



ZYKLENMANAGEMENT AKTUELL INNOVATIONEN GESTALTEN

Grußwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser aus Wissenschaft und Industrie,

der Sonderforschungsbereich 768 „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen – Verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte“ (SFB 768) geht nach 12 Jahren Forschung in diesem Jahr zu Ende.

Stellvertretend für alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die über die vergangenen 12 Jahre dieses Projekt mit viel Herzblut vorangetrieben haben, freue ich mich, diese Ausgabe des Newsletters anzukündigen und einzuordnen.

Die Themenstellung des SFB 768 ist aktueller denn je. Agilität in Prozessen und Organisationsformen ist derzeit eines der dominantesten Themen der Managementliteratur – und Kern dessen, was der SFB 768 unter dem Begriff des „Zyklusmanagements“ über 12 Jahre bearbeitet hat. Dieser Ruf nach Agilität wird verstärkt von den Auswirkungen, die die rasante Digitalisierung und das Internet der Dinge auf die Geschäftsmodelle produzierender Unternehmen haben – die Essenz der Arbeit an „Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte“.

Vor diesem Hintergrund freut es mich sehr, auf die Projektergebnisse für die industrielle Praxis verweisen zu können, die in diesem Newsletter näher beleuchtet werden. So finden Sie in dieser Ausgabe eine Übersicht des **SFB-Kongresses Innovation360°** – einer Transferveranstaltung für Praktiker – die am 17.-18. September in Sindelfingen stattfand. Der Transfer von Ergebnissen steht auch im Mittelpunkt der „**Gestaltenplattform**“ (innovations.sfb768.de), ebenso wie die im Rahmen von Transferprojekten entstandener Industrieleitfäden, die in diesem Newsletter vorgestellt werden. Entdecken Sie außerdem, wie das aus dem SFB 768 hervorgegangene **Start-up Soley** bei der Handhabung von Produkt- und Portfoliokomplexität unterstützt.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen und bin mit Ihnen gespannt, wie Industrie und Wissenschaft gemeinsam in naher Zukunft die großen Themen Agilität und Digitalisierung als Chancen nutzbar machen werden.

Herzlichst,

Dr.-Ing. Stefan Langer,
Head of Digital Solutions - Corporate Technology and Innovation,
BSH Hausgeräte GmbH



Der letzte Newsletter des SFB 768 hat für Sie interessante Beiträge zu den Themen vorbereitet:

- **Kongress Innovation 360° in Sindelfingen,**
- **Start-up Soley,**
- **Konsistente Gestaltung der PSS,**
- **Integration von Nutzerwissen,**
- **Handhabung von Änderungszyklen in Produktentwicklung und Produktion**

und vieles mehr!

Werfen Sie einen Blick hinter die Kulissen der 12-jährigen Forschung des SFB 768!



Kongress *Innovation 360°* in Sindelfingen zeigt eindrucksvoll Theorie und Best Practices bei Innovationsmanagement

Der Bedarf nach einer neuen Ära des kollaborativen Innovationsmanagements geht mit den Themenstellungen rund um Industrie 4.0, digitalen vernetzten Maschinen und modernen Geschäftsmodellen einher. Der Fokus des Sonderforschungsbereich 768 (SFB 768) der Technischen Universität München (TUM) und der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) liegt hierbei auf der optimalen Gestaltung und Handhabung von Innovationsprozessen unter Berücksichtigung von zyklischen Einflussfaktoren. Nach 12 Jahren Forschung organisierte der SFB 768 sein Abschlusskolloquium in Form des Kongresses *Innovation 360°*. Dabei präsentierten 40 Projektteilnehmer des SFB 768 ihre Ergebnisse zahlreichen Teilnehmern aus Industrie und Wissenschaft.

*Johann Wiesböck,
Dr. Daria Ryashentseva*

Stellenwert und Umfang der Softwareentwicklung in der Automatisierung sowie im Maschinen- und Anlagenbau steigen stetig. Gleichzeitig gilt es, für die Innovationskraft und Umsetzbarkeit bei den Original Equipment Manufacturer (OEMs) und in der industriellen Produktion generell zu sorgen. Es müssen ausgereifte Entwicklungsprozesse und Methoden etabliert werden, die kurze Entwicklungszeiten und langfristige Wettbewerbsfähigkeit sichern.

Mit Wissensmanagement, Änderungsmanagement, Inkonsistenzmanagement, Stakeholderintegration und Informationsmo-

dellierung beschäftigte sich der Kongress *Innovation 360°* des SFB 768, der parallel zum ASE-Kongress stattgefunden hat.

Die TUM und LMU stellten hierfür ein kompetentes Sprecherfeld aus Industrie und Forschung zusammen, die ihre Kenntnisse praxisorientiert weitergaben. Am 17. und 18. September 2019 präsentierten die Referenten ihre Erkenntnisse zum Innovationsmanagement (Abb. 1, 2 und 3).

Ziel des Kongresses *Innovation 360°* in Sindelfingen war es, ein interaktives und praxisnahes Forum für die Weiterentwicklung des zyklischen Innovationsmanagements in komplexen Systemen zu schaffen. Der Kongress hat rund 150 Teilnehmern aus Industrie und Wissenschaft eine

Plattform zum Austausch von innovativen Konzepten, Ideen, Anwendungen und Erfahrungen geboten. Besonderer Fokus hierbei war die Vernetzung der verschiedenen Domänen wie Maschinenbau, Systemtechnik, Automatisierungstechnik, Regelungstechnik, Technologiemanagement, Ökonomie, Psychologie sowie Produktentwicklung und Produktionstechnik.

Professorin Birgit Vogel-Heuser, Sprecherin des SFB 768, referierte in zwei Keynotes zu den Themen „Technologische Innovationen“ und „Forever Young Software“. Ein Zitat, das besonders viel Zustimmung erhielt, möchten wir mit unseren Lesern teilen: „Die steigende Nachfrage von Kunden nach individualisierten Massenprodukten sowie die



Abbildung 1. Teilnehmer des Seminars „Knowledge Management – Wissen agil für Innovationen nutzen“ (Quelle: VCG)



Abbildung 2. Keynote von Prof. Vogel-Heuser über technologisches Innovationsmanagement (Quelle: VCG)

damit einhergehende Forderung nach mehr Flexibilität und Wandelbarkeit im Produktionsprozess hat in der Entwicklung von automatisierten Produktionssystemen (aPS) nicht nur Einfluss auf die verwendete Hardware, sondern vor allem auf die entsprechende Steuerungssoftware. Nach aktuellen Studien sind jedoch, trotz vieler bekannter Nachteile, ungeplante Wiederverwendungsstrategien wie „Copy, Paste and Modify“ noch immer die am häufigsten eingesetzten Methoden in der Steuerungsentwicklung neuer aPS.“

Professorin Vogel-Heuser gab

dazu einen Überblick über die Konzeption, Implementierung, Wiederverwendung, Dokumentation, Wartung und Evolution von modularer Steuerungssoftware. In Ihrer zweiten Keynote hat Sie über die richtige Wahl von technologischen Innovationen unter Berücksichtigung des Verhältnis von Wandel und Stabilität gesprochen. Der Fokus lag hierbei auf aktuellen Herausforderungen und Lösungsansätzen aus der Forschung des Innovationsmanagements.

Mehr Informationen zu den Kongressen Innovation 360° und ASE finden Sie auf der Elektronik-

praxis-Webseite:

www.elektronikpraxis.vogel.de

oder auf der Webseite der Veranstaltung Innovation 360°:

www.innovation360grad.de.

Die SFB-Mitglieder bedanken sich herzlich bei den Teilnehmern und Sponsoren des Kongresses!



Ansprechpartner

Prof. Birgit Vogel-Heuser
Sprecherin des SFB 768

Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme
Technische Universität München

sekretariat@ais.mw.tum.de

www.innovation360grad.de



Abbildung 3. Organisatoren und SprecherInnen des Kongresses Innovation360° (Quelle: VCG; Von links nach rechts: Prof. Birgit Vogel-Heuser (TUM), Minjie Zou (TUM), Dr. Daria Ryashentseva (TUM), Prof. Oliver Mayer (Bayern Innovativ GmbH), Siegfried Weigert (ibw Siegfried Weigert Industrieberatung), Huaxia Li (TUM), Prof. Manuel Wimmer (JKU Linz) und Sabine Wolny (JKU Linz))

Soley-Lösungen bereits erfolgreich im Einsatz bei Krones, Festo, MAN, Brückner, ZF und Bosch Rexroth

Soley, das auf Produktportfolio-Optimierung spezialisierte Scale-up aus München, macht das Traditionsunternehmen Viessmann fit für seine Zukunftsmärkte. Als einer der international führenden Hersteller von Energiesystemen bereinigt und optimiert Viessmann sein Produktportfolio mit Soley und setzt die dabei freiwerdenden Ressourcen gezielt für Innovation und nachhaltiges Wachstum ein. Mit Hilfe der Softwarelösung erhöhte Viessmann innerhalb kurzer Zeit seinen Produktauslauf um rund 25-30 Prozent, trennte sich auf diese Weise konsequent und effizient von nicht mehr nachgefragten Produkten und erschließt so ein jährliches Einsparpotenzial im siebenstelligen Bereich.

Mit den Softwarelösungen von Soley digitalisieren Industrieunternehmen aufwändige Prozesse im Produktmanagement und optimieren so ihr komplexes Produktportfolio in kürzester Zeit. Soley berücksichtigt relevante Abhängigkeiten zwischen Kundenbestellungen, Produkten, Bauteilen und Lieferanten und sorgt damit für hundertprozentige Transparenz. Mit Soley eliminieren Unternehmen Margenfresser, Kostentreiber, Redundanzen und Altlasten im gesamten Produktportfolio. Dies reduziert Komplexität, senkt Kosten und befreit Ressourcen für Innovation und Wachstum entlang der gesam-

ten Wertschöpfungskette. Die 2015 gegründete Soley GmbH digitalisiert Expertenwissen und Methoden für datenbasiertes Komplexitätsmanagement und entwickelt daraus leistungsfähige Apps – für schnellere, bessere und transparentere Entscheidungen. Das steigert die Leistungsfähigkeit des Produktmanagements um ein Vielfaches und realisiert jährliche Einsparpotenziale in Millionenhöhe.

Dr. Markus Klausner, CTO der Viessmann Heizungssysteme GmbH: „Viessmann wandelt sich vom klassischen Heizungshersteller zum Anbieter nahtlos integrierter Klimalösungen. Aufgrund der damit verbundenen

höheren Komplexität im Produktprogramm kommt dem Thema Produktauslauf eine immer größere Bedeutung zu. Soley stellt die Wirtschaftlichkeit des Produkts inklusive des Zubehörs dar und hilft uns festzustellen, ob es noch ökonomisch sinnvoll ist, oder ob wir es auslaufen lassen.“ Datengestützte Portfoliobereinigung reduziert interne Aufwände. Soley stellt die dazu erforderliche Transparenz her und unterstützt den aufwendigen Entscheidungsprozess. Wo zuvor Mitarbeiter mehrere Tage lang Daten unterschiedlichster Art – z. B. Stücklisten, Bestände, Vertriebszahlen, Verwendungsnachweise – zusammengetragen haben, verknüpft Soley diese Daten jetzt in kürzester Zeit zu einem digitalen Abbild des kompletten Produktprogramms. Hat Soley Erfolgsbringer sowie inzwischen wenig rentable Produkte identifiziert, bewerten die Verantwortlichen Produkte und Bauteile im digitalisierten Entscheidungsprozess auf gemeinsamer Datengrundlage und entscheiden über deren Fortbestand bzw. Auslauf. Das ermöglicht Entscheidungen über den Produktlebenszyklus in voll-

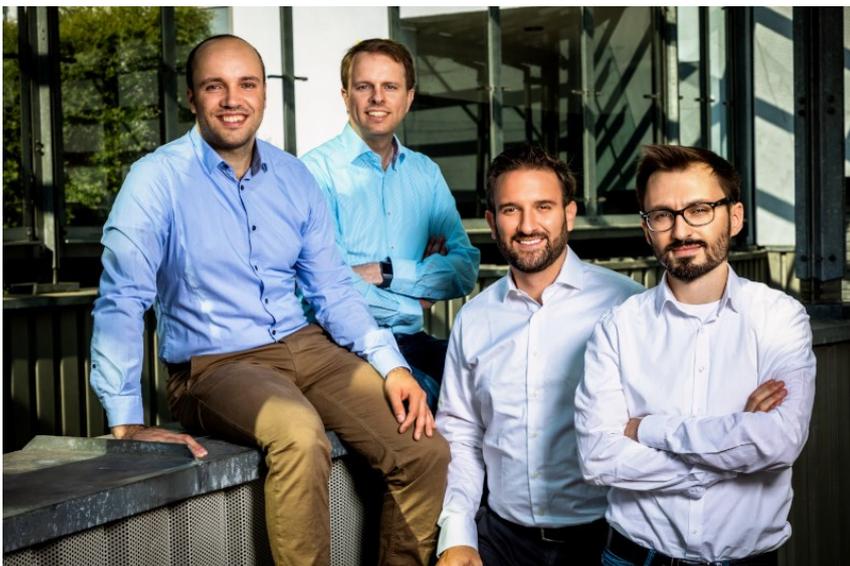


Abbildung 4. Soley Gründer: Peter Grüner, Bergen Helms, Maximilian Kissel, Alexander Golovatenko

kommen neuer Geschwindigkeit und Qualität. Soley-Mitgründer und Geschäftsführer Dr.-Ing. Maximilian Kissel: "Soley wirkt wie ein Fitnessprogramm für komplexe Produktportfolios: Unsere Lösung reduziert unnötigen Ballast auf Produkt- und Bauteilebene schnell und systematisch. Wir stärken damit nachhaltig die Leistungsfähigkeit unserer Kunden – mit enormer Hebelwirkung für die gesamte Wertschöpfungskette."

Für Viessmann-CTO Klausner hat die Zusammenarbeit mit Soley noch einen weiteren wesentlichen Vorteil: „Soley passt prima zu uns, weil es mit anderen Systemen, die wir im Haus haben, nahtlos interagiert. Soley ist

skalierbar, das heißt, diese Lösung wird auf das komplette Programm von Viessmann angewendet. Ich bin sehr froh, dass wir uns für die Lösung von Soley entschieden haben, weil sie uns in der Entscheidungsfindung für den Produktauslauf deutlich beschleunigt und den Entscheidungsprozess erheblich verbessert.“ Soleys Ansatz ist schnell und wirkungsvoll, um auf Grundlage vorhandener Daten nachhaltig Kosten zu reduzieren, gebundenes Working Capital zu mobilisieren und so die Profitabilität zu steigern. Soley unterstützt Industrieunternehmen überall dort, wo gewachsene Komplexität im Produktportfolio die operative Arbeit in Produkt-

management, Einkauf, Logistik oder in der Produktion ausbremst. Soleys unterschiedliche Lösungen sind bereits bei zahlreichen renommierten Firmen, u. a. bei Krones, Festo (go.soley.io/festoStory), MAN, Brückner Maschinenbau, ZF und Bosch Rexroth im Einsatz.



Ansprechpartner

Dr. Hans Jürgen Croissant

Unternehmenssprecher

croissant@soley.io

Soley GmbH

www.soley.io

Integration von Nutzerwissen in Produkt-Service-Systemen

Nutzer wurden von Forschung und Praxis als wertvolle Quelle von Innovationen erkannt. Die Integration von Nutzerwissen ist bei komplexen Produkt-Service Systemen (PSS) besonders relevant, da deren Entwicklung und Vermarktung neben technischem auch vermehrt nutzungsbezogenes Wissen erfordert. Deshalb untersuchten die Forscher des SFB 768, wie Hersteller von PSS am besten von Nutzerwissen profitieren können. Gegenstand der Analysen waren insbesondere die Informationsflüsse zwischen Nutzern und Herstellern sowie die Gestaltung von User Innovation Communities.

*Juliane Wissel,
Ertug Olcay*

„User Innovation“ nimmt den Nutzer als aktiv Beitragenden im PSS Innovationsprozess in den Fokus. Die Grundidee ist, dass die Nutzer, z. B. Einzelpersonen oder Firmen, Innovationen für die eigene Nutzung entwickeln, statt für den Verkauf. Hersteller und Nutzer unterscheiden sich in ihrem Wissen. Während Produzenten in erster Linie tech-

nisches Wissen vorweisen können, das durch Forschung und Entwicklung systematisch aufgebaut wird, besitzen Nutzer *nutzungsbezogenes* Wissen, das vorwiegend aus der eigenen Nutzungserfahrung resultiert.

Die Ausgestaltung des Informationsaustausches konzentrierte sich auf Nutzer-Hersteller-Interaktionen. Durch die wechselseitigen Informationsflüsse über die Unternehmens-

grenze hinweg befähigen sich Nutzer und Hersteller gegenseitig und lernen voneinander. Der kontinuierliche Austausch von Informationen zwischen Herstellern und Nutzern ist ein hochdynamischer und komplexer Prozess, der Unternehmen vor unterschiedliche Herausforderungen stellt. Um Unternehmen dazu zu befähigen, ihre Nutzer-Hersteller-Interaktion effektiv zu gestalten, fokussierte sich der SFB 768 auf die Untersuchung

und Gestaltung der Schnittstelle zwischen innovativen Nutzern und PSS-Herstellern sowie die Entwicklung von Hebeln für ein besseres Management der Integration von Nutzerwissen in den PSS-Innovationsprozess.

Betrachtet man die Informationsflüsse von Nutzern zu Herstellern, so war eine wesentliche Erkenntnis, dass Nutzerwissen primär in den frühen Entwicklungs- und den späteren nutzungsbezogenen Phasen des PSS-Innovationsprozesses relevant ist. Außerdem ist die Integration von Nutzerwissen insbesondere für die Entwicklung von Services von großer Bedeutung. Bei Betrachtung der Informationsflüsse von PSS-Herstellern zu Nutzern fiel auf, dass der Wert von PSS für Kunden durch eine gezielte Anpassung an ihre Wünsche bedeutend gesteigert werden kann.

Außerdem können PSS-Hersteller Nutzer durch Informationen und Feedback gezielt anleiten und sie dadurch in ihrer Kaufentscheidung beeinflussen. Ein entscheidender Faktor für eine erfolgreiche Interaktion von Herstellern und Nutzern ist das gegenseitige Lernen und der beiderseitige Aufbau von Open Innovation-Fähigkeiten, insbesondere durch die Befähigung eigener Mitarbeiter, externes Nutzerwissen zu identifizieren, zu evaluieren und besser zu integrieren.

Die Gestaltung der Dynamik soziotechnischer Systeme be-

schäftigte sich mit der Modellierung und Analyse soziotechnischer Systeme, sowie der aktiven Gestaltung von Zyklen innerhalb von soziotechnischen und sozialen Systemen. Hierbei diente der Innovationsprozess als Grundlage und Motivation, welcher sowohl aus technischen als auch aus sozialen Teilkomponenten besteht. Der Ausgangspunkt des Projektes waren die User Innovation Communities.

Dabei wurden neuartige Methoden entwickelt, um das komplexe zeitliche Verhalten (die Dynamik) der im Innovationsprozess von Produkt-Service-Systemen vorkommenden Zyklen (z.B. dem Produktlebenszyklus) zu modellieren.

Eine vernünftige Gestaltung und Modellierung der Dynamik ist bedeutsam, um die Komplexität solcher interdisziplinären Systeme zu beherrschen und sie zielgerichtet gestalten zu können. Die vorhandenen klassischen Modellierungsmethoden, wie z. B. System Dynamics zur Betrachtung des zyklischen Verhaltens im Unternehmen, wurden entwickelt. Dabei wurde eine dreistufige Modellierungsmethode für quantitative Daten des Innovationsprozesses von PSS entwickelt, die sowohl technische (z. B. die Produktion) als auch soziale Prozesse (z. B. Kunden oder Mitarbeiter im Unternehmen) enthält.

Communities besitzen eine komplexe interne Dynamik, welche bei der Gestaltung berücksichtigt werden muss. Durch eine Kombi-

nation von Methoden des Maschinellen Lernens und Fuzzy Modellierung bei der Modellbildung werden dabei sowohl bekannte funktionale und qualitative Zusammenhänge innerhalb der soziotechnischen Systeme als auch vorliegende Zeitverläufe berücksichtigt.

In den Sozialwissenschaften gibt es komplexe Systeme, die aus mehreren miteinander und mit ihrer Umwelt interagierenden Entitäten bestehen. Im Vergleich zu traditionellen Ansätzen, wie eine Beschreibung über Differentialgleichungen, ermöglicht die agentenbasierte Modellierung die Heterogenität eines Systems abzubilden und die Verhaltensregeln von Agenten explizit darzustellen. So wird eine transparente Betrachtung sowohl von Mikroebenen (Agentenebene) als auch von Makroebenen (z.B. gesellschaftliche Veränderungen) möglich.

Agenten sind entweder separate Systemteile, die interagierende Akteure darstellen, wie zum Beispiel Einzelpersonen, Organisationen oder Unternehmen. Sie können sich gegenseitig Informationen übermitteln. Die agentenbasierte Modellierung ist eine Modellierungsart, mit der die Interaktionen unter den Agenten und zwischen den Agenten und ihrer Umgebung über die Zeit abgebildet werden kann.

Die Erkenntnisse und technische Expertise aus der Gestaltung der Dynamik soziotechnischer Systeme flossen in die Kooperation

mit der Gestaltung von User Innovation Communities ein. Zusammen wurde die optimale Gestaltung von User Innovation Communities untersucht. In diesen Communities stellen Nutzer sich ihre Ideen gegenseitig vor, teilen Anregungen und beantworten Fragen. Unternehmen können solche Communities als Quelle innovativer Ideen nutzen und dadurch eine höhere Akzeptanz der PSS auf dem Absatzmarkt erreichen. Die Gestaltung von User Innovation Communities beinhaltet die Steigerung ihrer Performanz (höhere Qualität und Quantität der Ideen, die in den Communities entstehen) sowie deren zeitliche Optimierung.

Dies bedeutet, dass die Zyklen, in denen Communities innovative Ideen generieren, steuerbar



Abbildung 5. Schema des agentenbasiertes Modells

gemacht werden sollen. User Innovation Communities zeichnen sich in der Regel durch einen hohen Grad an Selbstorganisation aus, können aber auch von außen beeinflusst werden.

Die Kooperation zwischen der Dynamik soziotechnischer Systeme und den User Innovation Communities zielte darauf ab, die Gestaltung und Steuerung von User Innovation Communities mittels eines agentenbasierten Simulationsmodells zu untersuchen.

Neben der technischen Expertise der Gestaltung der Dynamik soziotechnischer Systeme dienen die Ergebnisse aus der Gestaltung von User Innovation Communities zur Arbeitsteilung von Nutzern und Herstellern als Basis. Eine wesentliche Erkenntnis war, dass Hersteller zur Entwicklung von Produktinnovationen neigen, wohingegen Nutzer eher zu Prozessinnovationen tendieren. Außerdem wurde die Möglichkeit einer zyklensorientierten Gestaltung von User Innovation Communities aufgedeckt. Dadurch kann der externe Innovationszyklus (der Communities) mit dem internen Innovationszyklus (der PSS-Hersteller) synchronisiert werden.

Das Ergebnis der Kooperation war ein agentenbasiertes Simulationsmodell (siehe Abbildung 5), mit dessen Hilfe wichtige Erkenntnisse zur optimalen Gestaltung von User Innovation Communities gewonnen werden

konnten. Zum einen konnte festgestellt werden, dass eine geringe Ausschließbarkeit die Diffusion fördert.

Ebenso kann Nutzenrivalität die Radikalität von Innovationen erhöhen. Außerdem fördert soziale Rivalität die Diffusion und die Radikalität von Innovationen. Diese Erkenntnisse eröffnen

Implikationen für PSS-Hersteller, wie sie User Innovation Communities bestmöglich gestalten und beeinflussen, um sie als wertvolle Quelle innovativer Ideen nutzen zu können.

Die Erkenntnisse erweitern das Verständnis von „User Innovation“ und unterstreichen die Notwendigkeit der Integration von Nutzerwissen in den PSS-Innovationsprozess, um eine erfolgreiche Nutzer-Hersteller-Interaktion zu erreichen.



Ansprechpartner

Juliane Wissel, M.Sc.

Dr. Theo Schöller-Stiftungslehrstuhl für Technologie- und Innovationsmanagement
Technische Universität München

juliane.wissel@tum.de

Konsistente Gestaltung mechatronischer PSS

Die Unterstützung der Entscheidungsfindung in frühen Phasen des Innovationsprozesses von PSS in der industriellen Produktionsautomatisierung ist essentiell. Die Auswirkungen von Entscheidungen, die früh im Innovationsprozess getroffen werden, können oftmals erst wesentlich später abgeschätzt werden und somit zu potentiell kostspieligen Änderungen führen. Eine Integration der verschiedenen, beteiligten Disziplinen ist daher nutzbringend, um Fehler bzw. Inkonsistenzen frühzeitig zu identifizieren und zu beheben. Folglich können unnötige Iterationen vermieden und somit Zeit und Kosten während einer konsistenten Gestaltung eingespart werden.

Minjie Zou,
Huaxia Li,
Michael Sollfrank,
Gennadiy Koltun,
Dr. Daria Ryashentseva

Die Entwicklung von Produkt-Service-Systemen zeichnet sich durch eine zunehmende Integration verschiedener beteiligter Disziplinen, wie der Mechanik,

der Elektrotechnik/Elektronik (E/E) und der Software aus. Durch die unterschiedlichen Frequenzen von Innovationszyklen der jeweiligen Disziplinen und die impliziten zyklischen Abhängigkeiten zwischen diesen Disziplinen entsteht eine hohe Komplexität in der Entwicklung von PSS. Beispiel hierfür ist der

Komponentenwechsel mechatronischer Module im Maschinen- und Anlagenbau. Während mechanische Teile einer mechatronischen Komponente Einsatzzeiten von bis zu 50 Jahren aufweisen, wird die Sensorik und Aktorik (E/E) der Komponenten in diesem Zeitraum mehrmals gewechselt. Softwareänderun-

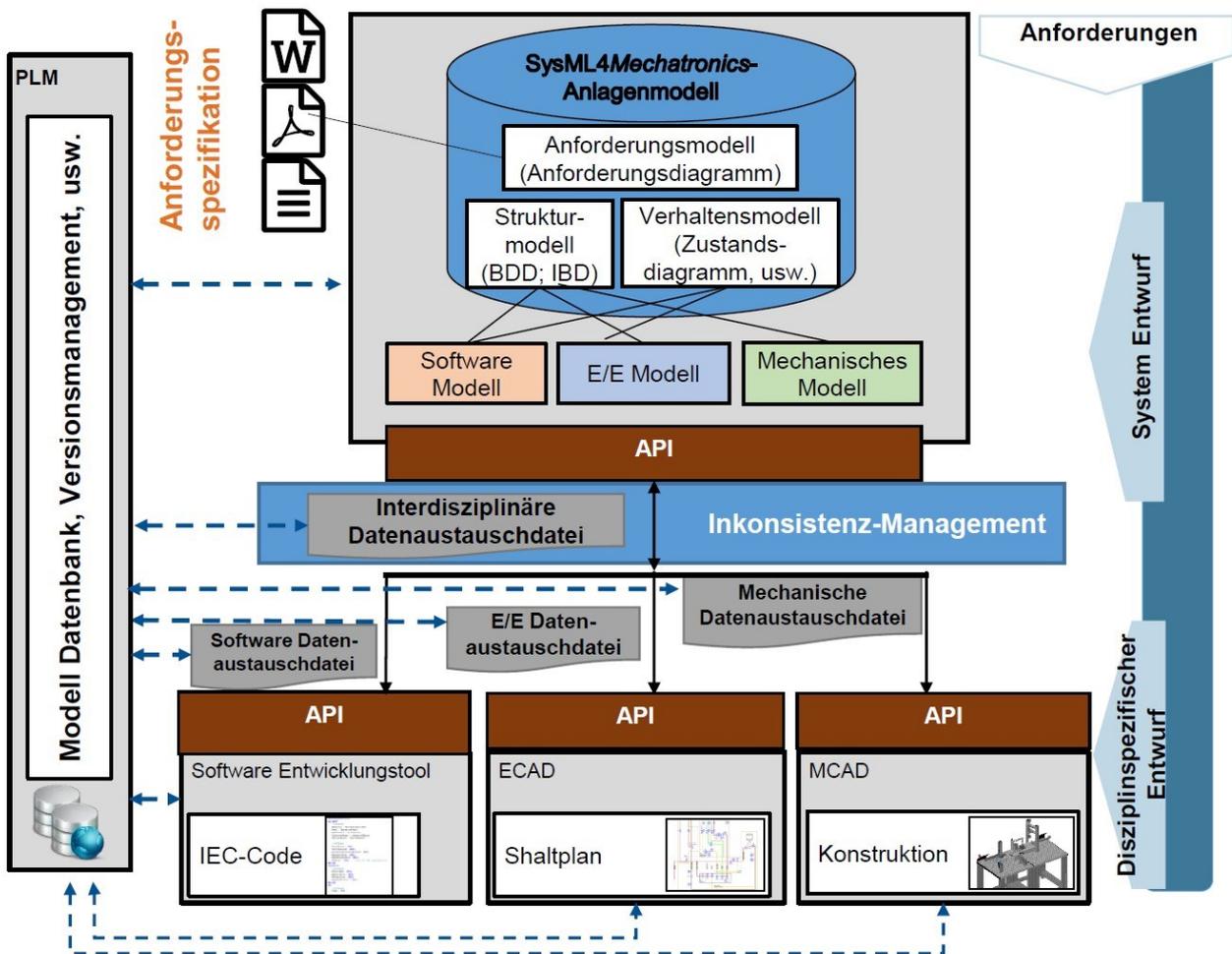


Abbildung 6. Interdisziplinärer Systemmodellierungsprozess und -workflow auf der Basis von SysML4Mechatronics und AutomationML

gen werden noch deutlich häufiger vorgenommen.

Aktuelle Forschungsberichte zeigen, dass Schnittstellenspezifikationen zwischen den beteiligten Disziplinen oftmals fehlen oder nicht einheitlich entwickelt worden sind. Folglich können Änderungen an Komponenten und dem Gesamtsystem nicht systematisch und ganzheitlich erfasst und gehandhabt werden. Änderungsauswirkungen sind nur unzureichend genau prognostizierbar und die Fehlersuche gestaltet sich entsprechend komplex.

Um diese Herausforderungen bewältigen zu können, wurde ein interdisziplinärer Systemmodellierungsprozess und -workflow entwickelt (vgl. Abb. 6), der auf

der Grundidee des Model-Based Systems Engineerings (MBSE) aufbaut. Das zentrale Element bildet hierbei der interdisziplinäre Modellierungsansatz SysML4Mechatronics. Er bildet die interdisziplinären Abhängigkeiten (Mechanik, Elektrik/Elektronik und Software) eines Gesamtsystems ab.

Um produktbezogene Daten wie Modelle, Dokumente und sogar den gesamten Lebenszyklus von Produktionssystemen zu verwalten, stützt sich der entwickelte Ansatz auf eine PLM-Software, die im Hintergrund als zentrale Datenverwaltungssoftware agiert. Um den Informationsaustausch im industriellen Umfeld zwischen den Disziplinen zu erleichtern, wurde ein standar-

disiertes Datenaustauschformat genutzt. Die AutomationML (AML) ist ein neutrales Datenformat zum Speichern und zum Austauschen von anlagenspezifischen Informationen. In der angewandten Forschung und dem industriellen Umfeld erfreut sich die AML steigender Beliebtheit und Akzeptanz.

Um die Anwendbarkeit dieses Ansatzes im Maschinen- und Anlagenbau vorzustellen, wurde in Zusammenarbeit mit zwei Industriepartnern fünf Anwendungsfällen abgeleitet. Diese Anwendungsfälle orientieren sich an einer industriellen Entwicklungsumgebung und wurden am Beispiel einer prototypische Produktionsanlage demonstriert. Die Ergebnisse erfüllen hierbei

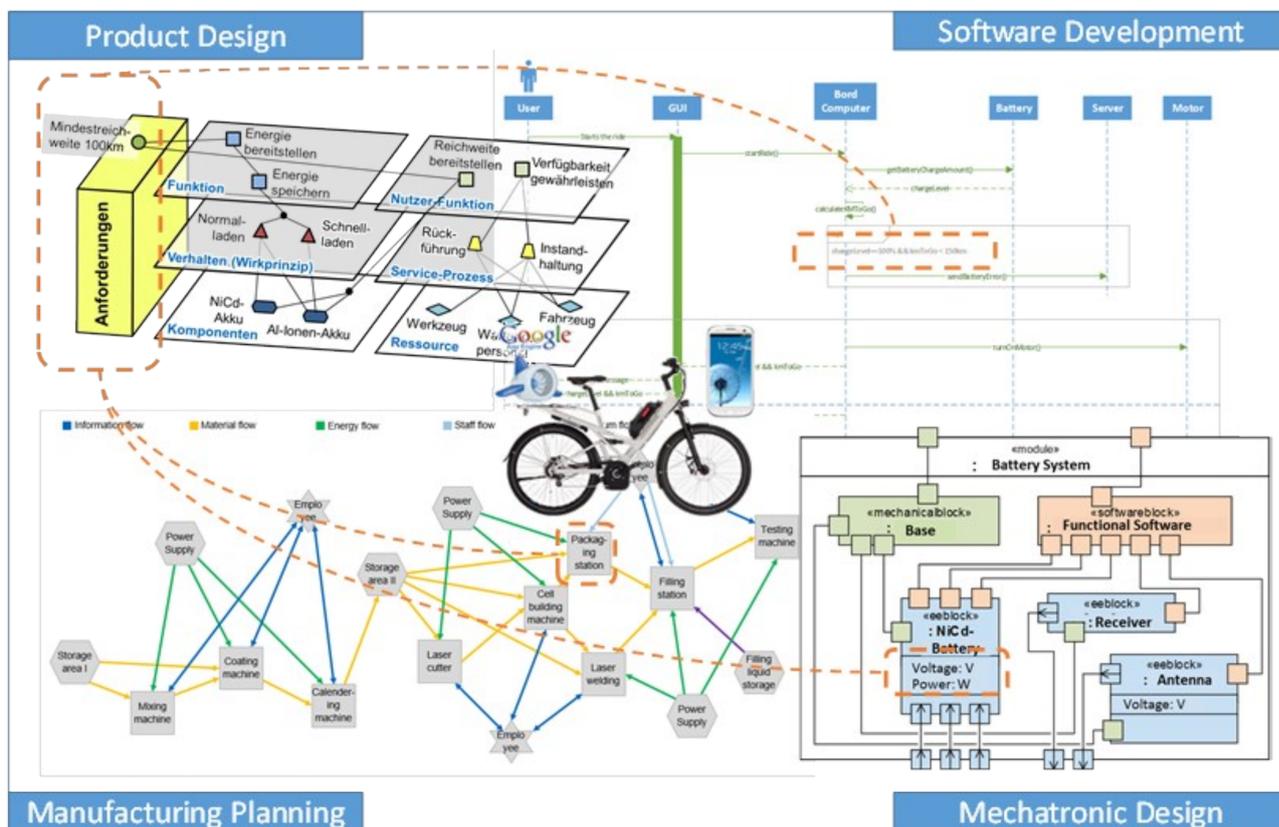


Abbildung 7. Systematisches Framework zum Inkonsistenz-Management in einer heterogenen Modelllandschaft

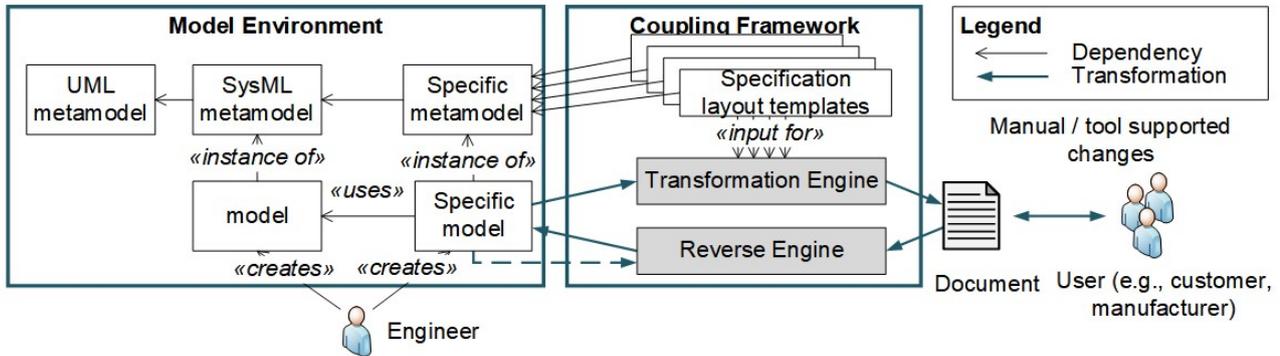


Abbildung 8. Bidirektionaler Kopplungsansatz für Modelle und Dokumente des gesamten Lebenszyklus

die an den industriellen Entwicklungsprozess identifizierten Anforderungen: Dazu gehören Anforderungen zur interdisziplinären Modellierung, zur Verständlichkeit der Systemmodellierung, zur Wiederverwendbarkeit der Modellierungskomponenten, zur Kopplung verschiedener Engineering Modelle und zum Inkonsistenzmanagement.

An moderne Produktionssysteme werden außerdem hohe Anforderungen hinsichtlich Flexibilität und Effizienz gestellt. Dies führt jedoch zu einer steigenden Systemkomplexität, welche mithilfe von verschiedenen Modellen versucht wird zu handhaben. Die Heterogenität der Modelle stellt hierbei einen weiteren maßgeblichen Komplexitätstreiber im PSS-Innovationsprozess dar. Modelle zeichnen sich durch verschiedenen Formalismen und Abstraktionsebenen aus, die jeweils nur für bestimmte Disziplinen entwickelt worden sind. Eine Repräsentation der gleichen Information in verschiedenen Modellen impliziert jedoch semantische Abhängigkeiten. Diese bilden die Grundlage von

interdisziplinären Inkonsistenzen, die im Falle von Änderungen zu kostspieligen Fehlern im Gesamtsystem führen können.

Ein ganzheitliches Framework ermöglicht nicht nur unterschiedliche Inkonsistenz-Typen zu erkennen, sondern entsprechend auch zu verarbeiten und zu bewerten. Das entwickelte Framework (vgl. Abb. 7) richtet sich genau an die Anforderungen der PSS-Entwicklung und bildet die Arbeitsabläufe in einer engen Zusammenarbeit zwischen Teams und Disziplinen ab. Zunächst wurden die allgemeinen Arten von Inkonsistenzen, die während der PSS-Entwicklung auftreten können, untersucht. Anschließend wurde ein fünf-stufiges Verfahren eingeführt, damit Praktiker aus verschiedenen Teams systematisch nach Inkonsistenzen zwischen ihren Modellen suchen können. Darüber hinaus wurden verschiedene Einflussfaktoren für die Realisierung eines derartigen systematischen Ansatzes identifiziert. In Bezug auf die bestehende Situation, in der Inkonsistenzen auftreten können, sind der Formalitätsgrad, der Kritikalitäts-

grad und die Art der Inkonsistenzen Schlüsselfaktoren. Es kann nicht dieselbe Lösung auf Situationen angewendet werden, in denen diese Faktoren unterschiedlich ausgeprägt sind. Zum Beispiel können nicht dieselben Inkonsistenz-Identifizierungslösungen für formale Modelle, wie z. B. mathematische Modelle für Simulationen, und informelle Modelle von Anforderungsspezifikationen, die natürliche Sprache enthalten, verwendet werden.

Das entwickelte Framework wurde für unterschiedliche Modelle verifiziert: Anforderungsmanagement- und Geschäftsmodelle, Produktmodelle, Modelle des Fertigungssystems, Systemdynamik-Simulationsmodelle sowie mechatronische Konstruktionsmodelle. Zudem wurde der Workflow im industriellen Umfeld validiert. Hierbei wurde festgestellt, dass das industrielle Inkonsistenzmanagement manuelle Lösungen bevorzugt, um jederzeit Prozessinterventionen vornehmen zu können. Auf der anderen Seite häufen sich jedoch auch sogenannte Syntax-

inkonsistenzen (z.B. Namenskonventionen), die automatisch behandelt werden sollen, um Zeit einzusparen. Nach diesen ersten Validierungsversuchen wurde das Framework dahingehend angepasst und erweitert.

Die Bestrebungen in der Systementwicklung, von einem ausschließlich dokumentengetriebenen Arbeitsstil zu einer modellgetriebenen Vorgehensweise überzugehen, wurde insbesondere durch den Ansatz des Model-Based Systems Engineering proklamiert. Zur Unterstützung einer modellgetriebenen Vorgehensweise in der Mechatronik wurde zahlreiche Methoden und Ansätze entwickelt, u.a. die interdisziplinäre Modellierungssprache SysML4Mechatronics. Nichtsdestotrotz zeichnet sich das industrielle Umfeld des Maschinen- und Anlagenbaus durch eine modell- und dokumentengetriebene Vorgehensweise aus: Teilweise evolvierten diese Modelle und Dokumente (Informationsträger) parallel, teilweise werden sie durch Transformation ineinander überführt. Während Unternehmen in frühen Phasen des Lebenszyklus (d.h. Entwicklung) zunehmend integrierte, interdisziplinäre Modelle entwickeln und einsetzen, werden in späten Phasen (d.h. Inbetriebnahme, Wartung und Betrieb) vorwiegend Dokumente eingesetzt. Häufig werden diese Dokumente ausgedruckt, wodurch die für Maschinen interpretierbare

Struktur eines Dokuments verloren geht. In der Nutzungsphase kommt es oftmals zu Änderungen am mechatronischen System, die Änderungen in den Dokumenten nach sich ziehen. Diese Dokumentenänderungen sind zwar für den Menschen verständlich, jedoch hinsichtlich maschineninterpretierbaren Dokumentenstruktur und automatisierten Weiterverarbeitung strukturlos. Folglich ist das Zurückspielen in die Modelle der Entwicklungsphase erheblich erschwert, wenn es beispielsweise zum Änderungsfall kommt. Klassisches Inkonsistenzmanagement und andere Kopplungsansätze sind nur bedingt anwendbar.

Um Modelle und Dokumente miteinander zu koppeln, wurde ein bidirektionaler Kopplungsansatz entwickelt (vgl. Abb. 8). In diesem werden Modelle als zentrale Informationsrepräsentation betrachtet, während Dokumente lediglich den redundanten Informationsträger darstellen. Folglich können diese Dokumente automatisiert aus den Modellen generiert werden. Der entwickelte Kopplungsansatz greift hierzu auf modellgetriebene Techniken und Vorlagenmuster (Templates) zurück. Hierbei greifen die Vorlagen auf entsprechende Meta-Informationen in Modellen wieder, um zu Beginn der Nutzungsphase die Dokumente mit entsprechenden Modellinformationen zu füllen und letztendlich das Dokument zu generieren.

Erprobt wurde die Methodik an verschiedenen repräsentativen Industriefällen (z.B. Lastenheft-Generierung aus Anforderungsmodellen).

Nicht immer lassen oder möchten Akteure das Originalmodell anpassen. Der entwickelte Kopplungsansatz verbindet Algorithmen der Bildverarbeitung mit standardisierten Modellierungstechniken, wodurch zunächst strukturlose Informationen (bspw. handschriftliche Notizen) identifiziert und anschließend in einem strukturierten Modell abgespeichert werden. Das Konzept wurde am Beispiel geänderter Stromlaufpläne in der Elektrotechnik erfolgreich erprobt.

SFB-Mitglieder sind stets daran interessiert, die entwickelten Methoden in die industrielle Praxis zu überführen bzw. neuen Partnern bei ähnlichen Herausforderungen konstruktiv und beratend zur Seite zu stehen. Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme, auch über die Zeitdauer des SFB 768 hinaus.



Ansprechpartner

Minjie Zou, M.Sc.

Lehrstuhl für Automatisierung
und Informationssysteme
Technische Universität München

minjie.zou@tum.de

Vernetzung heterogener Akteure in Innovationsnetzwerken

In Innovationsprozessen von Produkt-Service-Systemen (PSS) gewinnt die Frage an Bedeutung, wie Organisationen die Zusammenarbeit heterogener Akteure zielgerichtet koordinieren und gestalten können. In diesem Beitrag werden drei Maßnahmenbündel vorgestellt, welche die erfolgreiche Vernetzung und Zusammenarbeit heterogener Akteure in Innovationsprozessen unterstützen: Erstens, Maßnahmen, die Teams und vernetzte Akteure unterstützen, erfolgreich mit der Komplexität und Dynamik von PSS-Innovationen umzugehen und Wissen auszutauschen; zweitens, Maßnahmen, die Organisationen bei der Entwicklung organisationalen Lernens unterstützen; drittens, Maßnahmen, die Beziehungen und Abhängigkeiten von Akteuren in Innovationsprozessen offenlegen und grafisch illustrieren.

Johan Buchholz,
Tobias Drewlani,
Josef H. Gammel,
Dr. Dorothea Pantförder,
Dr. Julia Reif,
Dr. Katharina Kugler,
Prof. Dr. Felix Brodbeck

Zyklusmanagement von Teams und vernetzten Akteuren gestalten

Die Komplexität und Dynamik von PSS-Innovationen erfordert eine disziplin- und funktionsübergreifende Zusammenarbeit von Individuen in heterogenen Teams und vernetzten Strukturen. Dabei müssen die Akteure, die häufig in Teamstrukturen zusammenarbeiten, mit wiederkehrenden (zyklischen) Veränderungen und Ereignissen zurechtkommen. Wenn Teams und vernetzte Akteure wiederkehrende Ereignisse und Prozesse als zyklisch auffassen, können sie

diese zukünftig aktiv und erfolgreich gestalten. Vor diesem Hintergrund war es Anliegen des SFB 768, der Frage nachzugehen, wie es Teams und Vernetzten Akteuren gelingt, mit der hohen Komplexität und Dynamik von PSS-Innovationen umzugehen. Im Zentrum stand damit die Entwicklung und Verbesserung des Zyklusmanagements von Teams und vernetzten Akteuren.

Dafür wurde ein psychologisches Modell effektiven Zyklusmanagements entwickelt (Abb. 9), welches beschreibt, wie Individuen und Teams durch (a) Antizipation und Gestaltung von Zyklen, (b) Adaptation (Anpassung) an Zyklen und (c) Standardisierung neuer Arbeitsabläufe erfolgreich Zyklen bewältigen und damit ihre Innovationskraft erhöhen [Rei15a, Rei15b]. Zusätzlich berücksichtigt das Modell, dass

Führung, kognitive und emotionale Zustände des Teams, wie z. B. geteilte mentale Modelle der zeitlichen Koordination und Transaktive Wissenssysteme, den erfolgreichen Umgang mit Zyklen und Innovation unterstützen.

Der SFB 768 entwickelte auf Basis dieses Modells unterschiedliche, praktisch anwendbare Ansätze der Organisationsentwicklung zur Gestaltung und Optimierung des Zyklusmanagements. Hierzu zählt beispielsweise ein Innovationstraining, das Teams dabei hilft, Phasen der Ideenentwicklung und -umsetzung im Zuge von Innovationsarbeit zu verbessern [Fel17].

Darüber hinaus wurden Fragebogenskalen zur psychometrischen Erfassung von Teamadaptation in Teams [Geo18] und von der

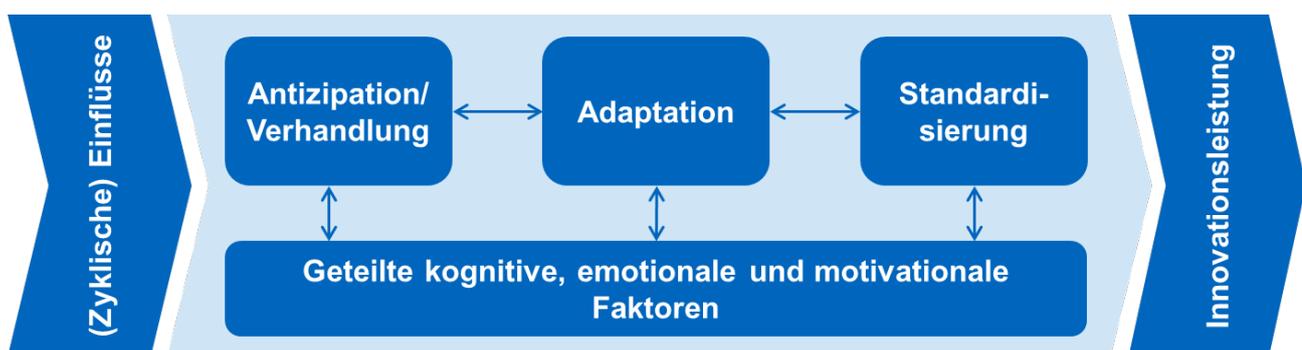


Abbildung 9. Modell effektiven Zyklusmanagements von Teams (vereinfacht)

Qualität der Standardisierung von Prozessen [Rei17] entwickelt. Ein weiteres wesentliches Merkmal von erfolgreichem Zyklensmanagement ist die effektive soziale Organisation des heterogenen Wissensnetzwerkes der Akteure unterschiedlicher Teams. Daher wurden weitere Fragebogenskalen für die Erfassung von Wissensaustausch zwischen Teams [Gam16] und ein Modell für soziotechnisches Wissensmanagement für den Kontext von PSS-Innovationen entwickelt [Gam19]. Die Instrumente können von Forschern wie von Praktikern zur Diagnose (d. h. die Identifikation von Stärken und Schwächen bzw. Stellhebeln in der Organisation), Interventionsgestaltung (d. h. das aktive Gestalten aufbauend auf der Diagnose) sowie Evaluation des Interventionserfolgs (d. h. die Bewertung der Intervention) herangezogen werden. Wenn Teams und vernetzte Akteure dadurch lernen, zukünftige Ereignisse und Prozesse zu antizipieren, ihr Verhalten entsprechend proaktiv anzupassen, neue Verhaltensweisen in neuen Arbeitsprozessen zu standardisieren und zudem geteilte Vorstellungen über die gemeinsame Wissensorganisation und zeitliche Abläufe im Netzwerk der Akteure zu entwickeln, kann die Innovationskraft steigen.

Organisationales Lernen unterstützen

Die Fähigkeit von Unternehmen, dauerhaft und zielgerichtet

Veränderungen zu erzeugen, wird als institutionelle Reflexivität bezeichnet. Der Begriff beschreibt dabei ein Prinzip organisationalen Lernens und zielt darauf ab, organisationale Regeln und Praktiken zu entwickeln, die Unternehmen dazu befähigen, systematisch Routinen zu hinterfragen, Interventionen zu beginnen und die resultierenden Spannungen produktiv zu nutzen [Mol07]. Damit zielt institutionelle Reflexivität auch darauf ab, dass sich Unternehmen neues Wissen aneignen, dieses anpassen und auszubauen.

Da sich konkrete Formen institutioneller Reflexivität in der Praxis unterscheiden können, war es ein zentrales Anliegen des SFB 768, geeignete Formen institutioneller Reflexivität zu identifizieren. Zunächst kann festgestellt werden, dass institutionelle Reflexivität sich auf unterschiedliche Gegenstände organisationalen Handelns beziehen kann, etwa auf die Entwicklung organisationalen Wissens oder auf spezifische organisationale Handlungsfelder, wie bspw. Innovation, Produktentwicklung, oder auch Arbeitsweisen. Institutionelle Reflexivität fragt dabei immer danach, wie etwas verändert werden und zum Gegenstand permanenter und zielgerichteter Veränderungsmaßnahmen gemacht werden kann. Jedoch erfordert etwa eine systematische Erneuerung des Wissensmanagement andere Maßnahmen als das Erlernen

neuer Arbeitsweisen. Weiterhin kann die Art und Weise unterschieden werden, wie Dauerhaftigkeit eines Veränderungsprozesses hergestellt wird. Bei einem seriell-diskreten Vorgehen, werden konkrete Zeitpunkte definiert, die Veränderungsprozesse auslösen und begleiten sollen. Bei einem kontinuierlichen Vorgehen hingegen wird auf eine andauernde Veränderungsdynamik gesetzt. Zuletzt kann nach den Bedingungen der Implementierung gefragt werden, die für den Einsatz bestimmter Instrumente gegeben sein müssen. Denn konkrete Projekte können sich hinsichtlich ihrer Dauer, ihres Aufwands und des Umfangs der Einbindung von bestimmten Personen oder Gruppen unterscheiden. Die Unterscheidung in diese Dimensionen soll dabei helfen, konkrete Maßnahmen zur Entwicklung institutioneller Reflexivität zu fördern. An einem beispielhaften Use Case soll nun gezeigt werden, wie institutionelle Reflexivität gefördert werden kann.

Das Ziel des hier vorgestellten Use Case war es, einen offenen und inkrementellen Lernprozess zur Entwicklung neuer Arbeitsweisen zu etablieren. Ein europäischer Konzern mit mehr als 10.000 Beschäftigten steht vor der Herausforderung, die Arbeitspraxis im Unternehmen grundlegend zu reformieren. Viele Regelungen und Praktiken erscheinen nicht mehr zeitgemäß. So erwarten viele Kunden flexible und agile Arbeitsweisen.

Aber auch ein großer Teil der Beschäftigten wünscht sich Veränderungen und möchte mobiler arbeiten. Doch gibt es in Hinblick auf die Gestaltung neuer Regelungen sehr unterschiedliche Haltungen und Ansichten, die sich entlang verschiedener Konfliktlinien im Unternehmen entwickeln. Um in dieser Situation produktiv voranzugehen, entschließt man sich dazu, im Rahmen eines Praxislabors mit neuen Arbeitsweisen für einen begrenzten Zeitraum zu experimentieren. Anstatt jedoch genaue Vorgaben zu machen, können sich Teams des Unternehmens für die Teilnahme am Experimentierraum bewerben und Vorschläge machen, wie sie für einen begrenzten Zeitraum arbeiten möchten. So kann jedes Team über die Arbeitszeitregelungen, die Wahl des Arbeitsplatzes und den Einsatz von Kollabo-

rations-Software selbst entscheiden. Im Lenkungsgremium sitzen sowohl Vertreter des Arbeitgebers als auch der Arbeitnehmerinnen. Diese legen die grundlegenden Regeln des Verfahrens fest und garantieren die fortlaufende und begleitende Evaluation. An der Testphase nehmen ca. 200 Beschäftigte teil, die in verschiedene Projektteams aufgeteilt sind. So können in dieser Phase etwa Technologien (bspw. Apps zur Arbeitszeiterfassung) eingesetzt werden, deren Nutzung bisher nicht erlaubt war. Nach der Testphase von 12 Monaten wird ein Bericht verfasst, der über die Chancen und Gefahren des Einsatzes umfassend informiert. Dieses experimentelle ergebnisoffene Vorgehen illustriert, wie Organisationen Veränderungsprozesse reflexiv gestalten können.

Handlungszielorientierte interaktive Visualisierung von Modellabhängigkeiten

Insbesondere bei der Entwicklung moderner PSS steigt immer mehr der Kommunikations- und Koordinationsaufwand innerhalb der interdisziplinären Teams und die erfolgreiche Handhabung solcher komplexen Prozesse wird zum entscheidenden Erfolgsfaktor. Eine große Herausforderung ist dabei das unterschiedliche Verständnis der einzelnen Akteure über die verschiedenen Prozesse, basierend auf ihren ganz individuellen Anforderungen und ihren unterschiedlichen Sichten auf die zyklisch ablaufenden Innovationsprozesse. Sie haben individuelle mentale Modelle über den Innovationsprozess, die auf ihrem spezifischen Wissen und ihrer Erfahrung basieren. Darüber hinaus verwenden die verschiedenen Diszi-

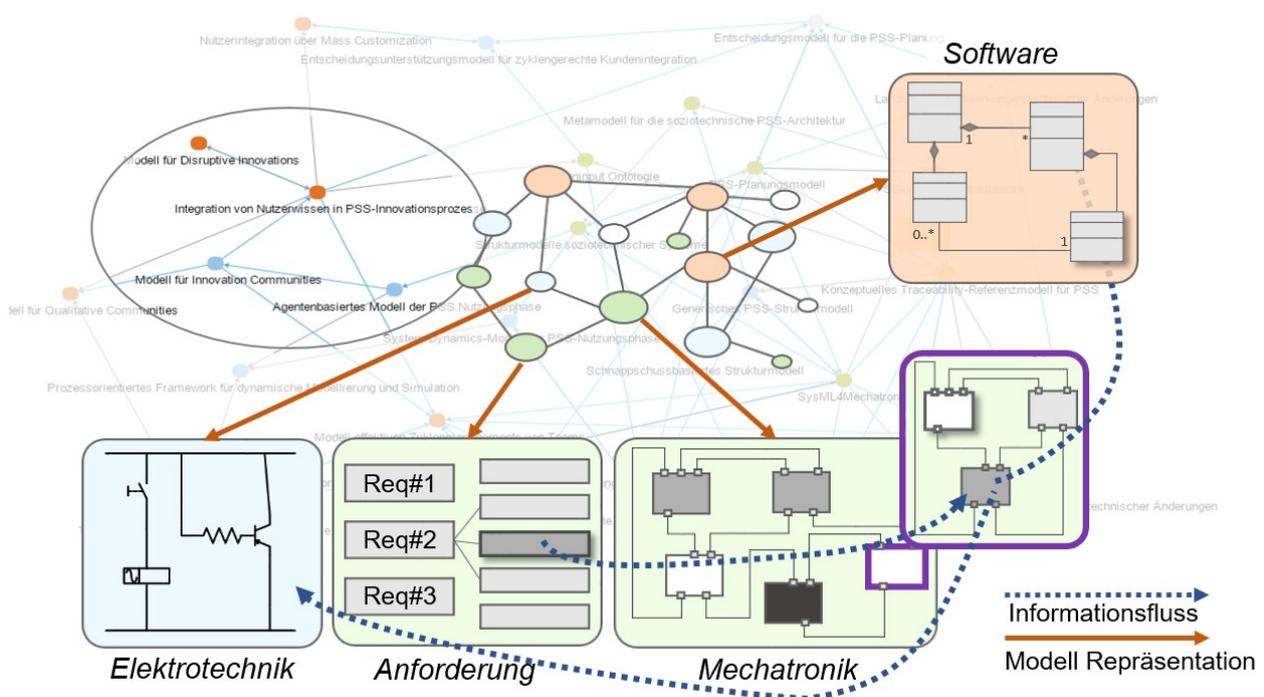


Abbildung 10. Modellabhängigkeiten im interdisziplinären Innovationsprozess

plinen ihre eigenen Werkzeuge und Terminologien sowie ihre eigenen fachspezifischen Sprachen und Modelle, mit ganz unterschiedlichen Abstraktionsgraden, um ihre Prozesse zu beschreiben. Dies führt zu einer komplexen heterogenen Modelllandschaft mit einer Vielzahl an disziplinspezifischen Modellen - z.B. Anforderungsmodelle, Engineeringmodelle sowie Analysemodelle u.v.m. - mit Abhängigkeiten und Überschneidungen untereinander und Informationsflüssen zwischen den Modellen. Innerhalb des Innovationsprozesses ist es damit umso wichtiger, ein gemeinsames Verständnis zwischen den Akteuren bezüglich der Informationsflüsse und Abhängigkeiten zwischen den Disziplinen und deren Modelle zu schaffen. An dieser Stelle greift nun der SFB 768 an und bietet zur Komplexitätsreduzierung einen interaktiven disziplinübergreifenden Visualisierungsansatz an, welcher auch die individuelle Aufgabe des Akteurs berücksichtigt. Die Herausforderungen bei der Umsetzung sind jedoch (1) die Identifikation von Modellabhängigkeiten um die Zusammenhänge zwischen den disziplinspezifischen Modellen und damit die Informationsflüsse zu finden, (2) die Implementierung eines integrativen interaktiven Visualisierungsansatzes zur Visualisierung dieser Abhängigkeiten der für alle beteiligten Akteure verständlich ist und (3) die Evaluation anhand von Use Cases.

Disziplinübergreifende Modellabhängigkeiten sind nicht auf einer abstrakten Ebene verankert, sondern befinden sich auf der Detailebene zwischen den Modellen und über Abstraktionsebenen. Mittels halbstrukturierter Interviews wurden zunächst die Akteure bzw. "Modellanbieter" bezüglich ihres Verständnisses über das Zusammenspiel ihres eigenen Modells im heterogenen Modellumfeld befragt und die Abhängigkeiten erhoben. In einem weiteren Schritt wurden die Modellabhängigkeiten mit Hilfe von Fokusgruppen erweitert und verfeinert. Jede Fokusgruppe stellte einen Use Case dar und bezog alle an diesem Use Case beteiligten Stakeholder ein. Die so gewonnenen Informationen sind nun die Grundlage für den Visualisierungsansatz (Abbildung 10).

Die Herausforderung bei der Entwicklung einer interaktiven Visualisierung in einem interdisziplinären Umfeld besteht darin, eine für alle Beteiligten leicht verständliche Darstellungsform zu finden, welche ein gemeinsames Verständnis der dargestellten modellübergreifenden Abhängigkeiten fördert. Aus diesem Grund haben wir uns für einen graphbasierten Ansatz entschieden [Pan19], da dieser lediglich zwei Modellelemente enthält: Objekte und deren Beziehungen untereinander.

Da jedoch insbesondere Industriemodelle tausende von Modellelementen enthalten können, sind Mechanismen zur

Verbesserung des Verständnisses zwingend erforderlich. Folglich ist für unseren Visualisierungsansatz eine Art von Informationsfilterung, Aggregation und/oder Abstraktion erforderlich.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurden alle beteiligten Modelle und ihre Abhängigkeiten zunächst auf einer abstrakten Ebene in einem sogenannten Modellenetzwerk dargestellt. Jedes Objekt in diesem Netzwerk repräsentiert ein Modell innerhalb des Innovationsprozesses und jede Beziehung zwischen den Objekten repräsentiert eine Modellabhängigkeit. Basierend auf der Theorie von Shneidermann (Visual Information Seeking Mantra - overview, zoom, filtering, details on demand) kann die Komplexität durch Filtermechanismen reduziert und so die Visualisierung an bestimmte Handlungsziele/Use Cases angepasst werden [Shn96]. Die Darstellung der Abhängigkeiten auf der Detailebene wurde ebenfalls mittels graph-basierter Visualisierung realisiert. Nach dem *Focus+Context-Prinzip* [Car99] werden beide Ansichten - abstrakte Ebene und Detailebene - in einem geteilten Fenster dargestellt. Die in dieser Visualisierung dargestellten Beziehungen stellen die Informationsflüsse zwischen den beteiligten Modellen dar und erhöhen nun das Verständnis der Zusammenhänge über Modellgrenzen hinweg.

Fazit

Damit Organisationen die disziplin- und funktionsübergreifende Zusammenarbeit heterogener Akteure erfolgreich für die Generierung von Innovationen nutzen können, müssen auf mehreren Ebenen Aspekte des Zyklusmanagements gefördert werden: Individuen und Teams von zentraler Bedeutung, denn diese müssen wiederkehrende Ereignisse zunächst als zyklisch begreifen und Teamzustände und –prozesse entsprechend zyklisch organisieren; zudem müssen geeignete Organisationsformen identifiziert werden, durch die heterogene Akteure gezielt ver-

knüpft werden, um organisationale Lernprozesse zu fördern. Das Prinzip der institutionellen Reflexivität sowie konkrete Praxisformen wie Experimentierräume oder Lernfabriken sind geeignete Herangehensweisen, um Innovationsprozesse unter dynamischen Bedingungen zu gestalten; damit Teams und Organisationen das Zusammenspiel heterogener Akteure besser verstehen und entsprechend gestalten können, müssen Beziehungen und Abhängigkeiten sichtbar gemacht werden. Hier können graphenbasierte Visualisierungstechniken helfen.

Um zyklische Innovationsprozesse

nachhaltig zu gestalten, gilt es, diese Maßnahmen in ihrem Zusammenspiel zu berücksichtigen. Auf der Gestaltenplattform des SFB 768 (siehe Infobox) werden weitere konkrete Maßnahmen vorgestellt.

Referenzen siehe <http://innovations.sfb768.de/publications/>



Ansprechpartner

Dr. Dorothea Pantförder
Lehrstuhl für Automatisierung
und Informationssysteme
Technische Universität München
pantfoerder@tum.de

Handhabung von Änderungszyklen in Produktentwicklung und Produktion

Zyklische Einflussfaktoren zwingen Unternehmen zu regelmäßigen Änderungen an Produkt und Produktionssystem. Durch die enge Vernetzung der Disziplinen ist eine lokale Betrachtung von Änderungen nicht ausreichend. Es wird ein Managementansatz benötigt, welcher über Abteilungsgrenzen und Disziplinen hinweg reicht. Der systemische Ansatz des SFB 768 beschreibt das Framework für eine erfolgreiche Umsetzung eines ganzheitlichen Änderungsmanagements. Hierfür wurden Referenzprozesse, Analysemethoden und Innovationsumgebungen konzeptioniert und entwickelt.

Harald Bauer,
Felix Brandl,
Niklas Kattner,
Christian Dengler

Änderungsmanagement wird im zunehmend dynamischen Umfeld, dem Unternehmen ausgesetzt sind, zu einer immer wichtigeren Disziplin. Änderungsmanagement betrifft zum einen die Dynamik der Organisation, die durch ein ausgeprägtes organisationales Änderungsmanagement gezielt strukturiert werden muss. Zum anderen ist die steigende

Dynamik auch bei der Entwicklung technischer Produkte bemerkbar. Durch die immer kürzer werdenden Technologiezyklen – insbesondere der Softwarekomponenten – wird ein geplantes und proaktives Management von Änderungen an technischen

Produkten unabdingbar. Doch Änderungen können nicht nur lokal betrachtet werden, sondern benötigen einen Managementansatz, der über Abteilungsgrenzen und Domänen hinausreicht. Daher wurden im Rahmen des SFB 768 ganz-

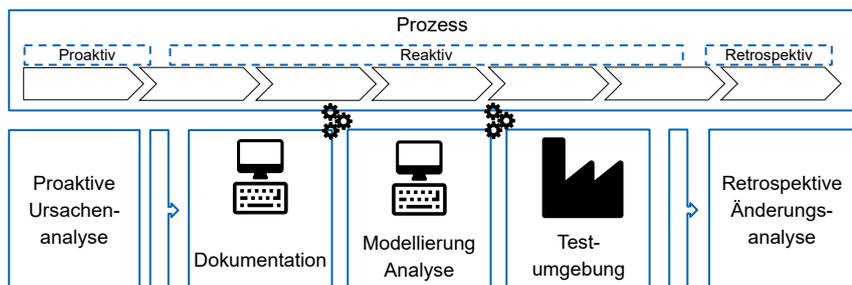


Abbildung 11. Ganzheitliches Änderungsmanagement des SFB 768

heitliche, systematische Ansätze zur Gestaltung von Änderungen sowohl in der Produktentwicklung als auch in der Produktion erarbeitet. Dabei wird von einer Änderung gesprochen, sobald ein vorher definierter Zustand, mit dem andere Beteiligte weiterarbeiten, durch eine Neuerung seine Gültigkeit verliert. Unter Änderungen versteht man dabei ebenso größere Veränderungsprojekte, welche wiederum aus vielen kleinen Änderungen bestehen können. Ziel des Änderungsmanagements ist es, schnelle Veränderungen zu befähigen (siehe Abb. 12). Hierfür sind eine proaktive, eine reaktive und eine retrospektive Betrachtung von Änderungen notwendig. Im ganzheitlichen Änderungsmanagement des SFB 768 werden die einzelnen Phasen durch einen kollaborativen Prozess geleitet (siehe Abbildung 11). In jeder Phase werden zudem unterschiedlichen Analysemethoden und Werkzeuge genutzt, um eine effektive und effiziente Handhabung von Änderungen zu ermöglichen.

Referenzprozess des systemischen Änderungsmanagement

Als genereller Rahmen für die Forschung und zur Einordnung der industrieseitigen Anforderungen und Lösungsansätze wurde ein Referenzprozess für das Systemische Änderungsmanagement entwickelt. Dieser beschreibt den grundsätzlichen Ablauf von Änderungsprojekten in der Produktentwicklung und der Produktion. Das Zusammenspiel der beiden ist entscheidend für eine effiziente und effektive Umsetzung von Änderung bei der parallelen Entwicklung.

Proaktive Ursachenanalyse

Viele Änderungen treten nicht unmittelbar oder unvorhersehbar auf, sondern können mit einem geeignetem Änderungsmanagement frühzeitig geplant werden. Die proaktive Ursachenanalyse befasst sich damit, die Ursachen für mögliche Änderungen zu untersuchen und den Zeitpunkt für die Durchführung der Änderung zu bestimmen. Für die proaktive Ursachenanalyse müssen Prognosen er-

stellt werden. Hierzu gilt es, Informationen aus Vergangenheitsdaten sowie Modellwissen zu nutzen, und in einem Vorhersagemodell zu integrieren. Die Betrachtung der Unternehmensdynamik als eine Vernetzung von interagierenden Zyklen stellt hierfür ein wirkungsvolles Werkzeug dar, da sich der zeitliche Verlauf von wichtigen Unternehmensgrößen, mit jeweils markanten Eigenschaften innerhalb der Zyklenphasen, als Prognosemodell eignen. Auch lassen sich die Zyklenverläufe als mathematische Modelle anhand von Vergangenheitsdaten identifizieren. Ein weiteres sinnvolles Werkzeug für die proaktive Ursachenanalyse stellen Fuzzy Sets dar, mithilfe deren unscharfe Bedingungen oder Anforderungen in der Ursachenanalyse berücksichtigt werden können. Prognosen beinhalten nicht nur Unsicherheiten, sondern viele Informationen im Prognosemodell sind schwer exakt zu bestimmen. Mithilfe von Fuzzy Sets können Wertebereiche anstelle von exakten Werten verwendet



Abbildung 12. Phasen des Änderungsmanagement

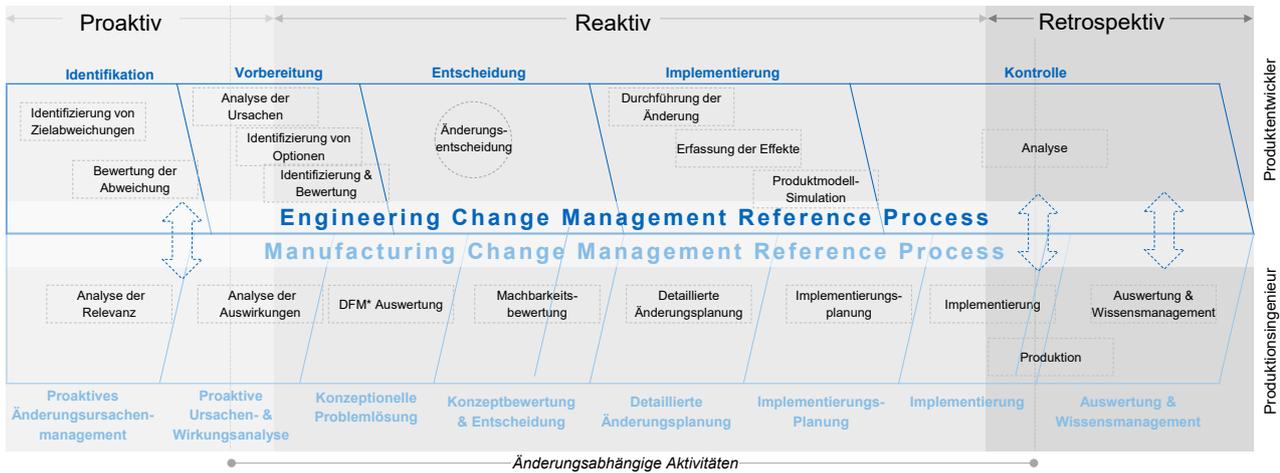


Abbildung 13. Referenzprozesse des systemischen Änderungsmanagements

werden, sowie Wahrscheinlichkeiten und Unsicherheiten koppeln.

Analyse von Änderungsauswirkungen

Zur Analyse der Änderungsfortpflanzungen wird ein Expertenworkshop durchgeführt. In diesem wird zunächst ein graphenbasiertes Modell des zu betrachtenden Systems erstellt. Anschließend werden die relevanten Kanten mit einer Wahrscheinlichkeit zur Fortpflanzung der analysierten Änderung sowie best-case, worst-case und most-likely Auswirkungen auf Kosten sowie Dauer der Änderungen versehen. Hieraus wird anhand einer Beta-Verteilung eine Wahrscheinlichkeitsverteilung der Änderungsauswirkungen erzeugt.

Zur abschließenden Simulation der Fortpflanzungs- und Auswirkungseffekte wird eine Kombination aus einem Breadth-First Suchalgorithmus sowie einer Monte-Carlo Simulation ausgeführt. Ergebnis der Analyse sind Wahrscheinlichkeitsverteilungen bezüglich der Änderungsfortpflanzungen sowie Kosten und Dauer der Änderung. Basierend hierauf kann im nächsten Schritt entschieden werden, ob die betrachtete Änderung durchgeführt wird und welche weiteren Schritte notwendig sind.

Testumgebung zur Erprobung von Änderungen

Die Rahmenbedingungen für heutige Unternehmen lassen sich zunehmen durch die Begriffe Volatilität, Unsicherheit, Komplexität

und Ambiguität beschreiben. In diesem Umfeld lassen sich die aufkommenden Herausforderungen nicht mit den klassischen Methoden, die das Projektmanagement unterstützen sollen, bewältigen. Stattdessen sind die Unternehmen gefordert ihre Agilität zu steigern, damit sie weiterhin konkurrenzfähig bleiben. Dafür sind unter anderem Innovationsprojekte nötig, die häufig mit unternehmerischem Wandel verbunden sind. Die entwickelte Methodik beschreibt einen Weg für betroffene Unternehmen zur besseren Unterstützung und damit effektiveren Gestaltung von unternehmerischem Wandel im Zuge von komplexen Innovationsprojekten. Dazu werden Anforderungen aus der Praxis abgeleitet, die im Rahmen einer Industriekooperation aufgenommen wurden, und bestehende Ansätze aus der Theorie zur Lösungssuche genutzt. Die Methodik stellt den Einsatz von Verfahren zur iterativen Problemlösung dar, die durch einen engen Kundenbezug eine



Abbildung 14. Proaktive Ursachenanalyse—Beispiel Produktion

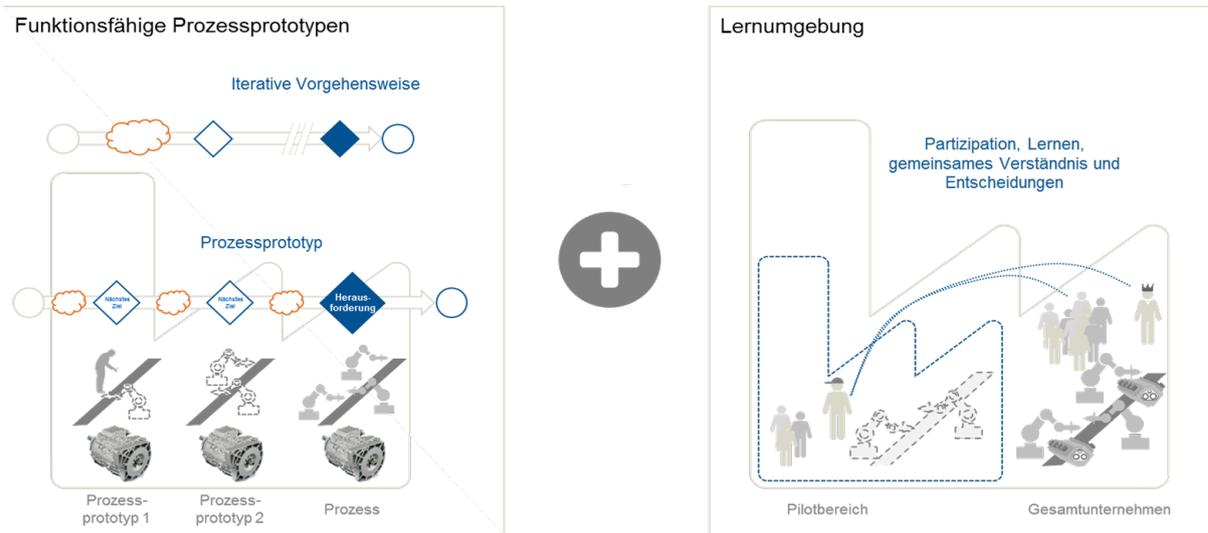


Abbildung 15. Testumgebung-Beispiel Produktion

Entwicklung von minimal funktionsfähigen Prototypen unterstützen (siehe Abbildung 16). Zusätzlich beschreibt sie die Implementierung und Nutzung einer hochvariablen Lernumgebung in Form einer Lernfabrik zu diesem Zweck. Die Methodik basiert unter anderem auf Erkenntnissen aus Experteninterviews mit Projektleitern komplexer Innovationsprojekte.

Retrospektive Nutzung von Änderungsinformation

Die retrospektive Phase des technischen Änderungsmanagements adressiert vor allem den Erkenntnisgewinn nach der Än-

derungsdurchführung. Dabei können sowohl die gezielte Auswertung einzelner Änderungen als auch Informationen über die Gesamtheit der Änderungsabläufe Verbesserungspotential aufzeigen. Durch die zunehmende Digitalisierung der Unternehmen bietet gerade die retrospektive Auswertung von Änderungsdaten in Form von Ablaufdokumentationen einzelner Änderungen in der Gesamtheit großes Potential. Da in der Regel durch Zertifizierungsbestreben (z.B. ISO 9000) eine systematische Änderungsdokumentation durchgeführt wird, sind Änderungsdaten meist in großem

Umfang in Unternehmen verfügbar. Im SFB 768 wurde daher untersucht, wie diese Daten das Management der Änderungszyklen unterstützen und verbessern können. Dabei wurden unter anderem Ansätze untersucht, die eine Prognose von Änderungsausbreitungen bei der Durchführung technischer Änderungen verbessert. Mittels einer Warenkorbanalyse werden dabei vergangene Änderungen und deren Dokumentation genutzt, um Korrelationen zwischen Komponenten eines technischen Systems zu erhalten. Für zukünftige Änderungen kann dieses Wissen genutzt werden, um Ausbreitungen besser abschät-

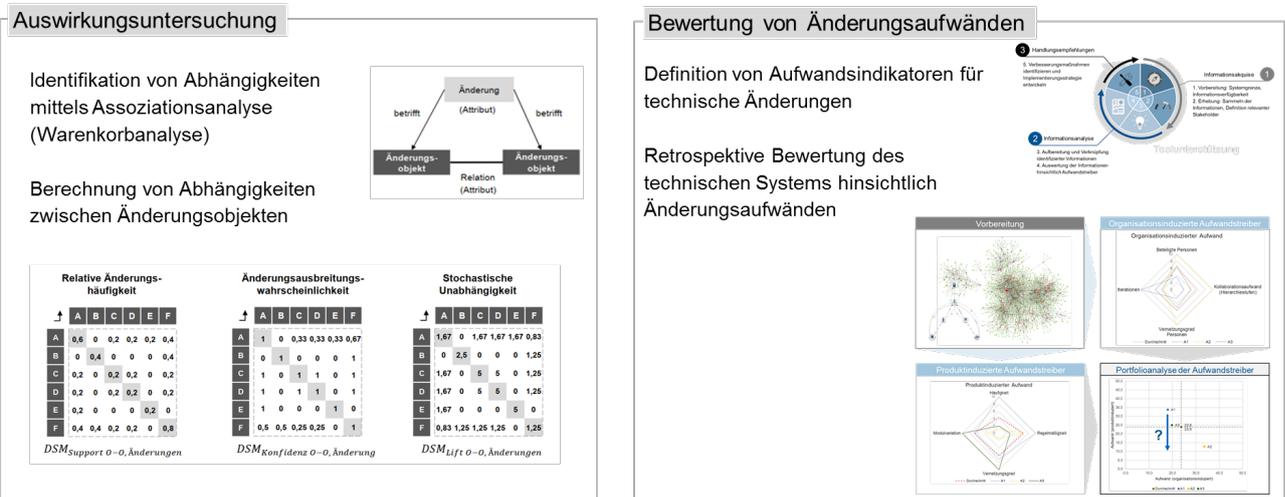


Abbildung 16. Retrospektive Nutzung von Änderungsdaten

zen zu können. Ein weiterer Ansatz der Änderungsdatennutzung adressiert die strukturelle Komplexität technischer Änderungen über das Produkt hinweg. Vor allem die Untersuchung der organisationalen Zusammenhänge bietet bei der Verbesserung der Zusammenarbeit im Änderungsmanagement einen großen Hebel. Dazu werden Änderungsdaten genutzt, um Komplexitäts-

und Aufwandskennzahlen für das technische System abzuleiten, die eine Charakterisierung desselben hinsichtlich des Aufwandsverhaltens bei Änderungen erlauben und strukturelle Abhängigkeiten innerhalb des technischen Systems als auch des Organisationssystems aufdecken. Dadurch wird eine zielgerichtete Verbesserung der Zusammenarbeit, der Produktstruktur hin-

sichtlich des Änderungsaufwandsverhaltens ermöglicht.



Ansprechpartner

Harald Bauer, M.Sc.

Institut für Werkzeugmaschinen
und Betriebswissenschaften
Technische Universität München

harald.bauer@iwb.mw.tum.de

Entwicklung eines Leitfadens für ein effizientes Änderungsmanagement in der Produktion

Im Rahmen von Transferprojekten können Forschungsergebnisse von Sonderforschungsbereichen in die Praxis transferiert und prototypisch angewendet werden. Das Transferprojekt „Leitfaden für das Änderungsmanagement in der Produktion“ wurde im November 2018 in Zusammenarbeit mit der BMW AG gestartet und läuft auch nach dem SFB 768 Ende bis April 2021.

Im Rahmen des DFG-geförderten Sonderforschungsbereichs (SFB) 768 wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Aspekte von Zyklen in der Entwicklung und Leistungserstellung analysiert. Um Veränderungszyklen in der Produktion effizienter und effektiver zu gestalten, wurde ein systematischer Change-Management-Prozess entwickelt. Die Entwicklung eines Leitfadens für das Management in der Produktion verfolgt das Ziel, die entwickelten wissenschaftlichen Methoden und Modelle in die Praxis zu transferieren und prototypisch bei Forschungspartnern anzuwenden. Mit den geplanten Erkenntnissen sollen die Forscher ihre Ansätze mit Hilfe von Praxisfällen validieren und Anpassungsbedarfe identifizieren. In der heutigen

hochdynamischen Welt mit kurzen Produktlebenszyklen und schnell wechselnden Technologien gilt das Änderungsmanagement als wichtiger Erfolgsfaktor für produzierende Unternehmen. Der permanente Kostendruck, begleitet von ständig wachsenden Anforderungen der Kunden an die Aktualität der eingesetzten Technologien und Konzepte, erfordert von den Unternehmen eine kontinuierliche Anpassung und Veränderung ihrer Produktionssysteme. Eine große Herausforderung hierbei ist die systematische und ganzheitliche Handhabung dieser Änderungen, da in der Regel viele Änderungsprojekte parallel laufen und physische oder prozessuale Abhängigkeiten aufweisen können. Die entwickelten Methoden und Modelle des SFB

768 bieten einen ganzheitlichen Ansatz, der als Grundlage für die Entwicklung eines individuellen Änderungsmanagements für den Projektpartner dienen kann.

Ziel des Transferprojekts ist daher die Entwicklung eines Leitfadens zur zyklusorientierten Identifikation, Analyse, Planung und Umsetzung von Änderungen in Produktionssystemen. Dafür soll der am *iwb* entwickelte Referenzprozess für das Änderungsmanagement in der Produktion (MCM*) als Grundlage verwendet werden.

Im ersten Schritt werden die implementierten Prozesse zur Gestaltung und Dokumentation von Änderungen anhand von vier Projektbeispielen bei der BMW AG aufgenommen. Die ermittelte Ausgangssituation wird mit den

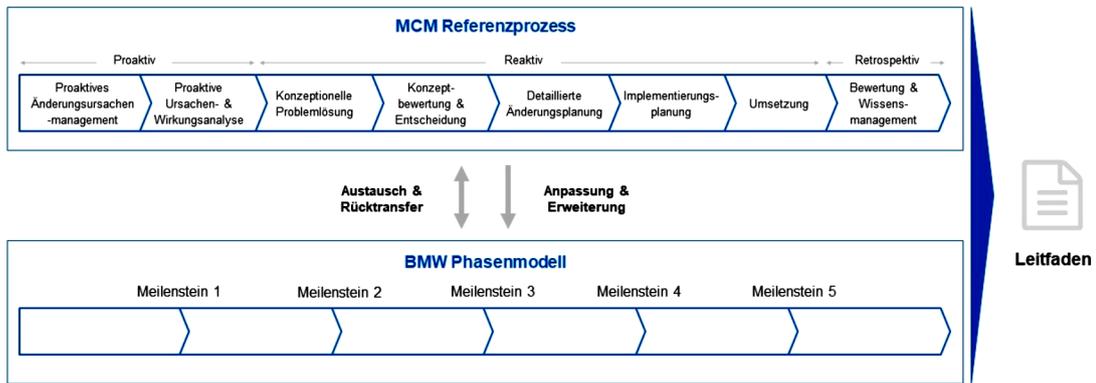


Abbildung 17. Entwicklung eines Leitfadens für ein effizientes Änderungsmanagement

Ansätzen aus dem SFB 768 verglichen und bewertet. Mittels einer vergleichenden Analyse werden Verbesserungspotentiale identifiziert und diese bei der anschließenden Gestaltung des unternehmensspezifischen Änderungsmanagementprozesses adressiert. Dies umfasst insbesondere die Festlegung eines inhaltlichen Ablaufplans, die Festlegung eines groben Zeitplans, der als Grundlage für die Rückwärtsplanung zukünftiger Projekte dienen kann, sowie die Erstellung eines Leitfadens, der als unterstützender Konfigurator für zukünftige Projekte verwendet

werden kann.

In der ersten Phase des Projekts wurden verschiedene Workshops durchgeführt, um geeignete Projektbeispiele für das Forschungsprojekt zu finden. Aus verschiedenen laufenden Änderungsprojekten wurden vier identifiziert, die sich sowohl auf Betriebsmittel, als auch auf die durch neue Produktvarianten induzierten Änderungen konzentrieren. Es wurde entsprechend des MCM*-Referenzprozesses die proaktive Phase der Projekte erfasst. Der nächste Schritt ist die Begleitung der Änderungsprojekte während der gesamten detail-

lierten

Planung und Implementierung. Parallel dazu werden die Handlungsfelder, die sich aus dem Vergleich mit dem MCM-Referenzprozess ergeben, abgeleitet und in Expertenrunden diskutiert.



Ansprechpartner

Sajedah Haghi, M.Sc.
 Institut für Werkzeugmaschinen
 und Betriebswissenschaften
 Technische Universität München
sajedah.haghi@iwb.mw.tum.de

Institutionelle Reflexivität in Kooperationsprojekten

Wie können Organisationen ihr eigenes Handeln zum Gegenstand der Beobachtung, Bewertung und darauf aufbauender Anpassungs- und Verbesserungsmaßnahmen machen? Diese Fähigkeit wird als „institutionelle Reflexivität“ bezeichnet – im Rahmen des SFB 768 wurden die Bedingungen und Formen institutioneller Reflexivität erforscht.

Zu diesem Zweck wurden Methoden der partizipativen Gestaltung angewandt, die sozialwissenschaftliche Forschungsinteressen und gestalterische Tätigkeiten in Betrieben produktiv miteinander zu verbinden. Auf diese Weise konnten etwa Beobachtungen, Interviews und

Workshops sowohl von den Betrieben als auch für die Forschung sinnvoll genutzt werden.

So wurde beispielsweise im Rahmen der *arbeitsintegrierten Kompetenzentwicklung* ein Forschungsprojekt zum erfahrungsgelernten Erwerb von digitalen

Medienkompetenzen in einem mittelständischen Industrieunternehmen aus dem Anlagenbau sowie in einem Dienstleistungsunternehmen der Versicherungsbranche durchgeführt.

Die in dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse wurden an die

Unternehmen zurückgespiegelt und in den Prozess einer Medienkompetenzentwicklung integriert. Gleichzeitig wurde ausgearbeitet, unter welchen Bedingungen Formen institutioneller Reflexivität etabliert werden können.

Aktuell sind die Erkenntnisse aus diesem Prozess (und weitere Ansätze) auf der Gestaltungsplattform dokumentiert:

innovations.sfb768.de. In zukünftigen Kooperationsprojekten können eigene Projekte durchgeführt werden, die auf die jeweiligen Fragestellungen der beteiligten Unternehmen eingehen. Dabei können wir sozialwissenschaftliche Expertise einbringen und beispielsweise den Prozess des Infragestellens, der Anpassung und Verbesserung

entstandener Routinen mithilfe etablierter Methoden und Verfahren begleiten.



Ansprechpartner

Prof. Dr. Sabine Maasen
Munich Center
for Technology in Society
Technische Universität München
mcts@tum.de

Integration externer Stakeholder in die zyklengerechte Gestaltung von PSS-Geschäftsmodellen

PSS-Geschäftsmodelle verändern sich immer schneller und bauen zunehmend auf das umliegende Wertschöpfungsnetzwerk im kompletten Innovationszyklus. Der SFB 768 untersucht diesen Zusammenhang und stellt Lösungen bereit für die Integration von externen Stakeholdern in Geschäftsmodellinnovationen.

Geschäftsmodelle, insbesondere von Produkt-Service-Systemen (PSS), sind Anforderungen ausgesetzt, die sich immer schneller ändern. Geschäftsmodelle müssen zyklisch an sich ändernde Anforderungen von Stakeholdern angepasst werden. Externe Stakeholder (insb. Kunden) können dabei als Wissens- und Anforderungsquelle für die Entwicklung von neuen Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen dienen. Insbesondere für die Umsetzung von PSS-Geschäftsmodellen sind oft mehrere Akteure des Wertschöpfungsnetzwerks nötig, beispielsweise Kunden, Lieferanten, externe Dienstleister, Universitäten und Start-Ups.

Ziel ist es deshalb Modelle, Methoden und Werkzeuge für die Integration von externen Stake-

holdern in Geschäftsmodellinnovationen bereitzustellen. Zudem soll eine IT-basierte Werkzeugunterstützung für die Entwicklung von PSS-basierten Geschäftsmodellen und der Unterstützung von PSS-Geschäftsmodellinnovationen entwickelt werden.

Um diese Ziele zu adressieren, wurde sich in einem ersten Teil auf eine der wichtigsten Gruppen von Stakeholdern im Innovationsprozess konzentriert: die Kunden. Um die Kundenintegration zu unterstützen wurde ein Vorgehensmodell entwickelt. Dieses gibt vor, wie Kunden im Innovationsprozess integriert werden können. Anschließend wurde ein Methodenbaukasten erarbeitet, der einen Überblick an Kundenintegrationsmethoden gibt. Um diese

zielgerecht anwenden zu können, wurde nachfolgend ein Entscheidungsunterstützungssystem entwickelt. Das System schlägt auf Basis von Nutzereingaben, wie geplante Kosten, Dauer oder aktuelle Innovationsphase, geeignete Kundenintegrationsmethoden vor. Um im Innovationsprozess Kundeninputs strukturiert nach Eigenschaften zu erfassen, zu verwalten und gegebenenfalls mehrfach zu verwenden, wurde anschließend eine Kundeninput-Ontologie entwickelt.

In einem zweiten Teil wurde die Gruppe an Stakeholdern von Kunden auf alle möglichen Stakeholder in Geschäftsmodellinnovationen erweitert. Um Geschäftsmodellinnovationen zu unterstützen wurden zunächst vorhandene Muster

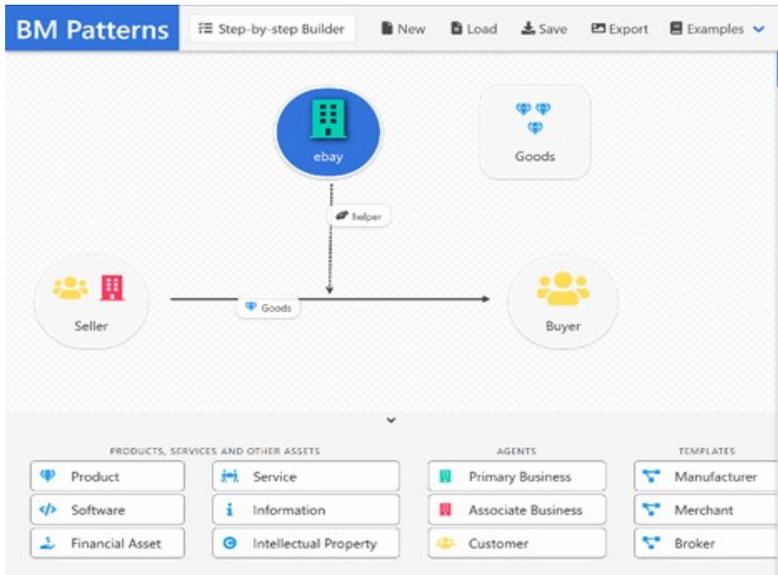


Abbildung 18. Tool zur Gestaltung von Geschäftsmodellen

von erfolgreichen Geschäftsmodellen zusammengetragen und in einer hierarchischen Struktur charakterisiert. Die hierarchische Struktur unterstützt dabei die Anwendbarkeit der Muster. Zweitens wurden domänenspezifische Muster und Transformationspfade im Kontext PSS und Industrie 4.0 untersucht. Als letztes wurden die Erkenntnisse der Muster-basierten Geschäftsmodellinnovationen in einem Softwarewerkzeug zusammengefasst. Hiermit lassen sich Geschäftsmodelle modellieren und auf Basis von Empfehlungen

weiterentwickeln (Abbildung 18).

Unterstützung von Innovation durch die Bewertung von Daten aus der PSS Nutzungsphase

Aufgrund der zunehmenden Digitalisierung bestehen moderne Produkte nicht nur aus Hard- und Softwareelementen, sondern auch aus konnektiven Bausteinen. Die vernetzten Produkte übertragen kontinuierlich Daten an Anbieter und Nutzer. Der Anteil solcher Produkte wird in den nächsten Jahren weiter steigen, ebenso wie die Menge an Daten aus der Nutzungsphase. Auf-

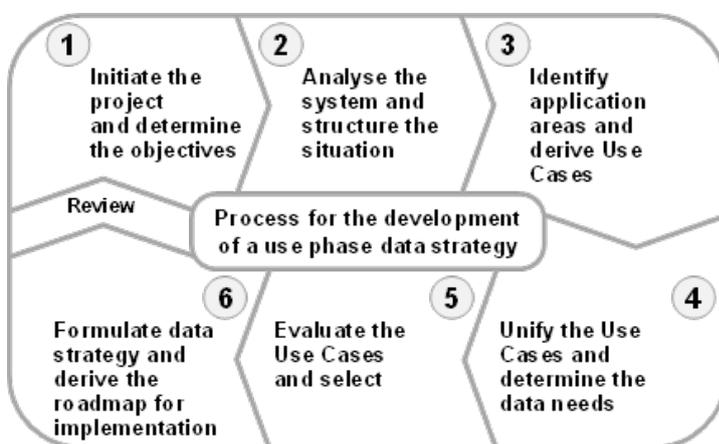


Abbildung 19. Vorgehensmodell zur Ableitung einer Nutzungsdatenstrategie

grund von Umfang, Geschwindigkeit und Vielfalt der erzeugten Daten wird häufig der Begriff Big Data verwendet. Dieser Begriff umfasst nicht nur die Daten selbst, sondern auch den Prozess der Analyse. Diese Analysen, insbesondere basierend auf Nutzungsdaten, bieten Unternehmen zahlreiche, neue Möglichkeiten deren Erfolg zu steigern.

Das übergeordnete Ziel dieses Forschungsprojekts war daher die effektive und effiziente Integration von Nutzungsdaten in die Strategieentwicklung und operative Umsetzung von Produkt-Service-Systemen. Nutzungsdaten sind dabei alle Daten, die vom Produkt selbst, oder von verbundenen Services während der Nutzung generiert werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde zunächst ein Vorgehensmodell zur Ableitung einer Nutzungsdatenstrategie entwickelt (siehe Abbildung 19). Das Modell besteht aus sechs Schritten, beginnend mit der Zuordnung von Teammitgliedern und der Definition von Projektzielen. Im zweiten Schritt wird die digitale Reife des Unternehmens bewertet und die aktuelle Situation (d.h. verfügbare Nutzungsdaten, Wettbewerbssituation, Infrastruktur, etc.) analysiert. Basierend auf dem Kontext des Projekts werden mögliche Einsatzgebiete identifiziert und mögliche Anwendungsfälle gesammelt. Anschließend werden diese Anwendungsfälle weiter detailliert und konsolidiert, indem in Schritt vier ihr

Datenbedarf ermittelt wird. Im folgenden Schritt werden die verbleibenden Use Cases ausführlich bewertet, um eine fundierte Auswahl zu ermöglichen. Schließlich kann im letzten Schritt die Nutzungsdatenstrategie formuliert werden. Auf diese Weise kann eine erste Implementierungs-Roadmap abgeleitet werden. Am Ende des Modells wird reflektiert, ob die definierten Ziele des Projekts erreicht wurden oder ob die Strategie vor der Umsetzung neu angepasst werden

muss. Zu jedem dieser Schritte wurden Methoden entwickelt bzw. recherchiert, um Praktikern eine Anwendung so leicht wie möglich zu gestalten. So wurde zum Beispiel für Schritt 3 ein Use Case Katalog entwickelt, der über 200 Anwendungsfälle aus Industrieprojekten enthält und so die Findung eines geeigneten Use Cases ermöglichen soll. Die Umsetzung dieses Vorgehens ist allerdings nur ein erster Schritt. Aus der erarbeiteten Strategie ergeben sich auch Änderungen für bestehende

Produktentwicklungsprozesse. Dieses Problem wurde mit einem Tailoring-Ansatz zur flexiblen Anpassung von Prozessen adressiert.



Ansprechpartner

Jakob Trauer, M.Sc.

Lehrstuhl für Produktentwicklung,
Konstruktionssystematik
und Leichtbau

Technische Universität München

jakob.trauer@tum.de

Unterstützung der Akteure im interdisziplinären, lebenszyklusbegleitenden Innovationsprozess von Produkt-Service-Systemen

Die stetig steigende Komplexität im Maschinen- und Anlagenbau, gepaart mit zunehmendem Wettbewerbsdruck im globalen Markt stellen eine zentrale Herausforderung für den deutschen Anlagenbau dar. Das Engineering im Maschinen- und Anlagenbau ist durch die Beteiligung einer Vielzahl von Gewerken geprägt, z. B. der Mechanik, Hydraulik und Pneumatik, Elektrik/Elektronik und Software zu Automation und Visualisierung, aber auch der Sicherheitstechnik. Schon heute kommen verschiedenste domänenspezifische Simulationen und Visualisierungen zu Prozesssteuerung und -regelung sowie Fabrik- und Anlagenplanung zum Einsatz.

Für den Erfolg von mechatronischen Entwicklungsprojekten im Maschinen- und Anlagenbau ist eine geeignete Abstimmung zwischen diesen Gewerken von essenzieller Bedeutung – insbesondere, da aktuelle Entwicklungsprozesse in der heutigen Praxis oftmals durch einen sequenziellen, über viele Monate laufenden Prozess geprägt sind und ein integriertes, kollaboratives, agiles Engineering bisher fehlt bzw. nur unzureichend zur Verfügung steht.

Das Ziel dieses Transferprojekts ist die Entwicklung, Einführung

und Evaluation eines skalierbaren Engineering and Operation Support Systems zur Unterstützung interdisziplinärer Innovationszyklen von industriellen Großanlagen der Stahl- und NE-Metallindustrie. Ein evolvierender digitaler Zwilling aggregiert aus Herstellersicht die Modelle einer Anlage mit Betriebsdaten und konstruktiven Änderungen während des Betriebs. Er erlaubt es einerseits, bestehende Engineering Lösungen (Hidden Innovations) aufzufinden und bildet andererseits die Plattform für Dienstleistungen der Anlage als

Produkt-Service-System, sodass die Kunden bspw. Simulationsmodelle zur Absicherung von konstruktiven oder prozesstechnischen Änderungen nutzen können. Als Grundlage werden Methoden für ein integriertes mechatronisches Systemmodell weiterentwickelt und angepasste Schnittstellen des Entwicklungsansatzes für die verschiedenen Akteure bereitgestellt.

Bei der Erarbeitung der Forschungsziele sollen insbesondere neue moderne Ansätze zur objektorientierten Modellierung zur Kopplung der nativen CAD-

Systeme verwendet werden, um ein integriertes und effizienteres Engineering zu erreichen. Für die Engineering Prozesse im Bereich der Automatisierung wird insbesondere AutomationML getestet, welches als gemeinsame Datenbasis für den Austausch dienen soll und dabei ein werkzeugneutrales, integriertes Systemmodell der verschiedenen Disziplinen bietet – beispielsweise zu den in frühen Entwicklungsphasen definierten Funktionsbäumen sowie zur Elektroplanung (EPLAN Engineering Center). In der ersten Phase des Projekts

wurden verschiedene Workshops durchgeführt, um geeignete Projektbeispiele für das Forschungsprojekt zu finden. Für die detaillierte Aufnahme der Prozessabläufe während der Entwicklungsphase des Transferunternehmens SMS group, wurden Interviews mit Experten beim Kooperationspartner durchgeführt. Um das Optimierungspotential zur Beschleunigung des Entwicklungszyklus und konkrete Bedürfnisse der interdisziplinären Akteure zu identifizieren; ist zuerst eine genaue Prozessdokumentation sowie tiefes Verständnis der Abläufe

im Vorfeld der Entwicklung des Engineering and Operation Support Systems zwingend erforderlich. Daher sind die nächsten Schritte die Identifikation besondere Ansatzpunkte zur Unterstützung der Akteure durch Expertenbefragungen sowie prototypische Umsetzung eines Support Systems. 

Ansprechpartner

Matthias Seitz, M.Sc.

Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme
Technische Universität München
matthias.seitz@tum.de

Transfer in Wissenschaft und Praxis: Die Gestaltenplattform

Die **Gestaltenplattform** ist die zentrale Plattform des SFB 768, um die Ergebnisse und Werkzeuge des Forschungsprojekts einem wissenschaftlichen und praxis-orientierten Publikum zu präsentieren. Die web-basierte Plattform verfolgt vorrangig zwei Ziele: zum einen dient sie dazu die Nutzung der entwickelten Methoden und Werkzeuge im Kontext weiterer Forschung zu ermöglichen und zum anderen unterstützt sie den Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis.

Julia Eggers

Als zentrale Plattform zur integrativen Nutzung der Methoden und Werkzeuge des transdisziplinären Zyklenmanagements wurde im Zuge der dritten Förderperiode die „Gestaltenplattform“ entwickelt (erreichbar unter innovations.sfb768.de). Die Möglichkeit, die entwickelten Methoden und Instrumente im Kontext der weiteren Forschung zu nutzen und den Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis zu unterstützen, wird es den Praktikern ermöglichen, die Auswirkungen auf die verschiedenen Zyklen zu

analysieren und auf die erweiterte wirtschaftliche Effizienz abzuschätzen.

Zu diesem Zweck gliedert sich der Aufbau der Gestalten-

plattform in unterschiedliche Bereiche.

Der SFB768 resultierte in einem breiten Spektrum an Gestaltungsmethoden und -werk-

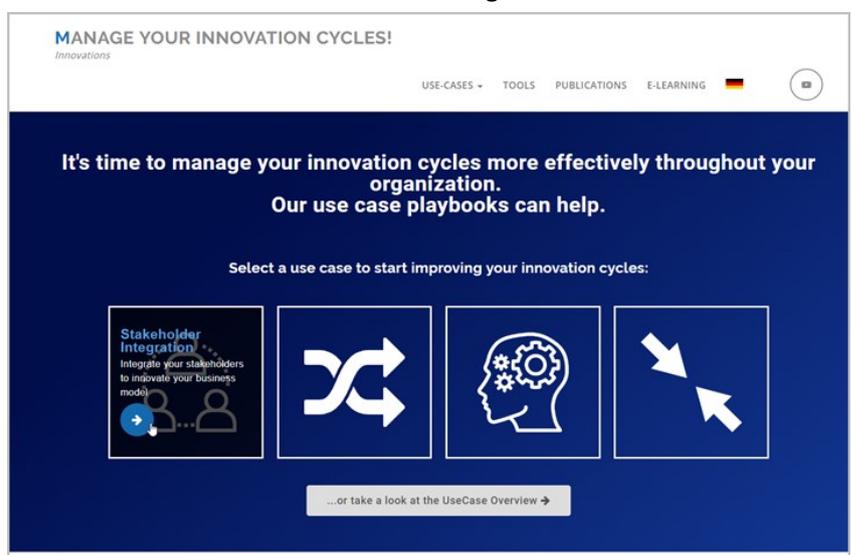


Abbildung 20. Startseite der Gestaltenplattform mit Use Case Übersicht

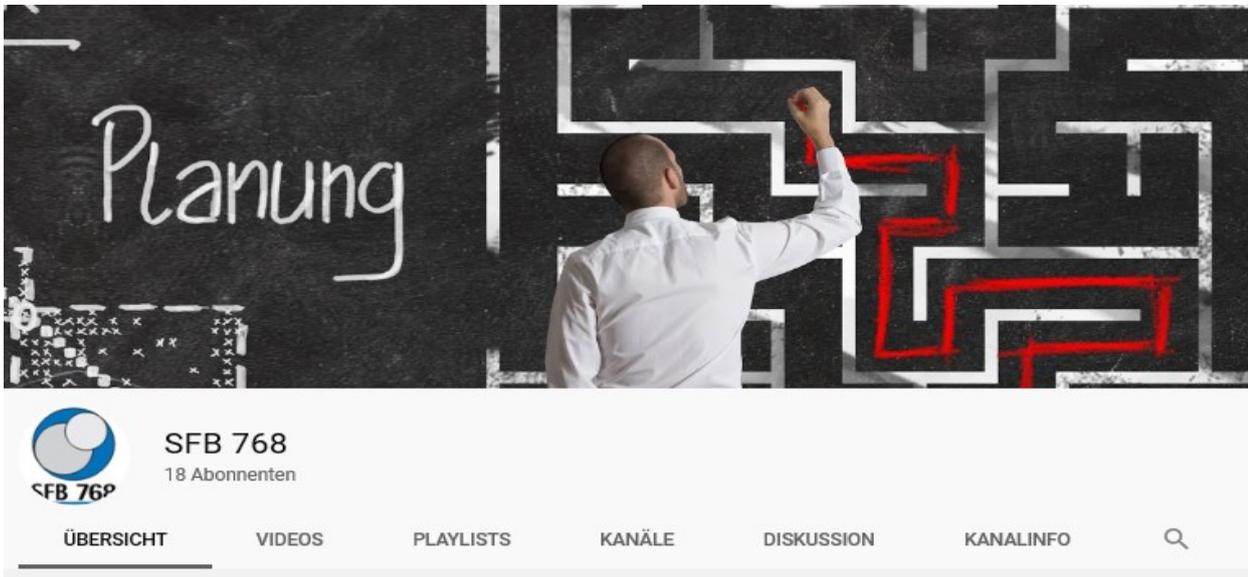


Abbildung 21. Youtube-Channel „SFB 768“ Startseite

zeugen, beispielsweise Handlungsempfehlungen, Best Practices, Prognosemodelle, Assistenzsysteme oder Interventionen, die auf Mitarbeiter, Strukturen oder Nutzer wirken. Um die Anwendbarkeit der vielfältigen Methoden in der Praxis zu erleichtern, gliedert sich der an Praktiker gerichtete Bereich der Gestaltenplattform in die vier Use Cases Stakeholder Integration, Knowledge Management, Inconsistency Management und Change Management. Die Use Cases dienen dem leichten und lösungsorientierten Einstieg in die Forschungsergebnisse, indem sie direkt auf aus der Praxis bekannten Problemstellungen aufbauen. Jeder der Use Cases enthält ein Set an entwickelten Methoden („Tools“), welche Lösungen für existierende Probleme („Problems“) aus dem Use Case anbieten und damit die Realisierung wichtiger Wertpotentiale („Benefits“) ermöglichen. Für die weiterführende inhaltliche Vertie-

fung werden zu jedem Use Case relevante Publikationen angeboten, die im Kontext des SFB 768 erfolgten. Darüber hinaus bietet die Gestaltenplattform Zugriff auf eine Reihe von MOOC Videos („E-Learning“), die dem interaktiven Erfahren und Erlernen der Forschungsergebnisse dienen. Daneben sind die in Förderperiode 3 entwickelten Zyklen- und Modellewirknetze als transdisziplinärer Werkzeugkasten zum Zyklenmanagement von Innovationsprozessen verfügbar („Concept Models“), welcher ein integriertes Gestalten an unterschiedlichen Ansatzpunkten möglich macht.

Der an Wissenschaftler gerichtete Bereich der Gestaltenplattform ist auf die forschungsnahere Aufbereitung der Ergebnisse des SFB 768 fokussiert. Hierzu finden sich im Bereich „Publications“ eine Auswahl an Journal-Publikationen, Workshop- und Vortragmaterialien sowie Dissertationen, die im Rahmen des SFB 768 entstanden.

Eine vollständige Liste sämtlicher Publikationen ist ebenso verlinkt. In den auf der Startseite verfügbaren Research Briefings können sowohl Praktiker als auch Wissenschaftler einen kurzen Überblick über die Fragestellungen und wissenschaftlichen Ergebnisse jedes Teilprojekts des SFB 768 erhalten.

Die vielen auf der Gestaltenplattform angebotenen MOOC Videos und viele weitere Videos sind zudem auf dem YouTube-Channel des SFB 768 zu erreichen (Name des Kanals „SFB 768“, Abb. 21). Unterschiedliche Sichten auf das zyklische Innovationsmanagement fassen wir in verschiedenen Playlists zusammen: die vier o.g. Use Cases, Leitfäden, thematische Cluster oder das PSSycle- der Demonstrator des SFB 768.



Gestaltenplattform

innovation.sfb768.de

Zurück in die Zukunft: SFB 768 über 12 Jahren

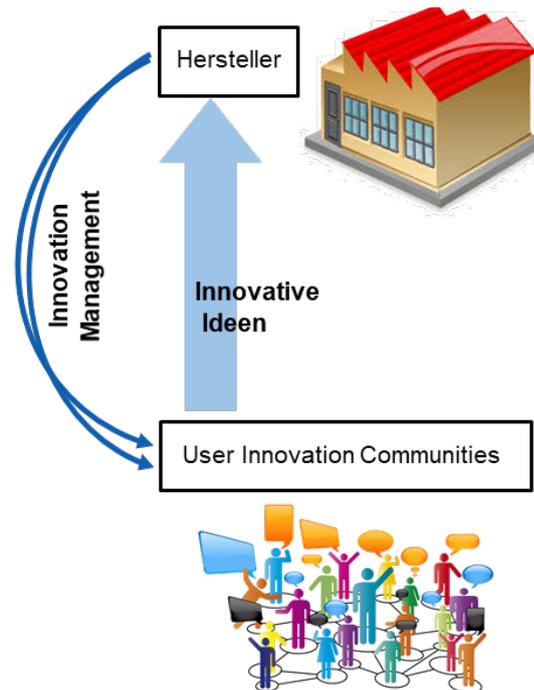
Während der 12 jährigen Existenz des SFB 768 haben wir viele Bilder gesammelt, wie sich unser SFB über die Jahre hinweg verändert hat. In dieser Zeit haben rund 200 Mitarbeiter das Projekt weitergetrieben.



Liebe Alumni des SFB 768,
wir laden Sie herzlich zu unserem ersten Alumni-Treffen am 10. Januar 2020 ein!
Bei Interesse wenden Sie sich bitte an Huaxia Li (Huaxia.Li@tum.de).

INNOVATIONSZYKLEN ERFOLGREICH GESTALTEN

- **Erhöhte Innovationsfähigkeit**
 - Maßnahmen zur Effektivitätssteigerung in der Produkt-, Produktions-, Prozess- und Organisationsentwicklung
 - Flexibles Engineering auf kontinuierlich ändernde Kundenanforderungen
- **Transformation vom Produkt-Anbieter zum Produkt-Service-Anbieter**
- **Transdisziplinarität und Ganzheitlichkeit**
 - Transparente Kommunikation in Team und interdisziplinäre, integrierte Modellierungswerkzeugketten
 - Prozedurales Änderungsmanagement mithilfe technische Änderungsauswirkungsanalyse und Visualisierungen
- **Effektives „Time-to-Market“ durch innovative Geschäftsmodelle und frühe Integration von Stakeholdern**



UNSERE USE CASES



Stakeholder Integration

Möglichkeit der Einbindung externer Stakeholder in Innovationsprozesse und insbesondere in Geschäftsmodellinnovationen



Change Management

Effiziente Umsetzung von Innovationen durch ganzheitliches Change Management



Knowledge Management

Ansatz für soziotechnisches Wissensmanagement, welches Unternehmen im Umgang mit der Vielfalt, Dynamik und Verteilung von Wissen unterstützt



Inconsistency Management

Interdisziplinäre Inkonsistenzen bewältigen, um ein positives Ergebnis der Systementwicklung zu erzielen

Impressum

SFB 768

Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme
Technische Universität München
Boltzmannstr. 15, D-85748 Garching
sekretariat@ais.mw.tum.de

Internet: <http://innovations.sfb768.de/>

ISSN 1869-9251

Verantw. i.S.d.P.

Prof. Birgit Vogel-Heuser

Redaktion und Gestaltung

Dr. Daria Ryashentseva