefaktmodell ermöglicht eine Hierarchisierung von Anforderungen vom Zeitpunkt ihrer Ermittlung über die Phasen des Innovationsprozesses bis zu ihrer Umsetzung. Durch das explizite Festhalten der Abhängigkeiten zwischen den Anforderungen kann eine Prüfung auf Vollständigkeit und Konsistenz zu jedem beliebigen Zeitpunkt des Innovationsprozesses durchgeführt werden. Dadurch kann die Umsetzung von Anforderungen besser kontrolliert werden. Durch eine Strukturierung von Anforderungen in verschiedenen Hierarchieebenen auf Basis des Innovationsprozesses können die Änderungen von Anforderungen schneller erkannt werden und die Auswirkungen dieser Änderungen auf weitere Anforderungen durch eine vollständige Nachvollziehbarkeit analysiert werden.
In der weiteren Arbeit dieses Teilprojekts wird der Technikbaukasten weiter ausgebaut und durch disziplinenspezifische Techniken ergänzt. Weiterhin sollen die entwickelten Modelle anhand weiterer Beispiele und Fallstudien geprüft und iterativ weiterentwickelt werden. Ein weiteres spannendes Themenfeld für die zukünftige Forschung ist die Verfolgung der Anforderungen bis hin zur Realisierung in den einzelnen Komponenten unter Berücksichtigung der verschiedenen Varianten der Lösung.

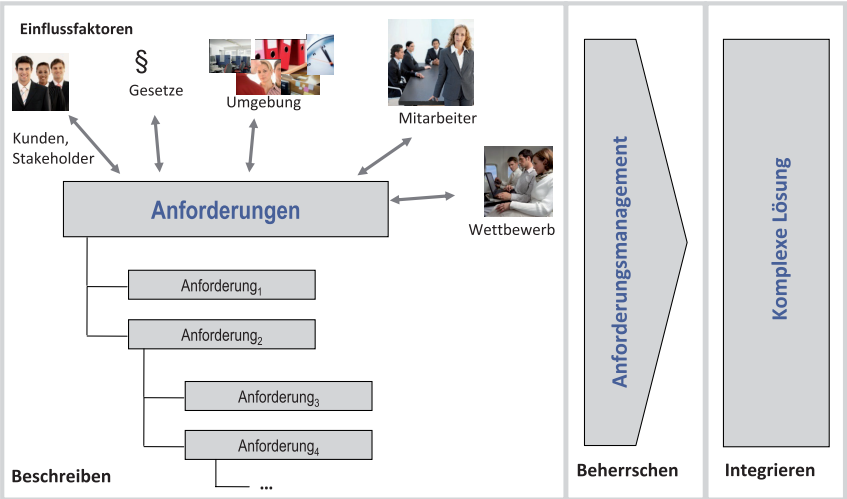

Abb. 2: Zyklenorientiertes Anforderungsmanagement bei komplexen Lösungen

Schlagwörter
- Anforderungsmanagement
- Anforderungskonkretisierung
- Anforderungsanalyse

Ansprechpartner
Dipl.-Inf. Marina Berkovich
marina.berkovich@in.tum.de
Tel. +49-(0)89-289-19587
www.winfobase.de

Teilprojekt B5 – Bewertung der Innovationsfähigkeit von Betriebsmitteln

Der Montage als zentrale Schnittstelle in der Produktion kommt eine hohe Relevanz im Innovationsprozess zu. Da Betriebsmittel in der Montage häufiger an neue Rahmenbedingungen anzupassen sind, wird in diesem Artikel eine Methode zur Bewertung der Innovationsfähigkeit von Montagebetriebsmitteln vorgestellt. Die Innovationsfähigkeit stellt die Fähigkeit von Betriebsmitteln dar, innovationsinduzierte Adaptionen und Rekonfigurationen, ausgelöst beispielsweise durch Produkt- oder Technologieinnovationen, aufwandsarm umsetzen zu können.

Gunther Reinhart
Florian Karl
Michael F. Zäh

Die Montage ist insbesondere aufgrund zunehmender Variantenvielfalt und Stückzahlschwankungen von Zyklen betroffen. Deshalb sind Montagebetriebsmittel immer häufiger zu rekonfigurieren. Daher wird in dem Teilprojekt B5 „Zyklenorientierte Gestaltung wandlungsfähiger Produktionsressourcen“ eine Methode zur Bewertung der Innovationfähigkeit von Montagebetriebsmitteln unter Berücksichtigung zyklischer Einflussfaktoren erarbeitet. Einflussfaktoren und Zyklen sind dabei Faktoren, die Rekonfigurationen hervorrufen können. Die Beachtung der Zyklizität unterstützt die Prognose der Einflussfaktoren. Die Methode lässt sich im Rahmen einer Investitionsentscheidung zur Auswahl des Betriebsmittels mit der optimalen Innovationsfähigkeit heranziehen, wodurch sich die Lebenszykluskosten reduzieren lassen.

Die Methode besteht aus fünf Schritten (siehe Abbildung 3). Zunächst sind die Einflussfaktoren und Zyklen, die Rekonfigurationen an Betriebsmitteln hervorrufen können, zu identifizieren und zu beschreiben (Schritt 1a). Das dient der Ermittlung von durchzuführenden Rekonfigurationen. Um die ermittelten Rekonfigurationen beschreiben zu können, ist das Betriebsmittel abzubilden (Schritt 1b). Im Anschluss daran sind die Faktoren den durch sie beeinflussten Bereichen zuzuordnen (Schritt 2). Danach sind die Rekonfigurationen darzustellen (Schritt 3). Dies bildet die Grundlage für die Bewertung der Innovationsfähigkeit im letzten Schritt 4. Nachfolgend wird vertiefend auf die fünf Schritte eingegangen.

Zur Identifikation von Rekonfigurationszeitpunkten werden im ersten Schritt die betriebsmittelrelevanten Einflussfaktoren und Zyklen ermittelt und die Zyklen hinsichtlich ihrer Ausprägungsform beschreiben. In diesem Teilprojekt wurden die betriebsmittelrelevanten zyklischen Einflussfaktoren identifiziert (z.B. Produktlebenszyklen, Technologiezyklen). Allgemeingültige Aussagen, z.B. hinsichtlich der Zykluslängen, können aufgrund von Branchen- bzw. Unternehmensspezifika nicht getroffen werden. Diese Daten sind daher individuell zu erheben.

Die Zyklen können aber anhand gewisser Merkmale näher beschrieben werden. So wird zwischen direkten und indirekten Zyklen differenziert. Direkte Zyklen (z.B. Produktlebenszyklus) können direkt Rekonfigurationen an Betriebsmitteln hervorrufen. Indirekte Zyklen (z.B. Konjunkturzyklus) wirken hingegen über direkte Zyklen auf Betriebsmittel. Weiterhin können Zyklen hinsichtlich ihres Ursprungs (unternehmensextern/-intern) unterschieden werden. Diese Unterscheidung ist vorteilhaft für die Ermittlung von Beeinflussungsmöglichkeiten, da interne Zyklen sich einfacher als externe Zyklen beeinflussen lassen. Zur Darstellung der ausgelösten Rekonfigurationen werden die Montagebetriebsmittel mit Matrizen beschrieben (siehe Schritt 1b). Dabei werden die Betriebsmittel auf Komponentenebene (z.B. Pneumatikzyklinder, Antriebe) abgebildet. Die Darstellung aller Elemente (z.B. Schrauben, Kabel) würde zu einer zu hohen Komplexität führen.

Zur Abbildung der Betriebsmittel werden zunächst die einzelnen Komponenten auf der Ordinate sowie Abszisse der Matrizen eingetragen und Interdependenzen (z.B. mechanische, pneumatische Beziehungen) festgehalten. Durch die Matrizen wird das Betrachtungsobjekt strukturiert und es lassen sich die Auswirkungen von Rekonfigurationen abbilden, da Veränderungen an einer Komponente Auswirkungen auf andere Komponenten haben können.

Um die Rekonfigurationen darzustellen, ist zunächst der Wirkbereich der Innovationen und Zyklen sowie Einflussfaktoren zu identifizieren. Dabei werden die im Zeitverlauf wirkenden Faktoren den beeinflussten Komponenten in der Matrix zugeordnet (siehe Schritt 2). So kann ein neu zu produzierendes Produkt (ausgelöst durch den Produktlebenszyklus) un-

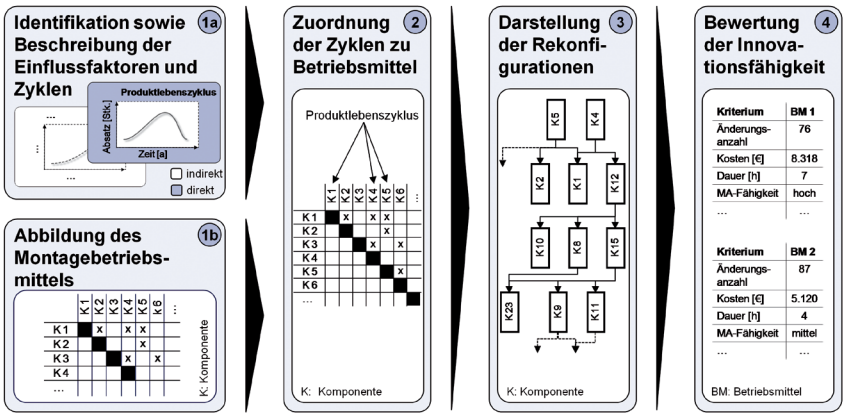

Abb. 3: Struktur der Methode zur Bewertung der Innovationsfähigkeit

ter anderem dazu führen, dass Komponenten wie Greiferbacken oder Haltevorrichtungen eines Betriebsmittels angepasst oder ausgetauscht werden müssen.
Basierend auf den Matrizen werden die durch Innovationen und Zyklen ausgelösten Rekonfigurationen mit graphentheoretischen Betrachtungen dargestellt (siehe Schritt 3). Dabei wird untersucht, welche weiteren Komponenten, außer den direkt tangierten, anzupassen sind. So können auszutauschende Greiferbacken auch Änderungen am Greifer nach sich ziehen. Diese Adaption kann wiederum Veränderungen an der Steuerung oder am Roboter verursachen. Zur Darstellung der Rekonfigurationen werden, ausgehend von den direkt beeinflussten Komponenten, Graphen aufgebaut, in die die zu adaptierenden Komponenten eingetragen werden. In die Graphen werden nur anzupassende, ausgetauschte, neue und eliminierte Komponenten eingepflegt.
Im letzten Schritt wird die Innovationsfähigkeit des Betriebsmittels bewertet (siehe Schritt 4). Zur Bewertung werden sowohl die Matrizen als auch die Graphen herangezogen, wobei unterschiedliche Kennzahlen generiert werden (z.B. gesamte Rekonfigurationskosten, Rekonfigurationsanzahl, Stillstandzeit des Betriebsmittels). Eine weitere Kennzahl ist der $NPV_{Rekonfig}$. Mit dieser werden die unterschiedlichen Rekonfigurationskosten auf einen bestimmten Zeitpunkt abgezinst (z.B. Zeitpunkt einer Investitionsentscheidung). Diese Kennzahl kann z.B. herangezogen werden, um unternehmensspezifische Grenzwerte bezüglich der maximal zulässigen Rekonfigurationskosten festzulegen oder um unterschiedliche Betriebsmittel miteinander vergleichen zu können.
Außerdem lassen sich im letzen Schritt innovationshemmende Komponenten identifizieren. Dazu werden ebenfalls unterschiedliche Kennzahlen herangezogen (z.B. Anzahl an Kreisschlüssen, Aktivität, Passivität, Rekonfigurationsdauer/ -kosten). Die Kennzahlen dienen entweder dem Vergleich unterschiedlicher Komponenten oder es können auch (z.B. unternehmensspezifische) Grenzwerte festgelegt werden.
Mit der vorgestellten Bewertungsmethode können Unternehmen die Innovationsfähigkeit von Betriebsmitteln ermitteln und die idealen Anlagen auswählen. Dadurch lassen sich die Lebenszykluskosten dieser Anlagen senken und die Rekonfigurationen zeitoptimal umsetzen. Hiermit wird die Time-to-Market von Produkten reduziert, womit sich Unternehmen Wettbewerbsvorteile sichern und Kosten senken können.

Schlagwörter
- Betriebsmittelplanung
- Veränderungsfähigkeit
- Betriebsmittelzyklen

Ansprechpartner
Dipl.-Ing. Florian Karl
florian.karl@iwb.tum.de
Tel. +49-(0)89-289-15496
www.iwb.tum.de

Teilprojekt C3 – Adoption von Zykleninnovationen

Das Teilprojekt C3 beschäftigt sich mit der Analyse und Modellierung von Adoptionsentscheidungen für zyklische Leistungsinnovationen (Upgrades, Up-/Cross-Buying), sogenannten Zykleninnovationen. Um ein besseres Verständnis für die kundenseitige Akzeptanz von Zykleninnovationen zu erreichen, hat das Teilprojekt Erfolgsfaktoren für die Akzeptanz und Adoption von Zykleninnovationen untersucht und in zwei Studien verifiziert. Die Ergebnisse zeigen dabei erstmals Unterschiede in den Gewichtungen der Erfolgsfaktoren je nach Stand des Kunden im Innovationszyklus. Insgesamt verhelfen die Ergebnisse zu einer verbesserten Einbeziehung kunden- und kaufverhaltensbezogener Aspekte in das Management von Innovationsprozessen.

Anne Scherer
Florian v. Wangenheim

Durch die zunehmende Verfügbarkeit technischer Plattformen, die einen relativ einfachen Verkauf zusätzlicher, verbesserter oder überarbeiteter Leistungen ermöglichen, gehen Anbieter vermehrt zur Marktbearbeitung mit Hilfe von zyklisch ergänzungsfähigen oder verbesserbaren Leistungsbündeln über. Trotz ihrer Präsenz und Relevanz in der Unternehmenspraxis, wurden zyklische Teilinnovationen (oder auch Zykleninnovationen) in bestehender Forschung zur Technologieakzeptanz nur unzureichend beachtet. Das Teilprojekt C3 – Adoption von Zykleninnovationen – hat sich daher in der ersten Phase des Sonderforschungsbereichs mit der Analyse und Modellierung von Adoptionsentscheidungen für Zykleninnovationen beschäftigt. Erstmals wurden hierbei auch die Erfolgsfaktoren und deren Gewichtungen nach Stand des Kunden im Innovationszyklus kontrastiert. Die Ergebnisse des Teilprojekts tragen somit insbesondere dazu bei, ein verbessertes Verständnis des Nachfragerverhaltens im Hinblick auf Zykleninnovationen zu erhalten.
Für Anbieter von hybriden Leistungsbündeln aus Produkt, Software und Dienstleistungen, stellt sich die Frage, welche unterschiedlichen Typen von Auswahlentscheidungen für Kunden bestehen und unter welchen Bedingungen Kunden diese Leistungen entweder in Anspruch nehmen oder sich für die Beibehaltung ihres Status Quo entscheiden. Explorative Tiefeninterviews mit Anbietern und Fokusgruppen mit Kunden haben hier weiteren Aufschluss über mögliche Kriterien zur Kategorisierung von Zykleninnovationen gegeben. Aus Sicht der Anbieter eignen sich entsprechend insbesondere Kriterien wie der Immaterialitätsgrad oder der Auslöser der Innovation zur Unterteilung von Zykleninnovationen. Kunden hingegen unterteilen zyklische Leistungsneuerungen vornehmlich nach

ihrem wahrgenommenen Nutzen und dem Grad der Kompatibilität mit früherem Nutzungsverhalten.

Aufbauend auf diesen ersten Ergebnissen wurden zwei quantitative Studien durchgeführt, um ein Verständnis dafür zu generieren, welche Faktoren die kundenseitige Akzeptanz von Zykleninnovationen beeinflussen (siehe Abbildung 4 zum Forschungsdesign). Bei der Auswahl der Industriebeispiele wurde neben der Durchführbarkeit auch darauf geachtet, entsprechend der Ergebnisse aus den qualitativen Vorstudien, unterschiedliche Aspekte von Zykleninnovationen abzudecken. So wurde zum einen die Einführung eines neuen Telematik-Dienstes in der Automobilindustrie betrachtet und zum anderen das Angebot einer neuen Dienstleistungsalternative in der Druckindustrie. Während Studie 1 in der Automobilindustrie vermehrt den Aspekt der Nützlichkeit einer Innovation fokussiert, verlangt die Neueinführung von ferngelenkten Dienstleistungen in der Druckindustrie eine wesentlich größere Umstellung des Kunden, der bisher den Service eines Technikers vor Ort gewöhnt war, und rückt damit eher den Aspekt der Kompatibilität der Innovation mit vorangegangenem Verhalten in den Mittelpunkt.

Die Ergebnisse von Studie 1 zeigen, dass Kunden, die den neuen Service noch nicht nutzen und sich damit noch in der Einführungsphase einer Innovation befinden, ihre Einstellung und Kauf-/Adoptionsabsicht auf mehrere Faktoren zurückführen. Dabei spielen sowohl indirekte Qualitätssignale wie beispielsweise die Marke, als auch hedonische und utilitaristische Faktoren bei der Evaluation der Nutzungsabsicht eine große Rolle: Faktoren wie das empfundene Vergnügen, der wahrgenommene Nutzen sowie die empfundenen Nachteile der Innovationen sind für diese Kundengruppe ausschlaggebend. Im Gegensatz dazu sind insbesondere utilitaristische Komponenten ausschlaggebend für Kunden, die sich bereits in der Nutzungsphase befinden. Entsprechend sind für diese Kunden die Bedienbarkeit und der Nutzen stärkste Determinanten der Zufriedenheit mit einer neuen Servicekomponente.

Die Ergebnisse der Studie 2 im Rahmen der Druckindustrie unterstreichen die Bedeutung von relationalen Faktoren für Zykleninnovationen, welche ein eher geringes Maß an Kompatibilität mit bisherigem Nutzungsverhalten aufweisen. Gerade im Fall von neuen, technologieintensiven Dienstleitungsangeboten spielen daher in diesem Fall Aspekte wie die Kontrollierbarkeit und die Vertrauenswürdigkeit des Interaktionspartners eine wichtige Rolle. Da auch der Dienstleistungsprozess ein neuer ist, spielen zudem Aspekte wie die Rollenklarheit, die Rollenfähigkeit und die Motivation des Kunden zur Mitarbeit eine zentrale Rolle für die Akzeptanz und Adoption einer solchen Leistungsinnovation. Vergleicht man auch hier Kunden in der Einführungsphase mit Kunden in der Nutzungsphase, so kann erneut festgestellt werden, dass Kunden in der Einführungsphase ihre Adoptionsentscheidung auf indirekten Erfahrungen und mehreren Faktoren basieren. Dabei spielen insbesondere die Kontrollierbarkeit und die Vertrauenswürdigkeit eine wichtige Rolle in der Einführungsphase, da hier noch kein substantielles Vertrauen aufgebaut werden konnte. Wie auch in Studie 1 im Rahmen der Automobilindustrie zeigt sich aber auch hier, dass der wahrgenommene Nutzen einer Zykleninnovation sowohl für Kunden in der Einführungsphase als auch für Kunden in der Nutzungsphase ein wesentlicher Erfolgsfaktor darstellt. Im Gegensatz zu Studie 1 zeigt Studie 2 allerdings, dass im Rahmen einer Zykleninnovation, welche eine wesentliche Umstellung des Nutzungsverhaltens des Kunden verlangt, wie hier beispielsweise die Umstellung vom Techniker vor Ort auf eine ferngelenkte Dienstleistung, die Klarheit des Kunden über seine Rolle und sein Verhalten im Dienstleistungsprozess (=Rollenklarheit) den stärksten Einfluss auf die Adoptions- und Nutzungsabsicht hat.

Eine Integration dieser Erkenntnisse in das Management von zyklischen Innovationsprozessen trägt wesentlich dazu bei, Angebote auf den Kunden ausrichten und ein Innovieren am Kunden vorbei zu vermeiden. Zudem unterstreichen die Ergebnisse den Wandel der Wichtigkeit einzelner Erfolgsfaktoren nach Stand des Kunden im Innovationszyklus.

Aufbauend auf diesen Einsichten soll daher im Rahmen weiterer Forschungstätigkeiten ein Verständnis über das Zusammenspiel verschiedener Leistungskomponenten über die Zeit und die Auswirkung verschiedener Leistungsarten auf die Kundenbeziehung gewonnen werden. Nur so kann auf lange Sicht eine Fehlallokation von Ressourcen vermieden und eine langfristige Profitabilität erreicht werden.

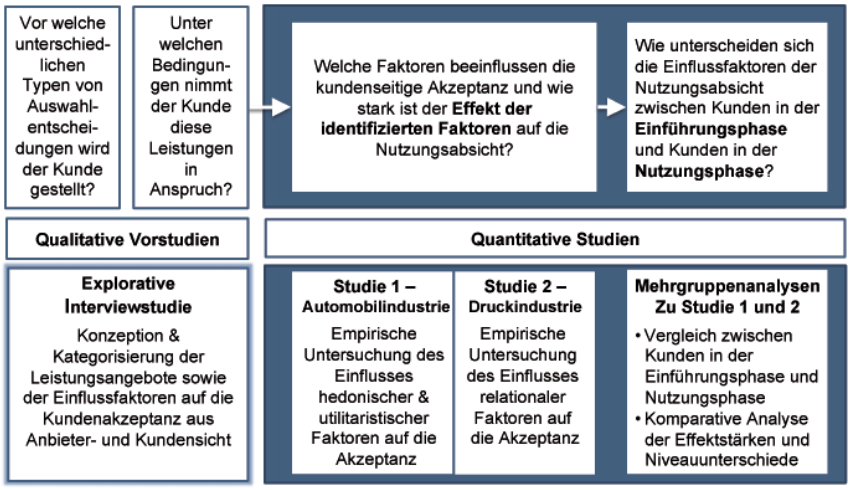

Abb. 4: Forschungsdesign

Schlagwörter

- Kundenakzeptanz & -adoption
- Zykleninnovationen
- Kundenlösungen

Ansprechpartner

Dipl.-Kffr. Anne Scherer
anne.scherer@wi.tum.de
Tel. +49-(0)89-289-22592
www.marketing.wi.tum.de

Kurzdarstellung SFB 768 – Zyklenmanagement von Innovationsprozessen

Forschungsziele des SFB 768

Im transdisziplinär angelegten Sonderforschungsbereich 768 verfolgen Wissenschaftler der Technischen Universität München das Ziel, Innovationsprozesse in Bezug auf die spezifischen Charakteristika relevanter Zyklen wie auch die zwischen den Zyklen bestehenden Wechselwirkungen zu verstehen und zu gestalten.

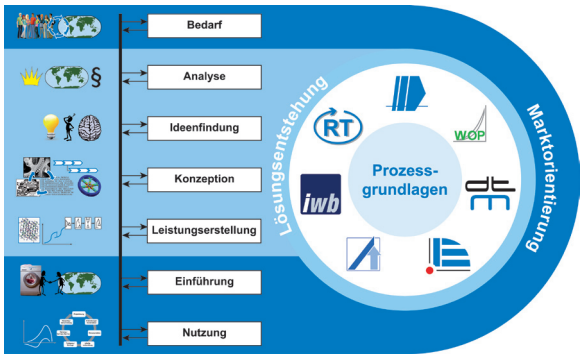

Abb. 5: Struktur des Sonderforschungsbereichs 768

Strategie des SFB 768

Zur systematischen Erreichung der Forschungsziele gliedert sich das seit 2008 laufende und auf zwölf Jahre angelegte Forschungsprojekt in die drei Phasen „Verstehen“, „Modellieren“ und „Gestalten“. Kompetenzträger in Informatik, Wirtschafts-, Sozial- und Ingenieurwissenschaften adressieren hierbei das facettenreiche Forschungsfeld durch die gezielte Verknüpfung und gemeinsame Bearbeitung zyklenrelevanter Fragestellungen.

Ausgewählte Publikationen

Teilprojekt A3

Diepold, K.J.; Winkler, F.J.; Lohmann, B. (2010): Systematical Hybrid State Modelling of Complex Dynamical Systems: The Quad-I/HS Framework. Journal of Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems, Vol. 16, No. 4.

Diepold, K.J.; Lohmann, B. (2010): Transient Probabilistic Recurrent Fuzzy Systems. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Istanbul, S. 3529-3536.

Teilprojekt A4

Berkovich, M.; Leimeister, J.M.; Krcmar, H. (2009): An empirical exploration of requirements engineering for hybrid products. In: XVIIth European Conference on Information Systems (ECIS), Verona.

Berkovich, M.; Esch, S.; Leimeister, J.M.; Krcmar, H. (2009): Requirements engineering for hybrid products as bundles of hardware, software and service elements – a literature review. In 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI), Wien.

Teilprojekt B5

Zaeh, M.F.; Reinhart, G.; Lindemann, U.; Karl, F.; Biedermann, W. (2010): Evaluating the Innovation Ability of Manufacturing Resources. In: ICMSE 2010 – International Conference on Manufacturing Systems Engineering, Singapore, S. 142-148, ISSN: 1307-6892.

Zaeh, M.F.; Reinhart, G.; Karl, F. (2010): Zyklenorientierte Montagebetriebsmittelbewertung. wt Werkstattstechnik online, Vol. 100, H. 9., S. 653-658.

Teilprojekt C3

Scherer, A.; Wünderlich, N.; v. Wangenheim, F. (2011): Keep it Personal! – New Service Developments and their Impact on Customer Relationships. In: Proceedings of the American Marketing Association (AMA), Austin.

v. Wangenheim, F.; Wünderlich, N. (2011): Getting the best of both worlds: Linking Relationship Marketing and Technology Acceptance Variables to Predict Customer Retention of Smart Services. In: Proceedings of the American Marketing Association (AMA), Austin.

Impressum

„Zyklenmanagement Aktuell – Innovationen Gestalten“
wird herausgegeben vom:

Lehrstuhl für Produktentwicklung

Technische Universität München
Boltzmannstr. 15
D-85748 Garching bei München
Tel. +49-(0)89-289-15131
Fax +49-(0)89-289-15144
Internet: www.pe.mw.tum.de
ISSN 1869-9251

Verantw. i.S.d.P.

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann
lindemann@pe.mw.tum.de

Redaktion und Gestaltung

Clemens Hepperle
hepperle@pe.mw.tum.de

Grafik und Bildbearbeitung

Eva Körner
koerner@pe.mw.tum.de

Druck

Rapp Druck GmbH
Kufsteiner Str. 101
D-83126 Flintsbach am Inn