



## ZYKLENMANAGEMENT AKTUELL INNOVATIONEN GESTALTEN

### Grußwort

Sehr verehrte Leserinnen und Leser aus Wissenschaft und Industrie,

der SFB 768 „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen“ setzt sich nun das siebte Jahr mit dem transdisziplinären Umfeld der verzahnten Entwicklung von Produkt-Service Systemen auf Basis technischer Produkte auseinander. Am 1. November 2013 ist die Sprecherschaft von Herrn Kollegen Lindemann (Lehrstuhl für Produktentwicklung) an meine Person (Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme) übergegangen. Im Namen des gesamten SFB 768 bedanke ich mich ganz herzlich bei Herrn Lindemann persönlich aber auch bei seinem SFB-Team für das Engagement und die hervorragende Arbeit. Ich selbst bin erst seit 2009 Teil des SFB 768 und kann infolgedessen auch nur die hervorragende Aufnahme neuer Kolleginnen und Kollegen und die integrierende Wirkung ab diesem Zeitpunkt beurteilen. Herr Lindemann hat den SFB 768 erfolgreich in die zweite Phase geführt. Es ist nun unsere Aufgabe diesen Weg erfolgreich gemeinsam weiter zu beschreiten.

2014 ist ein, aus Sicht des SFB 768, sehr spannendes und anspruchsvolles Jahr. Es standen und stehen einige Herausforderungen an, die die gute Arbeit der zweiten Förderperiode unterstreichen. Der erste wichtige Termin war der Auftritt des SFB 768 auf der Hannover Messe 2014. Dieser kann auch dieses Jahr als voller Erfolg gewertet werden, einen Messebericht finden Sie in dieser Ausgabe. Ich möchte mich für die großzügige Unterstützung des Messeauftritts bei Herrn Charles Kern (TUM Wissenstransfer und Messewesen) bedanken. Dieses Jahr fand zudem vom 7. – 10. Juli die erste Sommer Schule des SFB 768 statt, bei der wir einerseits die neu hinzu gekommenen Doktoranden und die erfahrenen Doktoranden zusammen bringen konnten und andererseits mit externen Teilnehmern das Thema Produkt-Service Systeme in Workshops und Vorträgen bearbeitet haben. Wir freuen uns sehr, dass wir zahlreiche nationale und internationale Gastredner gewinnen konnten. Des Weiteren entsteht gerade eine Überblicksdarstellung des SFB 768 in Buchform, welches im Springer Verlag zum Ende des Jahres erscheint. Darin werden die Ergebnisse der letzten Jahre mit Fokus auf die industrielle Anwendung beschrieben. Die weitere Ausrichtung des SFB 768 und die Bilanz der bisherigen Arbeit erfolgt auf unserer Klausurtagung am 29. und 30. September. Ende diesen Jahres wird es zudem wieder Kolloquien zum Austausch mit der Industrie geben, zu denen wir Sie herzlich einladen. Die Termine werden sobald wie möglich bekannt gegeben. Wir freuen uns auf die weitere Arbeit und Ihr Interesse an den Fortschritten und Ergebnissen.

Herzlichst

Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser, Sprecherin SFB 768



### Inhalt

#### Seite 2

Modellbasierte disziplinübergreifende Entwicklung mechatronischer Systeme

#### Seite 4

Analyse der Dynamik zyklischer Wechselwirkungen in PSS

#### Seite 6

Umgang mit Zyklen der Entwicklungsprozessdurchführung in der Praxis – Technisches Änderungsmanagement

#### Seite 8

Hannover Messe 2014

#### Seite 9

Zyklusorientierte Bewertung und Planung von Technologieketten und Betriebsmitteln für Montageprozesse

#### Seite 11

Kaminabend des SFB 768

#### Seite 12

Erweiterte Wirtschaftlichkeit

#### Kontakt SFB 768

Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser  
vogel-heuser@sfb768.de  
Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme  
Technische Universität München  
Boltzmannstr. 15, 85748 Garching  
www.sfb768.de

gefördert von der Deutschen  
Forschungsgemeinschaft



# Modellbasierte disziplinübergreifende Entwicklung mechatronischer Systeme und Analyse von Änderungsauswirkungen

Mechatronische Produkte und Produktionsanlagen sind von einem stetig steigenden IT-Anteil geprägt. Die viel kürzeren IT-Zyklen führen dabei häufig zu Herausforderungen in den anderen Disziplinen. Durch die im Teilprojekt A6 entwickelten Modellierungsansätze können die Abhängigkeiten der Komponenten aus den verschiedenen Disziplinen im System während der Entwicklung berücksichtigt werden. Ferner lassen sich Änderungen am bestehenden System in späteren Lebenszyklusphasen, welche häufig in der Elektrik/Elektronik und Software auftreten, analysieren und deren Auswirkungen besser abschätzen.

Konstantin Kernschmidt  
Birgit Vogel-Heuser

Die Entwicklung mechatronischer Systeme erfordert bereits in den frühen Phasen eine enge Integration der beteiligten Disziplinen Mechanik, Elektrik/Elektronik und Software, um eine optimale Gesamtfunktionalität des Systems zu gewährleisten. Insbesondere die Schnittstellen und interdisziplinären Abhängigkeiten der Komponenten können durch modellbasierte Ansätze in der Entwicklung besser visualisiert und analysiert werden. Durch die kürzeren Zyklen sowohl der Software als auch der Elektrik/Elektronik kommt es in späteren Lebenszyklusphasen des Gesamtsystems häufig zu Änderungen oder Updates. Um dabei Inkompatibilitäten und nicht geplante Stillstandszeiten in Folge unvorhergesehener Probleme zu vermeiden müssen die Änderungsauswirkungen vor Integration in das reale System im Modell analysiert werden.

## Motivation des Teilprojekts

Basierend auf dieser Ausgangssituation ergibt sich für das Teilprojekt A6

des Sonderforschungsbereichs 768 die Motivation IT-Zyklen in geeigneter Form zu modellieren. Durch die mangelhafte Handhabung der Zyklen der verschiedenen Disziplinen entstehen Zwänge für die IT-Entwicklung, die zu mangelhaften Ergebnissen z. B. hinsichtlich der Produkteigenschaften, Qualität, Wiederverwendbarkeit und Standardisierung sowie bei späteren Änderungen führen können. In der ersten Förderperiode des Sonderforschungsbereichs 768 wurde im Teilprojekt A6 deshalb unter anderem ein Referenzmodell des IT-Innovationsprozesses entwickelt, mit Fokus auf die Identifikation von IT-Zyklen im Innovationsprozess und deren Einflussfaktoren auf den Lebenszyklus.

## Zyklengerechte interdisziplinäre Modellierung basierend auf SysML

Darauf aufbauend wurde in der zweiten Förderperiode SysML4Mechatronics als Modellierungsansatz entwickelt, der es ermöglicht die Zusammenhänge und Interaktionen der Komponenten der verschiedenen beteiligten Disziplinen mechatronischer Systeme (Mechanik, Elektrik/Elekt-

ronik und Software) zu modellieren. Der Modellierungsansatz basiert auf der standardisierten Systems Modeling Language (SysML), welche sich aus der weit verbreiteten Modellierungssprache der Softwareentwicklung, der UML, entwickelt hat und um nicht-softwarebezogene Aspekte zur ganzheitlichen Systementwicklung erweitert wurde. SysML ist eine grafische Modellierungssprache, ist objektorientiert und unterstützt das hierarchische Modellieren. Da SysML für die Entwicklung unterschiedlichster Systeme geschaffen wurde, muss sie jedoch für den spezifischen Anwendungsfall, wie z. B. zur gewerkeübergreifenden Modellierung mechatronischer Systeme, angepasst werden. SysML4Mechatronics bietet deshalb die Möglichkeit die Komponentenschnittstellen (Ports), welche disziplinspezifisch oder interdisziplinär sein können, zu spezifizieren und zu modellieren. Beispielsweise ist ein Sensor einerseits physisch in ein System integriert, besitzt eine Verbindung zur Kommunikation mit der Steuerung und ist ebenso in der Software repräsentiert. Der Modellierungsansatz ermöglicht es zudem die disziplinspezifischen Komponenten zu funktionsorientierten interdisziplinären Modulen zusammenzufügen. Insbesondere im Anlagenbau ist dabei eine 1:1 Modularisierung (gleiche Modulgrenzen in allen Disziplinen) oft nicht möglich bzw. rentabel. Um dieser Anforderung gerecht zu werden stellt SysML4Mechatronics die Möglichkeit zur Verfügung, in den unterschiedlichen Disziplinen obligatorische Schnittstellen an den Modulgrenzen zu definieren, welche durch Elemente außerhalb des Mo-

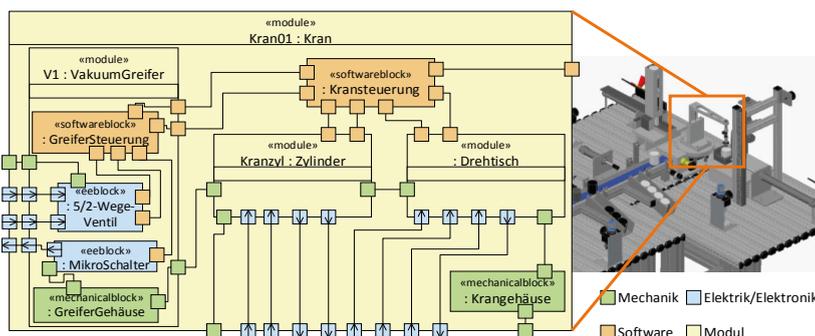


Abb.1: Darstellung eines Systemmoduls mit Schnittstellen in verschiedenen Disziplinen am Beispiel der Pick-and-Place Unit

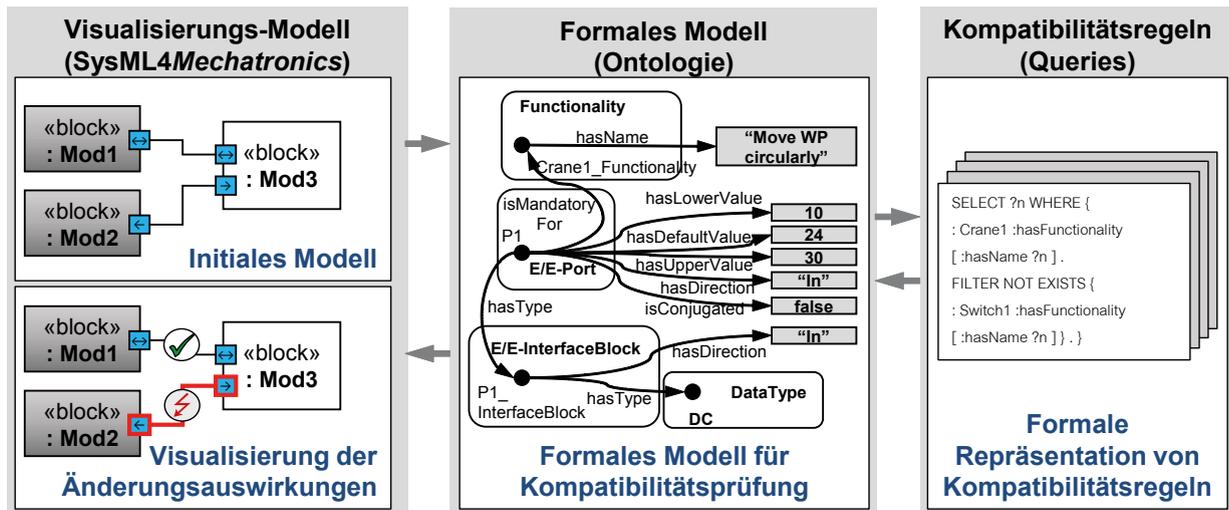


Abb.2: Kombination von SysML4Mechatronics mit semantischen Technologien zur Analyse von Änderungseinflüssen [1]

duls erfüllt werden. Durch Integration der benötigten Komponenten und Module lässt sich so das Gesamtsystem interdisziplinär modellieren. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt des Kranmoduls am Beispiel der Demonstrationsanlage Pick-and-Place Unit (PPU, <http://www.ais.mw.tum.de/ppu>). Diese Anlage im Labormaßstab besteht aus einem Werkstücklager, einem Kran, einem Stempelmodul sowie einem Sortierband. Trotz ihres eingeschränkten Umfangs im Vergleich zu realen Fertigungssystemen lassen sich typische fertigungstechnische Aufgaben und die enge Interaktion der unterschiedlichen Disziplinen zeigen.

Durch die Änderung von Kundenanforderungen, beispielsweise die Forderung nach einer Erhöhung des Durchsatzes der Anlage oder durch die Abkündigung bestimmter Komponenten, müssen wiederholt verschiedene Elemente ausgetauscht werden. Diese Systemelemente können entweder einzelne disziplinspezifische Komponenten sein oder Module bestehend aus Komponenten oder weiteren Modulen. Um die Kompatibilität der Elemente und die Funktionalität des Systems nach dem Austausch zu gewährleisten, müssen die Änderungseinflüsse - vor Implementierung der Änderung im realen System - im Modell analysiert werden. Die Identifikation und Analyse von solchen Änderungsauswirkungen ist insbesondere in mechatronischen Systemen wichtig, weil Änderungen einer Komponente sowohl

Einflüsse auf Komponenten in der selben Disziplin aber auch zahlreiche Auswirkungen auf die Komponenten in anderen Disziplinen haben können. Ohne geeignete Modelle wären diese nicht offenkundig und könnten somit zu ungewollt langen Stillstandszeiten des Systems führen.

Um die benötigte Kompatibilitätsprüfung zu vollziehen, wurde daher der entwickelte Modellierungsansatz SysML4Mechatronics mit einer formalen Repräsentation des Modells in einer OWL Ontologie kombiniert (siehe Abbildung 2). Dabei wird das initiale Modell, in dem eine Änderung durchgeführt werden soll, in das formale Modell transformiert, welches eine explizite Repräsentation von Wissen und die Anwendung von Schlussfolgerungsmechanismen zur Identifikation von Inkonsistenzen oder Inkompatibilitäten im System ermöglicht. Durch die hinterlegten Kompatibilitätsregeln erfolgt eine Überprüfung der Kompatibilität des geänderten Elements mit dem bestehenden System. Das Ergebnis der Kompatibilitätsprüfung wird den Entwicklern im SysML4Mechatronics Modell dargestellt, da dieses, im Vergleich zu formalen Modellen, eine bessere Usability und verständlichere Darstellung ermöglicht.

Somit können die Entwickler effizienter entscheiden, ob das System entsprechend geändert werden soll oder ob ein anderes Element für den Austausch verwendet werden sollte. Um den beschriebenen Modellierungsansatz anwenden zu können

wurde ein prototypischer Editor implementiert, welcher die gewerkeübergreifende Modellierung und Portspezifikation ermöglicht.

### Ausblick

Basierend auf dem beschriebenen Modellierungsansatz kann durch Entwicklung einer Modulbibliothek, mit unterschiedlichen Varianten/Versionen kompatibler Module ein funktionsorientiertes Auffinden passender Module ermöglicht werden. Neben den, für alle Modelle gültigen, Kompatibilitätsregeln können durch die Definition weiterer spezifischer Kompatibilitätsregeln zudem unternehmensabhängige Zyklen bei der Analyse von Änderungsauswirkungen beachtet werden.

[1] Feldmann, S.; Kernschmidt, K.; Vogel-Heuser, B.: Combining a SysML-based modeling approach and semantic technologies for analyzing change influences in manufacturing plant models. In: 47th CIRP Conf. on Manufact. Systems, 2014.



### Schlagwörter

- IT-Zyklen
- Änderungsauswirkungen
- Modulmanagement

### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Konstantin Kernschmidt  
Tel. 089 289-16422  
kernschmidt@ais.mw.tum.de

# Analyse der Dynamik zyklischer Wechselwirkungen in PSS

Das Teilprojekt A10 betrachtet Produkt-Service Systeme als Bestandteil soziotechnischer Systeme. Hierbei werden basierend auf einem modellbasierten Systems Engineering (MBSE)-Ansatz Fragestellungen hinsichtlich der Abbildung und Bewertung verschiedener Arten von Komplexität in soziotechnischen Systemen untersucht. Für die Analyse werden verschiedene Techniken der dynamischen Modellierung herangezogen.

Christoph Hollauer  
Mayada Omer

## Motivation

Aufgrund der engen Vernetzung von Produkt-Service Systemen mit der sozialen Einflussosphäre und den dort verorteten Stakeholdern ist für eine erfolgreiche Entwicklung von Produkt-Service Systemen die Betrachtung technischer sowie sozialer Aspekte notwendig, welche bisher nur eingeschränkt erfolgt und unzureichend erforscht ist. Aus diesem

sozialen und technischen Teilaspekten optimiert werden.

## Hintergrund

Die im Rahmen des Teilprojektes A10 betrachteten soziotechnischen Systeme beinhalten einerseits das betrachtete Produkt-Service System selbst, andererseits damit verbundene und interagierende Stakeholder wie Nutzer, Lieferanten und Hersteller sowie weitere Organisationen und Institutionen. Durch zyklische Interaktionen treten sowohl innerhalb der

Prioritäten der Stakeholder evaluative Komplexität auf, welche eine Entscheidungsfindung innerhalb des Systems erschwert (Sussman 2000). Ein Hauptaspekt soziotechnischer Systeme ist die ebenfalls auftretende verschachtelte Komplexität, welche durch die bidirektionalen Interaktionen zwischen technischen und organisationalen Systemen entsteht (Mostashari & Sussman 2009). Dynamische Komplexität entsteht schließlich unabhängig von der strukturellen Komplexität durch die schwierige Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens über die Zeit aufgrund unterschiedlicher Wirkungsketten (Mostashari & Sussman 2009, Senge 1990).

## Forschungsfragen

Die Forschungsfragen, welche im Rahmen des Teilprojektes A10 gestellt werden, haben die Analyse der dynamischen, zyklischen Interaktionen im soziotechnischen System sowie der damit verbundenen Komplexität zum Inhalt. Die erste Frage zielt darauf ab, wie die verschiedenen beschriebenen Arten der Komplexität innerhalb (strukturelle Komplexität) bzw. zwischen den einzelnen Subsystemen (verschachtelte Komplexität) festgehalten werden können. Da der Fokus auf dynamischen Interaktionen liegt, folgt als nächste Frage: Welche Modellierungstechniken können für die Analyse des dynamischen Verhaltens von Produkt-Service Systemen angewendet werden? Des Weiteren stellt sich die Frage, in welcher Form und mit welchen Mitteln die Auswirkungen dieser dynamischen Interaktionen mit Produkt-Service Systemen bewertet werden können.

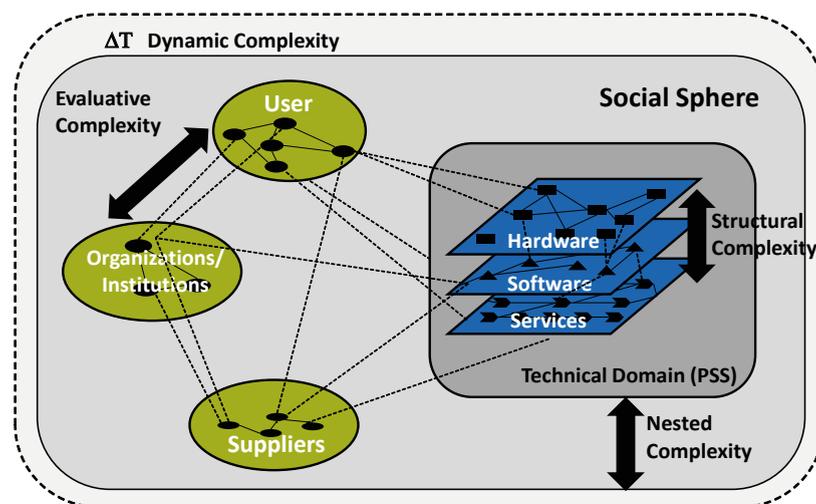


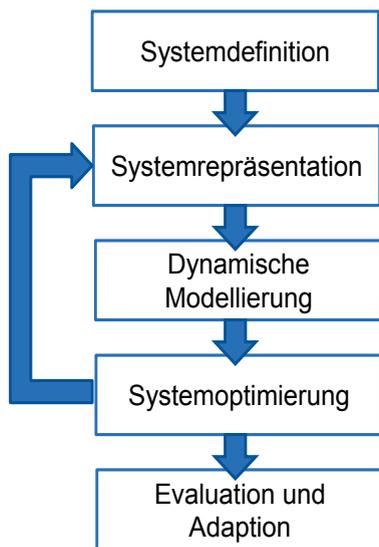
Abb. 3: Komplexität in PSS aus soziotechnischer Perspektive

Grund werden im Rahmen des Teilprojektes A10 Produkt-Service Systeme in die soziale Einflussosphäre eingebettet betrachtet. Derartige Systeme werden als soziotechnische Systeme bezeichnet. Diese bestehen aus getrennten aber voneinander abhängigen, technischen und sozialen Subsystemen, welche sich an die Umgebung anpassen und Ziele darin verfolgen. Soziotechnische Systeme beinhalten Alternativen, um die Zielerreichung durch unterschiedliche Mittel zu ermöglichen. Um die volle Leistungsfähigkeit zu erreichen muss das Gesamtsystem mit seinen

einzelnen Teilsysteme des soziotechnischen Systems wie dem Produkt-Service System als auch dazwischen verschiedene Arten von Komplexität auf (vgl. Abbildung 3), welche eine der definierenden Eigenschaften soziotechnischer Systeme darstellt. Dies umfasst zunächst strukturelle Komplexität in Form von Hierarchien und Feedbackschleifen innerhalb der einzelnen Teilsysteme aufgrund der hohen Anzahl an Komponenten sowie verschiedenen Abhängigkeiten zwischen den Komponenten (Lindemann et al. 2009). Weiterhin tritt aufgrund der unterschiedlichen

## Vorgehen

Um die formulierten Forschungsfragen zu beantworten, wird im Rahmen des Teilprojektes ein Framework zur Analyse und Evaluation verwendet



**Abb. 4: Framework zur Analyse und Evaluation**

(Abbildung 4).

Im ersten Schritt wird zunächst das zu betrachtende System inklusive der Systemziele, der räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen sowie der zugehörigen Stakeholder definiert und damit die Grundlage für die spätere Modellierung gelegt. Anschließend werden mithilfe entsprechender Ansätze des Model-based Systems Engineering, wie beispielsweise der Modellierungssprache SysML, sowohl die Struktur als auch das Verhalten des soziotechnischen Systems und der betrachteten Interaktionen modelliert.

Im zweiten Schritt werden dynamische Simulationsmodelle des Systemverhaltens implementiert. Hierzu sind geeignete Simulationsansätze auszuwählen, beispielsweise System Dynamics, Agent Based Modeling oder Social Network Analysis. Parallel zur Implementierung des dynamischen Modells werden Kennzahlen definiert, mithilfe derer die Erreichung der festgelegten Systemziele bzw. der Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems sowie der einzelnen Teilsysteme gemessen und bewertet wird.

Darüber hinaus werden Ansätze zur Optimierung und Evaluation von Produkt-Service Systemen in seiner dynamischen Umgebung und verschiedene operationale Testszenarios entwickelt, um Schwachstellen der Produkt-Service Systeme zu ermitteln. Die ermittelten Optimie-

rungsmaßnahmen können Änderungen auf Ebene der Struktur oder des Verhaltens im System erfordern. Zur Systemoptimierung werden die Auswirkungen der strategischen Alternativen im System auf die definierten Kennzahlen identifiziert und bewertet. Auch verschiedene Arten von Unsicherheiten müssen in diesem Schritt berücksichtigt werden.

### Schnittstellen zu anderen Teilprojekten

Im Folgenden werden kurz die Schnittstellen und Kooperationen des Teilprojektes A10 mit den restlichen Teilprojekten des Sonderforschungsbereiches 768 aufgezeigt.

Das Teilprojekt A10 baut auf den Ergebnissen anderer Teilprojekte im Sonderforschungsbereich 768 auf und verwendet diese weiter. So werden beispielsweise Modelle aus Teilprojekt A2 genutzt und in den Modellierungsansatz des Teilprojektes A10 transferiert. Vorhandenes Wissen aus Teilprojekt A3 kann zum Aufbau von Verständnis über die zu entwickelnden dynamischen Simulationsmodelle genutzt werden. Teilprojekt A6 liefert Input durch das entwickelte modulbasierte strukturelle Modellierungskonzept und in Zusammenarbeit mit Teilprojekt C3 werden Szenarios nutzerbasierter Änderungen zur Systemoptimierung und Analyse von deren Auswirkungen entwickelt. Gleichzeitig profitieren andere Teilprojekte von den erarbeiteten Ergebnissen aus A10. Teilprojekt A2 erhält entwickelte DSM/DMM-Systemmatrizen der Produkt-Service Systemstruktur zur Untersuchung struktureller Abhängigkeiten und A3 erhält die erstellten Modelle zur Untersuchung grundlegender systemtheoretischer Aspekte. Teilprojekt A6 erhält Anforderungen aus der Systemoptimierung durch organisationale Änderungen, welche Produkt-Service Systeme beeinflussen.

### Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des Teilprojektes A10 „Analyse der Dynamik zyklischer Interaktionen in Produkt-Service Systemen“ wird das dynamische Verhalten zyklischer Interaktionen und die damit verbundene Komplexität in soziotechnischen Systemen, in denen PSS

eingebettet sind, untersucht. Dabei wird die Betrachtung um Aspekte und Teilsysteme wie Nutzer, Lieferanten und weitere Organisationen und Institutionen erweitert, welche mit Produkt-Service Systemen interagieren. Dieser Aspekt der Entwicklung von Produkt-Service Systemen wurde in der bisherigen Forschung nur eingeschränkt betrachtet. Das Teilprojekt A10 zielt darauf ab, den Aspekt des Systems Engineering im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 768 zu stärken und durch dynamische Simulationsmodelle neuartige Modellierungsansätze in die bisherigen Ergebnisse einzubringen. Langfristig gesehen soll somit durch die Identifizierung von Modellierungs- und Analyseansätzen der erste Schritt zur Integration von technischen mit sozialwirtschaftlichen und politischen Modellen sowie Modellen des menschlichen Verhaltens im Rahmen des Model-Based Systems Engineering erfolgen.

### Referenzen

- Lindemann, U.; Maurer, M., Braun, T.: Structural Complexity Management. Berlin. Springer (2009).  
 Mostashari, A.; Sussman, J.: A Framework for Support of Analysis Design and Management of CLIOS. International Journal of Decision Support System Technology. 1 (2009) 2.  
 Senge, P.: The Fifth Discipline. New York. Doubleday (1990).  
 Sussman, J. Toward Engineering Systems as a Discipline. MIT Engineering Systems.



### Schlagwörter

- Soziotechnische Systeme
- Dynamisches Verhalten
- Komplexität

### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christoph Hollauer  
 Tel. 089 289-15136  
 hollauer@pe.mw.tum.de

# Umgang mit Zyklen der Entwicklungprozessdurchführung in der Praxis – Technisches Änderungsmanagement

Das Teilprojekt B1 beschäftigt sich unter anderem mit Zyklen der Prozessdurchführung innerhalb der Entwicklung, d.h. mit technischen Änderungen. Im kontinuierlichen Austausch zwischen industrieller Praxis und Forschung in einem Industriearbeitskreis werden Herausforderungen identifiziert und Lösungsansätze entwickelt. Eine weiterführende Interviewstudie konzentriert sich darüber hinaus auf die unterschiedlichen unternehmensspezifischen Aspekte im technischen Änderungsmanagement.

Nepomuk Chucholowski  
Martina Wickel

Die zyklensorientierte Planung und Koordination von Entwicklungsprozessen adressiert Iterationen und technische Änderungen als spezifische Ausprägungen von Zyklen in der Entwicklung von Produkt-Service Systemen (PSS). Für eine effiziente Abwicklung von technischen Änderungen müssen die Organisation, der Änderungsprozess und unterstützende Tools aufeinander abgestimmt sein und in das jeweilige Unternehmen eingebettet sein.

## Motivation und Zielsetzung des Teilprojekts

Zyklen in Entwicklungsprozessen nehmen einen sehr großen Anteil der in den Unternehmen verfügbaren Entwicklungsressourcen ein. Im Teilprojekt B1 werden daher drei Hauptergebnisse verfolgt, welche den effizienten und effektiven Umgang mit Zyklen unterstützen sollen:

Erstens, eine Bewertungs- und Entscheidungsunterstützung, welche Unternehmen beim reaktiven Umgang mit Zielabweichungen unterstützen soll. Des Weiteren wird eine Methode entwickelt, welche retrospektiv Zyklen analysieren und bewerten kann um neue Erkenntnisse über unternehmensspezifische Zyklen zu erhalten. Diese Erkenntnisse helfen u.a. das dritte Ergebnis zu erarbeiten: eine präskriptive Planung von Mess- und Entscheidungszyklen.

## Industriearbeitskreis zum Änderungsmanagement

Das Thema des mittlerweile fünften Treffens im Arbeitskreis Änderungsmanagement im November 2013 war „Tool-Unterstützung im Änderungsmanagement“ mit dem

Ziel unterschiedliche in der Industrie eingesetzte Rechnerwerkzeuge zu identifizieren und Handlungsbedarfe für ein rechnerunterstütztes Änderungsmanagement abzuleiten. Eine Rechnerunterstützung kann dabei einerseits zur Dokumentation aller Informationen, die mit einer technischen Änderung verknüpft sind, und andererseits zur Kommunikation dieser Informationen erfolgen. Während des Durchlaufs einer technischen Änderung werden unterschiedliche Informationen erzeugt und benötigt. Dies wird bei der Betrachtung der zu durchlaufenden Phasen einer Änderung deutlich:

- **Identifikation** der Zielabweichung (Änderungsbedarf);
- **Vorbereitung** Änderungsantrag (Auswirkungsanalyse für Handlungsoptionen);
- **Entscheidung** über Implementierung;
- **Durchführung** der Änderung;
- **Kontrolle** (Zielerreichung, Ableitung von Lessons Learned).

Eine Rechnerunterstützung kann dabei für die Aktivitäten Erstellung, Verarbeitung, Freigabe, Durchführung, Kontrolle und Kommunikation erfolgen. Wie die Ergebnisse unserer Änderungsmanagement-Studie 2012 zeigen, ist die Nutzung von Softwarelösungen zur Kommunikation von Änderungen jedoch gering im Vergleich zum direkten formellen oder informellen Austausch.

Um die betrachteten Tools im Arbeitskreis zu klassifizieren, werden zunächst die Aspekte Ablaufunterstützung und Funktionalität unterschieden. Ablaufunterstützende Systeme geben den Workflow im Änderungsdurchlauf vor und begleiten diesen - im Gegensatz zu anderen Tools wie z. B. ein einzelnes Doku-

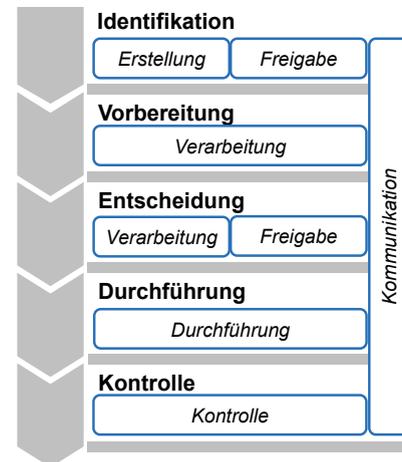


Abb. 5: Beispiel für rechnerunterstützte Aktivitäten in den Phasen eines Änderungsdurchlaufs. Zitationsnetzwerks von Patenten über zwei Technologiefelder (rot und blau)

ment, in dem lediglich Informationen abgelegt werden und das manuell den zu informierenden Stellen zur Verfügung gestellt werden muss. Der Funktionsumfang eines Tools kann die reine Dokumentation von Informationen oder die zusätzliche (automatisierte) Weiterverarbeitung von Informationen beinhalten. Folglich mögliche Unterstützungsfunktionen sind:

- Bereitstellung von Templates und Leitlinien;
- Verwaltung von Rollen und Gruppen;
- Verwaltung von Status, Konditionen und logischen Beziehungen zwischen Änderungen;
- Überblick über alle Änderungen inkl. Änderungsabhängigkeiten;
- Zugriffssteuerung (Lese- und Schreibrechte);
- Gezielte Unterstützung von Entscheidungen (Bereitstellung der

- jeweils relevanten Informationen);
- Kategorisierung und Priorisierung von Änderungen;
- Unterstützung zur Bewertung der Änderungsauswirkungen, -risiken und -Erfolgschancen;
- Automatische Weiterleitung von Informationen;
- Automatische Ausleitung von Arbeitsanweisungen.

Weiter können Systeme basierend auf Standardsoftware (z. B. Microsoft Excel), spezialisierte Änderungsmanagementsysteme und integrierte Systeme (z. B. PDM- oder ERP-Systeme mit Funktionen zum Änderungsmanagement) unterschieden werden.

Die eingesetzten Tools im Änderungsmanagement der Unternehmen im Arbeitskreis sind sehr vielfältig. Sie reichen von einfachen Listen über Lösungen, in denen Workflowmanagement-Systeme an die jeweiligen Anforderungen angepasst sind, bis hin zu eigens erstellten Programmen, die den Änderungsdurchlauf durchgängig begleiten. Als mögliches Potential durch Rechnerunterstützung wird unter anderem ein an einen Änderungsfall individuell angepasster Workflow bzgl. Informationsfluss, Entscheidungssequenz und terminlicher Umsetzungsabstimmung gesehen. Ein weiteres Potential birgt die rechnergestützte Abschätzung von Änderungsauswirkungen (v.a. Kosten).

Im Arbeitskreis wurde jedoch auch das Dilemma zwischen vorgegebenen Workflow und eigenverantwortlicher Abarbeitung von Änderungsdurchläufen diskutiert. Die strikte Einhaltung von Abläufen minimiert zwar Fehlerrisiken, kann aber ineffizient sein und dazu führen, dass im Änderungsprozess involvierte Personen nicht mehr eigeninitiativ „nachdenken“ sondern sich vollkommen auf das System verlassen.

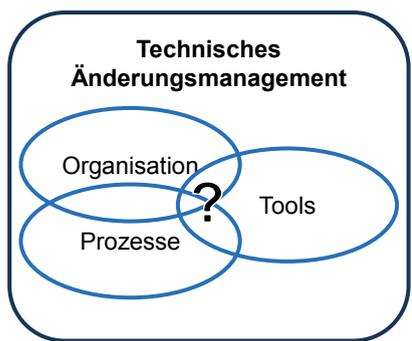
Generell sind die Möglichkeiten zum Einsatz von Software-Tools im Änderungsmanagement von vielen unternehmensspezifischen Aspekten abhängig. Um diese im Detail zu untersuchen sowie weitere und tiefere Einblicke in die Herausforderungen

der Industriepartner zu erhalten, werden aktuell Einzelinterviews mit Partnern aus der Industrie durchgeführt.

### Weiterführende Interviewstudie

Im Rahmen einer Interviewstudie wurden bisher sechs semistrukturierte Interviews durchgeführt. Das Ziel der Interviews ist es, tiefgehende Einblicke in das Änderungsmanagement verschiedener Unternehmen zu erhalten. Insbesondere sollen Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen der Organisation des Änderungsmanagements, eingesetzter Tools und dem Änderungsprozess analysiert werden. Die teilnehmenden Interviewpartner stammen aus sehr unterschiedlichen Branchen (z. B. Medizintechnik, Nutzfahrzeug- oder Konsumgüterbranche) und haben unterschiedliche Positionen in den Unternehmen inne. Die Unternehmen unterscheiden sich zudem stark hinsichtlich der Unternehmensgröße und Komplexität des Produkts, so dass im Rahmen der Interviews viele Facetten des Änderungsmanagements deutlich werden.

Die Interviews beginnen jeweils mit einer kurzen Einführung zum Sonderforschungsbereich 768 und im speziellen zum Teilprojekt B1. Dadurch sollen vor allem das gemeinsame Verständnis über Begrifflichkeiten und der Thematik aufgebaut werden. Anschließend werden die Rahmenbedingungen und Organisationsstruktur des Änderungsmanagements in dem jeweiligen Unternehmen erfragt. Diese erscheinen nach ersten Erkenntnissen den größ-



**Abb. 6: Organisation, Prozesse und eingesetzte Tools im Änderungsmanagement hängen stark voneinander ab**

ten Einfluss auf die gesamte Abwicklung von technischen Änderungen zu haben. Auch der Einsatz von Tools ist stark daran gekoppelt.

Der Aufbau des anschließenden Interviewteils ist an unserem Änderungsprozess orientiert, welcher in der letzten Ausgabe der „ZM aktuell“ bereits detailliert vorgestellt wurde. Demnach beginnt das Interview mit Fragen zu Ursachen und Auslöser von Zielabweichungen bei der Entwicklung von PSS und der Bewertung der Situation der Zielabweichung. Anschließend werden Methoden zur Auswirkungsabschätzung thematisiert. Hierbei zeigt sich, dass die meisten Unternehmen keine Methoden zur Auswirkungsabschätzung einsetzen, sondern die Abschätzung rein erfahrungsbasiert erfolgt und entsprechende erfahrende Mitarbeiter eingebunden werden. Anschließend werden Fragen bezüglich der durchzuführenden Entscheidung über eine Änderung gestellt – wann, wie, mit welchen Informationen und Kriterien und mit welcher Art von Dokumentation. Die Mehrheit der Unternehmen setzt hierzu bei größeren Änderungsumfängen Entscheidungsgremien ein, welche in regelmäßigen Zeitabständen einberufen werden. Des Weiteren geht es um das Thema Lernen und die dazu notwendige Art der Dokumentation, Reviews und der Wissensweitergabe. Abschließend wird eine offene Diskussion über spezifische Herausforderungen, die der Befragte in der Zukunft für das Unternehmen sieht, eingeleitet und mögliche Strategien zu deren Umgang diskutiert.

### Resümee und Ausblick

Der Arbeitskreis ermöglicht einen regen Austausch zwischen Forschung und industrieller Praxis, um Herausforderungen zu identifizieren und Lösungsansätze zu entwickeln. Auch der offene Austausch untereinander wird von den Teilnehmern aus der Industrie sehr geschätzt. Trotzdem sind die Ausprägungen des technischen Änderungsmanagements in der Industrie häufig sehr unterschiedlich, weshalb es wichtig ist die unternehmensspezifischen Aspekte im technischen Änderungsmanagement im Detail zu untersuchen. Dies

wird durch eine Interviewserie mit Partnern aus der Industrie bewerkstelligt. In einer anschließenden Aufbereitung der Erkenntnisse sollen die unterschiedlichen Aspekte strukturiert dargestellt und Best-Practices für ein unternehmensspezifisches Änderungsmanagement abgeleitet werden.

Interessenten, die an den Treffen des Industriearbeitskreises oder der Interviewstudie teilnehmen möchten,

sind jederzeit herzlich eingeladen.



#### Schlagwörter

- Technisches Änderungsmanagement
- Tool-Unterstützung
- Interviewstudie

#### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Nepomuk Chucholowski  
Tel. 089 289-15136  
chucholowski@pe.mw.tum.de

## Der SFB 768 auf der Hannover Messe 2014

**Zwischen 7. und 11. April stellte der Sonderforschungsbereich 768 seine Forschungsergebnisse einem breiten Publikum aus Industrie, Wissenschaft und interessierter Öffentlichkeit auf der Hannover Messe 2014 vor. Auch in diesem Jahr war das „PSSycle“ wieder als Demonstrator mit dabei.**

*Konstantin Kernschmidt  
Timo Frank*

Der SFB 768 erhielt durch Herrn Charles Kern auch in diesem Jahr wieder die Möglichkeit auf dem Gemeinschaftsstand Bayern Innovativ der Hannover Messe auszustellen.

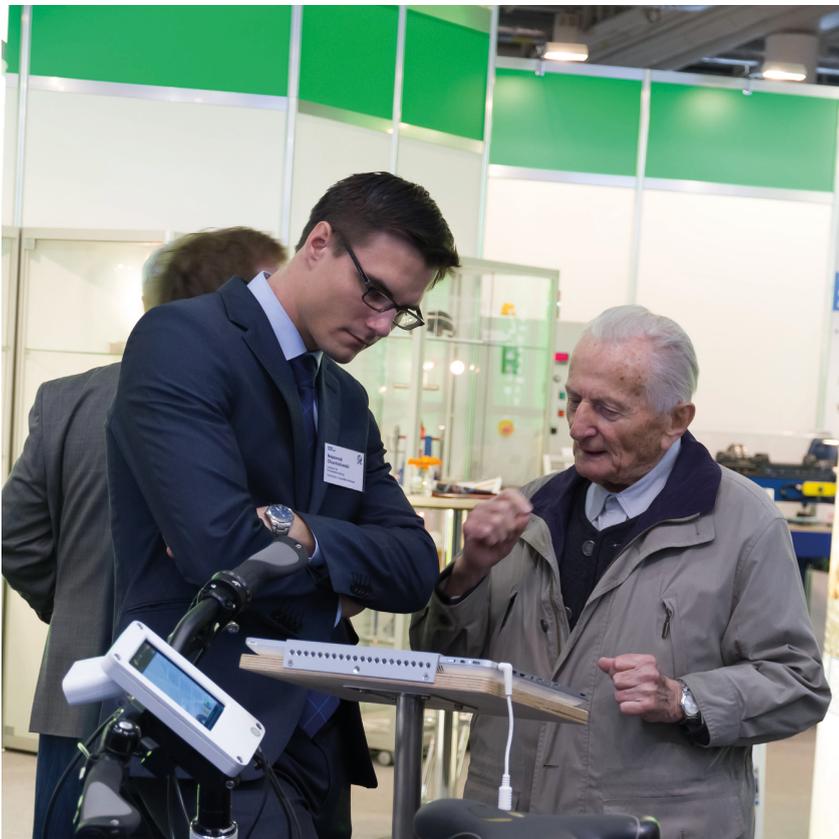
Die weltgrößte Industriemesse bündelt die Schlüsseltechnologien aus Industrie und Forschung und bietet durch die Zusammenfassung von elf internationalen Leitmesse einen übergreifenden Überblick über die gesamte Wertschöpfungskette

#### Besucher

Wie in den letzten Jahren konnten interessierte Messebesucher sich umfassend am SFB Stand über die aktuellen Arbeiten informieren (Abbildung 7). Einen großen Prozentsatz der Interessierten machten auch dieses Jahr fachfremde Besucher aus. Hier konnten die SFB-Vertreter am Stand viel Öffentlichkeitsarbeit leisten und den SFB anschaulich, interessant und vor allem verständlich Themenfremden erläutern.

Neben den zahlreichen interessierten Messebesuchern sind dieses Jahr zwei Personen gesondert zu erwähnen. Besondere Gäste waren 2014 die CSU Politikerin Frau Ilse Aigner und der Geschäftsführer der TU9 Herr Venio Piero Quinque. Frau Aigner verbrachte über eine Stunde auf dem Gemeinschaftsstand Bayern Innovativ und überzeugte sich von der hohen Qualität der ausgestellten Produkte und Lösungen. Herr Quinque informierte sich ausgiebig über den SFB 768 und bot an zukünftige SFB Veranstaltungen innerhalb der TU9 zu verbreiten, um einen Wissensaustausch über die Lehre hinaus zu initiieren.

Durch die öffentlich sichtbare Präsenz des SFB 768 konnten auch wieder Kontakte zu neuen potentiellen Kooperationspartnern geknüpft werden. Für Fachbesucher lag das Interesse besonders auf der interdisziplinären Ausrichtung des SFB 768, was



**Abb. 7: Gute Öffentlichkeitsarbeit auch bei fachfremden Besuchern**



**Abb. 8: Der SFB 768 – Stark vertreten am Stand von Bayern Innovativ auf der Hannover Messe 2014**

ihn von vielen anderen Forschungsprojekten unterscheidet. Das große Interesse und die positive Resonanz bei Besuchern aller Altersgruppen sowie mit unterschiedlichem technischen Hintergrundwissen zeigt die hohe Aktualität der SFB 768 Fragestellungen.

#### **Fazit**

Auch in diesem Jahr war die Hannover Messe für den Sonderforschungsbereich 768 ein voller Erfolg, welcher neben der Vermittlung der Forschungsergebnisse auch die Akquisition von weiteren Kooperationen unterstützte. Mit den Kontakten aus der Industrie und Wissenschaft konnte zudem das Zyklusmanagement von Innovationsprozessen in der nationalen und internationalen

Wissenschafts- und Wirtschaftsge-meinde sichtbar gemacht werden.



#### **Schlagwörter**

- Öffentlichkeitsarbeit
- Hannover Messe 2014
- Wissenstransfer

#### **Ansprechpartner**

Dipl.-Ing. Konstantin Kernschmidt  
Tel. 089 289-16422  
kernschmidt@ais.mw.tum.de

## **Zyklusorientierte Bewertung und Planung von Technologieketten und Betriebsmitteln für Montageprozesse**

**Die steigende Dynamik und Komplexität der Märkte führen zu einer häufigen Anpassung von Montageprozessen. Ziel des Transferprojekts T2 ist daher die Entwicklung eines Leitfadens in Form eines Vorgehensmodells zur zyklusorientierten Planung und Bewertung von Technologieketten und Betriebsmitteln für Montageprozesse durch Verknüpfung der Ergebnisse einzelner Teilprojekte des SFB 768. Dabei sollen primär die in den Teilprojekten A3, A7, B3, B4, B5 und C2 entwickelten Methoden und Modelle validiert, weiterentwickelt und die gewonnenen Erkenntnisse in den SFB 768 zurückgeführt werden.**

*Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart  
Josef Greitemann*

#### **Motivation**

Produzierende Unternehmen stehen in Hochlohnländern infolge der Globalisierung unter einem permanenten Kostendruck, begleitet von der Forderung des Kunden nach qualitativ hochwertigen, marktgerechten Produkten in immer kürzeren Innovationszyklen. Um im globalen Wettbewerb erfolgreich zu bestehen, sind Unternehmen gefordert, die ihnen zur Verfügung stehenden Produktionstechnologien (im Folgenden Technologien genannt) effektiv und effizient einzusetzen. Aufgrund ihrer evolutionären Entwicklung befinden sich die Technologien in einem ständigen Wandel, der sich beispielsweise durch eine Änderung

des Wettbewerbspotentials oder der Reife äußert. Infolge dieses Wandels existiert ein dynamisches Spektrum an verfügbaren Technologien. Da Produkte in der Regel nicht durch eine einzelne Technologie, sondern durch eine Kombination mehrerer Technologien hergestellt werden, gilt es ferner, Technologieketten zu betrachten. Eine Technologiekette bezeichnet dabei die Verknüpfung betriebsmittelunabhängiger Technologien ohne Berücksichtigung von Transport-, Handhabungs- und Lagerschritten.

Um Prozesse analysieren, planen und realisieren zu können, sind den Technologien einer Technologiekette Betriebsmittel zuzuordnen. Die Integration einer oder mehrerer Technologien in einem Betriebsmittel ist für die Herstellung eines Produktes er-

forderlich. Aus diesem Grund ist die Betrachtung von Technologien und Technologieketten um die der Betriebsmittel zu erweitern.

Für Unternehmen ist es entscheidend festzustellen, ob die eingesetzten Technologien, Technologieketten und Betriebsmittel noch geeignet sind oder ob Alternativen existieren, welche die Anforderungen und Aufgaben im Rahmen der Leistungserstellung besser erfüllen.

Die Überprüfung dieser Anforderungen ist insbesondere in der Montage relevant, da die Einführung neuer oder Änderung bestehender Produkte eine Anpassung der Montageinhalte mit sich führt. Zusätzliche Produktausstattungen unterliegen im Vergleich zum Basisprodukt einem kürzeren Produktlebenszyklus, sodass die mit kurzlebigeren Kom-

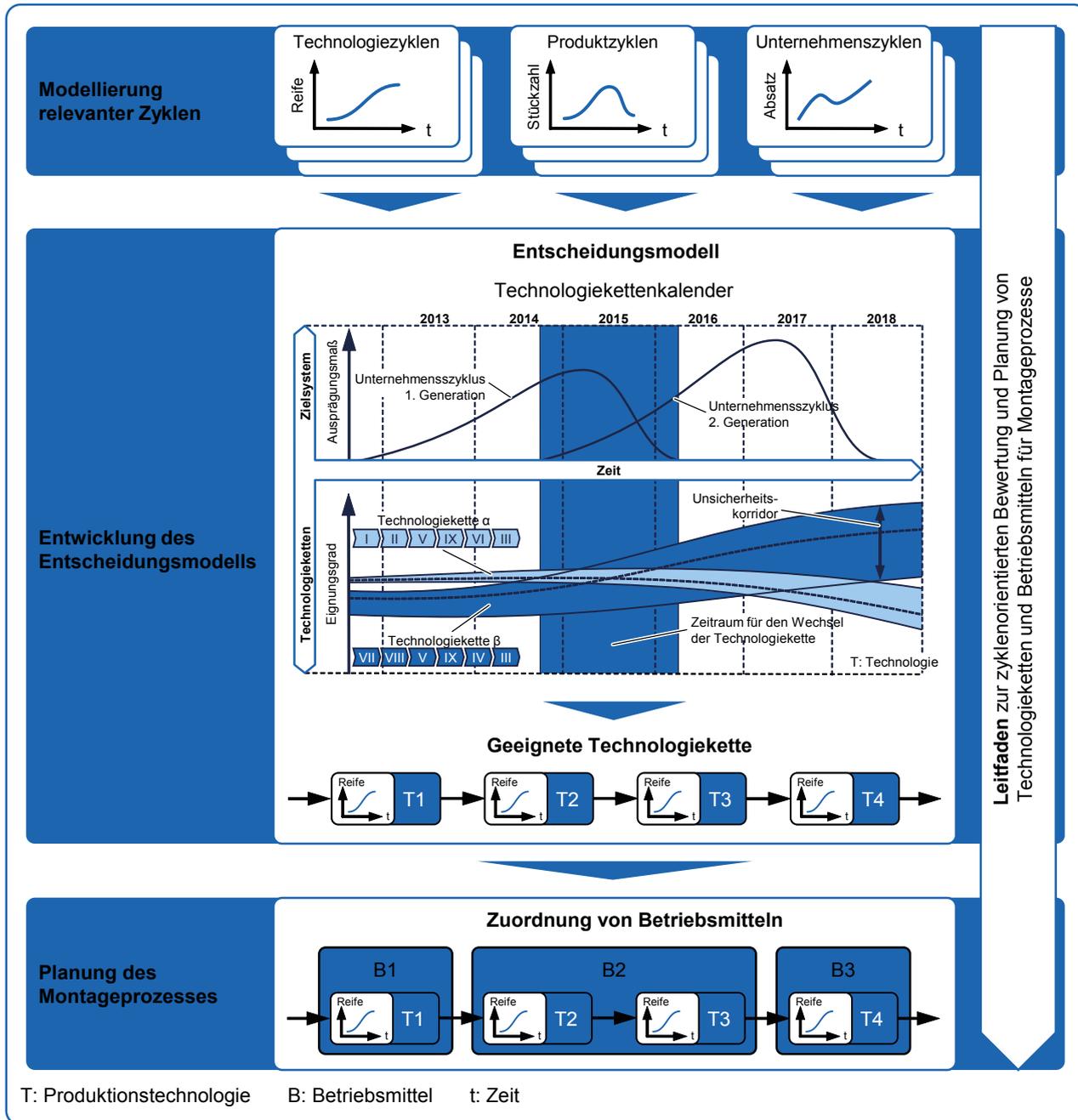


Abb. 9: Thematische Schwerpunkte des Transferprojekts T2

ponenten einhergehenden Anforderungswechsel eine notwendige Anpassung des Montageprozesses sowie der Betriebsmittel induzieren. Zur zyklensorientierten Planung von Montageprozessen müssen sowohl neue als auch noch nicht im Unternehmen vorhandene Technologien identifiziert und bewertet sowie zu Technologieketten verknüpft und ausgewählt werden. Ebenso sind entsprechende Betriebsmittel zur Nutzung dieser Technologien zu identifizieren, zu bewerten und den jeweiligen Technologien zuzuweisen.

### Bewertung und Planung von Technologieketten und Betriebsmitteln

Ziel des Transferprojekts T2 ist die Entwicklung eines Leitfadens zur zyklensorientierten Bewertung und Planung von Technologieketten und Betriebsmitteln für Montageprozesse. Dafür werden Methoden und Modelle der Teilprojekte A3, B3, B4, B5 und C2 aufgegriffen, für den Einsatz in der industriellen Praxis angepasst und bei Bedarf erweitert. Zur Zielerreichung müssen dabei die in Abbildung 9 dargestellten thematischen Schwerpunkte bearbeitet werden. Der erste Schwerpunkt bei der Ent-

wicklung eines Vorgehens zur Auswahl einer geeigneten Technologiekette liegt in der Modellierung der entscheidungsrelevanten Zyklen. „Geeignet“ bedeutet in diesem Kontext die über den Planungshorizont gesehene bestmögliche Erfüllung von Zielvorgaben. Bei diesen lassen sich Technologie-, Produkt- und Unternehmenszyklen differenzieren. Jede Zyklus-kategorie umfasst dabei mehrere entscheidungsrelevante Merkmale, deren Ausprägungen abhängig von der Zeit abgebildet werden. Bei der Modellierung der Zyklen müssen zunächst, sofern vorhanden, die historischen Verläufe der

Merkmale recherchiert werden. Mit geeigneten Verfahren lässt sich daran anschließend eine Prognose der zukünftigen Technologieentwicklungen unter Berücksichtigung von Unsicherheiten durchführen.

Die modellierten Zyklen sind Eingangsgrößen für ein Entscheidungsmodell, dessen Entwicklung den zweiten Schwerpunkt des Transferprojekts T2 darstellt. Das Modell ist Grundlage für ein transparentes Vorgehen zur Auswahl der bestmöglichen Technologiekette aus einer Menge zuvor generierter Alternativen. Ein grundlegender Bestandteil des Entscheidungsmodells ist der Technologiekettenkalender, mit dessen Hilfe die Technologie-, Produkt- und Unternehmenszyklen synchronisiert werden.

Der dritte Schwerpunkt ist die Planung des Montageprozesses, dessen Basis die ausgewählte Technologiekette darstellt. Für die einzelnen Technologien der Kette werden die bestmöglichen Betriebsmittel anhand eines Bewertungsmodells ausgewählt und diesen zugeordnet.

Zuletzt wird das gesamte Vorgehen zur zyklusorientierten Bewertung

und Planung von Technologieketten und Betriebsmitteln in einem Leitfaden zusammengefasst.

### Zusammenfassung

Die Ausgangssituation des Industriepartners zeigt eine Nutzfahrzeugmontage, in der neben einer Vielzahl an Basisfahrzeugstrukturen Ausstattungskomponenten mit unterschiedlich langen Produktlebenszyklen montiert werden. Das Entfallen alter oder das Einführen neuer Ausstattungskomponenten zieht folglich immer eine partielle Anpassung der Montageprozesse nach sich. Diese Anpassungen erlauben es dem Industriepartner, Technologien zu substituieren oder zu ergänzen, um die Effektivität und Effizienz des Montageprozesses zu steigern. Die Herausforderung für den Industriepartner besteht darin, unter Berücksichtigung montagerelevanter Zyklen, wie dem Produkt- und Technologielebenszyklus, den Montageprozess gezielt anzupassen.

Dementsprechend ist das Ziel des Transferprojekts T2, die Montageplanung des Industriepartners zu befähigen, den bestmöglichen Mon-

tageprozess unter Einbeziehung zukünftiger Änderungen zu identifizieren und zu gestalten. Dazu wird vornehmlich auf den Forschungsergebnissen der Teilprojekte A3, A7, B3, B4, B5 und C2 aus der ersten und zweiten Förderphase aufgebaut. Die einzelnen Methoden und Modelle werden fortlaufend anhand von Praxisbeispielen aus der Montageplanung erprobt, weiterentwickelt und in den SFB 768 zurückgeführt.



### Schlagwörter

- Strategische Technologieplanung
- Betriebsmittelplanung
- Zyklen

### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Josef Greitemann  
Tel. 089 289-15578  
josef.greitemann@iwb.tum.de

## Kaminabend mit dem Entwicklungsvorstand von BMW

**Im Rahmen des MGK lud der SFB 768 am 3. April 2014 zu einem weiteren Kaminabend ein, um den Austausch zwischen Forschung und Industrie zu fördern.**

*Jonas Koch  
Christian Plehn*

Regelmäßiger Austausch zwischen Forschung und Industrie zu aktuellen Themen ist und bleibt ein Schlüsselfaktor für den beiderseitigen Erfolg. Vor diesem Hintergrund durfte der SFB 768 im April 2014 Herrn Dr. Herbert Diess, Entwicklungsvorstand bei BMW, zu einem Kamingespräch an der TUM begrüßen. Auf der Agenda standen dabei nicht nur zukünftige Herausforderungen im Innovationsmanagement produzierender Unternehmen, sondern auch aktuelle

Entwicklungen in Organisation und Prozessen bei der Einführung neuer Antriebskonzepte. In der Gesprächsrunde mit Vertretern von BMW sowie Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeitern der TUM wurden dabei vor diesem Hintergrund insbesondere auch die neuesten Erkenntnisse in der Forschung zum Zyklusmanagement von Innovationsprozessen reflektiert und kritisch diskutiert. Dabei kristallisierte sich die Erkenntnis heraus, dass ein effektives und effizientes Management von Innovationsprozessen heute und auch in Zukunft einer der wesentlichen Erfolgsfaktoren

für wirtschaftlichen Erfolg ist und bleiben wird.



### Schlagwörter

- Öffentlichkeitsarbeit
- BMW Entwicklungsvorstand
- Wissenstransfer

### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Jonas Koch  
Tel. 089 289-15544  
jonas.koch@iwb.tum.de

# Interdisziplinäre Forschung und deren Übertragung in die unternehmerische Praxis – Betrachtung der erweiterten Wirtschaftlichkeit im Sonderforschungsbereich 768

Es ist eine große Herausforderung, Ergebnisse aus interdisziplinären Forschungsprojekten in die unternehmerische Praxis zu übertragen. Innerhalb des interdisziplinären Sonderforschungsbereichs 768 versucht der Arbeitskreis ‚Erweiterte Wirtschaftlichkeit‘ eine Brücke zwischen Wissenschaft und Praxis zu schlagen, indem die Ergebnisse der einzelnen Teilprojekte bezüglich ihres Einflusses auf die erweiterte Wirtschaftlichkeit von Unternehmen evaluiert und für die Verwendung in der Praxis aufbereitet werden. In diesem Beitrag wird das Vorgehen des Arbeitskreises erläutert. Zudem werden auf Basis bestehender Literatur zu interdisziplinärem Arbeiten und der Erfahrungen im Arbeitskreis Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für interdisziplinäre Projekte erarbeitet.

Stephanie Preißner  
Kathrin Füller

## Relevanz

Interdisziplinäre Forschung eröffnet eine Vielzahl an Herangehensweisen an eine Problemstellung (Metzger, Zare 1999) und hat sich als geeignet erwiesen, Ergebnisse mit hohem Neuheitsgrad hervorzubringen (Dogan, Pahre 1990). Interdisziplinarität bringt aber auch Herausforderungen mit sich. Ergebnisse interdisziplinärer Forschung in die Praxis zu übertragen ist schwierig – die Erkenntnisse sind praktisch meist nicht ad hoc anwendbar. Sowohl zwischen den Einzeldisziplinen, als auch zwischen Wissenschaft und Praxis gibt es Differenzen im Hinblick auf die Kultur, Terminologien und die Zielsetzung, an der Ergebnisse gemessen werden (Bartunek 2007). Unterschiedliche Ansichten und Annahmen erschweren kollaboratives Lernen und Arbeiten (Payne 1999). Mit Bezug auf diese Herausforderungen fordert Boyer (1990) eine integrative Forschung, die isolierte Ergebnisse in Bezug und Kontext zur relevanten Realität setzt. Diese Integration umfasst zum einen verschiedene wissenschaftliche Einzeldisziplinen, aber auch ein nicht-wissenschaftliches Publikum. Der Sonderforschungsbereich 768 ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, in dem Mitarbeiter von zwei Universitäten, vier Fakultäten und sieben Lehrstühlen innerhalb von 15 Teilprojekten zusammen arbeiten. Ziel des Sonderforschungsbereiches ist die Untersuchung des Zyklusma-

agements von Innovationsprozessen mit Fokus auf Produkt-Service-Systeme (PSS).

Der Arbeitskreis „Erweiterte Wirtschaftlichkeit“ soll innerhalb des Projekts eine Brücke zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und unternehmerischer Praxis schlagen. Im Arbeitskreis kommen Bearbeiter aller Teilprojekte in regelmäßigen Abständen zusammen, um eine kontinuierliche Vernetzung und Integration der TP Ergebnisse zu gewährleisten. Ziel des Arbeitskreises ist eine integrierte Betrachtung und Aufbereitung der 15 Teilprojekt-Ergebnisse mit Hinblick auf deren unmittelbaren und mittelbaren ökonomischen Einfluss für Hersteller von Produkt-Service Systemen.

## Anforderungen

Der Arbeitskreis ‚Erweiterte Wirtschaftlichkeit‘ nutzt ein Kennzahlen- und Steuerungssystem, um den ökonomischen Einfluss der Teilprojektergebnisse abzubilden und zu analysieren. Dieses System muss insbesondere drei Anforderungen erfüllen: Im Zuge der Interdisziplinarität soll es erstens in der Lage sein, Modelle und Wirkzusammenhänge aus den verschiedenen Disziplinen zu erfassen. Zweitens wird ein System benötigt, das nicht nur den direkten Einfluss der Modelle auf traditionelle Finanzkennzahlen, sondern auch qualitativere Zielgrößen erfasst, die durch die Teilprojekt-Ergebnisse beeinflusst werden. Mit Bezug auf die Anwendbarkeit in der Wirtschaft sollte drittens ein System genutzt wer-

den, das in der unternehmerischen Praxis bekannt und etabliert ist, um interessierten Praxispartner einen Anknüpfungspunkt zu bieten. Zu diesem Zweck wurde mit der Balanced Scorecard ein Steuerungssystem gewählt, das diese drei Anforderungen erfüllt. Die Balanced Scorecard ist ein in der unternehmerischen Praxis etabliertes strategisches Managementsystem, das sowohl finanzielle, als auch nicht finanzielle Kennzahlen beinhaltet (Kaplan, Norton 1992). Sie erweitert traditionelle finanzielle Steuerungssysteme um drei weitere Perspektiven – die Kundenperspektive, interne Prozesse sowie Lernen und Wachstum. Die Kenngrößen innerhalb dieser Perspektiven können untereinander vernetzt und zueinander in Beziehung gesetzt werden (Kaplan, Norton 1992) – dadurch ist nicht nur die Abbildung unmittelbarer, sondern auch mittelbarer Einflussfaktoren möglich. Die spezifischen Kennzahlen innerhalb der Balanced Scorecard sind nicht vorgegeben, sondern lassen sich flexibel nach Anforderungslage auswählen und anpassen. Dadurch eignet sie sich dazu, unterschiedliche Perspektiven der einzelnen Teildisziplinen zu erfassen.

## Bisheriges Vorgehen

Um den ökonomischen Einfluss der Einzelprojekte mit Hilfe dieses Steuerungsinstrument messbar zu machen, folgt der Arbeitskreis einem integrierten Bottom-Up und Top-Down Ansatz. Die Bottom-Up Logik repräsentiert dabei die Perspektive der

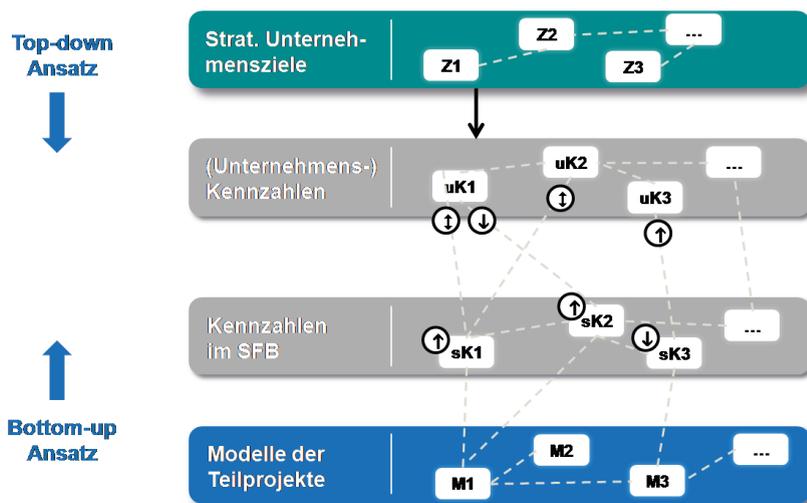


Abb. 10: Integration von Top-Down und Bottom-Up Ansatz

Einzelprojekte im Sonderforschungsbereich. Die Top-Down Logik hingegen spiegelt die Perspektive der Praxis wider (siehe Abbildung 10). Innerhalb der Bottom-Up Vorgehensweise haben die Teilprojekte spezifische Kennzahlen / Messgrößen entwickelt, die ökonomische Wirkzusammenhänge ihrer Modelle messen und abbilden. Im Top-Down Ansatz wurden auf Basis bestehender Konzepte zur Balanced Scorecard spezifische Kenngrößen zur Messung des ökonomischen Einflusses erarbeitet, die relevant mit Bezug auf das Zyklusmanagement von PSS Unternehmen sind. Die in diesem Ansatz erarbeiteten Kennzahlen sind dabei nach den vier Perspektiven der Balanced Scorecard „Finanzen“, „Kunde“, „Interne Prozesse“ und „Lernen & Wachstum“ zugeordnet, so dass jede Perspektive zwei bis vier Kennzahlenblöcke umfasst (Kaplan, Norton 1992). Die einzelnen Kennzahlen wurden innerhalb des Arbeitskreises mit allen Disziplinen eindeutig definiert, um ein einheitliches Verständnis der in der Balanced Scorecard enthaltenen Messgrößen zu generieren. Die Perspektiven aus Wissenschaft und Praxis wurden im Zuge eines Workshops der Teilprojekt-Bearbeiter zusammengebracht. In diesem Konzept wurden die SFB-spezifischen Kennzahlen aus dem Bottom-Up Ansatz mit Messgrößen aus dem Top-Down Ansatz gematcht. Durch dieses Matching kann die Brücke zwischen unternehmerischer Praxis und Forschung hergestellt werden, die

eine Übertragung der Forschungsergebnisse in die Praxis ermöglicht.

### Weiteres Vorgehen

Bis zum Ende der zweiten Förderperiode setzt sich der Arbeitskreis ‚Erweiterte Wirtschaftlichkeit‘ schwerpunktmäßig mit der Darstellung der Ergebnisse des Arbeitskreises auseinander. Eine nutzerfreundliche und verständliche Darstellung der Ergebnisse ist wichtige Voraussetzung für die Anwendbarkeit in der Praxis. Der Arbeitskreis plant hierfür ein digitales Visualisierungstool, um Praxisvertretern den Zugang zu den Arbeitskreisergebnissen zu erleichtern. Ausgehend von den zu steuernden Kenngrößen innerhalb der Balanced Scorecard werden sich Praxisvertreter über die entsprechenden ökonomischen Wirkzusammenhänge und Effekte der Teilprojekte informieren und diese nachvollziehen können.

### Herausforderungen und Handlungsempfehlungen

Übliche Hindernisse im Kontext interdisziplinärer Forschung sind unter anderem Unterschiede in Zielsetzungen, Bezugssystemen und der Kommunikation (Bartunek 2007). Innerhalb des Sonderforschungsbereichs 768 sind unterschiedliche Fachrichtungen vertreten. Diese unterscheiden sich bezüglich ihrer inhaltlichen Zielsetzung und sprachlichen Gegebenheiten. Um die Integration aller Teildisziplinen trotz dieser Hindernisse zu gewährleisten, werden im Arbeitskreis ‚Erweiterte Wirtschaftlich-

keit‘ insbesondere drei Maßnahmen ergriffen:

1. Definition gemeinsamer Ziele: Unterschiedliche Zielsetzungssysteme können zu Schwierigkeiten bei der Koordination der Maßnahmen führen. Innerhalb des Arbeitskreises ‚Erweiterte Wirtschaftlichkeit‘ wurden von Anfang an gemeinsame Ziele erarbeitet, konkretisiert, in Arbeitspakete mit Zeitplan heruntergebrochen und in einer Roadmap zur Zielerreichung festgehalten. Dies generiert ein gemeinsames Verständnis von Zielen und ermöglicht eine integrierte Maßnahmenplanung und -steuerung mit allen Teilprojekten.
2. Definition gemeinsamer Begrifflichkeiten: Die unterschiedliche Verwendung von Terminologien in Einzeldisziplinen kann zu Missverständnissen innerhalb interdisziplinärer Forschung führen. Im Arbeitskreis ‚Erweiterte Wirtschaftlichkeit‘ werden Begrifflichkeiten – z. B. die Kenngrößen im Zuge der Balanced Scorecard Entwicklung – gemeinsam definiert und diskutiert, um Missverständnisse zu vermeiden. Dies stellt sicher, dass Wirkzusammenhänge und Einflussfaktoren auf einer Ebene und mit demselben Verständnis von allen Disziplinen erfasst und analysiert werden. Diese definitorische Klarheit ist Voraussetzung für eine integrierte Analyse der Einflussfaktoren der Teilprojekte.
3. Zentrale Unterstützung der Integration der Ergebnisse: Auf Basis gemeinsamer Ziele und Terminologien muss die Integration der Ergebnisse aller Disziplinen unterstützt werden. Das Format des Arbeitskreises ‚Erweiterte Wirtschaftlichkeit‘ ist so ausgerichtet, dass interdisziplinärer Wissensaustausch gefördert wird. Dies geschieht durch regelmäßige und interaktive Treffen und Workshops, die sowohl von den AK Leitern, als auch den AK Teilnehmern vor- und erarbeitet werden. Entscheidungen über weitere Schritte und Maßnahmen werden gemeinsam beschlossen und geplant.

## Zusammenfassung

Im Sinne einer integrativen Forschung fordert Boyer (1990), dass Forschungsergebnisse in Kontext mit Phänomenen und Problemen aus der nicht-wissenschaftlichen Praxis gesetzt werden. Im diesem Sinne ist es das Ziel des Arbeitskreises ‚Erweiterte Wirtschaftlichkeit‘, Anknüpfungspunkte für die unternehmerische Praxis zu messen und aufzubereiten. Mit der Balanced Scorecard wurde ein etabliertes Steuerungsinstrument aus der unternehmerischen Praxis gewählt, um den ökonomischen Einfluss der Teilprojekte im Sonderforschungsbereich 768 auf Unternehmen zu analysieren und sichtbar zu machen. In diesem Beitrag wird das Vorgehen des Arbeitskreises ‚Erweiterte Wirtschaftlichkeit‘ argumentiert und erläutert. Auf Basis bestehender Erkenntnisse zu interdisziplinärem Arbeiten und der Erfahrungen im Arbeitskreis ‚Erweiterte Wirtschaftlichkeit‘ wurden Herausforderungen identifiziert. Zudem wurden die Definition gemeinsamer Ziele, ge-

meinsamer Terminologien und die formattechnische Unterstützung interdisziplinären Wissensaustausches als Handlungsempfehlungen für das Funktionieren von interdisziplinären Projekten erarbeitet.

## Literatur

Bartunek, J. M. (2007): Academic-Practitioner Collaboration Need Not Require Joint or Relevant Research: Toward a Relational Scholarship of Integration. In *Academy of Management Journal* 50 (6), pp. 1323–1333.  
 Boyer, Ernest L. (1990): *Scholarship reconsidered. Priorities of the professoriate*. Princeton, N.J: Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.  
 Dogan, Mattei; Pahre, Robert (1990): Scholarly reputation and obsolescence in the social sciences: innovation as a team sport. In *International Social Science Journal* 42 (125), p. 417.  
 Kaplan, R. S.; Norton, D. P. (1992): The balanced scorecard - measures that drive performance. In *Harvard*

*Business Review* 70 (1), pp. 71–79.  
 Metzger, Norman; Zare, Richard N. (1999): *Interdisciplinary Research: From Belief to Reality*. In *Science* 283 (5402), pp. 642–643.  
 Payne, Stephen L. (1999): *Interdisciplinarity: Potentials and Challenges*. In *Systemic Practice and Action Research* 12 (2), pp. 173–182.



### Schlagwörter

- Erweiterte Wirtschaftlichkeit
- Interdisziplinäre Forschung
- Wissenschaft und Praxis

### Ansprechpartner

Stephanie Preißner, M.Sc.  
 Tel. 089 289-25784  
 stephanie.preissner@tum.de

## Kurzdarstellung Sonderforschungsbereich 768 Zyklenmanagement von Innovationsprozessen

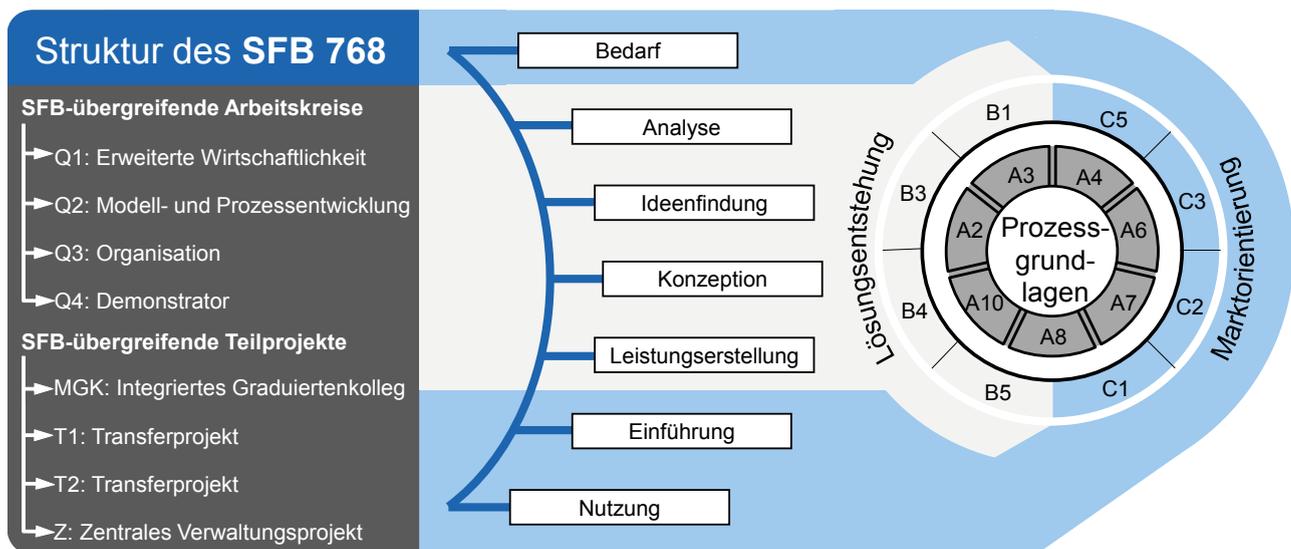


Abb. 11: Struktur des SFB 768

### Forschungsziele des SFB 768

Im transdisziplinär angelegten Sonderforschungsbereich 768 verfolgen Wissenschaftler der Ludwig-Maximilians-Universität München sowie 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. Nähere Informationen finden Sie unter [www.sfb768.de](http://www.sfb768.de).

# Kooperationsmöglichkeiten für Unternehmen mit dem Sonderforschungsbereich 768

## Der Sonderforschungsbereich 768: Zyklenmanagement von Innovationsprozessen

*Verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte*

Der Sonderforschungsbereich 768 „Zyklenmanagement von Innovationsprozessen“ fokussiert die Herausforderungen, die sich aus Zyklen im Kontext von Innovationsprozessen integrativer Sach- und Dienstleistungen, sogenannter Produkt-Service Systeme (PSS), ergeben. Die Betrachtung von Zyklen ermöglicht eine disziplin-übergreifende Perspektive auf Innovationsprozesse und berücksichtigt sowohl unternehmensexterne als auch -interne Veränderungen. Die Herausforderungen, denen Unternehmen aufgrund der Komplexität und Dynamik dieser wiederkehrenden Verlaufsmuster begegnen, äußern sich beispielsweise in einer erschwerten Planung und Koordination von Leistungsbündeln sowie ihren Entstehungsprozessen. Die Grundfrage des Sonderforschungsbereichs 768 ist, wie Innovationsprozesse von Leistungsbündeln 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 der Innovationsprozesse von Leistungsbündeln zu steigern.

### Projektstruktur

Der Sonderforschungsbereich 768 ist in drei Projektbereiche gegliedert (siehe Abbildung 11). Diese stellen die Prozessgrundlagen, die Lösungserstellung und die Marktorientierung des Innovationsprozesses in den Mittelpunkt. Die Teilprojekte sind in den

Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Betriebswirtschaftslehre sowie der Psychologie verortet. Der Teilprojektbereich „Prozessgrundlagen“ zielt auf die Handhabung der für die Realisierung von Leistungsbündeln relevanten Zyklen ab. Im Teilprojektbereich „Lösungsentstehung“ wird die Planung und Koordination des Erstellungsprozesses innovativer PSS adressiert. Der Teilprojektbereich „Marktorientierung“ befasst sich mit marktbezogenen Aspekten des Zyklenmanagements von Innovationsprozessen, wie der strategischen Planung. Somit werden die wesentlichen Erfolgsfaktoren von Unternehmen in den Sonderforschungsbereich 768 integriert.

### Kooperationen mit der Praxis

Um die Praxisrelevanz des Forschungsvorhabens sicherzustellen, strebt der Sonderforschungsbereich 768 einen regen Informationsaustausch mit der Industrie an. Ziel ist hierbei, die Problemstellungen aus der Industrie in der Grundlagenforschung zu berücksichtigen sowie Lösungsansätze mit der Praxis zu diskutieren und anzuwenden. Somit können auch wichtige relevante Herausforderungen aus Sicht der Industrie in den Sonderforschungsbereich 768 zurückgespielt werden.

### Mögliche Kooperationsformen sind:

- Gemeinsame Analysen
- Workshops
- Industriekolloquien
- Transferprojekte
- Studien- und Abschlussarbeiten

Sollten Sie an einer Kooperation interessiert sein, sprechen Sie uns direkt an. Gerne senden wir Ihnen weitere

Informationen über den SFB 768 zu.

### Kontakt:

#### Sprecherin des SFB 768

Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser  
vogel-heuser@sfb768.de

#### Geschäftsführung

Dr.-Ing. Timo Frank  
frank@ais.mw.tum.de

#### Anschrift

Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme  
Technische Universität München  
Boltzmannstr. 15  
D - 85748 Garching bei München

#### Internet

[www.sfb768.de](http://www.sfb768.de)



# Ansprechpartner im Sonderforschungsbereich 768

## Teilprojekt A2:

*Modellierung und Bewertung disziplinübergreifender Entwicklungszusammenhänge*

Lehrstuhl für Produktentwicklung  
Dr.-Ing. Maik Maurer  
maurer@pe.mw.tum.de

## Teilprojekt A3:

*Systemtheoretische Grundlagen zyklengerechter Modellbildung*

Lehrstuhl für Regelungstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Boris Lohmann  
lohmann@tum.de

## Teilprojekt A4:

*Zyklengerechte Traceability der Anforderungsumsetzung bei hybriden Leistungsbündeln*

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik  
Prof. Dr. Helmut Krcmar  
krcmar@in.tum.de

## Teilprojekt A6:

*Disziplinübergreifendes Modulmanagement von IT-Zyklen in Innovationsprozessen*

Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme  
Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser  
vogel-heuser@ais.mw.tum.de

## Teilprojekt A7:

*Analyse der Dynamik vernetzter Zyklen*

Lehrstuhl für Regelungstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Boris Lohmann  
lohmann@tum.de

## Teilprojekt A8:

*Teamprozesse als erfolgskritische Faktoren im Zyklensmanagement*

Lehrstuhl für Organisations- und Wirtschaftspsychologie  
Prof. Dr. Felix Brodbeck  
brodbeck@psy.lmu.de

## Teilprojekt A10:

*Analyse der Dynamik zyklischer Wechselwirkungen in PSS*

Lehrstuhl für Produktentwicklung  
Dr. Mayada Omer  
mayada.omer@pe.mw.tum.de

## Teilprojekt B1:

*Zyklusorientierte Planung und Koordination von Entwicklungsprozessen*  
Lehrstuhl für Produktentwicklung

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

## Teilprojekt B3:

*Dynamische Produktionstechnologieplanung*  
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften  
Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart  
gunther.reinhart@iwb.tum.de

## Teilprojekt B4:

*Zyklusorientierte Produktionsstrukturplanung*  
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften  
Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart  
gunther.reinhart@iwb.tum.de

## Teilprojekt B5:

*Zyklusorientierte Gestaltung wandlungsfähiger Produktionsressourcen*  
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften  
Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh  
michael.zaeh@iwb.tum.de

## Teilprojekt C1:

*Modellierung von Kundeninputs für die zyklusübergreifende Kundenintegration in Innovationsprozesse*  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik  
Prof. Dr. Helmut Krcmar  
krcmar@in.tum.de

## Teilprojekt C2:

*Lebenszyklusgerechte Entscheidungsmethodik in der Leistungsbündelplanung*  
Lehrstuhl für Produktentwicklung  
Dr.-Ing. Markus Mörtl  
moertl@pe.mw.tum.de

## Teilprojekt C3:

*Auswirkung der Nutzung unterschiedlicher Leistungstypen entlang des Kundenlebenszyklus auf die Kundenbeziehung*  
Fachgebiet für Technologie-management  
Prof. Dr. Christina Raasch  
c.raasch@tum.de

## Teilprojekt C5:

*Identifikation und Analyse von Zyklen in Nutzungsmustern hybrider Leistungsbündel*  
Fachgebiet für Technologie-

management

Prof. Dr. Christina Raasch  
c.raasch@tum.de

## Transferprojekt T1:

*Methodik zur Erstellung zyklengerechter Modul- und Plattformstrategien*  
Lehrstuhl für Produktentwicklung  
Dr.-Ing. Maik Maurer  
maurer@pe.mw.tum.de

## Transferprojekt T2:

*Zyklusorientierte Bewertung und Planung von Technologieketten und Betriebsmitteln für Montageprozesse*  
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften  
Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart  
gunther.reinhart@iwb.tum.de

## Teilprojekt MGK:

*Modul Integriertes Graduiertenkolleg*  
Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme  
Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser  
vogel-heuser@ais.mw.tum.de

## Impressum

### SFB 768

### Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme

Technische Universität München  
Boltzmannstr. 15  
D-85748 Garching  
Tel. 089 289-16400  
Fax 089 289-16410  
Internet: www.sfb768.de  
ISSN 1869-9251

### Verantw. i.S.d.P.

Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser  
vogel-heuser@sfb768.de

### Redaktion und Gestaltung

Dipl.-Ing. Konstantin Kernschmidt  
Tel. 089 289-16422  
kernschmidt@ais.mw.tum.de

### Druck

CEWE-PRINT GmbH  
Meerweg 30-32  
26133 Oldenburg