



Transdisziplinäre Forschung im Sonderforschungsbereich SFB 768

Der Sonderforschungsbereich 768, welcher seit 2008 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird und Modelle, Methoden und Werkzeuge zum disziplinübergreifenden Zyklomanagement von Innovationsprozessen erarbeitet, ist durch ein transdisziplinäres Forschungsumfeld geprägt. Neben den unterschiedlichen Begriffswelten der beteiligten Disziplinen stellen insbesondere unterschiedliche Herangehensweisen in der Forschungsmethodik zentrale Herausforderungen dar. Die bewusste Auseinandersetzung mit den jeweils disziplinspezifischen Herangehensweisen bezüglich derer Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Anknüpfungspunkte unterstützt dabei auch den disziplinübergreifenden Erkenntnisgewinn.

*Clemens Hepperle
Stefan Langer
Udo Lindemann*

Unter Beteiligung der Informatik, Ingenieur-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften werden im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB 768 Fragestellungen adressiert, welche sich mit dem Verstehen, Modellieren und Gestalten von Zyklen (d. h. wiederkehrenden, miteinander vernetzten Verlaufsmustern) in Innovationsprozessen auseinandersetzen. Um einem integrierten Verständnis des Innovationsprozesses von der Bedarfsklärung über die Lösungsentstehung bis hin zur Nutzung und zur Auflösung von Leistungsbündeln (d. h. integrierter Lösungen aus Dienstleistungen und technischen Produkten) gerecht zu werden, stellt sich der Sonderforschungsbereich der Herausforderung, über die jeweiligen Grenzen der einzelnen Forschungsdisziplinen hinweg den inhaltlichen Austausch

zu suchen und zu gestalten. Dabei arbeiten zahlreiche Teilprojekte im Sonderforschungsbereich aus den Perspektiven „Prozessgrundlagen“, „Marktorientierung“ sowie „Lösungsentstehung“ an dem disziplinübergreifenden Projekt und beleuchten das Thema „Zyklomanagement“ aus mannigfaltigen Blickwinkeln. Um in diesem Forschungsumfeld zielgerichtet gemeinsam Ergebnisse zu erarbeiten, galt es anfangs die verschiedensten Barrieren zu überwinden. Ein zentraler Aspekt besteht in den teilweise grundlegend unterschiedlichen Begriffswelten, aber auch diverse Modellierungstechniken in den einzelnen Disziplinen erschweren den Austausch. Dies führt neben den verschiedenen verfolgten Schnittstellen zwischen den beteiligten Teilprojekten auch zu Überschneidungen in den verwendeten Modellen, die in ihrer Kopplung eine übergreifende Vernetzung und Analyse ermöglichen sollen (siehe Abbil-

Inhalt

Seite 1: Transdisziplinäre Forschung im SFB 768

Seite 3: Kolloquium zur transdisziplinären Forschung

Seite 4: Kommunikation in der transdisziplinären Forschung

Seite 6: Transdisziplinäre Forschung als Organisationsproblem

Seite 8: Menschliches Handeln in sozio-technischen Systemen

Seite 10: Wissenschaftstheoretische Aspekte anwendungsorientierter Forschung

Seite 12: Disziplinübergreifende Modellierungsansätze

Seite 14: Charakteristika guter Forschungsergebnisse

Seite 16:
– Kurzdarstellung SFB 768
– Impressum

Sprecher SFB 768

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann
lindemann@pe.mw.tum.de
www.sfb768.de

Gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft



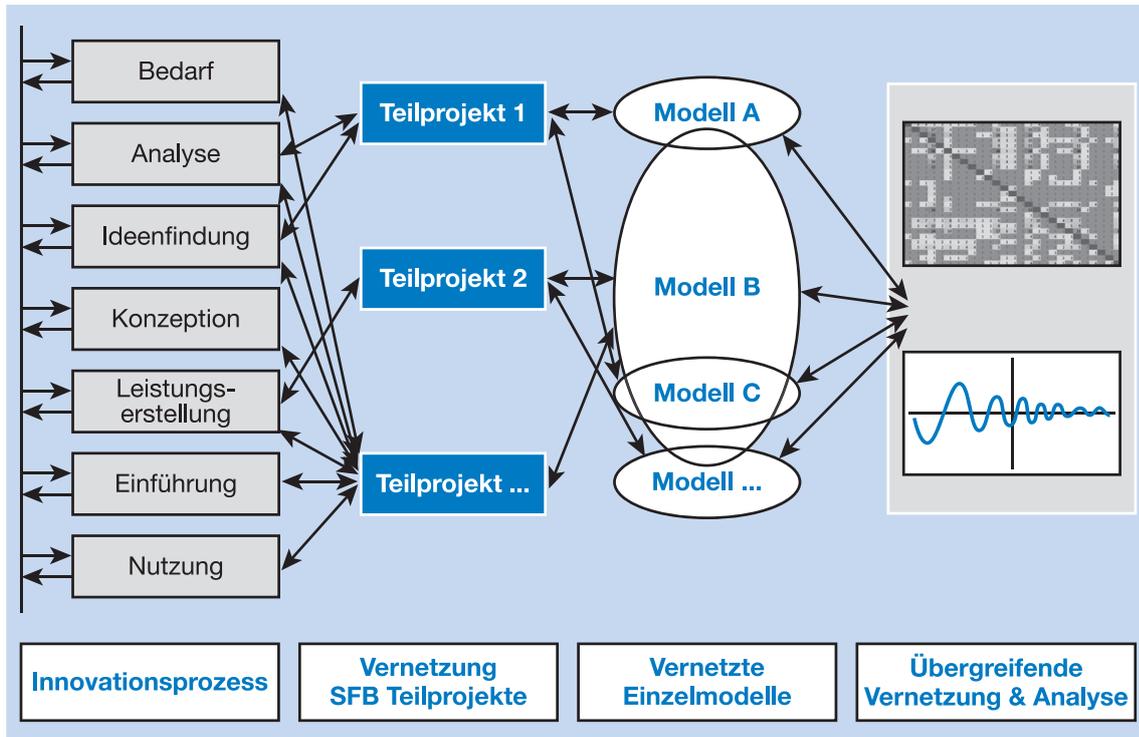


Abb. 1: Schematische Darstellung der forschungsrelevanten Zusammenhänge im SFB 768

dung 1). Dies sei im Folgenden nochmals detailliert erläutert.

Der gesamte im SFB 768 adressierte Innovationsprozess, welcher die Phasen von der Bedarfsklärung bis hin zur Nutzung umfasst, kann bezüglich relevanter zu berücksichtigender Zyklen in der Tiefe nicht von einer Disziplin in ausreichendem Maß beleuchtet werden. So werden gezielt Teilprojekte eingebunden, welche sich vertieft mit der Bedarfsklärung und -analyse, beispielsweise im Rahmen der lebenszyklusgerechten Planung von Leistungsbündeln, auseinandersetzen, während andere Teilprojekte die Themen der Ideenfindung und Konzeption im Sinne der zyklengerechten Entwicklung und Lösungsraumgenerierung von Leistungsbündeln ansprechen. Die Leistungserstellung wird durch die Einbindung von Teilprojekten, welche sich vertieft mit der Analyse von Produktionstechnologien, Produktionsstrukturen sowie Betriebsmitteln auseinandersetzen, adressiert. Zudem werden Zyklen bezüglich der Phasen der Einführung und Nutzung von Leistungsbündeln durch die Analyse des kundenspezifischen Akzeptanzverhaltens angesprochen. Weiterhin gibt es zahlreiche Themen, welche eine Unterstützung über den gesamten Innovationsprozess

verfolgen, wie beispielsweise ein innovationsprozessübergreifendes Anforderungsmanagement, die zyklengerechte Kundenintegration oder auch die phasenübergreifende Analyse und Modellierung von IT-Zyklen. Die einzelnen Teilprojekte sind über die jeweils gemeinsamen Betrachtungsgegenstände vernetzt. In der Folge arbeiten die Teilprojekte in ihrer Forschung gemeinsam an spezifischen Modellen bzw. die jeweils erarbeiteten Modelle überschneiden sich sowohl inhaltlich wie auch formal.

Um eine disziplinübergreifende Analyse der vernetzten Zyklen entlang des gesamten Innovationsprozesses zu erlauben, bedarf es weiterhin geeigneter Analyseverfahren. Im Kontext der Analyse insbesondere qualitativer Informationen sollen Aussagen über strukturelle Wechselwirkungen der Zyklen sowie zyklenrelevanter Betrachtungsgegenstände getroffen werden können. Neben den teilprojektübergreifenden strukturellen Aussagen zu den identifizierten Zyklen wird eine vertiefte Analyse dieser durch systemtheoretische Betrachtungen vorangetrieben.

Für den transdisziplinären Erkenntnisgewinn bedarf es somit an vielen verschiedenen Stellen der gemeinsamen Forschung einer intensiven gegenseitigen Abstimmung und

Kommunikation der Disziplinen, um dem gemeinsam gesteckten Forschungsziel – im Kontext des SFB 768 bezüglich des Zyklusmanagements von Innovationsprozessen – gerecht zu werden. Ein kontinuierlicher Diskurs über Begrifflichkeiten, über Forschungsmethoden sowie über Modellierungstechniken und modellierte Betrachtungsgegenstände muss gewährleistet sein. So können einerseits diejenigen Themen, welche disziplinübergreifend geklärt sein müssen, frühzeitig adressiert werden, und andererseits diejenigen Bereiche, welche disziplinspezifisch erarbeitet werden können, mit ausreichenden Freiheitsgraden versehen werden.

Um das Feld transdisziplinärer Forschung in seinen unterschiedlichen Facetten noch intensiver zu diskutieren, wurde im Rahmen des SFB 768 ein entsprechendes Kolloquium durchgeführt, welches in den folgenden Artikeln detailliert dargestellt wird. Die dabei geschilderten Herausforderungen besitzen Relevanz weit über die Grenzen des SFB 768 hinaus. In der Folge ist es hilfreich, die behandelten Fragestellungen vor dem Hintergrund weiterer trans- und interdisziplinärer Forschungsprojekte zu reflektieren.



Kolloquium zur transdisziplinären Forschung

Während der ersten Förderperiode des SFB 768 wurde an der Technischen Universität München ein Kolloquium zu Perspektiven, Potentialen und Herausforderungen transdisziplinärer Forschung ausgerichtet. Neben den Mitgliedern des SFB 768 trafen fünf weitere renommierte Gastwissenschaftler aus unterschiedlichsten Forschungsdisziplinen zusammen und brachten in spannenden Workshops und Diskussionen ihre Sichtweisen rund um die Themen „Rahmenbedingungen transdisziplinärer Forschung“, „Wissenschaftstheorie unterschiedlicher Disziplinen“ sowie „Modelle in der transdisziplinären Forschung“ ein.

*Clemens Hepperle
Stefan Langer*

Vor dem Hintergrund des disziplinübergreifenden Forschungsumfelds im SFB 768 wurde im Oktober 2009 ein Kolloquium zur transdisziplinären Forschung einberufen, um dahingehende Erfahrungen mit renommierten Wissenschaftlern (siehe rechts), welche sich selbst auch unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen zugehörig sehen, zu diskutieren.

Zunächst setzten sich Prof. Lindemann, Sprecher des SFB 768, sowie Prof. Schwabe, Prof. Kornwachs und Prof. Schaub in Impulsvorträgen mit den speziellen Rahmenbedingungen transdisziplinärer Forschung auseinander. Hierbei galt es insbesondere herauszustellen, welche Herausforderungen hinsichtlich der Kommunikation (Sprache) zwischen den verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen – mit Fokus auf die Begriffe Wissen, Information und Daten – existieren. In diesem Rahmen fand zunächst eine Abgrenzung zwischen interdisziplinärer und transdisziplinärer Forschung statt und zudem adressierten die Teilnehmer, mit welchen Forschungszielen und -herangehensweisen sich einzelne Wissenschaftsdisziplinen als Grundlage transdisziplinärer Forschung auseinandersetzen.

Darüber hinaus tauschten sich die Teilnehmer über die Themen des Menschen als Bestandteil transdisziplinärer Forschung ebenso wie das Thema „Transdisziplinäre Forschung als Organisationsproblem“ im Rahmen der Impulsvorträge und Diskussionen konstruktiv aus.

In einem weiteren Workshop wurde im Anschluss von Prof. Weber erarbeitet, welche Arten von Modellen allgemein bekannt und charakteristisch für die verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen sind und wie sich

diese in Bezug auf Regelwerk, Ursprung und Ziele differenzieren.

Prof. Frank zeigte, welche Theorien und Prinzipien an bestimmte Wissenschaftsdisziplinen gebunden und welche disziplinübergreifend sind. In diesem Rahmen wurde auch erörtert, welche Methoden zur Erhebung von Daten welche Ergebnisse erwarten lassen.

In einer übergreifenden Podiumsdiskussion wurden die behandelten Themen nochmals aufgegriffen und zudem erkundet, inwieweit und in welcher Form die in den jeweiligen Disziplinen erzielten Forschungsergebnisse Eingang in Wissenschaft und Industrie finden und worin die teilnehmenden Wissenschaftler Merkmale und Ausprägungen guter Forschungsergebnisse sehen.

Diese Sonderausgabe von „Zyklusmanagement Aktuell – Innovationen Gestalten“ dient nun als Plattform, die Sichtweisen der am Kolloquium teilnehmenden Wissenschaftler sowie die Ergebnisse des Kolloquiums zusammenzufassen und zu reflektieren. In diesem Kontext ist hervorzuheben, dass die vorgestellten Artikel keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sondern vielmehr für das weitläufige Diskussionsfeld der transdisziplinären Forschung sensibilisieren sollen.

Die im Kolloquium und in den folgenden Artikeln dargestellten Herausforderungen und Problemstellungen sind oftmals zunächst auf das Forschungsumfeld des Sonderforschungsbereichs 768 und seine beteiligten Disziplinen angelehnt, nichtsdestotrotz sind die Erkenntnisse in vielen Belangen auf ähnliche Forschungsverbünde bzw. auch auf kleinere transdisziplinäre Forschungsprojekte übertragbar.



Gäste des Kolloquiums zur transdisziplinären Forschung und deren Beiträge:

Prof. Dr. Klaus Kornwachs

Lehrstuhl Technikphilosophie
Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Kommunikation in der transdisziplinären Forschung

Prof. Dr. Gerhard Schwabe

Forschungsgruppe
Informationsmanagement
Universität Zürich

Transdisziplinäre Forschung als Organisationsproblem

Prof. Dr.-Ing. Christian Weber

Fachgebiet Konstruktionstechnik
Technische Universität Ilmenau

Modelle in der transdisziplinären Forschung

Prof. Dr. Harald Schaub

Human Factors und
Mensch-System Integration
IABG mbH

Verteidigung und Sicherheit
Menschliches Handeln in sozio-technischen Systemen

Prof. Dr. Ulrich Frank

Lehrstuhl für
Wirtschaftsinformatik und
Unternehmensmodellierung
Universität Duisburg-Essen

Wissenschaftstheorie in Bezug auf anwendungsorientierte Forschung

Kommunikation in der transdisziplinären Forschung

Der Impulsvortrag von Prof. Dr. Klaus Kornwachs setzte sich mit der Kommunikation zwischen verschiedenen beteiligten Forschern auseinander, welche die Basis jeder kooperativen Forschung darstellt. Zu den wesentlichen Herausforderungen zählen die gemeinsame Begriffsbildung und die Übergänge zwischen Daten, Information und Wissen. Darüber hinaus bestehen Unterschiede zwischen einzelnen Disziplinen in Bezug auf Grundannahmen, formale Sprache, Empirie, Modellbildung und Phänomenologie. Forschung unterliegt dabei stets den Randbedingungen, die durch den Prozess der Wissensaneignung gegeben sind.

Wieland Biedermann
Robert Orawski

Transdisziplinäre und interdisziplinäre Forschung sind Sonderformen der kooperativen Forschung, welche beide durch die Zusammenarbeit von Forschern aus verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen gekennzeichnet sind. Bei beiden Kooperationsformen gilt es zunächst, einen gemeinsam zu untersuchenden Betrachtungsgegenstand zu definieren. Bei der weiteren Charakterisierung trans- und interdisziplinärer Forschung und der Ableitung der jeweils einhergehenden Herausforderungen sind diverse Dimensionen zu berücksichtigen. So muss geklärt werden, ob sich die Begriffswelten der Disziplinen überschneiden oder ob diese überschneidungsfrei sind. Zur Differenzierung der Kooperationsformen ist zudem zu klären, ob Lücken in der Abdeckung der Begriffe bestehen, so dass diese Begriffe gegebenenfalls neu eingeführt werden können. Eine gemeinsame Sprache ist Grundlage jeder Kommunikation und damit Grundlage jeder Kooperation. Dazu gehört vor allem eine gemeinsame Begriffswelt mit gemeinsamem Verständnis. Sind mehrere Forschungsdisziplinen beteiligt, müssen deren Fachsprachen bei der Definition der gemeinsamen Sprache berücksichtigt und eingebracht werden. Im einfachsten Fall genügt eine Definition der wesentlichen Begriffe. Dies ist nur möglich, wenn die Begriffe vollständig abgedeckt sind und es keine Überschneidung der Begriffe gibt. Die mögliche Überschneidung kann dabei sowohl im Wort (dann mit verschiedenen Bedeutungen) oder im beschriebenen Objekt (dann durch verschiedene Begriffe bezeichnet) liegen. Überlappen sich zwei oder mehr Disziplinen, muss neben der

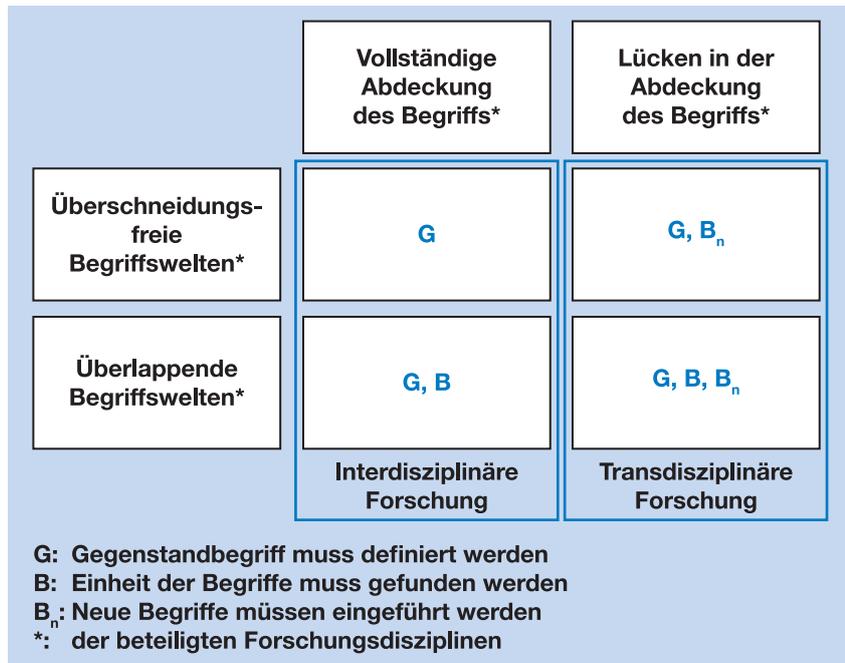


Abb. 2: Abgrenzung zwischen interdisziplinärer und transdisziplinärer Forschung anhand der Abdeckung des Forschungsgegenstands durch die beteiligten Disziplinen

Definition die Einheit des Begriffs in Wort und Objekt gefunden werden. Beide Aktivitäten gehen aber noch von bestehenden Begriffen aus. Bei der transdisziplinären Forschung sind die untersuchten Objekte nicht vollständig abgedeckt, also müssen völlig neue Begriffe geschaffen und etabliert werden. Im weitreichendsten Fall müssen also Begriffe definiert, die Einheit der Begriffe gefunden und neue Begriffe eingeführt werden. Abbildung 2 zeigt die Zusammenhänge zwischen Begriffsabdeckung, Überlappung der Disziplinen und den notwendigen Aktivitäten zur Gestaltung der gemeinsamen Sprache. Auch bei gemeinsamer Sprache bestehen Herausforderungen bei der Kommunikation, die zu Missverständnissen zwischen den Kommunikationspartnern führen können. Jede neue Information wird vom Menschen anhand seines Wissens bewertet und

interpretiert. Da das Wissen zweier Menschen nie identisch ist, kann dieselbe Information unterschiedlich interpretiert werden. Darüber hinaus überträgt Kommunikation eine Information nicht ohne Veränderung, so dass die empfangene Information nicht identisch zur gesendeten ist. Abbildung 3 zeigt ein Kommunikationsmodell, das Information und Wissen einbezieht und mögliche Transformationen sowohl des Wissens und der Informationen aufzeigt. Dabei wird neben den beiden bereits genannten Effekten berücksichtigt, dass jede erhaltene Information das vorhandene Wissen verändert. Neben der Gestaltung der gemeinsamen Sprache und Kommunikation sind die Eigenheiten der beteiligten Disziplinen zu berücksichtigen. Tabelle 1 zeigt den grundlegenden Aufbau der meisten Wissenschaftsdisziplinen aus den Bereichen der Physik,

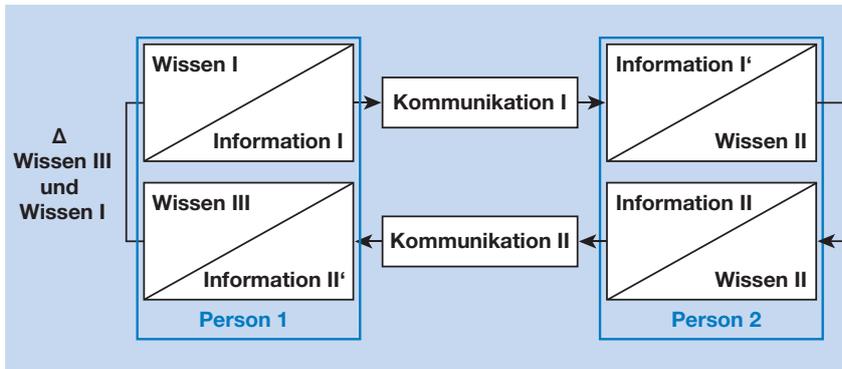


Abb. 3: Kommunikationsmodell unter Einbeziehung der Veränderung von Information und Wissen

Technik sowie der Organisationswissenschaften als Modell mit Kern und vier Schalen. Grundlage oder Kern jeder Disziplin sind Grundannahmen, die als wahr vorausgesetzt und (fast) nicht mehr angezweifelt werden. Die erste Schale ist die formale Sprache der Disziplin, in der Thesen, Sätze und Nachweise formuliert werden. Die nächste Schale (Empirie) enthält die Methoden der Beobachtung sowie des Nachweises von Behauptungen. Dabei ist zu beachten, dass die Empirie theoriegebunden ist, also nur Beobachtungen zulässt, die in der Theorie vorgesehen sind. Die dritte Schale sind die Modelle der Disziplinen, die wesentliche Beobachtungen erklären sollen. Die Phänomenologie bildet die letzte Schale. Hiermit ist die theoriearme Beobachtung gemeint, die keinen Einschränkungen durch Theorien unterliegt. Die Phänome-

nologie ist der Ausgangspunkt der Forschung. Später werden Modelle gebildet, um die beobachteten Phänomene zu erklären. Durch Empirie

Kategorie	Physik	Technik	Organisationswissenschaften
Kern	Erhaltungssätze	Funktionen, Regeln	Regeln
Formale Sprache	Mathematik	Mathematik, Anweisungen	Possibilität, Systemtheorie
Empirie	Experiment (Vorhersage)	Test (Funktionsvermutung)	Fallstudien
Modell	z.B. Bohrsches Atommodell	Analogiebildung	Ablaufstruktur, Aufbaustruktur
Phänomenologie	„zufällige“ Beobachtung	Erfindung	Rhapsodische Prozessvermutung

Tabelle 1: Kern-Schale-Modell der Wissenschaften mit Beispielen für die Disziplinen Physik, Technik- und Organisationswissenschaften

werden die Modelle überprüft. Die Modelle werden dabei in der formalen Sprache der Disziplin beschrieben. Tabelle 1 zeigt neben dem Aufbau des Kern-Schale-Modells verschiedene beispielhafte Ausprägungen der Schalen für die drei Disziplinen Physik, Technik und Organisationswissenschaft. Den Kern der Physik stellen grundlegende Naturgesetze, wie die Grundsätze der Thermodynamik dar. Im Gegensatz dazu stehen Regeln bei der Technik und den Organisationswissenschaften im Mittelpunkt. Wo in der Physik „aus A folgt B“ formuliert würde, nutzen Technik und Organisationswissenschaften die Formulierung „wenn du B willst, mache A“. Die Physik ist grundsätzlich deskriptiv, wohingegen die Technik und die Organisationswissenschaft präskriptiv sind. Dies schlägt sich in den Beobachtungsmethoden nieder. Die Physik ist an die Natur gebunden und beobachtet zufällig oder syste-

matisch in Experimenten. Die Technik stellt diesem Erfindungen und Tests gegenüber, die auf reine Funktionsnachweise reduziert sein können. Die Organisationswissenschaft arbeitet hingegen mit Vermutungen, Erzählungen und Fallstudien. Der Aufbau wissenschaftlicher Disziplinen bildet nur den Rahmen für die Forschung, die als Wissensaneignung und -verarbeitung aufgefasst werden kann. Bei diesem Prozess werden verschiedene Stadien durchlaufen, die in Abbildung 4 dargestellt werden. Ausgangspunkt ist dabei stets die Beobachtung eines Prozesses oder eines Phänomens. Durch Messen werden Signale gebildet, die in Zeichen und Symbole

umgewandelt werden. Kombinierte Zeichen stellen Daten dar, die untereinander verbunden zu Information werden. Diese müssen schließlich verstanden werden, um Wissen zu erlangen. Neues Wissen stellt dabei das Ziel der Forschung dar. Die Weiterverarbeitung zu Können und zu Weisheit ist nicht mehr Fokus des wissenschaftlichen Arbeitens. Bei kooperativer Forschung ist in jedem Schritt Kommunikation zwischen verschiedenen Disziplinen notwendig, die den hier dargestellten Randbedingungen unterliegt. Durch Kenntnis der Randbedingungen und der sich daraus ergebenden Herausforderungen kann die Forschung effektiver gestaltet werden, da die Grundlagen bewusst und zielstrebig gelegt werden können. Diese Zielsetzung und Herangehensweise ist damit auch für die transdisziplinäre Forschungsarbeit im Sonderforschungsbereich 768 zu verfolgen.

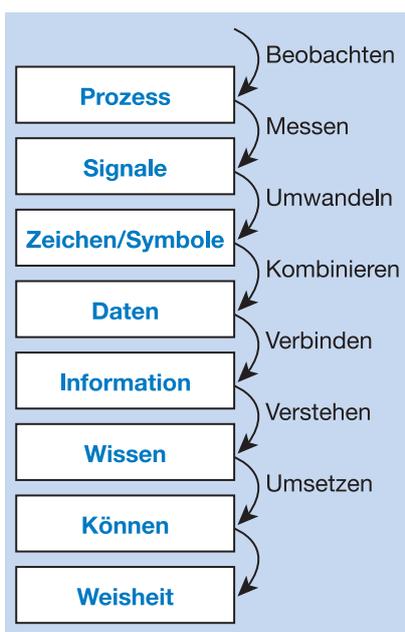


Abb. 4: Phasen der Wissensaneignung und -verarbeitung

Transdisziplinäre Forschung als Organisationsproblem

In seinem Vortrag adressierte Prof. Dr. Gerhard Schwabe die Problematik, dass transdisziplinäre Forschungsverbände wie der Sonderforschungsbereich 768, vor der Herausforderung stehen, den erhöhten Aufwand für die Organisation einerseits, aber auch für tatsächliche Forschungsarbeit zu bewältigen. Die entstehenden Transaktionskosten gilt es von den Beteiligten zu berücksichtigen. Hierzu wurden Konsequenzen und Lösungsansätze diskutiert.

Robert Orawski
Bergen Helms

Einleitend zu den aus Sicht des SFB 768 reflektierten Aussagen des Vortrags von Prof. Schwabe soll zunächst das Spannungsfeld, in dem sich ein transdisziplinäres Forschungsteam bewegt, verdeutlicht werden. In der transdisziplinären Forschung arbeiten Wissenschaftler aus verschiedenen Teilbereichen mit ihren jeweiligen Sichten an einer Gesamthematik. Das Ziel der gemeinschaftlichen Arbeit besteht darin, Schnittstellen zu identifizieren und an ihnen neues Wissen zu generieren. Die Motivation generiert sich zum einen aus der gewollten Fokussierung auf die Schnittstellen und zum anderen an der Vermeidung von redundanter Forschungsarbeit in den Schnittmengen der Disziplinen. Dennoch hat dieser Mehrwert einen Preis. Dieser drückt sich in der erschwerten Organisation eines Forschungsverbands aus. Die Problematik ist aus ökonomischer Sicht hinreichend anhand der Princi-

pal-Agent-Theorie (Picot et al. 2003) beschrieben. Wie in Abbildung 5 dargestellt, besagt sie, dass in jeder Beziehung zwischen zwei Personen oder Gruppen ein Informationsdefizit des Principals, des Auftraggebers, gegenüber dem Agenten, dem Auftragnehmer, besteht. Dadurch werden Entscheidungen, die der Agent im Rahmen des Verhältnisses zwischen den beiden Parteien trifft, für den Auftraggeber hinsichtlich seines zu erwartenden Nutzens undurchsichtig.

In Tabelle 2 sind drei Bereiche der Informationsasymmetrie dargestellt. Hidden characteristics beschreiben die unbekanntenen Eigenschaften eines Vertragspartners. Hidden actions beschreiben die nicht sichtbaren Handlungen dar und hidden intentions greifen die opportunistischen Ziele auf. Vor Vertragsabschluss kann der Auftraggeber sich nicht sicher sein, inwieweit der Vertragspartner seine angeführten Qualitäten sinnvoll zur Erfüllung des Vertragsgegenstandes einsetzen kann. Nach Vertragsabschluss müs-

sen Handlungen des Auftragnehmers überwacht werden um das ordnungsgemäße und nutzenmaximale Erreichen des Ziels zu gewährleisten. Dies resultiert in Kontrollkosten, sollte das Monitoring überhaupt möglich sein. Oft fehlt es an beobachtbaren Einflussgrößen. Parallel dazu sind eigene Interessen des Auftragnehmers nicht zu erkennen, falls sie sich von denen des Auftraggebers unterscheiden.

Die drei Bereiche der Informationsasymmetrie müssen mit unterschiedlichen Mitteln angegangen werden, damit sich der Auftraggeber seines für ihn maximalen Erfolgs sicher sein kann. Sie reichen von Recherchen und Erfahrungen über Kennzahlenmonitoring bis zu Konventionalstrafen. Jedoch ist die übergreifende und langfristig einträglichste Strategie, die Interessensdiskrepanz des Principals gegenüber dem Agenten zu reduzieren, um eine gemeinsame Zielerreichung zu fokussieren.

Im Vortrag von Prof. Schwabe wird zwischen zwei Teilbereichen hin-

Unterscheidungskriterien	Informationsasymmetrie				
	Hidden characteristics		Hidden action		Hidden intention
Informationsproblem des Principal	Qualitätseigenschaften der Leistung des Vertragspartners		Anstrengung des Vertragspartners nicht beobachtbar bzw. nicht beurteilbar		Absichten des Vertragspartners unbekannt
Problemursache od. wesentliche Einflussgröße	Verbergbarkeit von Eigenschaften		Überwachungsmöglichkeiten und -kosten		Ressourcenabhängigkeit
Verhaltensspielraum des Agenten	Vor Vertragsabschluss		Nach Vertragsabschluss		Nach Vertragsabschluss
Problem	Adverse selection		Moral hazard		Hold up
Art der Problembewältigung	Beseitigung der Informationsasymmetrie		Interessengleichung	Interessengleichung	Reduzierung der Informationsasymmetrie
	Signalling Screening	Self-Selection			

Tabelle 2: Ein Überblick der Principal-Agent-Theorie nach Picot et al. (2003)

sichtlich des Organisationsproblems der transdisziplinären Forschung unterschieden. Zum einen gibt es den Forschungsmarkt, auf dem die einzelnen Interessensvertreter mit- und gegeneinander agieren. Zum anderen ergibt das Management der Beziehungen zwischen den Akteuren neue Herausforderungen.

Die transdisziplinäre Forschung ist problemorientiert, integrativ, komplex und verbindet wissenschaftliches und praktisches Denken. Es handelt sich um eine offene und neue Wege betretende Forschungsrichtung, die so genannte Blue-Ocean Forschung. Die ganzheitliche Betrachtung birgt das Potenzial hoher strategischer Bedeutung. Durch das Einnehmen neuer Sichtweisen können potentiell hohe Innovationen erwartet werden. Hohe Transaktionskosten entstehen allen Beteiligten bei der Verbreitung von wissenschaftlichen Ergebnissen, insbesondere von Anträgen und wissenschaftlichen Publikationen.

Diese gliedern sich in Kosten zur Beschaffung der Finanzierung und in Kosten zur Veröffentlichung der Ergebnisse. Die Aufbereitungskosten der eigentlichen Dokumentation entstehen bei der Verfassung und Ausformulierung. Diese sind hingegen für den Nachweis der erbrachten Leistungen unerlässlich.

Aggregationskosten entstehen bei der Abstimmung von Methoden, die in den jeweiligen Teilbereichen Verwendung finden. Ferner müssen Kosten für die Ermittlungsarbeit akzeptabler Kompromisse aufgewendet werden. Verbreitungskosten fallen bei der Veröffentlichung und Verteilung der Dokumentationen an. Mehrarbeit durch zu verfassende Anträge und die Vorbereitung auf Begutachtungen ergeben besonders an den neuen Schnittstellen hohe Kosten. Mit dem Risiko des Betretens neuer Forschungslandschaften läuft auch das Risiko des Scheiterns einher, das nicht nur den Verlust der erbrachten Vorleistungen mit sich bringt, sondern auch zum einem Rückschritt in der Karriereplanung der Beteiligten führen kann.

Die Konsequenzen aus den beschriebenen Transaktionskosten wirken sich kontraproduktiv auf die Leistungsfähigkeit der transdisziplinären Forschung aus. Es besteht ein hoher

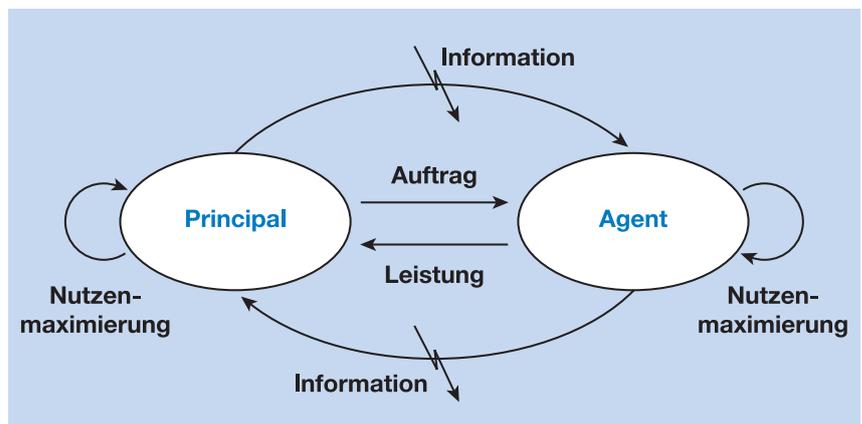


Abb. 5: Verhältnis von Principal und Agenten mit asymmetrischer Informationsverteilung

Anreiz bei den Beteiligten, Primäriindikatoren, wie die Qualifikation des Antragstellers, durch Sekundäriindikatoren, zu denen insbesondere das Renommee zählt, zu ersetzen. Darüber hinaus besteht der Anreiz, den wissenschaftlichen Markt durch andere organisatorische Arrangements zu ersetzen. Somit ist transdisziplinäre Forschung primär die Forschung der großen Institute und Verbände. Die Sinnhaftigkeit dieser beiden Konsequenzen ist zu hinterfragen.

Das Management der Beziehung zwischen den einzelnen Beteiligten lässt sich als Problem der eingangs beschriebenen Principal-Agent-Theorie ansehen.

Darüber hinaus bestehen für den Anbieter von Finanzierungsleistungen erhöhte Kontrollkosten um die verschiedenen am Forschungsverbund teilnehmenden Beteiligten hinsichtlich ihrer Gewissenhaftigkeit und der erzielten Arbeitsergebnisse einer Prüfung zu unterziehen.

Dies ist mit erheblichem Mehraufwand zu bewältigen, der sich in den genannten Transaktionskosten widerspiegelt. Im Detail sind dies Kontrollkosten des Principals auf der einen Seite und Signalisierungs- und Garantiekosten des Agenten auf der anderen Seite. Eine nicht optimale Verteilung der beiden Kostenarten erhöht die Transaktionskosten zusätzlich. Sobald eine Partei überdurchschnittlich hohe Transaktionskosten aufweist, also einem im Vergleich zur anderen Partei erheblichen Informationsdefizit unterliegt, wird das Gesamtergebnis der Partnerschaft insgesamt geschmälert. Es bieten sich zwei Lösungsmöglichkeiten an, wie

mit dem Organisationsproblem umgegangen werden kann.

Die erste Lösung sieht vor, die Transdisziplinarität als Übergangsstadium zu sehen und die Barrieren für neue Disziplinen zu senken. Hierfür müssen interessante Fakten von der Forscherwelt als Ansatz akzeptiert werden. Die Einbeziehung von Problemverständnis und Problemlösungen statt dem einseitigen Fokus auf Methoden und Modellen stellt die Forschung vor eine neue Herausforderung. Es stellt sich die Frage, ob dies gewährleistet werden kann. Die zweite Lösung ersetzt den klassischen wissenschaftlichen Markt durch einen gesellschaftlich orientierten Parallelmarkt für Ressourcen und Reputation. Hier stellt sich die Frage, ob dies gewünscht ist.

Aus dem Organisationsproblem der transdisziplinären Forschung und der vorgestellten Einordnung in einen Forschungsverbund durch Prof. Dr. Schwabe ergeben sich interessante Zusammenhänge, die im Rahmen einer Plenumsdiskussion angesprochen wurden und hier zusammengefasst dargestellt sind. Hinsichtlich eines Sonderforschungsbereichs mit seinem institutsübergreifenden Charakter lassen sich mehrere dieser Principal-Agent-Verhältnisse identifizieren. Jeder für sich genommen treibt die Transaktionskosten in die Höhe. Beispielhaft seien hier einige dieser Verhältnisse genannt:

- Finanzierer-Geschäftsführer
- Geschäftsführer-Teilprojektleiter
- Teilprojektleiter-Teilprojektleiter
- Herausgeber-Wissenschaftler

An dieser Stelle stellt sich die Frage, wie mit dem besonderen Charak-

ter eines Forschungsverbundes mit verschiedenen Interessenvertretern umgegangen werden muss. Ein Ansatz wäre es, transdisziplinäre und interdisziplinäre Forschung auf den Prüfstand zu stellen und den Nutzen gegenüber den Kosten zu bewerten. Eine differenziertere Frage ist demnach, wie sich der Nutzen erhöhen lässt und sich die Transaktionskosten reduzieren lassen. Der Nutzen ergibt sich aus der Innovationskraft der Schnittstellenforschung. Die Abstimmung zwischen verschiedenen Disziplinen dagegen ergeben Mehrkosten, besonders da sie über die Zeit hinweg veränderlich sind. Die Ausdifferenzierung der Disziplinen resultiert

in zusätzlicher Abstimmungsarbeit, da Schnittmengen größer werden und beispielsweise Begrifflichkeiten klar voneinander zu trennen bzw. zu vereinheitlichen sind.

Der Anspruch einer dauerhaften Gültigkeit als Einzeldisziplin sollte hinterfragt werden. Disziplinen entwickeln sich vielmehr weiter, differenzieren sich aus und verlagern ihre Schnittmengen. Im Falle einer zu großen thematischen Überschneidung von zwei eigenständigen Disziplinen sollten Relevanz und Redundanz untersucht und bei Bedarf konsolidiert werden. Somit lässt sich schlussfolgern, dass Transdisziplinarität ein wichtiger Bestandteil der Forschungswelt ist und

dabei wichtige, neue Forschungsansätze liefert. Insbesondere an den Schnittstellen zwischen den einzelnen Wissenschaftsdisziplinen besteht ein hohes Potential der Innovationsgenerierung. Die hohen Transaktionskosten erfordern jedoch eine Überprüfung der Schnittmengen dieser Disziplinen anhand ihrer Einteilung untereinander in sinnvollen Abständen.



Literatur:

Picot, A. ; Reichwald, R.; Wiegand, R. T.: *Die grenzenlose Unternehmung*. Gabler, Wiesbaden, 2003.

Menschliches Handeln in sozio-technischen Systemen als Rahmenhandlung transdisziplinärer Forschung

Prof. Dr. Harald Schaub legte in seinem Impulsvortrag den Fokus auf Aspekte des menschlichen Handelns und deren Auswirkungen auf transdisziplinäre Forschung. Dabei stellten besonders die Facetten „Denken als Ressource“, „Fehler und Versagen“, „Wissensmanagement“, „Prognosen“ und „Zusammenarbeit“ zentrale Schwerpunkte des Impulsvortrags dar.

Arne Herberg
Clemens Hepperle

Das dem Vortrag zugrundeliegende Verständnis von Transdisziplinarität in sozio-technischen Systemen ergibt sich aus der Überlappung aus den Domänen „Mensch“, „Technik“ und „Organisation“ (siehe Abbildung 6). Der Mensch nimmt dabei unterschiedlichste Rollen ein, von denen einige im Rahmen transdisziplinärer Forschung von besonderer Bedeutung sind, wie beispielsweise die des Menschen als Innovator, indem er neues Wissen generiert.

Denken als Ressource

Die wichtigste individuelle Ressource transdisziplinärer Forschung, und gleichzeitig eine sehr begrenzte, stellt für Prof. Schaub das bewusste Denken dar. Es zeichne sich besonders durch seine Langsamkeit und Serialität aus und dadurch, nur wenige Elemente berücksichtigen zu können. Gezieltes, bewusstes Denken muss dabei besonders in der transdisziplinären Forschung gegen die Gefahr bestimmter natürlicher Fallen wie „Handeln aus dem Bauch“ oder

„Denken als Ausnahme“ eingesetzt werden. Eine besondere Relevanz bestimmter aufgeführter Gefahren unbewussten Denkens kann hier auch auf die Arbeit im Sonderforschungsbereich 768 übertragen werden, so beispielsweise die der Komplexitätsreduktion, der Zentralreduktion (als Konzentration auf einzelne Ursachen eines Phänomens bei Ausblendung anderer gleichwertiger) oder der mangelnden Zielelaboration/-balancierung. Bei der Interpretation von Information sei deshalb stets auch deren Beeinflussung durch die Subjektivität von Erwartungen zu berücksichtigen.

Fehler und Versagen

Als nächstes ging Prof. Schaub auf die Rolle des Menschen als Fehlerquelle im Rahmen transdisziplinärer Forschung ein. Ein Fehler besteht dabei nach seiner Definition dann, wenn ein Fehlschlagen von Beurteilungen beziehungsweise Überlegungen vorliegt. Fehler seien deshalb (ebenso wie die noch drastischere Form des Regelbruchs) im Gegensatz zu Patzern oder Schnitzern den beabsichtigten Handlungen zuzuordnen.

Erneut wurde in diesem Zusammenhang der Aspekt der Interpretation von Information aufgegriffen. Betont wurde dabei die Gefahr, dass bei der Interpretation von Information diese auf Bekanntes zurückgeführt wird, wodurch das erwähnte

Erkenntnisse des menschlichen Handeln in sozio-technischen Systemen als Rahmenbedingungen transdisziplinärer Forschung:

- Die subjektive Erwartung bestimmt die Interpretation von Information
- Die Interpretation von Information führt diese auf Bekanntes zurück
- Jede Information hat passende Informationsverarbeitungsprozesse
- Die Änderung der Dimensionalität von Information ändert deren Interpretation
- Die Interpretation von Information hängt ab von ihrem Kontext

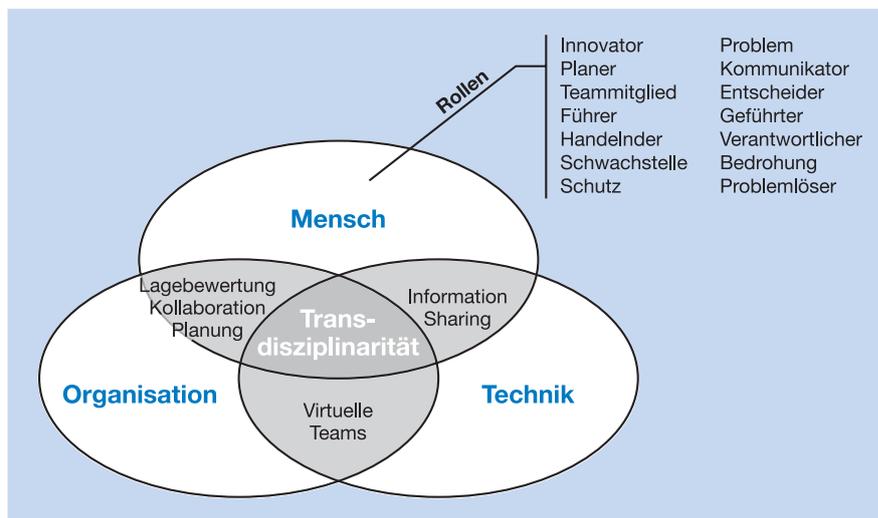


Abb. 6: Transdisziplinarität in sozio-technischen Systemen von Versagen

Fehlschlagen von Beurteilungen und Überlegungen mit verursacht werden kann. Das Versagen sei dabei als unerwünschte Konsequenz von Fehlern zu sehen, die unterschiedlichen Ursprungs sein können. Dafür relevante Ursprungsquellen sind in Abbildung 7 dargestellt sind. Weiter wurde auf typische Fehlerquellen eingegangen, von denen wiederum im Kontext transdisziplinärer Forschung das Fehlen von Schwerpunktbildung aber auch mangelnder Schwerpunktwechsel als relevante Beispiele diskutiert wurden. Zuletzt wurde in diesem Kontext eine Kategorisierung von Ursachen von Fehlern beim Entscheiden und Handeln vorgenommen. Dabei stellen begrenzte Verarbeitungskapazität des Denkens und begrenzte Kapazität des Gedächtnisses kognitive Ursachen dar, motivationale Ur-

sachen hingegen sind Überwertigkeit des aktuellen Motivs und Schutz des eigenen Kompetenempfindens.

Wissensmanagement

Den nächsten zentralen Aspekt des menschlichen Handelns, auf den Prof. Schaub in seinem Vortrag einging, stellt das Wissensmanagement dar. Innerhalb von transdisziplinären Forschungsprozessen wirke der Mensch als Konstrukteur von „Wissen“, welches Schaub wie folgt definiert und gegen die Begriffe „Daten“ und „Informationen“ abgrenzt: Als sinnvoll kombinierte Folge von Zeichen sind Daten wirkungs- und bedeutungslos. Sobald Daten in einem Problemzusammenhang stehen, ergeben sich daraus Informationen, die eine Wirkung haben und der Zielerreichung dienen. Treten Informationen wieder-

rum in Verbindung mit persönlicher Erfahrung, so wird aus ihnen Wissen, welches sinnstiftend ist und der Problembewältigung dient. Gleichzeitig steige in der Entwicklung von Daten hin zu Wissen allerdings auch der Grad der Subjektivität, deren Bedeutung bereits im Zusammenhang mit der Interpretation von Information angesprochen wurde.

Prognosen

Ein weiterer, die Interpretation beeinflussender Faktor ist nach Schaub die Änderung der Dimensionalität von Information sowie dadurch entstehende Auswirkungen auf Prognosen. Am Beispiel von Zitaten bekannter Persönlichkeiten, welche sich später als substantielle Fehleinschätzungen herausstellten, zeigte Schaub das Phänomen mangelnder Zukunftsoffenheit als Folge fehlender Bereitschaft zu Dimensionswechseln auf.

Zusammenarbeit

Den letzten von Prof. Schaub dargelegten Punkt stellten Effekte der Zusammenarbeit dar. Die zentrale These Schaub's hierzu lautete, dass „homogene Teams von Experten und Organisationen mit hohen Kompetenzen unter bestimmten Bedingungen zur Degeneration der Informationsverarbeitung neigen“. Eine Chance – aber gleichzeitig eine Herausforderung – transdisziplinärer Forschung sei es, durch heterogenere Teams diese Effekte des Gruppendenkens dämpfen zu können.

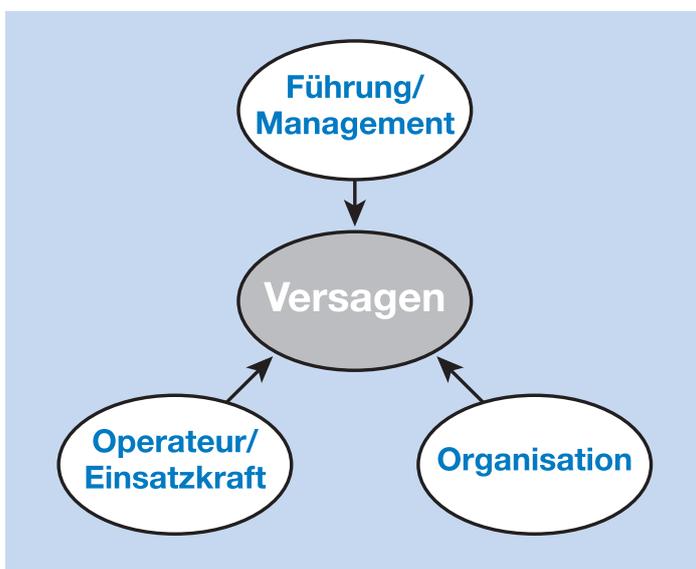


Abb. 7: Mögliche Ursprungsquellen von Versagen

Wissenschaftstheoretische Aspekte anwendungsorientierter Forschung

Wie lässt sich die Ingenieurwissenschaft in Kontext zu anderen Wissenschaften setzen? Mit dieser Fragestellung setzten sich die Teilnehmer auf Basis des Impulsvortrags von Prof. Dr. Ulrich Frank zu wissenschaftstheoretischen Aspekten anwendungsorientierter Forschung in einem Workshop auseinander. Eine der wesentlichen behandelten Fragestellungen, die aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet wurde, drehte sich darum, ob und inwieweit die Ingenieurwissenschaften dezidiert als Wissenschaften zu verstehen sind?

Katharina Eben
Frank Hoisl

Hinleitend zu den zentralen Fragestellungen des Workshops zeigte Prof. Frank mögliche Taxonomien auf, in die sich verschiedene Wissenschaften einordnen lassen. So kann beispielsweise eine Kategorisierung in Metawissenschaften (Philosophie, Wissenschaftstheorie), Realwissenschaften, welche sich ihrerseits in Naturwissenschaften (Physik, Chemie,

Biologie) und Kulturwissenschaften (Psychologie, Soziologie, Ökonomie) untergliedern lassen, Formalwissenschaften (Mathematik, Logik) und Geisteswissenschaften (Germanistik, Anglistik) vorgenommen werden. Die Forschungsziele der unterschiedlichen Disziplinen erstrecken sich dabei von „Erklären“ über „Verstehen“ bis hin zu „Entdecken und Beweisen“. Wie aber verhält es sich mit der Ingenieurwissenschaft? Als eine der

konstruktionsorientierten Disziplinen ist ihr wichtigstes Forschungsziel die Untersuchung und Unterstützung der zielgerichteten und effizienten Konstruktion von Artefakten; mögliche Welten sollen entworfen werden. Dies ist konform mit dem Technikbegriff des VDI, der die Hauptfelder der Gestaltung und Anwendung enthält. Ist es also angezeigt, sie dezidiert als Wissenschaft zu verstehen? Hierzu gilt es zunächst die Frage nach den essentiellen **Merkmale**

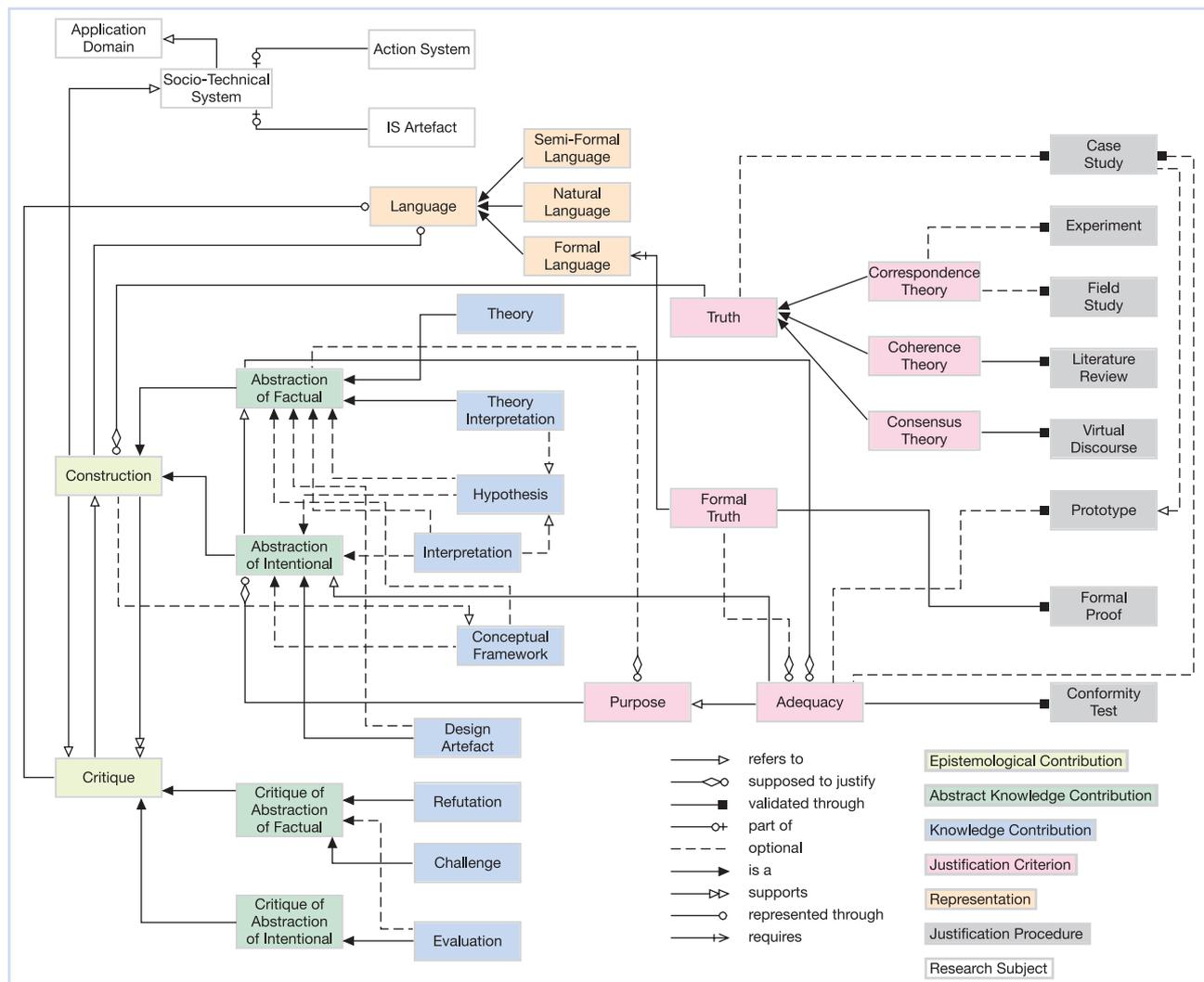


Abb. 8: Konfiguration einer projektspezifischen Forschungsmethode – Ausschnitt: Conceptual Model (Quelle: Frank 2006)

von **Wissenschaft** zu beantworten. Diese sind Erkenntnisangebot (Originalität, Begründung, Abstraktion, Relevanz), Dokumentation (Struktur & Transparenz) und Kultur (Freiheit & Kritik). Ein radikaler Ansatz wäre es den Ingenieurwissenschaften jeglichen Wissenschaftsanspruch abzusprechen. Jedoch sollte die Verschiedenartigkeit der wissenschaftlichen Disziplinen nicht unbeachtet bleiben. So erscheint es sinnvoll zwischen analysierenden, wissenskreierenden oder grundlagenorientierten Wissenschaften auf der einen Seite und anwendungsorientierten und erschaffenden (synthetisierenden) Wissenschaften auf der anderen zu unterscheiden. Diese beide Gruppen können wohlgernekt sowohl über die Zeit als auch von Kulturkreis zu Kulturkreis unterschiedlich interpretiert werden.

Unter all den Merkmalen der Wissenschaft stellt die Begründung die entscheidende Herausforderung dar. Das klassische Begründungskriterium, die Wahrheit, kann auf unterschiedliche Weise geprüft werden. Zum einen kann eine Korrespondenz zur Realität durch empirische Untersuchungen hergestellt werden. Weiterhin kann eine Kohärenz zu existierendem Wissen aufgezeigt werden, u. a. anhand einer Literaturstudie. Zudem kann durch einen rationalen Diskurs ein Konsens zwischen den Diskussionspartnern geschaffen werden. Dies ist für konstruktionsorientierte Forschung jedoch nicht hinreichend, da sich die Realisierung möglicher Welten häufig zu aufwändig gestaltet und die Auswahl einer möglichen Welt, in Form eines informierten Werturteils, empirisch kaum möglich ist.

Welche alternativen Begründungskriterien sind also denkbar? Der Pragmatismus kann hier eine ergänzende Grundlage bieten: Für die Begründung werden als angemessen wahrgenommene Anforderungen bzw. Probleme herangezogen, sowie die Angemessenheit der Lösungen bewertet. Weitere grundlegende Werte sind der Positivismus – hier wird nicht objektiv ermittelt, man bewegt sich außerwissenschaftlich – und der Neopragmatismus, der für das Bild einer besseren Welt (die Verringerung von Schmerzen) steht.

Der **Wirklichkeitszugang für die Begründung** kann auf unterschiedliche Weise erreicht werden. Es existieren Formen der empirischen Ergebnisvalidierung (empirischer Wirklichkeitszugang), wie z. B. Feldstudien, Fallstudien oder Experimente. Bei diesen Ansätzen haben die Begründungszusammenhänge eine hohe Bedeutung. Daneben gibt es weitere Formen der Ergebnisvalidierung bzw. des Wirklichkeitszugangs, z. B. Introspektionen, Delphi-Studien oder Literaturstudien. Die erforderliche und mögliche Validierung von Ergebnissen kann anhand der Kriterien Nützlichkeit und Praktikabilität diskutiert werden.

Um **Feldstudien** durchführen zu können, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein: interessante Hypothesen, Theoriebezug, Operationalisierbarkeit (Validität, Reliabilität) und Verfügbarkeit. Es kann die These vertreten werden, dass Feldstudien umso weniger relevant sind, je kontingenter der Gegenstand der Studie ist, wobei die Kontingenz tendenziell mit dem Einfluss zunimmt, welchen Handlungen auf eine intendierte Begründung haben.

Bei Feldstudien ist eine repräsentative Auswahl an Elementen heranzuziehen, auf die sich eine Hypothese bezieht. Hier ist zu prüfen, ob diese Hypothese zutrifft. Diese Frage wird in den Ingenieurwissenschaften mit der Art und Weise, wie ein Artefakt im Handlungssystem verwendet wird, beantwortet.

In der Realität sind Systeme häufig kaum in ihrer Vollständigkeit zu messen. Die Erfüllung kann hier gemessen werden, indem man empirische Tests auf messbare Kriterien zurückführt. Für die Durchführung einer Evaluation muss daher zunächst geklärt werden, ob es möglich ist, die beobachteten Zusammenhänge für einen Test zu implementieren. Weiterhin sollte die Frage gestellt werden, ob es aufgrund von statistischen Messfehlern oder Unsicherheiten bei der Implementierung überhaupt möglich ist, eine repräsentative Analyse vorzunehmen.

Generell ist zu sagen, dass die empirische Validierung neuer Erkenntnisse und Methoden einen Idealfall darstellt. Allerdings ist diese nicht immer möglich. Dem kann mit Ansätzen aus

der Evaluationsforschung begegnet werden. Hier können einzelne Aspekte der Überprüfung unterzogen werden, wobei die Begründungszusammenhänge eine entscheidende Rolle spielen, da dadurch Einzelelemente der Forschung einfacher begründet werden können. In Fällen, in denen eine empirische Prüfung (Korrespondenztheorie der Wahrheit) keine Option darstellt, kann auf andere Formen der Begründung, etwa in Form von Analogiebildung oder der Einordnung in anerkannte Aussagensysteme (Kohärenztheorie der Wahrheit), zurückgegriffen werden. Damit lassen sich Zusammenhänge auf Basis bekannter Erkenntnisse herstellen.

Erkenntnisse lassen sich zum einen anwendungsorientiert zu konkreten Zeitpunkten ermitteln. Zum anderen können Erkenntnisse durch Untersuchungen über lange Zeiträume gewonnen werden; man spricht hier von kumulativer Wissenschaft.

Die Replizierbarkeit bzw. Reproduzierbarkeit von Beobachtungen sowie die Präparierbarkeit sind Voraussetzung für den Gewinn von Erkenntnis. Dabei können der Handlungskontext und die organisatorische Hülle jedoch nicht präpariert werden.

In den Ingenieurwissenschaften ist der Erfolg von Systemen oft unabhängig von einer wissenschaftlich sauberen Begründung, d. h. außerwissenschaftliche Kriterien werden herangezogen. So ist es oft vielmehr erforderlich einen Nachweis über die Nützlichkeit und Effektivität von Systemen zu erbringen oder diese auf ihre Anforderungs- und Eigenschaftserfüllung hin zu testen, wobei hier entsprechende Regelwerke als Forschungsergebnis Wichtigkeit erlangen.

Beispielsweise sind Regelwerke für die Konstruktion zum Teil seit 30 bis 40 Jahren verfügbar. Allerdings ist es erforderlich, diese fortlaufend zu untersuchen und zu validieren, da sie möglicherweise inzwischen widerlegt werden könnten.

Ergebnisse müssen auch noch in anderen Bereichen oder Branchen evaluiert werden. Konstruktive Tests führen zu technologischem Wissen, jedoch sind Konstruktionsergebnisse nicht als Wissenschaft anzusehen.

Doch auch in den Ingenieurwissenschaften scheint es den Trend zu

geben, dass vermehrt empirisch geprüft werden muss. Die Begründung ist für die Ingenieurwissenschaft erforderlich, auch wenn sie nicht zu 100% möglich ist, da nur so eine Unterscheidung zwischen hoffnungsbasierter und evidenzbasierter Wissenschaft getroffen werden kann. Dabei kann bei der Durchführung von Experimenten und Fallstudien auf empirische Vorgehensweisen wie die Beobachtung von Studenten- oder anderen Beispielteams zurückgegriffen werden.

Für die Begründung kann auch eine differenzierte Unterscheidung zu bereits existierenden, begründeten Systemen oder Ergebnissen genutzt werden, indem neue Erkenntnisse deutlich vom Stand der Technik abgegrenzt werden. Frank (2006) bietet einen Lösungsansatz für den Wahrheitszugang in ingenieurwissen-

schaftlicher Forschung an; ein Modell zur Konfiguration von Forschungsvorhaben (siehe Abb. 8). Häufig stellen empirische Studien keine realistische Option für die Validierung von Forschungsvorhaben in den Ingenieurwissenschaften dar – deshalb hat dieser Lösungsansatz es zum Ziel, für die jeweilige Situation eine angemessene Forschungsmethodik bereitzustellen. Das dargestellte Modell bietet mögliche Teilmethoden zur Gestaltung von Forschungsprojekten.

Die situationsgerechte und sinnhafte Kombination dieser Methoden ist durch die Bereitstellung von Richtlinien sichergestellt (Frank 2006). Dabei ist ein wichtiger Punkt das Schaffen und Sichern von Transparenz, indem zum einen alle nichttrivialen Hypothesen, auf denen Anforderungen oder Entwurfsentscheidungen beruhen,

explizit gemacht werden. Zum anderen dient der differenzierte Vergleich mit existierenden Ansätzen dazu, den Erkenntnisfortschritt erkennbar bzw. rekonstruierbar zu machen.

Weiterhin ermöglicht der Lösungsansatz den unschöpferischen und kontextabhängigen Einsatz von Methoden. Dies umfasst den Test gegen Anforderungen, die Wahl des jeweils angemessenen Begründungskriteriums und korrespondierender Testverfahren sowie die Konfiguration der projektspezifischen Forschungsmethode.



Literatur:

Frank, U.: *Towards a Pluralistic Conception of Research Methods in Information Systems Research. ICB Research Report, No. 7, Universität Duisburg-Essen 2006.*

Disziplinübergreifende Modellierungsansätze zur Wiederverwendung von Informationen

Setzen sich Wissenschaftler aus verschiedensten Fachrichtungen – wie es im Sonderforschungsbereich 768 durch die Beteiligung des Maschinenwesens, der Informatik sowie der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften der Fall ist – mit übergreifenden, transdisziplinären Fragestellungen auseinander, so kommt es zwangsläufig zum Einsatz verschiedener Modellierungsansätze. In diesem Zusammenhang leitete Prof. Dr.-Ing. Christian Weber mit einem Impulsvortrag zum Workshop zu disziplinübergreifenden Modellierungsansätzen ein, in welchem die aus diesem Spannungsfeld erwachsenden Herausforderungen und Chancen diskutiert wurden. Die erarbeiteten Ergebnisse können dabei unmittelbar in Bezug zu den disziplinspezifischen sowie disziplinübergreifenden Modellierungsaktivitäten im SFB 768 gesetzt werden.

Bergen Helms
Sebastian Kortler

Von den im SFB 768 vertretenen Disziplinen werden Modelle zu unterschiedlichsten Zwecken eingesetzt und verwendet. Über alle Fachrichtungen hinweg gibt es folglich eine Vielzahl an Modellierungsansätzen mit verschiedenen Zielen. Aus dieser interdisziplinären Zusammenstellung

erwächst die Bedeutung einer disziplinübergreifenden Modellierung für den SFB 768. Dabei kann – gemäß des Inhalts des Impulsvortrags – nicht von einer einheitlichen Gliederung von Modellen ausgegangen werden. So können diese beispielsweise unterschiedlich abstrakt sein und in ihrem Formalisierungsgrad stark variieren. Darüber hinaus werden zur Modellsynthese Informationen benö-

tigt, die in unterschiedlichster Form vorliegen können. Andererseits können Modelle wiederum die Informationsgrundlage zur Erstellung weiterer Modelle liefern.

Aufgrund der Heterogenität und der Vernetzung der Modelle wird im SFB 768 eine Modelllandkarte aufgesetzt, welche diese Abhängigkeiten abbildet und den Informationsaustausch vereinfachen soll. Zur strukturierten Einordnung der Modellierungsansätze kann dabei auf den Impulsvortrag zurückgegriffen werden, in welchem eine mehrdimensionale Gliederung nach folgenden Kriterien vorgeschlagen wurde:

- Erfasste Gegenstände
- Abgebildete (und nicht-abgebildete) Eigenschaften dieser Gegenstände

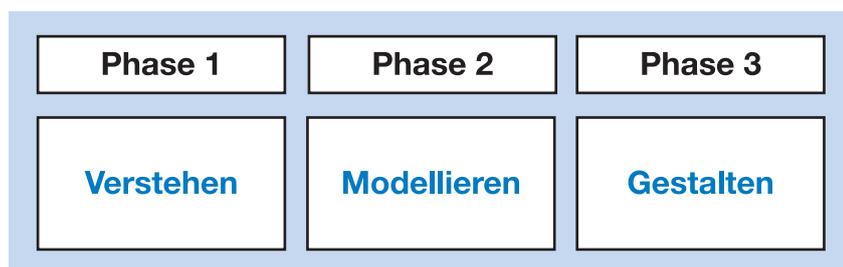


Abb. 9: Die Funktion von Modellen in den einzelnen Förderperioden des SFB 768

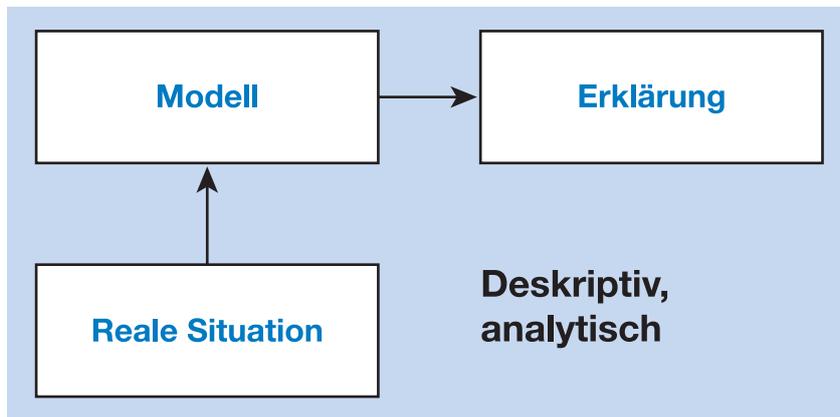


Abb. 10: Deskriptive, analytische Vorgehensweise bei der Modellnutzung – analog zur Modellierung als Grundlage zum Aufbau eines Zyklenverständnisses in der ersten und zweiten Förderperiode des SFB 768

- Beschreibungsmethode und Sprache des Modells
- Modellspezifische Zusatzigenschaften
- Zweck mit Zielgruppe und Nutzungskontext
- Beziehung zu benachbarten Modellen

Eine übergreifende Modellierung, bringt einige Herausforderungen mit sich:

Es gilt die disziplinspezifischen Eigenheiten, wie den gewählten Abstraktionsgrad oder den Formalisierungsgrad, zu berücksichtigen. Ein weiterer Aspekt ist dabei die Trennung zwischen Modellerstellern und Modellnutzern. Sollen ferner Modelle ein Mittel zur Reduktion von Komplexität darstellen, führt der Einsatz von ebendiesen Modellen durch nicht unmittelbar absehbare Folgen des Einsatzes dieser oftmals selbst zu einer Komplexitätserhöhung. Bezogen auf die grundlegenden Zwecke der Modellnutzung und Modellbildung im

Rahmen des SFB 768 können die drei Förderphasen (siehe Abbildung 9) unterschieden werden: In der ersten Phase werden Modelle als Grundlage zur Erarbeitung des Verständnisses von Zyklen, ihrer Auslöser und Auswirkungen sowie ihrer Abhängigkeiten eingesetzt. Hierbei werden einzelne Aspekte der Zyklen erfasst und potentielle Modellierungsansätze untersucht. Somit lassen sich Anforderungen an die Modellierungsansätze in der zweiten Phase erheben. Die zweite Förderperiode steht unter der Leitfrage, wie aus den gewonnenen Erkenntnissen zu den im Gesamtkontext relevanten Zyklen, aber auch zu den in den jeweiligen Teilprojekten beobachteten Zyklen, Modellierungskonstrukte geschaffen werden können. Durch die Analyse der Modelle soll sich ein tieferes Verständnis für die reale Situation entwickeln. Gemäß des Modells von Prof. Weber zur Erstellung und Nutzung von Modellen können diese beiden Phasen

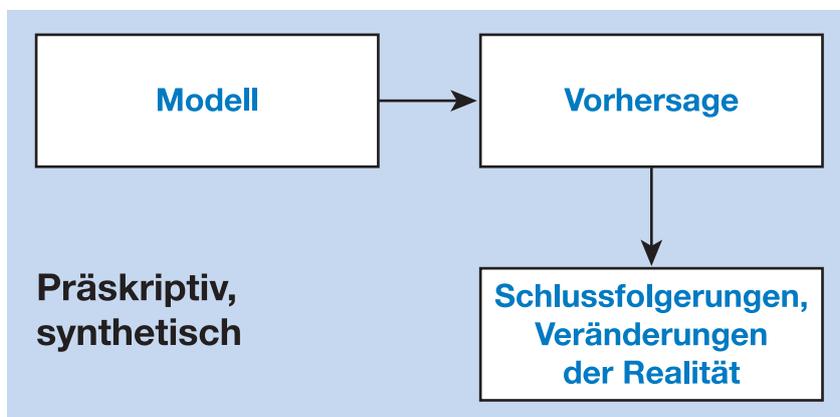


Abb. 11: Präskriptive, synthetische Vorgehensweise bei der Modellnutzung – entsprechend der Modellnutzung zur Vorhersage und Beeinflussung in der dritten Förderperiode des SFB 768

primär als deskriptiv oder analytisch bezeichnet werden (siehe Abbildung 10).

Die dritte Förderperiode schließlich steht unter der Leitfrage, welche Einfluss- und Gestaltungsmöglichkeiten sowie Vorsichtsmaßnahmen im Umgang mit Innovationsprozessen durch die geschaffenen Modellierungsansätze zum Zyklenmanagement zielführend sind. Diese Modellnutzung wird als präskriptiv oder synthetisch bezeichnet (siehe Abbildung 11).

Um eine disziplinübergreifende Modellierung in den verschiedenen Förderphasen bewerkstelligen zu können, stellt die Modelllandkarte den Ausgangspunkt dar. Um allerdings einen Informationsaustausch zwischen Modellen zu bewerkstelligen, kann dem Ansatz der Modellintegration die Modelltransformation gegenübergestellt werden. Während ersterer die disziplinspezifischen Ansätze in ein gemeinsames Metamodell integriert, basiert die Modelltransformation auf der Überführung von Modellierungskonstrukten zwischen divergenten Metamodellen.

In der dem Impulsvortrag nachfolgenden Diskussion wurden insbesondere die Schwierigkeiten bei der Integration von interdisziplinären Modellen erörtert. So erscheine eine Zusammenführung aller relevanten Modelle als kaum möglich, da erhebliche Unterschiede der domänenspezifischen Formalismen berücksichtigt werden müssten.

Erschwerend kämen die Vorlieben und Abhängigkeiten verschiedener Disziplinen von den jeweils etablierten Modellierungstools und deren Verfügbarkeiten hinzu. Ein weiteres Hindernis sei eine unzureichende Kommunikation zwischen den Anwendern der verschiedenen Modellierungssprachen, woraus zahlreiche Missverständnisse resultieren können. Die Ursache hierfür liegt primär an der Verwendung domänenspezifischer Sprachen mit einem hohen Anteil an inkludiertem Wissen. Eine Alternative kann die Einführung einer universellen und übergreifenden Sprache, wie beispielsweise UML, schaffen. Diese Sprachen sind häufig und vielseitig anwendbar und könnten zur Definition von Metasprachen herangezogen werden. Das semantisch hohe Niveau dieser Sprachen

kann sich hingegen als problematisch darstellen. Da insgesamt, wegen der mangelnden kumulativen Beschaffenheit der einzelnen Modelle, die Aussichten auf eine übergreifende Modellierung eher gering sind, scheint der Weg, über bidirektionale Modelltransformationen eine Überführung von Modellinhalten zu ermöglichen, zielführend zu sein.

Um die genannten Hindernisse der Transformationen zu minimieren, sollten die einzelnen Nutzer und Ersteller der Modelle folgende Punkte verinnerlichen: Durch erhöhte Kom-

munikation ist ein Abgleich der unbewussten und subjektiven Modelle erforderlich. Genauso muss allen Beteiligten die Zielsetzung der Modelle in den einzelnen Disziplinen zugänglich sein. Somit kann herausgestellt werden, welche Modelle von welchem Akteur für welche Zwecke verwendet werden und inwieweit eine inhaltliche Schnittmenge zu anderen Modellen vorliegt. Nach Identifikation der Schnittmenge kann schließlich eine Transformation zwischen den Sprachen synthetisiert und iterativ validiert werden. Als Diskussionsba-

sis ist hierfür ein gemeinsamer Prototyp bzw. Demonstrator besonders hilfreich. Im SFB 768 kann dies in dem Demonstrationsszenario mit dem Industriepartner BSH gewährleistet werden. Allerdings muss bei der Nutzung eines gemeinsamen Betrachtungsgegenstands beachtet werden, dass die verwendeten und zu entwickelnden Modellierungsansätze nicht zu starr auf den Betrachtungsgegenstand zugeschnitten sind. Die Vergegenständlichung dient demnach zuvörderst als Diskussionsbasis für ein gemeinsames mentales Modell. 

Formen und Charakteristika guter Forschungsergebnisse – Ergebnisse der Abschlussdiskussion im Plenum

In der abschließenden Podiumsdiskussion des Kolloquiums zur transdisziplinären Forschung wurde die Frage erörtert, durch welche Merkmale qualitativ hochwertige Forschungsergebnisse charakterisiert werden können und in welcher Form Forschungsergebnisse aus den verschiedenen Disziplinen in Industrie und Praxis eingehen. Aufbauend auf den Eingangsstatements der vertretenen Gastwissenschaftler konnten in einem regen Austausch mit dem Auditorium die verschiedenen Standpunkte zu den dargestellten Blickwinkeln auf transdisziplinäre Forschung – insbesondere im Kontext des Sonderforschungsbereichs 768 zum Zyklenmanagement von Innovationsprozessen – akzentuiert werden.

*Stefan Langer
Clemens Hepperle*

Die selbst unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen zugehörigen Gastwissenschaftler diskutierten zum Ende des Kolloquiums zur transdisziplinären Forschung gemeinsam mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des SFB 768 die folgenden Fragestellungen:

- Durch welche Charakteristika sind gute Forschungsergebnisse gekennzeichnet?
- Wer verwendet die erzielten Forschungsergebnisse und in welcher Form?

Die Diskussion der Fragestellungen baute hierbei wiederum auf den zuvor gemeinsam diskutierten Themenstellungen der Kommunikation in der transdisziplinären Forschung, dem Thema der transdisziplinären Forschung als Organisationsproblem, dem menschlichen Handeln in soziotechnischen Systemen sowie dem Diskurs über wissenschaftstheoretische Aspekte anwendungsorientierter Forschung sowie über disziplinübergreifende Modellierungsansätze

auf. In seinem Eingangsstatement zu Merkmalen guter Forschungsergebnisse fokussierte Prof. Kornwachs eine erkenntnisorientierte Sicht auf Forschungsergebnisse.

Als wesentlicher Mehrwert wurde dabei ein prognostischer, explanatorischer Gewinn herausgestellt, der sich sowohl durch Begriffe größerer Reichweite als auch durch eine Erweiterung verfügbaren Wissens konstituiert. Dabei sei insbesondere auch eine Anschlussfähigkeit an die vorliegende Theorie wesentlich, was sich sowohl in der Kohärenz als auch der Korrespondenz der Ergebnisse widerspiegelt.

Ein weiterer elementarer Beitrag sei dabei in der Verbesserung der vorliegenden Methodik, speziell hinsichtlich eines verbesserten Verhältnisses zwischen Methodik und Betrachtungsgegenstand, zu sehen. Darüber hinaus seien die Aussicht auf Anwendbarkeit der Ergebnisse sowie die Eleganz und Einfachheit der Erkenntnisse wichtige Charakteristika guter Forschungsergebnisse.

Die Gestaltung dieser Ergebnisse müsse dabei vor allem praxis- und

nutzenorientiert sein, was sich beispielhaft an neuen, effektiveren, nützlicheren Regeln oder am Bestehen von klinischen Tests (z. B. über Erhebungen, Feldversuche etc.) festmachen lasse. Übertragen auf die Ergebnisse von Innovationsprozessen könnten Analogien zu Produktinnovationen – die eine Eleganz der jeweiligen Produkte und Technologien mit sich bringen – gesehen werden. Diese Eleganz kann sich beispielsweise in einer Erweiterung, Erleichterung oder Verbilligung von Funktionen oder Technologien äußern.

In der an diese Eingangsäußerung anschließenden Diskussion wurde hinterfragt, nach welchen Kriterien ein Ranking der Güte von Forschungsergebnissen möglich sei. Die dabei von Prof. Kornwachs vertretene Fokussierung der Brauchbarkeit von Forschungsergebnissen wurde insbesondere aus dem Bereich der Informatik hinterfragt, wo die Rigorosität von Ergebnissen momentan Hauptkriterium der Gütebemessung ist.

Darüber hinaus wurde das dargelegte Kriterium der Eleganz diskutiert,

inwiefern sich dieses in einer Einfachheit der Lösung – analog zu den Max'wellschen Gleichungen – äußere. Dabei wurde ebenfalls aufgegriffen, dass eine gute Theorie auch über die Möglichkeit einer einfachen Erklärbarkeit charakterisiert werden kann.

In dem darauffolgenden Statement adressierte Prof. Schwabe die Frage, wie Forschungsergebnisse geartet sein sollten und wie sie in der Praxis tatsächlich sind. Der Entwurf von Tautologien sei dabei als Ergebnis für die Dokumentation in renommierten Journals und Konferenzen prädestiniert. Dabei sei ein wesentlicher Punkt, dass Ergebnisse motivierend für den jeweiligen Wissenschaftler sein sollten, was sich speziell über persönlich interessante Themen und Inhalte ergebe. Dies entspricht einer vor allem intrinsischen Motivation der Ergebnisgenerierung. Darüber hinaus sei vor allem der Inhalt der Ergebnisse über die Methode der Erarbeitung zu stellen – entsprechend des Leitsatzes „Nützlichkeit vor Wahrheit“.

Die genannten Fragestellungen der Priorisierung und Motivation waren Hauptgegenstand der anschließenden Diskussion. So stand die Frage im Raum, inwiefern Konflikte zwischen extrinsischen und intrinsischen Motivationsfaktoren entstehen können. Ebenso wurde das angesprochene Spannungsfeld zwischen der Methode der Erarbeitung und der Qualität des erarbeiteten Inhalts diskutiert.

Dabei wurde in der Diskussion betont, dass die sprichwörtliche „gute Idee“ wesentlich für gute Forschungsergebnisse ist, diese aber ohne saubere handwerkliche Arbeit, das heißt die entsprechende Forschungsmethodik, nicht erreicht werden können. Die sich daraus ergebende Frage in der Diskussion war, welche Zielsetzungen an Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler ausgegeben und wie diese in der Forschungspolitik verankert und verfolgt werden sollten.

Für die Arbeit in einer transdisziplinären Forschungsgruppe wie dem SFB 768 wurde daran anschließend diskutiert, welche Themen in der gemeinsamen Arbeit wie gewichtet werden sollten, damit sie für alle Teilnehmer veröffentlichtbar sind. Dabei wurde herausgestellt, dass die Ver-

öffentlichung disziplinübergreifender Forschungsergebnisse in den verschiedenen Forschungsdisziplinen unterschiedlichen Hürden und Erfolgswahrscheinlichkeiten unterliegt. Für die Arbeit von Sonderforschungsbereichen wurde damit zwar zum einen die Problematik der Kompromissfindung gesehen. Zum anderen wurde aber auch die große Chance identifiziert, nicht nur disziplinspezifisch ergebnisorientiert zu arbeiten, sondern die transdisziplinäre Ergebniserarbeitung aufzuzeigen. Dabei komme Sonderforschungsbereichen eine Sonderrolle zu, da sowohl die Ergebnisnutzung als auch die Qualität der Ergebniserarbeitung hohe Ansprüche verfolge.

Im anschließenden Teil der Podiumsdiskussion ging Prof. Schaub auf die Frage der Nutzer und Adressaten von Forschungsergebnissen ein. Dabei stellte er vor allem die Aspekte heraus, wer die potentiellen Nutzer von Forschungsergebnissen sind, wie diese eingebunden werden können und welche Charakteristika die Qualität guter Forschungsergebnisse für Nutzer ausmachen. Dies sei vor allem wichtig, da die Praxis als Adressat nicht zwingend disziplinär organisiert ist.

Dementsprechend sollten gute Forschungsergebnisse des Sonderforschungsbereichs nicht als disziplinär empfunden werden und der SFB als Problemlöser in der Praxis auftreten. Dabei behandelte Prof. Schaub auch die Bewertung der Forschungsqualität sowohl aus der Perspektive der Ergebnisse als auch aus der Perspektive des Forschungsprozesses, der sich durch gute wissenschaftliche Zusammenarbeit sowie eine gute Moderation der zu steuernden Prozesse auszeichnen solle. Dazu sei es sinnvoll, Forschungsergebnisse anhand von konkreten Produkten und Prozessen sowie dem jeweiligen Nutzen auszurichten.

Im Plenum wurde in diesem Zusammenhang die konkrete Ausprägung im SFB 768 aufgegriffen, der mit der „Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH“ und der „Durst Phototechnik AG“ über zwei Industriepartner verfügt, die einen Beobachtungs- und Gestaltungszugang zu inkrementellen bzw. radikalen Innovationen ermöglichen. Der angesprochene

Ergebnistransfer in die Praxis wird dabei über geeignete Kommunikationskanäle verfolgt. In der Diskussion wurde dabei von Prof. Schwabe betont, dass in der Ergebniserarbeitung und -darstellung die Systematik und Reflektion der Vorgehensweise wesentlich sei und eventuelle Kompromisse sowie der Interaktionsraum begründet werden muss.

Auch in der Stellungnahme von Prof. Frank wurde die Qualität von Forschungsergebnissen als selbstverständliche Anforderung betont. In seinem Resümee ging er dabei auf weitere inhaltliche Überlegungen ein, wodurch gute Ergebnisse erkennbar sind. Seine persönliche Wertung war dabei die, dass Ergebnisse umso besser seien, je größer der persönliche Wissenszuwachs ist, was sowohl das Erkenntnisangebot als auch die Wissenschaftskultur fördere. Die Qualitätsmerkmale des Erkenntnisangebots seien dabei:

- Originalität, was sich beispielsweise im Überraschen von Experten äußert;
 - Abstraktion, d. h. Ergebnisse sollten in verschiedenen konkreten Anwendungsfällen einsetzbar sein;
 - Begründung, d. h. die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse;
 - Relevanz, insbesondere für die Praxis;
 - Praxiserfolg, auch in Bezug auf außerwissenschaftliche Faktoren.
- Während diese Faktoren weder als Metriken gedacht sind noch orthogonal aufgestellt sind, verfolgen sie demnach ein gemeinsames Ziel – das Erhöhen der „Klugheit“. Wichtig sei dabei, dass diese Ergebnisse dokumentiert und kommuniziert werden und eventuelle Gutachter oder Bewertende mit Offenheit und Toleranz Ergebnissen mit Potential gegenüberstehen.

In der anschließenden Diskussion wurde im Plenum zum einen der Begriff des Nutzens aufgegriffen, der bei verschiedenen Adressaten durch unterschiedliche Aspekte generiert werden kann. Zum anderen wurde der damit verbundene Begriff der Relevanz diskutiert, der sowohl auf theoretische, methodische und pragmatische Kriterien bezogen werden kann. Dabei wurde von Prof. Frank insbesondere die Relevanz im Hinblick auf die Anwendung unterstri-

chen, die man nicht aus dem Auge verlieren dürfe. Darüber hinaus wurde hinterfragt, ob reine methodische Originalität als Motivationsfaktor und Güteaspekt ausreichend sei oder ob der Bezug zur inhaltlichen Originalität die relevantere Sichtweise darstelle. Im abschließenden Teil der Podiumsdiskussion wurde durch Prof. Weber das Feld potentieller Verwender von Forschungsergebnissen aufgezeigt. So seien zum einen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der eigenen sowie auch benachbarter oder fremder Disziplinen Adressaten der Forschung. Zum anderen bildeten

Praktiker ein großes Zielgruppenfeld, unabhängig davon, ob dies Unternehmer, Manager, Juristen oder Politiker seien. Darüber hinaus seien Nutzer im Bereich komplexer Ausbildungen zu sehen, wobei sowohl Lehrende als auch Lernende Berücksichtigung finden sollten. Übergreifend sei der Mehrwert von Forschungsergebnissen damit darin zu sehen, dass für mindestens eine dieser drei Gruppen durch die Ergebnisse das Verständnis der adressierten Zusammenhänge sowie die persönliche Arbeit damit erleichtert wird.

Zusammenfassend konnten im Rahmen der Podiumsdiskussion noch einmal verschiedene Sichten sowohl auf die Frage der Charakteristika guter Forschungsergebnisse als auch auf die Implikationen und Herausforderungen für den transdisziplinär arbeitenden Sonderforschungsbereich 768 im Kontext des Zyklusmanagements von Innovationsprozessen aufgezeigt und zur Diskussion gestellt werden.

Der rege Austausch zwischen den Gastwissenschaftlern und dem Plenum zeigte die hohe Relevanz der dargestellten Themen sowohl für den Sonderforschungsbereich 768 und die bereits gelebte disziplinübergreifende Orientierung im Rahmen der gemeinsamen Arbeit als auch für weitere transdisziplinär agierende Forschungsverbände.



Kurzdarstellung des SFB 768 – Zyklusmanagement von Innovationsprozessen

Forschungsziele des SFB 768

Im transdisziplinär angelegten Sonderforschungsbereich 768 verfolgen Wissenschaftlerinnen und -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.

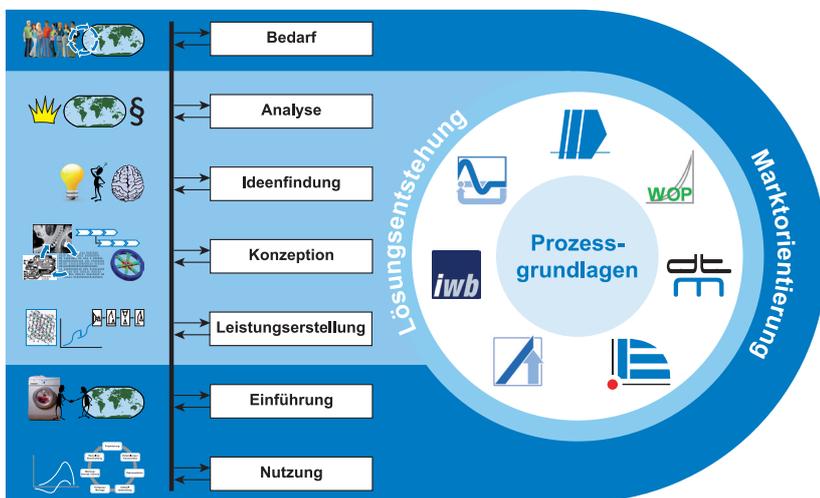


Abb. 12: Struktur des Sonderforschungsbereichs 768

Strategie des SFB 768

Zur systematischen Erreichung der Forschungsziele gliedert sich das seit 2008 laufende und auf zwölf Jahre angelegte Forschungsprojekt in die drei Phasen „Verstehen“, „Modellieren“ und „Gestalten“. Kompetenzträger in Informatik, Wirtschafts-, Sozial- und Ingenieurwissenschaften adressieren hierbei das facettenreiche Forschungsfeld durch die gezielte Verknüpfung und gemeinsame Bearbeitung zyklusrelevanter Fragestellungen. Nähere Informationen finden Sie unter www.sfb768.de.

Impressum

„Zyklusmanagement Aktuell – Innovationen Gestalten“ wird herausgegeben vom:

Lehrstuhl für Produktentwicklung

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

Verantw. i.S.d.P.

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

Redaktion und Gestaltung

Clemens Hepperle
hepperle@pe.mw.tum.de

Grafik und Bildbearbeitung

Eva Körner
koerner@pe.mw.tum.de

Druck

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